# كمية الحركة

## معادلة كمية الحركة

تنص معادلة كمية الحركة على أن: مجموع القوى المؤثرة بحجم تحكم معين من سائل يساوي معدل تغير كمية الحركة للسائل المار من حجم التحكم خلال واحدة ثانية.

$$\sum \vec{F} = \rho * Q * (\overrightarrow{V_{out}} - \overrightarrow{V_{in}})$$

حيث :

$\rho * Q = \dot{m}$ : الغزارة الكتلية وتقدر بـ $Kg/sec$.

يتم استخدام المعادلة السابقة لحساب القوى في (الوصلات ، الأكواع ، النقاصات ، القوى المؤثرة على صفحة أو حاجز، ريش العنفات ) .

خطوات حل المسائل:

1- نقوم بكتابة المعادلة : $\sum \vec{F} = \rho * Q * (\overrightarrow{V_{out}} - \overrightarrow{V_{in}})$

( رد فعل الأنبوب على السائل = مجموع القوى التي يؤثر بها الأنبوب على السائل ).

2- نحدد حجم التحكم الذي نريد دراسته.

3- نقوم بعملية توجيه للمحاور.

4- نعطي القوى والسرعات التي تكون بجهة المحاور إشارة موجبة، وإشارة سالبة للقوى والسرعات المعاكسة لجهة المحاور.

5- حسب قانون نيوتن الثالث: فأن السائل يؤثر بقوة $R$ تساوي بالقيمة وتعاكس بالاتجاه للقوى التي يؤثر بها الأنبوب على السائل $R'$.

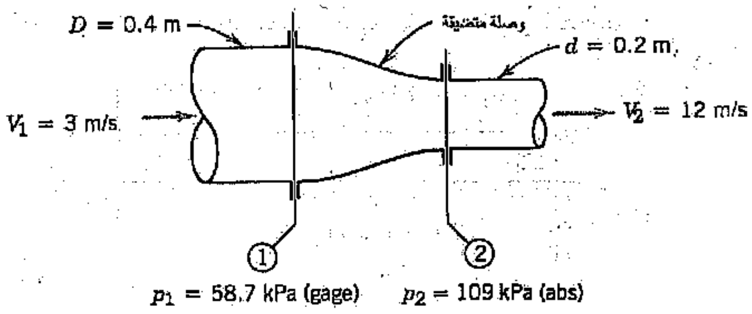
حيث:

$R'$: رد فعل الأنبوب على السائل وهي القيمة التي تحسب من القانون.

$R$: رد فعل السائل على الأنبوب وهي القيمة التي نريد حسابها.

إذا كانت القيم الناتجة موجبة فالاتجاهات صحيحة، وإذا كانت سالبة فالاتجاه الصحيح للقوة يكون بعكس الجهة المفروضة

## القوى المؤثرة على النقاصات:

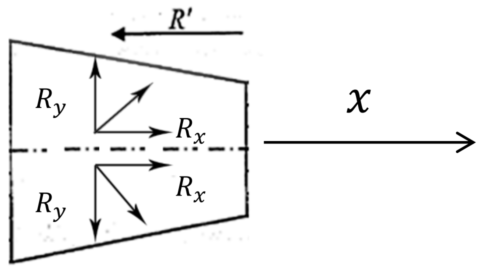



**مسالة 15 صفحة 371 :**

**بناءً على القراءات المبينة، احسب قيمة واتجاه القوة التي يؤثر بها التيار المائي الجاري على الوصلة المتضيقة الأفقية.**

**الحل:**

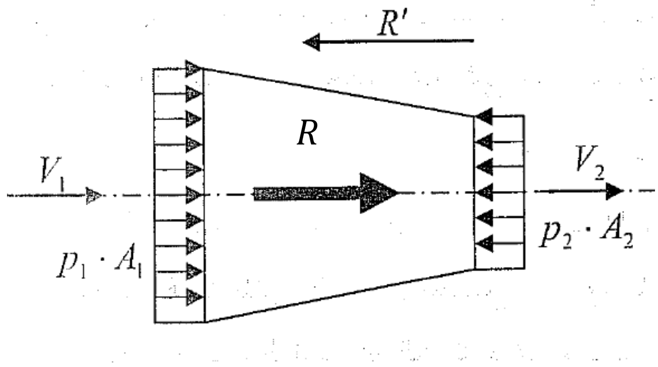
نقوم بتحديد حجم تحكم ونحدد القوى المؤثر بها على الوصلة وهي القوة $R$ حيث نقوم بتحليلها إلى مركبتين $R_y, R_x$ وباعتبار أن المركبة $R_y$ متعاكسة تعدم بعضها فيبقى لدينا القوى $R_x$ وهي موجودة على كامل المحيط.




وبحسب قانون نيوتن الثالث فأن الأنبوب يرد على قوى المياه المؤثرة بقوى معاكسة هي $\overrightarrow{R'}$ حيث تكون :

$$\overrightarrow{R} = \overrightarrow{R'}$$

ولحساب القوى نقوم باستخدام معادلة كمية الحركة:




حيث:

$v_1, v_2$: سرعة الجريان في المقطعين قبل التضيق وبعده.

$P_1, P_2$: الضغط عند المقطعين قبل التضيق وبعده.

$P_1 * A_1, P_2 * A_2$: قوى الضغط المؤثرة قبل التضيق وبعده.

$R'$: ردود فعل الأنبوب على السائل.

$R$: رد فعل السائل على الأنبوب.

مخطط القوى المؤثرة على كتلة السائل داخل الأنبوب ( باعتبار حجم التحكم ينطبق على جدران الأنبوب ) .

نعتمد محور الدراسة $x$ المنطبق على الجريان ونطبق معادلة كمية الحركة على حجم التحكم الموجود في الوصلة بالاتجاه $x$ مع الاسقاط :

$$\sum \overrightarrow{F} = \rho * Q * (\overrightarrow{V_{out}} - \overrightarrow{V_{in}}) \quad (*)$$

$$-R' + P_1A_1 - P_2A_2 = \rho * Q * (v_2 - v_1)$$

$$P_2 = P_{2_{abs}} - P_{atm} = 109 - 101.33 = 7.67\ Kpa\ , Q = v_1 * A_1 = 3 * \frac{\pi\ (0.4^2)}{4} = 0.377\ m^3/sec$$

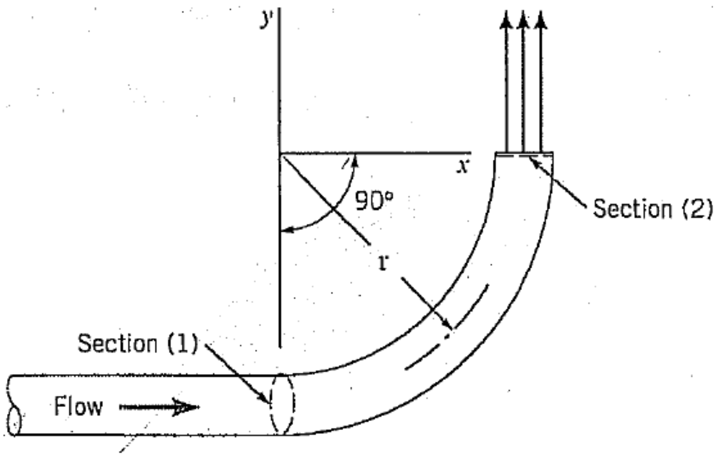
نعوض في (*) فنجد:

$$R' = P_1A_1 - P_2A_2 - \rho * Q * (v_2 - v_1)$$

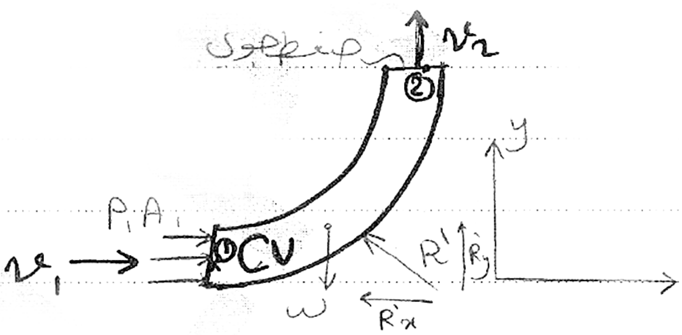
$$R' = 58.7 * \frac{\pi\ (0.4^2)}{4} - 7.67 * \frac{\pi\ (0.2^2)}{4} - 10^3 * 0.377 * (12 - 3) = 3.74 * 10^3 N$$

و تعاكسها بالاتجاه $\Rightarrow R = R' = 3.74 * 10^3 N$

## المسألة 3 صفحة 366 ( أكواع )




**يدخل الماء إلى الكوع الشاقولي المبين في الشكل بغزارة $Q = 300\, l/sec$ ثم يخرج منه إلى الجو الخارجي عند المقطع (2)، احسب القوة التي يؤثر بها الماء الجاري على هذا الكوع بفرض: $D = 400\, mm$ ، $r = 2\, m$، والفواقد الهيدرولكية في الكوع هي $\Delta E = 0.2\frac{v^2}{2g}$.**




الحل: يؤثر الماء الموجود في الكوع بقوى $R$ يمكن تحليلها إلى مركبتين ( $R_x, R_y$ ) بحيث $R = \sqrt{R_x^2 + R_y^2}$ ، وباعتبار أن الكوع شاقولي لذلك يجب تطبيق معادلة كمية الحركة على حجم التحكم بالاتجاهين ( $x, y$ )، وبما أن المحاور الكوع قائم لذلك سنتعامل مع مركبات القوة ولن نتعامل مع مساقطها.

سنقوم بأخذ مساقط معادلة كمية الحركة على المحور $(x.y)$ : $\sum \vec{F} = \rho * Q * (\overrightarrow{V_{out}} - \overrightarrow{V_{in}})$

على المحور $x$ $\quad P_1A_1 - R'_x = \rho * Q * (0 - v_1) \quad (1)$

على المحور $y$ $\quad -w + R'_y = \rho * Q * (v_2 - 0) \quad (2)$

لدينا $(v_1, v_2, P_1, w)$ يجب حسابهن قبل البدء بالحل لذلك سنبدأ أولاً بحساب $P_1$ وذلك بتطبيق معادلة بيرنولي بين 1,2:

$$\frac{P_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g} + Z_1 = \frac{P_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g} + Z_2 + \Delta E$$

وباعتبار أن النقطة (2) معرضة للضغط الجوي فمنه نجد ( $P_2 = 0$ )

وبأخذ مستوي مقارنة يمر من النقطة 1 نجد : $(Z_1 = 0)$ و $(Z_2 = 2m)$

ولدينا أيضاً : $A_1 = A_2 = \frac{\pi\,(0.4)^2}{4} = 0.126\, m^2$ , $v_1 = v_2 = \frac{Q}{A} = \frac{0.3}{0.126} = 2.38\, m/sec$ بالتعويض نجد :

$$\frac{P_1}{\gamma} = 2 + 0.2\frac{v^2}{2g} \Longrightarrow P_1 = 20188\, pa$$

بالتعويض في (1) نجد: $\quad 20188 * 0.126 - R'_x = 10^3 * 0.3 * (0 - 2.38)$

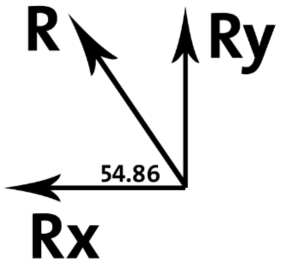
$$\Longrightarrow R'_x = 3200\, N = 3.2KN$$

بالنسبة لحساب الوزن فلدينا : $W = \gamma * V \ : V =$ حجم الاسطوانة

$$\Rightarrow v = A * \text{طول القوس} = A * (r * \theta) = 0.126 * 2 * \frac{\pi}{2} = 0.396\, m^3$$

$$\Rightarrow W = 9.81 * 10^3 * 0.396 = 3.88 * 10^3\ N$$

بالتعويض في (2) نجد: $-3.88 * 10^3 + R'_y = 10^3 * 0.3 * (2.38 - 0)$



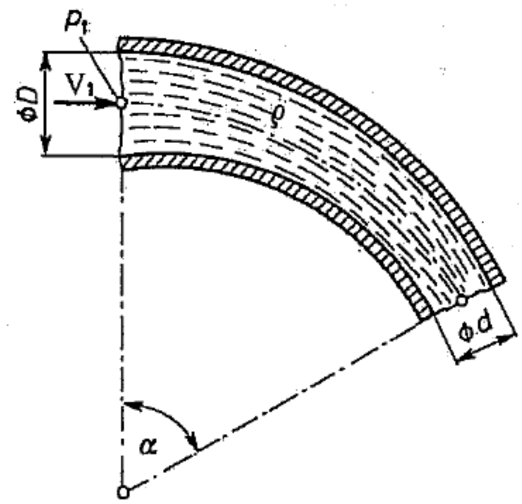

$$\Rightarrow R'_y = 4.597 * 10^3 N = 4.597\ KN$$

$$\Rightarrow R' = \sqrt{3.2^2 + 4.597^2} = 5.63KN$$

$$\Rightarrow R = R' = 5.63KN \Rightarrow \theta = \tan^{-1}\frac{R'_y}{R'_x} = 54.68^o$$

الرسم بمقياس مناسب.

## مسألة 1 صفحة 365 :

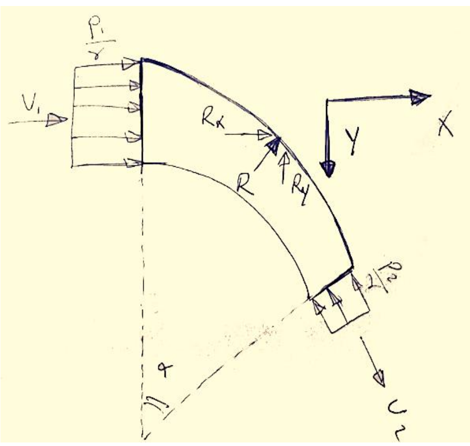



**بأهمال الفواقد الهيدروليكية يطلب حساب القوة التي يؤثر بها الماء الجاري بغزارة $Q = 1800\ m^3/h$ على الكوع المتغير المقطع المبين في الشكل علماً أن الضغط عند بدايته $P_1 = 200\ Kpa$ وأن القطر عند البداية يساوي $D_1 = 600mm$ وعند النهاية $D_2 = 400\ mm$ وأن زاوية الكوع تبلغ $\alpha = \frac{\pi}{3}$.**

**ملاحظة:**

**إذا لم يذكر في نص المسألة بأن الكوع شاقولي فعندها نعتبر الكوع أفقي ولا ندخل وزن الماء في الحسابات.**

بداية نقوم بتحويل الغزارة إلى الجملة الدولية فتصبح $Q = \frac{1800}{3600} = 0.5\ m^3/sec$




نقوم بتحديد حجم التحكم وهو الماء الموجود داخل الكوع ومن ثم نقوم برسم المحاور المتعامدة ونرسم قوى الضغط التي تحصر حجم التحكم ونرسم القوة $(R.R')$ ونرسم السرع أيضاً.

نقوم بحساب السرعة $(v_1, v_2)$

$$v_1 = \frac{Q}{A_1} = \frac{0.5}{\frac{\pi * 0.6^2}{4}} = 1.77\ m/sec$$

$$,\ v_2 = \frac{Q}{A_2} = \frac{0.5}{\frac{\pi * 0.4^2}{4}} = 3.98\ m/sec$$

نحسب قوى الضغط $P_2$ وذلك بتطبيق معادلة بيرنولي بين النقطة (2,1) الواقعتين في نفس المستوي الأفقي ( كوع أفقي )

$$\frac{P_1}{\gamma}+\frac{v_1^2}{2g}+Z_1=\frac{P_2}{\gamma}+\frac{v_2^2}{2g}+Z_2 \Rightarrow \frac{200*10^3}{9810}+\frac{1.77^2}{2*9.81}+0=\frac{P_2}{9810}+\frac{3.98^2}{2*9.81}+0$$

$$\Rightarrow P_2 = 193.65*10^3 Pa$$

لم ندخل الفواقد لعدم ذكرها في نص المسألة.

نقوم بتطبيق معادلة كمية الحركة ونسقطها على المحاور $(x,y)$ فيكون لدينا: $\sum \vec{F} = \rho * Q * (\overrightarrow{V_{out}} - \overrightarrow{V_{in}})$

مسقط معادلة كمية الحركة على المحور $(x)$:

$$P_1A_1 - P_2A_2\cos\theta - R'_x = \rho * Q * (v_2\cos\theta - v_1)$$

$$\Rightarrow R'_x = P_1A_1 - P_2A_2\cos\theta - \rho * Q * (v_2\cos\theta - v_1)$$

$$\Rightarrow R'_x = 200*10^3*\frac{\pi*0.6^2}{4} - 193.65*10^3*\frac{\pi*0.4^2}{4} - 1000*0.5*\left(3.98*\cos\frac{\pi}{6} - 1.77\right)$$

$$\Rightarrow R'_x = 44271.28\ N = 44.27\ KN$$

مسقط معادلة كمية الحركة على المحور $(y)$:

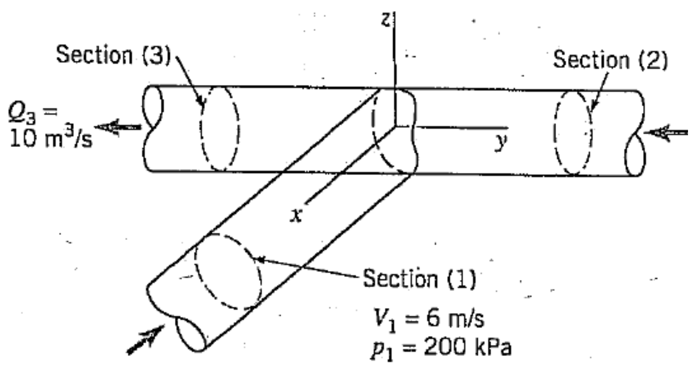
$$-P_2A_2\sin\theta + R'_y = \rho * Q * (v_2\sin\theta - 0) \Rightarrow R'_y = P_2A_2\sin\theta + \rho * Q * (v_2\sin\theta)$$

$$\Rightarrow R'_y = 193.65*10^3*\frac{\pi*0.4^2}{4}*\sin\frac{\pi}{6} + 1000*0.5*\left(3.98*\sin\frac{\pi}{6}\right)$$

$$\Rightarrow R'_y = 22797.93\ N = 22.8\ KN$$

$$R = R' = \sqrt{R_x^2+R_y^2} = \sqrt{44.27^2+22.8^2} = 49.8\ KN\ ,\alpha = tg^{-1}\left(\frac{R_y}{R_x}\right) = tg^{-1}\left(\frac{22.8}{44.27}\right) = 27.5^o$$

**مسألة 13 صفحة 370**



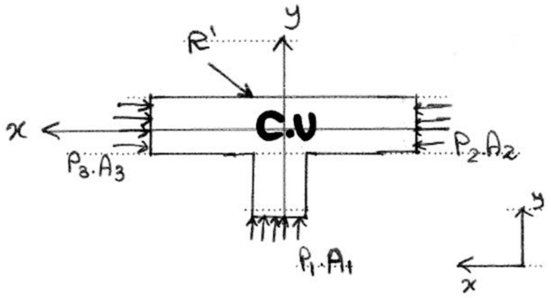

**بناءً على المعطيات المبينة على الشكل وبأهمال فواقد الاحتكاك يطلب حساب القوة التي يؤثر بها الماء الجاري على الوصلة علماً أن أقطار جميع الأنابيب $D = 1\ m$**

**الحل:**

نرسم حجم التحكم المار بالوصلة ونحدد القوى المؤثرة عليه ونرسم المحاور التي سنعمل عليها وسيكون لدينا $R = R'$

نقوم بتطبيق معادلة كمية الحركة على الماء المار بالوصلة ونقوم بأسقاطها على المحاور الإحداثية $(x,y)$

$$\sum \vec{F} = \rho * Q * (\overrightarrow{V_{out}} - \overrightarrow{V_{in}})$$




على المحور $(x)$:

$$P_2A_2 - P_3A_3 - R'_x = \rho * Q_3 * v_3 - \rho * Q_2 * v_3 \quad (1)$$

على المحور $(y)$:

$$P_1A_1 - R'_y = 0 - \rho * Q_1 * v_1 \quad (2)$$

من المعادلات $(1),(2)$ نجد أنه لدينا المجاهيل

$(v_3, v_2, Q_2, Q_1, P_2, P_1)$ لذلك سنقوم بحسابهم:

لدينا أولاً من قانون الاستمرار : $Q_3 = Q_1 + Q_2$

سنقوم أولاً بحساب $Q_1$: $Q_1 = v_1 * A_1 = 6 * \frac{\pi * 1^2}{4} = 4.712\ m^3/sec$

$$\Rightarrow Q_2 = Q_3 - Q_1 = 10 - 4.712 = 5.29\ m^3/sec$$

ومن يمكننا حساب السرع حيث :

$$v_2 = \frac{Q_2}{A_2} = \frac{5.29}{\frac{\pi * 1^2}{4}} = 6.73\ m/sec \quad , \qquad v_3 = \frac{Q_3}{A_3} = \frac{10}{\frac{\pi * 1^2}{4}} = 12.73\ m/sec$$

وبالنهاية سنقوم بتطبيق معادلة بيرنولي لإيجاد الضغوط $(P_2, P_3)$ مع الانتباه لعدم وجود فواقد ولتطبيق معادلة بيرنولي على خط جريان وعدم تطبيقها بين نقاط لا يوجد بينها خط جريان واحد كالنقطتين $(1,2)$.

سنقوم بتطبيق معادلة بيرنولي بين $(1,3)$ :

$$\frac{P_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g} + Z_1 = \frac{P_3}{\gamma} + \frac{v_3^2}{2g} + Z_3 \Rightarrow \frac{200 * 10^3}{9810} + \frac{4.712^2}{2 * 9.81} + 0 = \frac{P_3}{9810} + \frac{12.73^2}{2 * 9.81} + 0$$

$$\Rightarrow P_3 = 136.973 * 10^3 pa = 136.97\ Kpa$$

سنقوم بتطبيق معادلة بيرنولي بين $(2,3)$ :

$$\frac{P_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g} + Z_2 = \frac{P_3}{\gamma} + \frac{v_3^2}{2g} + Z_3 \Rightarrow \frac{P_2}{9810} + \frac{6.37^2}{2 * 9.81} + 0 = \frac{136.97 * 10^3}{9810} + \frac{12.73^2}{2 * 9.81} + 0$$

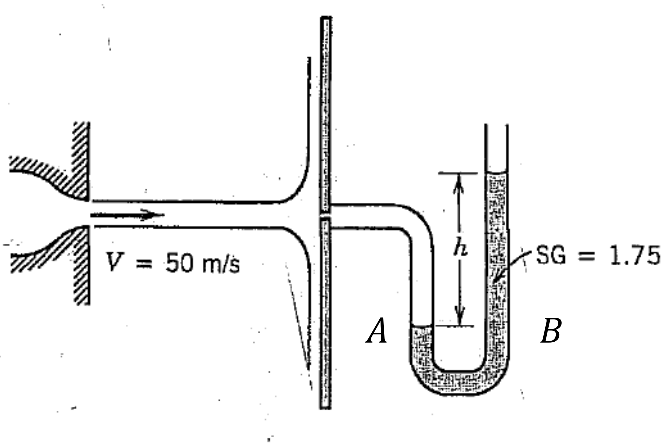
$$\Rightarrow P_2 = 195.327 * 10^3 pa = 195.33\ Kpa$$

نعوض في المعادلتين $(1,2)$ فنجد:

$R'_y = 185.35\ KN$ , $R'_x = -45.88\ KN$ الاتجاه الصحيح عكس المفروض

$$R' = \sqrt{R_x^{2\prime} + R_y^{2\prime}} = 190.94\ KN = R$$

$$, \alpha = tg^{-1}\left(\frac{R_y}{R_x}\right) = tg^{-1}\left(\frac{185.35}{45.88}\right) = 76.1^o$$



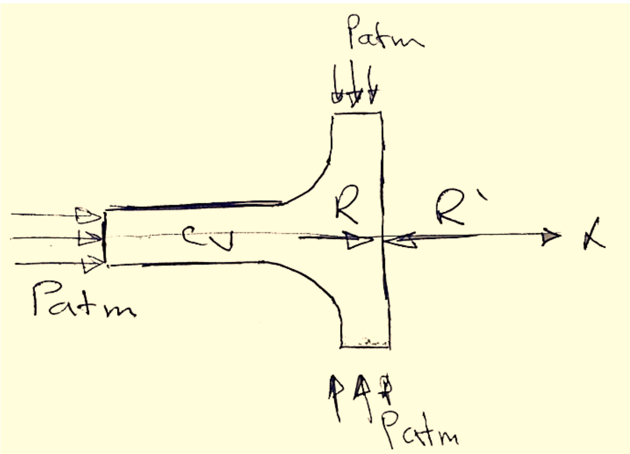

يخرج تيار أفقي ( هوائي ) سرعته $v = 50\ m/sec$ من فتحة قطرها $10mm$. ليصطدم بقرص مستوي أملس ثابت قطره $200mm$، ويحتوي في منتصفه على ثقب صغير جداً موصول بمانومتر كما في الشكل. وقد وضع في المانومتر سائل كثافته النسبية $SG = 1.75$، احسب أولاً مقدار انحراف السائل في المانومتر، ثم احسب القوة التي يؤثر بها التيار على القرص.

الحل:

بما أن المانومتر موصول بأنبوب بيتو فأن تحرك السائل ضمن المانومتر يخضع لتأثير ضاغطين ستاتيكي وحركي لذلك نقوم بتحويلهما إلى ضغط لنحصل على الضغط عند النقطة $A$.

من المانومتر نكتب: $P_A = P_B \Rightarrow P_{atm} + \frac{1}{2}\rho_{air}v^2 = P_{atm} + \gamma_m h$

$$\Rightarrow \gamma_m h = \frac{1}{2}\rho_{air}v^2 \ \Rightarrow h = \frac{\rho_{air}v^2}{2\gamma_m} = \frac{1.25 * 50^2}{2 * 1.75 * 9810} = 0.091\ m$$




حساب القوة التي يؤثر بها التيار على القرص $R$:

سنقوم بداية برسم حجم التحكم $CV$.

باعتبار الثقب صغير جداً وهو موجود فقط لإيجاد السرعة، إلا أنه وعند صدم الهواء للقرص تصبح سرعته معدومة عند القرص أي $v_2 = 0$ ويكون $R = R'$

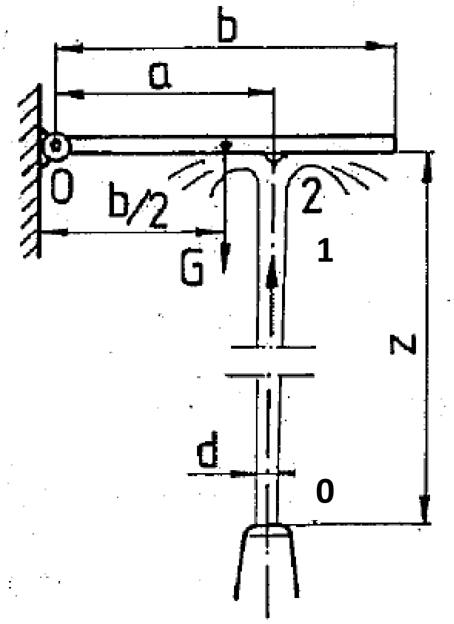
نطبق معادلة كمية الحركة على الهواء الخارج من الفوهة والمصطدم بالقرص بالاتجاه $x$:

$$\Rightarrow -R' = \rho_{air} * Q * (v_2 - v_1) = -\rho_{air} * Q * v_1 \ \Rightarrow R' = \rho_{air} * Q * v_1$$

$$Q = v * A = 50 * \frac{\pi * 0.01^2}{4} = 3.92 * 10^{-3} m^3/sec$$

$$\Rightarrow R' = R = 12.5 * 3.92 * 10^{-3} * 50 = 0.245N$$

# مسالة 4 صفحة 366




يخرج تيار مائي بشكل شاقولي من فتحة قطرها $d = 20\ mm$ بسرعة $v_o =$ $15\ m/sec$ ليصطدم بصفيحة ملساء قابلة للدوران حول المفصل $O$.
احسب وزن الصفيحة $G$ بحيث تبقى في وضع أفقي كما في الشكل، بافتراض $Z = 2m$ ،$a = 350mm$ ،$b = 500mm$ ( اهمل الفواقد الهيدوليكية ووزن الماء المحصور بين الصفيحة والفتحة ).

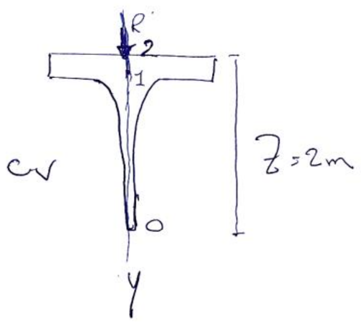
**الحل:**

بداية نكتب : $\sum M_o = 0$

$$G * \frac{b}{2} = R * a \ \ (1)$$

نحسب $R$: حيث $R = R'$

نقوم بتطبيق معادلة كمية الحركة على الماء الخارج من الفتحة والمصطدم بالصفيحة $\sum \vec{F} = \rho * Q * (\overrightarrow{V_{out}} - \overrightarrow{V_{in}})$




نرسم أولاً حجم التحكم، ومن ثم نقوم بأسقاط معادلة كمية الحركة على المحور $y$: $-R' = \rho * Q * (v_2 - v_1) \ \ (*)$

ملاحظة:

باعتبار السرعة عند النقطة $o$ متجهة نحو الأعلى بعكس الجاذبية فهي ستتناقص مع الارتفاع ففي هذه الحالة يجب أن نوجد سرعة جديدة مطبقة عند النقطة 1 قبل صدم الصفيحة بقليل وذلك باستخدام معادلة بيرنولي.

بعد الصدم التام للصفيحة $v_2 = 0$

نقوم بتطبيق معادلة بيرنولي بين النقطتين (1,0) لنحصل على السرعة $v_1$ وبأخذ مستوي مقارنة عند النقطة 0:

$$\frac{P_o}{\gamma} + \frac{v_o^2}{2g} + Z_0 = \frac{P_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g} + Z_1$$

حيث : معرض للضغط الجوي $\frac{P_o}{\gamma} = \frac{P_1}{\gamma} = 0$

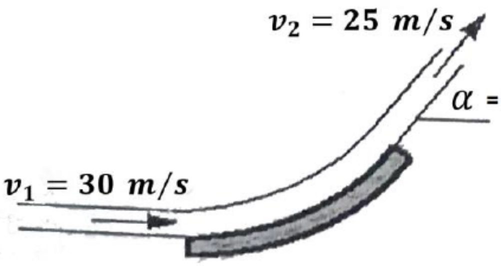
$$Z_0 = 0\,, Z_1 = 2\ m$$

ومنه يكون: $v_1 = \sqrt{v_0^2 - (2 * g * Z_1)} = \sqrt{15^2 - (2 * 9.81 * 2)} = 13.63\ m/sec$

نعوض في $(*)$ فنجد : $-R' = 10^3 * \left(15 * \frac{\pi * 0.02^2}{4}\right) * (0 - 13.63) = 64.23\ N = R$

وبالتعويض في (1) نجد : $G * \frac{0.5}{2} = 64.23 * 0.35 \Longrightarrow G = 89.92\ N$

مسألة دورة:




**يخرج تيّار مائي من فوهة بغزارة مقدارها $Q = 0.8 * 10^{-3}\ m^3/s$، ثم ينعطف بزاوية مقدارها $60^o$، من اتجاهه الأصلي عن طريق ريشة ثابتة كما هو موّضح في الشكل.**

**فإذا كان دخول التيار بشكل مماسي وبسرعة وسطية مقدارها $v_1 = 30\ m/s$، ويخرج بسرعة وسطية $v_2 = 25\ m/s$، احسب مقدار واتجاه القوة المؤثرة على الريشة.**

الحل

$R' = \sqrt{R_x'^2 + R_y'^2}$ ............................................................ ( 2 درجة )

بالاسقاط على المحور ox :

$-R_x' = \rho * Q * (V_2 * Cos(60) - V_1)$

$-R_x' = 1000 * 0.8 * 10^{-3} * (25 * Cos(60) - 30)$ ( 3 درجة )

$R_x' = \mathbf{14N}$

بالاسقاط على المحور oy :

$-R_y' = \rho * Q * (V_2 * Sin(60) - 0)$

$-R_y' = 1000 * 0.8 * 10^{-3} * (25 * Sin(60) - 0)$ ( 3 درجة )

$R_y' = \mathbf{17.32N}$

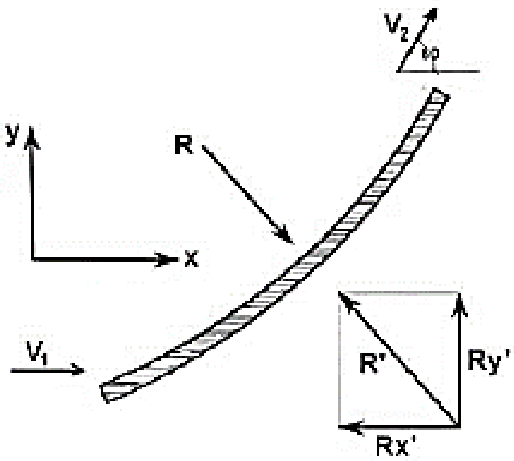
$R' = \sqrt{14^2 + 17.32^2} = \mathbf{22.27\ N}$ ............................................ ( 2 درجة )

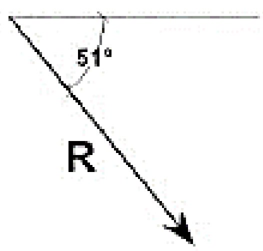
$R = -R'$ ............................................................ ( 1 درجة )

تساويها بالقيمة وتعاكسها بالاتجاه

$\theta = \arctan\left(\frac{R_y'}{R_x'}\right) = \arctan\left(\frac{17.32}{14}\right) = \mathbf{51^0}$ ........................................ ( 3 درجة )

أي القوة تميل عن الأفق بزاوية $\theta = 51^0$



تلخيص لما جاء في بحث **كمية الحركة** وتثبيت بعض الأفكار فيه:

- إن معادلة كمية الحركة هي معادلة شعاعية أي أن القوى والسرع هي قيم شعاعية يجب اسقاطها لذلك يجب الانتباه عند الاسقاط ويفضل أن نوجه المحاور في بداية المسألة بحيث يكون مساقط أشعة السرع موجبة وبالتالي لا يحصل تغيير في مساقط أشعة السرع وإنما يكون التغيير بالإشارة فقط على قوى الضغط.

- يجب الانتباه إلى أن قوى الضغط دائماً تحصر السائل ضمن حجم التحكم.

- في حالة الكوع الأفقي فلا يدخل تأثير الوزن الذاتي للماء وذلك كونه عمودي على المستوي الذي يتم تطبيق معادلة الحركة ضمنه.

- في حالة كوع شاقولي يجب الانتباه لإدخال تأثير الوزن الذاتي للماء على حجم التحكم. مع الانتباه إلى أن جميع المسائل ستعامل معاملة كوع أفقي إلا إذا ذكر بأن الكوع شاقولي صراحة في نص المسألة.

- بالنسبة لمعادلة كمية الحركة وعند تطبيقها لحساب القوة الناتجة عن اصطدام التيار المائي بصفيحة فيجب الانتباه إلى مايلي:

• الصفيحة ثابتة: عندها سيكون $v_2 = 0$ أي أن سرعة التيار عند اصطدامه بالصفيحة ستكون معدومة. أما سرعة البداية $v_1$ فستكون هي نفسها سرعة خروج الماء من فوهة الأنبوب إذا كانت الصفيحة أفقية أو ستنقص عما هي عليه من فوهة الأنبوب إذا كانت الصفيحة شاقولية و نحسب السرعة الجديدة من خلال تطبيق معادلة بيرنولي بين الفوهة وقبل الصفيحة الثابتة بقليل.

• الصفيحة متحركة بسرعة $u$ : عندها سيكون $v_2 = 0$ أي أن سرعة التيار عند اصطدامه بالصفيحة ستكون معدومة. أما سرعة البداية $v_1$ فستكون $v_1 = V - u$ إذا كانت الصفيحة تتحرك مع التيار في نفس الجهة أو ستكون $v_1 = V + u$ إذا كانت الصفيحة تتحرك بعكس جهة التيار.

• في هذه الحالة نعتبر قوى الضغط معدومة لأن التيار معرض بالكامل للضغط الجوي، كما أننا نهمل قوى الوزن الذاتي لصغرها.

• للتسهيل نأخذ أحد المحورين عمودي على سطح الصفيحة والثاني يوازيها.

**نهاية المحاضرة**