الواقع

الضغط (Pressure, P)

يعرف الضغط بأنه القوة العمودية المؤثرة على وحدة المساحة:

$$P = \frac{\text{Force}}{\text{Area}}$$

الوحدة: $\frac{\text{Newton}}{m^2}$ أو Pascal.

مثال: يقف شخص وزنه 500N على جليد يدعى متجمد بحيث تكون قدمي الشخص على الجليد مساحة $0.05 m^2$ من الجليد.

① احسب الضغط المسلط على الجليد؟

② إذا كان الجليد لا يتحمل ضغط $16 \times 10^3 Pa$ فما احتمال أن الشخص السابق لا يغرق؟

الحل: ① الضغط:

$$P = \frac{F}{A}$$

$$= \frac{500}{0.05}$$

$$P = 10^4 Pa = 10 kPa.$$

②

$$P = \frac{F}{A}$$

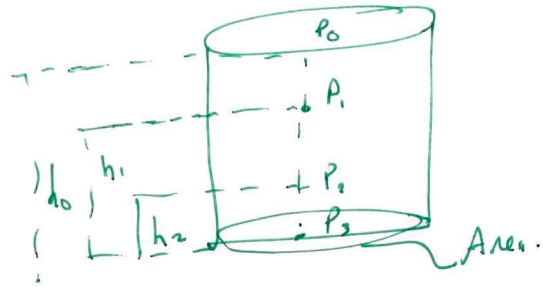
$$F = AP = 0.05 \times 16 \times 10^3$$

$$F = 800N$$

هذا هو الحد الأقصى الذي يتحمله الجليد

الموائع الساكنة :

تغير الضغط مع العمق داخل سائل ساكن



الضغط داخل سائل ساكن يعطى كالتالي :

$$P = \frac{F}{A}$$

القوة (F) هي وزن عمود السائل $F = Mg$

وكتلة عمود السائل هي : $M = dV$ ← كتلة عمود السائل، ← كثافة السائل، ← حجم

$\therefore$ ~~$F = Vd$~~ $F = dVg$

والحجم : $V = hA$

$\therefore F = dhAg$

$\therefore P = \frac{F}{A} = \frac{dhAg}{A}$

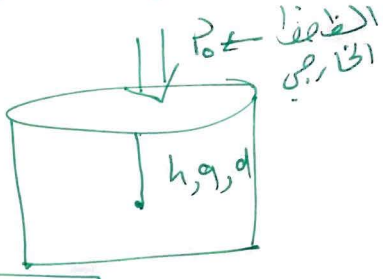
$$\boxed{P = hdg}$$

الضغط يزيد مع زيادة العمق

هذا هو الضغط عند أي نقطة في السائل

③

الضغط الكلي داخل السائل هو:



$$P = P_0 + hdg$$

الضغط الجوي $P_0 = 1.013 \times 10^5 Pa$

وهو يمثل ضغط عمود زئبق ارتفاعه 76 cm.

مثال: ما هو ضغط عمود من الزئبق ارتفاعه 76cm كما أن كثافة الزئبق $13.6 g/cm^3$.

الحل: كثافة الزئبق بوحدة kg/m^3 هي:

$$d = 13.6 \times 10^{-3} \text{ g} \rightarrow \text{kg}$$
$$10^{-6} \rightarrow cm^3 \rightarrow m^3$$

$$d = 13600 \, kg/m^3$$

ارتفاع الزئبق: $h = 76 \times 10^{-2}$

$$h = 0.76 m$$

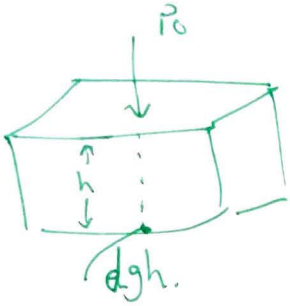
∴ الضغط:

$$P = hdg$$
$$= 0.76 \times 13600 \times 9.8$$

$$P = 1.01 \times 10^5 Pa \quad P = 1 atm$$

(4)

مثال: ما هو الضغط الذي يؤثر على قاع حوض سباحة عمقه 2m ومملوء تماماً بالماء؟



الحل: الضغط الكلي عند أي نقطة داخل الماء هو الضغط الجوي المضاف إلى ضغط عمود الماء.

$$P = P_0 + dgh$$

~~$= 1.013 \times 10^5 + 2 \times 1000 \times 9.8$~~

$$= 1.013 \times 10^5 + 2 \times 9.8 \times 1000$$

$$P = 1.013 \times 10^5 + 19600$$

$$P = 120960 \text{ Pa}$$

$$P \approx 1.21 \times 10^6 \text{ Pa}$$

قاعدة باسكال:

تنص قاعدة باسكال على أن الضغط ينتقل خلال السائل الذي (لا ينضغط) عند كل نقطة بنفس المقدار.

~~نص القاعدة: الضغط~~

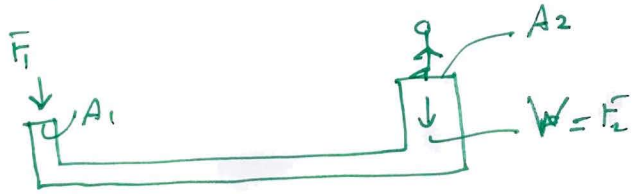
نص القاعدة: الضغط في كل وحدة مساحة من A_2 يساوي الضغط في كل وحدة مساحة من A_1

(5)

$$P_1 = P_2$$

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$

مثال: كرسي هيدروليكي قطره 10cm بينما مساحة مكبس الرفع هي $10cm^2$ ، اذا كانت كتلة الكرسي والشخص الجالس عليه هي 160kg فما هي القوة اللازم تطبيقها لرفع المكبس ؟.



$$A_2 = \pi r_2^2 \qquad r_1 = \frac{10}{2} = 5cm$$

$$= 3.14 \times (5 \times 10^{-2})^2$$

$$A_2 = 7.85 \times 10^{-3} m^2$$

$$F_2 = W = mg$$

$$F_2 = 160 \times 9.8$$

$$F_2 = 1568N .$$

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$

$$\frac{F_1}{10 \times 10^{-4}} = \frac{1568}{7.85 \times 10^{-3}}$$

10^{-3}

$$F_1 = \frac{1568 \times 10^{-3}}{7.85 \times 10^{-3}}$$

$$F_1 \approx 200N$$

حركة الموائع

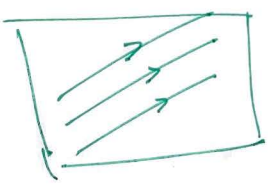
محاور الاستمرار للجريان الانسيابي:

هناك نوعان لجريان الموائع:

① الجريان الانسيابي

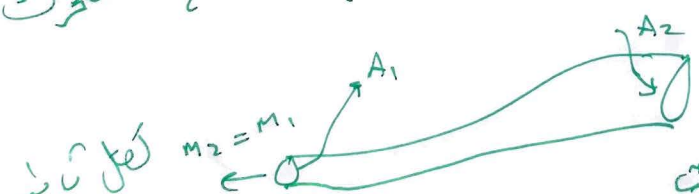
② الجريان الاضطرابي

الجريان الانسيابي وفيه لا تتقاطع (تتصادم) جزيئات المائع بل تتحرك جميعها في خطوط مستقيمة كما في الشكل



معادلة الاستمرار: معدل سريان

تنص معادلة الاستمرار على أن كتلة المائع المتحرك



خلال أنبوبة ثابتة الشكل (Q) تبقى ثابتة

أي ثابت $\frac{M_1}{t_1} = \frac{M_2}{t_2} = M = \text{constant}$ ثابت

معدل السريان الكتلي: $Q_m = \frac{M}{t} = \frac{dV}{t}$ $\therefore$ $d = \frac{M}{V}$

الكثافة — الحجم

(7)

وكمية الحجم V هو:

$$V = Av$$

في الحالة السابقة الحجم ثابت $V_1 = V_2 = V$

$$A_1 \frac{L_1}{t_1} = \frac{L_2}{t_2} A_2$$

$$\boxed{A_1 v_1 = A_2 v_2}$$

$$Q_m = \frac{m}{t} = \frac{dV}{t}$$

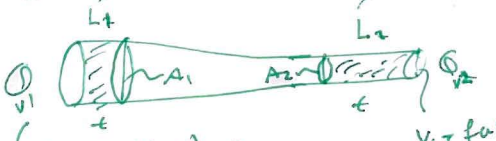
: الكمية المتحركة محفوظة

$$Q_{m1} = Q_{m2}$$

$$\frac{dV_1}{t} = \frac{dV_2}{t} = Q_V$$

$$\frac{A_1 L_1}{t} = \frac{A_2 L_2}{t}$$

$$\boxed{A_1 v_1 = A_2 v_2}$$ = ثابت



معدل التدفق الحجمي ← Q_V ← $\left(\frac{m^3}{s}\right)$ بـ

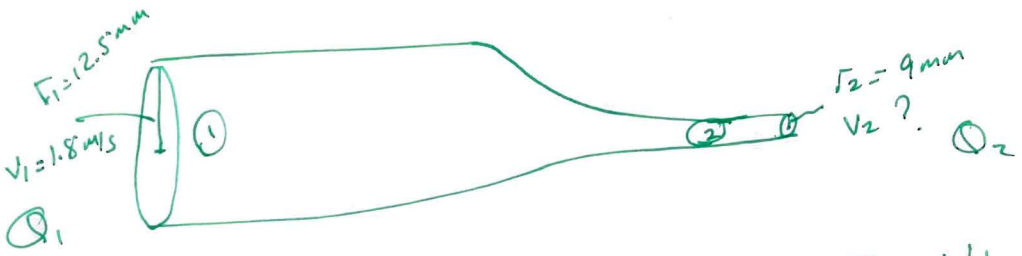
الكمية الثابتة ← السرعة عكس مساحة المقطع

مثال: سيل الحار بجريان انسيابي كما في الشكل

احسب: ① السرعة عند (2) (V_2)

② معدل التدفق (الجريان) الحجمي

③ معدل التدفق (الجريان) الكتلي



الحل: ①

$$Q_1 = Q_2$$

$$A_1V_1 = A_2V_2$$

$$\pi r_1^2 \times V_1 = \pi r_2^2 V_2$$

$$(12.5\times10^{-3})^2 \times 1.8 = (9\times10^{-3})^2 V_2$$

$$1.56\times10^{-4}\times1.8 = 8.1\times10^{-5} V_2$$

$$2.81\times10^{-4} = 8.1\times10^{-5} V_2$$

$$V_2 = \frac{2.81\times10^{-4}}{8.1\times10^{-5}}$$

$$\boxed{V_2 = 3.47\,m/s}$$

$$V_2 > V_1$$

---

② معدل التدفق الحجمي

$$Q = A_1V_1$$

$$= \pi r_1^2 V_1$$

$$= 3.14\times(12.5\times10^{-3})^2 \times 1.8$$

$$\therefore Q = 8.8\times10^{-4}\,m^3/s$$

~~$Q = 2.54\times10^{-4}\,m^3/s$~~

حل السؤال (٣): معدل التدفق الكتلي:

$$\dot{Q}_{m_1} = \text{معدل التدفق الكتلي} = d(V_1 A_1)$$

~~$1000 \times 8.8 \times 10^{-4}$~~

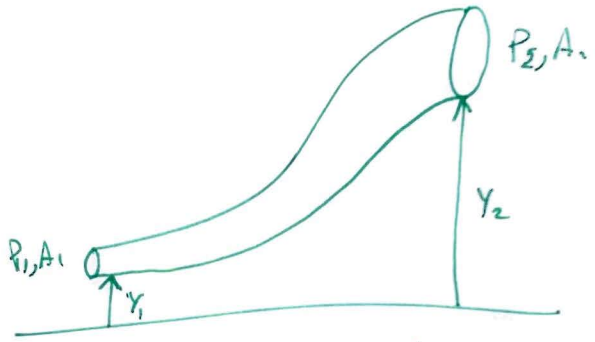
$$\dot{Q}_m = d\dot{Q}_{V_1}$$
$$= d V_1 A_1$$
$$= 1000 \times 8.8 \times 10^{-4}$$

$$\dot{Q}_m = 0.88 \text{ kg/s}$$

معادلة برنولي

أثبت برنولي عام ١٧٣٨ أن الضغط عند أي نقطة داخل سائل متحرك انسيابيا يتناقص عكسيا مع سرعة السائل.

وتعتبر معادلة برنولي إثبات لحفظ الطاقة لحجم ثابت من السائل المتحرك من الشكل التالي:



$$P_1 + \frac{1}{2} d V_1^2 + d g y_1 = P_2 + \frac{1}{2} d V_2^2 + d g y_2 = \text{Constant}$$

أي أنه عند أي نقطة داخل السائل:

$$P + \frac{1}{2} d V^2 + d g y = \text{Constant}$$

حالات خاصة:

① عندما يكون السائل ساكن فإن: $V_1 = V_2 = 0$

$$P_1 + d g y_1 = P_2 + d g y_2$$

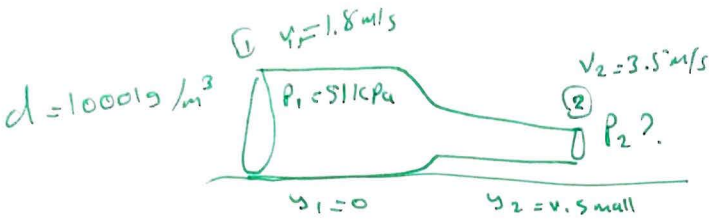
$$\boxed{P_1 - P_2 = d g (y_2 - y_1)}$$

② عندما يكون الأنبوب محتوياً على سطح $y_1 = y_2 = 0$

$$P_1 + \frac{1}{2} d V_1^2 = P_2 \frac{1}{2} d V_2^2$$

$$\boxed{P_1 - P_2 = \frac{1}{2} d (V_2^2 - V_1^2)}$$

مثال:



الحل:

$$y_1 = y_2 = 0$$

$$\therefore P_1 + \tfrac{1}{2} d v_1^2 = P_2 + \tfrac{1}{2} d v_2^2$$

$$v_2 > v_1$$

$$\therefore P_2 = P_1 + \tfrac{1}{2} d (v_1^2 - v_2^2)$$

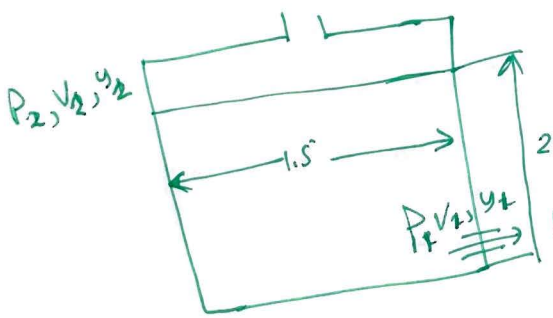
$$= 5.1 \times 10^{3+} + \tfrac{1}{2} \times 1000 (1.8^2 - 3.5^2)$$

$$= 5.1 \times 10^4 - 500 \times 9.01$$

$$= 5.1 \times 10^4 - 4505$$

$$P_2 = 4.65 \times 10^4 \text{ Pa}$$

مثال: خزان اسطواني قطره 1.5 m وارتفاع الماء فيه 2.5 m إذا حدث ثقب في الجانب قطره 15 mm فاحسب:



① سرعة الماء الخارج من الثقب.

الحل: يمكن اعتبار الخزان أنبوب ذو تضخيم!

∴ يمكن استخدام معادلة برنولي:

$$P_1 + \tfrac{1}{2} d v_1^2 + d g y_1 = P_2 + \tfrac{1}{2} d v_2^2 + d g y_2$$

الضغط عند التضخم (الخزان) العلوي والجانبي هو الضغط الجوي:

$$P_1 = P_2$$

(12)

$$\therefore \frac{1}{2}mV_1^2 + mgy_1 = \frac{1}{2}mV_2^2 + mgy_2$$

$$\times 2 \quad V_1^2 + 2gy_1 = V_2^2 + 2gy_2$$

كذلك: $y_2 = 0$ قريب جداً من الارض وارتفاع y_1 عالي جداً (2.5m)

$$\therefore V_1^2 = V_2^2 - 2gy_1$$

$$V_1^2 - V_2^2 = 2gy_2 - 2gy_1$$

$$V_1^2 = 2\times 9.8 \times 2.5 - 2\times 9.8 \times 0$$

لانه y_2 قريب جداً من الارض وحركة الجاذبية تطبيق جداً لان اختلاف كبير جداً بين ارتفاع الشخص.

$$\therefore V_1^2 = 49$$

$$V_1 = \sqrt{49}$$

$$V_1 = 7\ m/s$$