# Chapter 10: fluids → liquid, Gas

| | Solid | liquid | Gas |
|---|---|---|---|
| Shape | ✓ | X | X |
| Size | ✓ | ✓ | X |

✓ : fixed
X : Variable

$P_{fluid} = \rho g h$ ; $\rho$, density ; $\rho = \frac{m}{V}$

h → depth (العمق)

$P = \frac{F}{A}$ — Pascal $N/m^2$

* قليل الـ مستعمل (وغالبًا ثابت للـ fluids)

$1\ atm = 1.013 \times 10^5\ Pa$

$1\ atm = 760\ mmHg$

mmHg → Pa : $\times 133$

1 atm = 1.013 Bar (بار)

L → $10^{-3}\ m^3$ ; L → $dm^3$

- Specific gravity (SG) = $\frac{\rho_{material}}{\rho_{H_2O}}$

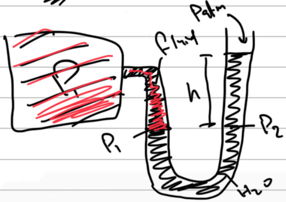
$P_{absolute\ (actual)} = P_{Gauge} + P_{atm}$

; $P_{Gauge}$ : Pressure above the atmosphere

$= P_{absolute} - P_{atm}$ (الفرق)

$P_{Gauge}$ ← مطلوب بالسؤال بكون غالبًا

⇐ بدي انتبه هون لما ودي الوحدات




$P_1 = P_2$ ⇒ $\rho_{fluid}$ ?

المهم نفس العمق

$P_2 = P_{atm} + \rho g h$

$P_{atm}$ ← لا تنساها (اذا كان مفتوح من فوق)

h ← العمق (المسافة بين النقطتين)

($P_{atm}$ , $P_2$
(إذا صح التعبير)

دايمًا الضغط لما يكون لتحت (عمقه أكبر) يعني النقطة أكبر

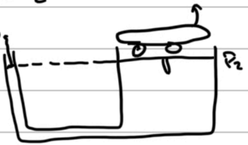
$P_2$ —
$P_1$ — { $P_1 > P_2$

كفاءة

## I) Pascal

برهان سريع
لا نعتمد على نفس الارتفاع

Hydraulic lifts



$P_1 = P_2$

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

$A_2 >> A_1$

$\therefore F_2 >> F_1$

$$MA = \frac{F_L}{F_A} = \frac{F_{out}}{F_{in}} = \frac{A_{out}}{A_{in}}$$

$F_L$ → load (الي بدي ارفعه)

$F_A$ → applied (اللي بدي أأثر فيه)

* في الحالة الصلبة $P = \frac{F}{A}$ العلاقة عكسية بين P و A

$F_B = \rho V g$    ($F_B$) Buoyant force    قوة الطفو

***

$mg = \rho_{object} \, V \, g$    $V$ → (حجم) object

$\rho_{object} = \frac{m_{object}}{V_{object}}$

$F_B = \rho_{fluid} (V_o) g$    fluid: الي هو فيه    $V_o$ → المغمور فقط (او الي تم تحريكه) displaced

$F_B = (m_{displ}) g$ معطى مباشرة

* لما اشوف كلمة (float) بالسؤال ⇐ $F_B = mg$ بكون في حالة اتزان

* في بعض الحالات رح احكي انه الـ object مغمور كاملاً مشان احسب $F_B$

Maximum value! وبالمناسبة هاي في هاي الحالة → $F_B = \rho_f (V) g$ → $V_{object}$ نفسه في هاي الحالة

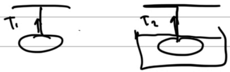
If $\rho_f > \rho_o$ float    $\rho_f = \rho_o$ will be in equilibrium state in the fluid

$\rho_f < \rho_o$ sink

$F_B$ = Weight of displaced fluid — Archimedes { $V_{displ\ fluid} = V_{object}$ }

الـ displacement صارت بسبب الـ object الي انا حطيته!

Apparent weight ⇒




$T_1 = mg$ — (1)    $T_2 + F_B = mg$ — (2)

$F_B$ = Real weight − Apparent weight    $T_2$ ← وزن ظاهري

$T_2 = mg - F_B$

$T_2 = T_1 - F_B$

بالمناسبة ⟸ $F_B = mg$ هاي مش الحجم قيمة لانه لما يكون الجسم floating
مش كل حجمه بكون في fluid

* حالات واسئلة بيبنيلي انه في حالة اتزان وبنفس الوقت كل حجمه تحت الـمي
* just floating (او بيقى بالكاد يطفو) barely بالكاد (بستخدم V كاملة)

*ملاحظة ثانية انه من هاي القانون $F_B = mg$ ⟸ $\rho_f V_0 g = \rho V g$ ⟸ $\rho_f A l g = \rho V g$
/ 2 يطلع معي الارتفاع الـ Beneath the surface (تحت السطح)
طيب لو طلب الارتفاع اللي بكون فوق سطح المي ؟ بسيطة ⟸ بطرح الكبير (الكامل) - الصغير (اللي تحت السطح)

*Equation of Continuity (flow rate)

Volume flow Rate: $\frac{\Delta V_1}{\Delta t} = \frac{\Delta V_2}{\Delta t}$ * $\Rightarrow$ $A_1 v_1 = A_2 v_2$ *

mass flow rate: $\frac{\Delta m_1}{\Delta t} = \frac{\Delta m_2}{\Delta t} \Rightarrow \frac{\rho_1 \Delta V_1}{\Delta t} = \frac{\rho_2 \Delta V_2}{\Delta t} \Rightarrow \rho_1 A_1 v_1 = \rho_2 A_2 v_2$.

*if fluid is incompressible

$\rho_1 = \rho_2 = \rho$

$A_1 v_1 = A_2 v_2$

* $Av = \text{constant}$

III) Bernoulli's equation

- We assume that we have incompressible fluid / Ignore small viscosity *
- Bernoulli's equation شكل من اشكال قانون حفظ الطاقة

Most common

$$P_1 + \rho g h_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 = P_2 + \rho g h_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2$$

- ك تجيب mass ↑ هون ابدًا كثيرة
كلو كثافة $\rho = \frac{m}{V}$

$\rho g h$ = Potential energy per unit volume.

$\frac{1}{2}\rho v^2$ = Kinetic " " " "

ونظرية برنولي الاساسية

When velocity ↑, Pressure ↓
when velocity ↓, Pressure ↑ } $P \propto \frac{1}{\text{velocity}}$

عكس بعض

* برنولي و Continuity equation مترافقات (مكملين لبعض)

يعني بالحل / 2 اروح من الاول للثاني او العكس مثال: اطلع المطلوب

سواء كان $P_1 - P_2$ / $v$ / $h$

* حكيت انه $P \propto \frac{1}{v}$ , ومن Continuity equation $Av = constant$

$A \propto \frac{1}{v}$

- الضغط عكسي مع السرعة
- و المساحة عكسية مع السرعة

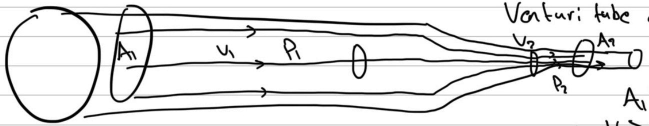
كيف استعمل نظرية برنولي أو، كيف اعرف انه السؤال عليها؟

- بكون عنده معطيات كثيرة بقدرش استخدمها بالقوانين البسيطة (او كل قانون لحاله)
- يطلب الفرق بين نقطتين (زي الانابيب الي بالبيت و الشارع مثلا)

لو كانوا Horizontal $h_1 = h_2$ بشطب PE مع بعض

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

زي Venturi tube




$A_1 > A_2$

∴ $V_2 > V_1$

Hint ، كلّما تقاربت خطوط الحركة ، السرعة تزداد (عدد الخطوط التي تقطع وحدة مساحة معينة) (حجم)

ومن هاي الرسمة بعرف $P_1 > P_2$ سرعة اقل (و مساحة اكبر)

ن: يعني مفيش داعي احفظ مين اول ومين ثاني ، اذا بتعرف الكبير من الصغير بتقدر تطرح صح (بدك توخذ بعين الاعتبار انه الاجابات (+))

Big - Small = (+)

وطبقا الارقام على نفس الطرف في البداية يعني $P_1$ / $v_1^2$ على نفس الطرف من معادلة برنولي

نكشة مع المعجزة

بره $F_{net}$ (الخزمة ($P_2 < P_1$

$P_1 + \rho g h_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 = P_2 + \rho g h_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2$

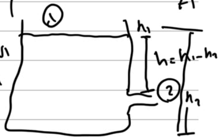
$P_1 - P_2 = \frac{1}{2}\rho(v_2^2 - v_1^2) + \rho g(h_2 - h_1)$

↓

$P_{net}$ = ---------

→ $P_{net} = \frac{F_{net}}{A}$

(V) Torricelli's theorem :-   $V = \sqrt{2gh}$ → المسافة بين الفتحة الي تحت والي فوق




- مشتقة من نظرية برنولي

$P_1 + \rho g h_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 = P_2 + \rho g h_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2$

$P_1 = P_2 = P_{atm}$

بما انه $A_1 >> A_2$

$0 \approx \leftarrow V_1 << V_2$

حسب Continuity equation

$\frac{1}{2}\rho v^2 = \rho g (h_1 - h_2)$

$\therefore V = \sqrt{2gh}$

free-fall زي كأنه → شان تبرهن الاستخدم ،

$V_2^2 = V_1^2 + 2ad$

وافرض $g = a$ وكمل ...

lift force on airplane wing :-

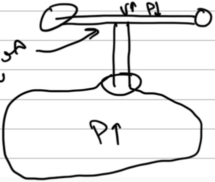
$P_{bot} - P_{top}$ (الفرق) = يرفع الطيارة ح

$V_{top} > V_{bot}$

$P_{bot} > P_{top}$

الفرق لصالح الكبير ( $P_{bot}$ ) ف رح ينتقل من تحت لفوق ( من الضغط المرتفع الى الضغط المنخفض )

- Perfume atomizer




هون لانه في هوا قوي بتحرك لما ارش عطر ( السرعة حتكون عالية
لا الضغط قليل
والضغط جوا العطر عالي ، فرح يطلع من العالي للواطي

radius

...ي

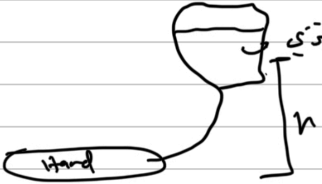
## V) Poiseulli's (Blood flow)

$$Q = \frac{\pi R^4 (P_1 - P_2)}{8 \eta l}$$

(Q ← flow rate ; R ← radius ; $(P_1 - P_2)$ ← الفرق في الضغط ; l ← length) ; $\eta$ = coeff. of viscosity

- انتبه بشكل كامل اذا الي معاي diameter or radius *

طيب ليش ما استعملت الي قبل؟ لأنه هناك اهملت الـ viscosity




ضغط المغذي وهو فارق على الابر لازم يكون اكبر من ضغط الدم مشان يفوت ⇐ يعني ضغط 2 يكون اكبر

$$P_2 = P_1 + \frac{8 \eta l Q}{\pi R^4} = \rho g h$$

(مغذي)

* [illegible] > ↑ مش فاهمه كثير مشيع ...

* لما توي نسبة او مقارنة زي هاد السؤال

*58. (II) Assuming a constant pressure gradient, if blood flow is reduced by 65%, by what factor is the radius of a blood vessel decreased?

$\frac{Q_i}{Q_f} = \frac{R_i^4}{R_f^4} \Rightarrow \left(\frac{Q_i}{Q_f}\right)^{1/4} = \frac{R_i}{R_f} \Rightarrow \left(\frac{1}{0.35}\right)^{1/4} = \frac{1}{X}$

او بسوي نسبة

$Q \longrightarrow R^4$

$0.35\,Q \longrightarrow X\,R^4$

(نقص 65%)

يعني صار 35% من قيمته الاصلية

بنطرح من ال 100% المقدار

$\Rightarrow 100\% - 65\% = 35\%$

$\frac{\sqrt[4]{1}}{\sqrt[4]{0.35}} = \frac{1}{X}$

$X = 0.769$ القيمة الي وصلها

كان R ← صار 0.769R بالنسبة ل 100% هاظ decreasment

يعني نقص بنسبة 23%

***54.** (I) A gardener feels it is taking too long to water a garden with a $\frac{3}{8}$-in.-diameter hose. By what factor will the time be cut using a $\frac{5}{8}$-in.-diameter hose instead? Assume nothing else is changed.

60. From Poiseuille's equation, Eq. 10–9, the volume flow rate $Q$ is proportional to $R^4$ if all other factors are the same. Thus $\frac{Q}{R^4} = \frac{V}{t}\frac{1}{R^4}$ is constant. If the volume of water used to water the garden is to be same in both cases, then $tR^4$ is constant.

$$t_1 R_1^4 = t_2 R_2^4 \rightarrow t_2 = t_1\left(\frac{R_1}{R_2}\right)^4 = t_1\left(\frac{3/8}{5/8}\right)^4 = 0.13 t_1$$

Thus the time has been cut by 87%.

نفس الفكرة (بس انتبها انه قطر مش (radius)