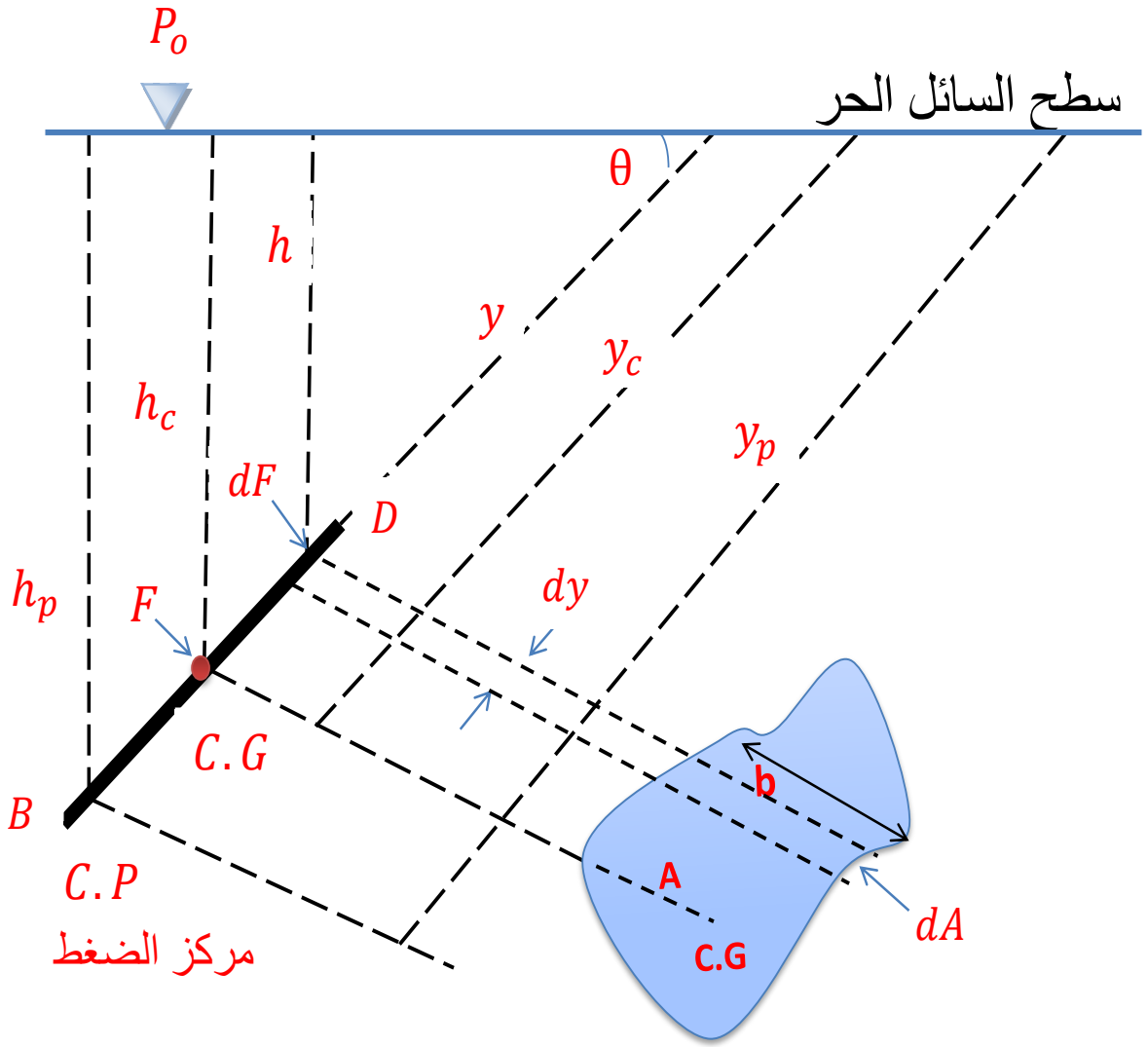
القوى المؤثرة على السطوح المستوية نتيجة ضغط السائل الساكن:

ان تأثيرات الضغوط الناتجة من وزن المائع الساكن يجب أن يؤخذ بنظر الاعتبار في التصاميم الهندسية للتراكيب الغاطسة مثل السدود والغواصات والبوابات ،ولتفادي فشل بناء هذه التصاميم وجب التعرف على نقاط تمركز الضغوط وتوزيعها على هذه الاشكال الهندسية.



$$\sin\theta = \frac{h}{y} = \frac{h_c}{y_c} = \frac{h_p}{y_p}$$

من معادلة توزيع الضغط على جدار البوابة لنقطة على السطح تبعد h عن سطح السائل

$$p = p_o + \gamma h = p_o + \gamma\, y \sin\theta$$

وبما ان الضغط الجوي يؤثر على جانبي الجدار اذن محصلة الضغط الجوي على الجدار تساوي صفر لذا

يكتب الضغط الكلي على البوابة بالشكل التالي :

$$\boldsymbol{p = \gamma\, y \sin\theta}$$

$\because p = \frac{F}{A} \Longrightarrow \quad dF = PdA$ (dA الشريحة) قوة ضغط الماء المؤثرة على جزء صغير من السطح

القوة الكلية المؤثرة على كل مساحات السطح تساوي

$$F = \int_A P\, dA = \int_A \gamma\, y \sin\theta\; dA = \gamma\; \sin\theta \int_A y dA$$

$\int_A ydA = y_c A$ يسمى بالعزم الاول للمساحة .

$$\therefore F = \gamma \ sin\theta \ y_c A$$

$$\because sin\theta = \frac{h_c}{y_c} \implies F = \gamma \frac{h_c}{y_c} y_c A \implies$$

$$F = \gamma h_c A = P_c A$$

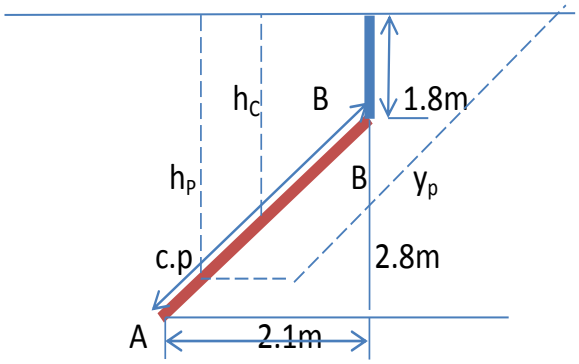
حيث P_c:الضغط المؤثر في مركز ثقل الجسم المغمور

أي ان القوة الكلية المؤثرة على اي سطح مستوي يساوي حاصل ضرب مساحة ذلك السطح في الضغط المؤثر في مركز ثقله .

أما نقطة تأثيرها فيكون في مركز الضغط (C.P) فتحسب أما ($\boldsymbol{y_p = y_c + \frac{I_c}{y_c A}}$) حيث $\boldsymbol{y_p}$ يمثل بعد مركز الضغط عن سطح السائل باتجاه θ , ,حيث I_c:العزم الثاني أو عزم القصور الذاتي للسطح المستوي حول مركز مساحته ويستخرج من الجداول الخاصة.

أو تحسب ($\boldsymbol{h_p = h_c + \frac{sin\theta^2 I_c}{h_c A}}$) حيث $\boldsymbol{h_p}$ يمثل بعد أو ارتفاع مركز الضغط عن السطح السائل ، علما ان $\sin\theta = \frac{h_p}{y_p}$

مثال: احسب القوة المسلطة على البوابة AB ونقطة تأثيرها كما في الشكل ادناه اذا علمت ان عرض البوابة 2m والكثافة الوزنية للسائل المحجوز $10KN/m^3$.



solution:

$$F = \gamma h_c A \quad , \qquad h_c = 1.8 + \frac{2.8}{2} = 3.2m \quad , A = b\,d \ , \qquad d = \sqrt{2.1^2 + 2.8^2} = 3.5m$$

$$\Longrightarrow A = 3.5 \times 2 = 7m^2 \quad \Longrightarrow \quad F = 10 \times 3.2 \times 7 = 224\ KN$$

$$h_p = h_c + \frac{sin\theta^2 I_c}{h_c A} \ , \quad I_c = \frac{bd^3}{12} = \frac{2 \times 3.5^3}{12} = 7.146m^4 \quad , \quad sin\theta = \frac{2.8}{3.5} = 0.8$$

$$h_p = 3.2 + \frac{0.8^2 \times 7.146}{3.2 \times 7} = 3.404\text{m} \ , \sin\theta = \frac{h_p}{y_p} \Longrightarrow \quad y_p = \frac{h_p}{sin\,\theta} = \frac{3.404}{0.8} = 4.255\text{m}$$

جريان الموائع :

يقســـم جريان الموائع في الأنابيب إلى :

أولاَ : الجريان المستقر واللامستقر

١- الجريان المستقر Steady flow : وهو الجريان الذي تبقى فيه خواص المائع والجريان في نقطة معينة تبقى ثابتة مع الزمن أي ان: $\frac{du}{dt} = 0$

٢- الجريان اللامستقر Unsteady flow : وهو الجريان الذي تتغير فيه خواص المائع والجريان في نقطة معينة مع الزمن أي إن: $\frac{du}{dt} \neq 0$

ثانياَ : الجريان المنتظم وغير المنتظم

١- الجريان المنتظم Uniform flow : وهو الجريان الذي تبقى فيه خواص المائع والجريان ثابتة على طول خط الجريان في اللحظة الزمنية نفسها اي ان: $\frac{du}{ds} = 0$

حيث s : المسافة بين نقطتين في الجريان

٢- الجريان الغير منتظم Non Uniform flow : وهو الجريان الذي تتغير فيه خواص المائع والجريان على طول خط الجريان في اللحظة الزمنية نفسها أي إن: $\frac{du}{ds} \neq 0$

ثالثا: الجريان الطباقي والجريان المضطرب

١- الجريان الطباقي Laminar flow : وهو الجريان الذي تتحرك فيه جزيئات المائع في خطوط مستقيمة ومتوازية اي ان المائع يتحرك بانزلاق صفائح ذات سمك متناهي بالصغر بالنسبة الى الطبقات المجاورة وهذا الجريان له خاصية المائع اللزج.

٢- الجريان المضطرب Turbulent flow : وهو الجريان الذي تتحرك فيه جزيئات المائع حركة غير منتظمة خلال مدة زمنية قصيرة حيث في كل نقطة من الجريان تتغير خواص المائع (السرعة ، الضغط ، التصريف).

التصريف Rate of flow : هو المعدل الزمني لجريان أو مرور حجم او كتلة أو وزن معين من المائع في الأنابيب المختلفة الأشكال لذا يمكن تمثيل التصريف بثلاث أشكال وهي :

١- معدل الجريان الحجمي: (التصريف بدلالة الحجم Q): هو المعدل الزمني لجريان حجم معين من المائع وهو يساوي حاصل ضرب سرعة الجريان (v) في مساحة مقطع الجريان (A) أي ان :

$$Q = A \times v \quad \left(m^2 . \frac{m}{S} = \frac{m^3}{S} \right)$$

ويكتب أيضا في بعض الحالات $Q = \frac{\text{حجم}(V)}{\text{زمن}(T)}$

٢ـ معدل الجريان الكتلي : التصريف بدلالة الكتلة (Q_m) : هو المعدل الزمني لجريان كتلة معينة من المائع وهو يساوي التصريف بدلالة الحجم في الكثافة الكتلية أي ان :

$$Q_m = Q \times \rho(\frac{m^3}{s} \times \frac{kg}{m^3} = \frac{kg}{s})$$

٣ـ معدل الجريان الوزني : التصريف بدلالة الوزن (Q_w) : هو المعدل الزمني لجريان وزن معين من المائع وهو يساوي حاصل ضرب التصريف بدلالة الحجم في الكثافة الوزنية أي ان :

$$Q_w = Q \times \gamma(\frac{m^3}{s} \times \frac{N}{m^3} = \frac{N}{s})$$

معادلات التوازن الكلية للمائع المتحرك :

هناك قانونان أساسيان في ديناميكية الموائع المتحركة وهما :

١ـ قانون حفظ الكتلة ويمثل بمعادلة الاستمرارية.

٢ـ قانون حفظ الطاقة ويمثل بمعادلة برنولي .

معادلة برنولي Bernoulli's Equation :

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

الطاقة الحركية	+	طاقة الضغط	+	طاقة الوضع	=	مقدار ثابت
(Kinetic Energy)		(Pressure Energy)		(Potential Energy)		
$\frac{1}{2}mv^2$		PV		mgz		

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

$$\Longrightarrow \frac{P}{\gamma} + Z + \frac{v^2}{2g} = C \Longrightarrow P\alpha\frac{1}{v}$$

Pressure head $(\frac{P}{\gamma})$: شحنة الضغط أو طاقة الضغط لوحدة وزن المائع

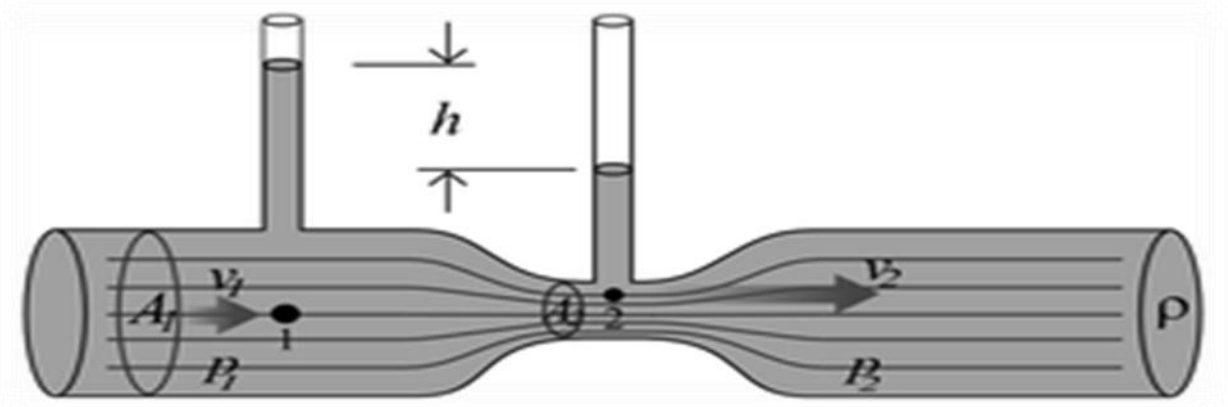
Potential head (Z): شحنة الارتفاع او الطاقة الكامنة لوحدة وزن المائع

Velocity head $(\frac{v^2}{2g})$: شحنة السرعة أو الطاقة الحركية لوحدة وزن المائع

تطبيقات معادلة برنولي :

الخارج الحجم تجميع وهي المباشرة بالطريقة أما الأنابيب في المار التصريف الحقيقي للمائع قياس يمكن اما ، الأنبوب عند نهاية إلا لا تصلح الطريقة هذه) ولكن($Q_{act} = \frac{V}{T}\ \frac{m^3}{sec}$معين زمن في الأنبوب من من يمكننا التي الأجهزة بإحدى من الاستعانة فلابد الأنبوب داخل مكان أي في التصريف قياس اريد اذا حيث هذه (C_d) للتصريف معاملات المقاييس هذه من الأنبوب ولكل داخل التصريف قياس خلالها في النظري التصريف ضرب من لابد الفعلي التصريف لذا لحساب النظري التصريف تقيس المقاييس المقياس معامل التصريف$(Q_{act} = Q_{th} \times C_d)$

مقياس فينتوريVentures- meter



$$Q_{th} = A_1 \sqrt{\frac{2h}{\rho_f \left[\left(\frac{A_1}{A_2}\right)^2 - 1\right]}}$$

التصريف النظري لمقياس فينتوري ذي الأنبوبين الشاقوليين

$$\boldsymbol{Q_{th} = A_1 \sqrt{\frac{2hg\,\rho_m}{\rho_f \left[\left(\frac{A_1}{A_2}\right)^2 - 1\right]}}}$$

التصريف النظري لمقياس فينتوري ذي المانوميتر الزئبقي