جامعة دمشق

المعهد التقاني

للهندسة الميكانيكية والكهربائية بدمشق

ميكانيك الموائع

السنة: الأولى

الاختصاص: تدفئة وتكييف وتبريد

الفقرات المطلوب من الطالب دراستها **من كتاب ميكانيك الموائع**

* يُرجى من الطالب قراءة هذا الملف بعناية وانتباه *

يبين الفهرس التالي الفقرات المحذوفة والفقرات المطلوبة من كتاب ميكانيك الموائع لتقديم الامتحان بها، مع مراعاة الملاحظات التي قمنا بالتنويه اليها في المحاضرات من ناحية حفظ الفقرات المظللة في الكتاب وقراءة وفهم باقي الفقرات بتمعّن، حيث يمكن أن يأتي السؤال من أي من هذه الفقرات ليتبين فهم الطالب. أما بالنسبة للمسائل فقد قمنا بحل عدد من المسائل في المحاضرات من الفصل الأول إلى الفصل الخامس، جميعها مطالب بها الطالب بالإضافة إلى المسائل المحلولة في الكتاب والتي نوهنا إليها أيضاً.

أما فيما يخص الفصلين السادس والسابع: يبين الفهرس الفقرات المطلوبة منهما، وتم إرفاق هذا الملف بحل المسائل المطلوبة والمتعلقة في هذين الفصلين، وفي النهاية نموذج امتحاني يساعد الطالب على معرفة منهجية الأسئلة.

نرجو لجميع الطلاب الأعزاء التوفيق والنجاح والسلامة دائماً.

مدرس المقرر: م. عامر المزعبر

الفهرس

الفصل الأول: مدخل إلى ميكانيك السوائل 11

4-1 مسائل 17

الفصل الثاني: الخصائص الفيزيائية والميكانيكية للسوائل 19

1-2 مقدمة 19

2-2 الكتلة النوعية (الكثافة) 20

3-2 الوزن النوعي 23

4-2 الحجم النوعي 23

5-2 اللزوجة 24

1-5-2 مقاييس اللزوجة **(غير مطلوبة)** 30

1-1-5-2 مقياس اللزوجة ذو الأسطوانة الدوارة **(غير مطلوبة)** 30

2-1-5-2 مقياس اللزوجة ذو الانبوب صغير المقطع **(غير مطلوبة)** 34

3-1-5-2 مقاييس اللزوجة ذات الدفق **(غير مطلوبة)** 37

6-2 التوتر السطحي والخاصية الشعرية 37

7-2 الضغط 44

8-2 ضغط التبخر 46

9-2 انضغاطية السوائل **(غير مطلوبة)** 48

10-2 المسائل التي تم حلها والمسائل المشابهة لها والتي أشرت اليها في المحاضرات 51

الفصل الثالث: توازن الموائع 61

2-3 توازن الموائع 62

3-3 توزع الضغط في مائع ساكن متجانس 62

4-3 توزع الضغط في الموائع غير المتمازجة 67

5-3 تطبيقات المعادلة الهيدروستاتيكية الأساسية 69

1-5-3 الأواني المستطرقة 69

2-5-3 قياس الضغط 70

1-2-5-3 المانومترات 70

1-1-2-5-3 الأنبوبة البيزومترية 71

3-5-2-1-2 المانومتر بشكل حرف U 71
3-5-2-1-3 الميكرومانومترات 72
3-5-2-1-4 المانومترات التفاضلية 73
3-5-2-2 البارومترات 75
3-5-2-2-1 البارومتر ذو الذراع الهابط 76
3-5-2-2-2 البارومتر بشكل حرف U 77
3-5-2-3 اختيار مائع المقياس **(غير مطلوبة)** 77
3-5-2-4 مقاييس الضغط الجافة 78
3-5-2-4-1 مقياس بوردون 78
3-5-2-4-2 مقياس الضغط الغشائي 79
3-5-2-4-3 مقياس ضغط التخلخل 79
3-5-2-5 واحدات قياس الضغط 81
3-5-3 قوى الضغط الهيدروستاتيكية المؤثرة على السطوح المستوية 82
3-5-4 قوة الرفع الهيدروستاتيكية **(غير مطلوبة)** 85
3-6 توازن الموائع باهمال تأثير القوى الحجمية (قانون باسكال) 92
3-7 المسائل التي تم حلها والمسائل المشابهة لها والتي أشرت اليها في المحاضرات 94
الفصل الرابع: حركة الموائع 109
4-2 تصنيف الجريانات 111
4-2-1 الجريان المستقر والجريان غير المستقر 112
4-2-2 الجريان الصفائحي والجريان المضطرب 113
4-2-3 جريانات أحادية، ثنائية، ثلاثية البعد 115
4-3 معادلة الاستمرار (قانون انحفاظ الكتلة) 116
4-4 المسائل التي تم حلها والمسائل المشابهة لها والتي أشرت اليها في المحاضرات 120
الفصل الخامس: تحريك الموائع 125
5-2 معادلة برنولي للجريان المثالي 127
5-3 معادلة برنولي للجريان الحقيقي 130
5-4 تطبيقات معادلة برنولي 131

5-4-1 انبوبة بيتوت 131
5-4-2 انبوبة فينتوري 135
5-4-3 التصريف عبر فتحة صغيرة **(غير مطلوبة)** 138
5-4-4 زمن تفريغ خزان عبر فتحة صغيرة **(غير مطلوبة)** 144
5-4-5 السيفون 145
5-5 المسائل التي تم حلها والمسائل المشابهة لها والتي أشرت اليها في المحاضرات 149
الفصل السادس: جريان الموائع في الأنابيب 157
6-2 فواقد الجريان في الأنابيب 158
6-3 تحديد معامل الاحتكاك ومعامل الوصلة **(غير مطلوبة)** 160
6-4 المنحني المميز للشبكة **(غير مطلوبة)** 166
6-5 مسائل : **المسألة 6-5-3 و 6-5-8 مطلوبة فقط** 172
الفصل السابع: الآلات الهيدروليكية 179
7-1 مقدمة 179
7-2 تصنيف الآلات الهيدروليكية 181
7-2-1 المضخات الديناميكية 183
7-2-2 مضخات الإزاحة الحجمية 186
7-2-3 المضخات النافورية 189
7-3 البارامترات المميزة لآلات الضخ 190
7-4 المنحنيات المميزة لآلات الضخ **(غير مطلوبة)** 192
7-5 عمل المضخات الطاردة المركزية 193
7-5-1 وصل المضخات على التسلسل 194
7-5-2 وصل المضخات على التفرع 195
7-6 أداء المضخات **(غير مطلوبة)** 195
7-7 الظواهر السلبية المؤثرة على الشبكات 199
7-7-1 التكهف 199
7-7-2 المطرقة المائية 201
7-8 تشغيل المضخات وصيانتها 202

7-8-1 أجزاء المضخة الطاردة المركزية 203
7-8-2 تشغيل المضخات 209
7-8-3 صيانة المضخات 209
7-8-4 الأعطال الشائعة في المضخات 210
7-9 المراوح **(غير مطلوبة)** 213
7-9-1 المراوح الطاردة المركزية **(غير مطلوبة)** 213
7-9-2 المراوح المحورية **(غير مطلوبة)** 216
7-9-3 مقارنة بين المراوح المحورية والمراوح الطاردة المركزية **(غير مطلوبة)** 218
7-9-4 عمل المراوح في الشبكات **(غير مطلوبة)** 219
7-9-5 وصل المراوح **(غير مطلوبة)** 223
7-10 الضواغط **(غير مطلوبة)** 224
7-10-1 الضواغط الترددية المكبسية **(غير مطلوبة)** 225
7-10-2 الضواغط الدورانية (ذات الريش المنزلقة) **(غير مطلوبة)** 225
7-10-3 الضواغط الطاردة المركزية **(غير مطلوبة)** 226
7-10-4 الضواغط المحورية **(غير مطلوبة)** 227
7-10-5 الانضغاط متعدد المراحل **(غير مطلوبة)** 227
7-11 مسائل : **المسألة 7-11-2 و 7-11-7 و 7-11-8 مطلوبة فقط** 229

مسائل الفصل السادس:

3-5-6 يجري مائع كثافته $\rho = 800\ \left[\frac{Kg}{m^3}\right]$ في أنبوب قطره $d = 300\ [mm]$ وطوله $800\ [m]$ بمعدل $0.45\ \left[\frac{m^3}{s}\right]$ أوجد الفواقد الناتجة عن الاحتكاك باعتبار معامل الاحتكاك $\lambda = 0.03$.

راجع الفقرة 6-2 من الكتاب، صـ 158، والتمرين المحلول(6-1) صـ 159

الحل:

تعطى فواقد الاحتكاك بصيغة الارتفاعات بالعلاقة التالية:

$$\Delta h_l = \frac{\lambda L}{d}\frac{u^2}{2g}$$

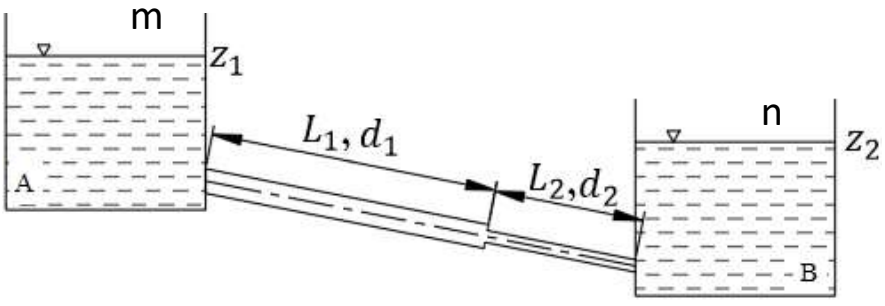
تُحسب السرعة من العلاقة:

$$u = \frac{Q}{A} = \frac{4Q}{\pi d^2} = \frac{4 \times 0.45}{\pi \times 0.3^2} = 6.37\ \left[\frac{m}{s}\right]$$

بالتعويض:

$$\Delta h_l = \frac{0.03 \times 800}{0.3} \times \frac{6.37^2}{2 \times 9.8} = 165\ [m]$$

8-5-6 يتم تفريغ الماء من خزان علوي A إلى خزان سفلي B بتدفق $Q = 30\ \left[\frac{L}{s}\right]$ باستخدام أنبوب فولاذي مؤلف من قسمين: القسم الأول طوله $L_1 = 100\ [m]$ وقطره $d_1 = 20\ [cm]$، والقسم الثاني طوله $L_2 = 150\ [m]$ وقطره $d_2 = 15\ [cm]$، إذا علمت أن مجموع معاملات الوصلات في الجزء الأول $\sum k_1 = 15$، وفي الجزء الثاني $\sum k_2 = 9$، ومعامل الاحتكاك للجريان $\lambda = 0.03$. احسب ارتفاع منسوب الماء في الخزان A إذا كان منسوب الماء في الخزان B يقع على ارتفاع $z_2 = 110\ [m]$.



الحل:

تبقى الغزارة ثابتة في جزأي الأنبوب ولكن بما أن قطر الانبوب يتضيق بالتالي فإن سرعة الجريان تزداد **حسب معادلة الاستمرار**، في البداية نقوم بحساب سرعة الجريان في جزأي الأنبوب:

$$Q = u_1 . A_1 = u_2 A_2$$

$$u_1 = \frac{Q}{A_1} = \frac{4Q}{\pi d_1^2} = \frac{4 \times 0.03}{\pi \times 0.2^2} = 0.95 \left[\frac{m}{sec}\right]$$

$$u_2 = \frac{Q}{A_2} = \frac{4Q}{\pi d_2^2} = \frac{4 \times 0.03}{\pi \times 0.15^2} = 1.69 \left[\frac{m}{sec}\right]$$

☆ بما أن نص المسألة يشير إلى وجود معامل احتكاك للأنبوب ومعامل وصلات، بالتالي فإن **الجريان حقيقي**

راجع الفقرة 5-3 من الكتاب، صـ 130

نطبق معادلة برنولي للجريان **الحقيقي** بين نقطتين من خط تيار:

الأولى على السطح السائب للسائل(m) في الخزان A والثانية على السطح السائب للسائل(n) في الخزان B

$$\frac{P_m}{\rho . g} + \frac{u_m^2}{2g} + Z_m = \frac{P_n}{\rho . g} + \frac{u_n^2}{2g} + Z_n + \Delta \boldsymbol{h}$$

$P_m = p_a$ $\quad$ $P_n = p_a$

$u_m = 0$ $\quad$ $u_n = 0$ سرعة سطح الخزان تعتبر مساوية للصفر

$Z_m = z_1$ $\quad$ $Z_n = z_2 = 110\ [m]$

بتعويض القيم في معادلة برنولي نجد:

راجع الفقرة 6-2 من الكتاب، صـ 158، والتمرين المحلول(6-1) صـ 159

$$z_1 = z_2 + \Delta h$$

تمثل فواقد الجريان الحاصلة في الأنابيب وتحسب كما يلي:

$$\Delta h = \Delta h_l + \Delta h_k$$

فواقد الاحتكاك في الجزء الأول — فواقد الاحتكاك في الجزء الثاني

$$\Delta h_l = \Delta h_{l1} + \Delta h_{l2} = \frac{\lambda L_1}{d_1}\frac{u_1^2}{2g} + \frac{\lambda L_2}{d_2}\frac{u_2^2}{2g}$$

$$\Delta h_l = \left(\frac{0.03 \times 100}{0.2} \times \frac{0.95^2}{2 \times 9.8}\right) + \left(\frac{0.03 \times 150}{0.15} \times \frac{1.69^2}{2 \times 9.8}\right) = \mathbf{5}\ [\boldsymbol{m}_w]$$

الفواقد المكانية في الجزء الأول — الفواقد المكانية في الجزء الثاني

$$\Delta h_k = \Delta h_{k1} + \Delta h_{k2} = \Sigma k_1 \frac{u_1^2}{2g} + \Sigma k_2 \frac{u_2^2}{2g}$$

$$\Delta h_k = \left(15 \times \frac{0.95^2}{2 \times 9.8}\right) + \left(9 \times \frac{1.69^2}{2 \times 9.8}\right) = \mathbf{2}\ [\boldsymbol{m}_w]$$

$$\Delta h = \mathbf{5} + \mathbf{2} = 7[m_w]$$

$$z_1 = z_2 + \Delta h = 110 + 7 = 117\ [m]$$

مسائل الفصل السابع:

7-11-2 يُراد أن يُضـخ الماء بغزارة $\boldsymbol{Q = 200\left[\frac{Litre}{sec}\right]}$ من خزان سـفلي إلى خزان علوي، فرق منسوب الماء بينهما $\boldsymbol{h = 40\ [m]}$، طول الانابيب الواصلة بين الخزانين $\boldsymbol{L = 200\ [m]}$ وقطره $\boldsymbol{d = 30\ [cm]}$ ومعامل الاحتكاك $\boldsymbol{\lambda = 0.02}$ ومجموع معامل الوصـلات $\boldsymbol{\sum k = 3}$ ومردود المضخة $\boldsymbol{\eta_p = 0.75}$، أوجد استطاعة محرك المضخة.

الحل:

مردود المضخة η_p يساوي نسبة الاستطاعة الهيدروليكية للمضخة N_P إلى الاستطاعة الميكانيكية للمحرك N_m:

راجع الفقرة 7-3 من الكتاب، صـ 190

$$\eta_p = \frac{N_P}{N_m} \Rightarrow N_m = \frac{N_P}{\eta_p}$$

الاستطاعة الهيدروليكية للمضخة تساوي: $N_P = \rho g Q H_p$

نوجد **ضاغط المضخة** $\boldsymbol{H_p}$ من تطبيق معادلة برنولي **للجريان الحقيقي** بين نقطتين: الأولى تقع *على السطح السائب للسائل في الخزان السفلي* والثانية *على السطح السائب للسائل في الخزان العلوي*:

$$\frac{P_1}{\rho g} + \frac{u_1^2}{2g} + Z_1 + \boldsymbol{H_p} = \frac{P_2}{\rho g} + \frac{u_2^2}{2g} + Z_2 + \Delta \boldsymbol{h_{tot}}$$

$$P_1 = P_2 = P_a, \quad u_1 = u_2 = 0, \quad Z_1 = 0, \quad Z_2 = h = 40\ [m]$$

سرعة سطح الخزان تساوي الصفر

$$\Delta h_{tot} = \frac{u^2}{2g}\left(\lambda . \frac{L}{d} + \Sigma k\right)$$

سرعة الجريان في الأنبوب

$$u = \frac{Q}{A} = \frac{4Q}{\pi d^2} = \frac{4 \times 0.2}{\pi \times 0.3^2} = 2.83\ \left[\frac{m}{s}\right]$$

$$\Delta h_{tot} = \frac{2.83^{\,2}}{2 \times 9.8}\left(0.02 \times \frac{200}{0.3} + 3\right) = 6.5\ [m_w]$$

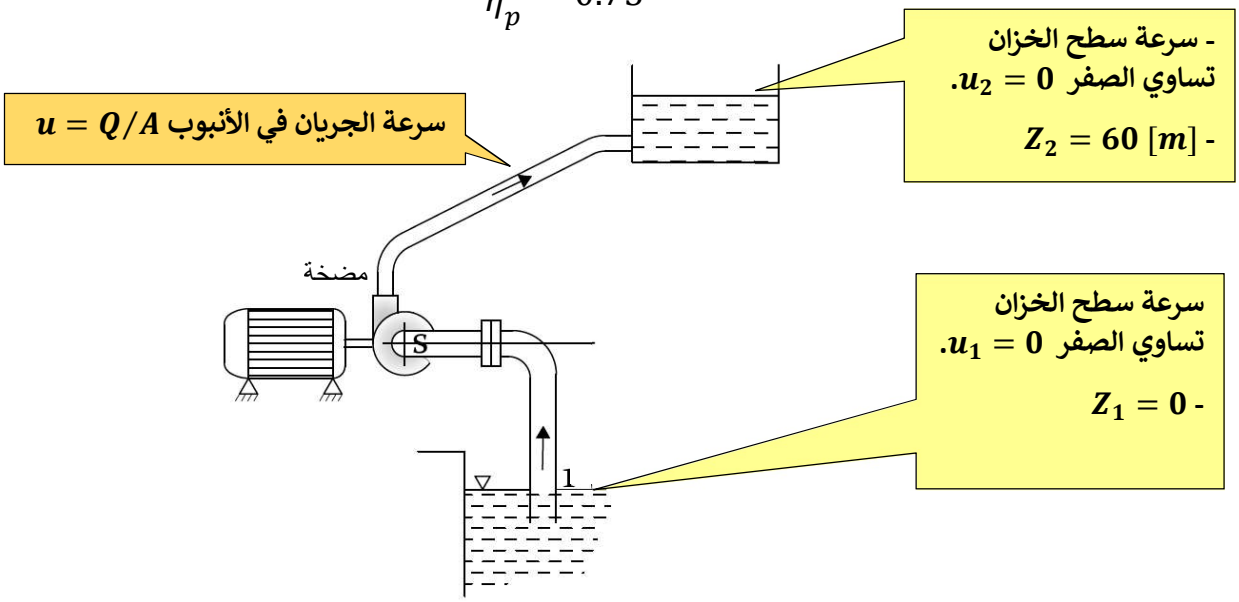
بتعويض القيم في معادلة برنولي:

$$H_p = h + \Delta h_{tot} = 40 + 6.5 = 46.5\ [m_w]$$

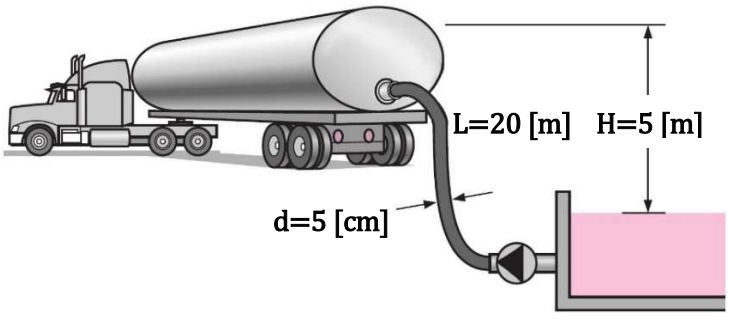
$$N_P = 1000 \times 9.8 \times 0.2 \times 46.5 = 93080\ [W] = 93\ [KW]$$

استطاعة المحرك الكهربائي

$$N_m = \frac{N_P}{\eta_p} = \frac{93}{0.75} = 124\ [KW]$$



7-11-7 نريد تعبئة صـــهريج ســـعته $[m^3]$ 40 بالمازوت كثافته $\left[\frac{Kg}{m^3}\right]$ 850 من خزان معرض للضـغط الجوي خلال سـاعة، باسـتخدام أنبوب أبعاده مبينة في الشـكل أدناه، حيث معامل الاحتكاك لجدار الانبوب $\lambda = 0.038$، ومجموع معامل الوصلات $\sum K = 1.5$. احسب استطاعة المحرك الكهربائي اللازم لتشغيل المضخة إذا كان مردود المضخة $\eta = 0.82$. علماً أن الصـهريج مفتوح من الأعلى على الضغط الجوي. (باعتبار سطح المائع في الخزانين ثابت كتقريب للحل)



الحل:

استطاعة المحرك

$$N_m = \frac{N_P}{\eta_p}$$

استطاعة المضخة

$$N_P = \rho g Q H_p$$

التدفق يساوي حجم الصهريج على الزمن اللازم للتعبئة

$$Q = \frac{40}{3600} = 0.011 \left[\frac{m^3}{sec}\right]$$

☆ بما أن نص المسألة يشير إلى وجود معامل احتكاك للأنبوب ومعامل وصلات، بالتالي فإن **الجريان حقيقي**

لإيجاد **ضاغط المضخة** $\boldsymbol{H_p}$ نطبق معادلة برنولي بين نقطتين من خط التيار:

الأولى تقع *على السطح السائب للسائل في الخزان* والثانية *على السطح السائب للسائل في الصهريج*:

$$\frac{P_1}{\rho g} + \frac{u_1^2}{2g} + Z_1 + \boldsymbol{H_p} = \frac{P_2}{\rho g} + \frac{u_2^2}{2g} + Z_2 + \Delta \boldsymbol{h_{tot}}$$

$$P_1 = P_2 = P_a, \qquad u_1 = u_2 = 0, \qquad Z_1 = 0, \qquad Z_2 = 5\ [m]$$

$$H_p = Z_2 + \Delta h_{tot}$$

سرعة الجريان في الأنبوب

$$u = \frac{4Q}{\pi d^2} = \frac{4 \times 0.011}{\pi \times 0.05^2} = 5.6 \left[\frac{m}{sec}\right]$$

$$\Delta h_{tot} = \left(\frac{\lambda L}{d} + \Sigma k\right)\frac{u^2}{2g}$$

$$\Delta h_{tot} = \left(\frac{0.038 \times 20}{0.05} + 1.5\right)\frac{5.6^2}{2 \times 9.8} = 16.7 \times 6.4 = 26.72\ [m_{diesel}]$$

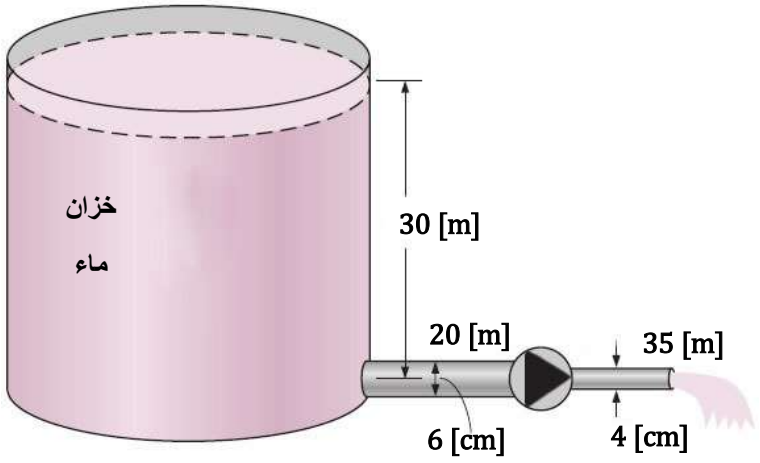
$$H_p = 5 + 26.72 = 31.72\ [m_{diesel}]$$

$$N_P = 850 \times 9.8 \times 31.72 \times 0.011 = 2906\ [W]$$

$$N_m = \frac{2906}{0.82} = 3544\ [W] = \frac{3544}{746} = 4.75\ [hp]$$

8-11-7 يتم تصريف الماء من خزان باستخدام أنبوب طوله $[m]$ 800 وقطره $[cm]$ 6، معامل الاحتكاك للانبوب $\lambda = 0.015$، منسوب الماء يرتفع عن مركز الانبوب $[m]$ 30، بإهمال الضياعات المكانية وباعتبار ثبات منسوب الماء في الخزان أوجد:

1. **تدفق الماء في الأنبوب**
2. **يُراد مضاعفة التدفق باستخدام مضخة توضع في بداية الأنبوب، أوجد استطاعة المضخة اللازمة.**



الحل:

1. في هذا الطلب يتم تدفق الماء من الخزان **دون مضخة**، وبما أن نص المسألة يشير إلى وجود معامل احتكاك للأنبوب، بالتالي فإن **الجريان حقيقي**:

نطبق معادلة برنولي بين نقطتين من خط التيار الأولى تقع على السطح السائب للسائل في الخزان والثانية على مخرج الانبوب:

$$\frac{P_1}{\rho g} + \frac{u_1^2}{2g} + Z_1 = \frac{P_2}{\rho g} + \frac{u_2^2}{2g} + Z_2 + \Delta \boldsymbol{h_{tot}}$$

$$P_1 = P_2 = P_a, \qquad u_1 = 0, \qquad Z_1 = 30\ [m], \qquad Z_2 = 0$$

$$\Longrightarrow Z_1 = \frac{u_2^2}{2g} + \Delta h_{tot}$$

$$Z_1 = \frac{u_2^2}{2g} + \frac{\lambda L}{d}\frac{u_2^2}{2g} = \frac{u_2^2}{2g}\left(1 + \frac{\lambda L}{d}\right)$$

$$u_2 = \sqrt{\frac{2gZ_1}{1 + \frac{\lambda L}{d}}} = \sqrt{\frac{2 \times 9.8 \times 30}{1 + \frac{0.015 \times 800}{0.06}}} = 1.7\ \left[\frac{m}{sec}\right]$$

$$Q = u.A = u.\frac{\pi.d^2}{4} = 1.7 \times \frac{\pi \times 0.06^2}{4} = 0.0048 \left[\frac{m^3}{sec}\right]$$

2. باستخدام مضخة يُراد أن تصبح الغزارة $Q' = 0.0048 \times 2 = 0.0096 \left[\frac{m^3}{sec}\right]$

نطبق معادلة برنولي **<u>بوجود مضخة</u>** بين نقطتين من خط التيار الأولى تقع على السطح السائب للسائل في الخزان والثانية على مخرج الانبوب

$$\frac{P_1}{\rho g} + \frac{u_1^2}{2g} + Z_1 + \boldsymbol{H_p} = \frac{P_2}{\rho g} + \frac{u'^2_2}{2g} + Z_2 + \Delta h'_{tot}$$

$$H_p = (Z_2 - Z_1) + \frac{u'^2_2}{2g} + \Delta h'_{tot}$$

$$H_p = (Z_2 - Z_1) + \frac{u'^2_2}{2g} + \frac{\lambda L}{d}\frac{u'^2_2}{2g}$$

$$H_p = (Z_2 - Z_1) + \frac{u'^2_2}{2g}\left(1 + \frac{\lambda L}{d}\right)$$

$$u' = \frac{Q'}{A} = \frac{4Q'}{\pi d^2} = \frac{4 \times 0.0096}{\pi \times 0.06^2} = 3.4 \left[\frac{m}{sec}\right]$$

$$H_p = -30 + \frac{3.4^2}{2 \times 9..8}\left(1 + \frac{0.015 \times 800}{0.06}\right) = 88.5\ [m_w]$$

$$N_P = \rho g Q' H_p = 1000 \times 9.8 \times 0.0096 \times 88.5 = 8326\ [W] = 83.26[KW]$$

نموذج امتحاني

الجمهورية العربية السورية جامعة دمشق المعهد التقاني للهندسة الميكانيكية والكهربائية	أسئلة مقرر **ميكانيك الموائع** الاختصاص: تدفئة وتكييف وتبريد العام الدراسي: 2018-2019 السنة الأولى، الدورة الامتحانية الثانية	الاسم: الرقم: المدة: ساعتان الدرجة العظمى: 60

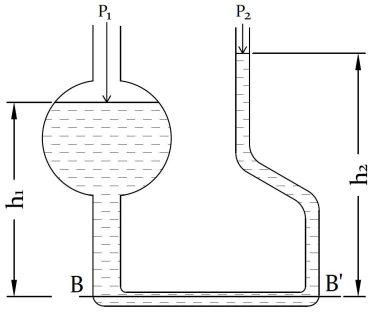
السؤال الأول: (10 علامات): أجب بـ (صح) أو (خطأ) مع تصحيح العبارة الخاطئة إن وُجدت:

1. تستخدم المانومترات التفاضلية لقياس الضغط الديناميكي للجريان.
2. تنخفض اللزوجة التحريكية للسوائل بانخفاض درجة حرارتها.
3. السوائل غير القابلة للانضغاط هي السوائل التي تتغير كثافتها مع تغير حجمها.
4. في الجريان الصفائحي يكون عدد رينولدز $\mathrm{Re} < 2100$
5. الوزن النوعي هو وزن واحدة الكتلة للمادة.

السؤال الثاني: (15 علامة):

1. ما هو مبدأ عمل كل من المضخات الديناميكية والمضخات الهيدروستاتيكية؟
2. اذكر نوعين لكل منهما.
3. ما هي النتائج الضارة للتكهف في هذه المضخات، وما هي طرق معالجتها.

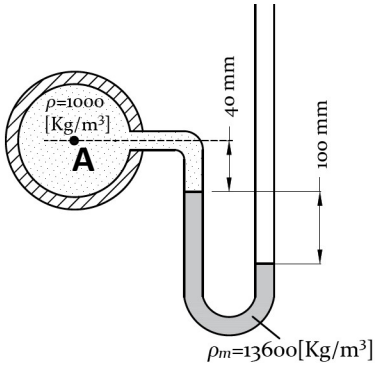
السؤال الثالث: (10 علامات)



يبين الشكل جانباً وعاءً مستطرقاً مؤلف من فرعين يحوي مائعاً متجانساً وزنه النوعي $\gamma = \rho . g$.

إذا كان $P_1 = P_2$ ، أثبت أن مستوى المائع في فرعي الإناء h_1, h_2 متساويين.

السؤال الرابع: (10 علامات)



يستخدم مانومتر بشكل حرف U يحتوي زئبقاً كثافته $\rho_m = 13600 \left[\frac{Kg}{m^3}\right]$ لقياس الضغط الناقص في أنبوب يحتوي ماء كثافته $\rho = 1000 \left[\frac{Kg}{m^3}\right]$ ، الفرع الأيمن مفتوح على الضغط الجوي.

إذا كان الفرق في مستوى الزئبق في الفرعين $100\ [mm]$ ومستوى الزئبق أسفل مركز الأنبوب في الفرع الأيسر $40\ [mm]$.

أوجد الضغط الناقص في مركز الأنبوب A كضغط مقياس وضغط مطلق. اعتبر $g = 9.8 \left[\frac{m}{s^2}\right]$.

السؤال الخامس: (15 علامات)

يُراد أن يُضخ الماء بغزارة $Q = 2500[Litre/hr]$ من خزان سفلي إلى خزان علوي، فرق منسوب الماء بينهما $h = 250\ [m]$، طول الانابيب الواصلة بين الخزانين $L = 1000\ [m]$ وقطرها $d = 10\ [cm]$ ومعامل الاحتكاك $\lambda = 0.02$ ومجموع معامل الوصلات $\sum k = 12$ ومردود المضخة $\eta_p = 0.65$، أوجد استطاعة محرك المضخة مقدرة بالحصان $[hp]$. اعتبر $g = 9.8\ [m/s^2]$.

2019/5/19 انتهت الأسئلة مدرس المقرر: م. عامر المزعبر