3-8) $D_r = \int_{A_1} P_1 dA - 2P_2 A_2 \cos\theta = \frac{1}{2} \times 0.5 \rho U^2 \times bL - 2 \times (-0.6) \rho U^2 \cos 45 \left(\frac{bl}{2\cos 45}\right)$

$D_r = 0.85 \rho U^2 bL \qquad C_D = \frac{D_r}{\frac{1}{2}\rho U^2 A} = \frac{0.85 \rho U^2 bL}{\frac{1}{2}\rho U^2 bL} \Rightarrow C_D = 1.7$

بیضوی بالا برتری به دلیل اینکه بدنه های عمودی کمتری را در راستای جلو قرار می دهند ضریب مقاومت پس هندسی بالا برتر هستند.

7-8) $W = F.U \rightarrow W = 6kW \quad U = 30 m/s \rightarrow F = \frac{6000}{30} = 200 N \quad \rho_{air} = 1.225 kg/m^3$

$C_D = \frac{D_r}{\frac{1}{2}\rho U^2 A} = \frac{200}{\frac{1}{2} \times 900 \times 1 m^2 \times 1.225} = 0.369 \simeq 0.37$

9-8) مخزن $A = 55 m^2$

۲ فنجان سرعت $2 m/s$ درجهت عمود بر دهانه ی ورودی با دبی جرمی $\dot{m} = 5 kg/s$

ضریب برآیش در دو حالت ۰.۲۵ ضریب پایینی = C_{D_1} (دیواره بالا)

$L_i = 0$

الف) نیروی پایش:

$R = D_r = \frac{1}{2} C_D \rho U^2 A = \frac{1}{2} \times 0.25 \left(1.224 kg/m^3\right)(5 m/s)^2 (55 m^2)$

$\Rightarrow D_r = 211.4625 N$

ب)

$U = \sqrt{2^2 + 5^2} \simeq 5.385 \quad \sin\theta = \frac{5}{5.385} \Rightarrow \theta = 68.1975^\circ$

$R = \sqrt{D_r^2 + L^2} = \frac{1}{2} \rho U A \sqrt{C_r^2 + C_t^2} = \frac{1}{2} \times 1.22 \times (5.385)^2 \times 55 \sqrt{0.25^2 + 0.4^2} \times \sin\theta =$

$952.0517 N$

(۱-۵۲

$d_s = 1mm$ $\quad \rho_s = 1000\ kg/m^3$ $\quad$ حرکت $\rightarrow$ $\rho_s = 1100\ kg/m^3$ سقوط $\quad V_{حدی} = ?$ $\quad$ سرعت روغن $= 4cm/s$

$g = 10\ m/s^2$ $\quad \pi = 3$

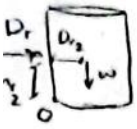
چون قطر لوله کم است و لزجت روغن زیاد است $\rightarrow$ جریان را $Re < 1$ فرض می‌کنیم

$$U = \frac{\gamma_{oil} D^2 (S_g - 1)}{18\mu} \Rightarrow \mu = \frac{\gamma_{oil} (S_g - 1) D^2}{18 U}$$

$$\mu = \frac{(1000) \times (10) \times (1 \times 10^{-3})^2 \times \left(\frac{1000}{800} - 1\right)}{18 \times 4 \times 10^{-2}} = 0.0911\ Pa.s$$

تست کنترلی $\rightarrow$ $Re = \frac{\rho U D}{\mu} = \frac{1000 \times 4 \times 10^{-2} \times 1 \times 10^{-3}}{0.0111} = 0.36045 < 1$ ✓

56-8) $D = 0.8$ $h = 1.5$ $\rho = 150\ kg/m^3$ $\gamma_w = ?$



$$\sum M_O = Dr \times \frac{h}{2} - w \times \frac{D}{2} = 0 \rightarrow Dr\,\frac{h}{2} = w\,\frac{D}{2}$$

$$\frac{1}{2}\rho U^2 C_D A \times h = \gamma \forall D \rightarrow \frac{1}{2}\rho_{air} U^2 \times C_D \times D \times h \times h = \rho g \times \frac{\pi}{4} D^2 \times h \times D$$

$$\rightarrow \frac{1}{2} \times 1.225 \times U^2 \times C_D \times 1.5 = 150 \times \frac{\pi}{4} \times 0.64 \rightarrow U^2 C_D = 820.7$$

Re احتمالا بسیار بزرگ است پس جریان خزنده نیست

$$Re = \frac{\rho U D}{\mu} = \frac{1.225 \times U \times 0.8}{1.789 \times 10^{-5}} = 54779\,U$$

با استفاده از جدول داخل کتاب و روش آزمون و خطا ←

$C_D = 0.6 \rightarrow U = 37 \rightarrow Re = 2 \times 10^6 \rightarrow 0.5$

$C_D = 0.5 \rightarrow U = 40.5 \rightarrow Re = 2.2 \times 10^6 \rightarrow 0.52$

$C_D = 0.52 \rightarrow U = 39.7 \rightarrow Re = 2.1 \times 10^6 \rightarrow 0.52 \rightarrow U = 39.7$

61-8 سرعت حد بالارفتن حباب هوا در آب را که قطر آن mm ۳ است به‌دست آورید.

پاسخ:

چون شتاب حرکت صفر است، رابطه‌ی حرکت در جهت قایم به‌صورت زیر درمی‌آید:

$$Dr + F_B = W \qquad (۱)$$

چون وزن مخصوص هوا خیلی کمتر از وزن مخصوص آب است، از نیروی وزن حباب صرفنظر می‌شود. رابطه‌ی (۱) به‌صورت زیر درمی‌آید:

$$\frac{1}{2} C_D \rho_w U^2 A = \gamma_w \forall \quad ; \quad \frac{1}{2} C_D \rho_w U^2 \left(\frac{\pi}{4} D^2\right) = \gamma_w \left(\frac{\pi}{6} D^3\right)$$

$$U = \sqrt{\frac{4}{3}\frac{gD}{C_D}} = \sqrt{\frac{4}{3}\frac{\left(9.81\,m/s^2\right)\left(0.003\,mm\right)}{C_D}} \quad ; \quad U = \frac{0.198}{\sqrt{C_D}} \qquad (۲)$$

عدد رینولدز به‌صورت زیر به‌دست می‌آید:

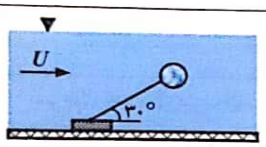
$$Re = \frac{UL}{\upsilon} = \frac{U\left(0.003\,m\right)}{\left(1.12 \times 10^{-6}\,m^2/s\right)} \quad ; \quad Re = 2678.6U \qquad (۳)$$

باتوجه به داده‌های مسأله به‌نظر می‌آید که عدد رینولدز جریان عدد بزرگی باشد و جریان نمی‌تواند جریان خزنده باشد. از شکل (۸-۱) برای به‌دست آوردن ضریب رانش استفاده می‌شود. چون در این شکل مقدار ضریب رانش به عدد رینولدز و یا سرعت جریان وابسته است، باید با آزمون و خطا مسأله را حل کرد. ابتدا مقداری برای ضریب رانش اختیار می‌شود و با جایگزینی در رابطه‌ی (۲)، مقدار سرعت و از آنجا عدد رینولدز [رابطه‌ی (۳)] محاسبه می‌شود. سپس ضریب رانش از شکل (۸-۱) به‌دست می‌آید. این روش آنقدر ادامه می‌یابد تا مقادیر اولیه و نهایی ضریب رانش یکی شود. مقادیری از آزمون و خطای این مسأله در زیر آمده است:

$C_D = 1.0$; $U = 0.20\,m/s$; $Re = 531$; $C_D = 0.5$

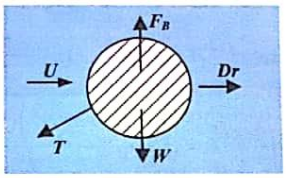
$C_D = 0.5$; $U = 0.28\,m/s$; $Re = 750$; $C_D = 0.5$

66-8 چوب‌پنبه‌ای ($SG = ۰/۲۱$) به قطر $۰/۳\ m$ توسط ریسمانی به کف رودخانه متصل شده است و ریسمان با زاویه‌ی ۳۰° نسبت به افق قرار گرفته است. مقدار سرعت رودخانه را به‌دست آورید. از وزن ریسمان صرف‌نظر کنید.



پاسخ:

برای اینکه چوب‌پنبه ساکن در موقعیت نشان داده شده در شکل ساکن باشد، تعادل نیروها در دو جهت افقی و عمودی به‌صورت زیر درمی‌آید:



$$\begin{cases}\sum F_x = 0\\ \sum F_y = 0\end{cases} \quad ; \quad \begin{cases}Dr = T\cos 30\\ F_B = W + T\sin 30\end{cases} \quad ; \quad F_B = W + Dr\,(tg30)$$

$$Dr\,(tg30) = F_B - W \quad ; \quad \left(\frac{1}{2}C_D\rho U^2 A\right)tg30 = \forall\,(\gamma_w - \gamma_b)$$

$$\frac{1}{2}C_D\left(1000\,kg/m^3\right)U^2\left[\frac{\pi}{4}(0.3\,m)^2\right](0.577) = \frac{\pi}{6}(0.3\,m)^3(1-0.21)\left(9810\,N/m^3\right) \quad ; \quad U = \frac{2.318}{\sqrt{C_D}} \qquad (۱)$$

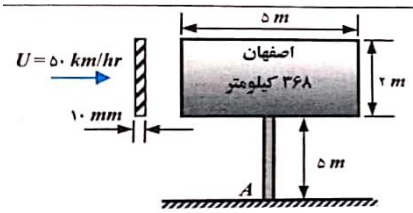
عدد رینولدز به‌صورت زیر به‌دست می‌آید:

$$Re = \frac{\rho UD}{\mu} = \frac{U(0.3\,m)}{\left(1.12\times10^{-6}\,m^2/s\right)} \quad ; \quad Re = 267857U \qquad (۲)$$

باتوجه به داده‌های مسأله به‌نظر می‌آید که عدد رینولدز جریان عدد بزرگی باشد و جریان نمی‌تواند جریان خزنده باشد. از شکل (۸-۱) برای به‌دست آوردن ضریب رانش استفاده می‌شود. چون در این شکل مقدار ضریب رانش به عدد رینولدز و یا سرعت جریان وابسته است، باید با آزمون و خطا مسأله را حل کرد. ابتدا مقداری برای ضریب رانش اختیار می‌شود و با جایگزینی در رابطه‌ی (۱)، مقدار سرعت جریان و از آنجا عدد رینولدز [رابطه‌ی (۳)] محاسبه می‌شود. سپس ضریب رانش از شکل (۸-۱) به‌دست می‌آید. این روش آنقدر ادامه می‌یابد تا مقادیر اولیه و نهایی ضریب رانش یکی شود. مقادیری از آزمون و خطای این مسأله در زیر آمده است:

$C_D = 0.50$	;	$U = 3.28\,m/s$	;	$Re = 8.8\times10^5$	;	$C_D = 0.15$
$C_D = 0.15$	;	$U = 5.98\,m/s$	;	$Re = 1.6\times10^6$	;	$C_D = 0.20$
$C_D = 0.20$	;	$U = 5.18\,m/s$	;	$Re = 1.4\times10^6$	;	$C_D = 0.20$

71-8 باد با سرعت $50\ km/hr$ به تابلوی راهنمایی جاده برخورد می‌کند. مقدار لنگر در پای ستون تابلو (نقطه‌ی A) را به‌دست آورید. از نیروی رانش ستون صرف‌نظر کنید.



پاسخ:

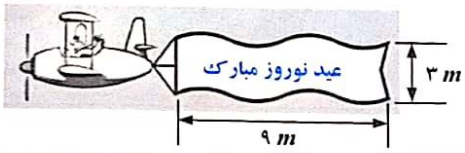
ابتدا ضریب رانش از جدول (۸-۵) و از آنجا نیروی رانش از رابطه‌ی (۸-۱) و لنگر آن به‌صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$\frac{\ell}{D}=\frac{\left(10\times10^{-3}\ m\right)}{(2\,m)}=0.005 \quad ; \quad C_D=1.9$$

$$Dr=\frac{1}{2}C_D\rho U^2A=\frac{1}{2}(1.9)\left(1.23\,kg/m^3\right)\left[(50\,km/hr)\frac{(1000\,m/km)}{(3600\,hr/s)}\right]^2\left[(5\,m)(2\,m)\right] \quad ; \quad Dr=2254.1\,N$$

$$M_A=Dr(h)=(2254.1\,N)\left[(5\,m)+\frac{(2\,m)}{2}\right] \quad ; \quad \underline{\underline{M_A=13524\,N.m=13.5\ \ kJ}}$$

80-8 هواپیمایی یک پارچه‌ی تبلیغاتی را با عرض $3\ m$ و طول $9\ m$ با سرعت $150\ km/hr$ به دنبال خود می‌کشد. مقدار توان مورد نیاز برای کشیدن تابلو را به‌دست آورید. نتیجه را برای حالتی که این پارچه مانند صفحه‌ی تخت درنظر گرفته شود، مقایسه کنید.



پاسخ:

برای به‌دست آوردن ضریب رانش پارچه، آن را مانند پرچم درنظر گرفته می‌شود. سرعت هواپیما $150\ km/hr$ یا $41/67\ m/s$ است. با استفاده از جدول (۸-۵)، ضریب رانش و از آنجا توان با استفاده از رابطه‌ی (۸-۱) به‌صورت زیر به‌دست می‌آید:

$$\frac{\ell}{D}=\frac{(9\,m)}{(3\,m)}=3 \quad ; \quad C_D=0.15 \quad ; \quad \dot{W}=DrU=2\left(\frac{1}{2}C_D\rho U^3A\right)$$

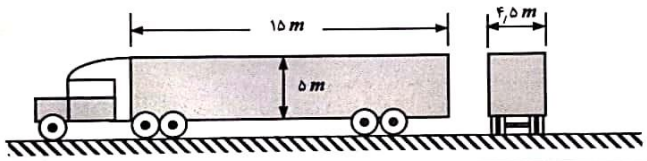
$$\dot{W}=(0.15)\left(1.23\,kg/m^3\right)(41.67\,m/s)^3\left[(9\,m)(3\,m)\right] \quad ; \quad \underline{\underline{\dot{W}=360438W=360.4\ \ kW}}$$

اگر این پارچه به‌صورت صفحه‌ی تخت درنظر گرفته شود، ابتدا باید نوع لایه‌ی مرزی مشخص شود. چون سرعت جریان و ابعاد صفحه نسبتاً زیاد است، می‌توان فرض کرد که لایه‌ی مرزی آشفته است. با استفاده از رابطه‌ی (۸-۱۶) ضریب رانش و از آنجا توان به‌صورت زیر به‌دست می‌آید:

$$Re=\frac{UD}{\upsilon}=\frac{(55.56\,m/s)(15\,m)}{\left(1.46\times10^{-5}\,m^2/s\right)}=5.7\times10^7 \quad ; \quad C_D=\frac{0.072}{Re_L^{0.2}}=\frac{0.0720}{\left(5.7\times10^7\right)^{0.2}}=0.0020$$

$$\dot{W}=\frac{(0.0020)}{(0.15)}(360.4\,kW) \quad ; \quad \underline{\underline{\dot{W}=4.80\ \ kW}}$$

۸-۸۵ تریلی با اسب یدک‌کش (با حفاظ بسته) با سرعت ۱۰۰ **km/hr** حرکت می‌کند. اگر موتور تریلی خاموش شود، چه‌مسافتی را تریلی طی می‌کند تا سرعت آن به ۵۰ **km/hr** برسد؟ وزن تریلی ۱۵۰ **kN** است و ضریب اصطکاک چرخ‌های تریلی ۰/۰۶ است.



پاسخ:

سرعت تریلی در ابتدا ۱۰۰ **km/hr** یا ۲۷/۷۸ **m/s** و در انتها ۱۳/۸۹ **m/s** = ۲۷/۷۸/۲ است. ضریب رانش تریلی از جدول (۸-۵) برابر ۰/۷ است. نیروی رانش از رابطه‌ی (۸-۱) و از آنجا رابطه‌ی حرکت در جهت افقی به‌صورت زیر درمی‌آید:

$$Dr=\frac{1}{2}C_D\rho U^2A=\frac{1}{2}(0.7)\left(1.23\,kg/m^3\right)U^2\left[(5\,m)(4.5\,m)\right]=9.686U^2\ \ N$$

$$\sum F=ma\quad;\quad -(F_r+Dr)=ma\quad;\quad -(0.06)(150000\,N)-\left(9.686U^2\right)=\frac{(150000\,N)}{\left(9.81\,m/s^2\right)}\frac{dU}{dt}$$

$$-9000-9.686U^2=15290.5\frac{dU}{dx}\frac{dx}{dt}=15290.5\frac{dU}{dx}U\quad;\quad x=-\left[789.2\,ln\left(U^2+929.15\right)\right]_{27.78}^{13.89}\quad;\quad \underline{\underline{x=328\ \ m}}$$