موسسه آموزش عالی آبادانی و توسعه روستا
وزارت علوم تحقیقات و فناوری

Shimiomd.blog.ir

مسائل حل شده مکانیک سیالات

(با ضمیمه جداول وCourse plan)

دکتر مهدی بهرامی

پائیز 1390

Shimiomd.blog.ir

Shimiomd.blog.ir

(1

12 - 1 . **يك غلاف استوانه اي بر روي محوري سوار شده است . درزبين محور و غلاف حاوي سيال نيوتني است . محور و غلاف متحد المحورند. هر گاه غلاف را با نيروي 600N در امتداد محور بكشيم، به سرعت 1m/s مي رسد . اگر آن را بانيروي 1500N بكشيم ، به چه سرعتي خواهد رسيد؟ دماي غلاف ثابت مي ماند .**

حل:

با توجه به ثابت بودن دما مي توان نتيجه گرفت كه μ نيز ثابت مي ماند:

$$\tau = \frac{F}{A} = \mu \frac{du}{dy}$$

با فرض اينكه توزيع سرعت خطي باشد داريم :

در حالت اول : $\frac{600}{A} = \mu \frac{1-0}{y}$ در حالت دوم : $\frac{1500}{A} = \mu \frac{u-0}{y}$

دو رابطه بالا را بر هم تقسيم مي كنيم :

$$\Rightarrow u - \frac{1500}{600} - 2.5m/s$$

(2

13 -1 . **لزجت مايع 0.002Pa.s و چگالي آن 0.8 است . لزجت سيستماتيك مايع را به دست آوريد**

حل :

$$V = \frac{\mu}{p} = \frac{0.002}{0.8 \times 1000} = 2.5 \times 1.10^{-6} m^2/s$$

(3

1-14 . **نرخ تغيير شكل زاويه اي يك سيال نيوتني تنش برشي 4mPa برابر 1rad/s است . لزجت سيال را به دست آوريد :**

حل :

$$tg\theta - \frac{du}{dy} \Rightarrow \frac{du}{dy} - tg1^R - 1.5574$$

$$\tau = \mu\frac{du}{dy} \Rightarrow \mu = \frac{\tau}{du/dy} = \frac{4\times10^{-3}}{1.5574} = 2.568\times10^{3}\, Ns/m^2$$

(4

1-15 . **دو صفحة موازي بفاصله 0.5mm از يكديگر قرار دارند و بين آن دو سيالي وجود دارد . يكي از صفحات ثابت است و ديگري با سرعت 0.25m/s حركت مي كند. براي حفظ اين سرعت بايستي نيرويي معادل 2N به واحد سطح صفحة متحرك وارد كرد، لزجت سيال چقدر است؟**

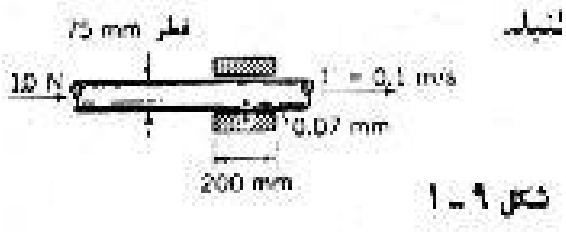
حل :

با فرض اينكه توزيع سرعت در سيال بين دو صفحه خطي باشد داريم :

$$\tau = \mu\frac{du}{dy} = \mu\frac{u}{y} \Rightarrow \mu\frac{\tau y}{u} = \frac{2\times(0.5\times10^{-3})}{0.25} = 0.004 N.s/m^2$$

(5

1 -16 . **لزجت سيال بين محور و غلاف را براي شكل 19-1 تعيين كنيد.**



شكل ۱ـ۹

حل :

$$\tau = \frac{F}{A} = \mu\frac{du}{dy} \Rightarrow \mu\frac{F/A}{du/dy}$$

با فرض اينكه توزيع سرعت خطي باشد داريم :

$$\frac{du}{dy} = \frac{u}{y} = \frac{0.1}{0.07\times10^{-3}} = 1428.6 s^{-1}$$

$$A = \pi DL = \pi\times75\times10^{-3}\times300\times10^{-3} = 0.0471 m^2$$

$$\Rightarrow \mu = \frac{1/0.0471}{1428.6} = 0.01486 N.s/m^2$$

(6

1-17 . **وزن يك چرخ طيار 600N و شعاع زيراسيون آن 300mm است . چرخ داراي محوري به قطر 20mm است كه در داخل غلافي به طول 50mm دوران مي كند . درز شعاعي بين محور و غلاف**

0.05mm است . هنگامي كه چرخ با سرعت 600rpm دوران مي كند، در اثر لزجت سيال بين غلاف و محور ، سرعتش در هر دقيقه به اندازة 1rpm كاهش مي يابد . لزجت سيال چقدر است؟

حل :

هر گاه F_k نيروي اصطكاك ، a شعاع محور و M جرم چرخ و K شعاع زيراسيون و L طول غلاف و α شتاب زاويه اي باشند داريم :

گشتاور نيروي اصطكاكي وارد از طرف محور به چرخ : $\tau = F_k.a$

از طرفي داريم : $T = I\alpha, I = MK^2$

$$F_k = \tau.A, \tau = \mu\frac{du}{dy}, A = 2\pi aL$$

بنابراين :

$$F_k.a = I\alpha \Rightarrow F_k = \frac{L\alpha}{a}$$

$$\tau = \frac{F_k}{A} \Rightarrow \mu\frac{du}{dy} = \frac{I\alpha/a}{2\pi a^2 L} \Rightarrow \mu = \frac{MK^2\alpha}{2\pi a^2 L du/dy}$$

$$\alpha = 1rpm/\min \times \frac{\frac{2\pi}{60}Rad/s}{1rpm} \times \frac{1\min}{60s} = 1.745\times10^{-3}Rad/s^2$$

$$u = r\omega = 0.01\times600\times\frac{2\pi/60rad}{1rpm} = 0.628m/s$$

با فرض اينكه توزيع سرعت خطي باشد داريم :

$$\frac{du}{dy} = \frac{u}{y} = \frac{0.628}{0.05\times10^{-3}} = 1.256\times10^4 s^{-1}$$

$$\Rightarrow \mu = \frac{600/9/806\times0.3^2\times1.745\times10^{-3}}{2\pi\times0.01^2\times0.05\times1.256\times10^4} = 0.02435Pa.s$$

(7

1-50 . **هوا در فشار 45kPa در يك مبدل حرارتي گرم مي شود . اگر جرم هوا 4.35kg باشد مقدار حرارت مورد نياز جهت حرارت دادن هوا از 45C به 250C را بدست آوريد.**

حل :

$$Q - mc_p\Delta T - 4.35\times1.004\times(250-45) = 895.32kj$$

(8

1-51 . **مخلوط يك گاز شامل 15 گرم H_2 ، 25 گرم NH_3 و 21 گرم CO_2 است . جزء مولي هاي $y_{H_2}, y_{CO_2}, y_{NH_3}$ و جرم مولكولي متوسط مخلوط گاز را محاسبه كنيد.**

حل :

$$molH_2 = \frac{15}{2} = 7.5$$

$$molNH_3 = \frac{25}{17} - 1.47$$

$$molCO_2 = \frac{21}{44} - 0.48$$

مول كل = 7.5+1.47+0.48=9.45

$$y_{H_2} = \frac{7.5}{9.45} - 0.794 \quad y_{NH_3} = \frac{1.47}{9.45} = 0.155 \quad y_{Cu_2} - \frac{0.48}{9.45} = 0.051$$

$$M_{ov} = y_{H_2}M_{H_2} + y_{NH_3}M_{NH_3} + y_{CO_2}M_{CO_2} = 0.794\times 2 + 0.155\times 17 + 0.051\times 44 - 6.467$$

(9

1- 52 . **حجم مخلوط گازي توصيف شده در مسئله قبل، $250cm^3$ است . دانسيته مخلوط گاز چقدر است ؟ فشار مخلوط گاز را در دماي 32C بدست آوريد . فشارهاي جزئي $P_{H_2}, P_{CO_3}, P_{NH_3}$ چقدر است ؟**

حل :

$$p = \frac{(15+25+21)\times 10^{-3}}{250\times 10^{-6}} = 244kg/m^3$$

$$P = pRT$$

$$R = \frac{8312}{6.467} = 1285.3m.N/kg.k$$

$$\Rightarrow P = 244\times 1285.3\times (273+32) = 95.63\times 10^6 Pa - 95.63MPa$$

$$P_{H_2} = P_{y_{H_2}} = 95.63\times 0.794 = 75.93MPa$$

$$P_{NH_3} = P_{y_{NH_3}} = 95.63\times 0.155 = 14.82MPa$$

$$P_{CO_2} = P_{y_{CO_2}} = 95.63\times 0.051 = 4.88MPa$$

(10

1-53 . **يك مخزن روباز شامل آب در 22C شامل 32N درصد (وزني) مواد جامد معلق با وزن مخصوص 2.32 است . اگر حجم مخلوط $1.2m^3$ باشد غلظت مواد جامد معلق را برحسب $kg/m^3,lbm,ft^3$ بدست آورید .**

حل :

$$\frac{1}{p_m}=\frac{\omega_w}{p_w}+\frac{\omega_s}{p_s}\Rightarrow\frac{1}{p_m}=\frac{1-0.327}{1000}+\frac{0.327}{2320}\Rightarrow p_m=1229kg/m^3$$

$$m=p_m\Delta V=1229\times1.2=1474.8kg\qquad \Delta m_s=\omega_s m=0.327\times1474.8=482.3kg$$

$$C_s=\frac{\Delta m_s}{\Delta V}=\frac{482.3}{1.2}=401.9kg/m^3\text{یا}401.9kg/m^3\times\left(\frac{0.3048}{1ft}\right)^3\times\left(\frac{1lb_m}{0.4536kg}\right)=25.1lb/\ ft^3$$

(11

1-54 . **مدول الاستيسيته حجمي را به جاي تغيير حجم برحسب تغيير دانسيته بيان كنيد.**

حل :

$$p=\frac{m}{V}\Rightarrow m=pV\Rightarrow dm-d(pV)$$

$$dm=0\Rightarrow d(pV)=0\Rightarrow pdV+Vdp=0\Rightarrow\frac{dV}{V}=-\frac{dp}{p}$$

$$K=-\frac{dP}{dV/V}=-\frac{dP}{-dP/p}=p\left(\frac{dP}{dp}\right)$$

(12

1-55 . **نحوة تغيير دانسيته يك مايع يا تغيير فشار چگونه است؟ فرض كنيد مدول الاستيسيته حجمي مايع ثابت بماند.**

حل :

با توجه به مسئله قبل داريم :

$$k=p\left(\frac{dP}{dp}\right)\Rightarrow dP-k\frac{dp}{p}$$

$$\int_{p_0}^{P}dP=\int_{p_0}^{p}k\frac{dp}{p}\Rightarrow P-P_0=kLn\frac{p}{p_0}$$

$$\Rightarrow p/p_0=\exp[(P-P_0)/k]\Rightarrow p=p_o\exp[(P-P_0)/k]$$

(13

1-56 . **هر گاه فشار مايعي 0.6MPa افزايش يابد . دانسيتة آن 0.02 درصد افزايش مي يابد . مدول يالك مايع را به دست آوريد.**

حل :

$$k = p\left(\frac{dP}{dp}\right) = \frac{dP}{dp/p} = \frac{0.6\times10^{6}}{0.02\times10^{-2}} = 3\times10^{9}\,Pa = 3GPa$$

(14

1-57 . **مدول الاستيسيتة حجمي آب 2.2GPa است . چه فشاري لازم است تا حجم آب 0.5 درصد كاهش يابد ؟**

حل :

$$k = -\frac{dP}{dV/V} \Rightarrow dP = -k\frac{dV}{V} = -2.2\times10^{9}\times\frac{-0.5}{100} = 1.1\times10^{7}\,Pu = 11MPa$$

(15

1-58 . **يك مخزن فولادي محتوي 450kg آب ($p=1000kg/m^3$) در فشار استاندارد 101.3 است. چند كيلوگرم آب بايد به مخزن افزود تا فشار به 70MPa برسد . مدول بالك آب 2.06GPa است. مي دانيم كه وقتي فشار داخل مخزن تا 70MPa افزايش يابد ، حجم داخلي آن 1 درصد افزايش مي يابد.**

حل :

$$k = p\frac{dP}{dp} = p\frac{\Delta P}{\Delta p} \Rightarrow \Delta p = \frac{p}{k}\Delta P = \frac{1000}{2.06\times10^{9}}\times(70\times10^{9}) = 33.98kg/m^{3}$$

$$\Rightarrow p_2 - p_1 = 33.98kg/m^{3} \Rightarrow p_2 = 33.98 + 1000 = 1033.98kg/m^{3}$$

$$p_1 = \frac{m_1}{V_1} \Rightarrow V_1 = \frac{m_1}{p_1} = \frac{450}{1000} = 0.45m^{3}$$

با توجه به اينكه حجم داخلي مخزن در طي افزايش فشار تا 70MPa ، 1 درصد افزايش يافته است در نتيجه افزايش حجم آب نيز 1 درصد بوده است.

$$\frac{\Delta V}{V_1} = 0.01 \Rightarrow \frac{V_2 - V_1}{V_1} = 0.01 \Rightarrow V_2 - 1.01V_1 = 1.01\times0.45 = 0.4545m^{3}$$

$$p_2 = \frac{m_2}{V_2} \Rightarrow m_2 = p_2V_2 = 1033.98\times0.4545 = 469.94kg$$

بنابراين مقدار جرم آب اضافه شده برابر است با :

$$\Delta m = m_2 - m_1 = 469.94 - 450 = 19.94kg$$

(16

1-59 . **براي ماده كه از قانون گاز ايده ال پيروي مي كند نشان دهيد كه :** $C_v = du/dt, C_p = dh/dT$

(راهنمايي : از معادله (1.6.7) نسبت به T مشتق گرفته و نتيجه را با معادله (1.6.6) مقايسه كنيد.)

حل :

با توجه به معادله (1.6.7) داريم :

$$h = u + P/p$$

$$P = pRT \Rightarrow P/p = RT \Rightarrow h = u + RT$$

از طرفین رابطه بالا نسبت به T دیفرانسیل مي گیریم :

$$\frac{dh}{dT} = \frac{du}{dT} + R$$

از مقایسه رابطه بدست آمده با رابطه (1.6.6) که به صورت C_P-C_p+R مي باشد مي توانیم نتیجه بگیریم :

$$C_p = \frac{dh}{dT}, C_v = \frac{du}{dT}$$

(17

1-60 . **براي يك گاز كامل ثابت كنيد :** $C_v = R/(k-1), C_p = kR/(k-1)$

حل :

$$C_p = C_v + R \Rightarrow \frac{C_p}{C_v} = 1 + \frac{R}{C_v}$$

$$\frac{C_p}{C_v} = k \Rightarrow k = 1 + \frac{R}{C_v} \Rightarrow \frac{R}{C_v} = k - 1 \Rightarrow C_v = \frac{R}{k-1}$$

$$C_p = C_v + R \Rightarrow \frac{C_p}{C_p} = \frac{C_v}{C_p} + \frac{R}{C_p} \Rightarrow 1 - \frac{1}{k} + \frac{R}{C_p}$$

$$\frac{R}{C_p} = 1 - \frac{1}{k} = \frac{k-1}{k} \Rightarrow C_p = \frac{KR}{k-1}$$

(18

1-61 . **يك مجموعه پيستون مخزن شامل 6.73kg گاز نيتروژن با حجم اوليه $0.3m^3$ و فشار 450kPa است . مشخص شده است كه اين گاز از قانون ، ثابت PV=1.3 و بعلاوه قانون گاز ايده ال پيروي مي كند . هر گاه حجم گاز به $0.15m^3$ كاهش يابد فشار در مخزن با محاسبه كنيد . تشابه دماي اوليه و نهايي در مخزن چقدر است ؟**

حل :

$$P_1V_1^{1.3} = P_2V_2^{1.3} \Rightarrow P_2 = P_1\left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{1.3} = 450\times\left(\frac{0.3}{0.15}\right)^{1.3} = 1108kPu$$

$$PV = mRT \Rightarrow T_1 = \frac{450\times10^3\times0.3}{6.73\times297} = 67.54k$$

$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{P_2}{P_1} \Rightarrow T_2 = 67.54\times\frac{1108}{450} = 166.3k$$

(19

1-62 . **مدول الاستيسيتة حجمي ايزوترم هوا در فشار مطلق 0.4MPa چقدر است؟**

حل :

$$PV = RT, T = cte \Rightarrow p(PV) - d(RT) = 0 \Rightarrow PdV + VdP = 0 \Rightarrow \frac{dP}{dV} = -\frac{P}{V}$$

$$k = -\frac{dP}{dV/V} = -\frac{-P/V}{1/V} = P \Rightarrow k = 0.4MPa\,abs$$

(20

1-63 . **پمپي آب 20^0C را منتقل مي كند . در چه فشاري مي توان انتظار داشت كه در ورودي پمپ كاويتاسيون رخ دهد ؟**

حل :

با استفاده از جدول كتاب براي آب : $\gamma = 9789N/m^3, \frac{P_V}{\wp} = 0.25:20c$

$$\Rightarrow P_v = 0.25\gamma = 0.25\times9789 = 2447Pa$$

بنابراين در فشار فوق مي توان انتظار داشت كه در ورودي پمپ پديده كاويتاسيون رخ مي دهد البته بايد توجه داشت كه به علت افت هد ايجاد شده از سرعت سيال فشار مزبور كمتر از اين مقدار خواهد بود.

(21

1-64 . **در يك خط لوله روغن ايستگاههاي پمپاژ در هر 60km دايز شده است . اگر افت فشار در خط لوله 100kPa/km باشد . هر پمپ چه فشاري بايد توليد كند تا از تبخير روغن جلوگيري شود؟**

حل :

$$\Delta P = 100kPa/km\times60km = 6000kPa$$

(22

1-65 . **قطر يك قطرة آب 0.05mm است . فشار داخلي قطره چقدر است ؟ دماي قطره 20^0C و فشار خارج آن فشار اتمسفر استاندارد يعني 101.3kPa مي باشد.**

حل :

از جدول ضميمه براي آب در دماي 20^0C داريم : $\sigma = 7.36\times10^2\,N/m$

$$\Delta P = \frac{2\sigma}{r} = \frac{2\times 7.36\times 10^{-2}}{1.2\times 0.05\times 10^{-3}} = 5.89 Pa.gage$$

(23

1-66 . **جت جيوه با مقطع دايره به قطر 0.1mm از يك سوراخ خارج مي شود . اختلاف فشار داخل و خارج چقدر است ؟ دماي جيوه 20^0C است .**

حل :

از جدول ضميمه براي جيوه داريم : $\sigma = 0.51 N/m$

$$\Delta P = \frac{\sigma}{r} = \frac{0.51}{1.2\times 0.1\times 10^{-3}} = 10200 Pa = 10.2 kPa$$

(24

1-67 . **صعود مويينگي آب مقطر در يك لولة شيشه اي به قطر 6mm چقدر است؟ دماي آب 40^0C است .**

حل :

از نمودار شكل 1-6 در دماي 40^0C براي 2r=6mm داريم : h=3.75mm

(25

1-68 . **مي خواهيم صعود مويينگي آب در لولة شيشه اي كمتر از 0.5mm باشد . قطر لوله را تعيين كنيد.**

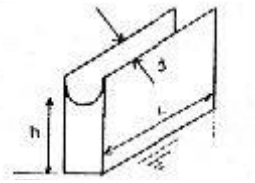
حل :

از نمودار شكل 1-6 براي h=0.5mm داريم : (I براي آب لوله كشي : d=13mm

(II براي آب مقطر : d=17mm

(26

1-69 . **دو صفحة شيشه اي موازي به فاصلة 5mm از يكديگر ، به طور قائم در آب لوله كشي شهر فرو برده مي شوند. صعود مويينگي را تخمين بزنيد. از داده هاي شكل 1-6 استفاده كنيد:**



حل :

ابتدا بايد زاوية تماس θ را در شرايط مساله پيدا كنيم اگر فرض كنيم كه بجاي دو صفحة شيشه اي از لولة شيشه اي به قطر 5mm استفاده مي كنيم ارتفاع h برابر است با :

$$h = \frac{2\sigma Cos\theta}{\wp r} \Rightarrow Cos\theta = \frac{h\wp r}{2\sigma}$$ (با توجه به مسئله 1-71)

با استفاده از منحني 1-6 كتاب براي d=5mm داريم : h=2.25mm بنابراين :

$$Cos\theta = \frac{2.25\times 10^{-3}\times 9806\times 1/2(5\times 10^{-3})}{2\times 0.074} = 0.37$$

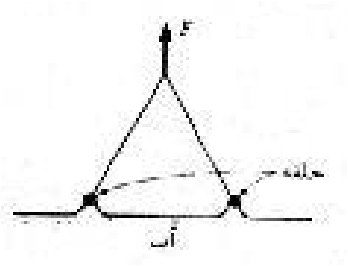
در مورد صفحات شيشه اي از موازنة نيروهاي كشش سطحي و نيروي وزن داريم :

$$(hdL)\wp = (L+L)\sigma Cos\theta \Rightarrow h = \frac{2\sigma Cos\theta}{d\gamma}$$

$$\Rightarrow h = \frac{2\times 0.074\times 0.37}{5\times 10^{-3}\times 9806} = 0.0011m \Rightarrow h = 1.1mm$$

(27

1-70 . يكي از روشهاي تعيين كشش سطحي مايعات اندازه گيري نيروي لازم براي بالا كشيدن يك سيم حلقوي پلاتيني از روي سطح مايع است (شكل 1-10) . نيروي لازم براي جدا كردن حلقه اي به قطر 20mm از روي سطح آب در دماي 20^0C را تخمين بزنيد.



حل :

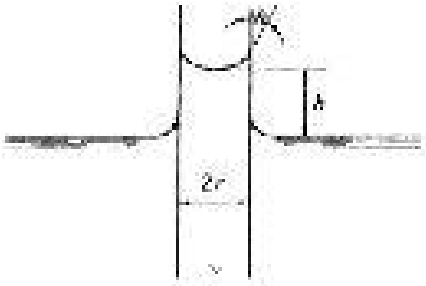
از موازنة نيروها داريم :

$$2\pi r\sigma = TCos\theta$$

$$F = 2TCos\theta - 4\pi R\sigma = 4\pi\times 0.01\times 0.074 = 0.0093N$$

(28

1-71 . براي لوله اي كه در شكل نشان داده شده ، صعود مويينگي يعني h را برحسب $r,\wp,\sigma,\theta$ به دسته آوريد.



حل :

براي تعيين صعود موئينگي يك مايع در داخل يك لوله با مقطع دايره اي و كشش سطحي σ و زاوية تماس θ ، از روي شكل مقابل داريم:

مولفة عمودي نيروي كشش سطحي ، در سطح مشترك حلقه اي شكل لوله بايد با وزن ستون مايع به ارتفاع h برابر باشد :

$$(2\pi r\sigma)Cos\theta = \wp\pi r^2 h \Rightarrow h = \frac{2\sigma Cos\theta}{\wp r}$$

(29

1-72 . **چرا فشار داخلي يك حباب به صورت $p = 4\sigma / r$ بيان مي شود در حالي كه براي قطره داريم $p = 2\sigma / r$ فشار داخلي ، σ كشش سطحي و r شعاع است.**

حل :

براي يك قطرة كروي ، افزايش فشار داخلي برابر با نيروي كشش سطحي در طول محيط دايرة عظيمة كره است پس داريم :

$$\pi r^2 P = 2\pi r\sigma \Rightarrow P = \frac{2\sigma}{r}$$

در مورد حباب ، مي توان آن را به صورت دو نيم كره تصور كرد كه دو سطح مشترك با هوا دارد يكي سطح داخلي و ديگري سطح خارجي با قطري تقريباً مساوي هم بنابراين داريم :

$$P_{\text{باب}} = 2P_{\text{قطره}} = \frac{4\sigma}{r}$$

(30

1-73 . **در شكل 1-11 در اثر كشش سطحي نيرويي به لوله وارد مي شود. نيروي قائم لازم براي نگهداري لوله را تعيين كنيد . ضخامت ديوارة لوله را ناچيز فرض كنيد.**

حل :

دو نيروي كشش سطحي از طرف آب رو به پايين به لوله وارد مي شود يكي از طرف آب داخل لوله كه در اثر خاصيت موئينگي در لوله بالا رفته است و ديگري از طرف آب بيرون لوله كه اندازة هر كدام از اين دو نيروي مساوي برابر با $2\pi r\sigma Cos\theta$ مي باشد پس نيروي لازم براي نگهداشتن لوله برابر است با :

$$F = 2\times(2\pi r\sigma Cos\theta) = 4\pi r\sigma Cos\theta$$

(31

1-74 . **صعود مويينگي آب در لوله قائم شيشه اي به قطر 5mm برابر 2.25mm است . زاوية بين سطح آب و شيشه را تعيين كنيد. كشش سطحي آب 0.074N/m است.**

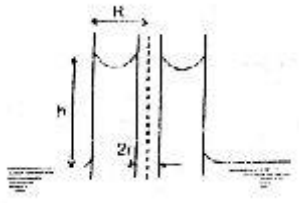
حل :

با استفاده از رابطه بدست آمده براي صعود مويينگي در لوله ها در مسئله 71 داريم $h = \frac{2\sigma Cos\theta}{\wp r}$

$$\Rightarrow Cos\theta = \frac{\wp rh}{2d} = \frac{9806\times 1/2\times 5\times 10^{-3}\times 2.25\times 10^{-3}}{2\times 0.074} = 0.373 \Rightarrow \theta = 68.1^0$$

(32

1- 75 . **فرمولي براي صعود مويينگي h بين دو لوله شيشه اي متحد المحور به شعاعهاي r,R و زاويه θ به دست آوريد.**



حل :

از موازنه نیروها داریم :

نیروي وزن = نیروي کشش سطحي

$$2\pi RCos\theta + 2\pi rCos\theta - \pi(R^2 - r^2)h\wp$$

$$h = \frac{2\sigma Cos\theta}{\wp(R-r)}$$

$$2\pi R\sigma Cos\theta + 2\pi r\sigma Cos\theta = \pi(R^2 - r^2)h\wp$$

$$h = \frac{2\sigma Cos\theta}{\wp(R-r)}$$

(33

2-10 . فشار 50kPa را برحسب الف) ميلي متر ستون جيوه ب) مترستون آب ج) مترستون تترابروميد استيلن (S=2.94) بيان كنيد.

حل :

الف) $$50KPa \times \frac{750mmHg}{101.325KPa} = 375mmHg$$

ب) $$50KPa \times \frac{10.34mH_2O}{101.325kPA} = 5.099mH_2O$$

ج) تترابرميداستيلن $$P = \wp h \Rightarrow h = \frac{P}{\wp} = \frac{5\times10^4}{9806\times2.94} = 1.734m$$

(34

2-11 . يك فشارسنج بوردون خلاء نسبي 15kPa را نشان مي دهد . بارومتر جيوه اي عدد 750mm را نشان مي دهد . فشار را به دو روش ديگر بيان كنيد.

حل :

$$P_h = -15kPa \times \frac{760mmHg}{101.325kPa} = 0112.5mmHg$$

$$P = 15kPa + 750mmHg \times \frac{101.325kPa}{760mmHg} = 115kPa$$

(35

2-12 . **330kPa را برحسب متر ستون آب بيان كنيد. بارومتر جيوه اي عدد 750mm را نشان مي دهد.**

حل :

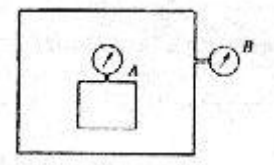
$$P_{bar} = 750mmHg \times \frac{101.325kPa}{760mmHg} = 100kPa$$

$$P_{gage} = P_{atom} - P_{bar} = 300 - 100 = 200kPa$$

$$\Rightarrow P_{gage} = 200kPa \times \frac{10.34mH_2O}{101.325kPa} = 20.4mH_2O$$

(36

2-13 . **در شكل نشان داده شده فشارسنج A عدد 80kPa و فشارسنج B عدد 120kPa را نشان مي دهد . بارومتر خشك عدد 750mmHg را نشان مي دهد . فشار مطلق A برحسب سانتي متر ستون جيوه چقدر است ؟**



حل :

$$P_{bar} = 750mmHg \times \frac{101.325kPa}{760mmHg} = 100kPa$$

$$P_{A\,abs} = 80 + 120 + 100 = 300kPa \times \frac{76cmHg}{101.325kPa} = 225cmHg$$

(37

2-14 . **چه ارتفاعي از ستون آب ، ب) چه ارتفاعي از ستون نفت سفيد(S=0.83) و ج) چه ارتفاعي از ستون تترابروميداستيلن (S=2.94) ، با 300 ميلي متر جيوه معادل است ؟**

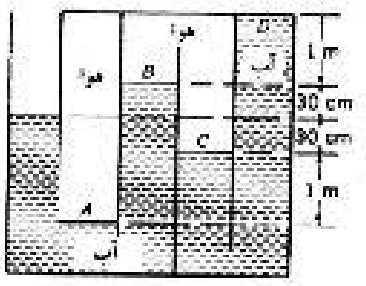
$$P = \wp_1 h_1 = \wp_2 h_2 \Rightarrow S_1 \wp_w h_1 = S_2 \wp_w h_2 \Rightarrow \frac{h_1}{h_2} = \frac{S_2}{S_1}$$

$$\frac{h_1}{0.3} = \frac{13.6}{1} \Rightarrow h_1 = 4.082mH_2O \qquad \frac{h_1}{0.3} = \frac{13.6}{0.83} \Rightarrow h_1 = 4.92m \text{ نفت}$$

$$\frac{h_1}{0.3} = \frac{13.6}{2.94} \Rightarrow h_1 = 1.389m \text{ تترابرميداستيلن}$$

(38

2-15 . **مخزن شكل ، محتوي آب و هواست . فشار در نقاط D,C,B,A را برحسب پاسكال به دست آوريد .**



حل :

$$P_A = \wp h_1 = 9806 \times (1 - 0.3) = 1.275 \times 10^4\, Pa = 12.75 kPa$$

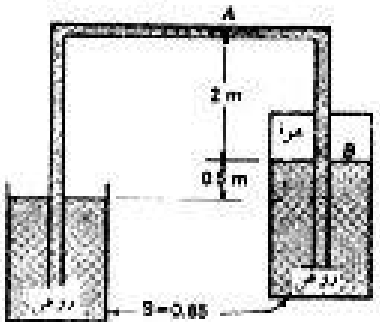
$$P_A - P_B = \wp h_2 \Rightarrow P_B = P_A - \wp h_2 = 1.275 \times 10^4 - 9806(1 + 0.3 - 0.3) = 2.94 \times 10^3\, Pa = -2.94 kPa$$

$$P_C = P_B = -2.94 kP$$

$$P_D = P_C = \wp h_3 = -2.94 \times 10^3 - 9806 \times (1 + 0.3 + 0.3) = -1.863 \times 10^4\, Pa = -18.63 kPa$$

(39

2 -16 . **در شکل 2-42 لوله با روغن پوشیده است . فشار در B,A را برحسب متر ستون آب به دست آورید .**



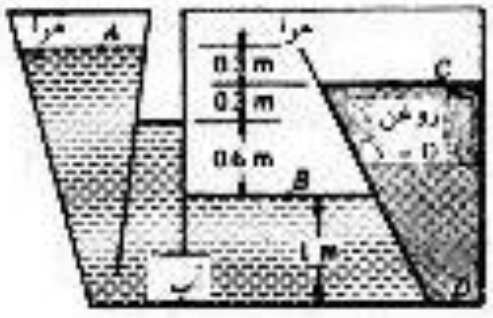
حل :

$$P_A = -\wp_1 h_1 = -0.85 \times 9806 \times 2.5 = 2.08378 \times 10^4\, Pa = -2.125 mH_2O$$

$$P_B = P_A + \wp_1 h_2 = -\wp_1 (h_2 - h_1) = -0.85 \times 9806 \times 0.5 = -4.16755 \times 10^3\, Pa = -0.425 mH_2O$$

(40

2-17 . **براي شكل 2-43 فشار در نقاط D,C,B,A را برحسب پاسكال به دست آوريد.**



حل :

$$P_A = -\wp h_1 = -9806 \times 0.6 = 5.88 \times 10^3 Pa = -5.88kPa$$

$$P_B = \wp h_2 = 9806 \times 0.6 = 5.88 \times 10^3 Pa = 5.88kPa \quad P_C - P_B = 5.88kPa$$

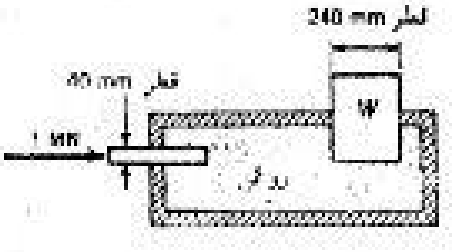
$$P_D = P_C + \wp_{an} h_3 = 5.88 \times 10^3 - 0.9 \times 9806 \times 1.9 = 2.265 \times 10^4 Pa = 22.65kPa$$

$$\Rightarrow \pi r_1^2 L_1 = \pi r_2^2 L_2 \Rightarrow \frac{0.05^2}{4} \times y = \frac{0.006^2}{4} \times R \Rightarrow y = 0.0144R$$

$$\Rightarrow P_A - P_B = 0.832 \times 9.806 \times \left(\frac{R}{2} + 0.0144R \right) = 41.97R\,Pa$$

(41

2-32 . در شکل وزن W که به واسطه نیروي وارده به پیستون نگهداري مي شود، چقدر است ؟

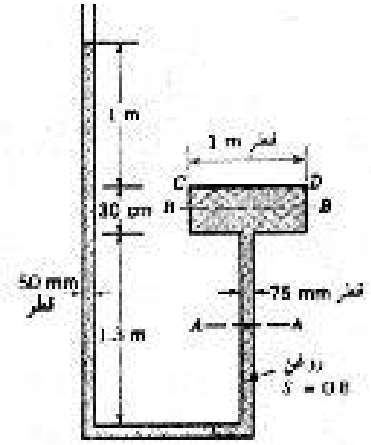


حل :

$$P = \frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2} \Rightarrow \frac{1}{\pi \times 20^2 / 4} = \frac{F_2}{\pi \times 120^2 / 4} \Rightarrow F_2 = 36MN = W$$

(42

2-33 . در شکل از وزن مخزن صرفنظر کنید الف) نیرویي که به سطح دایره اي CP به طرف بالا وارد مي شود چقدر است ؟ ب) در مقطع A-A نیروي فشاري وارد به دیوارة لوله چقدر است؟



حل :

$$P_{CD} = \wp h = 0.8 \times 9806 \times 1 = 7844.8Pa$$

الف)

$$F_{CD} = P_{CD}.A_{CD} = 7844.8 \times \frac{\pi \times 1^2}{4} = 6161.3N$$

ب)

$P_1 = 1.3 \times 7840 = 10192Pa$ در بالاي لوله

$P_2 = 2.6 \times 7840 = 20384Pa$ در پايين لوله

$$\overline{P} = \frac{P_1 + P_2}{2} = \frac{10192 + 20384}{2} = 15288Pa$$

$$F = \overline{P}.A = \overline{P}.(\pi \times 75 \times 10^{-3} \times 1.3) = 4682.8N$$

(43

2-34 . در شكل 2-47 اگر سطح روغن داخل لوله به اندازة 3m پايين تر بيايد نيروي وارده از روغن به سطح CD چقدر خواهد شد ؟

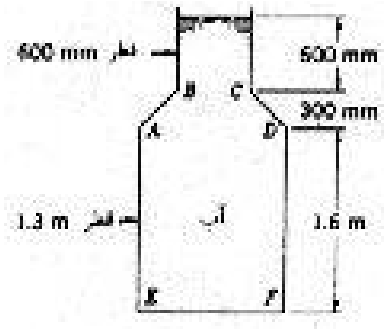
حل :

$$P = -\wp h = -0.8 \times 9806 \times 0.3 = -2353.44Pa$$

$$F = PA = 2353.44 \times \frac{\pi \times 1^2}{4} = 1848N$$

(44

2-35 . مقطع ظرفي كه در شكل 2-48 نشان داده شده دايره است . مقدار نيروي قائم روبه بالا وارد به سطح مخروط ناقص ABCD را تعيين كنيد. مقدار نيروي روبه پايين وارده به صفحة EF را تعيين كنيد . آيا اين نيرو با وزن سيال برابر است ؟ چرا ؟



حل :

حجم مخروط ناقص ABCD عبارت است از :

$$V=\frac{\pi h}{3}\left(\frac{AD^2}{4}+\frac{BC^2}{4}+\frac{AD.BC}{4}\right)=\frac{\pi\times 0.3}{3}\left(\frac{0.6^2}{4}+\frac{1.3^2}{4}+\frac{0.6\times 1.3}{4}\right)=0.222m^3$$

حجم آب فرضي روي سطح ABCD :

$$V=\left((\pi\times 1.3^2\times 0.3/4)0.222\right)+\left((\pi\times 1.3^2\times 0.6/4)-(\pi\times 0.6^2\times 0.6/4)\right)=0.8027m^3$$

$W=\wp V=9806\times 0.8027=7871N$ ؛ وزن آب فرض شده

$\Rightarrow$ ABCD نيروي رو به بالاي وارد بر سطح مخروطي = 7871N

محاسبه نيروي وارد بر سطح EF :

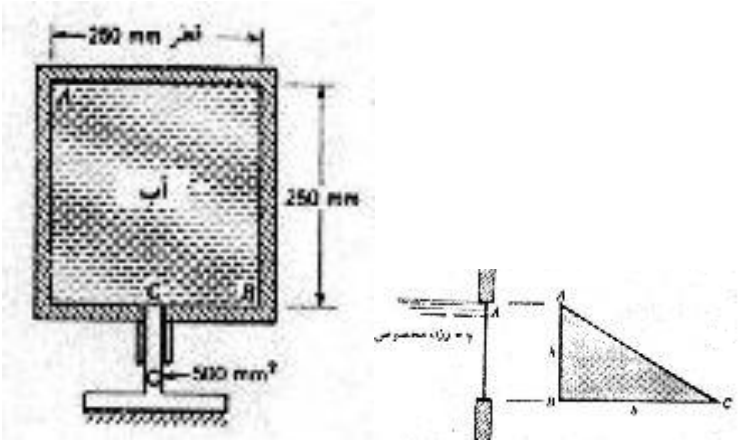
$$P=\wp h=9806(1.6+0.3+0.6)=24515Pa$$

$$F=PA=24515\times\pi\times\frac{1.3^2}{4}=3253N$$

اين نيروي با وزن سيال فرضي برابر است و بيشتر از وزن سيال واقعي داخل ظرف مي باشد چون از طرف سطح مخروطي ناقص ABCD نيرويي به طرف پايين بر سيال وارد مي شود.

(45

2-36 . **در شكل 2-49 وزن ظرف استوانه هنگامي كه خالي است 400N است. ظرف با آب پر مي شود و به طور وارونه روي پيستون قرار مي گيرد. الف) نيرويي كه به سطح فوقاني ظرف وارد مي شود چقدر است؟ ب) اگر وزنه اي به وزن 600N روي ظرف قرار دهيم ، نيرويي كه به سطح فوقاني ظرف وارد مي شود ، چقدر افزايش مي يابد؟**



حل :

وزن آب $W_1 = \wp V = 9806 \times \pi \times \frac{0.25^2}{1} \times 0.25 = 120.34N$

وزن کل $W_3 = W_1 + W_2 = 120.34 + 400 = 520.34N$

الف)

$$P_C = \frac{W_1}{A_C} = \frac{520.34}{500 \times 10^{-6}} = 1040680Pa, P_A = P_C - \wp h = 1040680 - 9806 \times 0.25 = 1038228.5Pa$$

$$F_A = P_A.A_A = 1038228.5 \times \pi \times \frac{0.25^2}{4} = 5.096 \times 10^4 N = 50.96kN$$

ب)

$$W'_t = W_t + W' = 520.34 + 600 = 1120.34N$$

$$P'_C = \frac{W'_t}{A_C} = \frac{1120.34}{500 \times 10^{-6}} = 2240680Pa, P'_A - P'_C - \wp h = 2240680 - 9806 \times 0.25 = 2238228.5PA$$

$$F'_A - P'_A.A_A = 2238228.5 \times \pi \times \frac{0.25^2}{4} = 10.987 \times 10^4 N = 109.8kN$$

$$\Delta F = F'_A - F_A = 109.87 - 50.96 = 58.91kN$$

(46

2-37 . بشكه اي به قطر 600mm با آب پر شده است . لولهٔ قائمي به قطر 12mm به بالاي بشكه متصل مي شود . چند كيلوگرم آب بايد به داخل لوله افزود تا نيرويي معادل 4kN به سطح فوقاني بشكه وارد شود . از تراكم پذيري آب صرفنظر كنيد.

حل :

$$P = \frac{F}{A} = \frac{F}{\pi D^2 / 4} = \frac{4 \times 10^3}{\pi \times 0.6^2 / 4} = 14147Pa$$

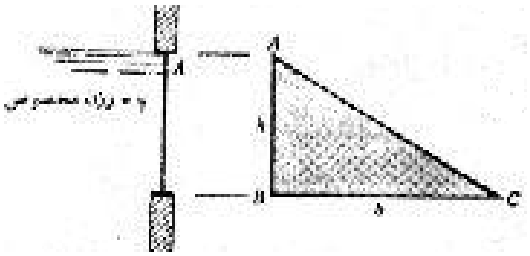
$$P_1 = P_2 = 14147 = \wp h \Rightarrow h = \frac{14147}{9806} = 1.443m$$

$$V = hA = 1.443 \times \frac{\pi}{4} \times 0.012^2 = 1.63 \times 10^{-4} m^3$$

$$m = \rho V = 1000 \times 1.63 \times 10^{-4} = 0.163kg$$

(47

2-38 . **در شكل 2-50 مثلث قائم الزاويه ABC به طور قائم قرار دارد، به طوري كه رأس آن بر سطح آزاد مايع منطبق است . نيروي وارد به يك طرف سطح را ال) انتگرال گيري ب) با استفاده از فرمول، تعيين كنيد.**



حل :

الف) با توجه به تشابه دو مثلث $\frac{x}{b}=\frac{y}{h}\Rightarrow x=\frac{by}{h}$

$$dF=PdA=\wp ydA=\wp yxdy=\wp y\frac{by}{h}dy=\frac{\wp b}{h}\wp^2 dy$$

$$F=\int_0^h df=\frac{\wp b}{h}\int_0^h y^2dy=\frac{\wp b}{h}\left(\frac{y^3}{3}\right)_0^h=\frac{\wp bh^2}{3}$$

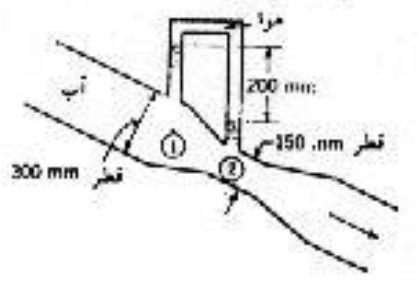
ب)

$$F=\wp\bar{h}A,\bar{h}=\frac{2}{3}h,A=\frac{bh}{2}$$

$$\Rightarrow F=\wp\times\frac{2}{3}h\times\frac{bh}{2}=\frac{\wp bh^2}{3}$$

(48

3-21 . **در شكل 3-47 دبي عبوري از لوله وانتوري را به دست آوريد . از تلفات صرفنظر كنيد.**



حل :

نقاط 2,1 را مطابق شكل انتخاب مي كنيم البته مي توان اين دو نقطه را به طور هم سطح انتخاب كرد و رابطه فشار را با استفاده از مانومتر براي ايندو نقطه نوشت و در معادله انرژي جاگذاري نمود اما ار ايندو نقطه به طور هم سطح هم انتخاب نشوند در محاسبات ايرادي وارد نخواهد گرديد و اين مسئله در نوشتن معادله انرژي برطرف خواهد شد زيرا مي دانيم با صرفنظر نمودن از اصطكاك و تنش سرعت در كليه نقاط يك مقطع ثابت بوده و به z بستگي ندارد.

رابطه فشار بين دو نقطه : $P_1 - 0.2\wp = P_2 \Rightarrow P_1 - P_2 = 0.2\wp$

معادله انرژي را بين دو نقطه (1) و(2) مي نويسيم :

$$\frac{P_1}{\wp} + \frac{V_1^2}{2g} + z_1 = \frac{P_2}{\wp} + \frac{V_2^2}{2g} + z_2$$

$$\Rightarrow \frac{P_1 - P_2}{\wp} = \frac{V_2^2 - V_1^2}{2g} \Rightarrow \frac{V_2^2 - V_1^2}{2g} = 0.2$$

$$\Rightarrow V_2^2 - V_1^2 = 0.4 \times 9.806 = 3.9224 \qquad (I)$$

معادله پيوستگي بين دو مقطع (1) و(2) عبارت است از : $V_1 A_1 = V_2 A_2$

$$\Rightarrow V_1 \times \frac{\pi}{4}(0.3)^2 - V_2 \times \frac{\pi}{4}(0.15)^2 \Rightarrow V_1 = 0.25V_2 \qquad (III)$$

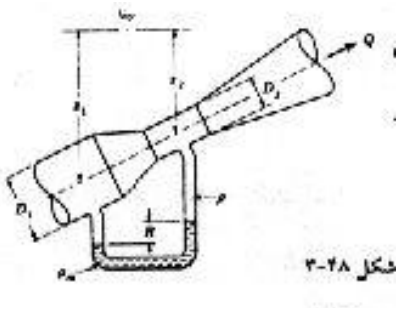
$$\text{روابط (I) و(II)} \Rightarrow V_2^2 - (0.25V_2)^2 = 3.9224$$

$$\Rightarrow 0.9375V_2^2 = 3.9224 \Rightarrow V_2 = 2.045 m/s$$

$$\Rightarrow Q = V_2 A_2 = 2.045\left(\frac{\pi}{4} \times 0.15^2\right) = 0.036 m^3/s = 36 L/s$$

(49

3-22 . **براي لوله وانتوري شكل 3-48 رابطه اي بنويسيد كه دبي حجمي جريان را برحسب اختلاف ارتفاع مانومتري به دست دهد.**



حل :

با انتخاب نقطه (1) در ارتفاع z_1 از سطح مبنا و نقطه (2) در ارتفاع z_2 از سطح مبنا داريم : معادله فشار بين دو نقطه (h_2, h_1) فواصل نقاط (1) و(2) از سطح سيال مانومتري مي باشند).

$$P_1 + \wp h_1 - R\wp_m - h_2\wp = P_2 \Rightarrow P_1 - P_2 = R\wp_m + (h_2 - h_1)\wp$$

با توجه به شكل:

$$(h_2 - h_1) = |z_2 - z_1| - R$$

$$\Rightarrow P_1 - P_2 = R\wp_m + (|z_1 - z_2| - R)\wp$$

$$z_2, z_1 < 0 \quad , \quad z_2 < z_1 \quad \Rightarrow \quad |z_1 - z_2| = z_2 - z_1$$

معادل انرژي را بين دو نقطه (1) و(2) مي نويسيم

$$\frac{P_1}{\wp} + \frac{V_1^2}{2g} + z_1 = \frac{P_2}{\wp} + \frac{V_2^2}{2g} + z_2$$

$$\Rightarrow \frac{P_1 - P_2}{\wp} + z_1 - z_2 = \frac{V_2^2 - V_1^2}{2g}$$

با جاگذاري رابطه بدست آمده براي اختلاف فشار داريم :

$$\Rightarrow \frac{R\wp_m + [z_2 - z_1 - R]\wp}{\wp} + z_1 - z_2 = \frac{V_2^2 - V_1^2}{2g}$$

$$\Rightarrow R\left(\frac{\wp_m}{\wp} - 1\right) = \frac{V_2^2 - V_1^2}{2g} \Rightarrow R\left(\frac{p_m}{p} - 1\right) = \frac{V_2^2 - V_1^2}{2g} \qquad (I)$$

معادله پيوستگي بين دو مقطع (1) و(2) عبارت است از :

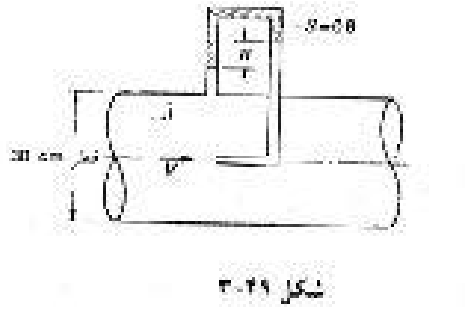
$$V_1A_1 - V_2A_2 \Rightarrow V_1 = V_2\frac{A_2}{A_1} = V_2\left(\frac{D_2}{D_1}\right)^2 \qquad (II)$$

$$R\left(\frac{p_m}{p} - 1\right) = \frac{V_2^2 - V_2^2(D_2/D_1)^4}{2g} = \frac{V_2^2}{2g}\left(1 - \left(\frac{D_2}{D_1}\right)^4\right) \Rightarrow V_2^2 = \frac{2gR(pm/p - 1)}{1 - (D_2/D_1)^4}$$

$$Q = V_2A_2 \Rightarrow Q = A_2\left(\frac{2gR(p_m/p - 1)}{1 - (D_2/D_1)^4}\right)^{1/2}$$

(50

3-23 . **در شكل 2-49 ، R=22cm است . سرعت V چقدر است؟**



شکل ۳-۲۹

حل :

دو نقطه (1) و(2) را كه بر روي امتداد يك خط جريان قرار دارند. مطابق شكل انتخاب مي كنيم. بايد توجه داشت كه فشار در نقطه (2) بيش از نقطه (1) مي باشد چون سرعت سيال در محل ورود به لوله صفر شده و تمام انرژي جنبشي سيال فرض عدم وجود تلف انرژي به انرژي فشاري تبديل مي شود.

رابطه فشار : $P_1 = 0.8\wp R + \wp R = P_2 \Rightarrow P_2 - P_1 = R(\wp - 0.8\wp) \Rightarrow P_2 - P_1 = 0.2\wp R$

معادل انرژي را بين دونقطه (1) و(2) مي نويسيم :

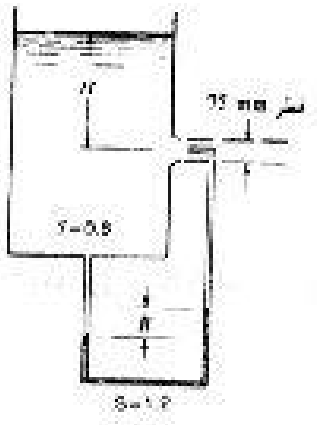
$$\frac{P_1}{\wp} + \frac{V_1^2}{2g} + z_1 = \frac{P_2}{\wp} + \frac{V_2^2}{2g} + z_2$$

$$\frac{P_1}{\wp} + \frac{V^2}{2g} + 0 = \frac{P_2}{\wp} + 0 + 0 \Rightarrow \frac{P_2 - P_1}{\wp} = \frac{V^2}{2g}$$

$$\Rightarrow V^2 = \frac{0.2\wp R}{\wp} \times 2g = 2g \times 0.2R = 2 \times 9.806 \times 0.2 \times 0.22 = 0.863 \Rightarrow V = 0.93 m/s$$

(51

3-24 . **در شكل 3-50 ، H را برحسب R به دست آوريد . از تلفات صرفنظر كنيد.**



حل :

نقاط (1) و(2) و (3) را مطابق شكل انتخاب مي كنيم .

معادله فشار بين P_3,P_2 در درون لوله (I) $P_3+(x+R)\wp_1-R\wp_2-L\wp_1=P_2$

معادله فشار بين P_3,P_1 در درون مخزن :

$P_3=(L-x+H)\wp_1+P_1, P_1=0\Rightarrow P_3=(L-x+H)\wp_1 \quad (II)$

معادله انرژي را بين دو نقطه (1) و(2) مي نويسيم . بايد توجه داشت كه سرعت سيال در نقطه 2 صفر مي باشدزيرا در برخورده به ابتداي لوله سيال ساكن شده و انرژي جنبشي آن (با فرض عدم تلفات) به انرژي فشاري تبديل مي شود.

$$\frac{P_1}{\wp_1}+\frac{V_1^2}{2g}+z_1=\frac{P_2}{\wp_1}+\frac{V_2^2}{2g}+z_2\Rightarrow 0+0+H=\frac{P_2}{\wp_1}+0+0\Rightarrow P_2=\wp_1 H \quad (III)$$

با جاگذاري P_3,P_2 از دو رابطه (II) و(III) در رابطه (I) داريم:

$$(L-x+H)\wp_1+(x+R)\wp_1-R\wp_2-L\wp_1=\wp_1 H\Rightarrow R(\wp_1-\wp_2)=0$$

با توجه به اينكه $\wp_1\neq\wp_2$ مي باشد بنابراين R=0 خواهد بود.

(52

3-25 . **خط لوله اي $0.6m^3/s$ آب را از يك مخزن به مخزن ديگري منتقل مي كند. سطح مخزن دوم 2m پايين تر از سطح مخزن اول است . تلفات را برحسب متر- نيوتن بركيلوگرم و همچنين برحسب كيلو وات به دست آوريد.**

حل:

با فرض اينكه نقطه (I) در سطح آب مخزن بالايي و نقطه (2) در سطح آب مخزن پاييني باشد معادل انرژي را بين اين دو نقطه مي نويسيم :

$$\frac{P_1}{\wp}+\frac{V_1^2}{2g}+z_1=\frac{P_2}{\wp}+\frac{V_2^2}{2g}+z_2+losses_{1-2}\Rightarrow 0+0+12=0+0+0+losses_{1-2}$$

$$\Rightarrow losses_{1-2}=12N.m/N=12\times 9.806=117.72N.m/N$$

$$m=pQ=1000\times 0.6=600kg/s$$

$$losses_{1-2}=117.672\times 600=70603N.m/S=70603W=70.603kW$$

(53

3-26 . **پمپي كه 3m بالاتر از سطح آب درياچه قرار دارد، 15L/s آب را به صورت يك جت قائم تخليه مي كند كه 16m بالا مي رود. قدرت مصرفي الكتروموتور 3.5kW است . راندمان مجموعة الكتروپمپ را به دست آوريد . تلفات مجموعه اگر سطح درياچه و نقطه اوج جت مقايسه شود، چقدر است؟ تلفات با توجه به اينكه آب دوباره به سطح درياچه سقوط مي كند، چقدر است؟**

حل :

با انتخاب سطح مبناي z در سطح آب درياچه و نقطه (1) بر روي اين سطح و نقطه (2) در بالاترين نقطه جت قائم داريم :

$$z_1 = 0, z_2 = 16 + 3 = 19m$$

معادله انرژي را بين دو نقطه (1) و(2) مي نويسيم . بايد توجه داشت كه فشار در درون جت صفر مي باشد چون انرژي فشاري به انرژي جنبشي تبديل مي شود همچنين فشار در سطح آب درياچه هم صفر مي باشد.

$$\frac{P_1}{\wp} + \frac{V_1^2}{2g} + z_1 = \frac{P_2}{\wp} + \frac{V_2^2}{2g} + z_2 + losses_{1-2}$$

$$0 + 0 + 0 + W_p = 0 + 0 + 19 + losses_{1-2}$$

با فرض اينكه W_p كار مفيد پمپ بوده و از كليه تلفات به جز تلفات مربوط به خود پمپ (مانند تلف شدن انرژي در خطوط لوله و مقاومت هوا و ...) صرفنظر شود $losses_{1-2}=0$ خواهد بود بنابراين داريم :

$$W_p = 19W / kg$$

$$Q = 0.015m^3 / s \Rightarrow m = p.Q = 0.015 \times 9806 = 147.09kg / s$$

$$\Rightarrow W_p = 147.09 \times 19 = 2794.71W \quad \text{كارمفيد پمپ}$$

$$q = \frac{W_p}{\text{كار داده شده}} = \frac{2794.71}{3500} = 0.798 \Rightarrow q = 79.8\% \quad \text{راندمان}$$

اتلاف انرژي توسط پمپ و موتور عبارت است از 3500-2794.71=708.29W

$$708.29W - 708.29kgm / s \times \frac{1}{147.09kg / s} - 4.79m.N / N$$

در برگشت آب به داخل درياچه كليه انرژي آب (قرار گرفته در بالاترين نقطه جت) به گرما تبديل شده و تلف مي شود و اين انرژي موجود در آب كه به صورت انرژي پتانسيل مي باشد عبارت خواهد بود از : 19W/kg بنابراين تلفات انرژي در حالتي كه آب دوباره به درياچه برگردد عبارت خواهد بود از :

4.79-19=23.79m.N/N

(54

3-27 . **يك دمنده $2m^3/s$ هوا($p=1.3kg/m^3$) را جابجا مي كند و فشار آن را به اندازة 150 ميلي متر آب مي افزايد . راندمان دمنده 72 درصد است . تلفات در دمنده را برحسب متر – نيوتن بر كيلوگرم و نيز بر حسب كيلووات به دست آوريد . سرعت دوراني دمنده 1800rpm است . گشتاور روي محور دمنده را تعيين كنيد.**

حل :

هرگاه فرض كنيم كه سرعت و ارتفاع هوا در ورودي و خروجي يكسان باشد و تنها تغيير صورت گرفته در انرژي هوا به تغييرات فشار آن مربوط شود با نوشتن معادله انرژي و ساده كردن آن خواهيم داشت :

$$\Delta P = 0.15mH_2O - 0.15mH_2O \times \frac{1.01325\times10^5 Pa}{10.34mH_2O} = 1469.9Pa$$

$$W = \frac{\Delta P}{P} = \frac{1469.9}{1.3} = 1130.7N.m/kg$$

$$losses = \frac{1130.7}{0.72}\times 0.28 = 440N.m/kg$$: تلفات

$$m = pQ = 1.3\times 2 - 2.6kg/s$$

$$losses = 2.6\times 440 = 1144\frac{N.m}{s}(w) = 1.144kW$$

$$W = T\omega \Rightarrow T\times 1800\times\frac{2\pi}{60} - 1130.7\times 2.6$$

$$\Rightarrow T = 15.6N.m$$ گشتاور روي محور دمنده

(55

3-28 . **سرعت جريان در لوله اي به قطر 6m برابر 3m/s است . اين لوله با يك زانويي كاهنده به لوله ديگري به قطر 5m متصل شده است . فرض كنيد تلفات با مجذور سرعت متناسب باشد. به ازاي 1000m طول لوله ، تلفات در لولة دوم چند برابر تلفات در لولة اول است.**

حل :

با نوشتن معادله پيوستگي داريم :

$$V_1A_1 = V_2A_2 \Rightarrow V_2 = V_1\frac{A_1}{A_2} = V_2\left(\frac{D_1}{D_2}\right)^2 = 3\times\left(\frac{6}{5}\right)^2 = 4.32m/s$$

$$losses\alpha V^2 \Rightarrow \frac{losses_2}{losses_1} = \frac{V_2^2}{V_1^2} = \frac{4.32^2}{3^2} = 2.07$$

(56

3-29 . **توزيع سرعت براي جريان آرام در لوله با رابطه زير داده مي شود:**

$$v = V_{\max}\left(1-(r/r_0)^2\right)$$

سرعت متوسط و ضريب تصحيح انرژي جنبشي را به دست آوريد.

حل : با توجه به شکل مقابل داريم:

$$dA = 2\pi r dr$$

$$V = \frac{1}{A}\int_A v dA = \frac{1}{\pi r_0^2}\int_0^{r_0} v 2\pi r dr = \frac{2}{r_0^2}\int_0^{r_0} v r dr = \frac{2}{r_0^2}\int_0^{r_0} V_{\max}\left(r - \frac{r^3}{r_0^2}\right)dr$$

$$= \frac{2V_{\max}}{r_0^2}\left(\frac{r^2}{2} - \frac{r^4}{4r_0^2}\right)_0^{r_0} = \frac{2V_{\max}}{r_0^2} \times \frac{r_0^2}{4} = \frac{V_{\max}}{2}$$

$$\alpha - \frac{1}{A}\int_A \left(\frac{v}{V}\right)^3 dA - \frac{8}{\pi r_0^2}\int_0^r \left(1 - \left(\frac{r}{r_0}\right)^2\right)^3 2\pi r dr = \frac{16}{r_0^2}\int_0^{r_0}\left(1 - \left(\frac{r}{r_0}\right)^2\right)^3 r dr$$

$$-\frac{16}{r_0^2}\int_0^{r_0}\left(r - \frac{3r^3}{r_0^2} + \frac{3r^3}{r_0^4} - \frac{r^2}{r_0^6}\right)dr = \frac{16}{r_0^2}\left(\frac{r_0^2}{2} - \frac{3r_0^4}{4r_0^2} + \frac{1}{2}\times\frac{r_0^6}{r_0^4} - \frac{1}{8}\times\frac{r_0^6}{r_0^6}\right) = 2$$

براي جريان بسيار درهم، توزيع سرعت با رابطه زير داده مي شود:

$$\frac{v}{v_{\max}} = \left(\frac{y}{r_0}\right)^{1/0}$$

r_0 شعاع لوله و y فاصله از ديواره آن است . ضريب تصحيح انرژي جنبشي را تعيين كنيد.

حل :

مطابق شكل داريم :

$$r = r_0 - y \Rightarrow dr = -dy$$

$$V = \frac{1}{A}\int_A v dA = \frac{1}{\pi r_0^2}\int V_{\max}\left(\frac{y}{r_0}\right)^{1/0} 2\pi r dr$$

$$V = \frac{1}{r_0^2}\int V_{\max}\left(\frac{r_0 - r}{r_0}\right)^{1/9} 2r dr - \frac{2V_{\max}}{r_0^2 r_0^{1/9}}\int_0^{r_0} r(r_0 - r)^{1/9} dr$$

$$(r_0 - r)^{1/9} = u \Rightarrow \frac{1}{9}(r_0 - r)^{-8/9}(-1)dr = du \Rightarrow dr = -9(r_0 - r)^{8/9} du, r = r_0 - u^9$$

$$\Rightarrow V = \frac{2V_{\max}}{r_0^{1/9}}\int_{r_0^{1/9}}^{0}(r_0 - u^9)(-9)(r_0 - r)^{8/9}(r_0 - r)^{1/9} du$$

$$-\frac{2V_{\max}}{r_0^{19/9}} \times (-9)\int_{r_0^{1/9}}^{0}(r_0 - u^9)u^9 du - \frac{-18V_{\max}}{r_0^{1/9}}\int_{r_0^{1/9}}^{0}\frac{1}{9}(r_0 u^9 - u^{18})du = \frac{-18V_{\max}}{r_0^{19/9}4}\left(\frac{r_0}{10}u^{10} - \frac{1}{19}u^{19}\right)_{r_0^{1/9}}^{0}$$

$$= \frac{-18V_{\max}}{r_0^{19/9}} \times \left(\frac{9}{190}\right) \times r_0^{19/9} \Rightarrow V = \frac{81}{95}V_{\max}$$

$$\alpha = \frac{1}{A}\int\left(\frac{v}{V}\right)^8 dA = \frac{1}{\pi r_0^2} \times \left(\frac{-95}{81}\right)\int\left(\frac{y}{r_0}\right)^{1/3} 2\pi r dr - \frac{3.2266}{r_0^2 \times r_0^{1/3}}\int_0^{r_0} r(r_0 - r)^{1/3} dr$$

$$u = (r_0 - r)^{1/3} \Rightarrow du = \frac{1}{3}(r_0 - r)^{-2/3}(-1)dr \Rightarrow dr = -3(r_0 - r)^{2/3} du, r = r_0 - u^3$$

$$\alpha = \frac{-3.2266}{r_0^{7/3}}\int_{r_0^{1/3}}^{0}(r_0 - u^3)(r_0 - r)^{1/3}(-3)(r_0 - r)^{2/3} du$$

$$\alpha = \frac{9.6798}{r_0^{7/3}}\int_{r_0^{1/3}}^{0}(r_0 u^3 - u^3)du = \frac{9.6798}{r_0^{7/3}}\left(\frac{r_0}{4}u^4 - \frac{1}{7}u^7\right)_{r_0^{1/3}}^{0} = \frac{9.6798}{r_0^{7/3}} \times \frac{3}{28} \times r_0^{7/3} = 1.037$$

(57

3-31 . **در شکل 3-43 تلفات از مقطع A تا مقطع B برابر 0.6m.N/N است . دو عمق ممکن در مقطع B را به دست آورید.**

حل :

مانند مسئله 15 معادله انرژي بين دونقطه (1)و(2) عبارت است از :

$$\frac{P_1}{\wp}+\frac{V_1^2}{2g}+z_1=\frac{P_2}{\wp}+\frac{V_2^2}{2g}+z_2+losses_{1-2}$$

$$\Rightarrow 0+\frac{5^2}{2\times 9.806}+(1.7+1.3)=0+\frac{V_2^2}{2\times 9.806}+\wp+0.6\Rightarrow \wp+\frac{V_2^2}{19.612}=3.675\ \ (I)$$

معادله پيوستگي بين دو مقطع (1)و(2): (II) $\Rightarrow V_2=\frac{6.5}{\wp}$ از مسئله 15

$$\text{از روابط (I)و(II)}\Rightarrow \wp+\frac{6.5^2}{19.612\times\wp^2}=3.675\Rightarrow \wp^3-3.675\wp^2+2.154=0$$

از حل معادله بال $\wp_1=0.88m, \wp_2=3.5m$

ريشه سوم از لحاظ فيزيكي بي معني است.

(58

3-32 . **در شکل 3-44 در اثر تلفات ، دماي آب از A تا B به اندازة 0.0006^0C افزايش مي يابد . عمق کمتر جريان در مقطع B را به دست آورید.**

حل :

$$m=pVA=1000\times 9.806\times 0.5\times 2=9806kg/s$$

$$q=mc_p\Delta\theta \qquad c_p=1\frac{cal}{g^0c}=1\frac{cal}{g^0c}\times\frac{4.184J}{1cal}\times\frac{1000g}{1kg}=4184\frac{J}{kgc}$$

گرماي حاصل شده :

$$q=9806\times 4184\times 0.0006=24617J/s$$

$$\Rightarrow q=4184\times 0.0006=2.51\frac{N.m}{kg}=losses$$

مانند مسئله 16 معادله انرژي را بين دو نقطه (1)و(2) مي نويسيم :

$$\frac{P_1}{p}+\frac{V_1^2}{2}+gz_1=\frac{P_2}{p}+\frac{V_2^2}{2}+gz_2+losses_{1-2}$$

$$0+\frac{9.806^2}{2}+9.806\times 0.5=0+\frac{V_2^2}{2}+9.806(2.5+\wp)+2.51$$

$$\Rightarrow 9.806+\frac{V_2^2}{2}=25.96 \quad (I)$$

معادله پيوستگي بين دو مقطع :

$$V_1A_1=V_2A_2 \Rightarrow V_2=\frac{4.903}{\wp} \qquad (II)$$

$$\text{روابط (I) و (II)} \Rightarrow 9.806\wp+\left(\frac{4.903}{\wp}\right)^2\times\frac{1}{2}=25.96$$

$$\Rightarrow 9.806\wp^3-25.96\wp^2+12.02=0 \Rightarrow \wp^3-2.647\wp^2+1.23=0$$

از حل معادله فوق دو ريشه y=2.44m,y=0.821m حاصل مي شود كه جواب موردنظر مسئله y=0.821m مي باشد.

(59

3-33 . در شكل 3-44 عرض كانال از 2m در مقطع A به 3m در مقطع B افزايش مي يابد . تلفات بين B,A برابر 0.3m.N/N است . دو عمق ممكن در B را به دست آوريد.

حل :

معادله انرژي را بين دو نقطه (1)و(2) مي نويسيم :

$$\frac{P_1}{\wp}+\frac{V_1^2}{2g}+z_1=\frac{P_2}{\wp}+\frac{V_2^2}{2g}+z_2+losses_{1-2}$$

$$0+\frac{9.806^2}{2\times 9.806}+0.5=0+\frac{V_2^2}{2\times 9.806}+(2.5+\wp)+0.3 \Rightarrow \wp+\frac{V_2^2}{2g}=2.603 \quad (I)$$

معادله پيوستگي بين دو مقطع عبارت است از :

$$V_1A_1=V_2A_2 \Rightarrow 9.806\times(2\times 0.5)=V_2\times(3\times\wp) \Rightarrow V_2=\frac{3.269}{\wp} \qquad (III)$$

$$\text{روابط (I) و (II)} \quad \wp+\left(\frac{2.269}{\wp}\right)^2\times\frac{1}{2\times 9.806}=2.603 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \wp^3-2.603\wp^2+0.545=0$$

از حل معادله فوق : $\wp_1=0.510m \ , \ \wp_2=2.517m$

ريشه سوم از لحاظ فيزيكي بي معني است.

(60

3-34 . **در يك خط انتقال آب در مقطع A ، قطر 1m ، فشار 98kPa و سرعت 1m/s است . در مقطع B ، 2m بالاتر از A است، قطر 0.5m و فشار 20kPa است . جهت جريان را تعيين كنيد.**

حل :

انرژي (Head) در مقطع A :

$$H_A = \frac{P_A}{\wp} + \frac{V_A^2}{2g} + z_A = \frac{98000}{9806} + \frac{1^2}{2\times 9.806} + 0 = 10.045 N.m/N$$

معادله پيوستگي:

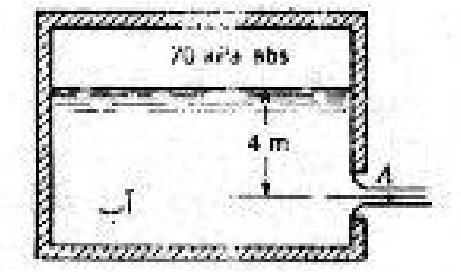
انرژي (Head) در مقطع B :

$$V_1 A_1 = V_2 A_2 \Rightarrow V_2 = V_1 \frac{A_1}{A_2} = V_1 \left(\frac{D_1}{D_2}\right)^2 = 1\times\left(\frac{1}{0.5}\right)^2 = 4m/s$$
$$H_B = \frac{P_B}{\wp} + \frac{V_B^2}{2g} + z_B = \frac{20000}{9806} + \frac{4^2}{2\times 9.806} + 2 = 4.86 N.m/N$$

بنابراين جريان از مقطع A به مقطع B خواهد بود $H_B < H_A \Rightarrow$

(61

3-35 . **در شكل 5-51 سرعت جريان در A را به دست آوريد. تلفات 0.1m.N/N است . بارومتر عدد 750mHg را نشان مي دهد.**



حل :

با انتخاب سطح A به عنوان سطح مبنا و انتخاب نقطه (1) در سطح آزاد آب معادله انرژي را بين نقطه (1) و A مي نويسيم .

$$P_A = 750mmHg \times \frac{1.01325\times 10^5 Pa}{760mmHg} = 99991.8Pa$$

$$\frac{P_1}{\wp} + \frac{V_1^2}{2g} + z_1 = \frac{P_A}{\wp} + \frac{V_A^2}{2g} + z_A + losses_{1-A}$$

$$\Rightarrow \frac{70000}{9806} + 0 + 4 = \frac{99991.8}{9806} + \frac{V^2}{2\times 9.806} + 0 + 0.1$$

$$\Rightarrow V^2 = 16.49 \Rightarrow V = 4.06m/s$$

(62

3-36 . **در شكل 52 -3 به ازاي H=8m تلفات برابر $3V^2/2gm.N/N$ است . دبي را به دست آوريد**

شكل ۳-۵۲

حل :

نقطه (1) را در سطح آب و نقطه (2) را در خروجي لوله فرض مي كنيم و معادله انرژي را براي ايندو نقطه مي نويسيم .

$$\frac{P_1}{\wp}+\frac{V_1^2}{2g}+z_1=\frac{P_2}{\wp}+\frac{V_2^2}{2g}+z_2+losses_{1-2}$$

$$0+0+H=0+\frac{V^2}{2g}+0+\frac{3V^2}{2g}$$

$$\Rightarrow \frac{4V^2}{2g}=H\Rightarrow \frac{4V^2}{2\times 9.806}=8\Rightarrow V^2=30.22m/s\Rightarrow V=6.263m/s$$

$$Q=AV-\frac{\pi}{4}(0.15)^2\times 6.263=0.1107m^3/s=110.7L/s$$

(63

3-37 . **در شكل 57-3 براي دبي H 50L/s را حساب كنيد . تلفات $10V^2/2gm.N/N$ است.**

حل :

$$Q=AV\Rightarrow V=\frac{Q}{A}=\frac{0.05}{\pi\times 0.15^2/4}=2.83m/s$$

$$\frac{P_1}{\wp}+\frac{V_1^2}{2g}+z_1=\frac{P_2}{\wp}+\frac{V_2^2}{2g}+z_2+losses_{1-2}$$

$$0+0+H=0+\frac{V^2}{2g}+0+\frac{10V^2}{2g}\Rightarrow \frac{11V^2}{2g}=\frac{11\times 2.83^2}{2\times 9.806}=4.49m$$

(64

3-38 . **در شكل 52-2 دبي 100L/s و ارتفاع H=10m است . تلفات در سيستم را برحسب ارتفاع سرعتي يعني $KV^2/2g$ بيان كنيد.**

حل :

$$Q = AV \Rightarrow V = \frac{Q}{A} = \frac{0.1}{\pi \times 0.15^2/4} = 5.6588 m/s$$

معادله انرژي بين نقطه (1)و(2) عبارت است از:

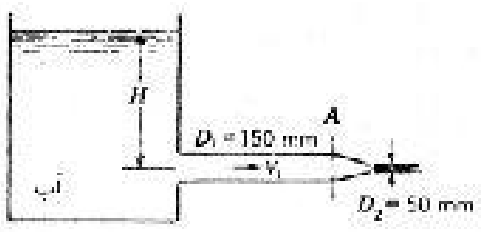
$$\frac{P_1}{\wp} + \frac{V_1^2}{2g} + z_1 = \frac{P_2}{\wp} + \frac{V_2^2}{2g} + z_2 + losses_{1-2}$$

$$0 + 0 + H = 0 + \frac{V^2}{2g} + 0 + \frac{kV^2}{2g}$$

$$\Rightarrow H = (k+1)\frac{V^2}{2g} \Rightarrow 10 = (k+1)\frac{5.6588^2}{2 \times 9.806} \Rightarrow k = 5.125$$

(65

3 -39 . در شكل 3-53 تلفات تا مقطع A به صورت $5V_1^2/2g$ و تلفات در نازل به صورت $0.05V_2^2/2g$ بيان مي شود . دبي را به دست آوريد . فشار در A را حسب كنيد. H=8m



حل : مطابق شكل نقطه (1) را در مقطع A و نقطه (2) را در جت خروجي و نقطه (3) را در روي سطح آزاد آب انتخاب مي كنيم . معادله انرژي را بين دو نقطه (2) و(3) مي نويسيم:

$$\frac{P_3}{\wp} + \frac{V_3^2}{2g} + z_3 = \frac{P_2}{\wp} + \frac{V_2^2}{2g} + z_2 + losses_{3-2}$$

$$0 + 0 + H = 0 + \frac{V_2^2}{2g} + 0 + \frac{5V_1^2}{2g} + 0.05 \times \frac{V_2^2}{2g} \Rightarrow 0.021V_2^2 + V_1^2 = 31.38 \quad (I)$$

معادله پيوستگي بين دو مقطع:

$$V_1A_1 = V_2A_2 \Rightarrow V_1 \times \frac{\pi}{4} \times 0.15^2 = V_2 \times \frac{\pi}{4} \times 0.05^2$$

$$\Rightarrow V_2 = 9V_1 \qquad (II)$$

$$\text{روابط (I) و(II)} \Rightarrow 0.021(9V_1)^2 + V_1^2 - 31.38$$

$$V_1^2 = 1.74 \Rightarrow V_1 = 1.32 m/s$$

$$Q_1 = Q_2 = A_1 V_1 = \frac{\pi}{4} \times 0.15^2 \times 1.32 = 0.0233 m^3/s = 23.3 L/s$$

معادله انرژي بين دو نقطه (1) و(3) عبارت است از :

$$\frac{P_3}{\wp} + \frac{V_3^2}{2g} + z_3 = \frac{P_1}{\wp} + \frac{V_1^2}{2g} + z_2 + losses_{3-1}$$

$$0 + 0 + H = \frac{P_1}{\wp} + \frac{V_1^2}{2g} + 0 + \frac{5V_1^2}{2g}$$

$$\Rightarrow \frac{P_1}{\wp} - 8 - \frac{6}{2g} \times 1.32^2 = 7.467 N.m/N$$

$$\Rightarrow P_1 = 7.467 \times 9806 = 73.221 kPa(gage)$$

(66

3-40 .**در شکل 3-53 فشار در A برابر 25kPa است . تلفات در مسأله قبل داده شده است . ارتفاع ، H و دبي را تعيين كنيد.**

حل :

معادله انرژي بين دو نقطه (1)و(2) عبارت است از :

$$\frac{P_1}{\wp} + \frac{V_1^2}{2g} + z_1 = \frac{P_2}{\wp} + \frac{V_2^2}{2g} + z_2 + losses_{1-2}$$

مطابق مسئله قبل :

$$\frac{25000}{9806} + \frac{V_1^2}{2 \times 9.806} + 0 = 0 + \frac{V_1^2}{2 \times 9.806} + 0 + 0.05 \frac{V_2^2}{2 \times 9.806}$$

$$\Rightarrow 1.05 V_2^2 - V_1^2 = 50 \qquad (I)$$

از مسئله قبل داريم

$$Q_1 = Q_2 \Rightarrow V_2 = 9V_1 \qquad (II)$$

$$\Rightarrow 1.05(9V_1)^2 - V_1^2 = 50 \Rightarrow 84.05 V_1^2 = 50 \Rightarrow V_1 = 0.771 m/s$$

$$Q = Q_1 = V_1 \times \frac{\pi}{4} \times 0.15^2 = 0.0136 m^3/s = 13.6 L/s$$

معادله انرژي بين نقاط (3) و(1) عبارت است از :

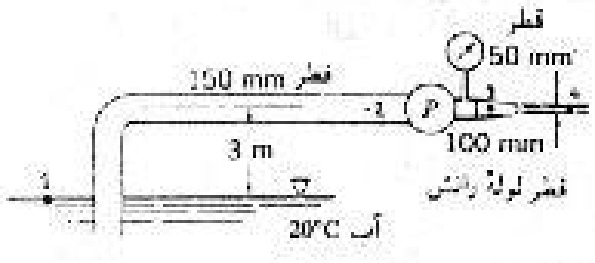
$$\frac{P_3}{\wp}+\frac{V_3^2}{2g}+z_3=\frac{P_1}{\wp}+\frac{V_1^2}{2g}+z_2+losses_{3-1}$$

$$0+0+H=\frac{25000}{9806}+\frac{0.771^2}{2\times 9.806}+0+\frac{5\times 0.771^2}{2\times 9.806}$$

$$\Rightarrow H=2.731m$$

(67

3-41 . در شكل 3-54 هنگامي كه فشار در لوله رانش 35kPa باشد . كاويتاسيون در دهانه ورودي پمپ در آستانه وقوع است . طول لوله مكش را به دست آوريد . تلفات در لوله مكش را مي توان به صورت $(V_1^2/2g)(0.03L/D)$ بيان كرد. تواني را كه پمپ به سيال مي دهد به دست آوريد . چنددرصد از اين توان صرف غلبه بر تلفات مي شود. فشار بارومتريك 760mmHg است.



حل :

با انتخاب نقاط (1)و(2)و(3)و(4) مطابق شكل بالا داريم : $P_4=0$, $P_3=35kPa$

معادله انرژي بين نقاط (3)و(4) عبارت است از :

$$\frac{P_3}{\wp}+\frac{V_3^2}{2g}+z_3=\frac{P_4}{\wp}+\frac{V_4^2}{2g}+z_4$$

$$\frac{35000}{9806}+\frac{V_3^2}{2\times 9.806}+3=0+\frac{V_4^2}{2\times 9.806}+3\Rightarrow V_4^2-V_3^2=70\quad (I)$$

معادله پيوستگي بين دو مقطع (3)و(4) :

$$V_3A_3=V_4A_4$$

$$\Rightarrow V_3\times\frac{\pi}{4}(0.10)^2-V_4\times\frac{\pi}{4}(1.150)^2\Rightarrow V_4=4V_3(II)$$

$$(II)(I)\text{ روابط}\Rightarrow(4V_3)^2-V_3^2=70\Rightarrow V_3=2.16m/s$$

معادله پيوستگي بين دو مقطع (3)و(2):

معادله انرژي بين نقاط (1)و(2) عبارت است از :

$$V_2A_2=V_3A_3\Rightarrow V_2=\frac{V_3A_3}{A_2}$$

$$\Rightarrow V_2=\frac{2.16\times 0.1^2}{0.15^2}=0.96m/s$$

$$\frac{P_1}{\wp}+\frac{V_1^2}{2g}+z_1=\frac{P_2}{\wp}+\frac{V_2^2}{2g}+z_2+\left(\frac{V_2^2}{2g}\right)(0.03L/D)$$

فشار در نقطه 2 عبارت است از فشار بخار آب در دماي ذكر شده كه 20^0C مي باشد.

از جدول كتاب براي آب در دماي 20C داريم : $\frac{P_v}{\wp}=0.25, \wp=9789N/m^3$

$$\Rightarrow P_v=0.25\times 9789 \Rightarrow P_2=2447.25Pa$$

$$P_1=P_{bar}=760mmHg=1.01325\times 10^5$$

با جاگذاري در معادله انرژي داريم:

$$\frac{1.01325\times 10^5}{9806}+0+0=\frac{2447.25}{9806}+\frac{0.96^2}{2\times 9.806}+3+\frac{0.96^2}{2\times 9.806}\times\frac{0.03L}{0.15}\Rightarrow L=748m$$

معادله انرژي را بين دو نقطه (2)و(3) مي نويسيم :

$$\frac{P_2}{\wp}+\frac{V_2^2}{2g}+z_2+W_p=\frac{P_3}{\wp}+\frac{V_3^2}{2g}+z_3+losses_{2-3}$$

$$\frac{2447.25}{9806}+\frac{0.96^2}{2\times 9.806}+3+W_p=\frac{35000+1.01325\times 10^5}{9806}+\frac{2.16^2}{2\times 9.806}+3$$

$$\Rightarrow W_p=13.84N.m/N$$

$$m=pQ=pV_2A_2=998.2\times 0.96\times\frac{\pi}{4}\times 0.15^2=16.93kg/s$$

$$\Rightarrow W_p=13.84\times 16.93=234.3N.m/s=234.3\times 9.806=2297.5W$$

تلفات انرژي $losses=\frac{V_2^2}{2g}\times\frac{0.03L}{D}=\frac{0.96^2}{2\times 9.806}\times\frac{0.03\times 748}{0.15}=7.03Nm/N$

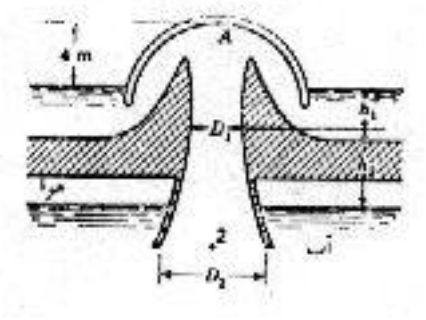
$$\Rightarrow losses=7.03\times 16.93=119W$$

كل توان ايجاد شده توسط پمپ كه صرف سيال شده است = 2297.5+119=2416.5W

درصد توان مصرفي جهت تلفات $=\frac{119}{2416.5}\times 100=4.92\%$

(68

3-42. **در سيفون شكل 3-55 داريم $D_1=5m, D_1=3m, h_2=3m, h_1=1m$ تلفات تا مقطع 2 معادل $2.6V_2^2/2g$ است و 10 درصد تلفات قبل از مقطع 1 رخ مي دهد . دبي را تعيين كنيد. فشار در مقطع 1 رخ مي دهد . دبي را تعيين كنيد. فشار در مقطع 1 را به دست آوريد.**



حل :

با انتخاب نقاط (3)و(4) روي سطح آب مطابق شكل داريم

$$\frac{P_3}{\wp}+\frac{V_3^2}{2g}+z_3=\frac{P_4}{\wp}+\frac{V_4^2}{2g}+z_4+losses_{3-4}$$

$$losses_{3-4}=losses_{3-2}+losses_{2-4}=\frac{2.6V_2^2}{2g}+losses_{2-4}$$

$$\Rightarrow 0+0+4=0+0+0+\frac{2.6V_2^2}{2g}+losses_{2-4}\Rightarrow losses_{2-4}=4-\frac{2.6V_2^2}{2g}$$

مطالعه انرژي بين دو نقطه (2)و(4) عبارت است از:

$$\frac{P_2}{\wp}+\frac{V_2^2}{2g}+z_2=\frac{P_4}{\wp}+\frac{V_4^2}{2g}+z_4+losses_{2-4}$$

$$\frac{V_3^2}{2g}=0+0+0+4+\frac{2.6V_2^2}{2g}\Rightarrow\frac{3.6V_2^2}{2g}=4\Rightarrow V_2=4.6681m/s$$

$$Q=Q_1=Q_2=V_2A_2=4.6681\times\frac{\pi}{4}\times5^2=91.66m^3/s$$

$$Q_1=Q_2\Rightarrow V_1A_1=V_2A_2\Rightarrow V_1\times\frac{\pi}{4}\times3^2=4.6681\times\frac{\pi}{4}\times5^2\Rightarrow V_1=12.967m/s$$

معادله انرژي بين نقاط (3)و(1) عبارت است از : $\frac{P_3}{\wp}+\frac{V_3^2}{2g}+z_3=\frac{P_1}{\wp}+\frac{V_1^2}{2g}+z_1+losses_{3-1}$

$$0+0+4=\frac{P_1}{\wp}-\frac{12.967^2}{2g}+3+0.1\times2.6\times\frac{4.6681^2}{2g}$$

$$\Rightarrow P_1=-77098Pa=-77.098kPa$$

(69

3-43 . **در مسأله قبل فشار در نقطه A را به دست آورید . نقطة A ، نقطه سکون است(سرعت در A صفر است)**

حل :

معادله انرژي بين نقاط (3)و(4) عبارت است از :

$$\frac{P_3}{\wp}+\frac{V_3^2}{2g}+z_3=\frac{P_A}{\wp}+\frac{V_A^2}{2g}+z_A$$

$$0+0+4=\frac{P_1}{\wp}--+0+8$$

$$\Rightarrow \frac{P_A}{\wp}=-4\Rightarrow P_A=-4\times 9806=-39224Pa=-39.224kPa$$

(70

3-44 . **به انتهاي سيفون شكل 3-18 در مقطع 3 يك نازل به طول 150mm متصل مي كنيم كه قطر دهانة خروجي آن 150mm است . با صرفنظر كردن از تلفات ، دبي را تعيين كنيد. فشار در مقاطع 3,2 را به دست آوريد.**

حل:

معادله انرژي بين نقاط (1)و(4) عبارت است از:

$$\frac{P_1}{\wp}+\frac{V_1^2}{2g}+z_1=\frac{P_4}{\wp}+\frac{V_4^2}{2g}+z_4+losses_{1-4}$$

$$0+0+(1.5+0+0.15)=0+\frac{V_4^2}{2g}+0+0\Rightarrow V_4=5.689m/s$$

$$Q=V_4A_4=5.689\times\frac{\pi}{4}\times(0.15)^2=0.101m^3/s=101litr/s$$

$$\Rightarrow Q_1=Q_2=Q_3=Q_4=V_3\times\frac{\pi}{4}(0.2)^2=0.101\Rightarrow V_3=V_2=3.2m/s$$

معادله انرژي بين نقاط (3)و(1) عبارت است از :

$$\frac{P_1}{\wp}+\frac{V_1^2}{2g}+z_1=\frac{P_3}{\wp}+\frac{V_3^2}{2g}+z_3$$

$$\Rightarrow 0+0+(1.5+0.15)=\frac{P_3}{\wp}+\frac{3.2^2}{2\times 9.806}+0.15$$

$$\Rightarrow \frac{P_3}{\wp}=0.978\Rightarrow P_3=0.978\times 9806=9590Pa=9.59kPa$$

معادله انرژي بين نقاط (1)و(2) عبارت است از :

$$\frac{P_1}{\wp}+\frac{V_1^2}{2g}+z_1=\frac{P_2}{\wp}+\frac{V_2^2}{2g}+z_2$$

$$\Rightarrow 0+0+(1.5+0.15)=\frac{P_2}{\wp}+\frac{3.2^2}{2\times 90806}=(2+1.5+0.15)$$

$$\Rightarrow \frac{P_2}{\wp}=-2.52\Rightarrow P_2=-2.52\times 9806=-24730Pa=24.73kPa$$

(71

3-45 . **در مسألة قبل فرض كنيد تلفات از 1 تا 2 به صورت $1.7V_2^2/2g$ و از 2 تا 3 به صورت $V_2^2/2g$ 0.9 و در نازل به صورت $V_E^2/2g$ 0.6 بيان شود . V_E سرعت خروجي از نازل است . دبي را تعيين كنيد. فشار در مقاطع 3,2 را به دست آوريد.**

حل :

با توجه به مسئله قبل داريم:

معادله انرژي بين دو نقطه(1)و(4) عبارت است از :

$$\frac{P_1}{\wp}+\frac{V_1^2}{2g}+z_1=\frac{P_4}{\wp}+\frac{V_4^2}{2g}+z_4+losses_{1-4}$$

$$0+0+(1.5+0.15)=0+\frac{V_4^2}{2g}+0+1.7\frac{V_2^2}{2g}+0.9\frac{V_2^2}{2g}+0.06\frac{V_E^2}{2g}\quad ,\quad V_2=V_4$$

$$\Rightarrow \frac{1.06V_E^2}{2g}+\frac{2.6V_2^2}{2g}=1.65\qquad (I)$$

معادله پيوستگي بين دو مقطع (1)و(4):

$$Q_2-Q_4\Rightarrow V_2\times\frac{\pi}{4}(0.2)^2=V_E\times\frac{\pi}{4}(0.15)^2$$

$$\Rightarrow V_2=0.5625V_E, V_E=V_4\quad (II)$$

$$(II)\text{و}(I)\text{روابط}\Rightarrow \frac{1.06V_E^2}{2\times 9.806}+\frac{2.6}{2\times 9.806}(0.5625V_E)^2=1.65$$

$$\Rightarrow 0.096V_E^2=1.65\Rightarrow V_E=4.146m/s$$

$$Q=Q_2=Q_3=Q_4=V_E\times\frac{\pi}{4}\times(0.15)^2=0.073m^3/s-73L/s$$

$$Q_2=Q_4\Rightarrow V_2\times\frac{\pi}{4}(0.2)^2=V_E\times\frac{\pi}{4}(0.15)^2$$

$$\Rightarrow V_2=2.332m/s\Rightarrow V_2=V_3=2.332m/s$$

معادله انرژي بين نقاطه (1)و(2) عبارت است از :

$$\frac{P_1}{\wp}+\frac{V_1^2}{2g}+z_1=\frac{P_2}{\wp}+\frac{V_2^2}{2g}+z_2+losses_{1-2}$$

$$\Rightarrow 0+0+(1.5+0.15)=\frac{P_2}{\wp}+\frac{2.332^2}{2\times 9.806}+3.65+\frac{1.7\times 2.332^2}{2\times 9.806}$$

$$\Rightarrow \frac{P_2}{\wp}=2.749\Rightarrow P_2=2.749\times 9806=2695Pa=26.95kPa$$

معادله انرژي بين نقاط (1)و(3) عبارت است از :

$$\frac{P_1}{\wp}+\frac{V_1^2}{2g}+z_1=\frac{P_3}{\wp}+\frac{V_3^2}{2g}+z_3+losses_{1-3}$$

$$\Rightarrow 0+0+(1.5+0.15)=\frac{P_3}{\wp}+\frac{2.332^2}{2\times 9.806}+0.15+\frac{1.7\times 2.332^2}{2\times 9.806}+\frac{0.9\times 2.332^2}{2\times 9.806}$$

$$\Rightarrow \frac{P_3}{\wp}=0.5018\Rightarrow P_2=0.5018\times 9806=4920Pa=4.92kPa$$

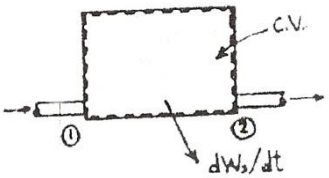
(72

هوا درفشار مطلق 500pkو دمای 35 به یک موتور هوایی که بخوبی عایقکاری شده است ، واردشده وآن را به صورت یک جت آزادبا دمای -5°C ترک می کند . سرعت های ورودی خروجی به ترتیب 25m/sو 70m /s می باشند .اگر در هردقیقه 3kg هو اجریان داشته باشد واگر انرژی داخلی به صورت cvT بگیریم که cv، گرمای ویژه درحجم ثابت ، ثابت فرض شود توان ایجاد شده توسط موتور هوا چقدر است ؟ گرمای ویژه $4.08\times 10^{-5}N.M/(kg)(k)$ بگیرید فشار اتمسفر 101.4pa می باشد.

حل :

قانون اول ترمودینامیک به صورت زیر می باشد:

شکل



$$\frac{v_1^2}{2}+gz_1+\frac{p1}{\rho 1}+u_1=\frac{v_2^2}{2}+gz_2+\frac{p_2}{\rho_2}+u_2+\frac{dws}{dm}$$

$$\frac{25^2}{2}+\frac{500\times10^3}{\rho_1}+(4.08\times10^{-5})(35+237)=$$

$$\frac{70^2}{2}+\frac{101.4\times10^3}{\rho_2}+(4.08\times10^{-5})(-5+273)+\frac{dw_s}{dm}$$

باتعیین جملات می توان نوشت : $\frac{dw}{dm}+\frac{1014\times10^3}{\rho_2}-\frac{500\times10^3}{\rho_1}+2.14\times10^3=0$

اکنون از معادله حالت در روابط (1) و (2) برای گاز کامل استفاده می کنیم :

$$p_1=\rho_1R_1T_1$$

$$500{,}000=\rho_1(278)(273+35)$$

$$p_2=\rho_2RT_2$$

$$\rho_1=5.66kg/m^3$$

$$\rho_2=1.318kg/m^3$$

$$101{,}400=\rho_2(278)(-5+273)$$

بابازگشت به معادله یک نتیجه می شود:

$$\therefore \frac{dw_s}{dm} = 9264\frac{N-M}{kg}$$

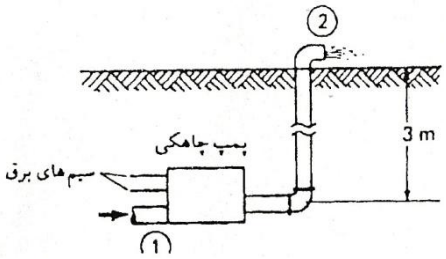
$$\frac{dw_s}{dm} = -\frac{101.4\times10^3}{1.318} + \frac{500\times10^3}{5.66} - 2.14\times10^3$$

$$\frac{dw_s}{dt} = \frac{dw_s}{dm}\frac{dm}{dt} = (9264)(\frac{3}{60}) = 463w$$

درنهایت توان برابر با 453kwمی باشد.

(73

پمپ چاهکی ،پمپ آبندی شده ای است که معمولا درزیر سطح زمین نصب می شوداین پمپ آب را از ورودیl گرفته و آن را به 2در سطح زمین پمپاژ می کند . قطر داخلی ورودی 75mmو قطر خروجی 50mm می باشد . جریان الکتریکی 10 آمپر با ولتاژ 220V به پمپ داده می شود . حداکثر دبی ممکن پمپ چقدراست ؟ از اصطکاک درلوله ها وانتقال حرارت صرفنظر کنید . p_1 را p_{atm} بگیرید.



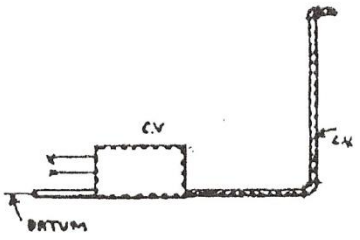
حل:

برای حجم کنترل زیر با استفاده از فشار نسبی قانون اول را می توان به صورت زیر نوشت :

(1)

$$\frac{v_1^2}{2} + 0 + 0 = \frac{v_2^2}{2} + g(3) + 0 + \frac{dw_s}{dm}$$

شکل



$$\frac{1}{2}[\frac{Q}{(\pi)(0.75)^2}]^2 = \frac{1}{2}[\frac{Q}{(\pi).(050)^2}]^2$$

$$+9.81(3) - [(220)(10)]/[(1000)Q)]$$

$$104.1\times10^{3}Q^{2}-\frac{2.20}{Q}+(3)(9.81)=0$$

$$Q^{3}+2.827\times10^{4}Q-2.113\times10^{-5}=0$$

با حل از طریق حدس وخطا نتیجه می شود:

$$Q=.02425m^{3}/\sec$$

$$Q=24.25l/\sec$$

(74

درستی روش ارتفاع را اثبات کنید.

حل:

فرض می کنیم مطابق شکل ، پیستونی از مایع درلوله دراختیار است . قطر لوله به حد کافی بزرگ بوده واثر موئینگی حذف می گردد . اکنون اگر مقدار آب را به اندازه h جابجا کنیم وفشار $(p=yh)$ را بوسیله یک پیستون اعمال کنیم فشار درهرنقطه درفاصله dپائینتر از h برابر خواهد با:

$$p=(yh)+y(d)=p_0+p$$

زیرا فشار پیستون در همه جا یکنواخت است برعکس هر گاه به علت وجود پیستون یا هر وسیله دیگری فشار p_0 وجود داشته باشد باید آن را با ستونی از مایع ، مطابق رابطه زیر عوض نمود.

شکل $p_0=yh_{eq}$

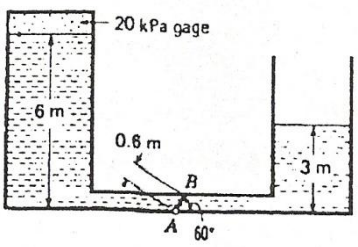
وفشاردر عمق d برابرخواهد بود با: $p=y(h_{eq}+d)$

(75

دریچه ABدر نقطه A لولا شده است . وقتی دریچه بسته باشد زاویه آن با امتداد افقی 60°است . دریچه ، مستطیلی به ابعاد 0.6m در 1mمی باشد . در دو طرف دریچه آب وجود دارد . درسمت چپ آب تحت فشار هوای متراکم با فشار 20kpaقرار دارد . درحالیکه سمت راست به اتمسفر مربوط میشود . لنگر نیروی وارده از آب به دریچه حول نقطه Aچقدر است ؟

راهنمایی : با کمی تأمل ، حل مسأله کوتاهتر می شود.

شکل



حل :

این مسئله را می توان به روش کوتاهتری نیز حل نمود . درصورتیکه دقت شود ملاحظه می گرددکه آب دردو طرف ،یکدیگر را خنثی نموده بنابراین فشار یکنواخت درسمت چپ دریچه براثر فشار (3m, kpa)آب باقی می ماند

$$p = [(20)(1000) + (3)(9806)](.6)(1)$$
$$= 29$$
$$M = (29.65)(3) = 8.895kN - m$$

(76

هواپیمایی باسرعت ثابت 600mi/h حرکت می کند . هریک از چهار موتور جت دارای سطح ورودی $10\ ft^2$ وسطح خروجی $3\ ft^2$ می باشد . نسبت سوخت به هوا 1به 40 می باشد. سرعت خروجی محصولات احتراق نسبت به هواپیما درفشار نسبی محلی $4lb/in^2$ برابر $600\ ft/s$ است . ارتفاع هواپیما از سطح دریا $40{,}000\ ft$ است که در آنجا جرم مخصوص هوا $0.000594slugs/\ ft^3$ می باشد . نیروی دراگ وارده به هواپیما را به دست آورید.

حل :

یک موتورجت را درنظر گرفته ومطابق شکل کنترلی بر روی سطح داخلی موتوراستفاده می کنیم . معادله اندازه حرکت خطی برای حجم کنترل با استفاده از فشار نسبی به صورت زیر می باشد.

شکل

$$R_x-(p_{exit})(3)=-v_1^2(\rho_1A_1)+v_2\left[(\rho_1v_1A_1)+(1+\frac{1}{40})\right]$$

$$R_x-(4)(144)(3)=-\left[600(\frac{5280}{3600})\right]^2(.000594)(10)+$$

$$(6000)\left[(\frac{5280}{3600})(.000594)(10)(1+\frac{1}{40}\right]$$

$R_x=29,300$ نیروی دراگ $117,200lb$

(77

درمساله قبل فرض کنید که نیروی دراگ هواپیما ، D متناسب با مجذور سرعت است اگر دو موتور هواپیما از کار افتاده ونسبت به سوخت به هوا همان مقدار مسأله قبلی بماند ، سرعت پرواز هواپیما چقدر خواهد گردید ؟ نیروی رانش هر موتور که درمسأله قبل محاسبه گردیدبرابر 29,300lb می باشد . فرض کنید که فشار خروجی محصولات احتراق $4lb/in^2$ باقی بماند .

حل :

Dv^2

$\therefore D=CV^2$

زمانیکه $V=(600)(\frac{5280}{3600})\,ft/\sec$ باشد دراین صورت $D=(29,300)(4)$ می باشد.

بنابراین مقدار C به دست می آید. از این روداریم :

$$(4)(29,300)=C\left[(600)\frac{5280}{3600}\right]^2 \qquad C=.1513lb/(ft/\sec)$$

حال سرعت را تنها با استفاده از دوموتور به دست می آوریم . دراگ برای هواپیما به صورت $.1513V^2$ داده شده بنابراین نیروی تر است برای هرموتور $\frac{1}{2}(.1513)V^2$ می باشد . معادله اندازه حرکت درامتداد محورxبرای کنترل مسئله قبل به صورت زیر می باشد:

$$\frac{1}{2}(.1513V^2)-(4)(144)(3)=-V_1^2(\rho_1A_1)+V_2\left[\rho_1v_1A_1\left[1+\frac{1}{40}\right]\right]$$

باقرار دادن مقادیر عددی نتیجه می شود:

$$\frac{.1513}{2}V_1^2-1,728=-V_1^2(.000594)(10)+6000[(.000594)(V_1)(10)](1+\frac{1}{40})$$

$$V_1^2 - 447V_1 - 21179 = 0$$

$$\therefore .816V_1^2 - 36.5V1 - 1728 = 0$$

$$V_1 = \frac{447 \pm \sqrt{447^2 + (4)(21179)}}{4} = 490\, ft/\sec = 334 mph$$

(78

مطلوبست دراگ وارده به یک زیردریایی دونفره که زیر سطح آزاد حرکت می کند . مدلی به مقیاس $\frac{1}{10}$ نمونه اصلی مورد آزمایش قرار گرفته است . چه گروههای بی بعدی باید برای دو جریان برابر باشند ؟ اگر دراگ وارده به زیر دریایی درسرعت 1kn مورد نظر باشدمدل باچه سرعتی باید حرکت کند؟

حل:

الف) عدد رینولدز

$$\frac{\rho_M V_M D_M}{\mu} = \frac{\rho_P V_P D}{\mu}$$

ب)

$$\therefore V_M D_M = V_P D_P$$

بااستفاده از تشابه از آب داریم

$$V_M = (1)(\frac{D_P}{D_M}) = 10 Knots$$

(79

روغنی باویسکوزیته سینماتیک $6.05\times10^{-5}\ ft^2/s$ دریک لوله به قطر 10-in جریان دارد. آب 60°F با چه سرعتی باید درلوله جریان یابد تاتشابه دینامیکی برقرار شود ؟ نسبت بین دراگهای دوجریان برای طول های یکسان چقدر است ؟ چگالی روغن 0.8 می باشد.

حل :

برای روغن داریم :

$$\begin{cases} v = 6.05\times10^{-5}\ ft^2/\sec \\ D = 10 in \end{cases}$$

برای آب می توان نوشت:

$$\begin{cases} v = 1.217\times10^{-5}\ ft^2/\sec \\ D = 10 \end{cases}$$

با توجه به اعداد رینولدز داریم :

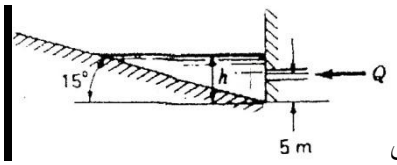
$$(\frac{VD}{\nu})_{\text{روغن}} = (\frac{VD}{\nu})_{\text{آب}}$$

$$V_{\text{روغن}} = (\frac{1.217}{6.05})V_{\text{آب}}$$

$$V_{\text{روغن}} = 2012\ V_{\text{آب}}$$

(80

عرض یک نهر مستطیلی ، 10m وبستر آن مطابق شکل شیبدار است آب با دبی 100l/s به آن اضافه می شود . هنگامی که h=1m شود dh/dt چقدر است ؟ چقدر طول می کشدتا سطح آزاد از h=1m به h=1.2 m برسد؟



شکل

حل : حجم کنترلی را برای آب درنظر گرفته قانون بقای جرم برای c.v نشان داده شده ایجاب کندکه

$$\oiint \rho \vec{V}.d\vec{A} = -\frac{\partial}{\partial t}\iiint \rho dv$$

$$-(\rho)(100)(.001) = -\frac{\partial}{\partial t}\left\{\left[\frac{1}{2}(\frac{1}{\tan 15^\circ})\right](h)(10)(\rho)\right\}$$

$$l = \frac{\partial}{\partial t}[(18.66)(h^2)]$$

شکل

شود که h تابعی اززمان می باشد.

$$\therefore \frac{dh}{dt} = .00263\frac{m}{\sec}$$

$$l = 37.3h\frac{dh}{dt}$$

$$ldt - 37.3hdh$$

دراین مرحله متغیرها راجدا می نماییم :

با انتگرال گیری نتیجه می شود:

$$l(t2-t1)=37.3\frac{h^2}{2}\Big|_1^{1.2}$$

$$t2-t1=\Delta t=\frac{37.3}{(.1)(2)}\left[1.2^2-1^2\right]$$

$$\therefore \Delta t=82.1\sec$$

(81

درمساله قبل فرض کنید نمونه درسطح زمین با سرعت 150mi/h حرکت می کند . اگر برای اندازه گیری دراگ وارده به مدل از تونل بادی که در بالا گرفته شد استفاده کنیم با توجه به اینکه اثرات لزجی حائز اهمیت است درچه سرعتی تشابه دینامیکی برقرار می شود ؟ فرض کنید این سرعت Vm باشد ، چرا این آزمایش بی معنی است ؟ توضیح دهید که چرا برای چنین آزمایشی باید از هوای بشدت متراکم ویا از تونل آب استفاده کرد . ρ و μ را برای مدل ونمونه یکسان فرض کنید.

حل :

دراینجا می خواهیم به دست آوریم :

$$(R_{ey})_p=\frac{\rho VD}{\mu}=\frac{(\rho)(150)(\frac{5280}{3600})(20L_M)}{\mu}$$

برای الگوداریم:

$$\therefore V_M=(20)(150)=3000mi/hr.$$

$$(R_{ey})_M=\frac{(\rho)(V_m)(\frac{5280}{3600})(20L_M)}{\mu}$$

دراین سرعت درتونل باداثرات تراکم پذیری وجود دارد ولی ویسکوزیته اثری ندارد ونتایج بی معنی هستند برای رفع آن ، باید $(\rho)_M$ را با گذاشتن یک فشار بالا درتونل باد یا استفاده از سیالی مانند آب درتونل آب افزایش دهیم.

(82

مقاومت مدل یک کشتی اقیانوس پیما که به مقیاس $\frac{1}{100}$ ساخته شده است در مقابل موج مورد اندازه گیری قرار می گیرد . اگر دراگ وارده به نمونه در سرعت 20kn مورد نظر باشد، سرعت مدل چقدر باید باشد ؟ نسبت نیروهای دراگ مدل ونمونه را تعیین کنید.

حل :

دراین مسئله با قرار دادن اعداد فروید نتیجه می شود:

$$(\frac{v^2}{Lg})_P = (\frac{v^2}{Lg})_M$$

$$V_M = 2knots$$

$$V^2M = (400)(\frac{L_M}{L_p}) = 4$$

$$(\frac{p}{\rho V^2})_p = (\frac{p}{\rho V^2})_M$$

اما

$$p\frac{F}{D^2}$$

که دراین رابطه F به عنوان نیروی دراگ وD نیز به عنوان طول تلقی می گردد.

بنابراین می توان نوشت:

$$(\frac{F}{\rho V^2 D^2})_p = (\frac{F}{\rho V^2 D^2})_M$$

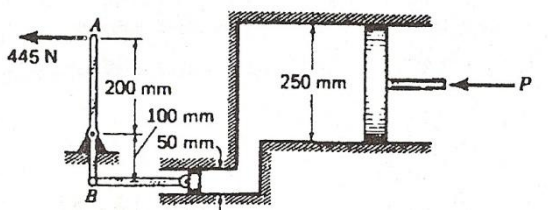
$$\frac{F_P}{F_M} = (10)^2 \times 100^2 = 10^6$$

$$\therefore \frac{F_p}{F_M} = (\frac{V_p}{V_M})^2 (\frac{D_p}{D_M})^2$$

(83

نیروی 455N به اهرم AB وارد می شود . انتهای دیگراهرم، B به پیستونی متصل شده که داخل یک سیلندر به قطر 50mm قرار گرفته است . چه نیروی p باید روی پیستون بزرگ اعمال گرددتا از حرکت آن درسیلندر با قطر 250mm جلوگیری کند ؟

شکل



حل :

$$A_1 = \pi r_1^2 = (\pi)(.025)^2$$
$$A2 = \pi r_2^2 = (\pi)(.125)^2$$
$$\frac{p_2}{p_1} = \frac{A_2}{A_1}$$
$$\therefore\ p_2 = [(2)(445)]\frac{\pi(.125)^2}{\pi(.025)^2} = 22{,}250 = 22.25kN$$

(84

ثابت کنید که نیروی برآیند ناشی از توزیع ویکنواخت فشار روی یک صفحه ، درمرکز سطح آن صفحه وارد می شود .

حل :

برآیند نیرو برابر است با PA ، با گشتاور گیری حول محور x می توان نوشت:

$$(pA)(y') = \int pydA = p\int ydA$$

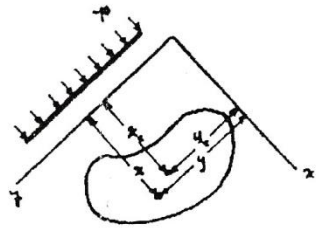
به طورمشابه با گشتاورگیری حول محور داریم که :

$$\therefore y' = \frac{\int ydA}{A} = \frac{y_c A}{A} = y_c$$

بنابراین برآیند نیرودرمرکز اثر می کند.

$$x' = x_c$$

شکل



(85

وزن مخصوص یک کوه یخ $900N/m^3$ ووزن مخصوص آب اقیانوس $10^4 N/m^3$ می باشد. اگر حجم کوه یخ در بالای سطح آزاد $2.8\times10^3 m^3$ باشد حجم کوه یخ در سطح آزاد اقیانوس چقدر است ؟

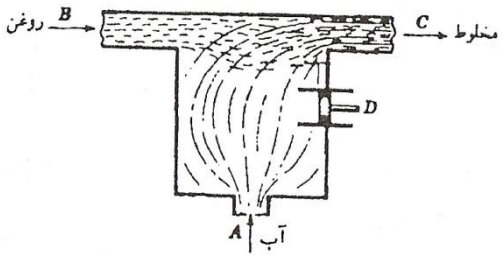
حل :

$$V_{up} = 2.8\times10^3 m^3$$
$$V_{up} + V_{bot} = V_T$$
$$(V_T)(9000) = (V_{bot})(10{,}000)$$
$$(2.8\times10^3 + V_{bot})(9000) = V_{bot}(10{,}000)$$
$$V_{bot} = 25.2\times10^3 m^3$$

(86

آب از لوله A با دبی $0.1m^3/s$ وروغن از لوله B با دبی $0.03.m^3/s$ به داخل دستگاه وارد می شوند . چگالی روغن 0.8 می باشد . اگر مایعات غیر قابل تراکم بوده ویک مخلوط همگن از ذرات روغن در آب را تشکیل دهند ، سرعت متوسط وجرم مخصوص مخلوط خروجی از لوله Cچقدر خواهد بود ؟ قطر لولة C , 0.3-m می باشد.

شکل



حل :

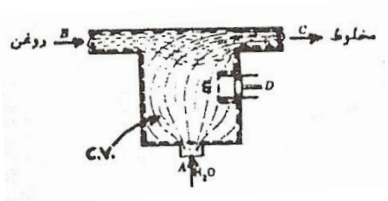
$$\oiint \rho \vec{V} d\vec{A} = 0$$

$$-(100)(.1)-(800).(30)+\rho V\frac{\pi(.3)^2}{4}=0 \qquad pV=1{,}754$$

فرض می کنیم هیچ واکنشی بین روغن وآب صورت نگرفته ومخلوط تراکم ناپذیر است وحجم بقاء دارد.

بنابراین می توان نوشت :

$$(.1)+(.03)=Q=.13$$



$$\therefore V_C\frac{\pi(.3)^2}{4}=.13 \qquad V_C=1.893m/\sec$$

$$\therefore \rho_C=\frac{1{,}754}{1.893}=953.7\frac{kg}{m^3}$$

شکل

(87

منظور از دستگاه مختصات اینرسیال چیست ؟

حل :

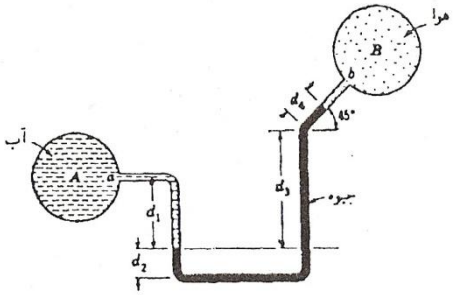
یک دستگاه مرجع قانون نیوتن به شکل $\vec{f}=m\vec{a}$ یافته می شودکه $\vec{a}$ نسبت دستگاه سنجیده می شود.

(88

اختلاف فشار مخازن Aو B را بیابید.

اگر $S_{Hg}=13.6, d_1=300mm, d_2=150mm, d_3=460mm, d_4=200mm$ **باشند.**

شکل



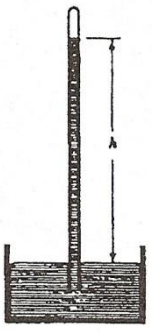
حل :

$$p_N = p_A + \gamma_{H2o} d_1$$
$$p_M = p_B + \gamma_{Hg}(d_4 \sin 45\circ + d_3)$$
$$p_N = p_M \Rightarrow p_A + \gamma_{H2o} d_1 = p_B + \gamma_{Hg}(d_4 \sin 45\circ + d_3)$$
$$p_A - p_B = -(9806)(.3) + (9806)(13.6)\times[(.2)(707) + .46] = 77{,}262\, p_a$$

(89

بارومتر وسیله ای برای اندازه گیری فشار اتمسفر است .اگراز مایعی به وزن مخصوص $850lb/ft^3$ **استفاده کرده ویک لوله پر از آن مطابق شکل وارونه کنیم ارتفاع h چقدر خواهد بود؟**

شکل



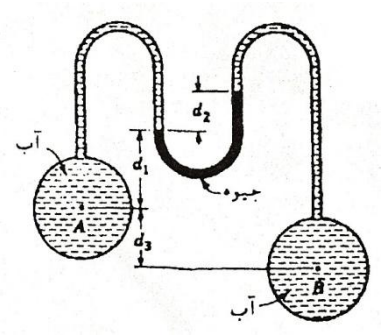
حل:

$$p_{amt} = (3)(144) + (850)(h)$$
$$(14.7 - 3)(144) = 850h$$
$$h = 1.9821\, ft = 23.8in$$

(90

اختلاف فشار نقاط Aو B از دومخزن چقدر است؟

شکل



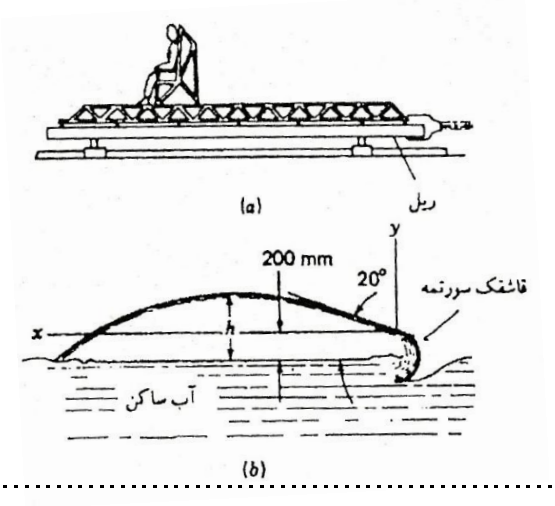
حل :

$$p_N = p_A - \gamma_{H2o} d_1$$
$$p_M = p_B - (d_1 + d_2 + d_3)\gamma_{H2o} + d_2\gamma_{Hg}$$
$$p_N = p_M$$
$$p_A - \gamma_{H2o} d_1 = p_B - (d_1 + d_2 + d_3)\gamma_{H2o} + d_2\gamma_{Hg}$$
$$p_B - p_A = \gamma_{H2o}(d_2 + d_3) - \gamma_{Hg} d_2$$

(91

یک دستگاه آزمایش که محرک آن موتور موشک است ، روی ریلها می لغزد . این دستگاه برای آزمایش توانایی تحمل انسان تحت شتابهای زیاد به کار می رود برای متوقف کردن دستگاه در سرعتهای زیاد قاشقکهای کوچکی پایین آورده می شوند تا آب را از روی مخزن ساکنی منحرف کنند که این مخزن درانتهای مسیر قرار گرفته است . دستگاه با سرعت 100km/h حرکت می کند. درلحظه مورد نظر ، ارتفاع hمربوط به جریان منحرف شده را که از دیدگاه دستگاه مشاهده می شودحساب کنید سرعت آب نسبت به بشقابک افت نکند.

شکل



حل :

دراین مسأله معادله برنولی رابین تشت وبالاترین نقطه می نویسیم مبنا را درتشت فرض می کنیم .

$$\frac{V_1^2}{2}+0+0=\frac{V_1\cos 20^\circ)^2}{2}+g(h-.200)$$

حال

$$V_1=(100)(\frac{1000}{3600})=27.8m/\sec$$

$$\therefore \frac{27.8^2}{2}=\frac{682}{2}+9.81(h-.200) \qquad h=4.80m$$

(92

در فاصله بين دو استوانه هم مركز به قطر هاي 20.2Cm ,20Cmمايعي با ويسكوزيته اي برابر 5cp قرار دارد . استوانه داخلي با سرعت 120 دور در دقيقه مي چرخد. نيروي وارد بر اين استوانه چقدر است ؟ طول استوانه 50Cmاست .

$$F=\tau A=\mu\frac{u}{y}*(2\pi rL)=\mu\frac{r\omega}{y}(2\pi rL)$$

$$y=10.1-10=0.1cm\,,\omega=\frac{2\pi}{60}*120=12.567\frac{rad}{sec}$$

$$F=5*10^{-3}*0.1*\frac{12.57}{0.1*10^{-2}}(2\pi*0.1*0.5)=1.97\text{N}$$

(93

يك دستگاه ويسكومتر از دو استوانه هم مركز به طول 30Cm و قطرهاي 20Cmو 20.2Cm تشكيل شده است . براي چرخاندن استوانه داخلي با سرعت 400 دور در دقيقه بايد به آن گشتاور 0.13N.m وارد نمود. ويسكوزيته سيال موجود بين دو استوانه چقدر است ؟

$$T=\frac{2\pi R^3L\mu\omega}{b}\Rightarrow\mu=\frac{Tb}{2\pi R^3L\omega}$$

$$b=10.1-10=0.1cm\,,\omega=\frac{2\pi}{60}*400=41.9$$

$$\mu=0.13*0.1*\frac{10^{-2}}{2\pi*0.1^3*0.3*41.9}=0.00165\,Pa.s$$

(94

مطابق شكل صفحه بالايي با سرعت 2m/s به سمت راست در حركت بوده و صفحه پاييني بين دو لايه ي روغن به لزجت هاي μ2.μ1 و به ضخامت t_1. t_2 مي تواند آزادانه حركت نمايد . در صورتي كه

$\mu_1 = 0.1Pa.s\ ,\mu_2\ = 0.05Pa.s\ ,\ t_1 = 2\ mm\ ,\quad t_2 = 1\ mm$

باشد سرعت صفحه پاييني برابر است با؟

حل:

با توجه به اينكه صفحه پاييني بين دو روغن مي تواند آزادانه حركت كند داريم :

$$\tau_1 = \tau_2$$

$$\mu_1\frac{\Delta u_1}{t_1} = \mu_2\frac{\Delta u_2}{t_2} \Rightarrow \mu_1\frac{2-v}{t_1} = \mu_2\frac{v}{t_2}$$

$$0.1\frac{2-v}{2*10^{-3}} = 0.05\frac{v}{1*10^{-3}} \Rightarrow 2-v = v\ \Rightarrow v = 1\ m/s$$

(95

يك شفت به قطر 10 سانتي متر و طول 10 سانتي متر در داخل يك غلاف با سرعت 120 دور در دقيقه مي چرخد. فاصله بين شفت و غلاف به ميزان 0.03 سانتي متر با روغن به ويسكوزيته μ= 0.008kg/m.s پر شده است . توان لازم براي چرخش شفت برابر است با :

حل:

با فرض اينكه توزيع در روغن (بين شفت و غلاف) خطي باشد داريم :

$$P = FV$$

$$F = \tau A = \mu\frac{u}{y}A$$

$$u = r\omega = r\left[\frac{2\pi N}{60}\right] = 0.05*\left[\frac{2\pi*120}{60}\right] = 0.63$$

$$F = 0.008*\frac{0.63}{0.003*10^{-2}}*\pi(0.1)(0.1) = 0.53\ N$$

$$P = 0.53*0.63 = 0.33w$$

96)

جريان آبي با سرعت حداكثر 50Cm/s روي يك سطح شيبدار تحت اثر ثقل حركت مي كند . اگر جريان ورقه اي بوده شيب كف يك درجه و توزيع سرعت در عمق خطي باشد ضخامت لايه آب در حال حركت چند ميلي متر مي باشد؟ (لزجت سينماتيكي = $0.8*10^{-6}$ و g=9.81m/s)

حل:

فرض مي كنيم توزيع سرعت در آب خطي باشد و با سرعت ثابت به سمت پايين حركت كند .

$$\sum F_z = 0 \Rightarrow F_f - W\sin\theta = 0 \Rightarrow F_f = W\sin\theta$$

(Zجهت حركت)

$$F_f = \tau A = \mu\frac{du}{dy}A = \mu\frac{u}{y}A$$

$$W = mg = \rho Vg = \rho(Ay)g$$

$$\Rightarrow \rho Ayg\sin\theta = \mu\frac{u}{y}A \Rightarrow y^2 = \frac{\mu u}{\rho g\sin\theta} = \frac{\rho vu}{\rho g\sin\theta} = \frac{vu}{g\sin\theta}$$

$$y = \sqrt{0.8*10^{-6}*\frac{0.5}{9.81\sin1^\circ}} = 1.53mm$$

97)

فاصله بين دو صفحه ثابت موازي افقي و بي نهايت بزرگ 25 ميلي متر مي باشد كه به وسيله مايعي با ويسكوزيته ديناميكي (لزجت ديناميكي) 0.7pa.sپر شده است بين اين دو صفحه يك صفحه نازك به موازات صفحه هاي ياد شده به ابعاد 250* 250 ميلي متر با سرعت 0.15 متر بدر ثانيه و به فاصله 6 ميلي متر از يكي از دو صفحه در حال حركت مي باشد . با در نظر گرفتن تغييرات خطي براي بين صفحه متحرك و جداره ها نيروي اصطكاك وارد بر دو طرف صفحه متحرك چند نيوتن مي باشد

$$F_f = \tau A = \mu\frac{u}{y}A \Rightarrow \mu = \frac{Fy}{uA}$$

$$\mu = \frac{20*[0.003]}{0.4*\pi*\left[\frac{3}{12}\right]\left[\frac{8}{12}\right]} = 0.0239\ lb_m s/ft^2$$

98)

سيالي با لزجت 0.05pa.s بين دو صفحه موازي بينهايت به فاصله 5 سانتي متر از يكديگر قرار دارد . اگر صفحه بالا با سرعت 5m/s نسبت به صفحه پايين شروع به

حركت نمايد و توزيع سرعت بين دو صفحه سهمي باشد . بطوري كه راس سهمي در روي صفحه بالا باشد. تنش روي صفحه پايين بر حسب نيوتن چقدر است ؟

فرض $u = ay^2 + by + c$

$$\begin{cases} y = 0 & : u = 5\frac{m}{s} \\ y = 5 & : u = 0 \\ y = 0 & : u = \frac{du}{dy} = 0 \end{cases}$$

$$\Rightarrow a = -2000, \quad b = 0, \quad c = 5 \Rightarrow u = -2000y^2 + 5$$

$$\tau = \mu \frac{du}{dy} | y = 0.05 \quad = -4000 * 0.05 = -200 s^{-1}$$

$$\tau = 0.05 * 200 = 10 N/m^2$$

(99

فشار دستگاهي kpa 10 خلا اندازه گيري شده است . فشار بارومتر 620 ميلي متر جيوه (s=13.6) است فشار مطلق دستگاه كدام است ؟

حل:

$$P_{abs} = P_{atm} + P_{gauge}$$

$$P_{gauge} = -10KPa = -10000Pa = -10000/9810 = -1.02mH2O$$

$$P_{atm} = 620mmHg = 620 * 13.6 * 10^{-3} = 8.43mH2O$$

$$P_{abs} = 8.43 - 1.02 = 7.41mH2O$$

(100

يك تانك با استفاده از يك صفحه عمودي از وسط به دو قسمت تقسيم شده است و در يك دريچه به ارتفاع 1 متر و عرض 0.5 متر در پايين تانك وبر روي صفحه ي عمودي تعبيه شده است . دريچه از بالا لولا شده است . در سمت چپ آب به ارتفاع 06 . متر و در سمت راست محلولي با S.G=1.5 و به ارتفاع 1 متر وجود دارد . براي بسته نگه داشتن دريچه چه نيرويي به پايين دريچه مي بايست اعمال شود ؟ مخزن رو باز مي باشد

حل:

براي سيال سمت چپ داريم :

$$F_1 = \gamma \bar{h} A = 9810 * \left(\frac{0.6}{2}\right)(0.6 * 0.5) = 882.9N$$

$$y_{P_1} = \bar{y} + \frac{I_g}{\bar{y}A} = 0.3 + \frac{\frac{1}{12} * 0.6^3 * 0.5}{0.3 * 0.6 * 0.5} = 0.4m$$

$$L_{P_1} = 0.4 + 0.4 = 0.8m$$

$$F_2 = \gamma \bar{h} A = 1.5 * 9810 * \left(\frac{1}{2}\right)(1 * 0.5) = 3678.75N$$

$$y_{P_2} = \bar{y} + \frac{I_g}{\bar{y}A} = 0.5 + \frac{\frac{1}{12} * 1^3 * 0.5}{0.3 * 1 * 0.5} = 0.667m = L_{P_2}$$

$$\sum M_o = 0 \Rightarrow M - F_2 L_{P_2} + F_1 L_{P_1} = 0$$

$$\Rightarrow F * 1 - 3678.75 * 0.667 + 882.9 * 0.8 = 0$$

$$\Rightarrow F = 1747N \approx 1.75KN$$