

337

F

نام  
نام خانوادگی  
محل امضاء



337F

صبح جمعه

۹۱/۱۲/۱۸

دفترچه شماره ۱



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 های دکتری (نیمه متمرکز) داخل**  
**در سال ۱۳۹۲**

**رشته ی**  
**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

**اسفندماه سال ۱۳۹۱**

**این آزمون نمره منفی دارد.**

استفاده از ماشین حساب مجاز نمی باشد.

حق چاپ و تکثیر سؤالات پس از برگزاری آزمون برای تمامی اشخاص حقیقی و حقوقی تنها با مجوز این سازمان مجاز می باشد و با متغیلات برابر مقررات رفتار می شود.

۱- برای تابع مختلط  $f(z) = \sin z$ ، کدام یک از گزینه‌های زیر صحیح است؟

$$|\sin z| = |\sin x| \quad (۱) \quad |\sin z|^2 = \sin^2 x + (\sinh y)^2 \quad (۲)$$

$$|\sin x| \leq |\sin z| \leq 1 \quad (۳) \quad \sin^2 x + (\sinh y)^2 < |\sin z|^2 < \sin^2 x + (\cosh y)^2 \quad (۴)$$

۲- اگر سری فوریه مثلثاتی تابع زیر را بنویسیم:

$$f(x) = \begin{cases} \frac{\pi}{2} + x, & -\pi \leq x < 0 \\ \frac{\pi}{2} - x, & 0 \leq x \leq \pi \end{cases}$$

آنگاه مقادیر سری‌های عددی  $A = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{(2n-1)^2}$  و  $B = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^{n-1}}{(2n-1)^3}$ ، کدام است؟

$$B = \frac{\pi^3}{32}, A = \frac{\pi^2}{8} \quad (۲) \quad B = \frac{\pi^3}{32}, A = \frac{\pi^2}{16} \quad (۱)$$

$$B = \frac{\pi^3}{16}, A = \frac{\pi^2}{4} \quad (۴) \quad B = \frac{\pi^3}{16}, A = \frac{\pi^2}{8} \quad (۳)$$

۳- تبدیل  $w = \sinh z$  نیمه نوار  $|y| \leq \frac{\pi}{2}, x \geq 0$  از صفحه  $z$  را به کدام ناحیه از صفحه  $w$  می‌نگارد؟

$$|y| \leq \frac{\pi}{2}, x \leq 0 \quad (۱) \quad \text{اجتماع ربع‌های دوم و سوم صفحه } w \quad (۲)$$

$$\text{اجتماع ربع‌های اول و دوم صفحه } w \quad (۳) \quad \text{اجتماع ربع‌های اول و چهارم صفحه } w \quad (۴)$$

۴- در مسئله مقدار اولیه - مرزی

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

که در آن  $\phi(x)$  و  $f(x, t)$  توابع پیوسته و تکه‌ای هموار مفروض هستند. دنباله توابع پایه متعامد مورد نیاز بسط فوریه، کدام است؟

$$\left\{ \sin \frac{K\pi x}{L} \right\} \quad (۱) \quad \left\{ \sin \frac{K\pi x}{2L} \right\} \quad (۲)$$

$$\left\{ \sin \frac{(2K-1)\pi}{2L} x \right\} \quad (۳) \quad \text{وجود ندارد.} \quad (۴)$$

۵- برای تابع مختلط  $f(z) = \cos z$ ، کدام یک از گزینه‌های زیر صحیح است؟

(۱)  $|\cos z| = |\cos x|$  (۱)  $|\cos z|^2 = \cos^2 x + (\cosh y)^2$  (۲)

(۳)  $|\cos x| \leq |\cos z| \leq 1$  (۳)  $|\cos z|^2 = \cos^2 x + (\sinh y)^2$  (۴)

۶- در مورد تابع مختلط  $f(z) = \cosh z$ ، کدام یک از گزینه‌های زیر صحیح است؟

(۱)  $|\sinh x| \leq |\cosh z| \leq \cosh x$

(۲)  $|\cosh z|^2 = (\cosh x)^2 + \cos^2 y$

(۳) تنها صفرهای این تابع (تنها ریشه‌های آن) عبارت اند از  $z_k = (2K + \frac{1}{2})\pi i$

(۴) این تابع صفر ندارد (ریشه ندارد)

۷- تبدیل لاپلاس  $U(x, s)$  جواب کراندار مسئله مقدار اولیه - مرزی:

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

تابع معلوم و تکه‌ای پیوسته

کدام است؟

(۱)  $\left[ \mathcal{L}\{\mu(t)\} + \frac{1}{s^2} - \frac{1}{s} + \frac{1}{s+1} \right] e^{\frac{-x}{a}s} - \frac{1}{s^2} + \frac{1}{s} - \frac{1}{s+1}$

(۲)  $\left[ \mathcal{L}\{\mu(t)\} - \frac{1}{s} + \frac{1}{s+1} \right] e^{\frac{-x}{a}s} + \frac{1}{s} - \frac{1}{s+1}$

(۳)  $\left[ \mathcal{L}\{\mu(t)\} + \frac{1}{s^2} + \frac{1}{s+1} \right] e^{\frac{-x}{a}s} - \frac{1}{s^2} - \frac{1}{s+1}$

(۴)  $\left[ \mathcal{L}\{\mu(t)\} + \frac{1}{s+1} \right] e^{\frac{-x}{a}s} - \frac{1}{s+1}$

۸- فرض کنیم  $a_1 = b, a_r = bc, a_r = b^r c, a_r = b^r c^r, a_r = (bc)^n, a_{r+n} = b(bc)^n, \dots$  به طوری که

$0 < bc < 1, c > 1, 0 < b < 1$  دامنه تعریف  $S(z) = \sum_{k=0}^{\infty} a_k z^k$  با  $(a_0 = 1)$  به عنوان یک تابع تحلیلی، کدام است؟

(۱)  $|z| < \frac{1}{\sqrt{bc}}$  (۲)  $|z| < \frac{1}{\sqrt{b}}$

(۳)  $|z| < \frac{1}{\sqrt{c}}$  (۴) تمام صفحه  $z$  است.

۹- سری فوریه مثلثاتی تابع  $f(x) = \begin{cases} \frac{\pi}{2} - x, & 0 \leq x \leq \pi \\ x - \frac{3\pi}{2}, & \pi < x \leq 2\pi \end{cases}$  کدام است؟

(۱)  $\sum_{K=1}^{\infty} \frac{4}{\pi^2 (2K-1)^2} \cos(2K-1)x$  (۲)  $\sum_{K=1}^{\infty} \frac{2}{\pi (2K-1)^2} \cos(2K-1)x$

(۳)  $\sum_{K=1}^{\infty} \frac{4}{\pi (2K-1)} \cos(2K-1)x$  (۴)  $\sum_{K=1}^{\infty} \frac{4}{\pi^2 (2K-1)^2} \cos(2K-1)x$

۱۰- با انتگرال گیری از تابع  $e^{-x^2}$  روی مرز پیرامون مستطیل  $|x| \leq a$  و  $0 \leq y \leq b$  در جهت مثلثاتی و سپس میل دادن  $a$  به بی نهایت، تعیین کنید که مقدار  $\int_0^{\infty} e^{-x^2} \cos(2bx) dx$  کدام است؟

(۱)  $\frac{\sqrt{\pi}}{2} e^{-b^2}$  (۲)  $\frac{\sqrt{\pi}}{2} e^{b^2}$

(۳)  $\frac{\sqrt{\pi}}{2} e^{-\frac{1}{2}b^2}$  (۴)  $\frac{\sqrt{\pi}}{2} e^{\frac{1}{2}b^2}$

۱۱- ناحیه بین نیم محور  $x$  مثبت و نیمساز ربع اول صفحه  $xy$  در اثر تبدیل  $W = \frac{z^2 + i}{iz^2 + 1}$  به کدام ناحیه از صفحه  $W$  نگاشته می شود؟

- (۱) نیمه بالایی صفحه  $W$   
(۲) داخل دایره واحد  
(۳) نیمه پایینی صفحه  $W$   
(۴) خارج دایره واحد

۱۲- فرض کنیم: 
$$\begin{cases} u_{tt} - a^2 u_{xx} = 0, & 0 < x < L, t > 0 \\ u(x, 0) = f(x) = \frac{L}{4} - \left| x - \frac{L}{2} \right|, & u_t(x, 0) = x(L-x), & 0 \leq x \leq L \\ u(0, t) = 0 = u(L, t) \end{cases}$$

در این صورت مقدار  $u\left(\frac{L}{4}, \frac{3L}{4a}\right)$  کدام است؟

(۱)  $-\frac{11L^3}{96a}$  (۲)  $\frac{11L^3}{192a}$

(۳)  $-\frac{11L^3}{192a}$  (۴)  $\frac{11L^3}{96a}$

۱۳- با انتگرال گیری از تابع مناسب روی کرانه مستطیل  $|x| < R$  و  $0 < y < 2\pi$  در جهت مثبت و به کاربردن قضیه مانده، و

سرانجام میل دادن  $R$  به بی نهایت، مقدار انتگرال  $\int_{-\infty}^{\infty} \frac{e^{ax}}{1+e^x} dx$ ،  $0 < a < 1$  ثابت، کدام خواهد بود؟

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

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

(۴) واگراست.

$$\frac{\pi}{\cos \pi a} \quad (3)$$

۱۴- برای مسئله مقدار اولیه مرزی:  $u_{tt} - a^2 u_{xx} = 0, 0 < x < L, t > 0$

$$u_t(x, 0) = 0, u(x, 0) = \begin{cases} x, 0 \leq x \leq \frac{L}{2} \\ L-x, \frac{L}{2} < x \leq L \end{cases} \quad (\text{موضع اولیه})$$

$$u(0, t) = 0 = u(L, t)$$

موج یک بعدی بر قطعه خط  $0 \leq x \leq L$  مقدار  $u(\frac{L}{2}, \frac{nL}{a})$  در نقطه  $x = \frac{L}{2}$  و  $t = \frac{nL}{a}$ ، کدام است؟ ( $n$  عدد صحیح نامنفی)

$$(-1)^n \frac{L}{2} \quad (2)$$

$$\frac{La}{2} \quad (1)$$

$$(-1)^{n-1} \frac{L}{2} \quad (4)$$

$$(-1)^n \frac{L}{2a} \quad (3)$$

۱۵- توابع ویژه (eigen functions) مسئله مقدار مرزی زیر کدام است؟

$$y''(x) - 2y'(x) + \lambda y(x) = 0 \quad 0 \leq x \leq \pi$$

$$y(0) = y(\pi) = 0$$

$$\varphi_n(x) = \sinh \sin nx; n = 1, 2, \dots \quad (2)$$

$$\varphi_n(x) = e^x \cos nx; n = 1, 2, \dots \quad (1)$$

$$\varphi_{n,m}(x) = \sinh mx \sin nx; n, m = 1, 2, \dots \quad (4)$$

$$\varphi_n(x) = e^x \sin nx; n = 1, 2, \dots \quad (3)$$

۱۶- لوله‌ای طویل به شعاع ۵ سانتی متر به موازات یک دیوار تخت و به فاصله یک متر از آن قرار دارد. لوله متخلخل است و از واحد طول آن مایع به صورت یکنواخت شعاعی با دبی  $0.22$  مترمکعب در ثانیه به بیرون رانده می شود. با صرف نظر از اثر چسبندگی، سرعت در فاصله دو متری از دیوار (یک متری از لوله) چند متر در ثانیه است؟

$$0.237 \quad (2)$$

$$0.357 \quad (1)$$

$$0.757 \quad (4)$$

$$0.467 \quad (3)$$

۱۷- سیالی را با چگالی ۵۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب و ضریب چسبندگی در نظر بگیرید. میدان سرعت آن  $V = 10x^2y\vec{i} + 20(yz+x)\vec{j} + 20\vec{k}$  است. نیروی وارد بر واحد جرم یک ذره را که در نقطه A به مختصات  $x=y=z=1$  است به دست آورید.

$$(1) \quad 600\vec{i} + 1400\vec{j}$$

$$(2) \quad 10\vec{i} + 40\vec{j} + 20\vec{k}$$

$$(3) \quad 1000\vec{i} + 6400\vec{j}$$

$$(4) \quad 5000\vec{i} + 20000\vec{j}$$

۱۸- دو استوانه مدور هم مرکز عمودی بلند را در نظر بگیرید، که بین آن‌ها از سیالی لزج پر شده است. شعاع استوانه داخلی کمی کمتر از شعاع استوانه خارجی است. گشتاور وارد به استوانه داخلی در کدام یک از موارد زیر بیش‌تر است؟

(۱) استوانه بیرونی با سرعت زاویه‌ای  $\omega$  بچرخد و استوانه داخلی ثابت باشد.

(۲) استوانه داخلی با سرعت زاویه‌ای  $\omega$  بچرخد و استوانه بیرونی ثابت باشد.

(۳) هر دو استوانه با سرعت ثابت  $\omega$  و در یک جهت بچرخند.

(۴) هیچ‌کدام

۱۹- یک برگ کاغذ A4 را از طول به دو قسمت مساوی تقسیم کرده‌ایم و با یکی از آن‌ها یک استوانه و با دیگری یک ایرفویل می‌سازیم و آن‌ها را از ارتفاع یکسان از زمین رها می‌کنیم. با صرف‌نظر از حرکات خارج صفحه‌ای سرعت حد ایرفویل ..... سرعت حد استوانه بوده و ..... به زمین می‌رسد.

(۱) کمتر از - زودتر (۲) بیش‌تر از - زودتر (۳) مساوی - دیرتر (۴) مساوی - زودتر

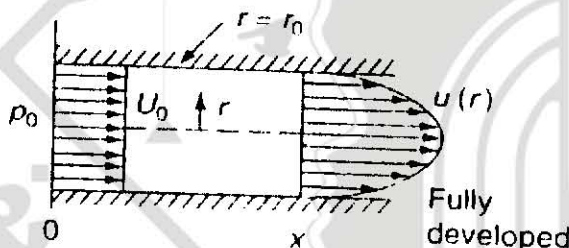
۲۰- جریان سیالی با چگالی  $\rho$ ، در ناحیه ورودی لوله را مطابق شکل روبه‌رو در نظر بگیرید. کدام عبارت زیر نیروی پسای (drag) وارد بر دیواره لوله را نشان می‌دهد؟ ( $p_0$  فشار در ورود و  $p_x$  فشار در مقطع  $x$  است.)

$$(1) \quad D = \pi r_0^2 (p_0 - p_x - \frac{1}{4} \rho U_0^2)$$

$$(2) \quad D = \pi r_0^2 (p_0 - p_x)$$

$$(3) \quad D = \pi r_0^2 (p_0 - p_x + \frac{1}{4} \rho U_0^2)$$

$$(4) \quad D = \pi r_0^2 (p_0 - p_x - \frac{1}{3} \rho U_0^2)$$



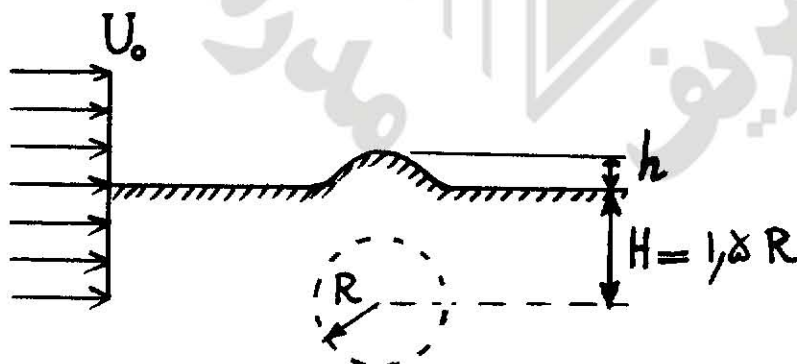
۲۱- باد با سرعت  $U_0$  از روی تپه دو بعدی می‌گذرد. تپه را می‌توان شبیه به یکی از خطوط جریان در اطراف استوانه‌ای به شعاع  $R$  که در معرض جریان آزاد بوده و مرکز آن به فاصله  $1.5R$  از سطح زمین مطابق با شکل قرار دارد فرض کرد. ارتفاع  $h$  تپه چقدر است؟

$$(1) \quad 0.75R$$

$$(2) \quad 0.5R$$

$$(3) \quad 2R$$

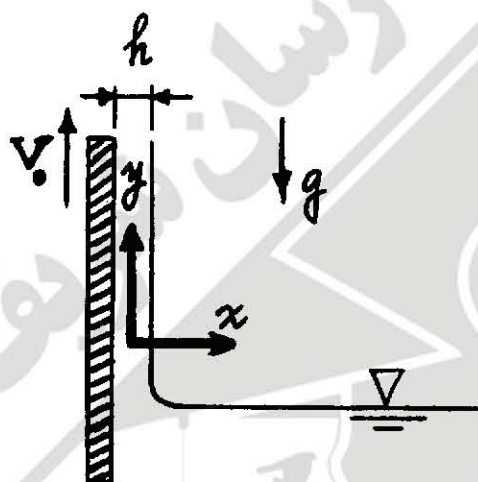
$$(4) \quad 3R$$



۲۲- نیروی وارد بر یک قایق تندرو را می‌خواهیم با آزمایش روی مدلی از آن که ده برابر کوچک‌تر ساخته شده، اندازه‌گیری کنیم. فرض می‌شود که اثر لزجت در نیروی مقاومت آب ناچیز باشد. مدل در داخل کانال آب آزمایشگاه با همان خواص آب دریا کشیده می‌شود. چنانچه نیروی لازم برای کشیدن مدل  $200\text{ N}$  باشد، نیروی مقاومت آب بر روی قایق اصلی چند نیوتن خواهد بود؟

- (۱)  $20000$  (۲)  $200000$   
(۳)  $2000000$  (۴)  $20000000$

۲۳- یک تسمه پهن با سرعت ثابت  $V_0$  به صورت قائم مطابق شکل از داخل یک مخزن مایع حرکت می‌کند. در اثر نیروهای ویسکوزیته، فیلم نازکی از سیال به ضخامت  $h$  به سمت بالا کشیده می‌شود، در حالی که نیروی جاذبه حرکت سیال را کند می‌کند. با استفاده از معادلات ناویر-استوکس و با فرض جریان کاملاً توسعه یافته آرام، سرعت میانگین سیال کدام است؟

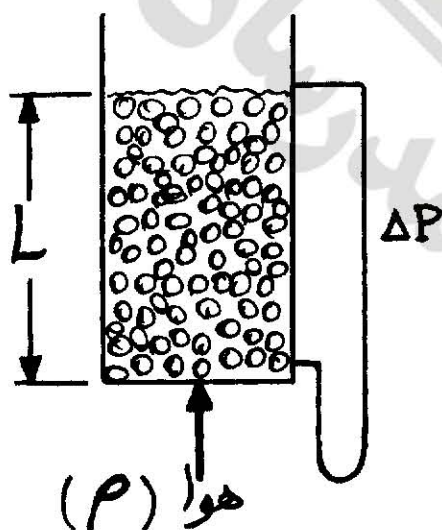


- (۱)  $V_0 - \frac{\rho}{\eta\mu} gh^2$   
(۲)  $V_0 - \frac{\rho}{\eta\mu} gh^2$   
(۳)  $V_0 + \frac{\rho}{\eta\mu} gh^2$   
(۴)  $V_0 + \frac{\rho}{\eta\mu} gh^2$

۲۴- مجموعه  $\psi = U_\infty r \sin \theta - \sum_{i=1}^n k_i \ln r_i$  در جریان ایده‌آل چه نوع خط جریانی را نشان می‌دهد؟

- (۱) جریان روی یک ایرفویل  
(۲) جریان روی جسم رانکین  
(۳) جریان در یک گوشه به زاویه  $\theta$   
(۴) جریان روی یک جسم نیمه بی‌نهایت

۲۵- حداقل اختلاف فشار لازم بین دو سمت یک توده ذرات جامد به دانسیته ذرات  $\rho_p$  و طول توده  $L$ ، که بتواند ذرات را شناور سازد، چقدر است؟



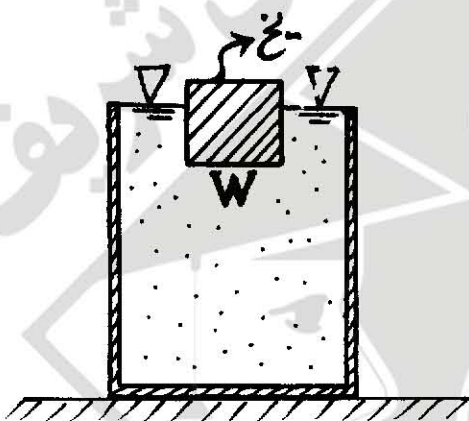
- $\rho_p$  = دانسیته ذرات  
 $\rho$  = دانسیته سیال  
 $L$  = طول توده ذرات  
 $\epsilon$  = کسر حجمی فضاهای خالی بین ذرات به حجم کل (ضریب تخلخل توده)  
 $\Delta P$  = اختلاف فشار دو سمت توده ذرات  
 $g$  = شتاب ثقل

- (۱)  $\Delta P = g(\rho_p - \rho)L\epsilon$   
(۲)  $\Delta P = g(\rho_p - \rho)L$   
(۳)  $\Delta P = g(1 - \epsilon)(\rho_p - \rho)L$   
(۴)  $\Delta P = g(1 - \epsilon)(\rho_p^2 + \rho^2)L/(\rho_p + \rho)$

- ۲۶- یک کره فلزی به قطر ۵ میلی متر و چگالی نسبی ۳/۵ در روغنی با چگالی نسبی ۸/۰ و لزجت ۱ Pas سقوط می کند. سرعت حد کره چند متر بر ثانیه است؟ (ضرب درگ کره را ۵/۰ فرض کنید).
- (۱) ۱/۲  
(۲) ۶/۰  
(۳) ۲/۱  
(۴) ۴/۲

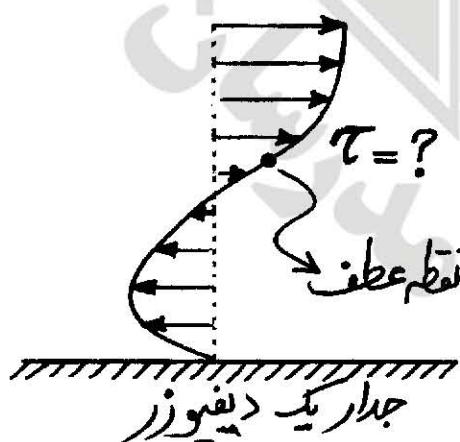
- ۲۷- در معادله اولر  $\rho \frac{D\vec{V}}{Dt} = \rho \vec{g} - \vec{\nabla} P$  عبارت  $\vec{\nabla} P$  نیروی فشار در واحد .....،  $\rho \vec{g}$  نیروی ثقل در واحد ..... و  $\rho \frac{D\vec{V}}{Dt}$  نیروی ..... می باشد.
- (۱) حجم - حجم - ناشی از تغییر ممنتوم در واحد جرم  
(۲) حجم - حجم - اینرسی در واحد حجم  
(۳) جرم - جرم - اینرسی در واحد جرم  
(۴) جرم - جرم - ناشی از تغییر ممنتوم در واحد حجم

- ۲۸- لیوانی پر از آب را که قطعه یخی به وزن W در سطح آن شناور است در نظر بگیرید. اگر وزن آبی باشد که پس از ذوب شدن یخ به بیرون از لیوان می ریزد، کدام یک از گزینه های زیر در مورد W درست است؟



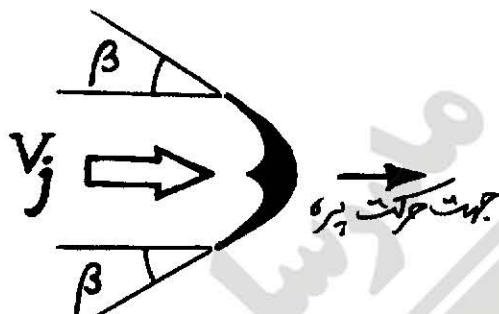
- (۱)  $W' > W$   
(۲)  $W' = 0$   
(۳)  $W' = W$   
(۴)  $W' < W$

- ۲۹- یک لایه مرزی دچار پدیده جدایش شده است. فرض کنید در مقطع خاصی از دیواره پروفیل سرعت به صورت چند جمله ای درجه ۳ به صورت  $u(y) = Ay^3 - 3Ay^2$  باشد در نقطه عطف این پروفیل سرعت، تنش برشی چقدر است؟ (A ثابت معلومی است).



- (۱)  $\tau = -\mu A$   
(۲)  $\tau = 0$   
(۳)  $\tau = -2\mu A$   
(۴)  $\tau = -3\mu A$

۳۰- روتور یک چرخ پلتن با شعاع متوسط  $R$  با سرعت دورانی  $\omega$  (برحسب رادیان بر ثانیه) می چرخد و در معرض جریانی از یک سیال با سرعت  $V_j$  است. (مطابق شکل) اگر دبی جریان جت سیال را با  $\dot{m}$  نمایش دهیم، توان انتقالی به محور روتور در اثر عملکرد پره نشان داده شده در شکل، با کدام عبارت زیر بیان می شود؟



$$\dot{W}_s = \dot{m}\omega R (V_j - \omega R)(1 + \cos\beta) \quad (1)$$

$$\dot{W}_s = \dot{m}V_j(V_j - \omega R)(1 + \cos\beta) \quad (2)$$

$$\dot{W}_s = \dot{m}\omega R (V_j - \omega R)\cos\beta \quad (3)$$

$$\dot{W}_s = \dot{m}\omega R (V_j - \omega R)\cos\beta \quad (4)$$

۳۱- برای یک سیستم ترمودینامیکی، اگر  $\alpha$ ، ضریب انبساط حجمی  $(\alpha = \frac{1}{V}(\frac{\partial V}{\partial T})_P)$  دارای مقدار  $\alpha = \frac{1}{T}$  باشد و  $c_p$

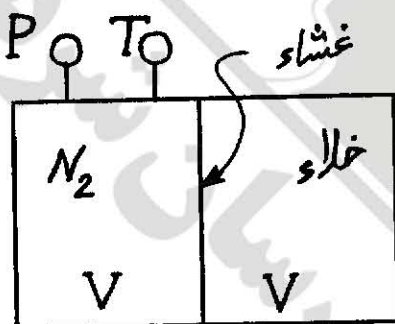
گرمای ویژه در فشار ثابت،  $P$  فشار،  $R$  ثابت گاز،  $T$  دما و  $V$  حجم باشد، در این صورت مقدار  $(\frac{\partial c_p}{\partial P})_T$  کدام است؟

$$RT \quad (1)$$

$$\frac{RT}{P} \quad (3)$$

$$\frac{1}{T} \quad (4)$$

۳۲- مطابق شکل یک کیلو مول گاز  $N_2$  در فشار  $P = 4P_0$ ،  $T = T_0$  در حجم  $V$  از خلاء به حجم  $V$  در سه غشایی جدا شده است اگر در فرآیندی آدیاباتی با برداشته شدن غشاء گاز تمام حجم را پر کند اختلاف انرژی گاز  $N_2$  قبل و بعد از وقوع فرآیند کدام است؟



$$(1)$$

$$RT_0 \ln 2 \quad (2)$$

$$RT_0 \ln 2 - \frac{P_0 V_0}{4} \quad (3)$$

$$RT_0 \ln 2 - V_0 \quad (4)$$

۳۳- در یک مبدل گرمایی انتقال حرارت بین جریانی که چگالش می یابد و جریانی که تبخیر می شود صورت می گیرد. دمای جریان اول  $T_1$  و دمای جریان دوم  $T_2$  است. نرخ انتقال حرارت  $\dot{Q}$  بوده و از افت فشار صرف نظر می شود. نرخ انتروپی تولید شده  $(\dot{S}_{gen})$  برای این مبدل برابر کدام است؟

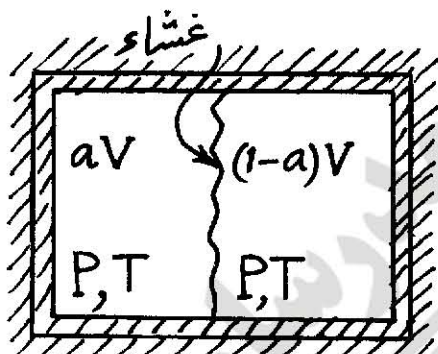
$$\dot{S}_{gen} = \dot{Q} \left( \frac{T_1 + T_2}{T_1 T_2} \right) \quad (2)$$

$$\dot{S}_{gen} = \dot{Q} \left( \frac{T_1 - T_2}{T_1 + T_2} \right) \quad (4)$$

$$\dot{S}_{gen} = \dot{Q} \left( \frac{T_1 T_2}{T_1 - T_2} \right) \quad (1)$$

$$\dot{S}_{gen} = \dot{Q} \left( \frac{T_1 - T_2}{T_1 T_2} \right) \quad (3)$$

۳۴- مقدار  $a.n$  مول از گاز نوع ۱ مثلاً هلیوم با مقدار  $(1-a).n$  مول گاز نوع ۲ مثلاً ازن در دو طرف دیواره‌ای در ظرفی صلب و بی‌دررو مطابق شکل زیر قرار دارند. هر دو گاز آرمانی فرض می‌شوند. تغییر انتروپی در اثر اختلاط ( $\Delta S_{Total}$ ) کدام است؟  $\bar{R}$  ثابت جهانی گاز می‌باشد.



$$(1) n\bar{R} \ln a^2$$

$$(2) n\bar{R} \ln(1-a)$$

$$(3) -n\bar{R} \ln(a-a^2)$$

$$(4) n\bar{R} \ln(a+a^2)$$

۳۵- بر اساس قاعده فاز گیبس برای یک حجم معیار حاوی آب در سه فاز جامد، مایع و بخار در حال تعادل تعداد درجات آزادی آن چند است؟

(۱) ۱

(۲) ۲

(۳) ۳

(۴) ۴

۳۶- همه راههای احتمالی که سه ذره  $a, b, c$  می‌توانند دارای دینترنریسی ۳ باشند و از مدل بولتزمن تبعیت کنند، کدام است؟

رابطه توزیع بولتزمن عبارت است از: 
$$W_{Boltzmann} = N! \prod_j \left[ \frac{g_j^{N_j}}{N_j!} \right]$$
 که در آن  $N$  تعداد ذرات،  $j$  سطوح انرژی و  $g$  دینترنریسی می‌باشد.

(۱) ۱۰

(۲) ۱

(۳) ۵۴

(۴) ۲۷

۳۷- متوسط توان دوم سرعت (mean square speed) برای یک گاز ایده‌آل تک اتمی که جرم هر اتم آن  $m$  می‌باشد کدام است؟ ( $k$  ثابت بولتزمن و  $T$  دما است.)

$$(1) \langle V^2 \rangle = 6mkT$$

$$(2) \langle V^2 \rangle = 3mkT$$

$$(3) \langle V^2 \rangle = \frac{3kT}{2m}$$

$$(4) \langle V^2 \rangle = \frac{3kT}{m}$$

۳۸- در یک گاز ایده‌آل تک اتمی در پایین‌ترین تراز انرژی الکترونی (ground electronic level) تنها نوع انرژی مؤثر کدام است؟

(۱) انرژی الکترونی (Electronic energy)

(۲) انرژی درونی (Internal energy)

(۳) انرژی جابجایی اتمها (Translational energy)

(۴) انرژی پتانسیل بین اتمها (Intermolecular potential energy)

۳۹- محفظه‌ای حاوی ذرات فوتون مد نظر است. این ذرات بر روی ترازهای انرژی گوناگون توزیع می‌شود. کدام پیشنهاد بر روی ذرات درون این محفظه صدق می‌کند؟ ( $N$  تعداد کل ذرات،  $N_j$  تعداد ذرات بر روی هر تراز انرژی و  $\epsilon_j$  ترازهای مختلف می‌باشند).

(۱)  $U = \sum \epsilon_j N_j$  که  $U$  ثابت و  $N$  می‌تواند متغیر باشد.

(۲)  $N = \sum N_j$  که  $N$  ثابت و  $U$  می‌تواند متغیر باشد.

(۳)  $N = \sum N_j$  و  $U = \sum \epsilon_j N_j$  که  $U$  و  $N$  ثابت می‌باشند.

(۴)  $U$  و  $N$  در این شرایط می‌توانند هر دو متغیر باشند.

۴۰- تابع تقسیم چرخش (rotational partition function) به صورت  $Z_r = \frac{T}{\sigma \theta_r}$  است و در آن  $T$  دمای گاز،  $\theta_r$  دمای چرخش و  $\sigma$  عدد تقارن symmetry number می‌باشند. اگر  $\bar{u}_{int} = \bar{R}T^2 \left( \frac{\partial \ln Z_{int}}{\partial T} \right)_V$  باشد، انرژی داخلی چرخشی کدام است؟ ( $Z_{int}$  تابع تقسیم داخلی و  $\bar{R}$  ثابت جهانی گاز می‌باشند).

(۱)  $\frac{1}{2} \bar{R}T$

(۲)  $\bar{R}T$

(۳)  $\frac{5}{2} \bar{R}T$

(۴)  $\frac{3}{2} \bar{R}T$

۴۱- تغییرات انتروپی ( $s_p - s_1$ ) در طی یک فرایند که نقاط ابتدا و انتهای آن تعادلی است دقیقاً از کدام رابطه پیروی می‌کند؟  $w$  تعداد میکرواستیت‌ها است.

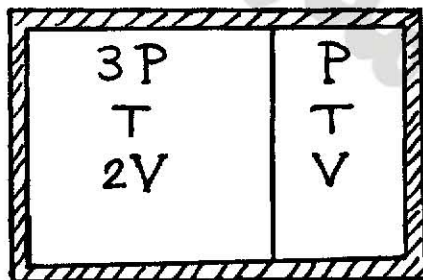
(۱)  $k \ln \frac{w_1}{w_2}$

(۲)  $k \ln \frac{w_2}{w_1}$

(۳)  $k \ln (w_2 - w_1)$

(۴)  $k \ln (w_1 - w_2)$

۴۲- مخزنی عایق مطابق شکل که توسط یک پیستون به در محفظه با حجم‌های  $V$  و  $2V$  تقسیم شده است. در داخل این دو محفظه گاز ایده‌آل است. پیستون هادی حرارت بوده و در داخل مخزن می‌تواند حرکت کند. دماها و فشارها در شکل نشان داده شده‌اند. اگر پیستون رها شود تا به نقطه تعادل جدید برسد، فشار نهایی چقدر است؟



(۱)  $\frac{4}{3}P$

(۲)  $2P$

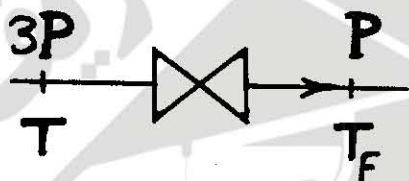
(۳)  $\frac{7}{3}P$

(۴)  $\frac{5}{3}P$

- ۴۳- یک گاز حقیقی از معادله حالت واندروالسی به صورت  $(P + \frac{a}{V^2})(V - b) = RT$  پیروی می کند. تغییرات انرژی داخلی  $\Delta U$  در یک فرآیند دما ثابت هنگامی که این گاز حجمش از  $V_1$  به  $V_2$  می رسد چقدر است؟

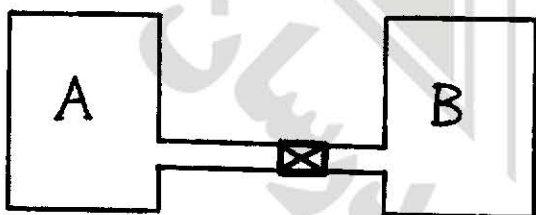
$$\begin{aligned} (1) \quad & a \left( \frac{1}{V_2} - \frac{1}{V_1} \right) \\ (2) \quad & -RT \ln \frac{V_1 - b}{V_2 - b} \\ (3) \quad & -RT \ln \frac{V_1 - a}{V_2 - a} \\ (4) \quad & -RT \ln \frac{V_1 - b}{V_2 - b} \end{aligned}$$

- ۴۴- یک گاز ایده آل با فشار  $3P$  و دمای  $T$  از یک شیر فشارشکن بی دررو عبوری می کند و فشارش به  $P$  کاهش می یابد. انهدام اکسرژی در این فرآیند کدام است؟ ( $R$  ثابت گاز هوا و  $T_0$  دمای محیط است.)



$$\begin{aligned} (1) \quad & T_0 R \ln \frac{1}{4} \\ (2) \quad & T_0 R \ln \frac{1}{2} \\ (3) \quad & T_0 R \ln \frac{1}{3} \\ (4) \quad & T_0 R \ln \frac{1}{5} \end{aligned}$$

- ۴۵- محفظه A حاوی هوا با فشار  $P_1$  و دمای  $T_1$  بوده و مطابق شکل از طریق یک شیر به محفظه کاملاً خالی B متصل است. هوا گاز ایده آل فرض شده و دیواره هر دو محفظه کاملاً بی دررو می باشد. حجم هر دو محفظه برابر  $V_1$  است. شیر باز می شود و هوای محفظه A وارد محفظه B می گردد. بازگشت ناپذیری این فرآیند چقدر است؟



$$\begin{aligned} (1) \quad & P_1 V_1 \ln 2 \\ (2) \quad & \text{صفر} \\ (3) \quad & P_1 V_1 \ln 3 \\ (4) \quad & \frac{P_1 V_1}{2} \ln 2 \end{aligned}$$