مسایل (اگر در مسأله‌ای ویژگی سیال داده نشده است، $\rho_{آب}=1000\ kg/m^3$ و $\rho_{هوا}=1/23\ kg/m^3$ درنظر بگیرید)

۵-۱ مؤلفه‌های سرعت برای جریان دوبعدی به‌صورت زیر داده شده است:

$$u=6y\ \ m/s \quad ; \quad v=3\ \ m/s$$

رابطه‌ی خط جریان را به‌دست آورید.

۵-۲، م‌ش، ۸۷ اگر برای یک جریان داشته باشیم $u=5\ m/s$ و $v=2-t$ آنگاه:

۱) جریان دایم است و معادله‌ی خط جریان $y=\frac{2}{5}x-t$ است.

۲) جریان دایم است و معادله‌ی خط جریان $y=\frac{2-t}{5}x$ است.

۳) جریان غیردایم است و معادله‌ی خط جریان $y=\frac{2}{5}x-t$ است.

۴) جریان غیردایم است و معادله‌ی خط جریان $y=\frac{2-t}{5}x$ است.

جواب: گزینه‌ی (۴)

۵-۳ مؤلفه‌های سرعت برای جریانی به‌صورت زیر داده شده است:

$$u=a-3by^2 \quad ; \quad v=0$$

رابطه‌ی خط جریان را به‌دست آورید.

۵-۴، م‌م، ۸۰ یک میدان جریان به‌صورت رابطه‌ی زیر داده شده است:

$$\vec{V}=ax\hat{i}+by\hat{j}+\alpha\hat{k}$$

معادله‌ی خط جریان در لحظه‌ی $t=0$ کدام است؟

۱) $y=C_1x^{-a/b}$ ۲) $y=C_1x^{a/b}$ ۳) $y=C_1x^{-b/a}$ ۴) $y=C_1x^{b/a}$

جواب: گزینه‌ی (۲)

۵-۵ مؤلفه‌های سرعت برای جریان دوبعدی به‌صورت زیر داده شده است:

$$u=y-1 \quad ; \quad v=y-2$$

رابطه‌ی خط جریانی را به‌دست آورید که از نقطه‌ی (۳، ۲) m می‌گذرد.

۵-۶، م‌ش، ۸۲ در یک جریان بردار سرعت به‌صورت $\vec{V}=y/2\hat{i}+xy^2\hat{j}$ می‌باشد. معادله‌ی کلی خط جریان (*Stream line*) به‌صورت کدام‌یک از روابط زیر می‌باشد.

۱) $y=C\ ln\ x$ ۲) $y=C\ exp\ x$ ۳) $y=C\ ln\ x^2$ ۴) $y=C\ exp\ x^2$

جواب: گزینه‌ی (۴)

۵-۷ رابطه‌ی خط جریان به‌صورت $y = Cx$ و اندازه‌ی بردار سرعت به‌صورت زیر داده شده است:

$$|V| = \frac{K}{\sqrt{x^2 + y^2}}$$

که در آن K ضریب ثابت است. مؤلفه‌های سرعت در جهت‌های x و y را به‌دست آورید.

۵-۸، مع، ۸۷ معادله‌ی خط جریان دوبعدی به‌صورت $x^2 + y^2 - k/cy = 0$ است (c و k مقادیر ثابتی هستند) و x و y برحسب متر می‌باشند. درصورتی‌که سرعت در جهت x در نقطه‌ی $x = 5\ m$ و $y = 10\ m$ برابر ۵ متر بر ثانیه باشد، مقدار V_y در آن نقطه برابر است با:

۱) $-6/67\ m/s$ ۲) $-3/75\ m/s$ ۳) $+3/75\ m/s$

۴) به‌دلیل نامشخص بودن مقادیر ثابت k و c جواب در بین جواب‌های بالا وجود ندارد.

جواب: گزینه‌ی (۱)

۵-۹ در مسأله‌ی (۸-۵)، زاویه‌ی بردار سرعت با محور x در نقطه‌ی داده شده چقدر است؟

۵-۱۰ رابطه‌ی بردار سرعت دوبعدی به‌صورت زیر داده شده است:

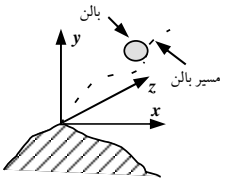
$$\vec{V} = x\hat{i} + x(x-1)(y+1)\hat{j}$$

رابطه‌ی خط جریان را که از مبدأ مختصات می‌گذرد، به‌دست آورید و آن را رسم کنید.

جواب: $y = e^{(0/5x^2 - x)} - 1$

۵-۱۱ بالنی در زمان $t = 0$ از مبدأ مختصات با سرعت عمودی $8\ m/s$ رها شده است. مؤلفه‌های سرعت باد نیز به‌صورت زیر در ارتفاع‌های متفاوت داده شده است:

$$\vec{V} = 3\hat{i} + 2\hat{j} \qquad 0 \le z \le 2000\ \ m$$
$$\vec{V} = 5\hat{i} \qquad 2000 < z \le 10000\ \ m$$
$$\vec{V} = -5\hat{i} + 10\hat{j} \qquad 10000 < z\ \ m$$



تصویر مسیر حرکت بالن را در صفحه‌ی مختصات x-y برای زمان $0 < t < 25$ رسم کنید.

۵-۱۲ میدان سرعت جریانی به‌صورت زیر داده شده است:

$$\vec{V} = 6x\hat{i} + (16y + 10)\hat{j} + 20t^2\hat{k}$$

رابطه‌ی مسیر حرکت ذره‌ای را که در موقعیت (۶، ۴، ۲) m در زمان $t = 2\ s$ قرار دارد، به‌دست آورید.

جواب: $\ln x + \ln(16y + 10) + z = 22t + 20/3t^3 - 86/31$

۵-۱۳ مسأله‌ی (۱۱-۵) را با فرض اینکه مؤلفه‌ی سرعت عمودی بالن برابر $w = w_0 e^{-at}$ باشد، حل کنید که در آن $w_0 = 8\ m/s$ و $a = 4 \times 10^{-4}\ 1/s$ است.

۵-۱۴، مع، ۸۸ معادله‌ی جریان دوبعدی غیرماندگاری به‌صورت $v = y$ و $u = x(۲+۱t)$ داده شده است. معادله‌ی خط مسیر ذره‌ای که در زمان شروع ($t = ۰$) در مکان ($y = ۱$، $x = ۱$) قرار دارد، کدام است؟

۱) $x = e^{\ln y(۱+\ln y)}$ ۲) $y = x^{\frac{۱}{(۱+۲t)}}$ ۳) $x = y^{\frac{۱}{(۱+۲t)}}$ ۴) $y = e^{\ln x(۱+\ln x)}$

جواب: گزینه‌ی (۱)

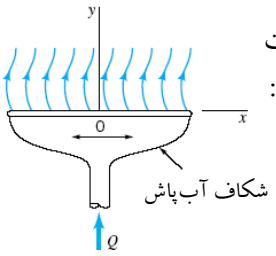
۵-۱۵ در زمان $t = ۰$ ذره‌ای از سیال در نقطه‌ی A رها شده است. مقدار سرعت در فاصله زمانی $۱۰\ s$ ثابت است، اما جهت آن در این فاصله زمانی ثابت نیست. همچنین، توزیع سرعت در هر زمان یکنواخت است. خط تمایل ذرات رها شده از A در زمان $t = ۱۰\ s$ نشان داده شده است. خط مسیر ذره در فاصله زمانی $t = ۱۰-۰\ s$ را رسم کنید.

۵-۱۶ برای مسأله‌ی (۵-۱۵) خطوط جریان را در فاصله‌ی زمانی $t = ۱۰-۰\ s$ رسم کنید.

۵-۱۷ در یک میدان سرعت، مؤلفه‌های سرعت در مدت زمان $t = ۱۰-۰\ s$ برابر $u = ۲\ m/s$ و $v = ۰ m/s$ و در مدت زمان $t = ۱۵-۱۰\ s$ برابر $u = ۳\ m/s$ و $v = -۴\ m/s$ است. اگر ذره‌ای در زمان $t = ۰$ در این میدان سرعت رها شود، مسیر ذره را در بازه‌ی زمانی $t = ۱۵-۰\ s$ و خطوط جریان و تمایل را در زمان $t = ۱۵\ s$ رسم کنید.

۵-۱۸ جریان آب که از شکاف یک آب‌پاش خارج می‌شود، حرکت نوسانی دارد و بردار سرعت آن به‌صورت زیر داده شده است:

$$V = u_0 \sin\left[\omega\left(t - \frac{y}{v_0}\right)\right]\hat{i} + v_0\hat{j}$$



که در آن u_0 و v_0 و ω مقادیری ثابت هستند.

(الف) رابطه‌ی خطوط جریان را که از مرکز مختصات عبور می‌کند، در زمان‌های $t = ۰$ و $t = \pi/۲\omega$ به‌دست آورده و رسم کنید.

(ب) رابطه‌ی خطوط مسیر را که از مرکز مختصات عبور می‌کند، در زمان‌های $t = ۰$ و $t = \pi/۲\omega$ به‌دست آورده و رسم کنید.

(ج) شکل تقریبی خط تمایل را که از مرکز مختصات عبور می‌کند را رسم کنید.

جواب: خطوط جریان $t = \frac{\pi}{۲\omega} : x = \frac{u_0}{\omega}\sin\left(\frac{\omega y}{v_0}\right)$; $t = ۰ : x = \frac{u_0}{\omega}\left[\cos\left(\frac{\omega y}{v_0}\right) - ۱\right]$

خطوط مسیر $t = \frac{\pi}{۲\omega} : y = \frac{u_0}{v_0}t$; $t = ۰ : y = v_0 t$

۵-۱۹، مم، ۸۴ در میدان ..... است.

۱) غیرچرخشی $\vec{\nabla}\cdot\vec{V}=0$ ۲) جریان دایم $\vec{\nabla}\cdot\boldsymbol{\phi}=0$

۳) غیرچرخشی $\vec{\nabla}\times\vec{V}=0$ ۴) جریان غیرقابل‌تراکم $\vec{\nabla}\cdot\boldsymbol{\phi}=0$

۵-۲۰ مؤلفه‌های سرعت در یک جریان سه‌بعدی تراکم‌ناپذیر و پایدار به‌صورت زیر داده شده است:

$$u=x^2+y^2+z^2 \quad ; \quad v=xy+yz+z^2 \quad ; \quad w=-3xz-\frac{z^2}{2}+4$$

(الف) آیا رابطه‌ی پیوستگی برقرار است؟

(ب) بردار ورتیسیته را به‌دست آورید. آیا جریان غیرچرخشی است؟

جواب: بله ؛ خیر

۵-۲۱ مؤلفه‌های سرعت در یک جریان دوبعدی تراکم‌ناپذیر به‌صورت زیر داده شده است:

$$v_r=Ar^{-1}+Br^{-2}\cos\theta \quad ; \quad v_\theta=Br^{-2}\sin\theta$$

(الف) آیا رابطه‌ی پیوستگی برقرار است؟

(ب) آیا جریان غیرچرخشی است؟

۵-۲۲ مؤلفه‌ی سرعت در یک جریان یک‌بعدی برابر $u=ay+by^2$ است که در آن a و b ثابت هستند. آیا جریان غیرچرخشی است؟ به‌ازای چه‌مقادیری از a و b نرخ تغییرشکل زاویه‌ای صفر است؟

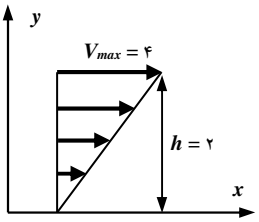
جواب: خیر ؛ هیچ مقدار

۵-۲۳ مؤلفه‌های سرعت در یک جریان دوبعدی تراکم‌ناپذیر و پایدار به‌صورت زیر داده شده است:

$$u=x^2 \quad ; \quad v=-2xy+x$$

تابع جریان را به‌دست آورید.

۵-۲۴، مم، ۷۹ برای جریان یک‌بعدی در جهت x با تغییرات خطی سرعت (مانند شکل روبه‌رو)، کدام گزینه تابع جریان را نشان می‌دهد؟



۱) $\psi=\frac{1}{2}y^2+x$ ۲) $\psi=y^2+1$

۳) $\psi=\frac{4}{3}y^2+x$ ۴) $\psi=2y^2+1$

جواب: گزینه‌ی (۲)

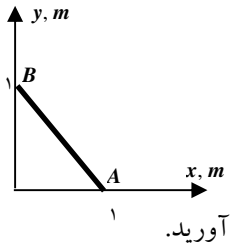
۵-۲۵ برای میدان سرعت داده شده در مسأله‌ی (۵-۲۱) تابع جریان را به‌دست آورید.

۵-۲۶ تابع جریان برای جریان دوبعدی تراکم‌ناپذیر و پایدار به‌صورت زیر داده شده است:

$$\psi = 2r^3 \sin 3\theta$$

برای این میدان جریان، تعدادی از خطوط جریان را رسم کنید.

۵-۲۷ تابع پتانسیل به‌صورت زیر داده شده است:



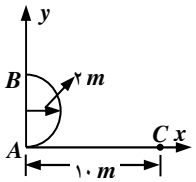
$$\phi = x^3 - 3xy^2$$

(الف) تابع جریان را به‌دست آورید.

(ب) خط جریان $\psi = ۰$ را که از مبدأ مختصات می‌گذرد، رسم کنید.

(ج) مقدار دبی گذرنده از خط AB نشان داده در شکل روبه‌رو را به‌دست آورید.

۵-۲۸، مع، ۸۵ تابع جریان ψ به‌صورت $\psi = x^۲ + ۲xy + ۴t^۲y$ داده شده است. در لحظه‌ی $t = ۲\ sec$ دبی گذرنده از مسیر نیم‌دایره‌ای که در شکل نشان داده شده است (Q_{AB}) و دبی گذرنده از خط A تا C (Q_{AC}) چقدر است؟



۱) $Q_{AC} = ۱۰۰\ m^۳/s$ ، $Q_{AB} = ۶۴\ m^۳/s$

۲) $Q_{AC} = ۱۰۰\ m^۳/s$ ، $Q_{AB} = ۳۶\ m^۳/s$

۳) $Q_{AC} = ۶۴\ m^۳/s$ ، $Q_{AB} = ۱۰۰\ m^۳/s$

۴) $Q_{AC} = ۱۰۰\ m^۳/s$ ، $Q_{AB} = ۶۲/۸\ m^۳/s$

جواب: گزینه‌ی (۱)

۵-۲۹ تابع پتانسیل را برای میدان سرعت داده شده در مسأله‌ی (۵-۲۳) به‌دست آورید.

۵-۳۰، مم، ۸۷ برای میدان سرعت $u = -By$ و $v = Bx$ به‌ترتیب تابع جریان و تابع پتانسیل سرعت را محاسبه نمایید.

۱) تابع جریان $\psi = B/۲(x^۲ - y^۲) + C$ و تابع پتانسیل سرعت تعریف نمی‌شود.

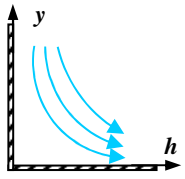
۲) تابع جریان $\psi = -B/۲(x^۲ + y^۲) + C$ و تابع پتانسیل سرعت تعریف نمی‌شود.

۳) تابع جریان $\psi = -B/۲(x^۲ + y^۲) + C$ و تابع پتانسیل سرعت $\phi = B/۲(x^۲ - y^۲) + C$

۴) تابع جریان $\psi = B/۲(-x^۲ + y^۲) + C$ و پتانسیل سرعت $\phi = B/۲(x^۲ - y^۲) + C$

جواب: گزینه‌ی (۲)

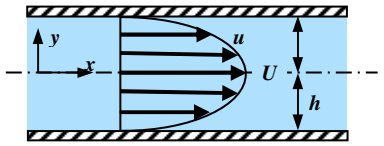
۵-۳۱ تابع جریان در جریان دوبعدی، غیرلزج، تراکم‌ناپذیر و غیرچرخشی در اطراف یک گوشه ۹۰° به‌صورت زیر تعریف شده است:



$$\psi = 2r^2 \sin 2\theta$$

تابع پتانسیل را به‌دست آورید.

۵-۳۲ توزیع سرعت جریان لزج دوبعدی تراکم‌ناپذیر و پایدار بین دو صفحه‌ی موازی به‌صورت زیر تعریف شده است:



$$u = U\left[1-\left(\frac{y}{h}\right)^2\right]$$

که در آن U سرعت حداکثر در $y = 0$ است. همچنین، $v = 0$ است. تابع‌های جریان و پتانسیل را به‌دست آورید.

جواب: $\psi = Uy\left[1-\frac{1}{3}\left(\frac{y}{h}\right)^2\right]+C$ ؛ **تابع پتانسیل وجود ندارد.**

۵-۳۳ تابع جریان در جریان دوبعدی غیرلزج و تراکم‌ناپذیر به‌صورت زیر تعریف شده است:

$$\psi = -x + y$$

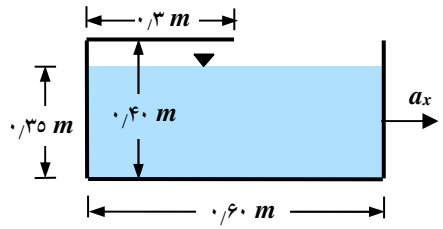
درصورتی‌که جریان غیرچرخشی است، تابع پتانسیل را به‌دست آورید.

۵-۳۴ تابع پتانسیل در جریان دوبعدی غیرلزج و تراکم‌ناپذیر که به شکل یک جریان چرخشی مارپیچ است به‌صورت زیر تعریف شده است:

$$\phi = \frac{\Gamma}{2\pi}\theta - \frac{m}{2\pi}\ln r$$

که در آن مقادیر Γ و m ثابت هستند. نشان دهید که در چنین جریانی زاویه‌ی بین بردار سرعت و مؤلفه‌ی شعاعی آن ثابت است.

۵-۳۵ سطح آب در مخزن مستطیلی به طول $۰/۶۰\ m$ و ارتفاع $۰/۴۰\ m$ برابر $۰/۳۵\ m$ است. حداکثر شتاب مخزن در جهت افقی را به‌دست آورید به‌طوری‌که آب از مخزن لبریز نشود.

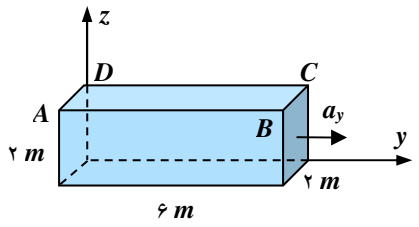


۵-۳۶، م ک، ۸۵ یک جعبه‌ی مستطیلی روباز به‌طول ۵ متر، تا ۰/۵ متر زیر لبه‌ی جعبه از آب پرشده است. ماکزیمم شتاب (برحسب m/s^2) که می‌توان به جعبه داد تا آب از جعبه لبریز نشود برابر است با ($g = ۱۰\ m/s^2$)؟

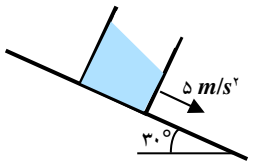
۱) ۰/۵ ۲) ۱/۱۱ ۳) ۲ ۴) ۳

جواب: **گزینه‌ی (۱)**

۵-۳۷ یک مخزن مستطیلی سربسته از آب پر شده است و فشار در سطح بالایی آن آتمسفر است. مقدار شتاب ثابت افقی، a_y که باعث خلأزایی می‌شود را به‌دست آورید. فشار مطلق بخار آب $1770\ Pa$ است.



۵-۳۸، م‌ش، ۸۲ در شکل مقابل، سیالی در داخل جعبه‌ای قرار دارد و از یک سطح شیب‌دار با شتاب $5\ m/s^2$ به‌سمت پایین در حرکت است. جعبه حاوی $2\ m^3$ آب با دانسیته‌ی $\rho = 1000\ kg/m^3$ است. شیب سطح آزاد آب چقدر است؟



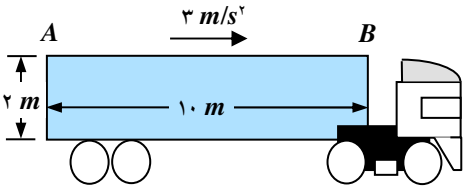
۱) $-0/177$ ۲) $-0/35$ ۳) $0/177$ ۴) $0/35$

جواب: گزینه‌ی (۳)

۵-۳۹ مخزنی پر از بنزین بر روی تریلی قرار دارد و تریلی با شتاب $3\ m/s^2$ حرکت می‌کند. وزن مخصوص بنزین $6600\ N/m^3$ است.

(الف) اگر فشار در گوشه‌ی بالای عقب مخزن، A، آتمسفر باشد، فشار در گوشه‌ی بالای جلو، B، چه‌مقدار است؟

(ب) حداکثر فشار در مخزن چه‌مقدار است؟



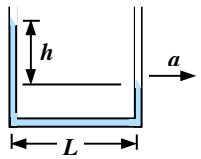
۵-۴۰، م‌ع، ۸۶ یک مخزن روباز به‌شکل مستطیل به طول ۸ متر، به عرض ۲ متر و به ارتفاع ۳ متر بر روی یک سطح افقی قرار گرفته و پر از آب می‌باشد. درصورتی‌که این مخزن تحت تأثیر شتاب افقی $a_x = 1/5\ m/s^2$ در جهت طولی قرار گیرد، چند مترمکعب از آب مخزن به بیرون تخلیه می‌شود؟ (شتاب ثقل $g = 10\ m/s^2$)

۱) ۹/۶ ۲) ۱۴/۴ ۳) ۲۴ ۴) ۱۹/۳

جواب: گزینه‌ی (۱)

۵-۴۱ ارتفاع آب در مخزن مستطیلی به طول $8\ m$، ارتفاع $4\ m$ و عرض $2\ m$ برابر $2\ m$ است. درصورتی‌که این مخزن تحت تأثیر شتاب افقی $2/5\ m/s^2$ در جهت طولی قرار گیرد، مقدار نیروی وارده بر سطوح جلویی و عقبی مخزن را به‌دست آورید و نشان دهید که تفاوت این دو نیرو برابر نیرویی است که برای شتاب دادن آب لازم است.

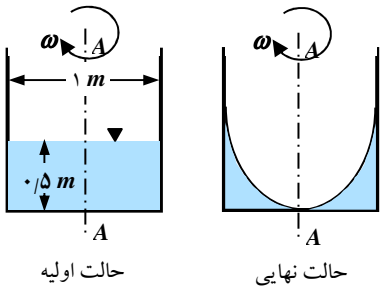
۵-۴۲، م ک، ۸۴ مطابق شکل مقابل، بخشی از یک لوله U-شکل توسط مایعی پر شده است. هنگامی که این لوله با شتاب a حرکت می‌کند، اختلاف h بین شاخه‌های لوله‌ی U-شکل ایجاد می‌گردد. مقدار h چقدر است؟



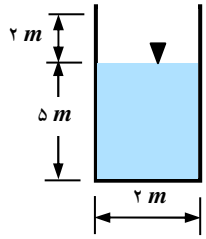
۱) aL/g ۲) a/g ۳) L/g ۴) $L/(ag)$

جواب: گزینه‌ی (۱)

۵-۴۳ آب در مخزن استوانه‌ای با قطر $1\ m$ به ارتفاع $0/5\ m$ قرار دارد. مخزن حول محور عمودی با سرعت زاویه‌ای ω دوران می‌کند و سطح آب در مرکز استوانه پایین می‌آید. سرعت زاویه‌ای چقدر باشد تا سطح آب در مرکز به کف استوانه برسد؟ هیچ‌گونه آبی از مخزن لبریز نمی‌شود.



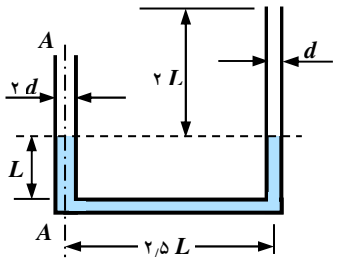
۵-۴۴، م ع، ۸۵ مخزن استوانه‌ای به قطر ۲/۰ متر و ارتفاع ۷/۰ متر تا ۵/۰ متر از آب پر شده است. اگر این مخزن با سرعت دورانی $10\ rad/s$ حول مرکز قاعده دوران نماید، چه حجمی از آب از مخزن خارج می‌شود؟ $(g = 10\ m/s^2)$



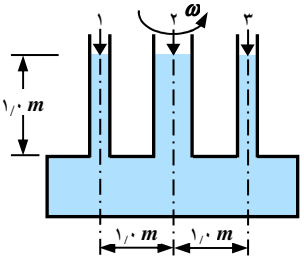
۱) $0/78\ m^3$ ۲) $3/14\ m^3$
۳) $1/57\ m^3$ ۴) آبی از مخزن به بیرون ریخته نمی‌شود.

جواب: گزینه‌ی (۳)

۵-۴۵ لوله‌های نشان داده شده در شکل که در آنها آب است، حول محور A-A با سرعت زاویه‌ای ω دوران می‌کنند. رابطه‌ای برای ω هنگامی که آب از لوله‌ی با قطر کمتر (d) لبریز شود را برحسب شتاب ثقل، g و L به‌دست آورید.



۵-۴۶، م ع، ۸۸ یک مخزن به‌صورت افقی قرار دارد و حاوی سیال است. سه لوله‌ی قایم ۱، ۲ و ۳ به‌ترتیب با شعاع‌های a، $2a$ و a همانند شکل به آن متصل شده است و تا ارتفاع یک متر از سیال پر شده‌اند. مجموعه با سرعت زاویه‌ای $\omega = 1\ rad/s$ حول محور مرکزی لوله‌ی ۲ درحال چرخش است. اگر از اثرات کشش سطحی صرف‌نظر شود، سطح سیال در لوله‌ی ۲ نسبت به حالت سکون چقدر پایین



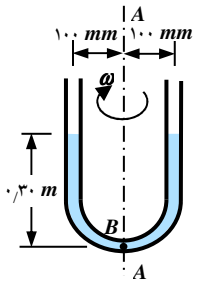
می‌آید؟ (a کوچک است).

۱) $\frac{۱}{۲g}$ ۲) $\frac{۱}{۳g}$

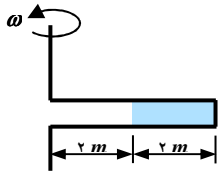
۳) $\frac{۱}{۶g}$ ۴) $\frac{۱}{۴g}$

جواب: گزینه‌ی (۳)

۵-۴۷ لوله‌ی U–شکل که در آن آب به ارتفاع $۰٫۳۰\ m$ قرار دارد، با سرعت زاویه‌ای ω حول محور A-A می‌چرخد. سرعت زاویه‌ای چه‌مقدار باشد تا آب در نقطه‌ی B شروع به بخارشدن کند؟ فشار مطلق بخار آب را $۱۷۷۰\ Pa$ درنظر بگیرید و فرض کنید در این حالت، ارتفاع آب در ستون‌های چپ و راست لوله، $۰٫۳۰\ m$ باقی می‌ماند.



۵-۴۸، م ک، ۸۶ یک لوله‌ی افقی باریک به‌طول ۴ متر در زمان گردش تا نیمه پر می‌باشد و تحت سرعت زاویه‌ای ثابت ω (برحسب رادیان در ثانیه) مطابق شکل در صفحه‌ی افق دوران می‌کند. فشار در انتهای بسته‌ی لوله چقدر است؟ (g شتاب جاذبه می‌باشد.)

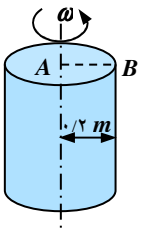


۱) $\omega^۲/۲g$ متر آب ۲) $۶\omega^۲/g$ متر آب

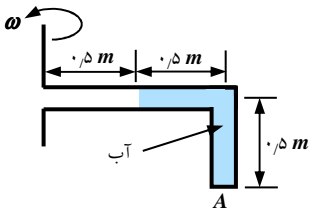
۳) $۳\omega^۲/۲g$ متر آب ۴) $۲\omega^۲/g$ متر آب

جواب: گزینه‌ی (۲)

۵-۴۹ در یک مخزن استوانه‌ای سربسته به قطر $۰٫۴\ m$ روغن ($SG = ۰٫۹$) قرار دارد. این مخزن با سرعت زاویه‌ای $۴۰\ rad/s$ حول محور تقارن می‌چرخد. تفاوت فشار در سطح بالایی روغن، بین دو نقطه‌ی A واقع بر روی محور دوران و نقطه‌ی B واقع بر روی محیط را به‌دست آورید.



۵-۵۰، مع، ۸۷ یک لوله‌ی باریک به‌شکل مقابل تا محل نشان داده شده از آب پر شده است و با سرعت زاویه‌ای ω حول محور قایم دوران می‌کند. فشار در نقطه‌ی A چقدر است؟ (وزن حجمی آب γ_w است)



۱) $(\omega^۲/۲g+۰٫۵)\gamma_w$ ۲) $(۳\omega^۲/۴g+۰٫۵)\gamma_w$

۳) $(۳\omega^۲/۸g+۰٫۵)\gamma_w$ ۴) $(۳\omega^۲/۸g)\gamma_w$

جواب: گزینه‌ی (۳)

۵-۵۱، م‌ش، ۸۱ آب حول محور عمودی یک تانک مانند یک جسم صلب دوران می‌کند. فشار نقطه‌ای روی محور دوران (A) و فشار در نقطه‌ای از سیال که $0/2\ m$ از محور فاصله و $0/2\ m$ بالاتر از (A) قرار دارد، برابر است. سرعت دورانی چند رادیان بر ثانیه (rad/sec) است؟ $g = 10\ m/sec^2$

۱) ۴/۴۷ ۲) ۷/۰۷ ۳) ۱۰ ۴) ۱/۰۵

۵-۵۲، م‌ک، ۸۵ رابطه‌ی برنولی را می‌توان در هرلحظه .....

۱) در امتداد یک خط جریان در لایه‌ی مرزی نوشت.

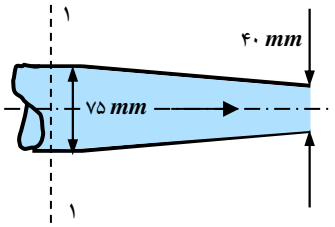
۲) در تمام میدان یک جریان غیرقابل تراکم چرخشی بین هر دو نقطه نوشت.

۳) در تمام میدان یک جریان غیرقابل تراکم غیرچرخشی بین هر دو نقطه نوشت.

۴) فقط در امتداد دو نقطه‌ی هر خط جریان وقتی که ρ سیال ثابت باشد نوشت.

جواب: گزینه‌ی (۳)

۵-۵۳ قطر روزنه‌ای که سر لوله‌ی آب آتش‌نشانی قرار دارد $40\ mm$ است. بنابر استاندارد آتش‌نشانی، این روزنه باید بتواند مقدار دبی $0/020\ m^3/s$ را از خود عبور دهد. اگر این روزنه به سر لوله‌ای با قطر $75\ mm$ متصل شود، چه‌مقدار فشار در بالادست روزنه [مقطع (۱)] در داخل لوله باید برقرار باشد تا این مقدار دبی تأمین گردد؟



۵-۵۴، م‌م، ۸۱ تابع جریان سیال غیرقابل تراکم و بدون اصطکاک به‌صورت $\psi = x^2 + y^2$ می‌باشد. آیا می‌توان به‌کمک رابطه‌ی برنولی اختلاف فشار را مابین دو نقطه‌ی $(x, y) = (1, 1)$ و $(y) = (2, 1)$ محاسبه کرد؟

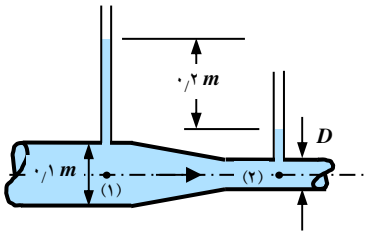
۱) بله، چون جریان غیرچرخشی است. ۲) خیر، چون جریان چرخشی است.

۳) خیر، چون نقاط در امتداد یک خط جریان نمی‌باشند.

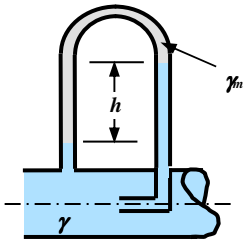
۴) بله، چون جریان بدون اصطکاک، دایم، دوبعدی و غیرقابل تراکم است.

جواب: گزینه‌های (۲) و (۳)

۵-۵۵ جریان از یک تنگ‌شدگی لوله (انقباض تدریجی) عبور می‌کند. اگر اختلاف سطح دو مانومتر که برای تعیین اختلاف فشار دو نقطه‌ی (۱) و (۲) به‌کار رفته است، برابر $0/2\ m$ باشد، مقدار دبی را برحسب قطر لوله کوچک‌تر، D، به‌دست آورید.



۵-۵۶، م ک، ۸۵ در شکل روبه‌رو مقدار سرعت اندازه‌گیری شده توسط لوله‌ی پیتوت برابر است با:

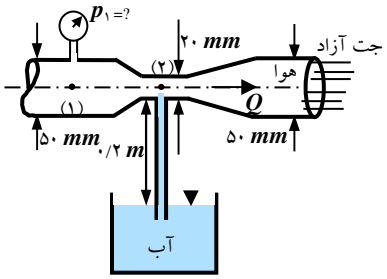


۱) $\sqrt{2g\left(1-\frac{\gamma_m}{\gamma}\right)h}$ ۲) $\left(1-\frac{\gamma_m}{\gamma}\right)\sqrt{2gh}$

۳) $\sqrt{2g\left(1-\frac{\gamma}{\gamma_m}\right)h}$ ۴) $2gh\sqrt{\left(1-\frac{\gamma_m}{\gamma}\right)h}$

جواب: گزینه‌ی (۱)

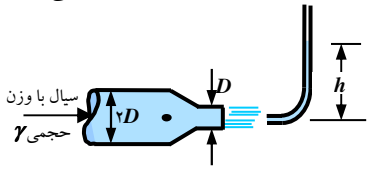
۵-۵۷ هوا از وسیله‌ی نشان داده شده در شکل جریان دارد. در اثر تنگ‌شدگی مقطع جریان، فشار در این مقطع پایین می‌رود. اگر سرعت و یا دبی جریان زیاد باشد، فشار در گلوگاه وسیله (کوچک‌ترین مقطع) آن‌قدر کم می‌شود تا آب را از مخزن به سمت بالا هدایت کند (مکش). مقدار دبی و فشار در بالادست (p_1) را به‌دست آورید. فرض کنید جریان غیرلزج و تراکم‌ناپذیر است.



۵-۵۸، م ع، ۸۷ بالاروی سیال در لوله‌ی پیتوت که در مقابل جت خروجی از لوله به قطر D قرار گرفته است، h می‌باشد. فشار در نقطه‌ی قبل از تغییر مقطع چقدر است؟ (از افت انرژی صرف‌نظر می‌شود).

۱) $h\gamma$ ۲) $۳\,h\gamma/۴$ ۳) $۷h\gamma/۸$

۴) $۱۵\,h\gamma/۱۶$

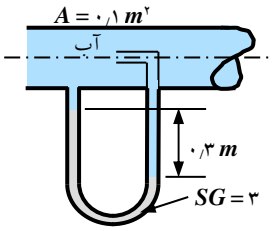


جواب: گزینه‌ی (۴)

۵-۵۹، م ش، ۸۴ اگر آب در رودخانه‌ای با سرعت V جریان داشته باشد، فشار آب بر پایه‌ی پلی در مسیر این جریان چقدر است؟

۱) $p=\rho gh$ ۲) $p=\frac{۱}{۲}\rho V^۲$ ۳) $p=p_0+\rho gh$ ۴) $p=p_0+\frac{۱}{۲}\rho V^۲$

۵-۶۰، م ک، ۸۱ برای جریان سیال ایده‌آل در لوله‌ی شکل زیر، دبی عبوری چند مترمکعب بر ثانیه است؟ ($g=۱۰\ m/s^۲$)

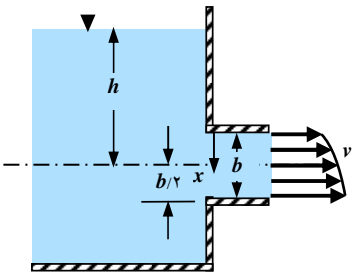


۱) ۰/۱۷ ۲) ۰/۲۱

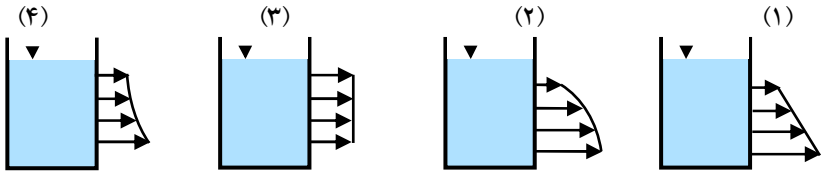
۳) ۰/۳۵ ۴) ۰/۴۲

جواب: گزینه‌ی (۳)

۵-۶۱ همچنانکه در بخش (۵-۳-۵) توضیح داده شد، سرعت خروجی جت آب از یک روزنه که در جداره‌ی مخزن تعبیه شده است، یکنواخت نیست. حال، یک مخزن مکعب مستطیل را درنظر بگیرید که در آن روزنه‌ای مربع‌شکل به بعد b قرار دارد. اگر ارتفاع مایع تا وسط روزنه h باشد، رابطه‌ای برای توزیع سرعت خروجی جت آب بر حسب x به‌دست آورید. رابطه‌ای برای سرعت متوسط مقطع نیز به‌دست آورید.

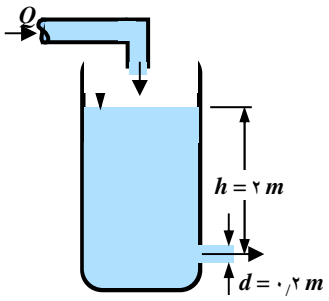


۵-۶۲، م‌ش، ۸۵ سوراخ‌های متعددی در دیواره‌ی ظرف استوانه‌ای حاوی آب ایجاد شده است. کدام شکل تغییرات سرعت آب خروجی از سوراخ‌ها را صحیح نشان می‌دهد؟

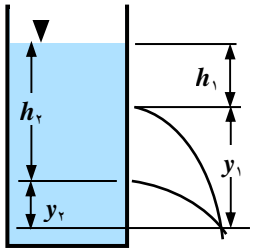


جواب: گزینه‌ی (۲)

۵-۶۳ جریان جت آزاد از یک روزنه مستطیلی به ابعاد $۰/۴\ m \times ۰/۲\ m$ از یک مخزن خارج می‌شود. فرض کنید که هد سرعت سطح آب مخزن قابل صرف‌نظر کردن است. دبی جریان را درصورتی‌که ارتفاع آب در مخزن $h = ۲\ m$ باقی بماند، در دو حالت با توزیع غیریکنواخت سرعت در روزنه و توزیع یکنواخت سرعت به‌دست آورید و باهم مقایسه کنید.



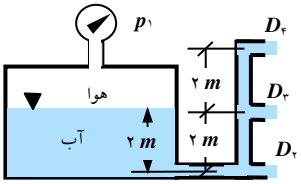
۵-۶۴، مع، ۸۴ سیالی مطابق شکل از دو روزنه که به فواصل $h_۱$ و $h_۲$ بر روی دیواره‌ی یک مخزن نصب شده‌اند، تخلیه می‌شود. جت‌های خروجی از این دو روزنه در نقطه‌ای با یکدیگر برخورد کرده‌اند. با فرض عدم تلفات انرژی تا قبل از نقطه‌ی تلاقی، کدام گزینه صحیح است؟



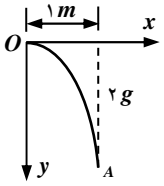
۱) $h_۱ h_۲ = y_۱ y_۲$
۲) $h_۱ y_۱^۲ = h_۲ y_۲^۲$
۳) $h_۱ h_۲^۲ = y_۲ y_۲^۲$
۴) $h_۱ y_۱ = h_۲ y_۲$

جواب: گزینه‌ی (۲)

۵-۶۵ آب از یک مخزن تحت فشار توسط سه روزنه با قطرهای متفاوت خارج می‌شود. قطر روزنه‌ی پایینی $D_۲ = ۱۳\ mm$ است. اگر دبی خروجی هر سه روزنه یکی باشد، قطرهای روزنه‌های دیگر ($D_۳$ و $D_۴$) را به‌دست آورید. فشار هوای مخزن $p_۱ = ۲۰۰\ kPa$ است.



۵-۶۶، مهم، ۸۰ یک جت آب به‌صورت افقی، آب را به آتمسفر تخلیه می‌کند و مسیر آب به‌صورت OA و مختصات A برحسب متر به‌صورت $(۲g, ۱)$ می‌باشد که در آن g شتاب ثقل است. دبی حجمی خروجی از جت با سطح $۰/۰۱\ m^۲$ برحسب لیتر در ثانیه کدام است؟

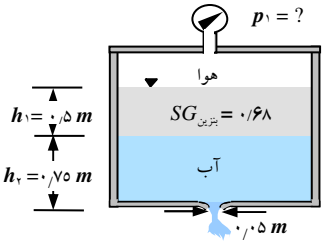


۱) ۳ ۲) ۲

۳) ۵ ۴) ۲

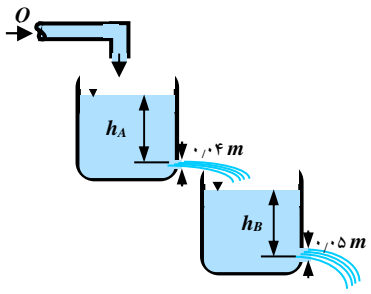
جواب: گزینه‌ی (۳)

۵-۶۷ مقدار فشار لازم در سیستم نشان داده شده در شکل چقدر باشد تا دبی خروجی جت از روزنه‌ی کف، $۰/۰۱۰\ m^۳/s$ باشد؟

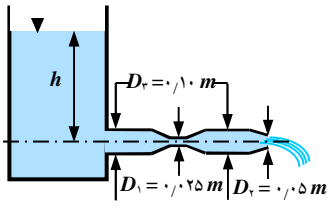


۵-۶۸ اگر جریان در سیستم نشان داده شده در شکل، پایدار و $h_B = ۲\ m$ باشد، ارتفاع آب، h_A را به‌دست آورید.

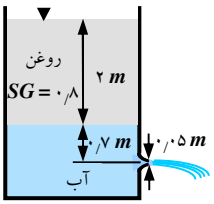
جواب: ۴/۹ m



۵-۶۹ جریان از یک مخزن توسط لوله‌ای کوتاه که در شکل نشان داده شده است، تخلیه می‌شود. اگر از اصطکاک صرف‌نظر شود، مقدار ارتفاع h را طوری تعیین کنید که خلأزایی در لوله اتفاق نیفتد. برای جلوگیری از خلأزایی، آیا باید مقدار $D_۱$ افزایش یا کاهش یابد؟ برای جلوگیری از خلأزایی، آیا باید مقدار $D_۲$ افزایش یا کاهش یابد؟ فشار مطلق بخار آب ۱۷۷۰ Pa است.

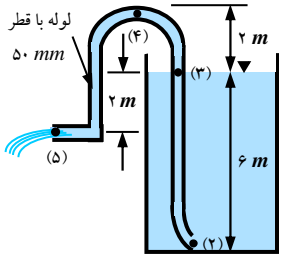


۵-۷۰ دبی را در سیستم نشان داده شده در شکل، به‌دست آورید.

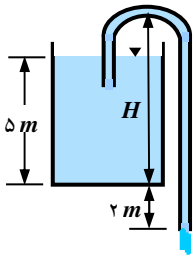


جواب: $۰/۰۱۳\ m^3/s$

۵-۷۱ سیفون نشان داده شده در شکل، آب را از مخزن تخلیه می‌کند. مقدار دبی سیستم و فشار را در نقاط (۲)، (۳)، (۴) و (۵) به‌دست آورید. از اصطکاک لوله‌ی سیفون صرف‌نظر کنید.

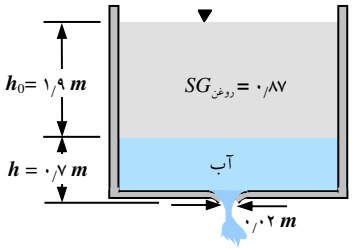


۵-۷۲ سیفون نشان داده شده در شکل، آب را از مخزن تخلیه می‌کند. مقدار حداکثر ارتفاع مکش سیفون (H) را طوری به‌دست آورید که خلأزایی در سیفون اتفاق نیفتد. از اصطکاک لوله‌ی سیفون صرف‌نظر کنید و فشار مطلق بخار آب را ۱۷۷۰ Pa درنظر بگیرید.

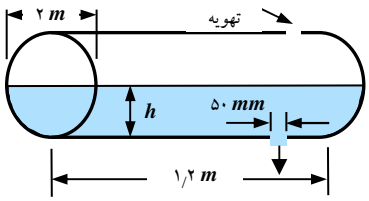


جواب: $۸/۱۵\ m$

۵-۷۳ در یک مخزن مستطیلی به ابعاد $۹/۵\ m \times ۲/۶\ m$ روغن و آب قرار دارد. آب از طریق روزنه‌ای به قطر ۲۰ mm که در کف مخزن قرار دارد تخلیه می‌شود. چه مدت زمانی طول می‌کشد تا آب از مخزن تخلیه شود؟ جریان را شبه‌پایدار فرض کنید.

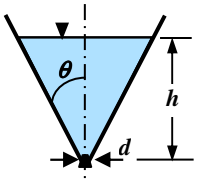


۵-۷۴ یک استوانه به شعاع ۱ m تا نصف آن از آب پر شده است. آب مخزن از طریق یک روزنه به قطر ۵۰ mm در حال تخلیه شدن است. رابطه‌ای برای زمان تخلیه‌ی آب از مخزن برحسب ارتفاع آب در مخزن در هر لحظه، h به‌دست آورید. جریان را شبه‌پایدار فرض کنید.

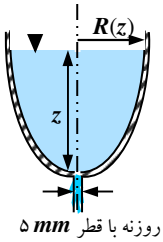


جواب: $t = ۱۸۳/۹۷\left[\left(۲-h\right)^{\frac{۳}{۲}} - ۱\right]$

۵-۷۵ یک وسیله‌ی باستانی برای اندازه‌گیری زمان در شکل نشان داده شده است. این وسیله که به شکل مخروط وارونه است، با آب پر می‌شده است. سپس درپوشی که سر راه روزنه‌ای در پایین آن قرار دارد، در زمان $t = ۰$ برداشته می‌شده است. اگر این مخزن پس از سه ساعت تخلیه شود، رابطه‌ای برای ارتفاع آب در هر لحظه، h برحسب t و θ و d به‌دست آورید. جریان را شبه‌پایدار فرض کنید.

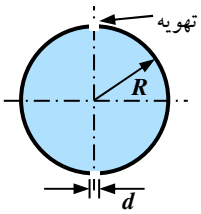


۵-۷۶ یک وسیله‌ی باستانی برای اندازه‌گیری زمان در شکل نشان داده شده است. در این وسیله که به شکل متقارن مرکزی است، سطح آب به‌مقدار ثابت، پایین می‌آید. اگر میزان پایین‌رفتن سطح آب برابر $۰/۱\ m/hr$ باشد، رابطه‌ای برای شکل این وسیله، یعنی $R = R(z)$ را به‌دست آورید. جریان را شبه‌پایدار فرض کنید.

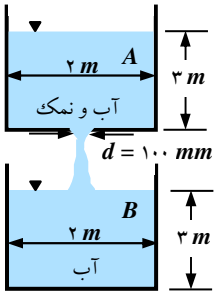


جواب: $R = ۰/۹۹۸z^{۰/۲۵}$

۵-۷۷ در کف یک مخزن کره‌ای به قطر D (شعاع R)، روزنه‌ای به قطر d قرار دارد. در ابتدا مخزن پر از آب است و فشار بالای سطح آب (با تهویه‌ی مناسب) فشار آتمسفر است. رابطه‌ای برای تغییرات سطح آب بر حسب زمان به‌دست آورید.



۵-۷۸ محلول آب و نمک از مخزن A توسط روزنه‌ای به قطر $d = ۱۰۰\ mm$ که در کف آن قرار دارد، به مخزن B تخلیه می‌شود. در زمان $t = ۰$ چگالی نسبی محلول آب و نمک مخزن A برابر ۱/۱۵ است و در مخزن B فقط آب وجود دارد. قطر مخازن و ارتفاع اولیه‌ی سیال در آن‌ها به‌ترتیب برابر $۲\ m$ و $۳\ m$ است. ثابت کنید که تغییرات چگالی نسبی سیال در مخزن B برحسب زمان از رابطه‌ی زیر تبعیت می‌کند:



$$SG_B = \frac{6.45 - 1.15\left(1.732 - 0.0055t\right)^2}{6 - \left(1.732 - 0.055t\right)^2}$$

از اثرات لزجت صرف‌نظر کنید و فرض کنید که سیال مخزن B در هر زمان، یک سیال همگن است. همچنین، جریان را شبه‌ماندگار درنظر بگیرید. چه مدت زمانی طول خواهد کشید تا مخزن A تخلیه شود؟

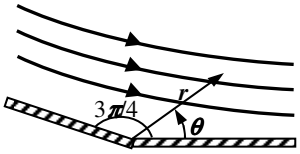
جواب: $۳۱۵\ s$

۵-۷۹ تابع پتانسیل برای جریان غیرلزج تراکم‌ناپذیر به‌صورت زیر داده شده است:

$$\phi = 2x^2y - \frac{2}{3}y^3$$

درصورتی‌که فشار در نقطه‌ای به مختصات $x = ۱\ m$ و $y = ۱\ m$ برابر $۱۵۰\ kPa$ باشد، مقدار فشار را در نقطه‌ای به مختصات $x = ۲\ m$ و $y = ۲\ m$ به‌دست آورید. سیال را آب درنظر بگیرید.

۵-۸۰ تابع جریان برای جریان غیرلزج تراکم‌ناپذیر در یک گوشه که در شکل نشان داده شده است به‌صورت زیر است:

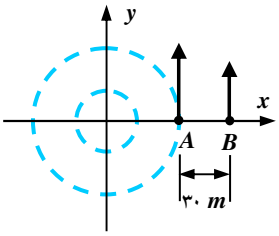


$$\psi = 2r^{4/3}\sin\left(\frac{4}{3}\theta\right)$$

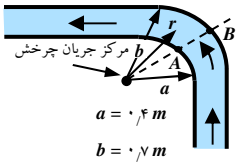
رابطه‌ای برای گرادیان فشار در امتداد مرز سخت، جایی که $\theta = ۰$ است، به‌دست آورید. فرض کنید که جریان در صفحه‌ی افق قرار دارد.

جواب: $dp/dx = -۶۴\rho \Big/ \left(۲۷r^{\frac{۱}{۳}}\right)$

۵-۸۱ برای شبیه‌سازی یک گردباد می‌توان آن را مانند یک جریان چرخش با دوران Γ درنظر گرفت که برای $r>R_c$ صادق است، که در آن R_c شعاع هسته‌ی گردباد است. سرعت اندازه‌گیری شده‌ی نقاط A و B به‌ترتیب برابر $۳۰\ m/s$ و $۲۰\ m/s$ است. مسافت نقطه‌ی A را نسبت به مرکز گردباد، r_A به‌دست آورید.



۵-۸۲ برای شبیه‌سازی جریان ایده‌آل در یک خم افقی می‌توان آن را مانند یک جریان چرخش با دوران Γ درنظر گرفت. نشان دهید که دبی در واحد عرض (عمود بر صفحه‌ی کتاب) کانال، q، به‌صورت زیر به‌دست می‌آید:

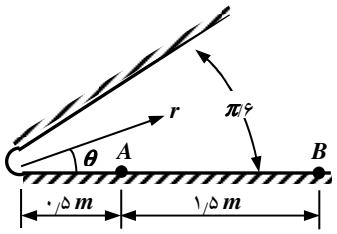


$$q = C\sqrt{\frac{\Delta p}{\rho}}$$

که در آن $\Delta p = p_B - p_A$ است. مقدار ضریب ثابت، C، برای ابعاد داده شده در مسأله را به‌دست آورید.

جواب: $C = ۰٫۳۸۶\ m$

۵-۸۳ آب در گوشه‌ی دیوار به سمت روزنه‌ای که در انتهای آن قرار دارد جریان می‌یابد. تابع پتانسیل برای این جریان به‌صورت $\phi = -۲\ \ln r$ است. اختلاف فشار نقاط A و B ($p_A - p_B$) را به‌دست آورید.



۵-۸۴ یک جریان دوبعدی از ترکیب جریان چشمه در مبدأ مختصات و جریانی که تابع پتانسیل آن به‌صورت زیر داده شده است تشکیل می‌گردد:

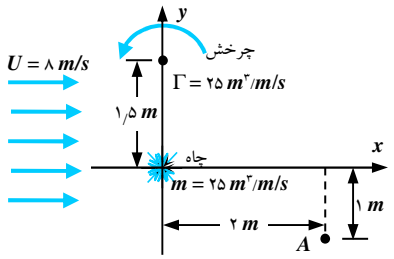
$$\phi = r^2 \cos 2\theta$$

مختصات نقاط ایستایی (θ و r) را در محدوده‌ی $\pi \geq \theta \geq 0$ به‌دست آورید.

جواب: $r_s = \sqrt{m/2}$; $\theta_s = \pi/2$

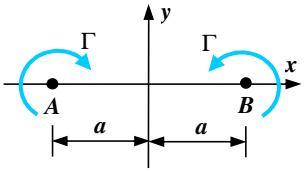
۵-۸۵ جریان یکنواخت را در جهت مثبت محور x درنظر بگیرید و آن را با جریان چرخش در مبدأ مختصات ترکیب کنید. خط جریان $\psi = 0$ از نقطه‌ی $x = 2$ و $y = 0$ می‌گذرد. رابطه‌ی این خط جریان را به‌دست آورید.

۵-۸۶ برای جریان ترکیبی از جریان چاه در مبدأ مختصات، جریان چرخش و جریان یکنواخت که در شکل نشان داده شده است، سرعت جریان را در نقطه‌ی A به‌دست آورید.



جواب: $V_A = 1/13\ m/s$

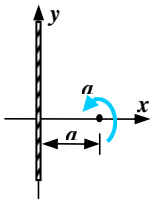
۵-۸۷ برای جریان ترکیبی از دو جریان چرخش که به نام جریان چرخش دوتایی معروف است،



(الف) توزیع سرعت در امتداد محور y را برحسب y، π، Γ و a به‌دست آورید.

(ب) به این جریان ترکیبی یک جریان یکنواخت با سرعت $U = \Gamma/4\pi a$) به‌طرف بالا، موازی محور y اضافه کنید. نقاط ایستایی را به‌دست آورید و محل تلاقی خط جریان $\psi = 0$ با محور x را مشخص کنید.

۵-۸۸ جریان چرخش در نقطه‌ای به مختصات (a، ۰) از دیواری عمودی در امتداد محور y قرار دارد. اگر مقدار فشار در دوردست برابر صفر باشد، توزیع فشار و توزیع سرعت را در امتداد دیوار به‌دست آورید.

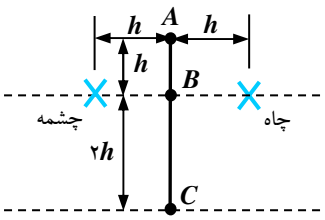


(تذکر: برای شبیه‌سازی دیوار، از یک جریان چرخش مجازی با همان قدرت اما با چرخش مخالف استفاده کنید.)

جواب: $V = \dfrac{\Gamma a}{\pi\left(y^2 + a^2\right)}$; $p = -\dfrac{1}{2}\dfrac{\rho}{\pi^2}\dfrac{\Gamma^2 a^2}{\left(y^2 + a^2\right)}$

۵-۸۹ دو جریان چرخش A و B در جهت خلاف عقربه‌های ساعت به فاصله‌ی m ۳ از همدیگر قرار دارند. قدرت جریان چرخش A، $\Gamma = ۲۴\ m^۳/s/m$ و قدرت جریان چرخش B نصف قدرت جریان چرخش A است. مختصات مرکز ترکیب این دو جریان، یعنی جایی‌که سرعت جریان صفر است را به‌دست آورید. مقدار نرخ چرخش خط AB را به‌دست آورید.

۵-۹۰، مم، ۷۹ در شکل روبه‌رو چشمه و چاهی با قدرت مساوی q نشان داده شده است. فشار در نقاط A، B و C را با p_A p_B و p_C نشان می‌دهیم. کدام‌یک از عبارات زیر درست است؟

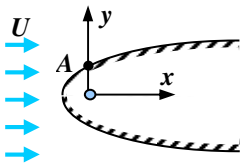


۱) $p_B < p_C < p_A$ ۲) $p_B > p_C > p_A$

۳) $p_B < p_A < p_C$ ۴) $p_B > p_A > p_C$

جواب: گزینه‌ی (۳)

۵-۹۱ در جریان یکنواخت عبوری از یک نیم‌پیکر نشان دهید که چگونه می‌توان از اختلاف فشار بین نقطه‌ی ایستایی و نقطه‌ی A رابطه‌ای برای سرعت U به‌دست آورد. از نیروی ثقل صرف‌نظر کنید و جریان را غیرلزج و تراکم‌ناپذیر درنظر بگیرید.

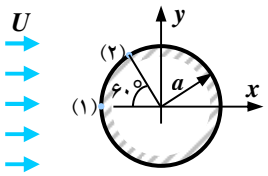


۵-۹۲ در جریان یکنواخت عبوری از یک نیم‌پیکر، اگر سرعت جریان یکنواخت $۶۰\ m/s$ باشد، مقدار سرعت حداکثر روی سطح نیم‌پیکر و زاویه‌ی مکان آن را (θ) به‌دست آورید.

جواب: $\theta \cong \frac{\pi}{۳}$ ؛ $V_{max} = ۷۵/۶\ m/s$

۵-۹۳ در جریان پتانسیل عبوری از یک استوانه، نشان دهید که اختلاف فشار دو نقطه‌ی (۱) و (۲) روی سطح استوانه که در شکل نشان داده شده است، توسط رابطه‌ی زیر به‌دست می‌آید:

$$U = C\sqrt{\frac{\Delta p}{\rho}}$$



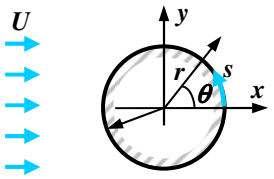
مقدار ضریب C را به‌دست آورید.

۵-۹۴، مم، ۸۱ در جریان پتانسیل روی سیلندری به شعاع R، سرعت مماسی از رابطه‌ی $-۲V_\infty \sin\theta$ قابل محاسبه است که در آن V_∞ سرعت جریان در دور از جسم است. مقدار ضریب c_p (ضریب فشار) روی سیلندر کدام است؟

۱) $۱-\sin^۲\theta$ ۲) $۱-۲\sin^۲\theta$ ۳) $۱-۳\sin^۲\theta$ ۴) $۱-۴\sin^۲\theta$

جواب: گزینه‌ی (۴)

۵-۹۵ در جریان پتانسیل عبوری از یک استوانه، نشان دهید که گرادیان فشار، $\partial p/\partial s$، در حوالی نقطه‌ی ایستایی، متناسب با s است. مختصات s همچنانکه در شکل نشان داده شده است، در امتداد سطح استوانه است.



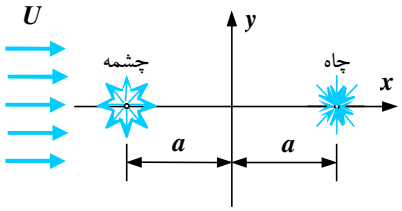
۵-۹۶ ترکیب جریان یکنواخت با سرعت U از چپ به راست، جریان دوگانه با قدرت $\pi U a^2$ و جریان چرخش با دوران Γ را در مبدأ مختصات درنظر بگیرید.

(الف) آیا جسمی که از ترکیب این جریان‌ها به‌وجود می‌آید یک استوانه است؟

(ب) مقدار Γ را طوری تعیین کنید که فقط یک نقطه‌ی ایستایی بر روی استوانه تشکیل شود.

جواب: بله ؛ $\Gamma = 4\pi a U$

۵-۹۷ یک جریان چشمه و یک جریان چاه با قدرت مساوی با جریان یکنواخت ترکیب شده است. رابطه‌ای برای طول و ارتفاع جسمی که تشکیل می‌شود، به‌دست آورید. اگر $m = 20\ m^3/s/m$ و $U = 60\ m/s$ باشد، مقادیر طول و ارتفاع جسم را به‌دست آورید.



جواب: $\ell = \left(a^2 + \frac{2ma}{U_0}\right)^{\frac{1}{2}}$ ؛ $h = \frac{h^2 - a^2}{2a} tg\left(\frac{U_0 h}{m}\right)$ ؛ $\ell = 2/58\ m$ ؛ $h = 0/66\ m$