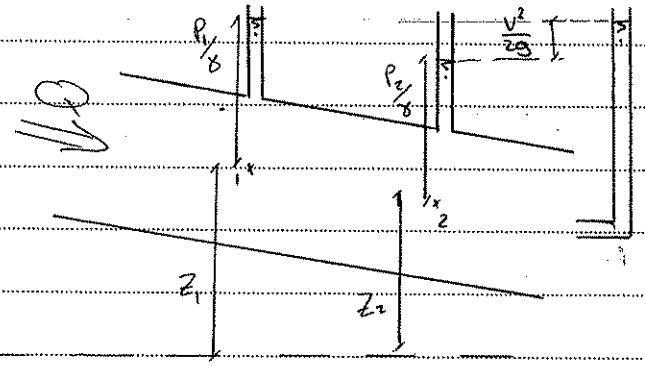
حركة المياه الجوفية

تذكرة: - الجريانات المضغوطة في الأنابيب:



١) معادلة برنولي: "مبدأ انحفاظ الطاقة".

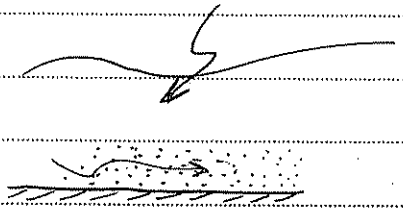
$$\frac{P_1}{\gamma} + \frac{\alpha V_1^2}{2g} + Z_1 = \frac{P_2}{\gamma} + \frac{\alpha V_2^2}{2g} + Z_2$$

$$E_1 = E_2$$

٢) معادلة الاستمرار (انحفاظ الكتلة):

$$Q = A_1 V_1 = A_2 V_2$$

الجريان الجوفي:



قانون داربسي: $v = k\,I$

v: سرعة الوسطية الجريان خلال التربة.

k: معامل الرشح (معامل النفاذية) ويؤخذ من جداول خاصة حسب نوع التربة.

I: الميل الهيدروليكي.

$$I = -\frac{dH}{dl}$$

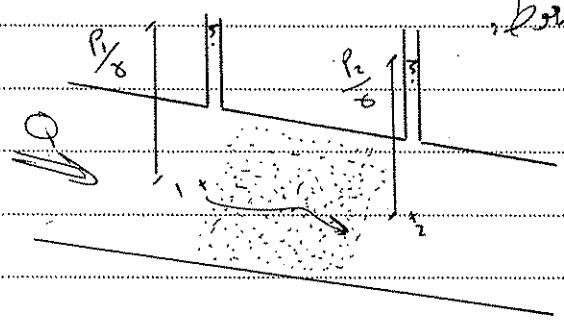
H: الضاغط الهيدروليكي الكلي:

$$H = \frac{P}{\gamma} + z + \frac{v^2}{2g}$$

مرحلة في الجريانات الجوفية

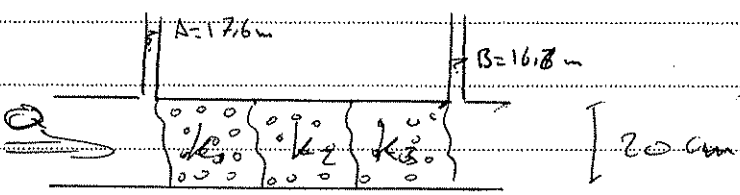
l: طول مسار الجريان

الجريان الجوفي المضغوط:



ملاحظة هامة: عندما يكون مقطع الجريان ثابت على طول الجريان يكون خط الضاغط الهيزومتري مستقيماً وبالتالي نستطيع الكتابة

$$I = \Delta H / \Delta l \qquad ; \quad \Delta H = H_1 - H_2$$



المسألة الأولى، ص ١٦٥

$l = 1m$, $k_1 = 6 \cdot 10^{-3}$ m/s , $k_2 = 5 \cdot 10^{-4}$ m/s

$k_3 = 4 \cdot 10^{-5}$ m/s

الحل:

$Q = A \cdot V$

بما أن ضياع الطاقة الكلية يساوي مجموع الضياع الثلاثة:

$\Delta H = \Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_3$

بعلاقة دارسي:

$V = k \cdot I \Rightarrow V_1 = k_1 \cdot I_1$

$= k_1 \cdot \frac{\Delta H_1}{l_1}$

$\Rightarrow \Delta H_1 = \frac{V_1 \cdot l_1}{k_1}$

$17,6 - 16,6 = \frac{V_1 \cdot l_1}{k_1} + \frac{V_2 \cdot l_2}{k_2} + \frac{V_3 \cdot l_3}{k_3}$

حسب مبدأ الاستمرارية فإن التصريف ثابت:

$V_1 = V_2 = V_3 = V$

$\Rightarrow 1 = V \cdot l \left(\frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2} + \frac{1}{k_3} \right)$

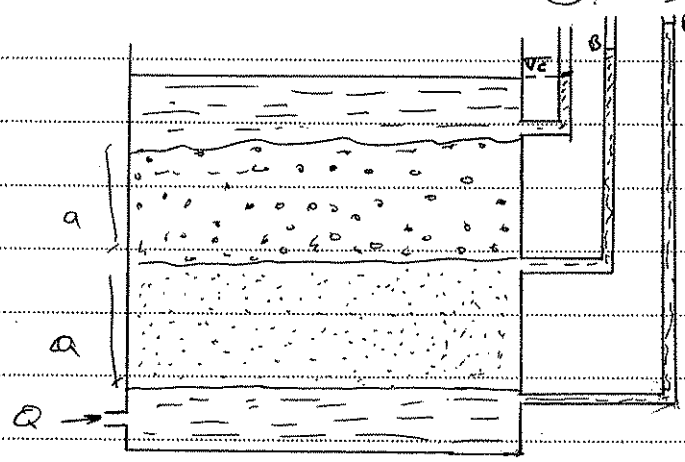
$1 = V \cdot 1 \left(\frac{1}{6 \cdot 10^{-3}} + \frac{1}{5 \cdot 10^{-4}} + \frac{1}{4 \cdot 10^{-5}} \right)$

$\Rightarrow V = 0,37 \times 10^{-4}$ m/sec

$Q = V \cdot A = V \cdot \frac{\pi d^2}{4}$

$= 0,37 \times 10^{-4} \cdot \frac{\pi \cdot 0,1^2}{4} = 1,16 \times 10^{-6}$ m^3/s

المسألة الثانية ص ١٦٥



$a = 0,5\ m$, $k_1 = 5.10^{-5}\ m/s$ $\nabla A = ?$

$k_2 = 5.10^{-4}\ m/s$ $\nabla B = ?$

الحل:

نطبق علاقة دارسي على العينة الثانية:

$$V_2 = k_2 I_2$$

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{Q}{\frac{\pi d^2}{4}} = \frac{4.10.10^{-6}}{\pi . 0,25^2} = 2,04 \times 10^{-4}\ m/s$$

$$\Rightarrow V_2 = k_2 \frac{\Delta H_2}{a} \Rightarrow \Delta H_2 = 0,2\ m$$

$$\nabla B = \nabla C + \Delta H_2 = 10 + 0,2 = 10,2\ m$$

نطبق علاقة دارسي على العينة الأولى:

$$\Delta H_1 = \frac{V.a}{k_1} = \frac{2,04.10^{-4}.0,15}{5.10^{-3}} = 2\ m$$

$$\nabla A = 10,2 + 2 = 12,2\ m$$

مسألة خاصة:

أنبوب دائري مقطعه ثابت يحتوي على عينتين من التربة حيث: $k_1 = 10^{-4}\ m/s$

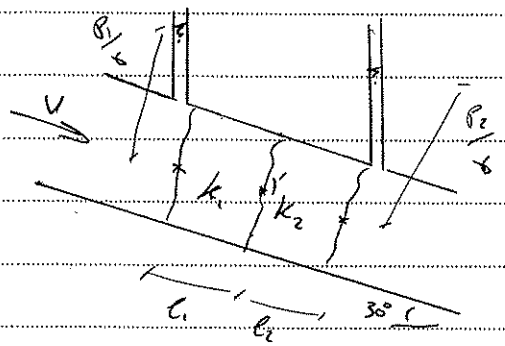
و $k_2 = 2.10^{-4}$ m/s الأنبوب يميل عن الأفق بزاوية $\alpha = 30°$

إذا كان $h_1 = 3m$ ، $h_2 = 2m$ ، $l_1 = 2m$ ، $l_2 = 1m$

المطلوب: 1) حساب سرعة التسرب للجريان عبر الطبقات

2) حساب ضياعات الطاقة ΔH على كل طبقة ورسم خط الضاغط البيزومتري على طول الأنبوب.

الحل:



من علاقة الاستمرارية في الطبقات الثابتة:

$$V_1 = V_2$$

$$k_1 \frac{\Delta H_1}{\Delta l} = k_2 \frac{\Delta H_2}{\Delta l_2}$$

$$10^{-4} \cdot \frac{\Delta H_1}{2} = 2.10^{-4} \cdot \frac{\Delta H_2}{1}$$

$$\Rightarrow \Delta H_1 = 4 \Delta H_2$$

لدينا أيضاً:

$$\Delta H = \Delta H_1 + \Delta H_2$$

$$= 4 \Delta H_2 + \Delta H_2$$

$$= 5 \Delta H_2$$

$$\Delta H = H_1 - H_2$$

باعتبار منسوب مقارنة يمر بالنقطة (2):

$$H_1 = h_1 + (l_1 + l_2) \sin 30°$$

$$= 3 + (2+1) \sin 30$$

$$= 4,5 \text{ m}$$

$$H_2 = h_2 = 2m$$

$\Delta H_2 = 6,5 - 2 = 2,5\ m$

نعوض،

$2,5 = 5\,\Delta H_2 \Rightarrow \Delta H_2 = 0,5\ m$

$V = k_2 \cdot i_2 = k_2 \cdot \frac{\Delta H_2}{L_2}$

$= 2\,10^{-4} \cdot 0,5 = 10^{-4}\ m/s$

2) $\Delta H_1 = 4\,\Delta H_2 = 4 \cdot 0,5 = 2\ m$

3) يرسم خط الضاغط البيزومتري نقوم بحساب قيمة h' (الضاغط البيزومتري بين العينتين في المنتصف)

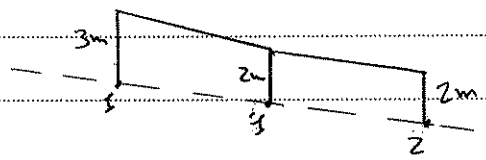
$\Delta H_1 = H_1 - H'$

باعتبار سند المقارنة يمر بـ (1):

$H_1 = h_1 + L_1 \cdot \sin\alpha = 3 + 2 \cdot \sin 30 = 4\ m$

$H' = h'$

$2 = 4 - h' \Rightarrow h' = 2\ m$



مألة وظيفة،

باستخدام أنبوب دارسي أوجد كمية التدفق المارة في العينة إذا كان:

$D = 0,2\ m$ ، $DL = 1\ m$ ، $k = 0,008\ cm/s$ ، $\alpha = 30°$ ، $\frac{P_1}{\gamma} = 3,1\ m$

$\frac{P_2}{\gamma} = 3\ m$