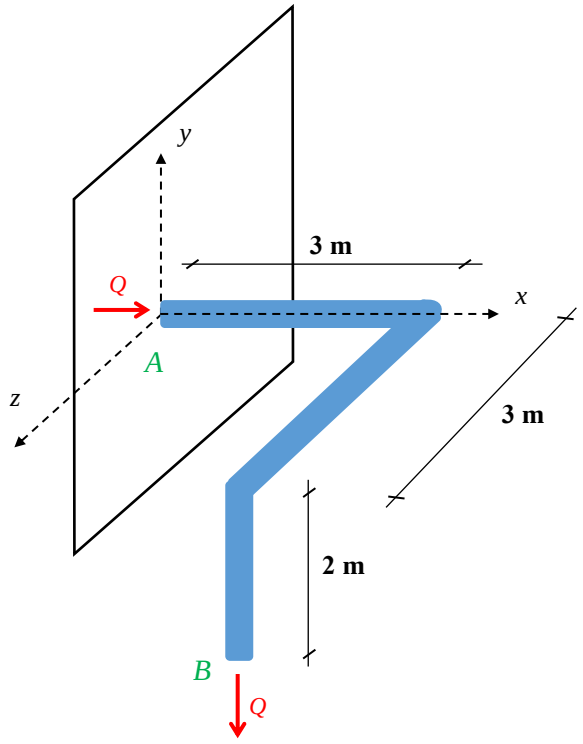
- جت آب با دبی ثابت 0.01 m3/s در لوله شکل مقابل جریان دارد. اگر سطح مقطع داخلی لوله 2580 mm^2 و وزن واحد طول آن 300 N/m باشد، لنگر خمشی در اتصال A چقدر است؟

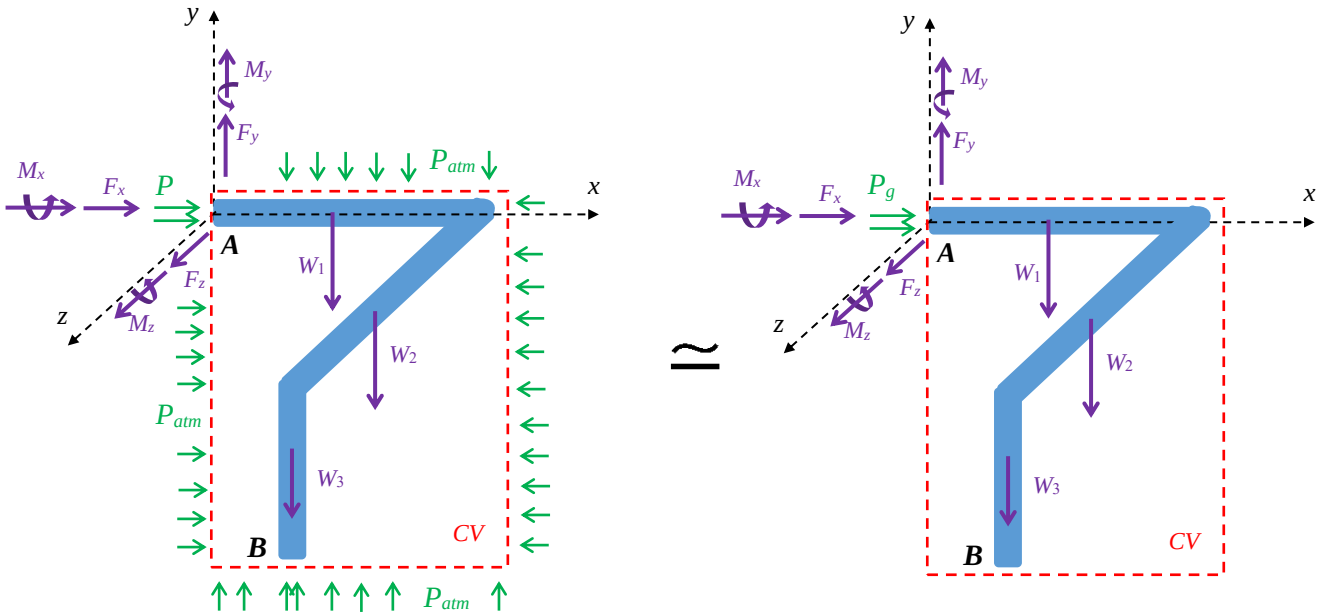


جواب:

سرعت متوسط آب در لوله ها برابر است با:

$$\bar{v} = \frac{Q}{A} = \frac{0.01}{2580\times10^{-6}} = 3.876 \quad \text{m/s}$$

حجم کنترل مکعب مستطیلی شکل را به گونه ای در نظر می گیریم که از مقطع A عبور کرده و جریان آزاد خروجی از انتهای لوله (B) را نیز قطع کند. نیروی ناشی از فشار داخلی لوله (P_g) در ورودی حجم کنترل از نقطه A (مبدا مختصات) عبور کرده و لذا لنگری نسبت به این نقطه ایجاد نمی کند. با استفاده از معادله لنگر اندازه حرکت:



$$\iint_{CS} \vec{r}\times\vec{T}dA + \iiint_{CV} \vec{r}\times\vec{B}\rho dV = \iint_{CS} (\vec{r}\times\vec{v})(\rho\vec{v}.d\vec{A}) + \frac{\partial}{\partial t}\iiint_{CV} (\vec{r}\times\vec{v})(\rho dV)$$

(0)

$$M_x\vec{i} + M_y\vec{j} + M_z\vec{k} + 1.5\vec{i}\times[3\times(2580\times10^{-6})\times9806 + 3\times300](-\vec{j}) + (3\vec{i}+1.5\vec{k})\times[3\times(2580\times10^{-6})\times9806 + 3\times300](-\vec{j}) + (3\vec{i}+3\vec{k}-\vec{j})\times[2\times(2580\times10^{-6})\times9806 + 2\times300](-\vec{j}) = (3\vec{i}+3\vec{k}-2\vec{j})\times(-3.876\vec{j})\times(1000\times0.01)$$

$$M_x\vec{i}+M_y\vec{j}+M_z\vec{k}-1463.85\vec{k}-2927.7\vec{k}+1463.85\vec{i}-1951.8\vec{k}+1951.8\vec{i}=-116.28\vec{k}+116.28\vec{i}$$

$$M_x\vec{i}+M_y\vec{j}+M_z\vec{k}=-3299.36\vec{i}+6227.06\vec{k}$$

$$\boxed{M_x=-3299.4 \quad \text{N.m}, \quad M_y=0, \quad M_z=6227.1 \quad \text{N.m}}$$

وزن لوله ها و اندازه حرکت آب خروجی از حجم کنترل در راستای y بوده و لذا لنگری حول محور y ها ایجاد نمی‌شود. لنگر وارده از طرف لوله (حجم کنترل) به اتصال خلاف جهت این لنگرها می‌باشد:

$$\boxed{T_x=3299.4 \quad \text{N.m}, \quad T_z=-6227.1 \quad \text{N.m}}$$

: