۱۶- لایهٔ مرزی روی صفحهٔ تخت را در جریان لایه‌ای (laminar) در نظر بگیرید. با فرض توزیع سرعت خطی درون لایهٔ مرزی، ضخامت مومنتوم کدام است؟ (δ ضخامت لایهٔ مرزی است.)

۱) $\frac{\delta}{۶}$

۲) $\frac{\delta}{۴}$

۳) $\frac{\delta}{۳}$

۴) $\frac{۵\delta}{۳}$

پاسخ: گزینه ۱ صحیح است

$$U(y) = cy$$

$$@\ y = \delta \quad U=U_\infty$$

$$so\ C=\frac{U_\infty}{\delta}$$

$$U(y) = \frac{U_\infty}{\delta} y$$

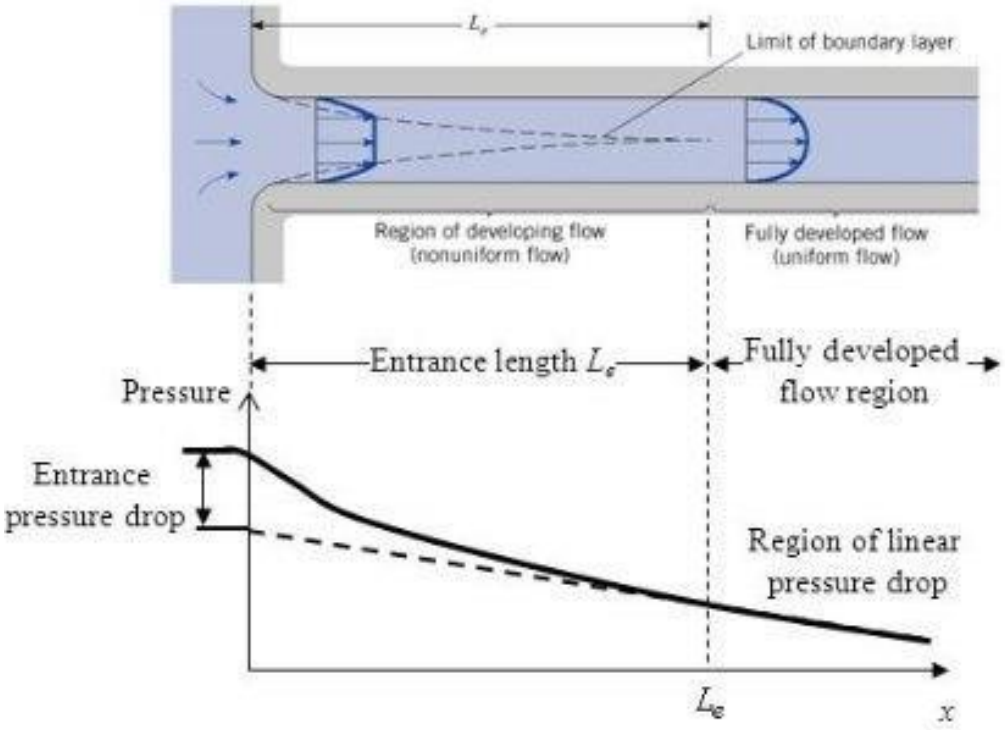
$$\theta = \int_۰^{\delta} \frac{U}{U_\infty}(۱-\frac{U}{U_\infty})dy = \int_۰^{\delta} \frac{y}{\delta}(۱-\frac{y}{\delta})dy$$

$$\theta = \frac{y^۲}{۲\delta} - \frac{y^۳}{۳\delta^۲}\Big|_۰^{\delta} = \frac{\delta}{۶}$$

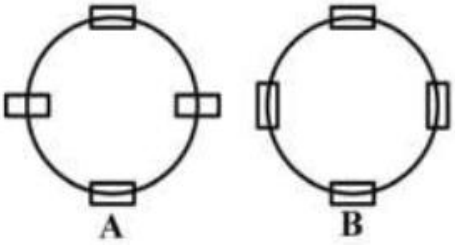
۱۷- در جریان لایه‌ای در ناحیهٔ در حال توسعه در لوله، افت فشار در واحد طول نسبت به ناحیهٔ کاملاً توسعه‌یافته، چگونه است؟

۱) کمتر است. ۲) مساوی است. ۳) بیشتر است. ۴) قابل مقایسه نیست.

پاسخ: گزینه ۳ صحیح است. به تصویر زیر دقت نمایید.



۱۸- در شکل‌های زیر، جریان روی مسیر دایره‌ای انجام می‌گیرد. با توجه به نمایانگرهای جریان، چه می‌توان گفت؟



۱) جریان A چرخشی و جریان B نیز چرخشی است.
۲) جریان A غیرچرخشی و جریان B نیز غیرچرخشی است.
۳) جریان A چرخشی و جریان B غیرچرخشی است.
۴) جریان A غیرچرخشی و جریان B چرخشی است.

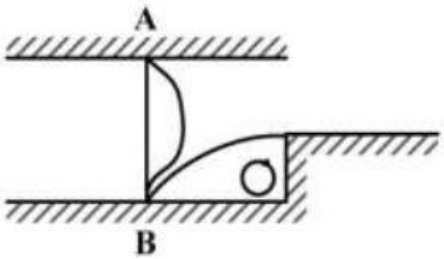
پاسخ: گزینه ۴ صحیح است. در شکل B المان دوران کرده و در شکل A المان فقط حرکت انتقالی داشته است.

۱۹- سیال لزج به‌طور آرام و توسعه‌یافته در یک لوله جریان دارد. با توجه به‌اینکه در مرکز لوله تنش برشی وارد بر سیال برابر صفر است، تصمیم گرفته‌ایم که از معادلهٔ برنولی کلاسیک برای محاسبهٔ افت فشار در مرکز لوله استفاده کنیم. با این‌کار افت فشار برابر با صفر می‌شود که با مشاهدات تجربی همانگی ندارد. کدام‌یک از شرط‌های معادلهٔ برنولی نقض شده است؟

۱) عدم انتقال حرارت با محیط
۲) غیرچرخشی بودن جریان
۳) غیرلزج بودن سیال
۴) عدم انتقال کار با محیط

پاسخ: گزینه ۱ صحیح است. در نوشتن معادله برنولی چنانچه جریان چرخشی باشد باید دو نقطه روی یک خط جریان باشند(رد گزینه ۲) همچنین جریان باید غیر لزج باشد نه تنش(رد گزینه ۳)، کار به محیط داده نمیشود(رد گزینه ۴)، دقت بفرمایید علت آنکه توزیع تنش داریم ضریب اصطکاک داریم که طبق تشابه رینولدز-کولبرن موجب میشود ضریب انتقال حرارت نیز داشته باشیم.

۲۰- در جریان درون مجرای شکل زیر، گزینهٔ درست کدام است؟



۱) در نزدیکی A، $\frac{\partial \tau_{xy}}{\partial y} > 0$ و نزدیکی B، $\frac{\partial \tau_{xy}}{\partial y} < 0$
۲) در نزدیکی A، $\frac{\partial \tau_{xy}}{\partial y} < 0$ و نزدیکی B، $\frac{\partial \tau_{xy}}{\partial y} > 0$
۳) در نزدیکی A، $\frac{\partial \tau_{xy}}{\partial y} < 0$ و نزدیکی B، $\frac{\partial \tau_{xy}}{\partial y} < 0$
۴) در نزدیکی A، $\frac{\partial \tau_{xy}}{\partial y} > 0$ و نزدیکی B، $\frac{\partial \tau_{xy}}{\partial y} > 0$

@sayalat
@sayalat_100

پاسخ: گزینه ۲ صحیح است.

$$\tau_{xy} = -\mu\left(\frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\cancel{\partial v}}{\cancel{\partial x}}\right) = \mu\frac{\partial u}{\partial y}$$

$$\frac{\partial \tau_{xy}}{\partial y} = -\mu\frac{\partial^2 u}{\partial y^2}$$

که نماینگر معکوس جهت تقعر می باشد. تقعر در B منفی می باشد که معکوس آن مثبت و تقعر در A مثبت که معکوسش منفی میگردد.

۲۱- در مورد جریان خزشی (creeping flow) اطراف کره، کدام گزینه نادرست است؟

۱) ضخامت لایهٔ مرزی بسیار زیاد است.

۲) توزیع سرعت دو طرف کره (پشت و جلو) متقارن است.

۳) شرط مرزی عدم لغزش برای سرعت‌ها، روی کره برقرار است.

۴) پسای فشاری دو طرف کره (پشت و جلو) متقارن است.

پاسخ: گزینه ۴ صحیح است.

۲۲- در جریان لایهٔ مرزی روی صفحهٔ تخت، پروفیل سرعت جریان آزاد، $U=\frac{a}{1+bx}$ ، $b>0$ و $a>0$ و x فاصله از نقطهٔ سکون را نشان می‌دهد. کدام مورد درست است؟

۱) گرادیان فشار مطلوب بوده و جدایی جریان روی می‌دهد.

۲) گرادیان فشار مطلوب بوده و جدایی جریان روی نمی‌دهد.

۳) گرادیان فشار معکوس بوده و جدایی جریان روی می‌دهد.

۴) گرادیان فشار معکوس بوده و جدایی جریان روی نمی‌دهد.

پاسخ: گزینه ۳ صحیح است. با افزایش X سرعت کاهش پیدا میکند در نتیجه فشار افزایش یافته و شرط لازم برای جدایی(گرادیان فشار معکوس) را دارد.

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

$$v=\frac{-ab}{(1+bx)^2}y$$

$$\tau_{xy}=-\mu\left(\frac{\partial u}{\partial y}+\frac{\partial v}{\partial x}\right)$$

$$\frac{\partial \tau_{xy}}{\partial y}=-\mu\left(0+\frac{+2ab^2}{(1+bx)^1}\right)$$

با افزایش x رفته رفته تنش کاهش یافته تا صفر گردد، پس جدایش در بینهایت داریم.

۲۳- مسئلهٔ دوم استوکس را در نظر بگیرید که صفحه‌ای در مجاورت سیال بی‌نهایت ناگهان به‌صورت نوسانی به حرکت در می‌آید. اگر معادلهٔ حرکت به‌صورت $\frac{\partial u}{\partial t} = \nu \frac{\partial^2 u}{\partial y^2}$ باشد، ضخامت لایهٔ مرزی متناسب با کدام گزینه است؟

(ν لزجت سینماتیکی سیال و ω فرکانس نوسان صفحه است.)

۱) $\sqrt{\frac{\nu}{\omega}}$

۲) $\frac{1}{y}\frac{\nu}{\omega}$

۳) $\sqrt{\frac{\nu x}{\omega}}$

۴) $\sqrt{\frac{\nu y}{\omega}}$

پاسخ: گزینه ۱ صحیح است. در مسئله دوم استوکس در صورتی که نوسانات به شکل $u(0,t) = U\cos nt$ در بیایند لایه مرزی متناسب است با:

$$\delta = 2\sqrt{\frac{2\upsilon}{n}}$$

که در اینجا جای n فرکانس w را داریم پس داریم

$$\delta = 2\sqrt{\frac{2\upsilon}{\omega}} \propto \sqrt{\frac{\upsilon}{\omega}}$$

۲۴- امواج دریا هر ۱۰ ثانیه یکبار به یک اسکله برخورد می‌کند. برای برآورد نیروی وارد بر این اسکله مدل کوچکی از آن با مقیاس $\frac{۱}{۲۵}$ ساخته شده و در یک کانال آب (تحت شرایط تشابه دینامیکی) تست می‌شود. در مورد اسکلهٔ مدل، فرکانس امواج مورد نیاز در عملیات آزمایشگاهی چقدر است؟

۱) $\frac{۱}{۴}$

۲) $\frac{۱}{۲}$

۳) ۲

۴) ۴

پاسخ: گزینه ۲ صحیح است.چون جریان سطح آزاد است و نوسانات داریم دو عدد فرود و اشتروهال برای ما حائز اهمیت است.

$$fr_m = fr_P$$

$$\frac{v_m}{\sqrt{gl_m}} = \frac{v_p}{\sqrt{gl_P}}$$

$$\frac{v_m}{v_p} = \sqrt{\frac{l_m}{l_P}} = \frac{۱}{۵}$$

حال سراغ عدد اشتروهال میرویم:

$$St_m = St_P$$

$$\frac{f_m l_m}{v_m} = \frac{f_P l_P}{v_P}$$

$$f_m = f_P \frac{l_P}{l_m}\frac{v_m}{v_P} = (\frac{۱}{۱۰})(۲۵)(\frac{۱}{۵}) = \frac{۱}{۲}$$

۲۵- میدان سرعت دو بعدی زیر داده شده است:

$$\begin{cases} u = x(1+2t) \\ v = y \end{cases}$$

خط مسیری که در زمان صفر از $A(x_0, y_0) = (1,1)$ می‌گذرد، کدام است؟

۱) $x = y$

۲) $x = y^{1+\ln y}$

۳) $y = x^{1+\ln x}$

۴) $x = y^{1-\ln y}$

پاسخ: گزینه ۲ صحیح است

$$\frac{dx}{dt} = x(1+2t)$$

$$\ln x = t + t^2$$

$$\frac{dy}{dt} = y$$

$$\ln y = t$$

$$\ln x = (\ln y)(1+\ln y)$$

$$\ln x = \ln y^{(1+\ln y)}$$

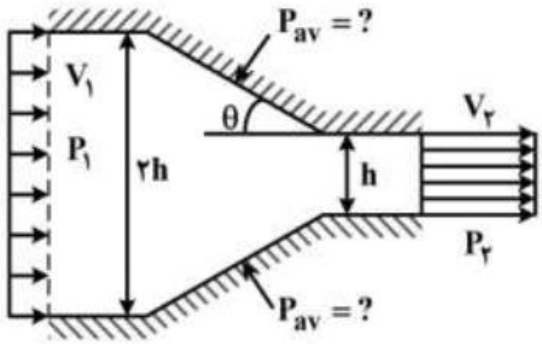
$$x = y^{1+\ln y}$$

۲۶- شیر آبی باز است و آب به‌سوی پایین جریان دارد. با قرار دادن جسمی در نزدیکی جریان، چه اتفاقی می‌افتد؟

۱) جریان از جسم دور می‌شود و علت آن افزایش فشار است.
۲) جریان از جسم دور می‌شود و علت آن کشش سطحی است.
۳) جریان به جسم نزدیک می‌شود و علت آن کشش سطحی است.
۴) جریان به جسم نزدیک می‌شود و علت آن کاهش فشار است.

پاسخ: گزینه ۴ صحیح است. با توجه به جریان سیال و شرط عدم لغزش سرعت در مرز مشترک آب و هوا برابر و موجب میشود ناحیه کم فشاری بین جسم و جریان آب به وجود آید که جریان را به سمت جسم میکشد.

۲۷- جریان ایدئال در یک کانال همگرای دو بعدی با عرض w را مطابق شکل زیر در نظر بگیرید. با فرض ثابت بودن چگالی سیال، کدام گزینه در مورد فشار متوسط وارد بر جداره‌های جانبی (اُریب) درست است؟



(معلومات: P_2, P_1, V_1, ρ)

۱) $P_{av} = 2P_1 - P_2 - 2\rho V_1^2$

۲) $P_{av} = \frac{(P_1+P_2)}{2} - 2\rho V_1^2$

۳) $P_{av} = P_1 - 2P_2 + \frac{1}{2}\rho V_1^2$

۴) با این معلومات نمی‌توان نظر داد.

پاسخ: گزینه ۱ صحیح است.

$$P_1 \times 2h - P_2 \times h + \sum F_x = (\dot{m}v)_{out} - (\dot{m}v)_{in} = \dot{m}(v_{out} - v_{in})$$

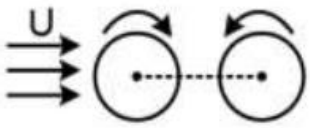
$$2hP_1 - hP_2 - 2P_{av} L \sin\theta = 2\rho h v_1 (2v_1 - v_1)$$

$$\sin\theta = \frac{\frac{h}{2}}{L}$$

$$2hP_1 - hP_2 - P_{av} h = 2\rho h v_1^2$$

$$P_{av} = 2P_1 - P_2 - 2\rho v_1^2$$

۲۸- در جریان سیال از روی دو استوانهٔ چرخان زیر، استوانه‌ها :



۱) در امتداد خط‌المرکزین از هم دور می‌شوند.

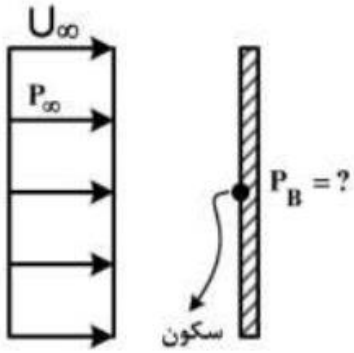
۲) در امتداد خط‌المرکزین به هم نزدیک می‌شوند.

۳) در امتداد عمود بر خط‌المرکزین از هم دور می‌شوند.

۴) با زاویهٔ ۴۵° نسبت به عمود بر خط المرکزین از هم دور می‌شوند.

پاسخ: گزینه ۳ صحیح است

۲۹- باد با سرعت یکنواخت U_∞ و فشار یکنواخت P_∞ به یک ورق فولادی صلب به شکل مستطیل با مساحت A برخورد می‌کند. فرض کنید در تمامی سطح برخورد، فشار برابر با فشار سکون است. اگر ضریب درگ (پسا) برابر با ۲ باشد، فشار در پشت این ورق (P_B) چقدر است؟



۱) $P_B \simeq P_\infty$

۲) $P_B \simeq P_\infty - \rho U_\infty^۲$

۳) $P_B \cong P_\infty - \frac{۱}{۲}\rho U_\infty^۲$

۴) $P_B \cong P_\infty + \frac{۱}{۲}\rho U_\infty^۲$

پاسخ: گزینه ۳ صحیح است.

$$P_s = P_\infty + \frac{۱}{۲}\rho U_\infty^۲$$

$$۲ = C_d = \frac{P_s - P_B}{\frac{۱}{۲}\rho U_\infty^۲}$$

$$P_s - P_B = \rho U_\infty^۲$$

$$P_B = P_\infty - \frac{۱}{۲}\rho U_\infty^۲$$

۳۰- جریانی با سرعت U را روی استوانهٔ چرخان به شعاع a در نظر بگیرید. در جریان واقعی چرخش استوانه توسط لزجت ایجاد می‌شود ولی در جریان پتانسیل یک گرداب با تابع پتانسیل $\phi = -\frac{\theta\Gamma}{2\pi}$ به‌صورت مصنوعی به استوانه اضافه می‌شود. ضریب نیروی برآ بر اساس عدد اسپین $S = \Gamma/(4\pi aU)$، کدام است؟ (Γ سیرکولاسیون است)

۱) $C_L = 3\pi S$

۲) $C_L = 4\pi S$

۳) $C_L = 6\pi S$

۴) $C_L = 8\pi S$

پاسخ: گزینه ۲ صحیح است.

$$F_l = \rho U_\infty \Gamma l$$

$$\frac{1}{2}\rho C_l A U_\infty^2 = \rho U_\infty (4\pi a U_\infty S) l$$

$$A = 2al;$$

$$C_l = 4\pi S$$