المحاضرة العاشرة

المهندسة : فداء عنتور **المادة : هيدروليك**

معادلة كمية الحركة

$$\sum F = \rho \cdot Q \cdot (v_2 - v_1)$$

حيث : $\sum F$ مجموعة القوى المؤثرة في السائل

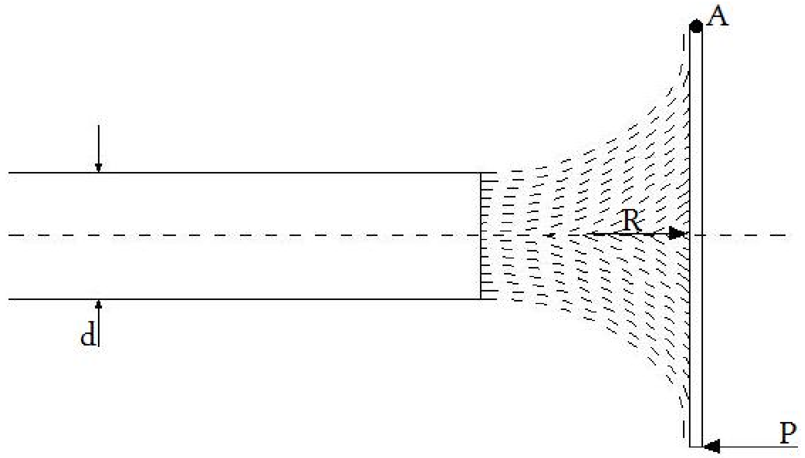
مسألة خارجية :

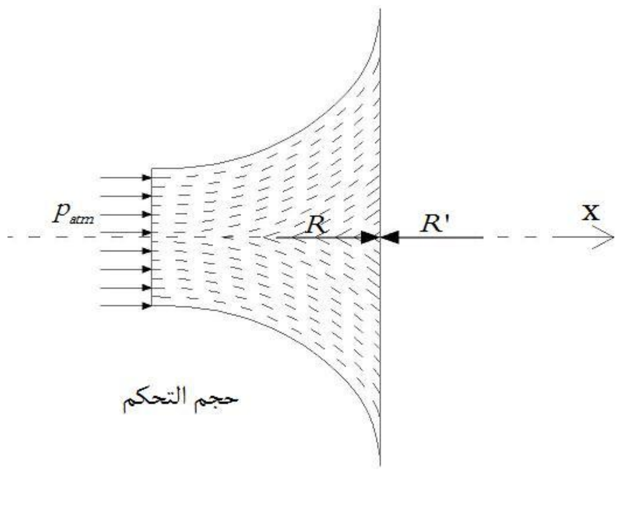
صفيحة مربعة كتلتها m=12.7Kg و طول ضلعها 300mm متمفصلة بالنقطة A و موضوعة مقابل فوهة قطرها 20mm . يخرج الماء من الفوهة بسرعة v=15m/sec و يصطدم بالصفيحة بحيث تقع نقطة الاصطدام في مركز الصفيحة عندما تكون في وضع شاقولي و المطلوب :

١) احسب مقدار القوة P اللازم تطبيقها في أسفل الصفيحة للمحافظة عليها في وضع شاقولي

٢) احسب الزاوية θ التي تصنعها الصفيحة مع الشاقول في حالة إزاحة القوة P

الحل :





$$\sum M_A = 0$$

$$p \cdot 0.3 = R \cdot \frac{0.3}{2}$$

$$p = \frac{R}{2}$$

نطبق معادلة كمية الحركة على السائل الخارج من الأنبوب و المصطدم بالصفيحة

بافتراض $R' = R$ حيث R قوة تأثير الماء في الصفيحة و لكن نحن بحاجة إلى قوة تأثير الصفيحة في الماء و بالتالي نأخذ 'R و هي

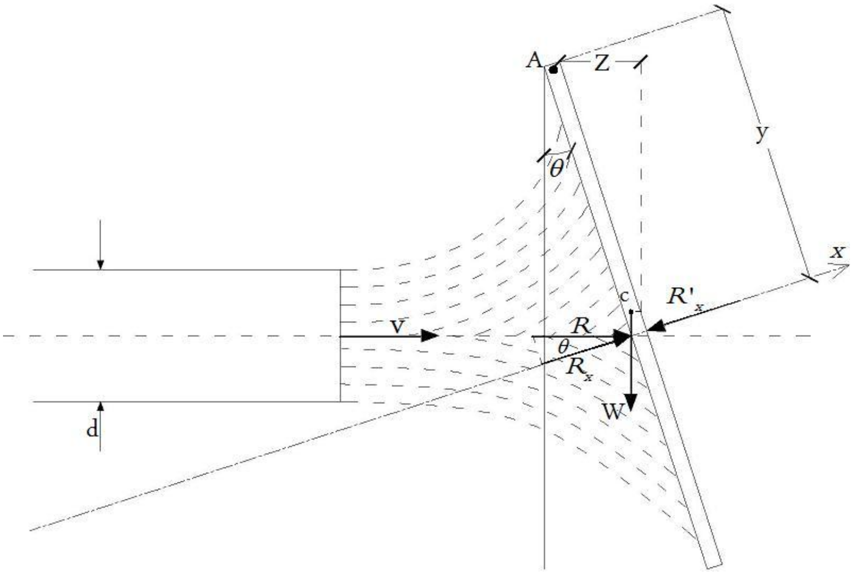
مساوية لـ R و تعاكسها
نعوض في القانون

$$-R'+p_{atm}\cdot A=\rho\cdot Q\cdot(v_2-v_1)$$
$$-R'=\rho\cdot Q\cdot(0-v_1)$$

حيث $p_{atm}=0$

$$-R'=\rho\cdot Q\cdot(0-v_1)$$
$$-R'=10^3\times(15\times\frac{\pi\times0.02^2}{4})\times(0-15)$$
$$R'=70.68\ N$$
$$p=\frac{70.68}{2}=35.34\,N$$

(2



$$\left.\begin{aligned}&\sum M_A=0\Rightarrow w\cdot z=R_x\cdot y\\&z=\frac{0.3}{2}\cdot\sin\theta\\&\cos\theta=\frac{0.15}{y}\Rightarrow y=\frac{0.15}{\cos\theta}\end{aligned}\right\}\Rightarrow m\cdot g\cdot0.15\cdot\sin\theta=R_x\cdot\frac{0.15}{\cos\theta}$$

$$R_x=m\cdot g\cdot\sin\theta\cdot\cos\theta\ ....(1)$$

بافتراض $R_x=R'_x$
نطبق معادلة كمية الحركة

$$-R'_x=\rho\cdot Q\cdot(0-v_1\cdot\cos\theta)$$
$$-R'_x=10^3\times(15\times\frac{\pi\times0.02^2}{4})\times(0-15\cos\theta)$$
$$\boxed{R'_x=70.68\cdot\cos\theta}$$

بالتعويض في (1)

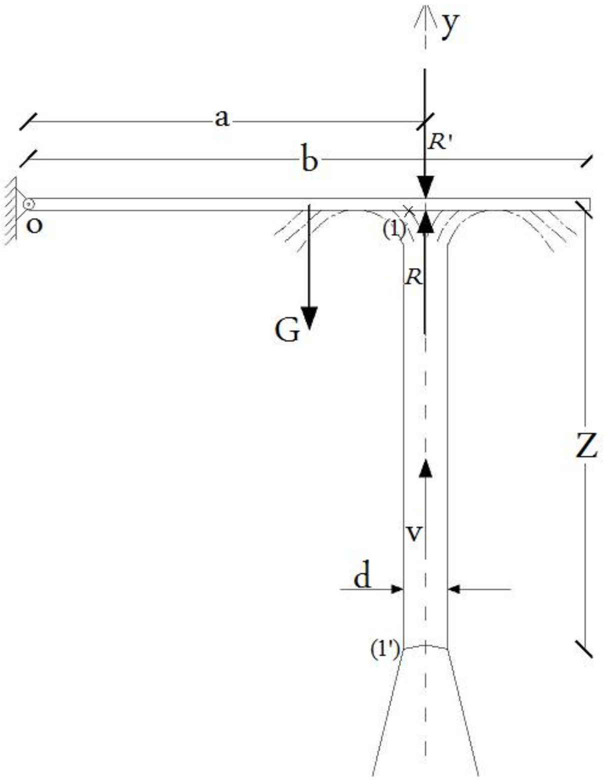
$$70.68\cdot\cos\theta=12.7\times9.81\times\sin\theta\times\cos\theta$$

$$\sin\theta=\frac{70.68}{12.7\times9.81}\Rightarrow\theta=34.46^{o}$$

المسألة الرابعة صفحة 366

يخرج تيار مائي بشكل شاقولي من فتحة قطرها $d=20mm$ بسرعة $v_1=15\,m/\sec$ ، ليصطدم بصفيحة ملساء قابلة للدوران حول المفصل O . احسب وزن الصفيحة G بحيث تبقى في وضع أفقي ، كما في الشكل الموضح . بافتراض أن : $z=2m$ ، $a=350\,mm$ ، $b=500\,mm$ (أهمل الفواقد الهيدروليكية ووزن الماء المحصور بين الصفيحة و الفتحة)

الحل :



$$\sum M_o=0$$

$$\Rightarrow G\cdot\frac{b}{2}=R\times a$$

$$\boxed{G=\frac{2a}{b}R}$$

نطبق معادلة كمية الحركة :

$$-R'=\rho\cdot Q\cdot(v_2-v_1)$$

نطبق بيرنولي بين (1) و (1')

$$\frac{p_{1'}}{\gamma}+\frac{v_{1'}^2}{2g}+Z_{1'}=\frac{p_1}{\gamma}+\frac{v_1^2}{2g}+Z_1$$

ضغط جوي $\frac{p_{1'}}{\gamma}=0$

$$Z_{1'}=0$$

$$\Rightarrow v_1=\sqrt{v_{1'}^2-2g\cdot z}$$

$$\Rightarrow v_1=\sqrt{15^2-2\times9.81\times2}$$

$$v_1=13.63\,m/\sec$$

نعوض في معادلة كمية الحركة

$$-R'=10^3\times(15\times\frac{\pi\times0.02^2}{4})(0-13.63)$$

$$R'=64.197\,N$$

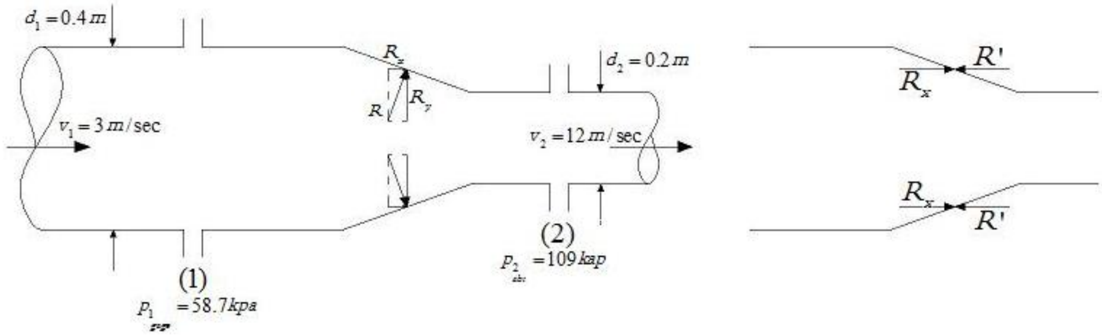
$$G=\frac{2\times0.35}{0.5}\times64.197=89.88\,N$$

ملاحظة : لقد أمكننا في المسألة السابقة استخدام معادلة بيرنولي و ذلك لأن الفواقد الهيدروليكية مهملة .

القوى المؤثرة في وصلات الأنابيب

المسألة الخامسة عشرة صفحة 371

بناء على القراءات المبينة على الشكل المعطى أدناه . احسب قيمة و اتجاه القوة التي يؤثر بها التيار المائي الجاري على الوصلة المتضيقة الأفقية .

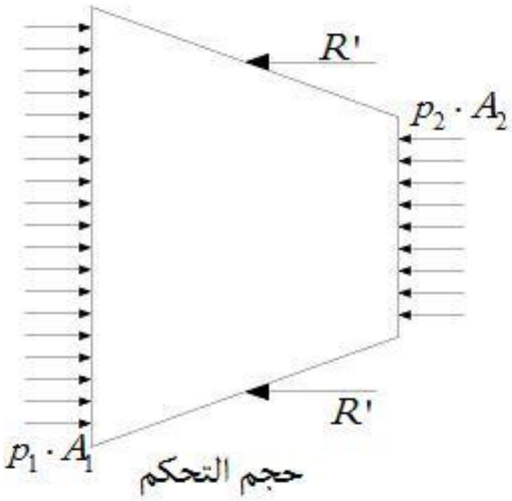


الحل :

الماء يؤثر على الوصلة بقوة R عامودية على جدران الوصلة و لها مركبتين R_x و R_y

و بما أن القوى R_y متفانية مع بعضها كما يبين الشكل أعلاه و بالتالي الماء يوثر على الوصلة بقوى R_x

بفرض $R_x = R'$ و تعاكسها



$$\sum F_x = \rho \cdot Q \cdot (v_{x1} - v_{x2})$$

$$\boxed{-R' + p_1 \cdot A_1 - p_2 \cdot A_2 = \rho \cdot Q \cdot (v_{x1} - v_{x2})}$$

$$A_1 = \frac{\pi \times 0.4^2}{4}$$

$$A_2 = \frac{\pi \times 0.02^2}{4}$$

$$Q = 3 \times \frac{\pi \times 0.4^2}{4}$$

$$p_{gage} = p_{abs} - p_{atm}$$

$$p_2 = 109 - 101.33 = 7.67\ kpa$$

و بتعويض جميع هذه القيم في المعادلةالسابقة ينتج لدينا

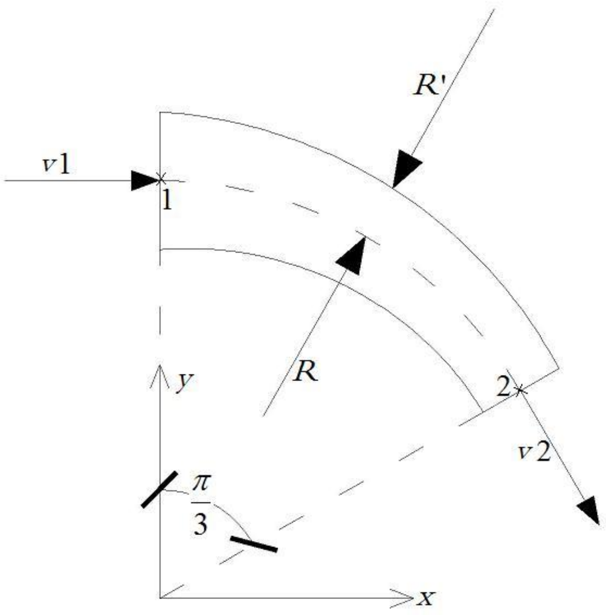
$$R' = 3.74\ KN$$

المسألة الأولى صفحة 365

بإهمال الفواقد الهيدروليكية . يطلب حساب القوة التي يؤثر بها الماء الجاري بغزارة $Q = 1800\ m^3/h$ ، على الكوع المتغير المقطع المبين في الشكل . علماً أن الضغط عند بدايته $p_1 = 200\ kpa$ و أن القطر عند البداية يساوي $d_1 = 600\ mm$ و عند النهاية يساوي $d_2 = 400\ mm$ و أن زاوية الكوع تبلغ $\alpha = \frac{\pi}{3}$.

الحل :

ملاحظة : الكوع أفقي لأنه لم يذكر خلاف ذلك



بفرض $R = R'$

معادلة كمية الحركة على المحور x

$$\boxed{-R'_x + P_1 \cdot A_1 - p_2 \cdot A_2 \cdot \cos\frac{\pi}{3} = \rho \cdot Q \cdot (v_2 \cdot \cos\frac{\pi}{3} - v_1)} \quad ...(1)$$

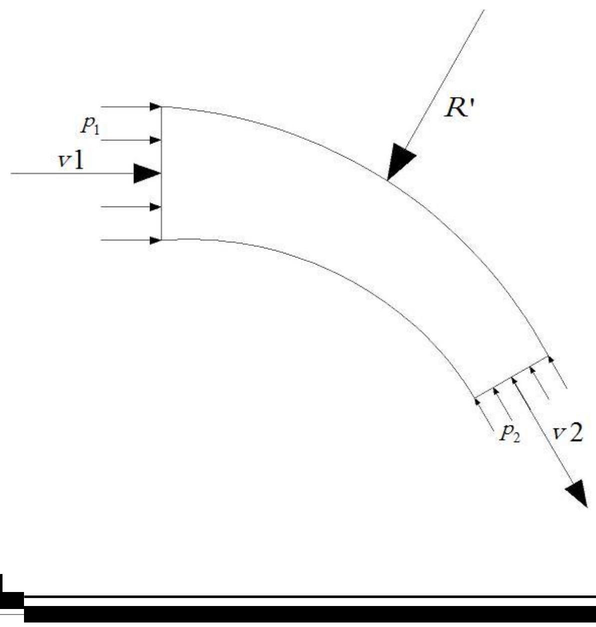
معادلة كمية الحركة على المحور y

$$\boxed{-R'_y + P_2 \cdot A_2 \cdot \sin\frac{\pi}{3} = \rho \cdot Q \cdot (-v_2 \cdot \sin\frac{\pi}{3} - 0)} \quad ...(2)$$

$$\left.\begin{aligned} A_1 &= \frac{\pi \times 0.6^2}{4} \\ A_2 &= \frac{\pi \times 0.4^2}{4} \end{aligned}\right\} \Rightarrow \begin{aligned} v_1 &= \frac{Q}{A_1} = 1.768\ m/\sec \\ v_2 &= \frac{Q}{A_2} = 3.979\ m/\sec \end{aligned}$$

نطبق معادلة بيرنولي بين (1) و (2)

$$\frac{p_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g} + Z_1 = \frac{p_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g} + Z_2$$



و بعد تعويض القيم في معادلة بيرنولي حيث

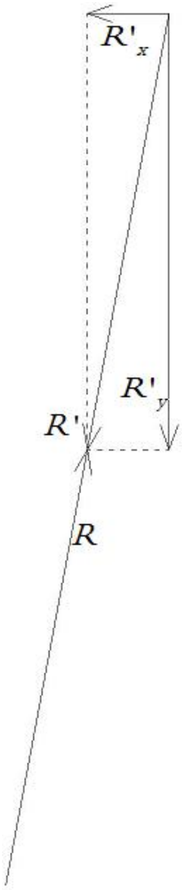
$Z_1 = Z_2 = 0$ نجد

$$p_2 = 193.647\ kpa$$

و بالتعويض في (1) و (2) نجد

$$R'_x = 4289.49N$$

$$R'_y = 22853.56N$$



$$R' = \sqrt{R'^2_x + R'^2_y} = 23.25kN$$

$$tg\theta = \frac{R'_y}{R'_X} = 79.37^o$$

ملاحظة : قد يكون اتجاه R في رسمتنا خطأ و بالتالي يمكننا التأكد من رسمتنا من خلال رسم R و 'R من القيم التي قمنا بحسابها و ذلك برسم R'_x ثم R'_y ثم R' و ذلك بمقياس معين فتكون R على نفس حامل R' و بجهة معاكسة كما في الشكل

أنتهـــــــــــــــــــــت الـــــــــــــــمحاضرة

Written By: Husam
mh-magd @hotmail.com