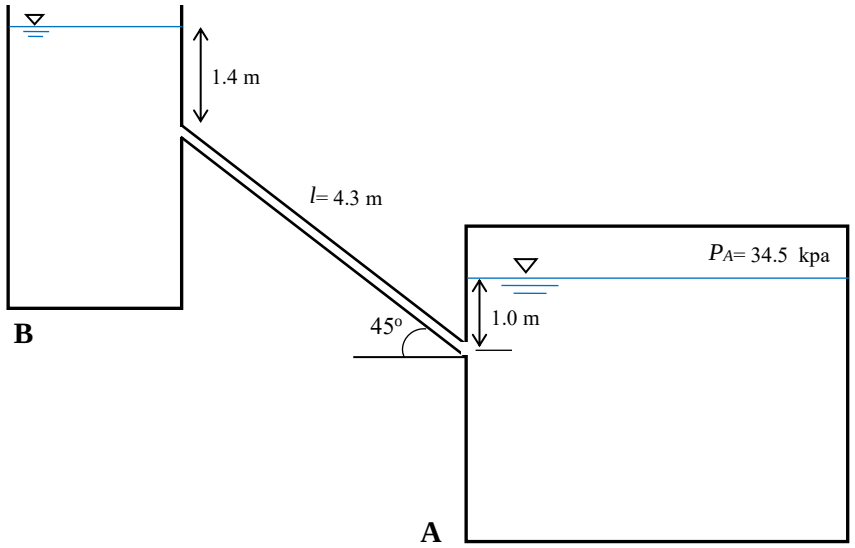
- لوله باریکی به قطر داخلی 6 mm، مخزن A و مخزن روباز B را به هم مربوط می کند. اگر فشار نسبی مخزن A برابر 34.5 kpa باشد، دبی جریان در لوله و جهت آن را بدست آورید.

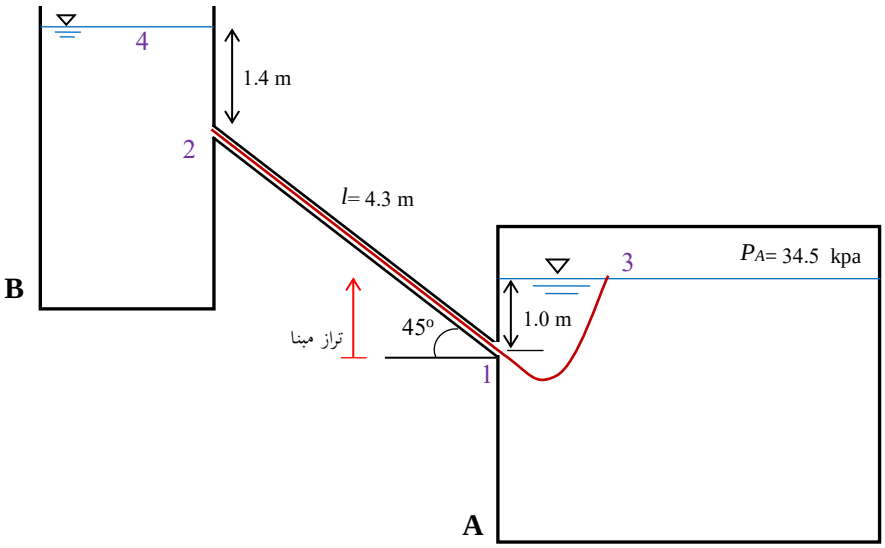
$\gamma_w = 9780\ \text{N/m}^3$

$\mu = 0.0008\ \text{kg/m.s}$



جواب:

در بعضی مراجع برای بدست آوردن مسیر جریان فرض می کنند که لوله بوسیله دریچه ای مسدود شده است (در اینجا مثلا در نقطه ۲ یا نقطه ۳) و سپس با محاسبه فشار آب در دو طرف دریچه، جهت جریان (از سمت دارای فشار بیشتر به سمت فشار کمتر) تعیین می شود. اما در اینجا انرژی (بار آبی) سطح مخازن (نقاط ۳ و ۴) را محاسبه کرده و جهت جریان از سمت مخزن دارای انرژی بیشتر به مخزن دارای انرژی کمتر معلوم شود.



اگر تراز مبنا را در پایین لوله در نظر بگیریم:

$$h_A = h_{(3)} = 1.0 + \frac{34.5\times10^3}{9780} = 4.53\ \text{m}$$

$$h_B = h_{(4)} = 1.4 + 4.3\sin 45 = 4.44\ \text{m}$$

مشاهده می شود که $h_A > h_B$ بوده بنابراین جریان از مخزن A به مخزن B حرکت می کند (اگر جریان در نقطه ۱ در ابتدای لوله مسدود فرض شود، h_A و h_B ارتفاع سیال معادل در دو طرف نقطه ۱ را نشان می دهند). معادله

اصلاح شده برنولی را در خط جریانی ما بین نقاط 3 و 2 بکار می بریم (توجه شود که خط جریان خروجی از لوله تا سطح آزاد مخزن B ادامه پیدا نمی کند و نمی توان معادله برنولی را ما بین نقاط ۳ و ۴ نوشت):

$$\frac{v_3^2}{2g}+z_3+\frac{P_3}{\gamma_w}=\frac{v_2^2}{2g}+z_2+\frac{P_2}{\gamma_w}+(h_f)_T$$

در طول این خط جریان، افت بار آبی از نقطه 3 تا نقطه 1 که در داخل مخزن A قرار دارد ناچیز بوده و تنها افت انرژی در اتصالات و از نقطه 1 تا 2 در داخل لوله باید در نظر گرفته شود. با صرفنظر کردن از افت ورودی و خروجی لوله:

$$\frac{v_3^2}{2g}+z_3+\frac{P_3}{\gamma_w}=\frac{v_2^2}{2g}+z_2+\frac{P_2}{\gamma_w}+(h_f)_P$$

با فرض جریان آرام در لوله می توان افت انرژی را با استفاده از معادله هیگن-پویسلی بدست آورد:

$$\frac{v_3^2}{2g}+z_3+\frac{P_3}{\gamma_w}=\frac{v_2^2}{2g}+z_2+\frac{P_2}{\gamma_w}+\frac{32\mu_w vL}{D^2\gamma_w}$$

$$0+1.0+\frac{34.5\times10^3}{9780}=\frac{v^2}{2\times9.81}+4.3\sin45+\frac{1.4\times9780}{9780}+\frac{32\times0.0008\times v\times4.3}{(0.006)^2\times9780}$$

توجه شود که جریان خروجی از لوله به شکل جت آزاد وارد مخزن B می شود و بنابراین فشار آب در نقطه 2 را می‌توان از استاتیک سیالات و با در نظر گرفتن ارتفاع آب داخل مخزن در این نقطه بدست آورد.

$$v^2+6.14v-1.71=0$$

$$\rightarrow \quad v=0.27\ \text{m/s}$$ جواب دوم منفی بوده و غیر قابل قبول است.

$$Q=0.27\times\pi\times0.003^2=7.5\times10^{-6}\ \text{m}^3/\text{s}$$

کنترل عدد رینولدز:

$$\text{Re}=\frac{\rho vD}{\mu}=\frac{9780/9.81\times0.27\times0.006}{0.0008}=2018<2300\ \surd$$ جریان آرام است.