

کد کنترل

505

A



505A

## آزمون ورودی دوره دکتری (نیمه متمرکز) - سال ۱۴۰۰

دفترچه شماره (۱)

صبح جمعه

۹۹/۱۲/۱۵



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

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

رشته مهندسی مکانیک - تبدیل انرژی - (کد ۲۳۲۴)

مدت پاسخ گویی: 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

استفاده از ماشین حساب مجاز نیست.

این آزمون نمره منفی دارد.

\* 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 سؤالات، نوع و کد کنترل درج شده بر روی دفترچه سؤالات و پائین پاسخنامه‌ام را تأیید می‌نمایم.

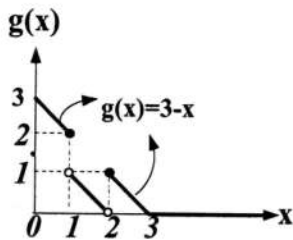
امضا:

۱- اگر درباره  $(\frac{-1}{2}, \frac{1}{2})$  تساوی  $(a_n \cos \frac{n\pi}{\ell} x + b_n \sin \frac{n\pi}{\ell} x)$  با  $\frac{1}{2} a_0 + \sum_{n=1}^{\infty} (a_n \cos \frac{n\pi}{\ell} x + b_n \sin \frac{n\pi}{\ell} x) - [x] - \frac{1}{2} = \frac{1}{2}$  برقرار باشد، حاصل

کدام است؟  $\frac{1}{2} a_0 + \sum_{n=1}^3 (a_n \cos \frac{n\pi}{4\ell} + b_n \sin \frac{n\pi}{4\ell})$

(۱)  $\frac{-3}{2\pi}$  (۲)  $\frac{-2}{3\pi}$  (۳)  $\frac{2}{3\pi}$  (۴)  $\frac{3}{2\pi}$

۲- با توجه به معادله انتگرالی  $g(x) = \int_0^{\infty} h(t) \cos(xt) dt$  مقدار  $h(\pi)$ ، کدام است؟



(۱)  $\frac{2}{\pi^2}$

(۲)  $\frac{2}{\pi^3}$

(۳)  $\frac{4}{\pi^2}$

(۴)  $\frac{4}{\pi^3}$

۳- اگر تبدیل فوری تابع  $f(t) = e^{-\alpha|t|}$  به‌ازای  $\alpha > 0$  برابر  $F(\omega) = \frac{2\alpha}{\omega^2 + \alpha^2}$  باشد، حاصل انتگرال

کدام است؟  $\int_{-\infty}^{\infty} \frac{dx}{(x^2 + 2x + 10)^2}$

(۱)  $\frac{\pi}{54}$  (۲)  $\frac{\pi}{36}$  (۳)  $\frac{\pi}{24}$  (۴)  $\frac{\pi}{18}$

۴- مقدار  $\beta$  در معادله دیفرانسیل  $g''(t) + (\alpha + \beta t^2)g(t) = 0$  چقدر باشد، تا اتحاد

$g(x) = \int_{-\infty}^{\infty} g(t) e^{-2i\pi xt} dt$  برقرار باشد؟

(۱)  $2\pi$  (۲)  $2\pi^2$  (۳)  $-4\pi^2$  (۴)  $-\pi^2$

۵- اگر  $P_n(x)$  چند جمله‌ای لژاندر درجه  $n$  باشد، حاصل  $\sum_{n=0}^{\infty} \frac{P_n(0)}{2^n}$ ، کدام است؟

(۱)  $\frac{1}{\sqrt{5}}$  (۲)  $\frac{2}{\sqrt{5}}$  (۳)  $\sqrt{5}$  (۴)  $2\sqrt{5}$

۶- فرض کنید  $J_{\frac{1}{2}}(x) = \sqrt{\frac{2}{\pi x}} \sin x$  است. مقدار  $\alpha$  کدام باشد، تا حاصل  $\lim_{x \rightarrow 0^+} \frac{J_{\frac{3}{2}}(x)}{x^\alpha}$ ، یک عدد حقیقی ناصفر شود؟ (J نمایش تابع بسل است.)

(۱)  $\frac{1}{2}$  (۲) ۱ (۳)  $\frac{3}{2}$  (۴) ۲

۷- اگر تابع گرین (Green) متناظر با جواب مسئله  $\begin{cases} y'' + 2y' + y = x \\ y(0) = y(1) = 0 \end{cases}$  به صورت  $G(x, t) = g(x, t)e^{-(x+t)}$  باشد، کدام است  $g(x, t)$ ؟

(۱)  $\begin{cases} x & 0 \leq x \leq t \\ \frac{t(1-x)}{1-t} & t < x \leq 1 \end{cases}$

(۲)  $\begin{cases} \frac{t(1-x)}{1-t} & 0 \leq x \leq t \\ x & t < x \leq 1 \end{cases}$

(۳)  $\begin{cases} t(1-x) & 0 \leq x \leq t \\ x & t < x \leq 1 \end{cases}$

(۴)  $\begin{cases} x & 0 \leq x \leq t \\ t(1-x) & t < x \leq 1 \end{cases}$

۸- مسئله انتقال حرارت در حالت پایدار (مانا) روی یک صفحه رسانای نیم‌دایره‌ای شکل به مرکز مبدأ مختصات و شعاع  $a > 0$  به صورت  $\nabla^2 u(r, \theta) = 0$  را در نظر بگیرید. اگر  $u(r, 0) = u(r, \pi) = 0$  و  $u(a, \theta) = T$  باشند، مقدار دمای صفحه در نقطه  $(\frac{a}{2}, \frac{\pi}{2})$ ، کدام است؟

(۲)  $\frac{T}{2\pi} \sum_{k=0}^{\infty} \frac{1}{(2k+1)4^k}$

(۱)  $\frac{2T}{\pi} \sum_{k=0}^{\infty} \frac{(-1)^k}{(2k+1)4^k}$

(۴)  $\frac{T}{\pi} \sum_{k=0}^{\infty} \frac{(-1)^k}{(2k+1)4^k}$

(۳)  $\frac{T}{\pi} \sum_{k=0}^{\infty} \frac{1}{(2k+1)4^k}$

۹- جواب معادله دیفرانسیل زیر با شرایط اولیه داده شده، کدام است؟

$$\begin{cases} \frac{\partial^2 w(x,t)}{\partial x \partial t} + \frac{\partial w(x,t)}{\partial x} + \sin t = 0, & x > 0, t > 0 \\ w(0, t) = 0, & t \geq 0 \\ w(x, 0) = x, & x \geq 0 \end{cases}$$

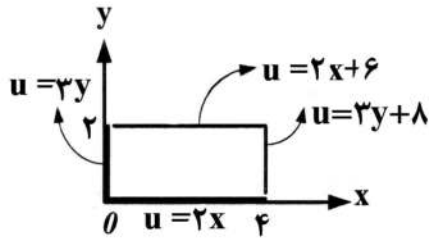
$$\frac{1}{2}(e^{-t} + \cos t + \sin t)x \quad (۲)$$

$$\frac{1}{4}(2e^{-t} + 2\cos t - \sin t)x \quad (۱)$$

$$\frac{1}{2}(e^{-t} + \cos t - \sin t)x \quad (۴)$$

$$\frac{1}{4}(2e^{-t} + 2\cos t + \sin t)x \quad (۳)$$

۱۰- مسئله پتانسیل  $\nabla^2 u = 0$  را با شرایط کرانه‌ای داده شده مطابق شکل زیر، در نظر بگیرید. حاصل



کدام است؟  $u(1, 2/5) - u(3, 0/5)$

$$-7/5 \quad (۱)$$

$$0 \quad (۲)$$

$$1/5 \quad (۳)$$

$$2 \quad (۴)$$

۱۱- حاصل  $\int_{-\infty}^{\infty} \frac{\sin x dx}{x(x^2+1)}$ ، کدام است؟

$$\pi(2+e^{-1}) \quad (۴)$$

$$\pi(1+e^{-1}) \quad (۳)$$

$$\pi(2-e^{-1}) \quad (۲)$$

$$\pi(1-e^{-1}) \quad (۱)$$

۱۲- با استفاده از اتحاد  $|q| < 1$ ،  $\sum_{n=0}^{\infty} q^n = \frac{1}{1-q}$ ، حاصل  $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{n}{2^n} (1+i)^n$ ، کدام است؟

$$i+1 \quad (۴)$$

$$i-1 \quad (۳)$$

$$1-i \quad (۲)$$

$$i \quad (۱)$$

۱۳- حاصل  $\frac{1}{\pi i} \oint_{|z|=2} (z+1)^3 \sinh \frac{1}{z-1} dz$ ، کدام است؟

$$12 \quad (۴)$$

$$16 \quad (۳)$$

$$18 \quad (۲)$$

$$24 \quad (۱)$$

۱۴- مانده تابع  $f(z) = \frac{z^{-4}}{z^2 - 2z \cosh 1 + 1}$ ، در دیسک  $0/5 < |z| < 1/5$ ، حول نقطه  $z=0$ ، کدام است؟

$$\frac{e^{-4} - e^4}{2 \sinh 1} \quad (۴)$$

$$\frac{e^4 - e^{-4}}{2 \sinh 1} \quad (۳)$$

$$\frac{-1}{2e^4 \sinh 1} \quad (۲)$$

$$\frac{-1}{2e^4 \sinh 1} \quad (۱)$$

۱۵- با فرض  $c \neq n\pi$ ، منحنی  $\frac{x^2}{\sin^2 c} - \frac{y^2}{\cos^2 c} = 1$ ، تحت نگاشت  $w = u + iv = \sin^{-1} z$ ، به کدام منحنی تبدیل می‌شود؟

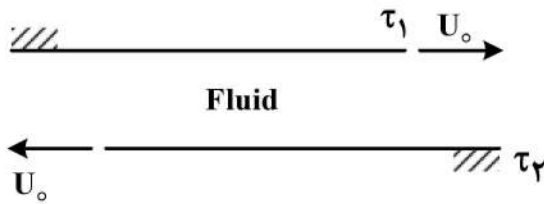
$$v = c \quad \text{خط} \quad (۴)$$

$$u = c \quad \text{خط} \quad (۳)$$

$$\text{هذلولی} \quad (۲)$$

$$\text{بیضی} \quad (۱)$$

۱۶- فضای بین دو صفحه تخت که هر کدام با سرعت  $U_0$  ثابت و در جهات مخالف کشیده می‌شوند، توسط یک سیال نیوتنی تراکم ناپذیر اشغال شده است. در حالت جریان دائمی درمورد تنش برشی وارد بر دو صفحه، چه اظهار نظری می‌توان کرد؟



$$\tau_1 = \tau_2 \quad (1)$$

$$\tau_2 = 2\tau_1 \quad (2)$$

$$\tau_2 > \tau_1 \quad (3)$$

$$\tau_2 < \tau_1 \quad (4)$$

۱۷- در فصل مشترک حرکت دو لایه سیال متفاوت، کدام یک از گزینه‌های زیر صحیح نیست؟

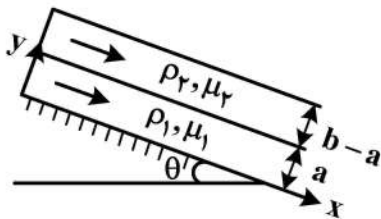
(۱) سرعت مماس بر فصل مشترک دو لایه باید یکسان باشد.

(۲) شیب سرعت در دو لایه سیال باید یکسان باشد.

(۳) تنش برشی در فصل مشترک دو سیال باید یکسان باشد.

(۴) فشار در دو سیال در صورتی که بتوان از کشش سطحی صرف نظر کرد، باید یکسان باشد.

۱۸- دو سیال اختلاط ناپذیر با ویسکوزیته و چگالی متفاوت بر روی یک سطح شیب دار با زاویه  $\theta$  جریان دارند. عرض ناحیه جریان اول برابر با  $a$  و عرض ناحیه جریان دوم برابر با  $b - a$  است. سطح بالایی سیال دوم در مجاورت محیط اطراف است. سرعت در فاصله  $a$  از صفحه کدام است؟



$$\frac{\rho_1 g \sin \theta (a^2 + \frac{\rho_2}{\rho_1} a)}{2\mu_1} \quad (1)$$

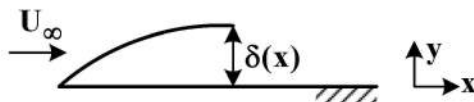
$$\frac{\rho_2 g a \sin \theta (a + \frac{\mu_1}{\mu_2} (a - b))}{2\mu_2} \quad (2)$$

$$\frac{\rho_2 g \sin \theta (b^2 + \frac{\rho_2}{\rho_1} (b - a))}{2\mu_2} \quad (3)$$

$$\frac{\rho_1 g a \sin \theta (\frac{\rho_2}{\rho_1} (a - b) - a)}{2\mu_1} \quad (4)$$

۱۹- در جریان بلازیوس در بالای یک صفحه تخت ساکن، اگر پروفیل سرعت را با رابطه  $\frac{u}{U_\infty} = \sin\left(\frac{\pi y}{2\delta}\right)$  تقریب

بزنیم، در مورد نسبت ضخامت جابه‌جایی به ضخامت لایه مرزی  $\left(\frac{\delta^*}{\delta}\right)$ ، کدام گزینه صحیح است؟



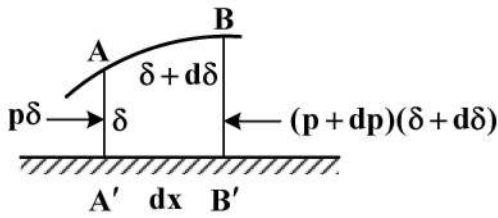
$$1 - \frac{2}{\pi} \quad (1)$$

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

$$1 + \frac{2}{\pi} \quad (3)$$

$$2 + \frac{2}{\pi} \quad (4)$$

۲۰- المانی به عرض واحد، درون لایه مرزی زیر داریم. نیروی فشار روی ضلع AB برابر کدام است؟



(۱)  $(p + \frac{dp}{2})d\delta$  و عمود بر AB

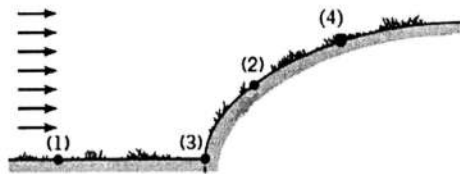
(۲)  $(p - \frac{dp}{2})d\delta$  و عمود بر AB

(۳)  $(p + \frac{dp}{2})d\delta$  و موازی A'B'

(۴)  $(p - \frac{dp}{2})d\delta$  و موازی A'B'

۲۱- تپه شکل زیر را در نظر بگیرید. اگر بخواهیم توربین بادی را در چنین دشتی نصب کنیم، کدام یک از گزینه‌های زیر

نقطه مناسبی برای این توربین باد است؟



(۱) 1

(۲) 2

(۳) 3

(۴) 4

۲۲- یک گرداب آزاد ساعت‌گرد به قدرت  $\Gamma$  روی محور  $y$  و به فاصله  $a$  از مبدأ و گرداب پاد ساعت‌گرد دیگری با همان

قدرت و در فاصله  $-a$  از مبدأ روی محور  $y$  قرار دارد. جریانی با سرعت  $U$  از روی آن‌ها می‌گذرد. این مجموعه

جریان، حول کدام یک از شکل‌های زیر ایجاد خواهد شد؟

(۱) دایره (۲) بیضی‌گون (۳) دماغه (۴) ایرفویل

۲۳- جریان دو بعدی  $(u = \frac{v}{1+t}, v = 1)$  را در نظر بگیرید. خط رگه (Streak line) که در لحظه  $t = 0$  از نقطه

(۱ و ۱) می‌گذرد، دارای چه رابطه‌ای است؟

(۱)  $y = e^{x-1}$

(۲)  $y = 2 - e^{1-x}$

(۳)  $y = 1 + \log(x)$

(۴)  $y = 1 - \log(x)$

۲۴- برای به دست آوردن درست تعداد گروه‌های بی‌بعد، گزینه صحیح کدام است؟

(۱) به کاربردن مجموعه ابعاد FLT (۲) به کاربردن مجموعه ابعاد MLT

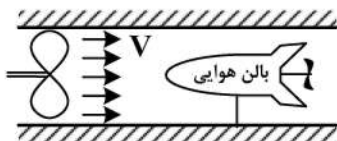
(۳) به دست آوردن رتبه ماتریس ابعادی (۴) هیچ کدام

۲۵- قبل از ساخت یک موشک تصمیم گرفته‌ایم مدل کوچکی از آن به مقیاس  $\frac{1}{10}$  را در یک تونل باد مورد آزمایش

قرار دهیم. اگر فشار در دماغه ( $P_{max}$ ) مدل، ۱۰۰ کیلو پاسکال باشد، فشار در دماغه موشک اصلی چند کیلو

پاسکال تخمین زده می‌شود؟ (فرض کنید: (۱) تشابه دینامیکی برقرار است. (۲) خواص هوا در هر دو حالت یکی است.

(۳) از اثرات ناشی از تراکم پذیری هوا می‌توان چشم پوشید.)



(۱) 1

(۲) 10

(۳) 100

(۴) 1000

۲۶- در جریان با رینولدز بالا، اگر دیسکی موازی جریان را به صورت عمود بر جریان قرار دهیم، نیروی پسا تقریباً ۲۰۰ برابر می‌شود. این مسئله را می‌خواهیم در جریانی با رینولدز بسیار پایین (جریان خزشی) آزمایش کنیم. کدام یک از گزینه‌های زیر صحیح است؟

(۱) در جریان خزشی نیروی پسا در این دو حالت افزایش نمی‌یابد.

(۲) نسبت افزایش نیروی پسا در جریان خزشی، مساوی جریان با رینولدز بالا است.

(۳) نسبت افزایش نیروی پسا در جریان خزشی، بیشتر از جریان با رینولدز بالا است.

(۴) نسبت افزایش نیروی پسا در جریان خزشی، بسیار کمتر از جریان با رینولدز بالا است.

۲۷- دو جسم هم شکل و هم‌وزن و هم‌گن ولی با اندازه‌های متفاوت را در نظر بگیرید که در آب یا در هوا رها کرده‌ایم. کدام یک از گزینه‌های زیر صحیح است؟

(۱) هر دو با شتاب جاذبه سقوط می‌کنند.

(۲) هر دو با سرعت یکسان سقوط می‌کنند.

(۳) جسم بزرگتر در هوا و آب سرعت کمتری دارد.

(۴) جسم کوچکتر در هوا و آب سرعت کمتری دارد.

۲۸- در مورد زیرکردن توپ تنیس، ضریب برآی (Lift) و ضریب پسای (drag) به ترتیب چگونه تغییر می‌کنند؟

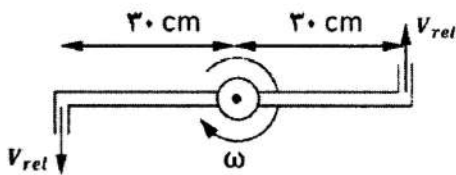
(۱) افزایش - کاهش

(۲) کاهش - افزایش

(۳) افزایش - افزایش

(۴) کاهش - کاهش

۲۹- شکل زیر یک آب‌پاش را نشان می‌دهد. سطح مقطع هر یک از دو نازل ۵ میلی‌متر مربع و طول هر بازو ۳۰ سانتی‌متر است. اگر نیروهای اصطکاکی در یاتاقان‌ها ناچیز باشند و دبی حجمی آب ۰/۰۰۰۱ مترمکعب بر ثانیه باشد، سرعت دورانی آب‌پاش برابر چند رادیان بر ثانیه است؟



۱۱/۱۱ (۱)

۲۲/۲۲ (۲)

۴۴/۴۴ (۳)

۳۳/۳۳ (۴)

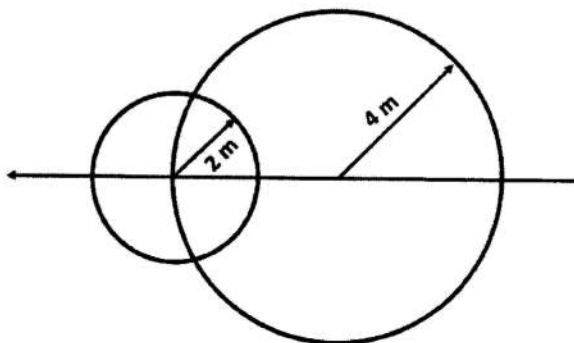
۳۰- ذره‌ نشان داده شده در شکل زیر در حال حرکت در هوایی به دمای ۲۷ درجه سانتی‌گراد است. با توجه به دو اغتشاش نشان داده شده در شکل، دمای سکون چند کلوین است؟

۴۸۰ (۱)

۵۴۰ (۲)

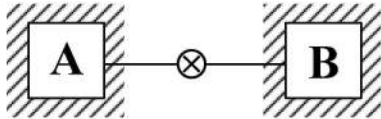
۶۶۰ (۳)

۷۶۰ (۴)



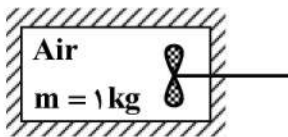
۳۱- دو مخزن صلب با حجم برابر توسط یک شیر به هم متصل شده‌اند. مجموعه به صورت کامل عایق شده و در حالت اولیه فشار گاز موجود در مخزن A، دو برابر فشار مخزن B و دمای مخزن A نصف دمای مخزن B است. شیر باز می‌شود و به مجموعه زمان کافی داده می‌شود که به حالت تعادل برسد. دمای حالت تعادل نهایی چند برابر دمای اولیه مخزن A است؟

(گاز درون دو مخزن یکسان بوده و مانند گاز ایدئال رفتار می‌کند. همچنین ظرفیت گرمایی ویژه را ثابت فرض کنید.)



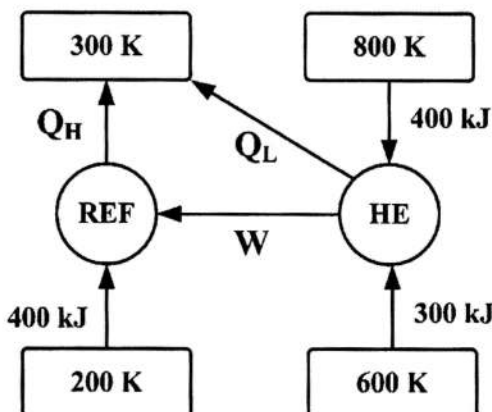
- (۱)  $\frac{1}{4}$   
 (۲)  $\frac{2}{3}$   
 (۳)  $\frac{6}{5}$   
 (۴)  $\frac{3}{2}$

۳۲- برای افزایش دمای یک کیلوگرم هوای موجود در یک مخزن صلب عایق، از یک هم‌زن استفاده می‌شود. اگر اختلاف دمای سیال در طی فرایند به  $T_2 - T_1 = \Delta T$  برسد، بازده قانون دوم این فرایند کدام است؟ (فشار و دمای اتمسفر  $P_0, T_0$  است.)



- (۱)  $\eta_{II} = 1$   
 (۲)  $\eta_{II} = 1 - \frac{T_0 \ln(T_2/T_1)}{\Delta T}$   
 (۳)  $\eta_{II} = 1 - \frac{\ln(T_2/T_1)}{\Delta T}$   
 (۴)  $\eta_{II} = 1 - \frac{\ln(T_2/T_1) + T_0 \Delta T}{\Delta T}$

۳۳- یک ماشین حرارتی را در کنار یک یخچال برگشت پذیر در نظر بگیرید. مقدار  $Q_H$  و  $W$ ، کدامند؟



- (۱)  $Q_H = 600 \text{ kJ}, W = 200 \text{ kJ}$   
 (۲)  $Q_H = 600 \text{ kJ}, W = 100 \text{ kJ}$   
 (۳)  $Q_H = 500 \text{ kJ}, W = 100 \text{ kJ}$   
 (۴)  $Q_H = 500 \text{ kJ}, W = 50 \text{ kJ}$



۳۴- در یک چرخه ایدئال اتو، اگر دمای هوا در ابتدای فرایند تراکم  $T_1$  و در انتهای فرایند جذب گرما  $T_3$  باشد ( $T_1$  و  $T_3$  مشخص و ثابت هستند). نسبت تراکم چگونه باشد تا تولید آنتروپی در چرخه، کمینه (مینیمم) شود؟  
 $k = \frac{c_p}{c_v}$  و ضرایب گرمای ویژه ثابت هستند. همچنین فرض کنید دمای مرزها در حین انتقال حرارت ثابت است  
 ضمناً دمای مرزها در حین جذب و دفع گرما باهم برابر فرض شوند.

$$r_v = \left(\frac{T_3}{T_1}\right)^{\frac{1}{k-1}} \quad (1)$$

$$r_v = \left(\frac{T_3}{T_1}\right)^{\frac{1}{2k-1}} \quad (2)$$

$$r_v = \left(\frac{T_3}{T_1}\right)^{\frac{1}{2k-2}} \quad (3)$$

$$r_v = \left(2\frac{T_3}{T_1}\right)^{\frac{1}{k-1}} \quad (4)$$

۳۵- ظرفی صلب به طور کامل عایق حرارتی است. هوا در یک سمت ظرف که حجمش  $V_0$  است قرار دارد، در این شرایط فشار هوا  $P_0$  و دمای آن  $T_0$  است. (برابر با فشار و دمای محیط)، این محفظه توسط غشایی از سمت دیگر ظرف که حجم آن  $2V_0$  است، جدا شده است. اگر غشا خودبه خود پاره شود و هوا به سرعت منبسط شده تمام ظرف را اشغال نماید، برگشتناپذیری در این فرایند کدام است؟

$$T_0 R \ln 5 \quad (1)$$

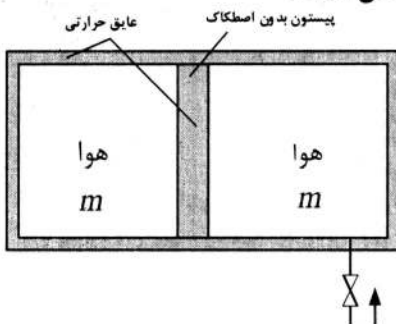
$$T_0 R \ln 4 \quad (2)$$

$$T_0 R \ln 2 \quad (3)$$

$$T_0 R \ln 3 \quad (4)$$

۳۶- مجموعه زیر را که به صورت کامل عایق حرارتی است در نظر بگیرید. با باز شدن شیر، هوا وارد محفظه سمت راست شده و پیشتون به سمت چپ رانده می شود و سپس شیر بسته می شود. ادعا شده است که در انتهای فرایند، فشار هوای سمت چپ  $4/5$  برابر فشار اولیه و دمای مطلق هوای سمت چپ  $1/5$  برابر حالت اولیه است. با فرض اینکه هوا گاز ایدئال با  $c_{p_0} = 1/004 \text{ kJ/kg.K}$  و  $R = 0/287 \text{ kJ/kg.K}$  بوده و

$\ln(4/5) = 1/5, \ln(1/5) = 0/4$  باشد، آیا این فرایند از نظر ترمودینامیکی ممکن است؟



- (۱) تغییر آنتروپی سمت چپ منفی است؛ اما بدون محاسبه تولید آنتروپی کل نمی توان اظهار نظر کرد.
- (۲) تغییر آنتروپی سمت چپ منفی است؛ لذا کل فرایند غیرممکن است.
- (۳) تغییر آنتروپی سمت چپ مثبت است؛ لذا کل فرایند ممکن است.
- (۴) تغییر آنتروپی کل مجموعه مثبت است؛ لذا کل فرایند ممکن است.

۳۷- اگر معادله حالت گاز واندروالز  $P = \frac{RT}{v-b} - \frac{a}{v^2}$  باشد و ضریب انبساط حجمی گاز  $\alpha = \frac{1}{v} \left( \frac{\partial v}{\partial T} \right)_P$  باشد، در

اینصورت دما در نقطه وارونگی (Inversion Point) کدام است؟  $dh = c_p dT + \left[ v - T \left( \frac{\partial v}{\partial T} \right)_P \right] dP$  راهنمایی

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

$$\frac{1}{\alpha - 1} \quad (2)$$

$$\frac{1}{\alpha^2} \quad (3)$$

$$\frac{1}{\alpha(\alpha - 1)} \quad (4)$$

۳۸- اگر رابطه ماکسول  $\left( \frac{\partial P}{\partial T} \right)_v = \left( \frac{\partial s}{\partial v} \right)_T$ ، ثابت گاز آرمانی و  $h_{fg}$  انتالپی نهان تبخیر باشد، مقدار تغییر در نقطه

جوش  $\Delta T$  یا  $(T_2 - T_1)$  برای تغییر از فشار  $P_1$  به  $P_2$ ، برابر کدام است؟

$$\Delta T = \frac{h_{fg}}{T_1 R^2} \quad (1)$$

$$\Delta T = \frac{h_{fg}}{R} \quad (2)$$

$$\Delta T = \frac{RT_1^2 \ln(P_2/P_1)}{h_{fg} - T_1 R \ln(P_2/P_1)} \quad (3)$$

$$\Delta T = \frac{h_{fg} - T_1 R \ln(P_2/P_1)}{RT_1^2 \ln(P_2/P_1)} \quad (4)$$

۳۹- گاز A ایدئال در سمت چپ یک محفظه عایق قرار دارد. حجم ظرف در این شرایط  $V_{A1}$  و دمای آن  $T_1$  است.

حال غشای بین دو طرف خودبه‌خود پاره می‌شود و گاز A در داخل محفظه منبسط می‌شود تا حجمش به V

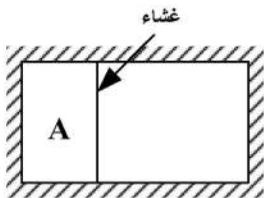
برسد. نسبت  $\frac{Z_{A1}}{Z_A}$  (نسبت تابع تقسیم گاز A در حالت اول به حالت دوم) کدام است؟

$$\frac{V}{V_{A1}} F(T) \quad (1)$$

$$\frac{V}{V_{A1}} \quad (2)$$

$$\frac{V_{A1}}{V} F(T) \quad (3)$$

$$\frac{V_{A1}}{V} \quad (4)$$



۴۰- یک گاز ایدئال تک اتمی که ترازهای انرژی بدون دیژنرسی هستند در نظر گرفته شود. ترازهای انرژی مطرح

$\epsilon_{e0} = 0$  و  $\epsilon_{e1}$  هستند. مقدار انرژی داخلی مولی الکترونی  $\bar{u}_e = \bar{R}T \frac{z'_e}{z_e}$ ، کدام است؟

$$\left( z'_e = T \left( \frac{dz_e}{dT} \right), y = \frac{\epsilon_{e1}}{kT} \right)$$

$$\bar{u}_e = \bar{R}T \left( \frac{ye^{-y}}{1+e^{-y}} \right) \quad (1)$$

$$\bar{u}_e = \bar{R}T \left( \frac{ye^{-y}}{1+e^y} \right) \quad (2)$$

$$\bar{u}_e = \bar{R}T \left( \frac{ye^{+y}}{1+e^y} \right) \quad (3)$$

$$\bar{u}_e = \bar{R}T \left( \frac{ye^y}{1-e^y} \right) \quad (4)$$

۴۱- ترازهای انرژی یک سیستم به ترتیب ۱, ۲, ۳ است. اگر هر تراز دارای دیژنرسی  $10^4$  باشد، برای یک حالت

ترمودینامیکی تعداد ذرات ۲۰۰۰ و انرژی سیستم ۱۰۰۰ واحد است، اگر  $x = e^{-\beta}$  در نظر گرفته شود در آن

صورت معادله‌ای که مقدار  $x$  از آن محاسبه می‌شود، کدام است؟

(توزیع ذرات را توزیع بیشترین احتمال (most probable) و مدل توزیع بولتزمن است.)

$$3x^2 + x + 1 = 0 \quad (1)$$

$$2x^2 + x - 1 = 0 \quad (2)$$

$$3x^2 + x - 1 = 0 \quad (3)$$

$$2x^2 + x + 1 = 0 \quad (4)$$

۴۲- اگر آنتروپی گاز کربن دی‌اکسید ( $CO_2$ ) برابر با  $213/795 \text{ J/K}$  در دمای  $T = 25^\circ \text{C}$  و فشار  $P = 100 \text{ kPa}$

باشد، احتمال ترمودینامیکی در توزیع بیشترین احتمال، کدام است؟ (ثابت بولتزمن

$$(k = 1,380,662 \times 10^{-23} \text{ J/K})$$

$$\ln w_{mp} = \frac{213/795 \times 10^{23}}{1,380,662} \quad (1)$$

$$\ln w_{mp} = \frac{213/795 \times 10^{26}}{1,380,662} \quad (2)$$

$$\ln w_{mp} = \frac{1,380,662}{213/795 \times 10^{-26}} \quad (3)$$

$$\ln w_{mp} = \frac{1,380,662}{213/795 \times 10^{-23}} \quad (4)$$

۴۳- برای یک گاز ایدئال تک اتمی دوبعدی (گاز ایدئال بر روی یک سطح که در دو جهت امکان حرکت وجود دارد)

مقدار تابع تقسیم جابه جایی (انتقال) از رابطه  $z_t = \frac{2\pi m A k T}{h^2}$  بدست می آید. (A سطح و ثابت انرژی درونی

مولی کدام است؟ (راهنمایی)  $(\bar{u}_t = \bar{R}T^2 \left( \frac{\partial \ln z_t}{\partial T} \right)_A)$

$$\frac{1}{2} \bar{R}T \quad (۱)$$

$$\frac{5}{2} \bar{R}T \quad (۲)$$

$$\frac{3}{2} \bar{R}T \quad (۳)$$

$$\bar{R}T \quad (۴)$$

۴۴- در یک مخلوط با k جزء و مشخصات زیر مفروض است.

$\bar{f}_i$ : فوگاسیتی جزء i در شرایط T و P مخلوط

و  $f_i^\circ$ : فوگاسیتی جزء خالص i در شرایط T و P جزء خالص

و  $y_i$ : نسبت مولی جزء i در مخلوط

و P: فشار کلی مخلوط

در این صورت در مدل محلول آرمانی Ideal Solution Model، کدام یک از روابط زیر حاکم است؟

$$\bar{f}_i = y_i f_i^\circ \quad (۱)$$

$$f_i^\circ = y_i \bar{f}_i \quad (۲)$$

$$\bar{f}_i = P \cdot f_i^\circ \quad (۳)$$

$$f_i^\circ = P \cdot \bar{f}_i \quad (۴)$$

۴۵- یک کپسول گاز، حاوی مخلوط دوفازی (مایع و بخار) از سه گاز  $CH_4$ ,  $C_2H_6$ ,  $C_3H_8$  تشکیل شده است.

کپسول را به عنوان سیستم ترمودینامیکی در نظر بگیرید. تعداد درجات آزادی این سیستم (F) برابر کدام است؟

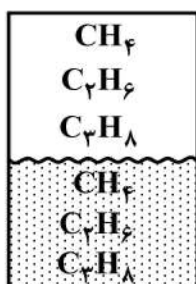
(فرض کنید فشار و دمای مخلوط معلوم باشد).

$$۵ \quad (۱)$$

$$۳ \quad (۲)$$

$$۲ \quad (۳)$$

$$۰ \quad (۴)$$



## مشاهده کلید اولیه سوالات آزمون دکتری 1400

## کلید اولیه آزمون دکتری سال 1400

به اطلاع می‌رساند، کلید اولیه سوالات که در این سایت قرار گرفته است، غیر قابل استناد است و پس از دریافت نظرات داوطلبان و صاحب نظرات کلید نهایی سوالات تهیه و بر اساس آن کارنامه داوطلبان استخراج خواهد شد. در صورت تمایل می‌توانید حداکثر تا تاریخ 1400/01/03 با مراجعه به سامانه پاسخگویی اینترنتی (request.sanjesh.org) نسبت به تکمیل فرم "اعتراض به کلید سوالات" / "آزمون دکتری سال 1400" اقدام نمایید. لازم به ذکر است نظرات داوطلبان فقط تا تاریخ مذکور و از طریق فرم ذکر شده دریافت خواهد شد و به موارد ارسالی از طریق دیگر (نامه مکتوب یا فرم عمومی در سامانه پاسخگویی و ...) یا پس از تاریخ اعلام شده رسیدگی نخواهد شد.

عنوان دفترچه	نوع دفترچه	شماره پاسخنامه	گروه امتحانی
مهندسی مکانیک - تبدیل انرژی	A	1	مهندسی و فنی

شماره سوال	گزینه صحیح	شماره سوال	گزینه صحیح
1	2	31	3
2	4	32	2
3	1	33	1
4	3	34	3
5	2	35	4
6	3	36	2
7	1	37	1
8	1	38	3
9	4	39	4
10	4	40	1
11	1	41	3
12	3	42	2
13	2	43	4
14	1	44	1
15	3	45	2
16	1		
17	2		
18	4		
19	1		
20	3		
21	4		
22	2		
23	2		
24	3		
25	1		
26	4		
27	3		
28	1		
29	4		
30	2		

خروج