ميكانيك السوائل

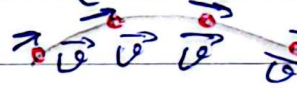
• تتغير السوائل بقوى تماسك ضعيفة نسبياً بين جزيئاتها مما يجعلها لا تحافظ على شكل معين بل تأخذ شكل الوعاء الذي توضع فيه

الجسيم المائل: هو جزء من سائل ابعاده صغيرة نسبياً بالنسبة للسائل وكبيرة بالنسبة لجسيمات السائل

لوصف حركة سائل يجب معرفة

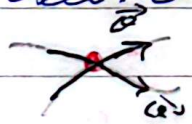
- سرعته
- ضغطه
- كثافته
- درجة حرارته

خط الانسياب: هو خط وهمي يبين المسار الذي يسلكه السائل اثناء جريانه وتكون في كل نقطة من نقاطه شعاع السرعة في تلك النقطة



- سؤال: فسر عدم تقاطع خطوط الانسياب

لأن كل نقطة من نقاط خطوط الانسياب تمس شعاع السرعة وتقاطع خطين يعني وجود سرعتين مختلفتين لنفس النقطة وهذا غير ممكن.



أنبوب التدفق:

هو أنبوب وهمي جداره تمثل خطوط الانسياب

* جريان مستقر منتظم

تكون فيه سرعة جسيمات المائل ثابتة بمرور الزمن في كل نقطة من نقاط خط الانسياب

* جريان مستقر غير منتظم

تكون فيه سرعة جسيمات السائل غير ثابتة بمرور الزمن

- سؤال - اكتب مع الشرح ميزات السائل المثالي: مع الشرح

1- غير قابل للأنضغاط: كتلته الحجمية ثابتة مع مرور الزمن

2- عديم اللزوجة: تهمل قوى الاحتكاك بين طبقاته الداخلية

3- جريانه مستقر: سرعة جسيمات السائل ثابتة بمرور الزمن

4- جريانه غير دوراني: أي لا تتحرك جسيمات السائل حركة دائرية حول أي نقطة

- معدل التدفق الحجمي / معدل الضخ / المنسوب الحجمي

هو حجم كمية السائل التي تعبر المقطع S خلال واحدة الزمن Δt

$$Q' = \frac{V \rightarrow m^3}{\Delta t \rightarrow sec} \leftarrow m^3 \cdot s^{-1}$$

- معدل التدفق الكتلي / المنسوب الكتلي

هو كتلة كمية السائل التي تعبر المقطع S خلال واحدة الزمن Δt

$$Q = \frac{m \rightarrow Kg}{\Delta t \rightarrow sec} \leftarrow Kg \cdot s^{-1}$$

Samaha COPYBOOKS
الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

- العلاقة بين المقدارين

$$Q = \frac{m}{\Delta t} \qquad Q' = \frac{V}{\Delta t}$$

$$\frac{Q}{Q'} = \frac{\frac{m}{\Delta t}}{\frac{V}{\Delta t}} = \frac{m}{V} = \rho \quad Kg.m^{-3}$$

$Q = \rho Q'$ للأختياري

سؤال - 2022

يتحرك سائل في انبوب بين مقطعين مختلفي المساحة S_1, S_2

< السائل يملأ الانبوب ولا يتجمع فيه >

a - اكتب علاقة معدل التدفق الكتلي Q

b - انطلاقاً من $Q_1 = Q_2$ المستنتج معادلة الاستمرارية

ثم بين كيف تتغير سرعة تدفق السائل مع مساحة مقطع الانبوب

الحل a.

$$Q = \frac{m}{\Delta t}$$

b.

$$Q = Q_2$$

$$\frac{V_1}{\Delta t} = \frac{V_2}{\Delta t}$$

الانطلاق: مقطع حجم / زمن

$V = S \cdot \Delta x$

أقل مسافة: سرعة

$\Delta x = v \cdot \Delta t$

$$\frac{S_1 \cdot \Delta x_1}{\Delta t} = \frac{S_2 \cdot \Delta x_2}{\Delta t}$$

$$\frac{S_1 \cdot v_1 \cdot \Delta t}{\Delta t} = \frac{S_2 \cdot v_2 \cdot \Delta t}{\Delta t}$$

$$Q = S_1 \cdot v_1 = S_2 \cdot v_2 = const$$

معادلة الاستمرارية

تتناسب سرعة تدفق السائل عكسياً مع مساحة مقطع الانبوب

$S_1 > S_2$

$v_1 < v_2$

- سؤال - تعليل - فسر باستخدام العلاقات الرياضية

1- اختلاف سرعة جريان الماء عبر مقاطع مختلفة المساحة في جريان نهر جريانه أفقي

2- يتدفق الماء بسرعة كبيرة في ثقب صغير جداً في جدار الكرطوم بنقل ماء

3- تستعمل هذا النوع سيارات الاطفاء إيصال الماء لارتفاعات ومسافات كبيرة

4- يكون مساحة ثقب الخارج صغيرة التأثير

5- يصل الماء المتدفق من فتحة الكرطوم لمسافات أبعد تعلق جزءاً من فتحة الكرطوم

الحل حسب المعادلة الاستمرارية

$$Q = S_1 \cdot v_1 = S_2 \cdot v_2 = const$$

$S_1 > S_2$

$v_1 < v_2$

حيث تتناسب سرعة تدفق الماء عكسياً مع مساحة مقطع الانبوب

تعليل: ينقص مقطع عمودي والتدفق من الكرطوم عندما توجه فوهته إلى الأسفل

$S_2 < S_1$

$v_2 > v_1$

ويزداد مقطعه عندما توجه فوهته نحو الأعلى

$S_2 > S_1$

$v_2 < v_1$

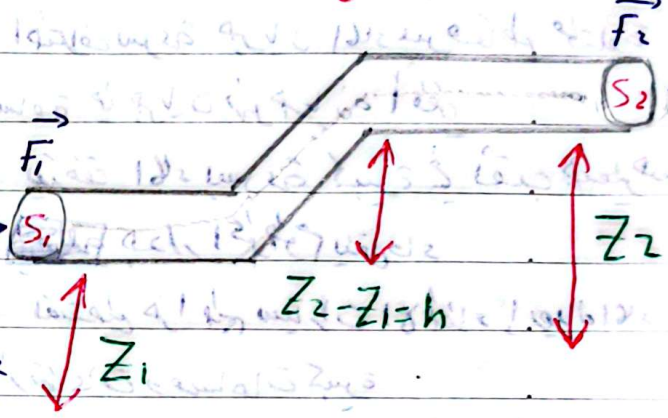
Al Samaha COPYBOOKS
الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

v_1 . دخول الماء

v_2 . خروج الماء

S_1 . مقطع دخول الماء

S_2 . مقطع خروج الماء



$\Delta V_2 = \Delta V$ $\quad \Delta V_1 =$

نص نظرية برنولي: انه مجموع الضغط والطاقة الكامنة الثقالية والطاقة الحركية لواحدة الحجوم هو مقدار ثابت في كل نقطة من نقاط خط الانسياب لسائل هريانه أفقي

- الاستنتاج - عمل القوة الاولى (مقدار موجب)

<<< بجهة الجريان >>>

$$W_1 = F_1 \cdot \Delta x_1$$

$P = \frac{F}{S}$ $\quad W_1 = P_1 S_1 \cdot \Delta x_1$

$\Delta V_1 = S_1 \cdot \Delta x_1 \Rightarrow$ $\boxed{W_1 = P_1 \cdot \Delta V}$

عمل القوة الثانية (مقدار سالب) ← عكس جهة الجريان

$$W_2 = -F_2 \cdot \Delta x_2$$

$$W_2 = -P_2 S_2 \cdot \Delta x_2$$

$$\boxed{W_2 = -P_2 \Delta V_2}$$

العمل الكلي -

$$W_t = W_1 + W_2$$

$$= P_1 \Delta V_1 - P_2 \Delta V_2$$

$$= (P_1 - P_2) \Delta V$$

$$W_t = \Delta E_p + \Delta E_K$$

$$(P_1 - P_2)\Delta V = E_{p2} - E_{p1} + E_{K2} - E_{K1}$$

$$(P_1 - P_2)\Delta V = mgz_2 - mgz_1 + \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2$$

نقسم على الحجم $\quad \rho = \frac{m}{V}$

$$P_1 - P_2 = \rho g z_2 - \rho g z_1 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 - \frac{1}{2}\rho v_1^2$$

$$P_1 + \rho g z_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 = P_2 + \rho g z_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2$$

معادلة برنولي المعممة

برنولي العامة

$$P + \frac{1}{2}\rho v^2 + \rho g z = const$$

السؤال 1 - أظلاعاقن معادلة برنولي العامة

كيف تتحول تلك المعادلة من اجل $z_1 = z_2$

(الأنبوب أفقي):

$$P + \frac{1}{2}\rho v^2 + \rho g z = const$$

$$P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho g z_1 = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho g z_2$$

$z_1 = z_2$

$$P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2$$

$$P_1 - P_2 = \frac{1}{2}\rho v_2^2 - \frac{1}{2}\rho v_1^2$$

$$P_1 - P_2 = \frac{1}{2}\rho (v_2^2 - v_1^2)$$

- تتناسب سرعة تدفق السائل عكسياً مع ضغطه -

Al Samaha COPYBOOKS

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

سؤال 2 - أثبت تجريبياً من معادلة برنولي العامة

استنتج معادلة الماتومتر

< سكون السوائل >

$$P + \frac{1}{2}\rho v^2 + \rho g z = const$$

$$P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho g z_1 = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho g z_2$$

$v_1 = v_2 = 0$

$$P_1 + \rho g z_1 = P_2 + \rho g z_2 \Rightarrow$$

$$P_1 - P_2 = \rho g z_2 - \rho g z_1$$

$$P_1 - P_2 = \rho g (z_2 - z_1)$$

$$P_1 - P_2 = \rho g h$$

سؤال 3 - أثبت تجريبياً من معادلة برنولي العامة

برهن أن سرعة السائل من فتحة صغيرة في أسفل الخزان تعطى بالعلاقة $v_2 = \sqrt{2gh}$

$$P + \frac{1}{2}\rho v^2 + \rho g z = const$$

$$P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho g z_1 = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho g z_2$$

الضغط الجوي $P_1 = P_2 = P_0$

بما أن v_1 أصغر بكثير من v_2 نهملها

$$\rho g z_1 = \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho g z_2 \Rightarrow$$

$$\rho g z_1 - \rho g z_2 = \frac{1}{2}\rho v_2^2$$

$$\rho g (z_1 - z_2) = \frac{1}{2}\rho v_2^2 \Rightarrow$$

$$\rho g h = \frac{1}{2}\rho v_2^2$$

$$g h = \frac{1}{2} v_2^2$$

$$v_2 = \sqrt{2gh}$$

بالكيف

نظرية تورشيلي

Torr

سؤال 4 - أثبت تجريبياً من معادلة برنولي العامة برهن أنه الضغط في الاختناق أقل من الضغط في الجزء الرئيسي < أنبوب فنتوري > < أفقي >

$$P + \frac{1}{2}\rho v^2 + \rho g z = const$$

$$P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho g z_1 = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho g z_2$$

$z_1 = z_2$

$$P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2$$

$$P_1 - P_2 = \frac{1}{2}\rho v_2^2 - \frac{1}{2}\rho v_1^2$$

$$P_1 - P_2 = \frac{1}{2}\rho (v_2^2 - v_1^2)$$

حسب معادلة الاستمرارية

$$S_1 v_1 = S_2 v_2$$

$$v_2 = \frac{S_1}{S_2} v_1$$

$$P_1 - P_2 = \frac{1}{2}\rho \left(\left(\frac{S_1}{S_2}\right)^2 v_1^2 - v_1^2 \right)$$

$$P_1 - P_2 = \frac{1}{2}\rho v_1^2 \left(\left(\frac{S_1}{S_2}\right)^2 - 1 \right)$$

تستخدم هذه الخاصية في الطب

Al Samaha COPYBOOKS
الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

- ملاحظات المسائل -

- معدل الصخ $Q' = \frac{V}{\Delta t}$ ⇒ $\Delta t = \frac{V}{Q'}$ — m^3/s — m^3 الحجم

- المستوى الجبي

- معدل التدفق الجبي $Q' = S \cdot v$ ⇒ $v = \frac{Q'}{S}$ — سرعة تدفق السائل

v_1 سرعة دخول الماء

v_2 سرعة خروج الماء

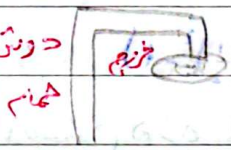
معادلة الاستمرارية

$Q' = S_1 \cdot v_1 = S_2 \cdot v_2$

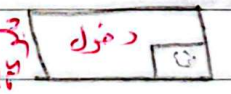
$v_1 = \frac{Q'}{S_1}$ أو $v_1 = \frac{S_2 \cdot v_2}{S_1}$

$v_2 = \frac{Q'}{S_2}$ أو $v_2 = \frac{S_1 \cdot v_1}{S_2}$

n عدد الثقوب



$Q' = S_1 v_1 = n S_2 v_2$



$Q' = n S_1 v_1 = S_2 v_2$

دخول $Q' = Q_1 + Q_2$ ← خروج

$S_1 v = S_1 v_1 + S_2 v_2$

مثلاً لإيجاد v_2

$S_1 v - S_1 v_1 = S_2 v_2$

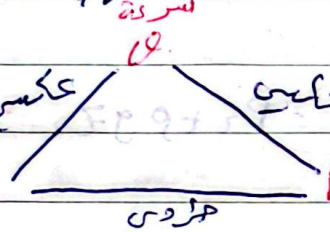
$v_2 = \frac{S_1 v - S_1 v_1}{S_2}$

كم تصبح سرعة تدفق السائل إذا نقص مساحة مقطع الصبع ربع ما كان عليه $S' = \frac{1}{4} S$

$v_1 \cdot S = v' \cdot S'$

$v' \cdot S' = \frac{1}{4} v \cdot S$

$v' = 4v$



$S = \pi r^2$ حيث r نصف القطر

- ضغط دخول الماء P_1 ، خروج الماء P_2

الفرق بين الضغط $P_2 - P_1$ أو $P_1 - P_2$

1- برنولي العامة

$P + \frac{1}{2} \rho v^2 + \rho g z = const$

2- برنولي المعضلة

$P_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 + \rho g z_1 = P_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2 + \rho g z_2$

3- تعزل الأنبوب

$P_1 = P_2 + \frac{1}{2} \rho (v_2^2 + v_1^2) + \rho g (z_2 - z_1)$ — h

$P_2 = P_1 + \frac{1}{2} \rho (v_1^2 - v_2^2) + \rho g (z_1 - z_2)$ — h

$P_1 - P_2 = \frac{1}{2} \rho (v_2^2 - v_1^2) + \rho g (z_2 - z_1)$ — h

$P_2 - P_1 = \frac{1}{2} \rho (v_1^2 - v_2^2) - \rho g (z_1 - z_2)$ — h

4- كلما الواحد Pa

$z_2 - z_1 = z_1 - z_2 = h$

$h = 0$ ← الأنبوب أفقي

$\rho_{H_2O} = 1000\ kg/m^3$

Al Sabaha COPYBOOKS
الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

العمل المنجز :

$W_t = W_1 + W_2 + W_{\vec{w}}$

$= P_1 \Delta V - P_2 \Delta V - mgh$

$= (P_1 - P_2)\Delta V - mgh$

$m^3 \xleftarrow{\times 10^3}$ بتحويل الحجم L ، $\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow m = \rho V$

التحويلات :

$cm^2 \xrightarrow{\times 10^{-4}} m^2$

$L \xrightarrow{\times 10^{-3}} m^3$

$min \xrightarrow{\times 60} sec$

$gr\,cm^{-3} \xrightarrow{\times 1000} Kg\,m^{-3}$

$\frac{gr}{cm^3} = \frac{10^3}{10^{-6}} = 10^3$

المسألة الأولى :

$V = 600L = 6 \times 10^{-1} m^3$

$S = 5cm^2 = 5 \times 10^{-4} m^2$

$\Delta t = 300sec$

$Q' = \frac{V}{\Delta t} = \frac{6 \times 10^{-1}}{300} = 2 \times 10^{-3} m^3 s^{-1}$ (1)

$Q' = S v \Rightarrow v = \frac{Q'}{S} = \frac{2 \times 10^{-3}}{5 \times 10^{-4}}$ (2)

$= \frac{20}{5} = 4 m s^{-1}$

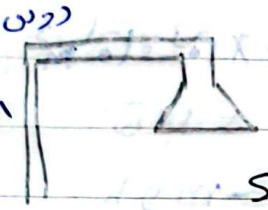
$S' = \frac{1}{4} S$ (3)

$S \cdot v = S' \cdot v'$

$S \cdot v = \frac{1}{4} S \cdot v' \Rightarrow v' = 4v$

$= 16 m s^{-1}$

المسألة الثانية :



$n = 25$ ثقب

$S_2 = 0,1cm^2 = 10^{-5} m^2$

$S_1 = 10cm^2 = 10^{-3} m^2$

$V_1 = 50 cm s^{-1} = 5 \times 10^{-1} m s^{-1}$

$Q' = S_1 V_1 = n S_2 V_2$ (1)

(2) $Q' = S_1 V_1 = 10^{-3} \times 5 \times 10^{-1} = 5 \times 10^{-4} m^3 s^{-1}$

$v_2 = \frac{Q'}{n S_2} = \frac{5 \times 10^{-4}}{25 \times 10^{-5}} = \frac{50}{25} = 2 m s^{-1}$

المسألة الثانية :

$S_1 = 10 cm^2 = 10^{-3} m^3$

$S_2 = 5 cm^2 = 5 \times 10^{-4} m^3$

$Q' = 5 \times 10^{-3} m^3 s^{-1}$

$Q' = S_1 V_1 = S_2 V_2$ (1)

$V_1 = \frac{Q'}{S_1} = \frac{5 \times 10^{-3}}{10^{-3}} = 5 m s^{-1}$

$V_2 = \frac{Q'}{S_2} = \frac{5 \times 10^{-3}}{5 \times 10^{-4}} = 10 m s^{-1}$

$P_2 = 10^5 Pa$ ، $P_1 = ?$ (2)

$\rho_{H2O} = 1000 Kg m^{-3}$ $h = 20m$

$P + \frac{1}{2}\rho v^2 + \rho g z = const$

$P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho g z_1 = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho g z_2$

$P_1 = P_2 + \frac{1}{2}\rho(v_2^2 - v_1^2) + \rho g (z_2 - z_1)$

$= 100000 + 37500 + 200000$

$= 337500 Pa$

Al Samaha COPYBOOKS
الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

الموضوع

$V = 100mL = 100 \times 10^{-3} = 10^{-1} m^3$ (3)

$W_t = W_1 + W_2 + W_{\vec{w}}$

$= P_1V - P_2V - mgh$

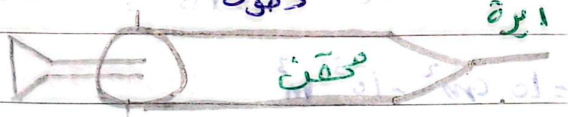
$= (P_1 - P_2)V - mgh$ $\quad m = \rho V = 1000 \times 10^{-1}$

$= (237500)10^{-1} - 1000 \times 10 \times 20 = 100\ kg$

$= 23750 - 20000$

$= 3750\ J$

مضخة يدوية



$S_1 = 125cm^2 = 125 \times 10^{-6} m^2$

$S_2 = 4 \times 10^{-2} cm^2 = 4 \times 10^{-6} m^2$

$Q' = 5 \times 10^{-5}\ m^3 \cdot s^{-1}$

$Q' = S_1V_1 = S_2V_2$ (1)

$V_1 = \frac{Q'}{S_1} = \frac{5 \times 10^{-5}}{125 \times 10^{-6}} = \frac{50}{125} = \frac{2}{5}$

$0{,}4\ m \cdot s^{-1}$

$V_2 = \frac{Q'}{S_2} = \frac{5 \times 10^{-5}}{4 \times 10^{-6}} = \frac{50}{4}$ (2)

اعرائب الكرسي

$= 12{,}5\ m \cdot s^{-1}$

The end

Fatima

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner