$$From\ equ.* \frac{dp}{dy} = -\rho g \Rightarrow \int_{p_1}^{p_2} dp = -\rho g \int_{y_1}^{y_2} dy$$

$$p_2 - p_1 = -\rho g(y_2 - y_1) \Rightarrow p_a - p_1 = -\rho g h$$

$$\Rightarrow p_1 = p_a + \rho g h \Rightarrow \quad p = p_a + \rho g h$$

وتسمى العلاقة الأخيرة هذه **بعلاقة المانوميتر** ويستفاد منها لحساب الضغط عند أي نقطة من سائل ساكن .

لإثبات إن الضغط عند أي ارتفاع في الجو (y) من سطح الأرض هو دالة أسية للارتفاع وذلك باستخدام معادلة (*) وقانون بويل $\frac{\mathrm{P}}{\mathrm{P_a}} = \frac{\rho}{\rho_a}$

ρ_a , P_a :الضغط الجوي وكثافة الهواء عند مستوى سطح البحر

ρ , P :الضغط وكثافة الهواء عند أي مستوى آخر

$$\frac{dp}{dy} = -\rho g \;, \because \rho = \frac{\rho_a}{\mathrm{P_a}}\mathrm{P} \text{ من قانون بويل} \Longrightarrow \frac{d\mathrm{P}}{dy} = -\frac{\rho_a}{\mathrm{P_a}}\mathrm{Pg}$$

$$let \quad k = \frac{\rho_a g}{\mathrm{P}_a} \Longrightarrow \frac{d\mathrm{P}}{dy} = -k\mathrm{P} \Longrightarrow d\mathrm{P} = -k\mathrm{P}\, dy$$

$$\Longrightarrow \int_{P_a}^{P} \frac{d\mathrm{P}}{\mathrm{P}} = -k \int_{0}^{y} dy \Longrightarrow \quad ln\mathrm{p}|_{P_a}^{P} = -k\ y|_{o}^{y}$$

$$\Longrightarrow ln\mathrm{P} - ln\mathrm{P_a} = -k\, y \Longrightarrow ln\frac{\mathrm{P}}{\mathrm{P}_a} = -k\, y$$

$$\Longrightarrow \frac{\mathrm{P}}{\mathrm{P_a}} = e^{-ky} \Longrightarrow \boldsymbol{P = \mathrm{P}_a e^{-ky}}$$ أي أن الضغط دالة أسية للأرتفاع

مثال: أحسب مقدار الارتفاع الذي يصبح الضغط عنده مساوي إلى نصف الضغط الجوي.

$$p = p_a e^{-ky} \quad ,\because \; p = \frac{1}{2}p_a \quad \Rightarrow \frac{1}{2}p_a \; = p_a e^{-ky}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2} = e^{-ky} \Rightarrow ln\frac{1}{2} = -ky \Rightarrow \quad y = -\frac{ln\frac{1}{2}}{k}$$

$$\because k = \frac{\rho_a g}{p_a} \quad \Rightarrow \quad k = \frac{1.29 \times 9.8}{10^5} = 1.25 \times 10^{-4}$$

$$\therefore \; y = -\frac{ln\frac{1}{2}}{1.25\times10^{-4}} = 5550m$$

الشد السطحي surface tension:

تعود ظاهرة الشد السطحي في السوائل إلى قوى التجاذب بين جزيئات السائل والتي تسمى بقوى التماسك وقوى التجاذب بين جزيئات السائل والإناء الموجود به وتسمى بقوى التلاصق.

ويعرف الشد السطحي على انه القوة المؤثرة عموديا على وحدة الأطوال من السائل أي ان $\sigma = \frac{F}{L}\ N/m$

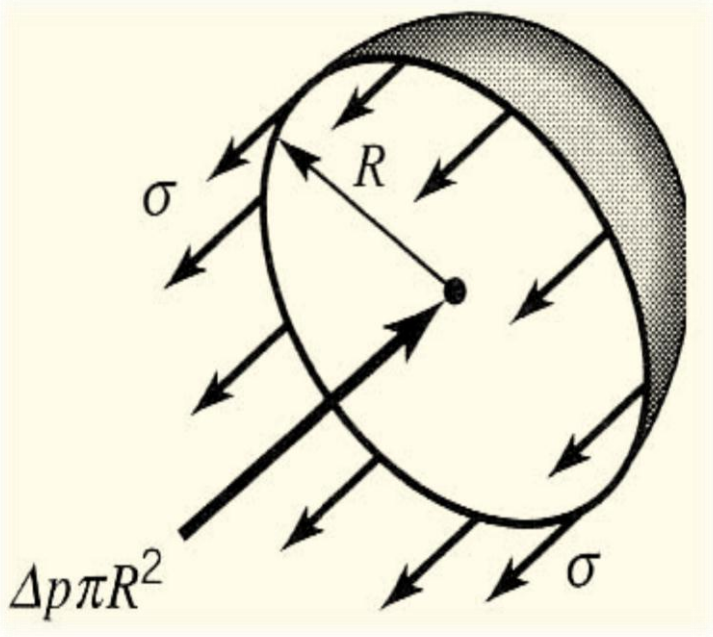
من الواضح إن السوائل تميل إلى شكل التكور أي انه إذا تركت السوائل تسقط سقوطا حرا فان جزيئاتها تأخذ شكل الكرة مثال على ذالك قطرات المطر عند سقوطها من السماء حيث تظهر ظاهرة الشد السطحي بوضوح داخلها قطرة، وتصبح القطرة في حالة اتزان عندما تكون قوة الضغط داخل القطرة (F = PA) مساوية لقوة الشد السطحي خارج القطرة $(F = \sigma\ L)$ كما في الشكل أدناه أي ان :

الضغط داخل القطرة (F = PA) مساوية لقوة الشد السطحي خارج القطرة $(F = \sigma\, L)$ كما في الشكل أدناه أي ان :

$$PA = \sigma\, L \implies P\pi r^2 = \sigma\, 2\pi r \implies Pr = 2\sigma$$

$$\implies \boldsymbol{p = \frac{2\sigma}{r}}$$

اي ان الضغط داخل القطرة يزداد بنقصان نصف قطر القطرة



الخاصية الشعرية : Capillarity

هي ظاهرة ارتفاع أو انخفاض السوائل في الأنابيب الشعرية ويعتمد هذا الارتفاع أو الانخفاض على قطر الأنبوب وطبيعة السائل والنسبة بين قوى التماسك وقوى التلاصق لجزيئات السائل مع جدار الأنبوب.

$$W = \gamma\, V = \gamma\, Ah = \gamma\pi r^2 h \ldots (1)$$

$$F = \sigma\, cos\theta L = \sigma\, cos\theta 2\pi r \ldots (2)$$

$$From\ \ equ.1\ and\ 2 \implies \gamma\pi r^2 h = \sigma\, cos\theta 2\pi r$$

$$\implies \gamma r\, h = 2\sigma\, cos\theta \implies \boldsymbol{h = \frac{2\sigma\, cos\theta}{\gamma r}}$$

زاوية التلامس (θ): هي الزاوية المحصورة بين المماس لسطح السائل وجدار الأنبوبة وتكون حادة في حالة الماء حيث قوى التلاصق أكبر من قوى التماسك بينما في حالة الزئبق فيكون شكل سطح الزئبق محدب وتكون زاوية التلامس منفرجة حيث قوى التلاصق أقل من قوى التماسك.

تعتمد زاوية التلامس على:

١- طبيعة السائل

٢- طبيعة السطح الصلب الذي يلامس السائل

٣- طبيعة الوسط الموجود فوق سطح السائل فمثلا زاوية التلامس بين الزئبق والزجاج في حالة وجود الهواء فوق الزئبق تختلف عن زاوية التلامس الزئبق والزجاج إذا كان الوسط المحيط بالزئبق هو ماء.

اللزوجة Viscosity:

هي إحدى خواص المائع (السوائل والغازات) والتي تتحكم بمعدل جريان وانسياب المائع وتعتبر مقياس لمقاومة المائع لإجهاد القص التي يحاول تحريف شكله.

إجهاد القص (τ) shear stress:

هو مركبة القوة المماسة والمسلطة على مساحة مقطع السطح.

$$\tau = \frac{\mathrm{F}}{\mathrm{A}} \left(\frac{N}{m^2}\right)$$

$$\tau \propto \frac{dv}{dy} \implies \tau = \mu \frac{dv}{dy} \implies \mu = \frac{\tau}{\frac{dv}{dy}}$$

اللزوجة الديناميكية Dynamic viscosity (μ) : هي النسبة بين

إجهاد القص وانحدار السرعة أو معدل الانفعال القصي.

$$\mu = \tau \frac{dy}{dv} \left(\frac{N}{m^2} s\right) = pa.s \quad , \qquad 1pa.s = 10\ poises$$

اللزوجة الكينماتيكية Kinematic viscosity (ϑ): وهي النسبة بين

اللزوجة الديناميكية والكثافة الكتلية

$$\upsilon = \frac{\mu}{\rho} \left(\frac{m^2}{s}\right) \qquad 1\frac{m^2}{s} = 10^4\ stock$$

جريان الموائع Fluid Flow :

معدل الجريان الحجمي (التصريف) Rate of Flow (Q) : ويقصد به المعدل الزمني لجريان أو مرور كتلة أو حجم معين من السوائل في الأنابيب المختلفة الأشكال ويساوي حاصل ضرب مساحة مقطع الجريان في سرعة الجريان $\left(Q = A \times v \quad \frac{m^3}{s}\right)$

معادلة الاستمرارية Continuity Equation : وهي المعادلة المشتقة على أساس قانون حفظ الكتلة والتي تنص على ان كمية المائع التي تمر عند أي مقطع في أنبوب الجريان تساوي كمية ثابتة أي ان معدل الجريان الحجمي على طول خط الجريان يبقى ثابت المقدار

١- معادلة برنولي Bernoulli's Equation

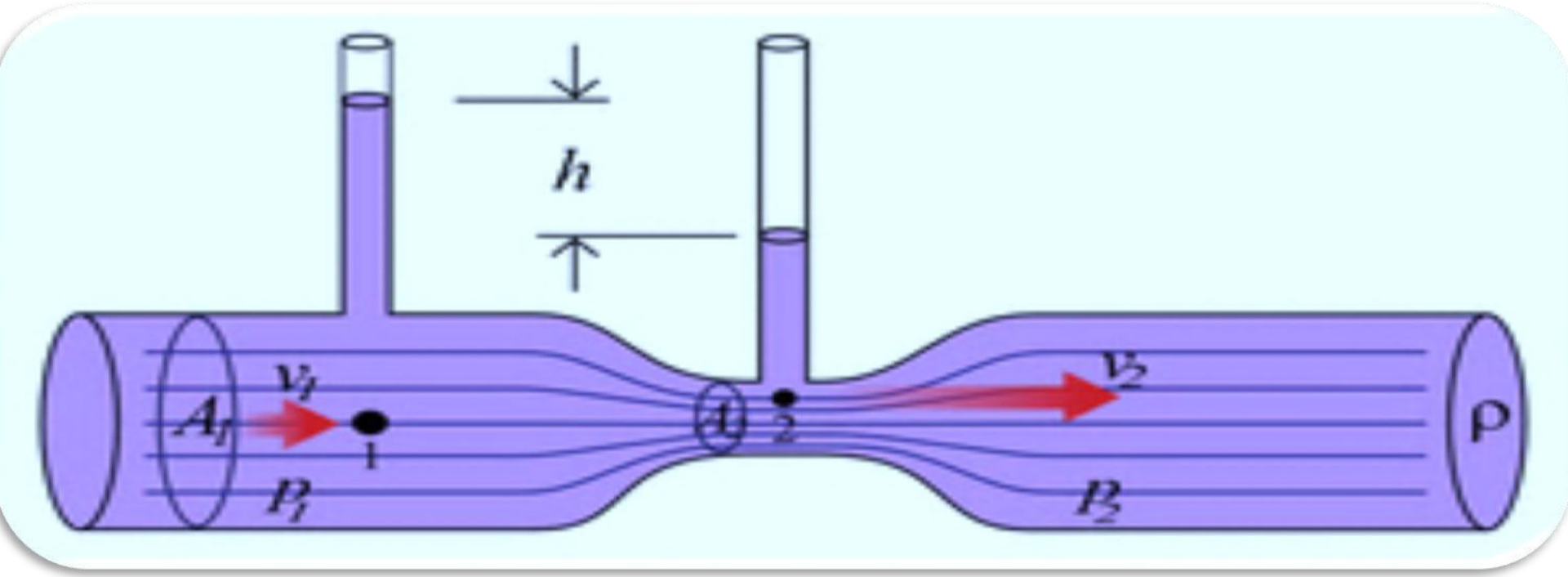
يقصد بها معادلة توازن الطاقة الميكانيكية أي ان مجموع الطاقات التي
متلكها المائع على طول خط الجريان يبقى مقدار ثابت .

الطاقة الحركية + طاقة الضغط + طاقة الوضع = مقدار ثابت

$$constant = mgz + PV + \frac{1}{2}mv^2$$

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

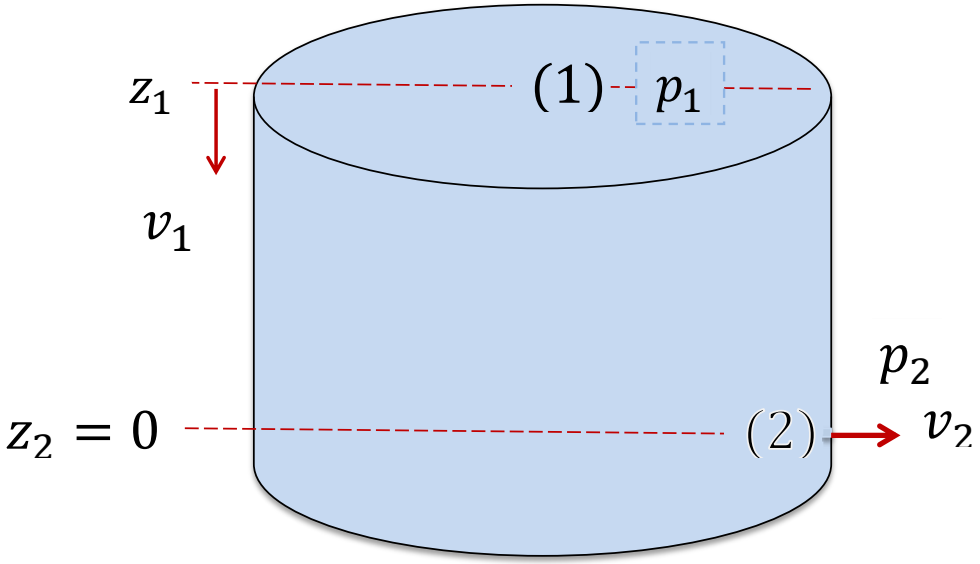
مقياس فينتوري Vinturi- meter



$$Q = A_1 \sqrt{\frac{2gh}{\gamma\left[\left(\frac{A_1}{A_2}\right)^2 - 1\right]}}$$

التصريف لمقياس فينتوري

نظرية تور شيلي:



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

$v_1 \ll v_2 \implies v_1 \approx 0$, $Z_2 = 0$, $P_1 = P_2 = P_a$ الضغط الجوي

$$\implies Z_1 = \frac{v_2^2}{2g} \implies v_2 = \sqrt{2gZ_1}$$