



309E

کد کنترل

309

E

دفترچه شماره (1)

صبح جمعه

۹۸/۱۲/۹



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

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

آزمون ورودی دوره دکتری (نیمه‌متمرکز) - سال ۱۳۹۹

رشته مهندسی هوا فضا - آیرودینامیک - کد (۲۳۳۱)

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 - آیرودینامیک مادون صوت - جریان لزج پیشرفته ۱	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 یا متخلفین برابر مقررات رفتار می‌شود.

۱۳۹۹

* 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- 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؟

(۱) $1 - \frac{1}{2} \cos 4$

(۲) $1 + \frac{1}{2} \cos 4$

(۳) $1 + \cos^2 2$

(۴) $1 - \cos^2 2$

۲- مسئله ارتعاش موج داده شده زیر را در نظر بگیرید. شتاب ارتعاش در $x = \frac{3}{4}$ کدام است؟

$$\begin{cases} u_{tt} + 6 = u_{xx}, & 0 < x < 1, t > 0 \\ u(0, t) = u_t(x, 0) = 0 \\ u(x, 0) = 3x(x+1), & u(1, t) = 6 \end{cases}$$

(۱) ۰

(۲) -۶

(۳) ۶

(۴) $\frac{63}{16}$

۳- اگر $F(w) = \int_{-\infty}^{\infty} f(t)e^{-iwt} dt$ تبدیل فوری سیگنال $f(t) = \frac{1}{\gamma} e^{-|t|}$ باشد، آنگاه حاصل $\int_{-\infty}^{+\infty} |F(w)|^2 dw$ کدام است؟ ($i^2 = -1$)

(۱) $\frac{1}{\pi}$

(۲) $\frac{2}{\pi}$

(۳) $\frac{\pi}{2}$

(۴) π

۴- 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 تابع پله واحد (هوی ساید) و $t_0 > 0$ است، را در نظر بگیرید. اگر $U(x, s)$ تبدیل لاپلاس $u(x, t)$ باشد، آنگاه $U(x, s)$ کدام است؟

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

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

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

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

۵- نقاط غیر تحلیلی شاخه اصلی تابع $f(z) = \log(1 - iz^2)$ ، کدامند؟

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

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

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

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

۶- حاصل عبارت $\int_0^{2\pi} \sin^2\left(\frac{\pi}{6} + ze^{i\theta}\right) d\theta$ ، کدام است؟ ($i^2 = -1$)

(۱) π

(۲) $2\pi i$

(۳) $\frac{\pi}{2}$

(۴) $\frac{\pi}{2} i$

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

کدام است؟ $\sum_{n=1}^{\infty} a^n \cos \frac{n\pi}{3}$

(۱) $\frac{a - 2a^2}{(1-a)^2}$

(۲) $\frac{2a^2 - a}{(1-a)^2}$

(۳) $\frac{2a^2 - a}{2(1-a+a^2)}$

(۴) $\frac{a - 2a^2}{2(1-a+a^2)}$

۸- مسئله پواسن زیر را در نظر بگیرید:

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

اگر $U_w(y) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} u(x, y) e^{-iwx} dx = c_1 e^{-wy} + c_2 e^{wy} + B_w$ تبدیل فوریته $u(x, y)$ باشد، مقدار c_1

کدام است؟

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

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

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

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

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

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

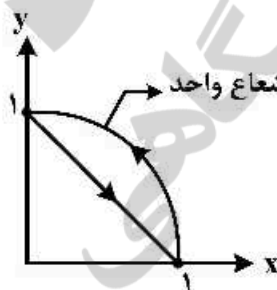
۱۰- حاصل انتگرال $I = \int_{-\infty}^{\infty} \frac{\cos^2 x}{x^2 + 1} dx$ کدام است؟

- (۱) $\frac{\pi(e^2 + 2)}{4e^2}$
- (۲) $\frac{\pi(2e^2 + 1)}{4e^2}$
- (۳) $\frac{\pi(e^2 + 2)}{4e^2}$
- (۴) $\frac{\pi(2e^2 + 1)}{4e^2}$

۱۱- کدام یک از توابع زیر نمی تواند تابع پتانسیل میدان جریان تراکم ناپذیر غیر چرخشی باشد؟

- (۱) $\varphi = 3x + 5y + 4z$
- (۲) $\varphi = 2x^2 + 4y^2 - 6z^2$
- (۳) $\varphi = 3x - 5y^2 + 10z$
- (۴) $\varphi = 4x^2 + 5y + 4z^2$

۱۲- میدان جریان با بردار سرعت $\vec{v} = 2y\hat{i} + 6x\hat{j}$ را در نظر بگیرید. مقدار گردش (سیرکولیشن) حول منحنی شکل



زیر چه میزان است؟

- (۱) $1/4$
- (۲) $2/3$
- (۳) $3/4$
- (۴) 4

۱۳- در جریان تراکم ناپذیر سه بعدی لزج مقدار کدام گزینه می تواند غیر صفر باشد اگر $\vec{\xi}$ بردار ورتیسیتی (چرخش)،

\vec{V} بردار سرعت و \vec{f} بردار نیروی حجمی پایستار (بقایی) باشد؟

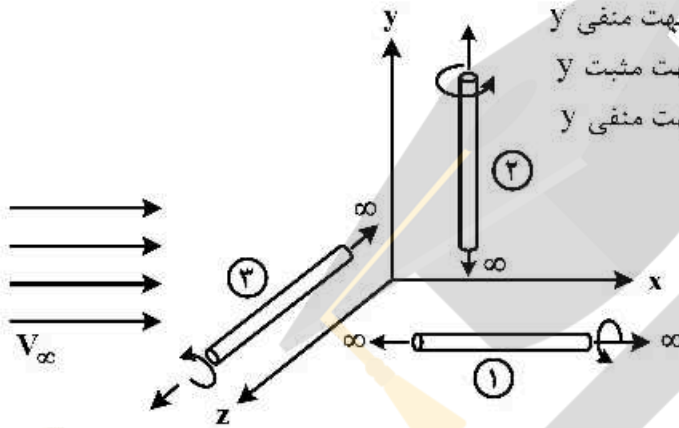
- (۱) $\vec{V} \times \vec{f}$
- (۲) $\vec{V} \times \vec{V}$
- (۳) $\vec{V} \times \vec{\xi}$
- (۴) $\vec{V} \cdot \vec{V}$

۱۴- کره و استوانه‌ای ثابت با شعاع یکسان را در جریان تراکم‌ناپذیر غیر چرخشی در نظر بگیرید. چند نقطه (زاویه در مختصات استوانه‌ای و کروی θ) روی استوانه و کره می‌توان یافت که ضریب فشار C_p در آن برای استوانه و کره یکسان باشد؟

(۱) بی‌نهایت نقطه (۲) یک نقطه (۳) دو نقطه (۴) نقطه‌ای یافت نمی‌شود.

۱۵- جریان تراکم‌ناپذیر غیر لزج یکنواخت را در جهت مثبت محور x ها در نظر بگیرید. اگر ۳ تار ورتکس نامحدود مجزا در راستای مثبت هر سه محور در این جریان قرار گیرند، هر یک از این تارها در کدام جهت حرکت خواهند کرد؟ (توجه: تارها را مستقل از هم در نظر بگیرید و از اثرات هر یک بر هم دیگر صرف‌نظر کنید.)

- (۱) تار ۱ در جهت مثبت y ، تار ۲ ثابت، تار ۳ در جهت مثبت y
 (۲) تار ۱ در جهت منفی y ، تار ۲ ثابت، تار ۳ در جهت منفی y
 (۳) تار ۱ ثابت، تار ۲ در جهت منفی z ، تار ۳ در جهت مثبت y
 (۴) تار ۱ ثابت، تار ۲ در جهت مثبت z ، تار ۳ در جهت منفی y



۱۶- استوانه‌ای به شعاع $R = 1 \text{ m}$ در جریان تراکم‌ناپذیر غیر لزج یکنواخت با سرعت $V = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ قرار گرفته است.

اگر نسبت اختلاف فشار بالا و پایین استوانه به فشار دینامیکی جریان برابر ۴ باشد $(\frac{P_{\text{up}} - P_{\text{down}}}{q_{\infty}} = 4)$ ، مقدار

سرعت دورانی استوانه حول محور آن چقدر است؟

- (۱) -10 (۲) -5 (۳) $+5$ (۴) $+10$

۱۷- در جریان تراکم‌ناپذیر دو بعدی، پتانسیل سرعت به صورت $\phi = xy + x^2 - y^2$ تعریف شده است. معادله خط جریانی که از نقطه $(x, y) = (3, -2)$ عبور می‌کند، کدام است؟

- (۱) $y^2 - x^2 + 4xy + 29 = 0$
 (۲) $y^2 + x^2 + 4xy + 19 = 0$
 (۳) $y^2 + x^2 + 4xy - 29 = 0$
 (۴) $y^2 - x^2 + 4xy - 19 = 0$

۱۸- براساس تئوری ایرفویل نازک در جریان تراکم‌ناپذیر غیر لزج کدام توزیع قدرت گردابه داده شده زیر نادرست است؟ (توجه: $\theta = 0$ لبه حمله و $\theta = \pi$ لبه فرار ایرفویل است.)

(۱) $\gamma(\theta) = 2v_{\infty} \alpha \frac{(1 + \cos \theta)}{\sin \theta}$

(۲) $\gamma(\theta) = 2v_{\infty} \alpha \frac{(1 + \cos \theta)}{\sin \theta} + \sin 2\theta$

(۳) $\gamma(\theta) = 2v_{\infty} \left[\frac{\alpha(1 + \cos \theta)}{\sin \theta} + \cos \theta \right]$

(۴) $\gamma(\theta) = 2v_{\infty} \left[\frac{\alpha(1 + \cos \theta)}{\sin \theta} + \alpha \sin \theta \right] + \sin 2\theta$

۱۹- بال یک هواپیما که در جریان تراکم‌ناپذیر پرواز می‌کند دارای مقطع $NACA 23015$ ، نسبت منظری $AR = 7/6$ ، فاکتور پسای القایی $\delta = 0.01$ می‌باشد. اگر برای مقطع بال مقدار $\alpha_{L=0} = -1^\circ$ و $C_{\ell} |_{\alpha=7^\circ} = 0.9$ باشد مقدار ضریب لیفت هوایی در $\alpha = 4^\circ$ چقدر است؟

- (۱) ۰/۵۱
(۲) ۰/۴۴
(۳) ۰/۳۵
(۴) ۰/۴

۲۰- رابطه برنولی به فرم $P + \frac{1}{2}\rho v^2 = \text{const}$ را در نظر بگیرید کدام عبارت صحیح‌تر است؟

- (۱) این رابطه برای جریان مادون صوت غیر لزج و پایا صحیح است و مقدار ثابت آن برابر P_0 است.
(۲) این رابطه برای جریان تراکم‌ناپذیر غیر لزج گازها صحیح است و سمت راست معادله برابر P_0 می‌باشد.
(۳) این رابطه برای جریان تراکم‌ناپذیر، غیر لزج و بدون نیروی حجمی بدست آمده که مقدار ثابت آن برای $M < 0.3$ دقیقاً برابر P_0 می‌باشد.
(۴) این رابطه برای جریان پایا، تراکم‌ناپذیر، غیر لزج و بدون نیروی حجمی بدست آمده که برای سرعت‌های نزدیک به صفر مقدار ثابت آن دقیقاً برابر P_0 می‌باشد.
۲۱- با فرض وجود جریان غیر لزج کدام عبارت صحیح است؟

- (۱) در عمل برای جریان پتانسیل خالص امکان تحقق شرط کوتا و تولید لیفت وجود ندارد.
(۲) در عمل برای جریان غیرلزج سه بعدی امکان تولید لیفت و پسا وجود دارد.
(۳) جریان پتانسیل خالص دو بعدی امکان تحقق شرط کوتا و تولید لیفت را دارد ولی نیروی پسا صفر است.
(۴) در عمل برای جریان غیرلزج پایا و دو بعدی شرط کوتا محقق نمی‌شود ولی برآیند توزیع فشار لیفت تولید می‌کند.
۲۲- برای حل معادله جریان پتانسیل دو بعدی و سه بعدی پایا به روش پانل (Panel Method) و محاسبه نیروی لیفت و ممان پیچشی کدام عبارت صحیح است؟

- (۱) برای جریان دو بعدی از ورتکس و دابلت و جریان سه بعدی از چشمه و چاه با اثرات wake استفاده می‌شود.
(۲) برای جریان دو بعدی از چشمه و چاه و جریان سه بعدی از ورتکس و دابلت استفاده می‌شود.
(۳) برای هر دو جریان می‌توان از چشمه و چاه با در نظر گرفتن اثرات wake استفاده می‌شود.
(۴) برای هر دو باید جریان‌های پایه ورتکس و دابلت حتماً استفاده شود و برای جریان سه بعدی دنباله (wake) جریان هم باید مدل شود.

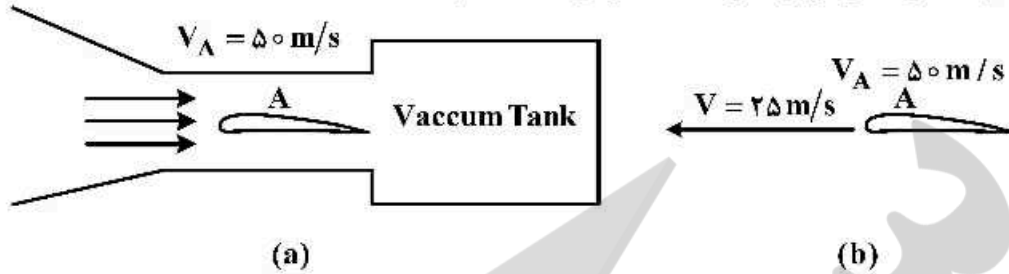
۲۳- برای ایرفویل $NACA 23012$ داده‌های تجربی به شرح زیر است (همه زوایا برحسب درجه می‌باشد)

$$C_{m_c} \Big|_{\alpha = -4} = -0.0125, \quad C_{m_c} \Big|_{\alpha = 4} = -0.005, \quad C_{\ell} \Big|_{\alpha = 4} = 0.55, \quad \alpha_{L=0} = -1/1$$

محل مرکز آیرودینامیکی را برای این ایرفویل که با طول وتر بی بعد شده کدام است؟ $(\bar{x}_{ac} = \frac{x_{ac}}{c})$

- (۱) ۰
(۲) ۰/۲۳
(۳) ۰/۲۴
(۴) ۰/۲۵

۲۴- در قسمت (a) شکل زیر هوای سطح آزاد دریا به سمت تانک خلأ جریان پیدا می کند، در حالی که در (b) ایرفویل با سرعت V در سطح دریا حرکت می کند. در هر دو حالت سرعت نسبی جریان در نقطه A برابر می باشد. در مورد مقدار فشار استاتیک P و فشار کل P_o در نقطه A در دو حالت کدام است؟



- (۱) $(P_o)_a < (P_o)_b$ ، $(P)_a < (P)_b$
- (۲) $(P_o)_a < (P_o)_b$ ، $(P)_a = (P)_b$
- (۳) $(P_o)_a = (P_o)_b$ ، $(P)_a < (P)_b$
- (۴) $(P_o)_a > (P_o)_b$ ، $(P)_a > (P)_b$

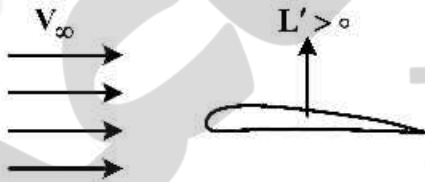
۲۵- اگر تابع پتانسیل برای یک جریان به صورت $F(z) = Az^n$ و $n \geq \frac{1}{4}$ باشد، به ازای کدام مقدار n جریان پتانسیل نقطه سکون (stagnation point) حاصل می شود؟

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

۲۶- هواپیمای P-۳۵ با بال بدون زاویه عقب گرد و نسبت منطری $AR = 5.72$ ، برای $C_D = 0.275$ مقدار C_L می باشد اگر مقدار $e = 0.878$ باشد، مقدار $(\frac{L}{D})_{max}$ این پرنده کدام است؟

- (۱) ۹
- (۲) ۱۰
- (۳) ۱۱
- (۴) ۱۲

۲۷- از لحاظ فیزیکی برای جریان ایرفویل شکل زیر کدام عبارت صحیح است؟



- (۱) در عمل شرط کوتا به کمک گردش (circulation) ساعتگرد حول ایرفویل اعمال می شود.
- (۲) شرط کوتا به کمک گردش حاصل از (starting vortex) ساعتگرد حول ایرفویل اعمال می شود.
- (۳) در عمل شرط کوتا به کمک گردش (circulation) پادساعتگرد حول ایرفویل اعمال می شود.
- (۴) شرط کوتا به کمک گردش حاصل از (starting vortex) پاد ساعتگرد حول ایرفویل اعمال می شود.
- ۲۸- معادله حاکم بر تنش برای جریان لزج و کاملاً توسعه یافته درون لوله ای به شعاع R کدام است؟ τ_{ω} تنش روی دیواره می باشد)

- (۱) $\tau_{\omega} \frac{r}{R}$
- (۲) $\tau_{\omega} \left(\frac{r}{R} \right)^2$
- (۳) $\tau_{\omega} \left(1 - \frac{r}{R} \right)$
- (۴) $\tau_{\omega} \left(1 - \frac{r^2}{R^2} \right)$

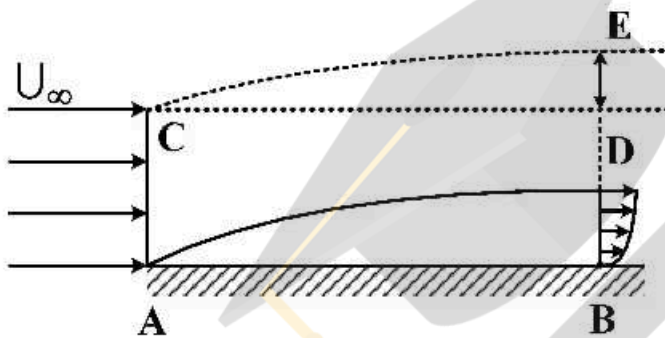
۲۹- جسمی با وزن W روی قشر نازکی از روغن به ضخامت γ روی سطح شیب داری که با افق زاویه θ می سازد با سرعت ثابت V به سمت پایین می لغزد. اگر سطح تماس جسم و لایه روغن A باشد، ضریب لزجت روغن کدام است؟

- (۱) $\mu = \frac{W\gamma}{AV}$
- (۲) $\mu = \frac{W\gamma^2}{AV}$
- (۳) $\mu = \frac{W\gamma \sin(\theta)}{AV}$
- (۴) $\mu = \frac{W\gamma^2 \sin(\theta)}{AV}$

۳۰- اگر پروفیل سرعت درون لایه مرزی آرام روی یک صفحه تخت به صورت خطی باشد، نسبت ضخامت جابه جایی به ضخامت لایه مرزی کدام است؟

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

۳۱- جریان یکنواخت تراکم ناپذیر با یک صفحه تخت مطابق با شکل زیر برخورد می کند و بر روی صفحه تخت لایه مرزی تشکیل می گردد. در صورتی که پروفیل سرعت به صورت سهموی تغییر نماید، و دبی جرم عبوری از مقطع AC و BE برابر باشند، فاصله DE چقدر است؟ (ضخامت لایه مرزی در نقطه B برابر با δ است.)



- (۱) $\frac{\delta}{2}$
- (۲) $\frac{\delta}{3}$
- (۳) $\frac{\delta}{6}$
- (۴) $\frac{2\delta}{3}$

۳۲- جریان دو بعدی و لزج در مجاورت یک صفحه تخت با معادلات حاکم زیر را در نظر بگیرید. کدام گزینه نادرست است؟

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} = 0$$

$$U \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} = \nu \frac{\partial^2 u}{\partial y^2}$$

$$\frac{\partial P}{\partial y} = 0$$



- (۱) سرعت جریان در مجاورت و چسبیده به صفحه تخت صفر می باشد.
- (۲) با افزایش فاصله نسبت به دیواره، اثر لزجت کاهش می یابد.
- (۳) فشار استاتیک در راستای جریان کاهش و یا افزایش نمی یابد.
- (۴) شکل پروفیل سرعت در راستای جهت x در نقاط مختلف با هم مشابه می باشند.

۳۳- یک لوله به طول بی نهایت و سطح مقطع دایروی به شعاع R را در نظر بگیرید. در صورتی که جریان در لوله به دلیل گرادیان فشار برقرار باشد، کدام مورد بیانگر گرادیان فشار مورد نیاز است؟ (عدد رینولدز بر حسب شعاع لوله و سرعت اصطکاکی تعریف شده است)

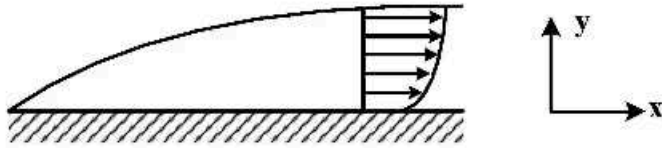
$$-\frac{\mu^2}{\rho R^3 Re^2} \quad (۲)$$

$$-\frac{\mu}{\rho R^3 Re^2} \quad (۱)$$

$$-\frac{(\mu Re)^2}{\rho R^3} \quad (۴)$$

$$-\frac{(\mu Re)^2}{\rho R^3} \quad (۳)$$

۳۴- کدام یک از موارد زیر در مورد پروفیل سرعت در لایه مرزی مغشوش بر روی یک صفحه تخت صحیح است؟



- (۱) پروفیل سرعت برحسب y^+ به صورت توانی تغییر می‌کند.
- (۲) پروفیل سرعت برحسب y^+ به صورت لگاریتمی تغییر می‌کند.
- (۳) پروفیل سرعت برحسب y^+ به صورت یک تابع خطی می‌باشد.
- (۴) بسته به اینکه بتوان از اثرات لزجت و یا اینرسی صرف نظر نمود، پروفیل سرعت برحسب y^+ می‌تواند لگاریتمی و یا خطی باشد.

۳۵- یک صفحه تخت بی‌نهایت با سرعت $100 \frac{m}{s}$ در هوای ساکن شروع به حرکت می‌کند. با فرض تراکم‌ناپذیر بودن

جریان، هزار ثانیه بعد از شروع حرکت، در چه فاصله‌ای از صفحه برحسب متر، سرعت هوا به $1 \frac{m}{s}$ می‌رسد؟

$$\left(v_{\text{هوا}} = 10^{-6} \frac{m^2}{s} \right)$$

- (۱) ۰/۱۸ (۲) ۰/۳۶ (۳) ۱/۸ (۴) ۳/۶

۳۶- کدام یک از عبارات زیر در مورد لایه مرزی بر روی صفحه تخت صحیح است؟

- (۱) افزایش ضریب شکل معادل افزایش گرادیان فشار معکوس است.
- (۲) کاهش ضریب شکل معادل افزایش گرادیان فشار معکوس است.
- (۳) افزایش ضریب شکل معادل کاهش احتمال جدایش جریان است.
- (۴) کاهش ضریب شکل معادل کاهش عدد رینولدز برای جدایش جریان است.

۳۷- در صورتی که جریان لزج و توسعه یافته بین دو صفحه تخت بی‌نهایت پروفیل سرعتی به فرم $u = \frac{3}{2} V \left(1 - \frac{y^2}{h^2} \right)$

داشته باشد که در آن u سرعت جریان در ارتفاع‌های مختلف، V سرعت Bulk، $2h$ فاصله بین دو صفحه و y ارتفاع باشد، ضریب اصطکاک تابع چه رابطه‌ای دارد؟



- (۱) $\frac{24}{Re}$
- (۲) $\frac{32}{Re}$
- (۳) $\frac{48}{Re}$
- (۴) $\frac{64}{Re}$

۲۸- شکل زیر تشکیل لایه مرزی آرام بر روی یک صفحه تخت را به صورت شماتیک نشان می‌دهد. در صورتی که در نقطه A، ضخامت لایه مرزی برابر با 0.1m بوده و گرادیان سرعت در نزدیک سطح دیواره در همین نقطه برابر

$$\frac{du}{dy} = 100 \left[\frac{1}{s} \right] \text{ باشد، ضخامت بی بعد شده لایه مرزی بر حسب کمیت‌های دیواره } (\delta^+) \text{ چقدر است؟}$$



- (۱) $50/0$
- (۲) $25/0$
- (۳) $5/0$
- (۴) $2/5$

۲۹- برای یک لایه مرزی که در حالت تشابهی (self-similar) قرار دارد سرعت خارجی به صورت $ue \sim x^m$ تغییر می‌کند. تنش دیواره در این حالت چگونه با x تغییر می‌کند؟

$$\tau_{(0)} \sim x^{\frac{2m-1}{2}} \quad (۴) \quad \tau_{(0)} \sim x^{\frac{m-1}{2}} \quad (۳) \quad \tau_{(0)} \sim x^{\frac{1-m}{2}} \quad (۲) \quad \tau_{(0)} \sim x^{\frac{1}{2}} \quad (۱)$$

۴۰- پروفیل سرعت درون لایه مرزی به صورت $u(x,y) = 5x(1 - e^{-y})$ است. اگر این لایه مرزی در حالت تشابهی (self-similar) باشد، رشد ضخامت لایه مرزی چگونه با x تغییر می‌کند؟

$$\frac{\delta}{x} \quad (۴) \quad \frac{1}{x^2} \quad (۳) \quad x^2 \quad (۲) \quad \frac{1}{x^2} \quad (۱)$$

۴۱- میدان سرعت یک جریان لزج توسط تابع جریان $\psi = xy^2 - \frac{x^3}{3}$ توصیف می‌شود. نرخ اتلاف انرژی جنبشی کدام است؟

$$16\mu(x^2 + y^2) \quad (۲) \quad 16\mu(x+y)^2 \quad (۱) \\ 16\mu(2x^2 + y^2) \quad (۴) \quad 16\mu(x^2 + 2y^2) \quad (۳)$$

۴۲- جریان آب با سرعت $1 \frac{m}{s}$ و چگالی $1000 \frac{kg}{m^3}$ از روی صفحه تختی به طول و عرض 1m عبور می‌کند. اگر ضخامت مومنتوم لایه مرزی در ابتدا و انتهای صفحه به ترتیب 1mm و 3mm باشد مقدار نیروی اعمال شده به صفحه چند نیوتن است؟

$$5 \quad (۴) \quad 2 \quad (۳) \quad 1 \quad (۲) \quad 0.5 \quad (۱)$$

۴۳- لایه مرزی جریان یک سیال بر روی یک صفحه تخت ایجاد شده است. در صورتی که ویسکوزیته سینماتیک این

سیال برابر با $\nu = 10^{-2} \left[\frac{m^2}{s} \right]$ باشد و گرادیان سرعت متوسط جریان بر روی دیواره نیز برابر با

$$\frac{dv}{dy} = 10 \left[S^{-1} \right] \text{ باشد، وجود پستی بلندی‌هایی بر روی دیواره با ارتفاع متوسط ۴ میلی‌متر باعث خواهد شد:}$$

(۱) جریان زبر باشد. (۲) جریان هموار و غیر زبر باشد.

(۳) جریان در حال گذار به حالت زبری می‌باشد. (۴) بخشی از جریان هموار و بخش دیگر آن زبر باشد.

۴۴- کره بسیار کوچکی به شعاع D و چگالی ρ_s درون سیال دارای چگالی ρ_f رها می‌شود. با فرض جریان خزش ($Re_D \ll 1$)، اگر قطر کره دو برابر شود سرعت حد کره (Terminal velocity) چند برابر می‌شود؟

$$\frac{1}{2} \quad (۱) \quad 2 \quad (۲) \quad 4 \quad (۳) \quad 4 \quad (۴) \text{ تغییر نمی‌کند.}$$

۴۵- برای یک جریان لزج تراکم‌ناپذیر حول یک ایرفویل، ضریب فشار (C_p) در نقطه سکون کدام است؟

(۱) واحد است.

(۲) همواره کمتر از واحد است.

(۳) همواره بیش‌تر از واحد است.

(۴) وابسته به عدد رینولدز می‌تواند بیش‌تر از واحد و یا کمتر از واحد باشد.

