CivilitTee
اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية
www.Civilittee-HU.com

ملخص

مختبر موائع وهيدروليكا

إعداد : محمد السفاريني

ملخص **لاب هيدروليك** شامل المانيوال + أسئلة + تقارير محلولة وكيفية الحل

هذا العمل صدقة جارية على روح والد وجد زميلنا أحمد العجوري وعم زميلنا محمود أبو ريان وعلى كل من فقدناهم من أصدقائنا .

ونسأل الله القبول ولا تنسوني من صالح الدعاء .

إهداء ل طلبة الهندسة المدنية **دفعة 2016**

#سيفلتيي_العز

Civilittee
اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية

ما قبل البدء أريد أن أقول بعض الكلمات فيما يخص هذه المختبر وهكذا جرت عادتي .

هذا المختبر يعتبر من **أصعب المختبرات** وبحاجة إلى تحضير ما قبل حضور التجربة وكل التجارب هي عبارة عن شيت (ورقة تحلها داخل المختبر) ومجموع الشيتات هو 30 علامة و الإمتحان الميد عليه 30 علامة والنهائي 40 علامة .

قد يحدث أي تغير على التقارير لذلك إطلعت على التقارير منذ فصول عدة وقد وضعت كل شي لكي يكون الملخص **صالح لكل الفصول** .

وأخيرا , هذا جهد بشري وما أنا إلا إنسان أصيب أخطأ , إذا أصبت فمن الله وإن أخطأت فمن نفسي , لذلك ارجو منكم تنبيهي على أي خطأ ورد في هذا الملخص .

اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية

- **Exp. 1: Hydrostatic Force and Center of Pressure**
- **Exp. 2: Orifice and Jet Flow**
- **Exp. 3: Bernoulli's Theorem and Venturi Meter**
- **Exp. 4: Impact of Water Jet**
- **Exp. 5: Friction in Pipes and Losses from Fittings and Bends**

Mid-Exam

اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية

❑Exp. 1: Hydrostatic Force and Center of Pressure

إذا تم تصميم سد أو منشأ مائي ونحن نريد معرفة إذا كان السد سيبقى **ثابت أم لا** .

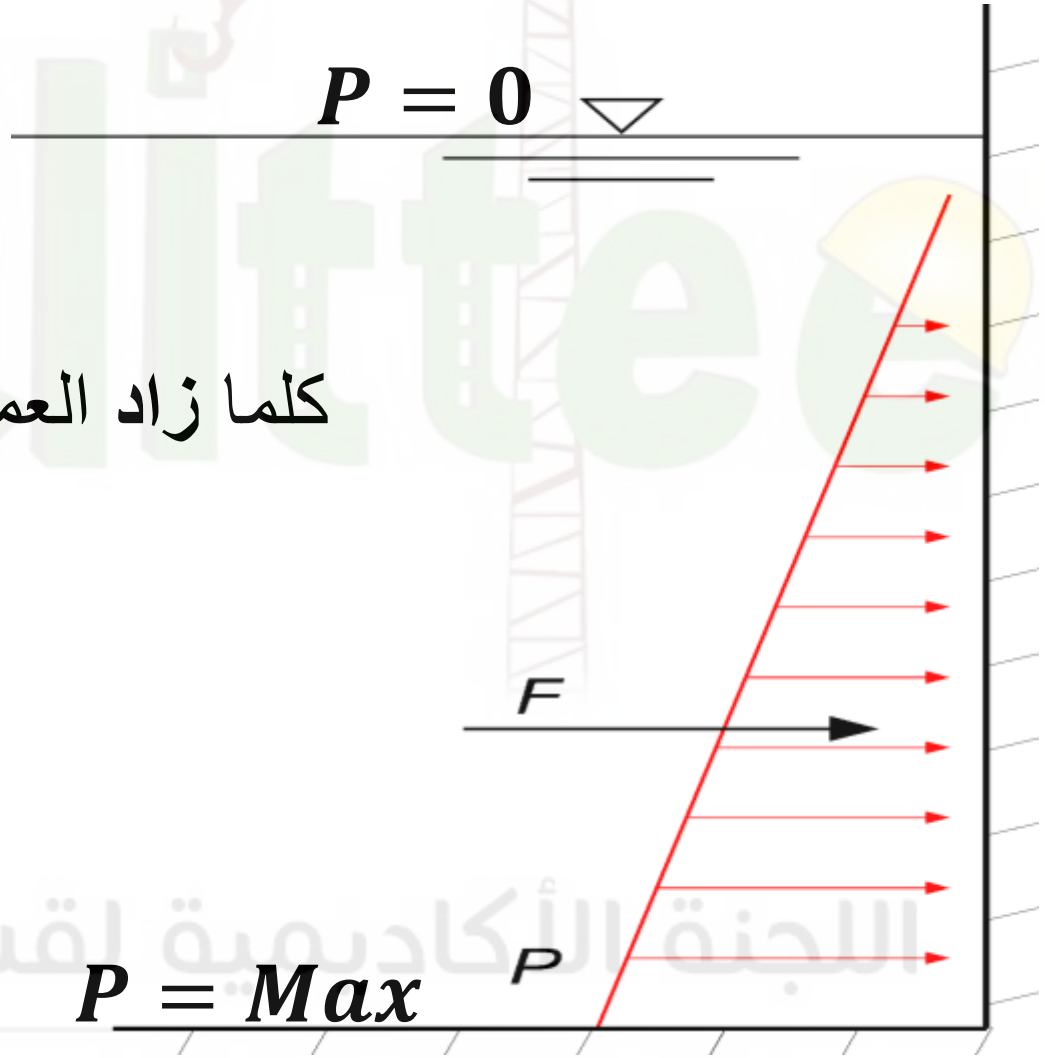
نحن نعرف أن **عمق المياه** سوف ينتج عنه **ضغط** ونحن نريد معرفة **القوة الناتجه** عن الضغط .

Civilittee
اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية

- وأينما نجد مياه لا بد من أن يكون هناك **توزيع** ل ضغط المياه وهي تساوي .

$$P = \gamma h = \rho g h$$

كلما **زاد** العمق كلما زاد **الضغط** ف بينهما **علاقة خطية** .



اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية

❖**Hydrostatic forces** are the resultant force caused by the pressure loading of a liquid acting on submerged surfaces.

القوة الهيدروستاتيكية هي القوة المحصلة الناتجة عن ضغط السائل المؤثر على الجسم المغمور .

❖Calculation of the **hydrostatic force and the location of the center of pressure** are fundamental subjects in fluid mechanics.

حساب هذه القوة وموقعها هي من المفاهيم الرئيسية في ميكانيكا الموائع والتي تهمنا في السدود والبوابات .

اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية
Civilittee
اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية

Gates

Dam

Civilittee
اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية
اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المد

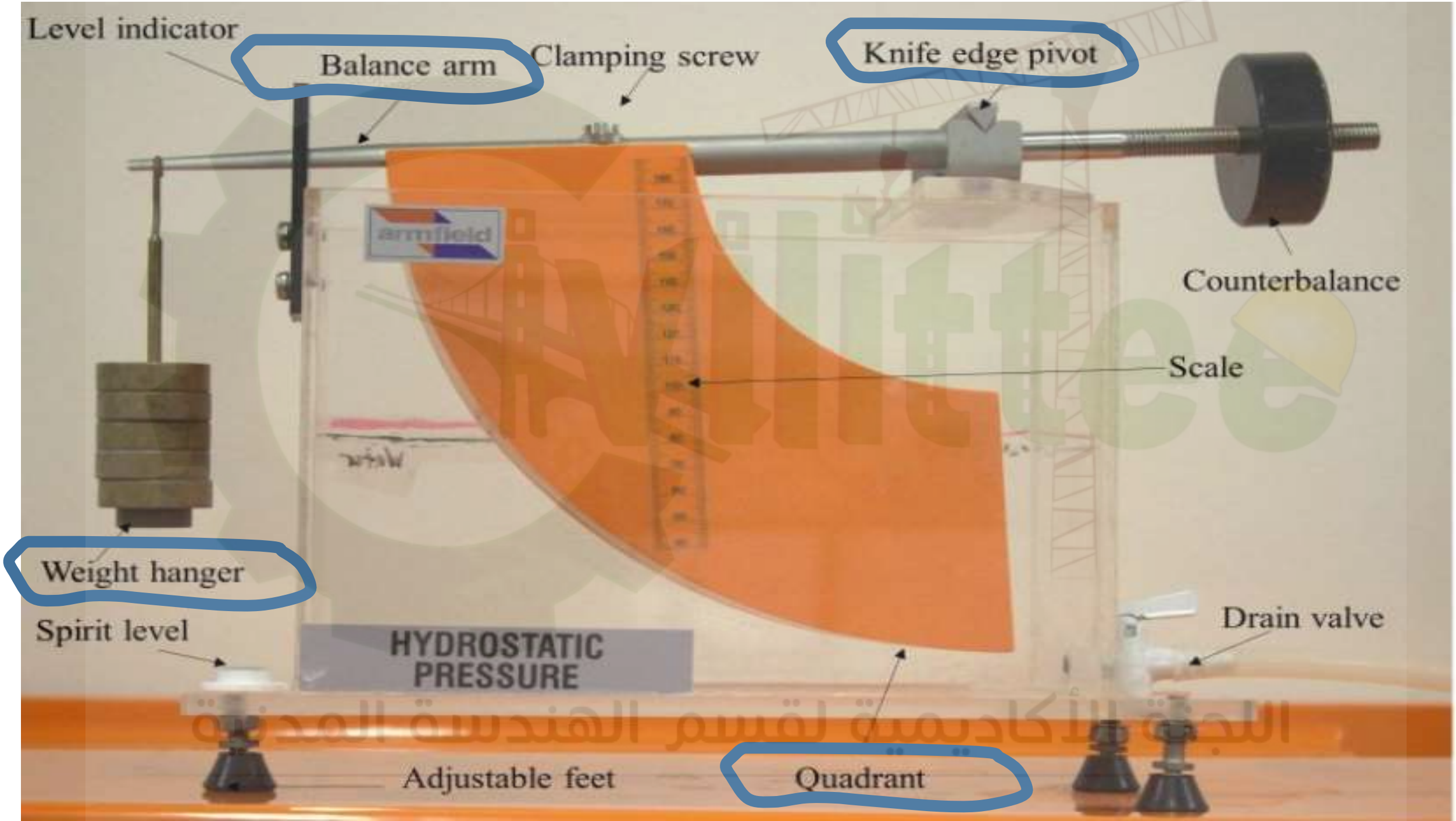
- **Hydrostatic forces** on the **upper and lower curved surfaces**, therefore, have **no net effect** –because the forces **pass through the pivot (M=0)**

- The forces on the **sides of the quadrant** are horizontal and **cancel each other out (equal and opposite) .**

- The forces which **create these moments** are the **weight** applied to the **balance arm** and the **hydrostatic force** on the **vertical surface .**

- The system is in **equilibrium** if the moments generated **about the pivot** points by the **hydrostatic force** and **added weight** (=mg) are **equal .**

اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية


Level indicator
Balance arm
Clamping screw
Knife edge pivot
Counterbalance
Scale
Weight hanger
Spirit level
Drain valve
HYDROSTATIC PRESSURE
Adjustable feet
Quadrant

ماذا ستفعل فى المختبر ؟

الخطوة الأولى : وضع أوزان معينة وكتابة **قراءات عمق المياه**

➢ **Case1**

Trial #	Mass(g)	Water depth (mm)
1		
2		

الخطوة الثانية : مقارنة قراءات **عمق المياه** مع **عمق السطح**
لأنه يوجد جدولين وعليك معرفة أين مكان تعبئة الأرقام

➢ **Case2**

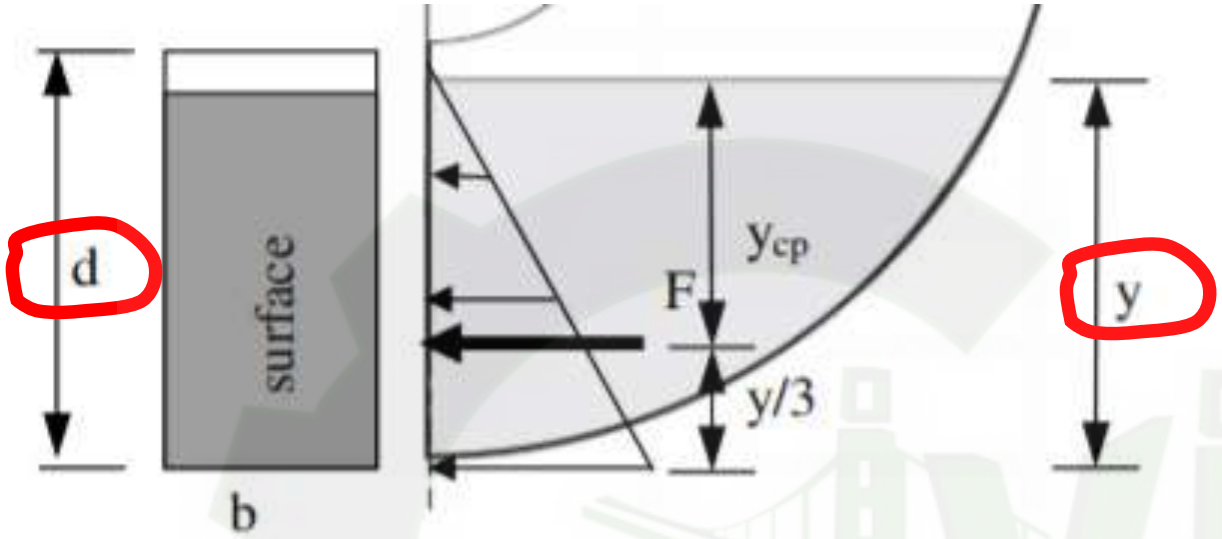
Trial #	Mass(g)	Water depth (mm)
1		
2		

➢ **water depth (y) < surface depth (d) : Case1**

➢ **water depth (y) > surface depth (d) : Case2**

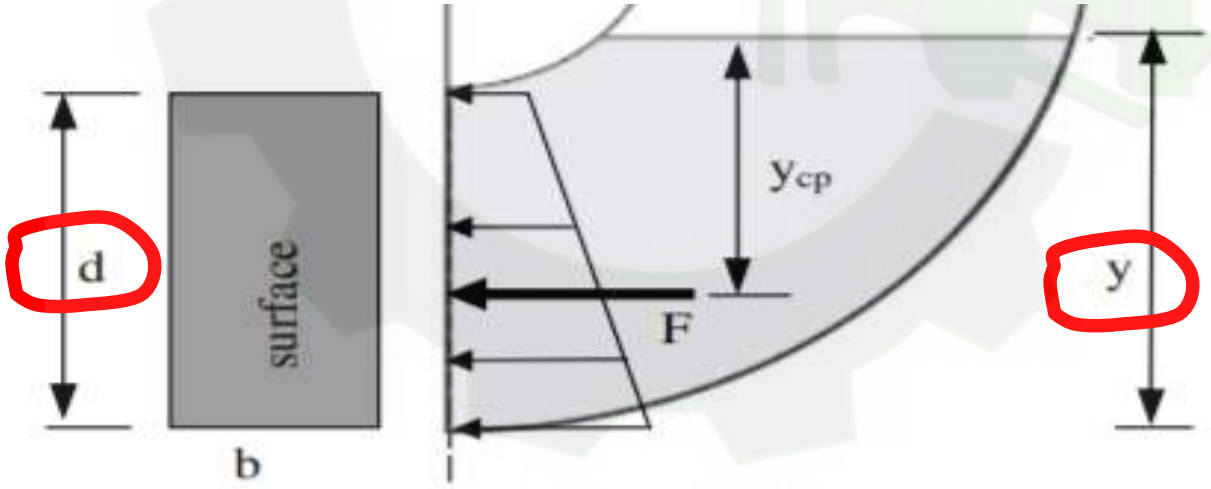
الخطوة الثالثة : تحويل الوحدات وهي جدا مهمة

اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية



Case1
وسنبدأ بالشرح المفصل الأن

- **water depth (y) < surface depth (d)**

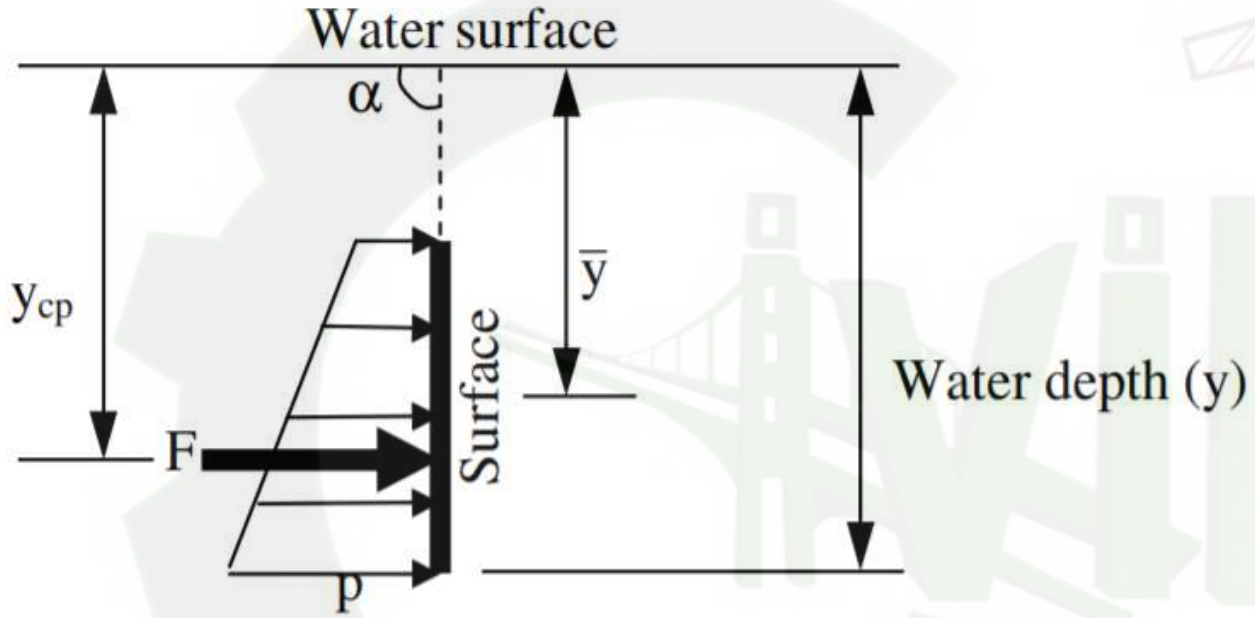


Case2
وسنبدأ بالشرح المفصل الأن

- **water depth (y) > surface depth (d)**

المنارة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية

ما قبل البدء بالتجربة وكيفية حل التقرير سأضع بعض الرسومات .



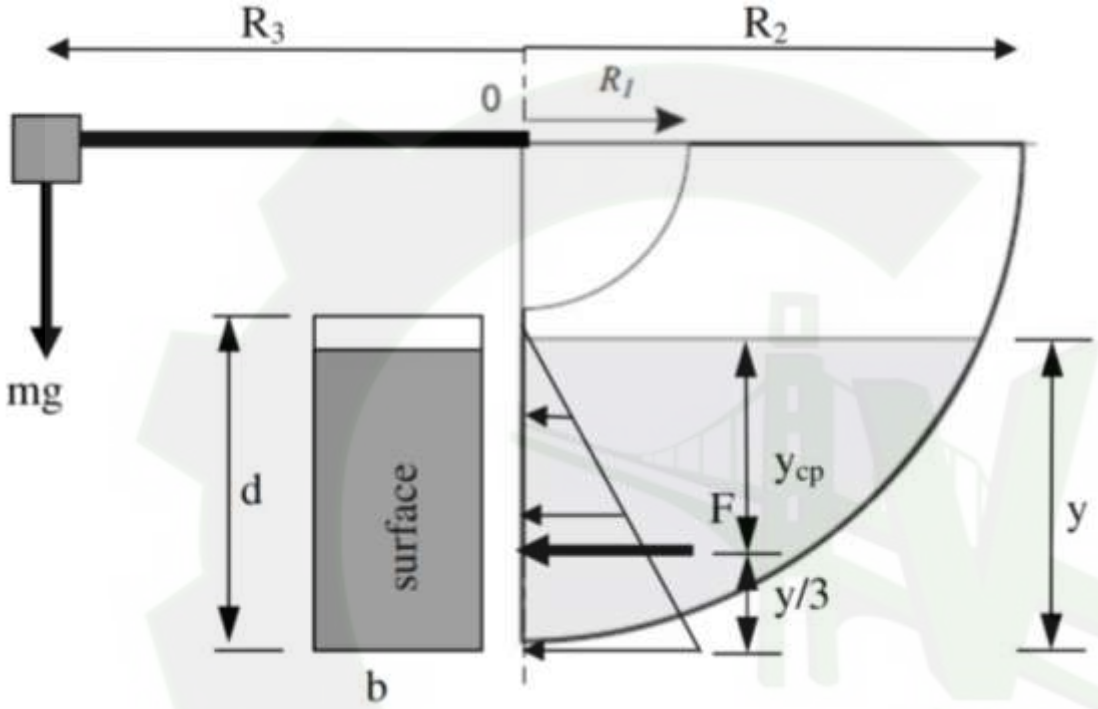
$\bar{y}$ (centroid)= المسافة من السطح إلى منتصف البوابة

Y_{cp} (center of pressure)= المسافة من السطح إلى القوة

الزاوية سوف نناقشها لاحقا في حالة كانت البوابة تميل بزاوية محددة

اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية

$$\gamma = \rho * g = 9810 \frac{N}{m^3}$$



حولهم ل وحدة متر : R1, R2 and R3

b	d	R1	R2	R3	in mm
75	100	100	200	200	

هذه المعلومات المعطاه في التقرير وهي في وحدة الميلي متر

الرموز التي سوف تستخدمها في التجربة	الوحدة المعطاه	الوحدة المطلوبة	طريقة التحويل
Water depth (y)	mm	m	/1000
b , d	mm	m	/1000
Mass(m)	g	kg	/1000
R_1, R_2, R_3	mm	m	/1000

اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية

➢ **Case 1: <u>Partially</u> submerged surface**: water depth (y) < surface depth (d)

<u>دائما</u> في المختبر يكون لدينا قيم نظرية وقيم عملية نجريها في المختبر

$$\gamma = \rho * g = 9810 \frac{N}{m^3}$$

$$y` = \frac{water\ depth(y)}{2} \qquad unit \quad (m)$$

$y`$ = المسافة من السطح إلى <u>منتصف البوابة</u>

$$F_{tho} = 0.5 * \rho * g * b * y^2 \qquad (N)$$

$$Y_{cp.tho} = \frac{2}{3} y \qquad (m)$$

اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية
Civilittee
اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية

➢**Case 1: <u>Partially</u> submerged surface**: water depth (y) < surface depth (d)

$$unit$$

$$F_{exp} = \frac{m*g*R_3}{R_2 - \frac{y}{3}} \qquad (N)$$

$$Y_{cp.exp} = \left(\frac{2m*R_3}{\rho*b*y^2}\right) - R_2 + y \qquad (m)$$

اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية
Civilittee
اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية

➢ **Case 2: <u>Fully</u> submerged surface**: water depth (y) > surface depth (d)

$(unit)$

<u>دائما</u> في المختبر يكون لدينا قيم نظرية وقيم عملية نجريها في المختبر

$$y` = y - \frac{d}{2} \qquad (m)$$

$y`$ = المسافة من السطح إلى <u>منتصف البوابة</u>

$$F_{tho} = 9810 * y` * b * d \qquad (N)$$

$$\gamma = \rho * g = 9810 \frac{N}{m^3}$$

$$Y_{cp.tho} = y` + \frac{I`}{y` * A} = y` + \frac{\frac{1}{12} b d^3}{y` * bd} \qquad (m)$$

اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية
Civilittee
اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية

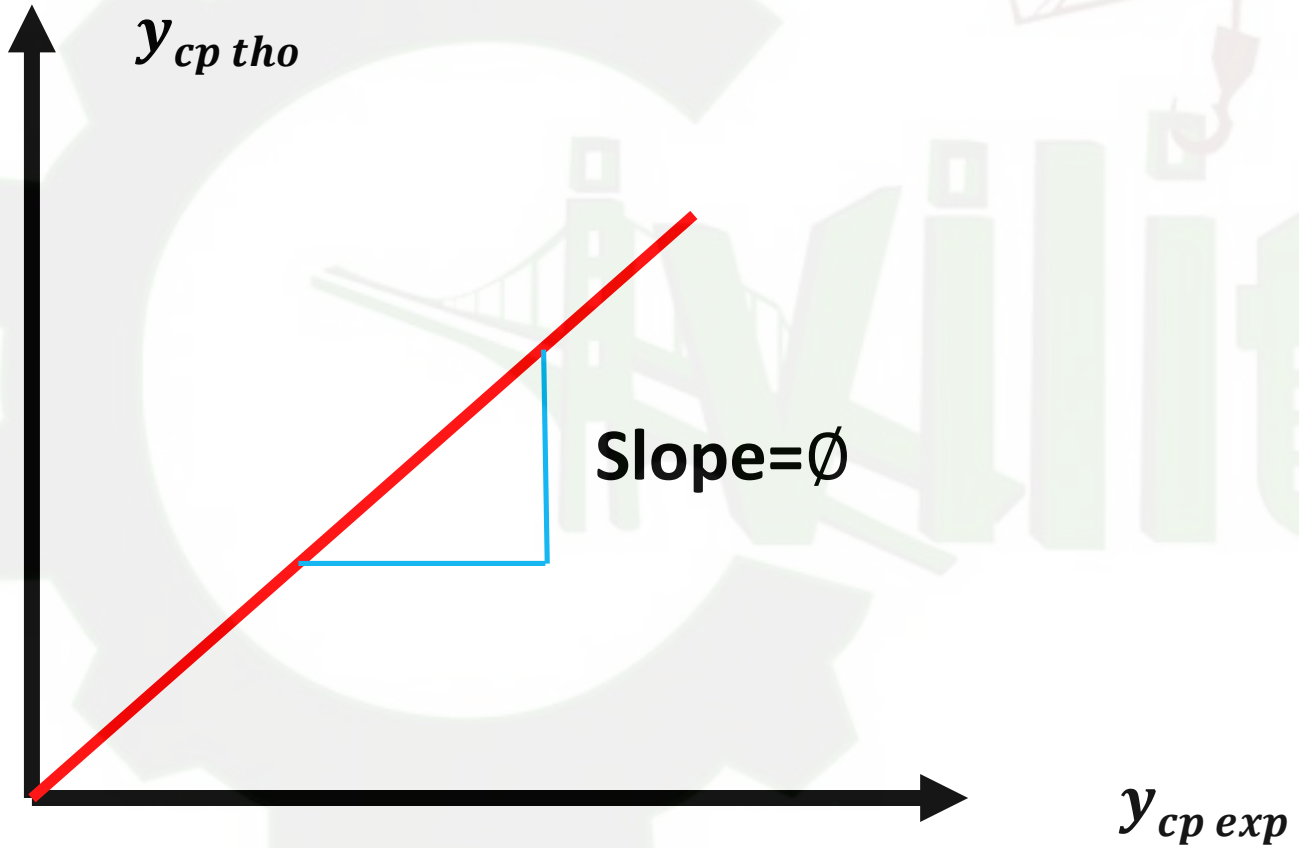
➢ **Case 2: <u>Fully</u> submerged surface**: water depth (y) > surface depth (d)

$$F_{exp} = \frac{m * g * R_3}{\frac{R_2 - \left(\left(\frac{yd}{2}\right) - \left(\frac{d^2}{6}\right)\right)}{y - \left(\frac{d}{2}\right)}} \qquad (N)$$

$$Y_{cp.exp} = \left(\frac{2m * R_3}{\rho * (2ybd - bd^2)}\right) - R_2 + y \qquad (m)$$

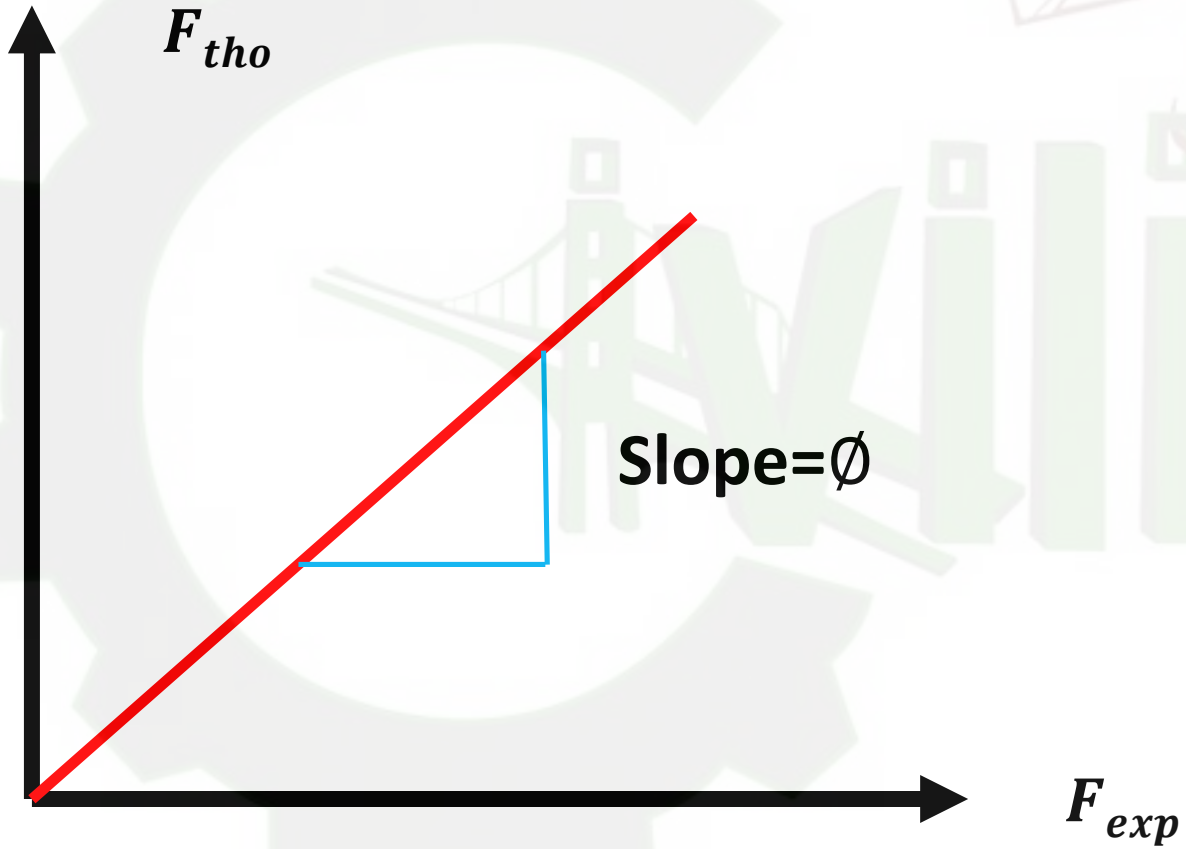
اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية
Civilittee
اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية

والان نأتي ل **الرسوم البيانية** ومن باب العلم , بعض الفصول لم تعطى هذه الرسمات لكني سأضعها هنا من **باب الإحتياط** .



قد يطلب منك القيم المختصة ب الجسم المغمور جزئيا أو كليا أو كلاهما

$$\emptyset = \textit{its has range and must to be in this avg to be accepted}$$



قد يطلب منك القيم المختصة ب الجسم المغمور جزئيا أو كليا أو كلاهما

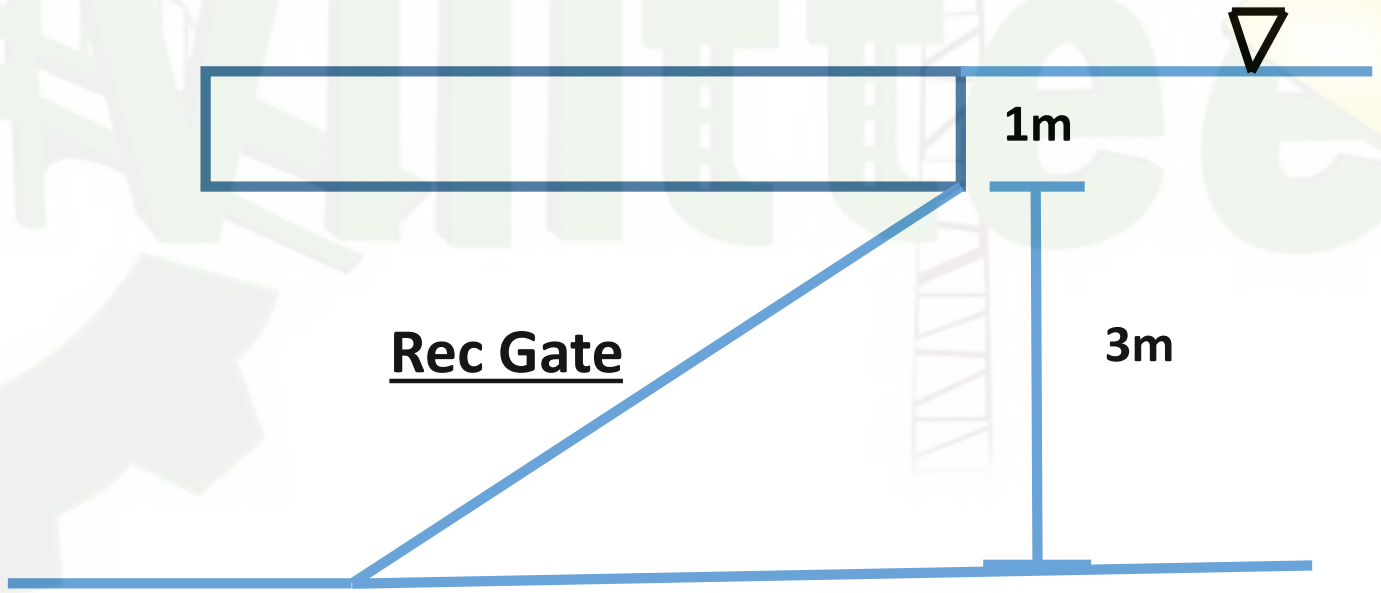
$$\underline{\emptyset = \textit{its has range and must to be in this avg to be accepted}}$$

بعض الإضافات التي قد تطرأ على الشيت وهي قد يطلب منكم حساب **قيمة الخطأ .**

- $$\boldsymbol{Error}\% = \left(\frac{y_{cp\ tho} - ycp_{\ exp}}{y_{cp\ tho}}\right) * 100\%$$

Civilittee
اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية

Q(Sheet+Years). A **rectangular** plan surface lies in water in such away that its plan makes an angle 30° with free surface of water , determine the hydrostatic force ?



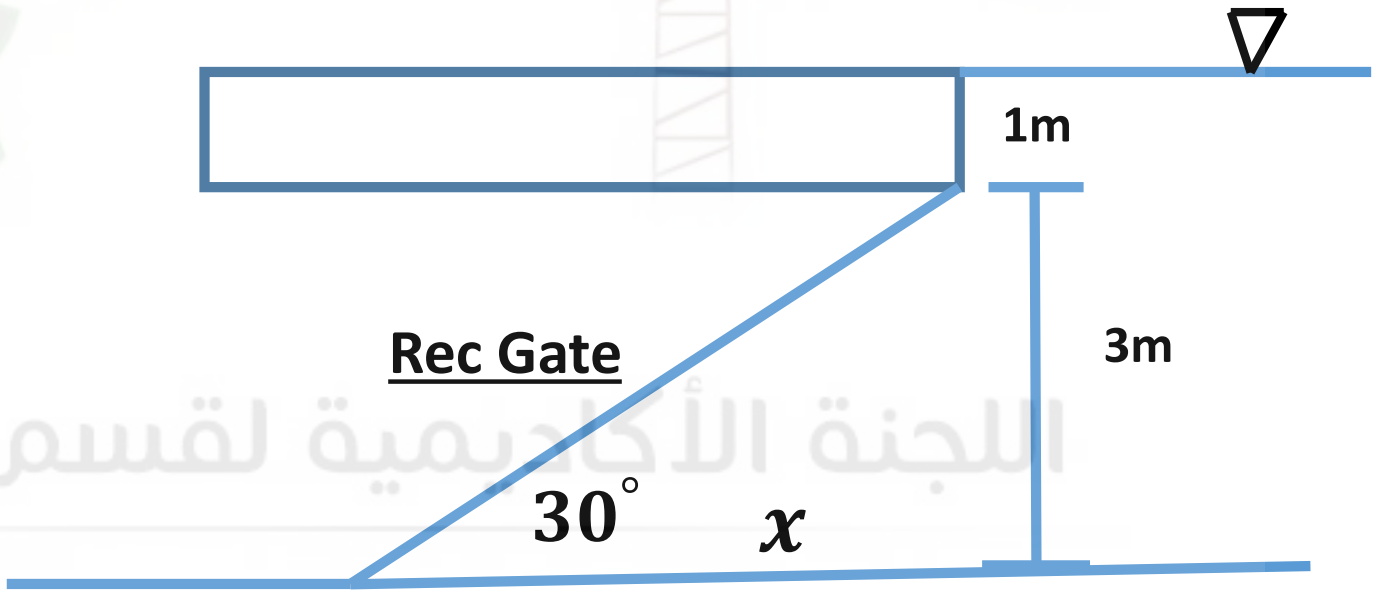
اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية

$$F = \rho g \times \bar{y} \sin\alpha \times A$$

$$\sin 30^{\circ} = \frac{3}{x} \qquad x = A = 6 \qquad \grave{y} = 1 + \frac{3}{2} = 2.5$$

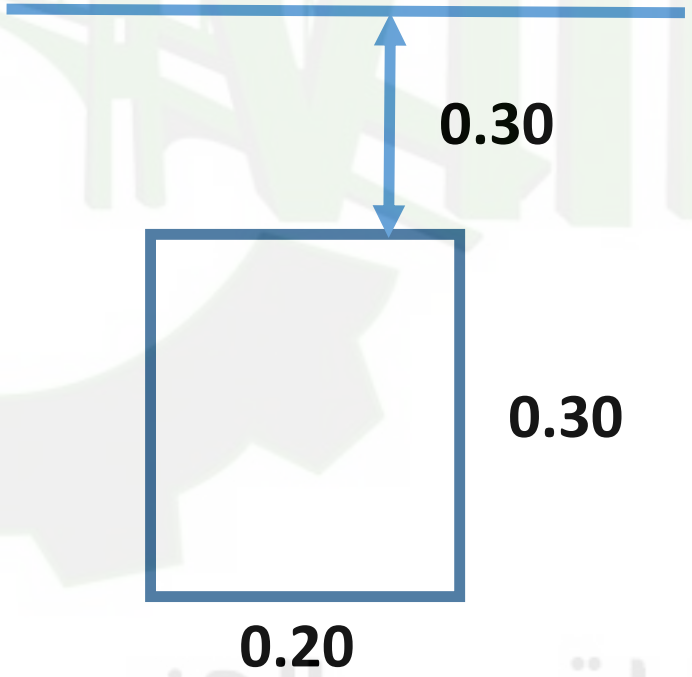
$$= 9810 * 2.5 * 6 * 1 = 147.150kN$$

عرض البوابة , بالعاده يعطى في السؤال وفي حال , إفرضه 1



اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية

- Q(Years). The storage tank 60*60*60 cm filled with water , if the tank has rectangular gate 20cm width and 30 cm height at the bottom on one side of the tank . Calculate the resultant force on the gate and its location **if tank is full** ?



الرسمة غير معطاه

اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية

$$y` = 0.60 - \frac{0.30}{2} = 0.45$$

$$A = 0.2 * 0.3 = 0.06$$

$$F_{tho} = 9810 * 0.45 * 0.20 * 0.30$$

$$Y_{cp.tho} = y` + \frac{I`}{y` * A} = 0.45 + \frac{\frac{1}{12} * 0.2 * 0.3^3}{0.45 * 0.2 * 0.3} = 0.467$$

اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية

- **Q(Years).** For fully submerged objects as the immersion depth increases , the ratio $\frac{Y`}{Y_{cp}}$?

Ans. Increases

- **Q(Years).** For partially immerged plan , the center of pressure becomes closer to the centroid with increasing in water height ?

Ans . False

- Center of pressure(y_{cp}) is always **deeper** than the center of area($y`$) because the **pressure of water increases by depth** .

اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية

❑ **Q(Years).** The **upper and lower** edges of a **square** surface of length 4 m are at depth of 1 m and 3 m respectively in water . What will be the depth of the center of pressure ?

اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية

$$\bar{y} = \frac{1+3}{2} = 2$$

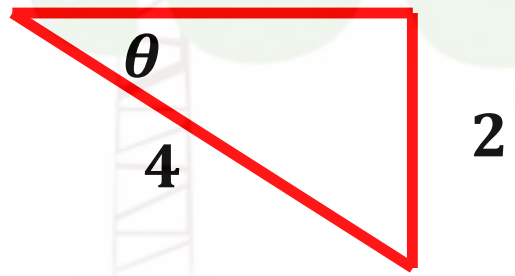
$$I = \frac{1}{12} bh^3$$

$$I = \frac{1}{12} 4 * 4^3 = 21.33$$

$$Area = 4 * 4 = 16$$

$$\sin\theta = \frac{3-1}{4}$$

$$\sin\theta = 0.5$$

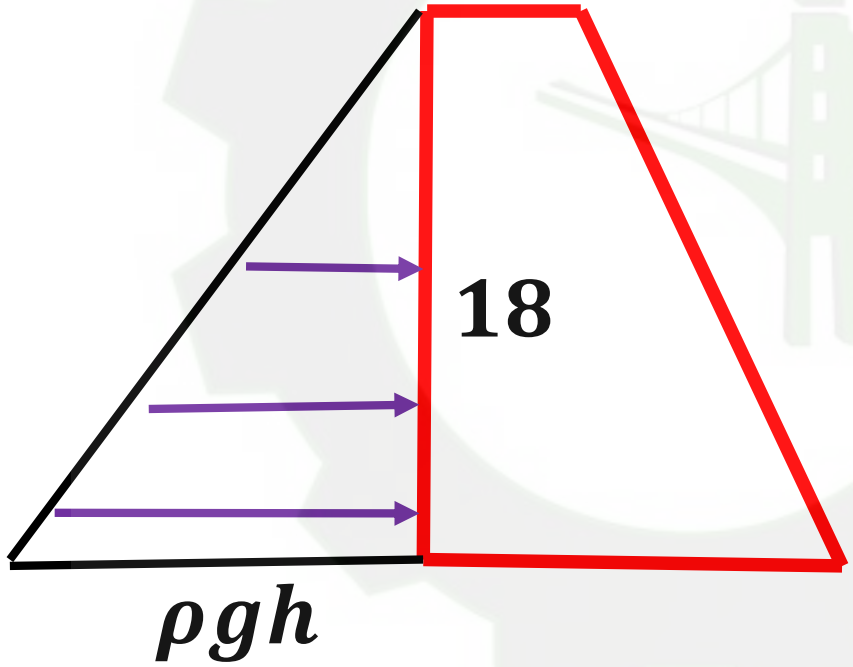


$$Y_{cp.tho} = \bar{y} + \frac{\frac{1}{12} bd^3}{\bar{y} * bd} * (\sin\theta)^2$$

$$Y_{cp.tho} = 2 + \frac{21.33}{2*16} * (0.5)^2 = 2.167$$

اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية

❑**Q(Years).** A dam that retains fresh water has a vertical face , over a one meter length on the face at the center of the valley the water depth is 18 m , find the resultant force on the unit length of the face and what depth from the surface does the resultant force act ?



الرسمة غير معطاة في السؤال

$$\frac{1}{2} * 18 * 18 * 9.81 * 1000$$

$$= 1589.22$$

- Resultant Force acts on surface at $\frac{2}{3}$ distance from top and the pressure distribution is tringle in shape , F will act 12 m from surface .

❑Exp. 2: Orifice and Jet Flow

في مادة الهيدروليك أخذنا الخزانات وعرفنا أنه يوجد **فتحة جانبية** في أسفله ولها غرض من وجودها وهو **قياس التدفق** , أي الذي قمنا بعمله هو **خلخلة في الطاقة** , خروج الماء من خزان كبير عن طريق فتحة صغيرة لذلك سيصبح تغير في الطاقة .

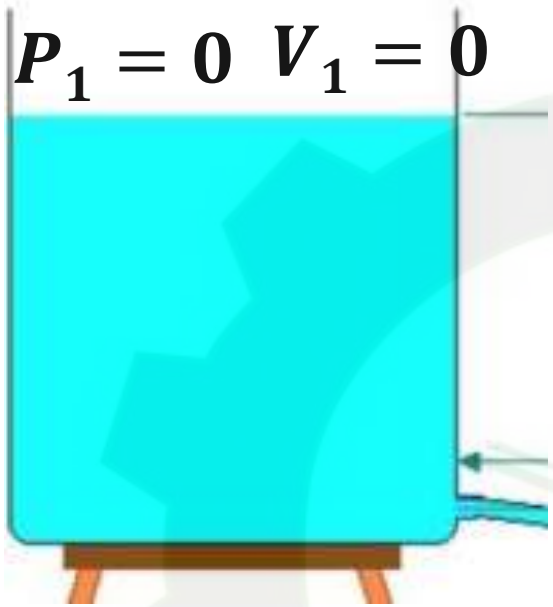
ونحن نعرف أن **الطاقة محفوظة لا تفنى ولا تستحدث** ونحن قمنا بتغير شكل الطاقة من شكل إلى شكل أخر , **من طاقة الوضع إلى طاقة حركية .**

و **الأن سنستعرض قانون الطاقة وشكل الخزان و الفتحة الجانبية .**

اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية

الضغط يساوي صفر لأنه مفتوح على الجو

السرعة عند النقطة الأولى تساوي صفر لأن سرعة السطح تساوي الصفر



$P_2 = 0$ $H_2 = 0$ الضغط يساوي صفر لأنه مفتوح على الجو

$$E_1 = E_2 + h_L$$

المعادلة الكاملة

بعد تبسيط المعادلة وحذف الحدود

$$\frac{P_1}{\rho g} + H_1 + \frac{V_1^2}{2g} = \frac{P_2}{\rho g} + H_2 + \frac{V_2^2}{2g} + h_L \longrightarrow H_1 = \frac{V_2^2}{2g} + h_L$$

$$H_1 = \frac{V_2^{\,2}}{2g} + h_L$$

السرعة هنا هي **سرعة نظرية** وتكون أقصى قيمة لها عندما تكون **الفواقد تساوي صفر**

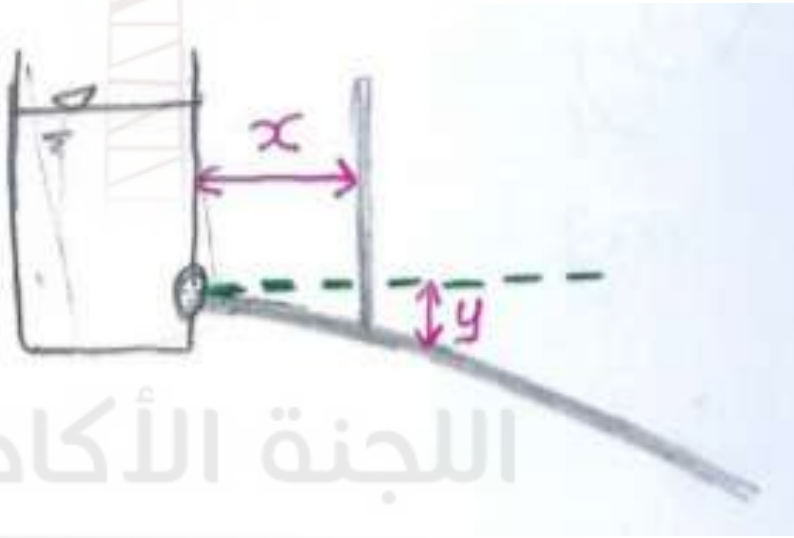
$$V_{2\,tho} = \sqrt{2g * H_1}$$

ولكي نقيس **السرعة الحقيقية** فلا بد لنا من تتبع المسار , وهو مركبتين , مركبة سينية ومركبة صادية وهي **تمشي بإتجاه المحصلة** , أي يعني تتبع المسار وهي مسارات حقيقية وبالتالي حساب السرعة الحقيقية **وهي حتما أقل من السرعة النظرية** لأنه **يوجد فواقد** وإحتكاك خلاف السرعة النظرية التي قد فرضنا أنها تساوي صفر لذلك يوجد شئ إسمه معامل تصحيح السرعة والأن سنقوم بشرحه .

$$V_{act} = \frac{x}{\sqrt{\frac{2 * y}{g}}}$$

x: ***horizontal*** *distance*

y: ***virtical*** *distance*



اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية

$$C_V = \frac{V_{act}}{V_{tho}}$$

هو دائما **أقل من واحد** وهو معامل **تصحيح** ل الجهاز

$$A = \frac{\pi D^2}{4}$$

ولكي نحسب **التدفق** فعلينا ضرب المساحة ب السرعة والقطر نحن نعرفه

$$Q_{tho} = \frac{\pi D^2}{4} * \sqrt{2g * H_1}$$

اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية

$$Q_{act} = \frac{V}{t}$$

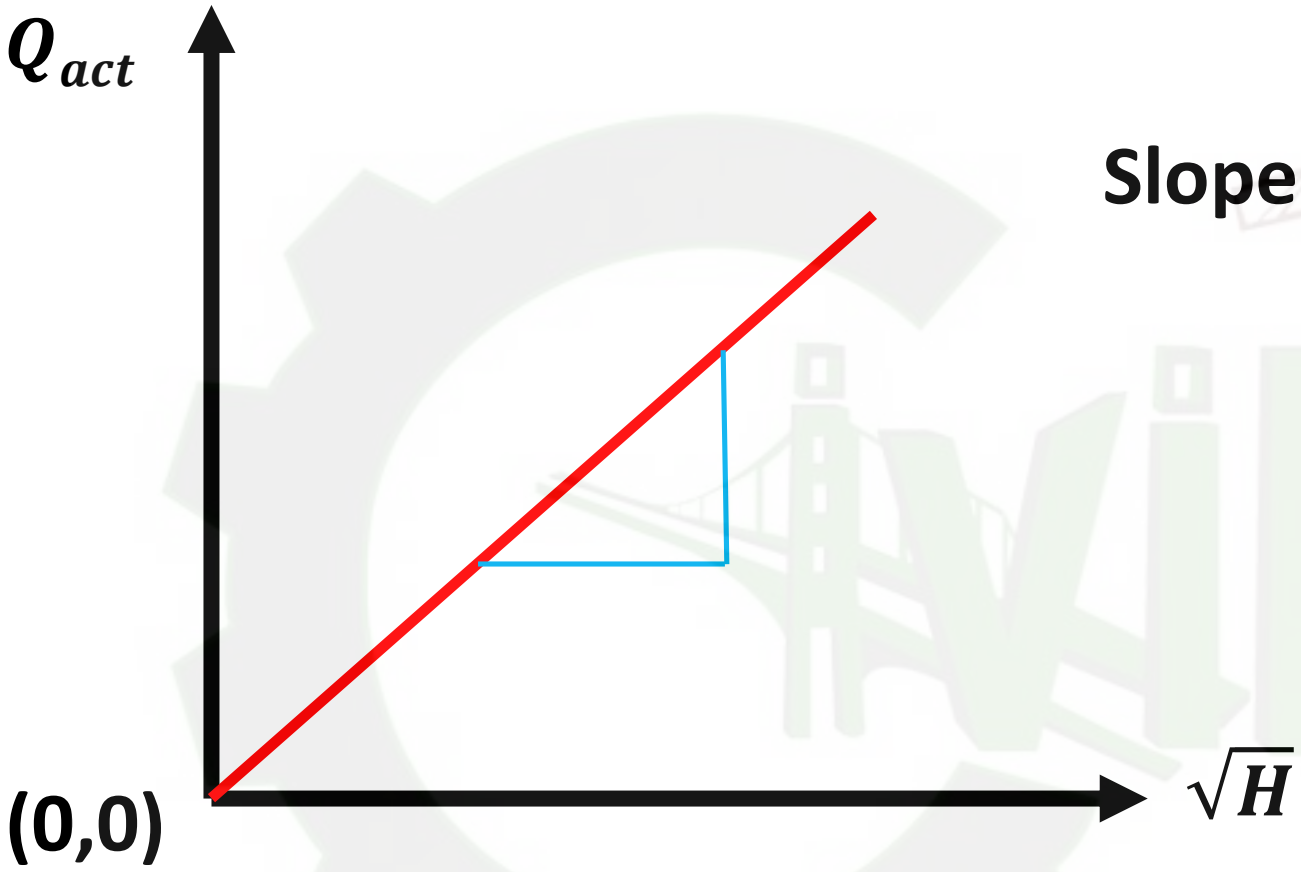
قيمة التدفق الفعلية, وقمنا بقياسها عن طريق وضع خزان ومعرفة حجم المياه والزمن الذي استغرقته

$$C_D = \frac{Q_{act}}{Q_{tho}}$$

هو دائما **أقل من واحد** وهو **معامل تصحيح ل التدفق**

- **Cofficient of contract (C_c)= $\frac{C_d}{Cv}$**

اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية

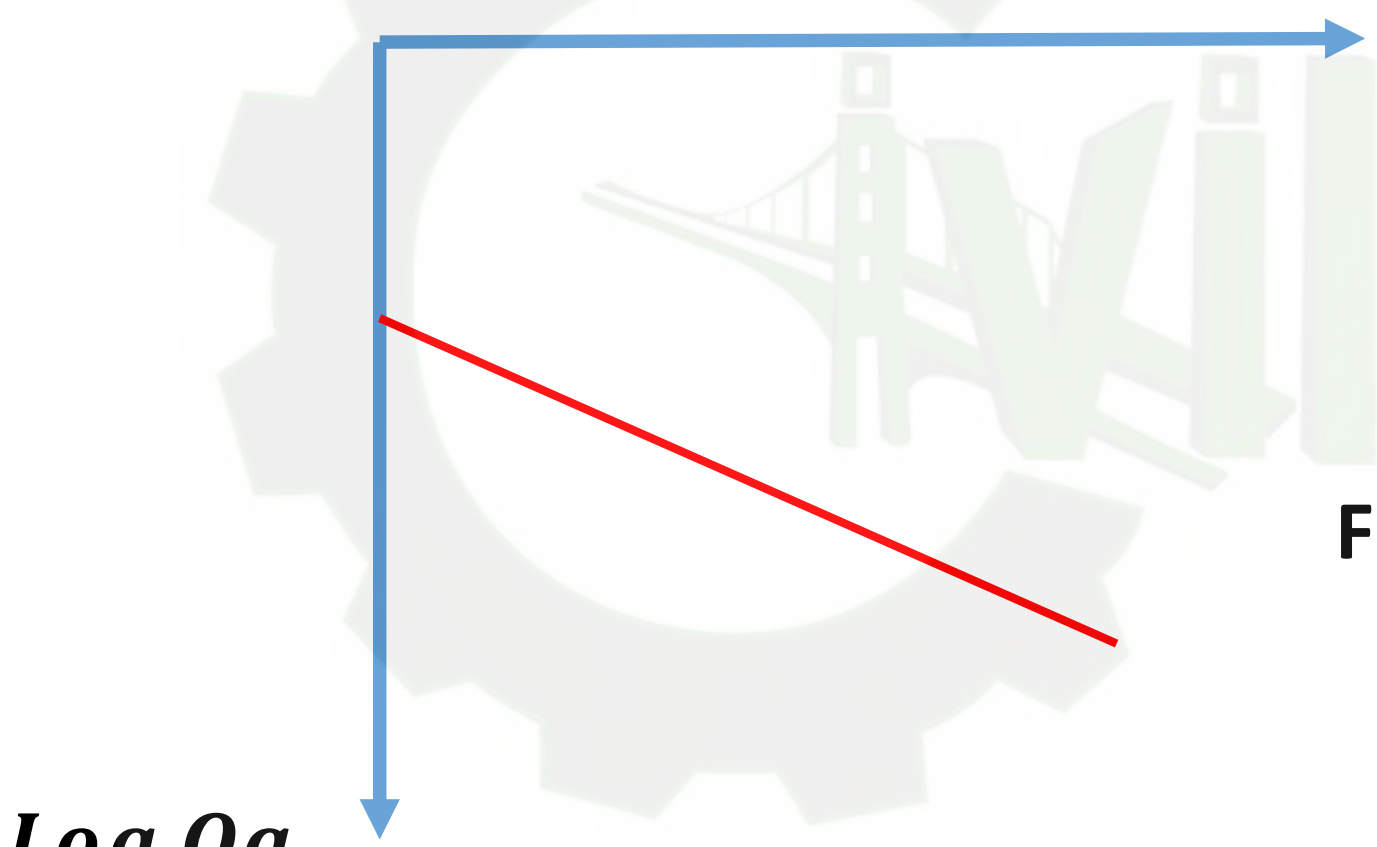


$$\text{Slope} = \text{Area} * C_D * \sqrt{2g}$$

يمر من نقطة الأصل لأنه منطقيا
عندما لا يكون هناك ماء لن يكون
هناك تدفق وتكون العلاقة خطية

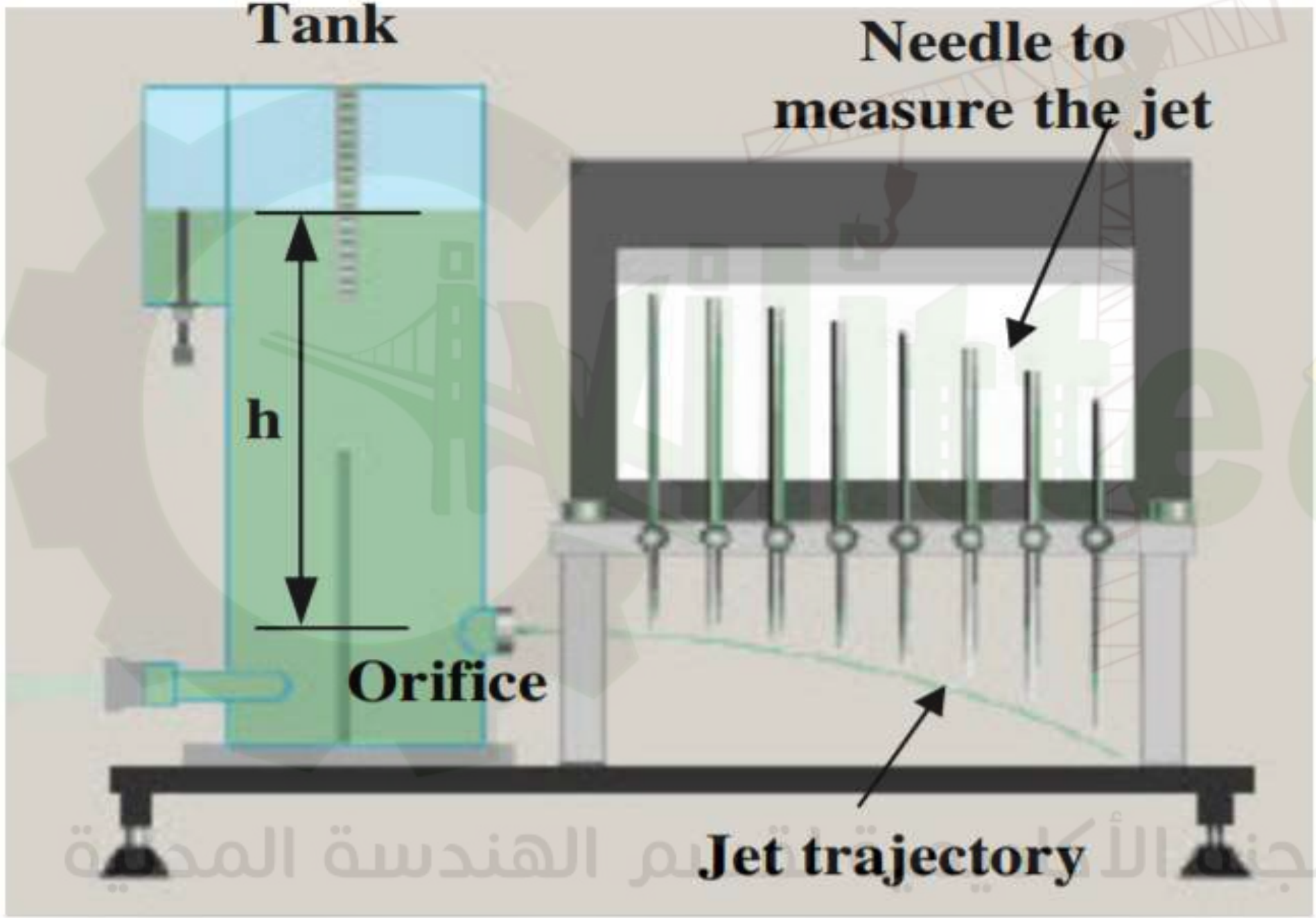
اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية

من باب العلم هناك رسمة أخرى لكن تم حذفها بسبب أنها تحتاج دقة كبيرة وبالتالي حصول الطلبة على **نتائج غير منطقية** ولكنني سأقول عنها بشكل سريع



From the slope we can find C_d

اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية


Tank
Needle to
measure the jet
h
Orifice
Jet trajectory

ماذا ستفعل فى المختبر ؟

الخطوة الأولى : ستذهبون إلى الجهاز وتسجيل القراءات والإنتباه ل موضوع الوحدات

الخطوة الثانية : كتابة الحجم و الزمن المطلوب وإرتفاع الماء

الخطوة الثالثة : اتباع القوانين الموجودة في السلايد القادم

Trial No.	1	2
Water level (H) (cm)		
Volume (L)		
Time (t) (s)		
Diameter of orifice (D)		

اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية

الرموز التي سوف تستخدمها في التجربة	الوحدة المعطاه	الوحدة المطلوبة	طريقة التحويل
Volume	L	m^3	/1000
Water level (H)	cm Or mm	m	/100 /1000
X, Y	mm	m	/1000
D	mm	m	/1000

اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية

الإنتباه ل موضوع الوحدات والتحويل ما قبل البدء بالحل

$$(unit)$$

$$Q_{act} = \frac{Volume}{time} \qquad (\frac{m^3}{s})$$

$$Cv = \frac{X}{2\sqrt{y * H}} \qquad \text{(دون وحدة)}$$

$$V_{tho} = \sqrt{2g * H} \qquad (\frac{m}{s})$$

اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية

$$(unit)$$

$$A = \frac{\pi D^2}{4} \qquad (m^2)$$

$$Q_{tho} = \frac{\pi D^2}{4} * \sqrt{2g * H} \qquad (\frac{m^3}{s})$$

(دون وحدة)

$$C_D = \frac{Q}{Q_{tho}}$$ (دون وحدة)

$$h_L = H - \frac{v_{act}{}^2}{2g} \qquad (m)$$

اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية

❑ **Q(Years).** Water flows from a tank through small orifice of 6mm diameter . The water drained from the tank is collected producing 4.2 L in 82 seconds . Calculate the **water head** in the tank that produced such flow given that the velocity coefficient Cv is 0.85 ?

$$\boldsymbol{Q_{act} = \frac{Volume}{time} = \frac{4.2 * 10^{-3}}{82} = 5.12 * 10^{-5}}$$

$$Vact = \frac{Qact}{A} = \frac{5.12 * \mathbf{10^{-5}}}{\frac{\pi}{4} * 6 * 6 * 10^{-3} * 10^{-3}} = 1.81$$

$$\boldsymbol{C_V = \frac{V}{V_{tho}}} \qquad 0.85 = \frac{1.81}{Vtho} \qquad Vtho = 2.129$$

$$\boldsymbol{V_{tho} = \sqrt{2g * H}} \qquad \boldsymbol{2.129 = \sqrt{2 * 9.81 * H}} \qquad \boldsymbol{H = 23.1}$$

❑**Q(Years).** A small orifice with a diameter of 0.012m discharges water under a head of 1.43m . If Cd is 0.59

A) What is the **actual** discharge ?

B) What is the relation between horizontal and vertical distance of the trajectory jet if the Cc(contraction coefficient) = 0.65 .

Note : Cd=Cc*Cv

$$Q_{tho} = \frac{\pi * 0.012^2}{4} * \sqrt{2 * 9.81 * 1.43} = 5.98 * 10^{-4}$$

$$0.59 = \frac{Q}{Q_{tho}} \qquad 0.59 = \frac{Q}{5.98 * 10^{-4}} \qquad Q = 3.53 * 10^{-4}$$

$$C_d = Cv * Cc$$

$$0.59 = Cv * 0.65$$

$$C_v = 0.90$$

اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية

❑**Q(Years).** As the orifice material getting aged (becomes rougher) , the discharge coefficient (Cd) **(decreases)**

❑**Q(Years). Draw an approximate relationship between the head loss for flow from small orifice versus the water head ?**

- **Ans. (Increasing direct relation)**

❑**Q(Years) .** For small orifice as the actual **energy head loss increases** , the discharge **coefficient (Cd)** ?

Ans. Decreases

اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية

❑**Q(Years).** As Q_{act} goes from Q_{tho} , Cd becomes lower ?

Ans. False

$$C_D \uparrow = \frac{Q_{act}\uparrow}{Q_{tho}}$$

❑**Q(Years).** There is an inverse relation between Cd and the height of water in the tank (above the orifice)

Ans. True

$$C_D \downarrow = \frac{Q_{act}}{Q_{tho}} = \frac{Qact}{V \uparrow * T}$$

اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية

❑**Q(Years).** Water jet leaves a tank through small orifice . The trajectory of the jet travels 72 cm horizontal distance while drops vertical distance of 55 cm . If the Cv = 0.88 , **calculate the water head in the tank and the energy head loss ?**

$$V_{act} = \frac{0.72}{\sqrt{\frac{2 * 0.55}{9.81}}} = 2.15$$

$$0.88 = \frac{2.15}{V_{tho}}$$

$$V_{tho} = 2.44$$

$$2.44 = \sqrt{2 * 9.81 * H}$$

$$H = 0.30$$

$$h_L = 0.30 - \frac{2.15^2}{2 * 9.81} = 0.06$$

اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية

❑**Q(Years).** A jet of water discharges from a small orifice , the trajectory of the jet is measured and it is found to travel 2.5 m horizontally while dropping vertically through a distance 1.2 m .

- Find:

1- Calculate the velocity of the jet

2- if the coefficient of velocity of the orifice is 0.98 , calculate the head of producing the flow ?

اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية

$x = 2.5$

$y = 1.2$

$$V_{act} = \frac{2.5}{\sqrt{\frac{2 * 1.2}{9.81}}} = 5.05$$

Type equation here.

$$V_{2\,tho} = \sqrt{2g * H_1}$$

$$C_V = \frac{V_{act}}{V_{tho}}$$

$$0.98 = \frac{5.05}{V_{tho}}$$

$$V_{tho} = 5.15$$

$$5.15 = \sqrt{2 * 9.81 * H_1}$$

$$H_1 = 1.35$$

اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية

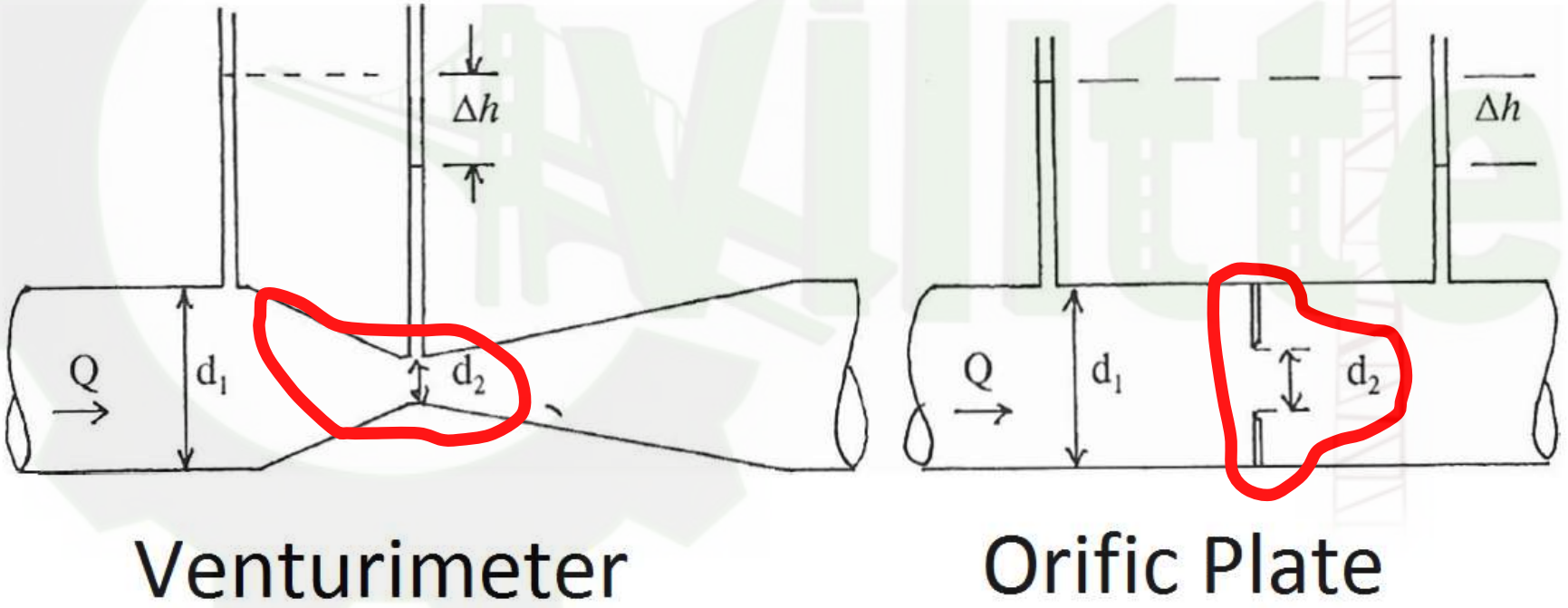
- **Q(Years).** Compared to orifice of Cd =0.9 , the actual Q measured using orifice of Cd=0.4 is ?

Ans. Has the same accuracy

اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية

❑Exp. 3: Bernoulli's Theorem and Venturi Meter

هذه التجربة تشبه كثيرا التجربة السابقه ك مبدأ .



Venturimeter

تغير تدريجي في التضييق

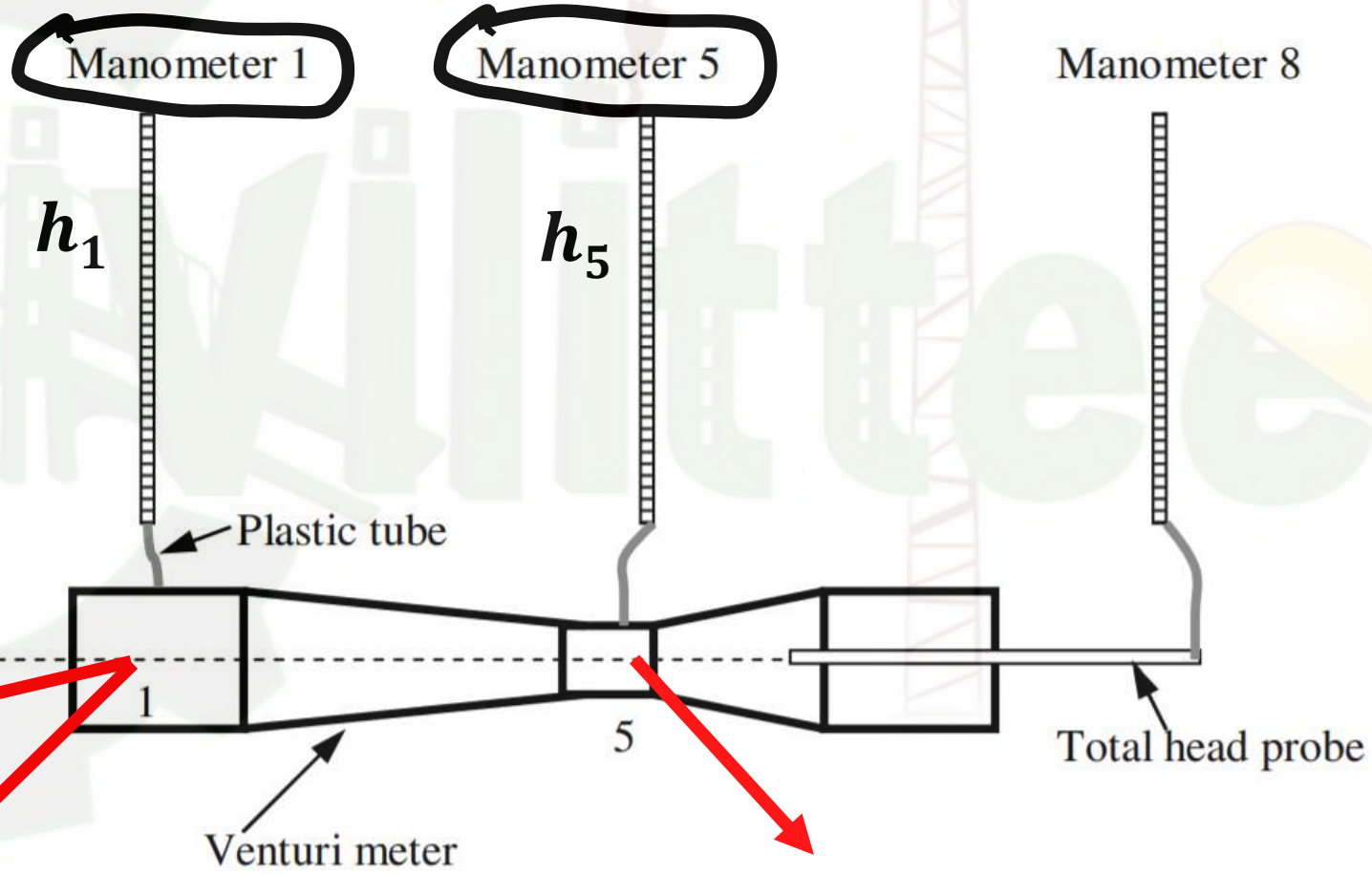
Orific Plate

تغير مفاجئ في التضييق

اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية

أي يعني الذي يحدث هو **خلخلة في الطاقة** ونحن نعرف أن الطاقة **محفوظة** وهي تتحول من شكل ل أخر .

$h_1 > h_5$



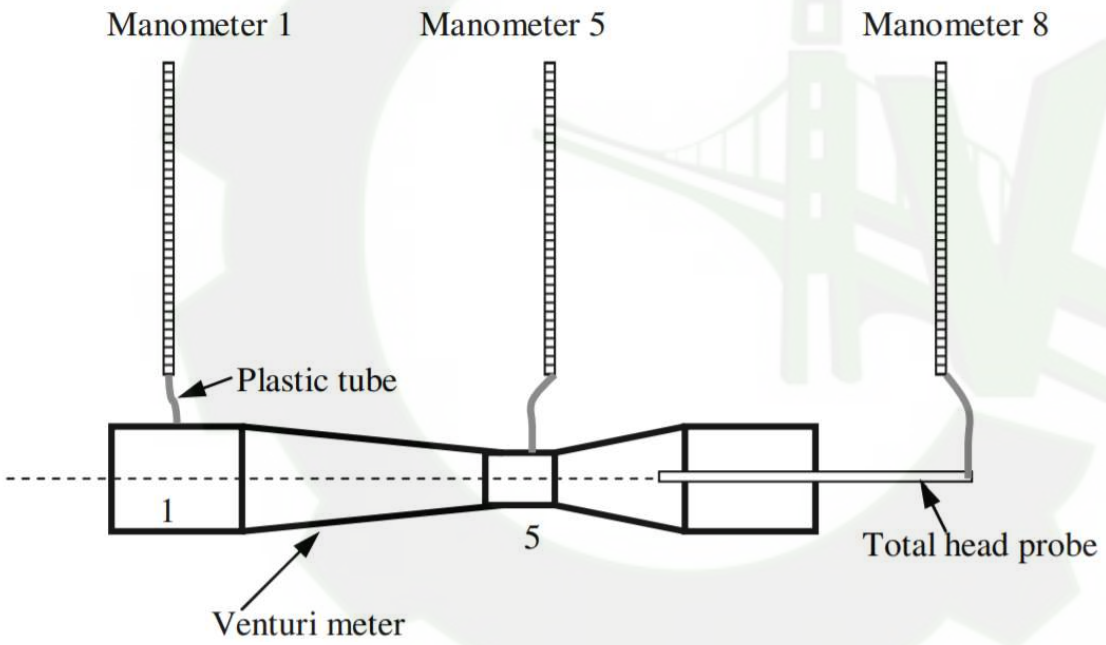
مساحة كبيرة لذلك سرعة قليلة

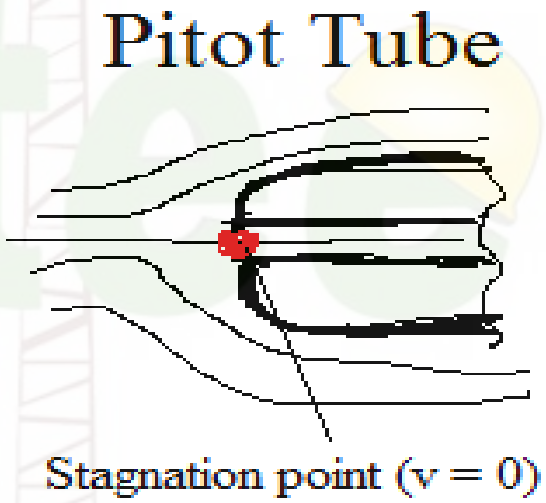
مساحة قليلة لذلك سرعة عالية لكي تعوض التدفق

إذن هنا **تحولت الطاقة** من طاقة حركة إلى طاقة ضغط

إذن هنا **تحولت الطاقة** من طاقة ضغط إلى طاقة حركية

$h_1 - h_5$ ⟵ هي التي سببت لنا **التدفق** أي بمعنى أخر أننا قمنا بعمل **تضييق لكي نقيس التدفق**





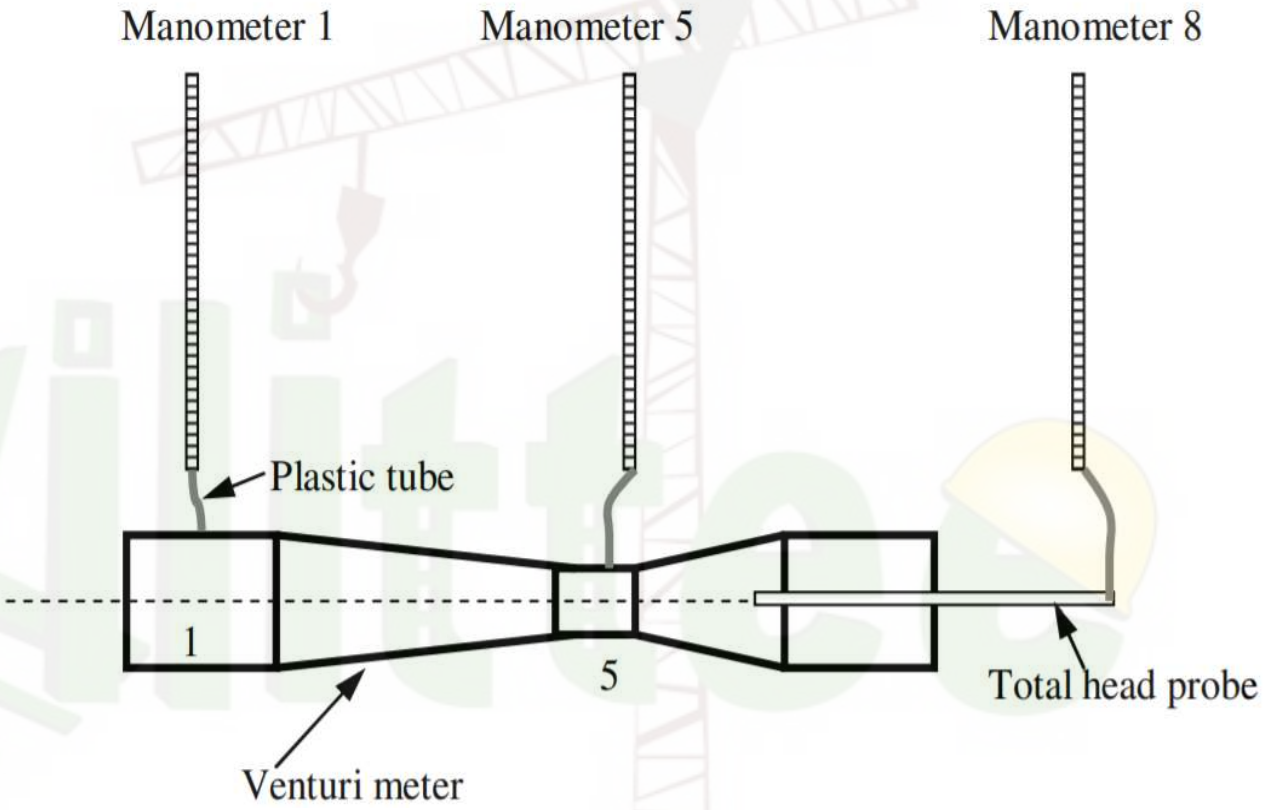
- **Pitot tube** consists of steel tube of **Stagnation point** ($V = 0$)

Total Head ⟵ **كل الطاقة** عنده هي **طاقة ضغط**

اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية

كيفية إيجاد **الطاقة الحركية** عند النقاط

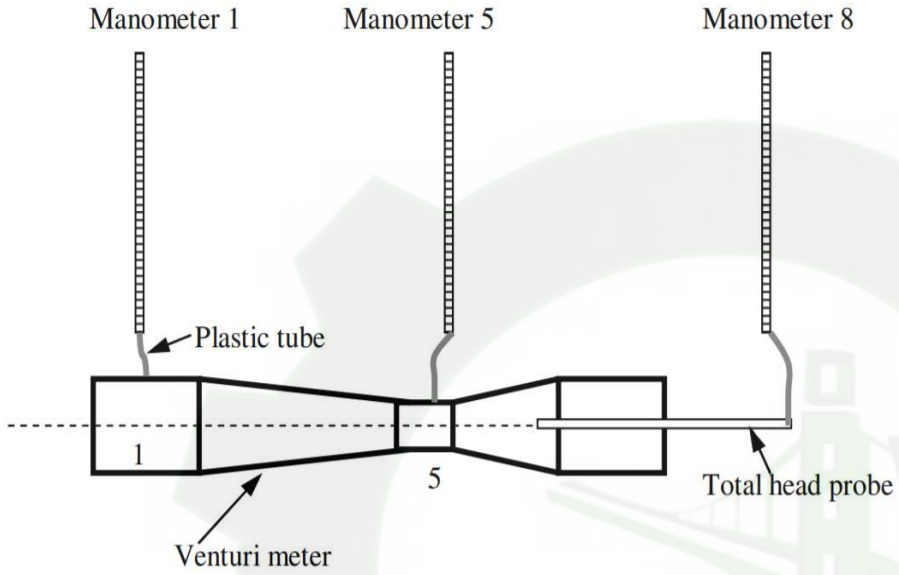
- **Horizontal tube connected with manometers at different points to measure the <u>Static head</u> .**



$$\frac{V_1^{\,2}}{2g} = Total\ Head - Static\ Head$$

From Manometer #8

اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية



$$E(\text{Total energy}) = \frac{P}{\rho g} + Z + \frac{V^2}{2g}$$

Potential energy due to elevation

Kinetic energy due to motion

Pressure head or Static head

$$E_1 = E_5$$

$$Z_1 = Z_5$$

$$\frac{V_1^{\,2}}{2g} + \frac{P_1}{\rho g} = \frac{V_5^{\,2}}{2g} + \frac{P_5}{\rho g}$$

$$V_1 = \frac{A_5}{A_1} * V_5$$

$$Q_{tho} = A_5 \sqrt{\frac{2g(h_1 - h_5)}{1 - (\frac{A_5}{A_1})^2}}$$

على فرض أن الفواقد في الطبيعة **تساوي صفر**

$$C_D = \frac{Q_{act}}{Q_{tho}}$$

$$Cd < 1$$

هو دائما **أقل من واحد** وهو **معامل تصحيح ل التدفق**

$$Q_{act} = Cd * A_5 \sqrt{\frac{2g(h_1 - h_5)}{1 - (\frac{A_5}{A_1})^2}}$$

هذه هي معادلة **التدفق الحقيقية** لأننا الفواقد في الطاقة هنا **لا تساوي صفر**

- $Q_{act} < Q_{tho}$

اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية

ماذا ستفعل في المختبر ؟

الخطوة الأولى : الحجم يكون ثابت بمقدار محدد مكتوب لديكم وتسجيل قرائتين زمن

الخطوة الثانية : يوجد لدينا نقطتين , تسجيل الضغط الستاتيكي والضغط الكلي عند كل نقطة

$$H_P = Pressure\ Head \qquad H_T = Total\ Head$$

اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية

Volume (L)	Time (Sec)	Readings (cm)	Point 1	Point 5
5		H_P (h)	h_1	h_5
		H_T		
5		H_P (h)	h_1	h_5
		H_T		

الخطوة الثالثة : تحويل الوحدات وهو جدا مهم

اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية

الرموز التي سوف تستخدمها في التجربة	الوحدة المعطاه	الوحدة المطلوبة	طريقة التحويل
Volume	L	m^3	/1000
Time	sec	sec	لا تعمل شئ
H_P, HT	mm or cm	m	/1000 /100
D	mm	m	/1000

اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية

$$A_1 = \frac{\pi D^2}{4} \quad (m^2) \xrightarrow{then} A_5 = \frac{\pi D^2}{4} \quad (m^2)$$

$$Q_{act} = \frac{Volume}{time} \quad (\frac{m^3}{s}) \xrightarrow{then} h_L = (h_1 - h_5) \quad (m)$$

$$Q_{tho} = A_5 \sqrt{\frac{2g(h_1 - h_5)}{1 - (\frac{A_5}{A_1})^2}} \quad (\frac{m^3}{s}) \xrightarrow{then} C_D = \frac{Q_{act}}{Q_{tho}}$$

اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية

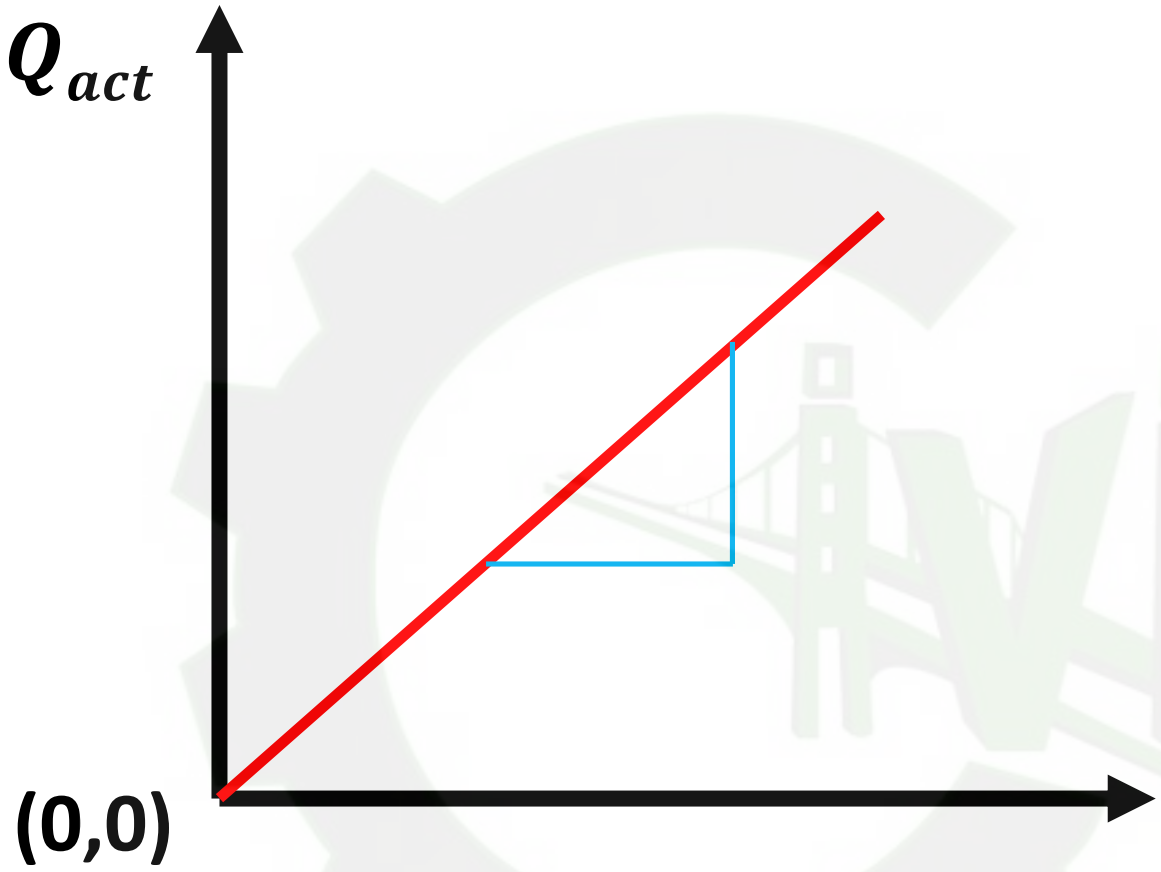
$$V_5 = \frac{Q}{A_5} \quad (\frac{\boldsymbol{m}}{\boldsymbol{s}}) \quad \textbf{\textit{then}} \longrightarrow \quad Re = \frac{V * D}{10^{-6}}$$

السرعة لها **<u>طريقتين لإيجادها</u>**

Method 1 $$V = \frac{Q}{A}$$

Method 2 $$h_t - hp = \frac{V^2}{2g}$$

اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية



$$\boldsymbol{Slope} = Cd * \boldsymbol{A_5} \sqrt{\frac{2g}{1 - (\frac{A_5}{A_1})^2}}$$

اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية

- **Q.** The relation between Re and Cd is **(not direct) .**

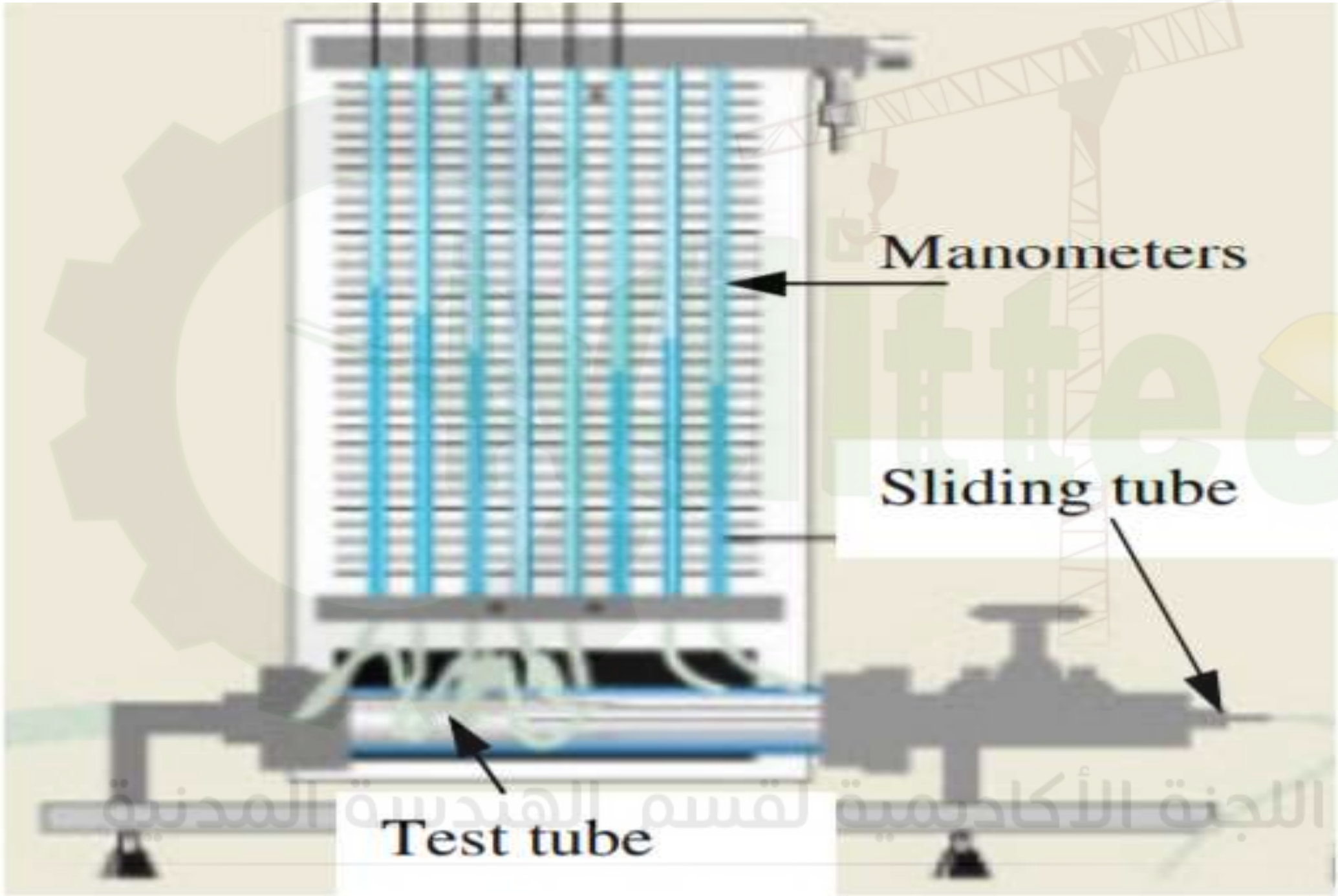
- **Q. Venture meter used to measure (actual flow rate) .**

- **Q. Pitot tube used to measure (total head directly)**

- **Q. Manometer used to measure (pressure head) .**

- **Q. In the energy equation , the pressure head ($\frac{p}{\rho g}$) is called the (static head)**

اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية


Manometers
Sliding tube
Test tube

❑**Q(Years).** A pitot tube installed in a pipeline of 10 cm diameter , before installing the pitot tube the static pressure head was 1.815m . After installing the tube the stagnation pressure head reads 2.666m . If the water discharged from the pipe collected producing volume 122 L in 4 seconds . **What is the velocity coefficient ?**

$$\frac{V_1^2}{2g} + \frac{P_1}{\rho g} = \frac{V_2^2}{2g} + \frac{P_2}{\rho g}$$

$$\frac{V_1^2}{2g} + 1.815 = 2.666$$

V_{tho1}=4.08

اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية

$$Q_{act} = \frac{0.122}{4} = 0.0305$$

$$V_{act} = \frac{0.0305}{\frac{\pi*(0.1)^2}{4}} = 3.88$$

$$C_V = \frac{3.88}{4.08} = 0.95$$

اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية

- **Q(Years).** Venture tube of D_1=25mm and D_5=10mm inside diameters was used to collect flow volume versus manometer heads at points 1 and 5 . The table below shows data , **Find Cd ?**

h_1(mm)	h_5(mm)	Vol(L)	Time(Sec)
50	30	1.3	29
80	50	1.5	27
140	90	2.4	33

اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية

$$Q_{act} = \frac{1.3 * 10^{-3}}{29} = 4.48 * 10^{-5}$$

$$Q_{act} = \frac{2.4 * 10^{-3}}{33} = 7.27 * 10^{-5}$$

$$\sqrt{h_1 - h_5} = \sqrt{0.05 - 0.03} = 0.14$$

$$\sqrt{h_1 - h_5} = \sqrt{0.14 - 0.09} = 0.22$$

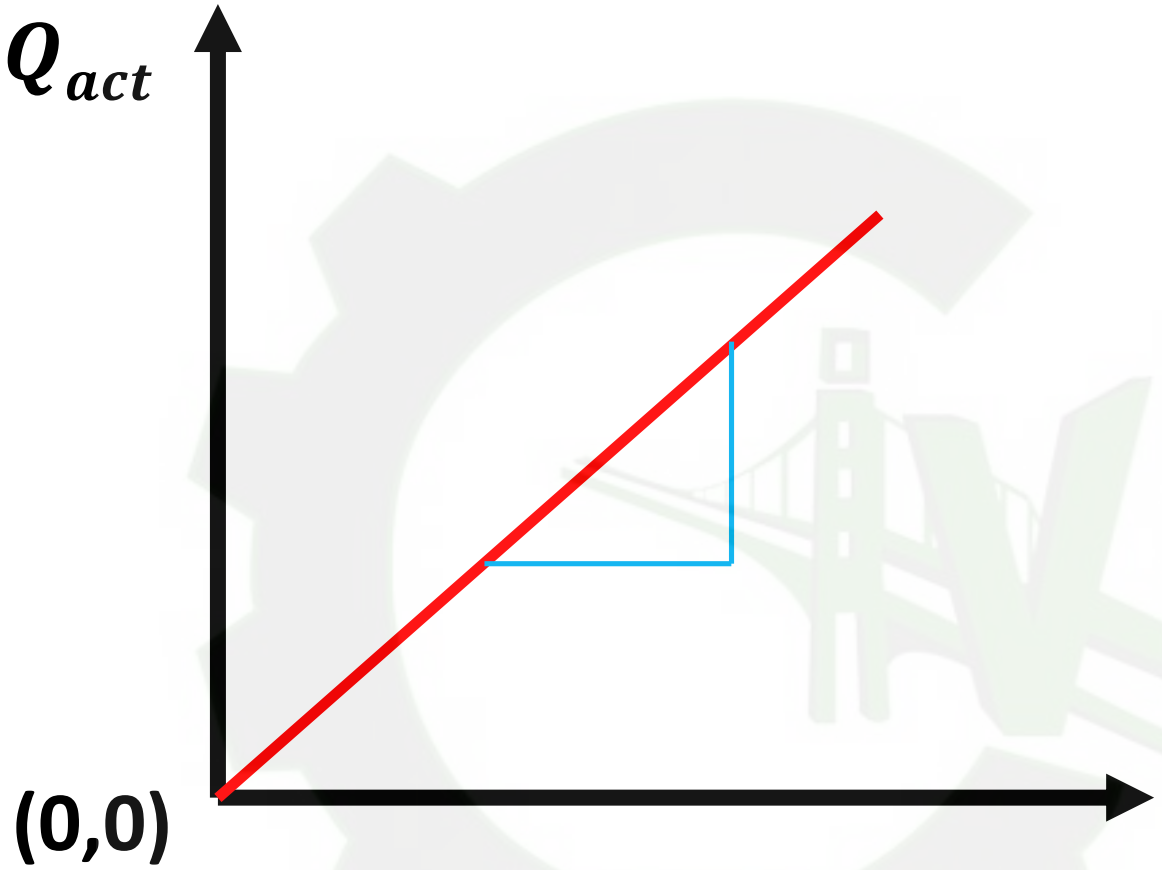
$$A_5 = \frac{\pi(0.01)^2}{4} = 7.85 * 10^{-5}$$

$$Q_{act} = \frac{1.5 * 10^{-3}}{27} = 5.55 * 10^{-5}$$

$$\sqrt{h_1 - h_5} = \sqrt{0.08 - 0.05} = 0.17$$

$$A_1 = \frac{\pi(0.025)^2}{4} = 4.90 * 10^{-4}$$

اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية



$$\boldsymbol{Slope} = Cd * \boldsymbol{A_5} \sqrt{\frac{\boldsymbol{2g}}{\boldsymbol{1 - (\frac{A_5}{A_1})^2}}}$$

نرسم الرسمة ونخرج الميل ونطبق القانون تطبيق مباشر

اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية

❑**Q(Years)** . The flow in pipes is usually measured using ?

Ans . **Orifice + venture meter**

❑**Q(Years).** At stagnation Point , the pressure head is equal to zero ?

Ans. False **(Velocity equal zero)**

اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية

- **Q(Years).** A pitot static tube has a coefficient of 0.95 , the differential head reading is 1 m of water when it is positioned on the centerline of pipe of constant diameter .

1- What is the velocity of flow at this point ?

2- If the stagnation pressure head is 2.942 m of water what is the pressure head of the following water ?

$$V = Cv * \sqrt{2 * g * H} \qquad V = 0.95 * \sqrt{2 * 9.81 * 1} \qquad \boldsymbol{V = 4.20}$$

$$\frac{\boldsymbol{4.20^2}}{\boldsymbol{2 * 9.81}} = \boldsymbol{2.942 - Static\ Head} \qquad \boldsymbol{Static\ Head = 2.04}$$

❑**Q(Years).** A venturi tube with a 20 cm diameter throat is installed in a 30 cm in diameter water line , the venturi is perfectly smooth , the discharge coefficient is 0.62 , an attached manometer registers a 10 cm differential .

1- what is the actual volumetric flow rate ?

2- What is the stagnation pressure head in kPa if the pressure head in the throat is 15 cm ?

$$A_1 = \frac{\pi(0.30)^2}{4} = 0.070$$

$$A_5 = \frac{\pi(0.20)^2}{4} = 0.0314$$

$$Q_{tho} = A_5 \sqrt{\frac{2g(h_1 - h_5)}{1 - (\frac{A_5}{A_1})^2}}$$

$$Q_{Act} = 0.62 * 0.0314 * \sqrt{\frac{2 * 9.81 * 0.10}{1 - \left(\frac{0.0314}{0.070}\right)^2}} = 0.0305$$

$$\frac{P_1}{\rho g} - 15 = 10 \qquad \frac{P_1}{\rho g} = 25cm$$

$$25 * 9810 * 10^{-2} = 2452.5 \frac{N}{m^2}$$

$$25 * 9810 * 10^{-2} = 2452.5 \frac{N}{m^2}$$

$$2452.5 \frac{N}{m^2} * 10^{-3} = 2.45kPa$$

اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية

❑**Q(Years).** Water flows through a straight pipeline that reduces in diameter from section 1 to 2 , the centerline of the pipe is horizontal , if v_1=1.54 $\frac{m}{s}$, D_1=0.40 m , D_2=0.30m , P_2=50kPa , assume no loss of energy what is the value of P_1?

$$V_1 A_1 = V_2 A_2$$

$$1.54 * \frac{3.14}{4}(0.40)^2 = V_2 * \frac{3.14}{4}(0.30)^2 \qquad V_2 = 2.72$$

$$\frac{1.54^2}{2g} + \frac{P_1}{\rho g} = \frac{2.72^2}{2g} + \frac{50 * 10^3}{\rho g} \qquad P_1 = 52556.96$$

اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية

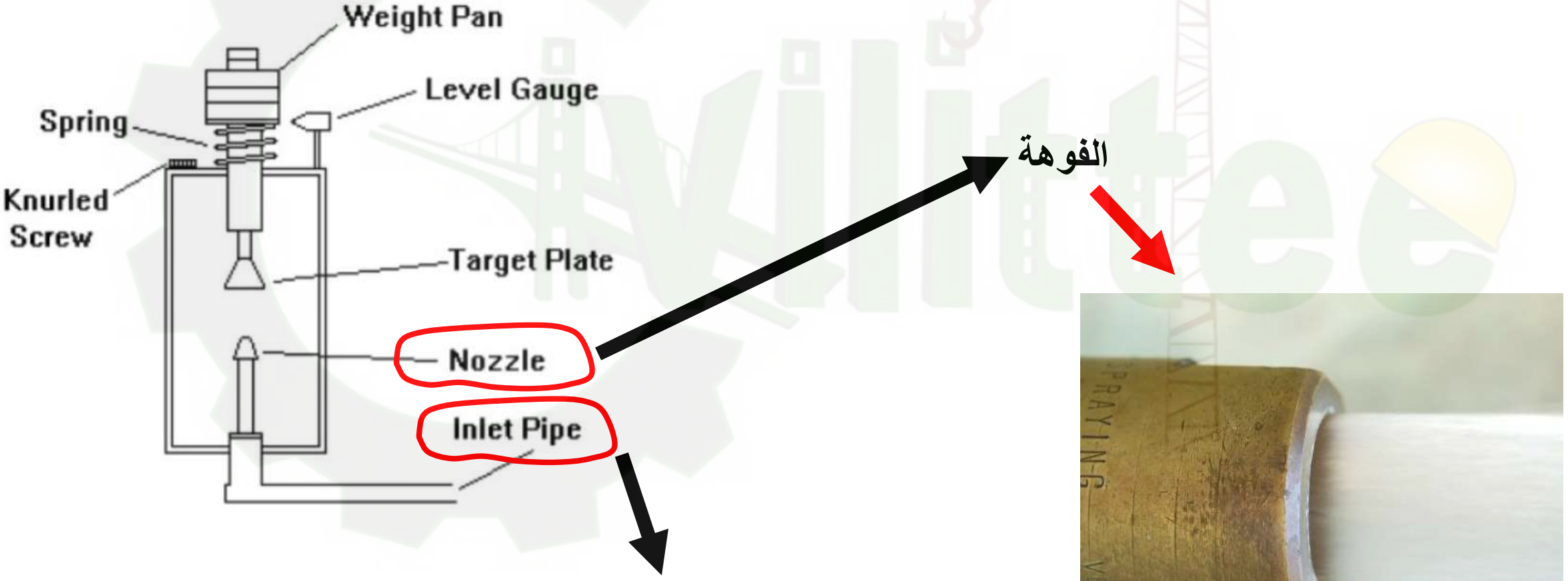
❑Exp. 4: Impact of Water Jet

نحن نعلم أن الطاقة لا تفنى ولا تستحدث ولكنها تتحول من شكل إلى أخر وقمنا بفرض أنه لا يوجد فواقد في الطاقة **لكن في بعض التجارب والتطبيقات** لا يمكننا تطبيق هذا الحديث , على سبيل المثال **"القفزة الهيدرولكية "** لا يمكننا أن نقول أن الفواقد في الطاقة هي صفر أو أنها غير موجودة بسبب أن هذه القفزة **غرضها الأول** هو **هدر الطاقة** لذلك نستخدم **مصطلح جديد** في هذه التجربة لأنه لا يوجد فيها فواقد أو ما شابه .

Hydraulic Jump

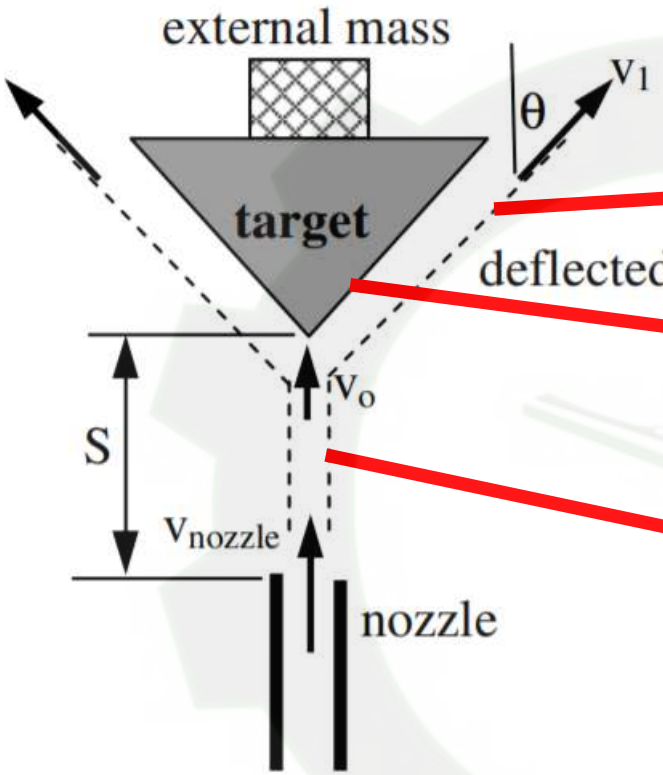
اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية

لذلك هنا تم إستخدام **الزخم** لأنه سهل جدا ولا يوجد فيه فواقد **والتغير فى الزخم** يظهر على هيئة **قوى خارجية** وهذه القوة يمكننا **قياسها**



يوجد هنا **أنبوب** وسوف يخرج منه **الماء** عن طريق الفوهة

اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية



إتجاه التدفق **بعد الإنحراف** بزاوية

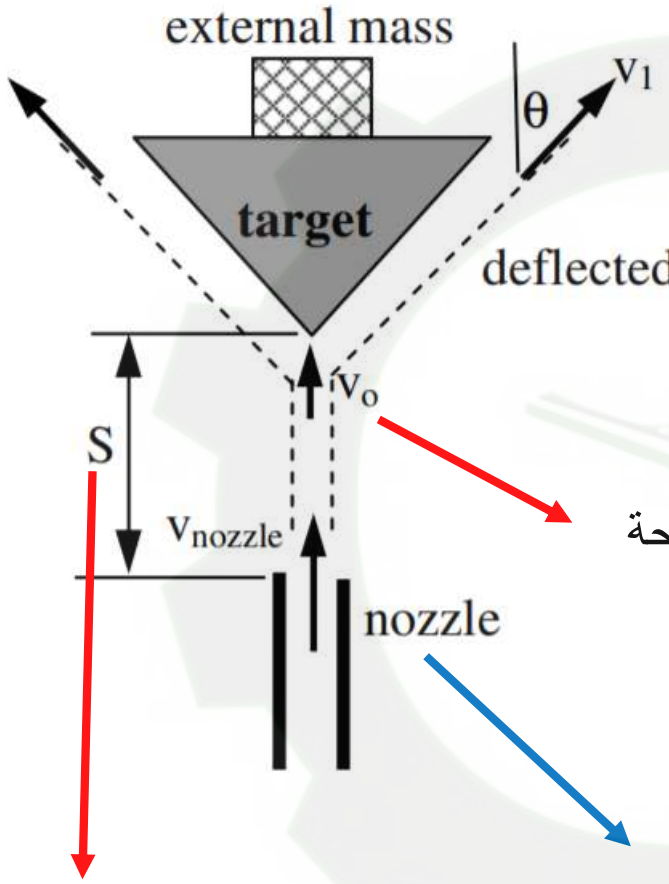
الهدف = Target=plate

إتجاه التدفق الأصلي

لو قمنا بجعل التدفق يضرب الصفيحة (الهدف) وهي سرعتها صفر لانها ثابتة
وبالتالي سرعة التدفق عند ضربه ل الهدف ستكون صفر وعنده أول زخم

اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية

هذه الرسمة **يوجد بها الكثير من التفاصيل** لم نبدأ بها .



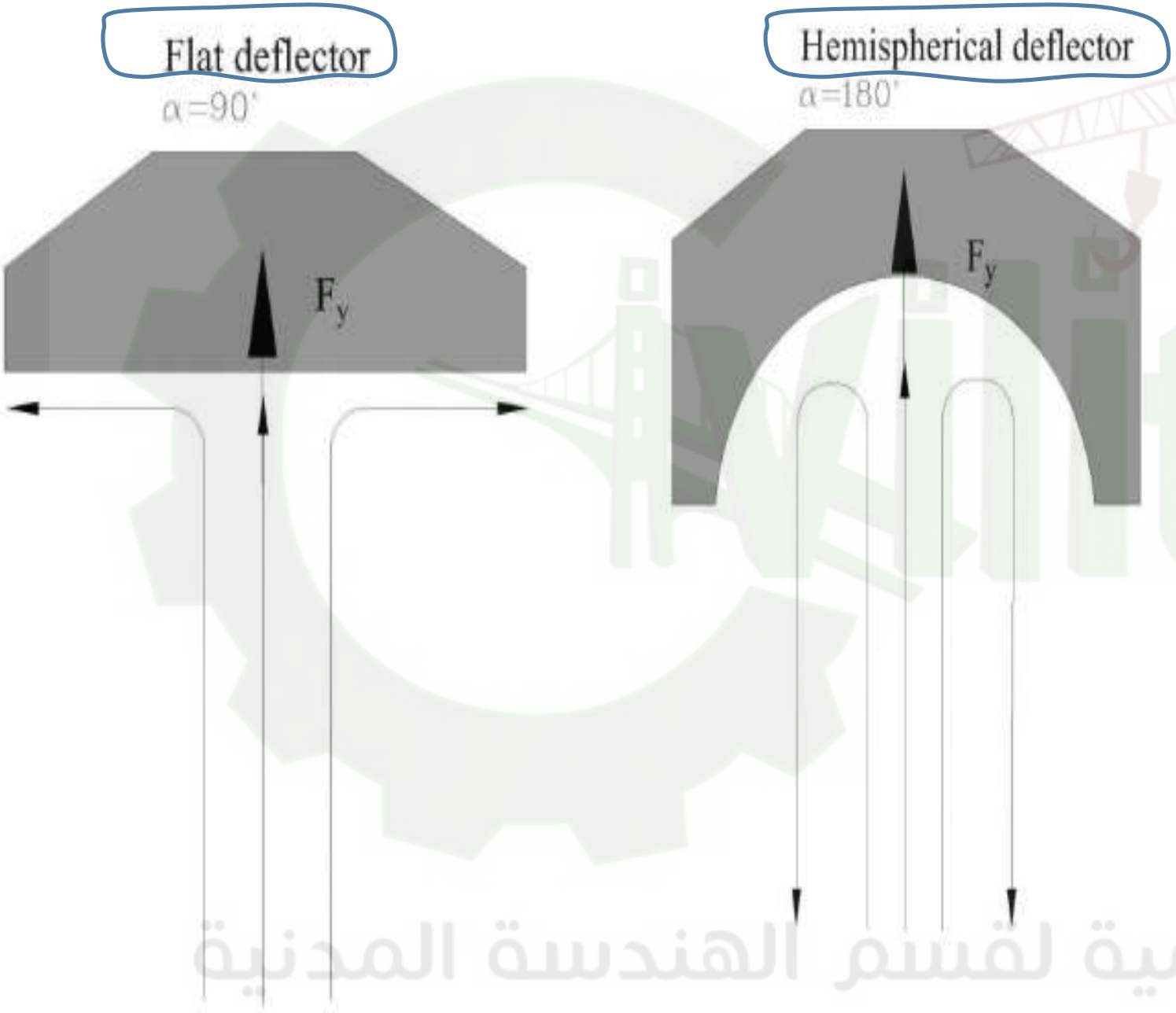
زاوية الإنحراف ويوجد عدة زوايا
ل الصفحية سنقوم بعرضها

سرعة الماء عند الإصطام ب الصفيحة

لهذه الفوهة قطر محدد أي يعني نستطيع حساب
مساحة ومن ثم يوجد تدفق بالتالي نستطيع حساب
سرعة التدفق من خلال الفوهة

المسافة بين الصفيحة
والفوهة وهي مقدار ثابت

اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية



ويجد **زوايا أخرى** لكن هذه الشائعة والتي موجودة في المانيوال وإختلاف الزاوية ليس بالموضوع الصعب **لأن المبدأ واحد**

اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية

$$\boldsymbol{F_{tho}} = m * vo(1 - \cos\theta)$$

سرعة الماء عند الإصطام ب الصفيحة : v_o

$$m = External\ \boldsymbol{Mass}$$

$$\boldsymbol{F_{exp}} = m * g$$

$$m * vo = \rho QVo = Mass\ Flow\ Rate$$

التطبيق العملي لهذه التجربة : في خط مياه الديسي وفجأة إنحرف ونتيجة الإنحراف لا بد من حدوق تغير في الزخم وبالتالي حدوث قوة وهذه القوى إن لم نقم بحسابها قد تؤدي إلى نزع الأنبوب من مكانه وبالتالي لذلك نقوم بتصمم شئ إسمه ركبة خرسانية .

ماذا ستفعل في المختبر ؟

الخطوة الأولى : يوجد لدينا أوزان مختلفة وحجم من المياه ثابت ونقوم بتسجيل قراءات الزمن

الخطوة الثانية : تحويل الوحدات وهذا مهم جدا

اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية

الرموز التي سوف تستخدمها في التجربة	الوحدة المعطاه	الوحدة المطلوبة	طريقة التحويل
Mass	g	Kg	/1000
Volume	L	m^3	/1000
$Time$	Sec	Sec	لا تعمل شئ
D	mm	m	/1000
S	mm	m	/1000

اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية

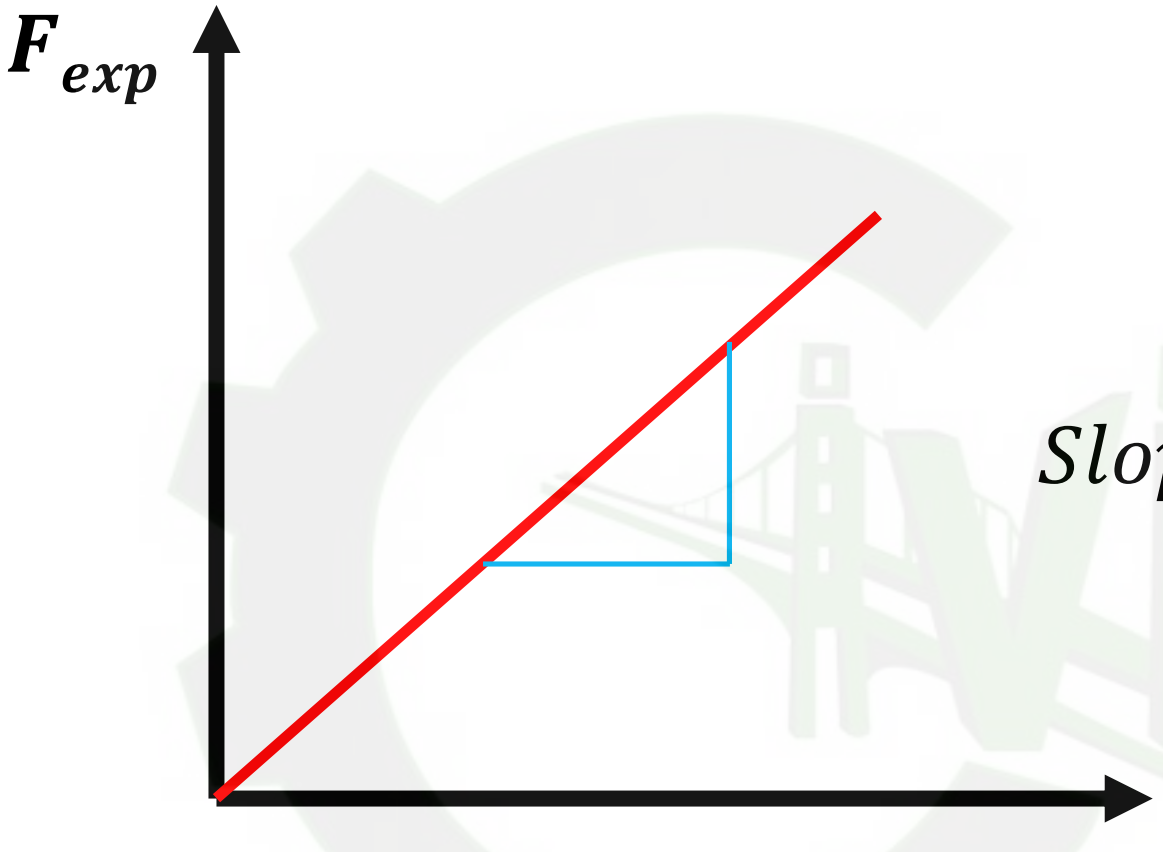
$$\boldsymbol{Q_{act} = \frac{Volume}{time}} \quad (\frac{\boldsymbol{m^3}}{\boldsymbol{s}}) \xrightarrow{\boldsymbol{then}} V_{nozzel} = \frac{Q}{A} \quad (\frac{\boldsymbol{m}}{\boldsymbol{s}})$$

$$V_o = \sqrt{(V_{nozzle})^2 - 2gS} \quad (\frac{\boldsymbol{m}}{\boldsymbol{s}}) \xrightarrow{\boldsymbol{then}} \rho QVo = 1000 * Q * V_o$$

$$\boldsymbol{F_{exp}} = m * g \quad (\boldsymbol{N}) \xrightarrow{\boldsymbol{then}} \boldsymbol{F_{tho}} = m * vo(1 - \cos\theta) \quad (\boldsymbol{N})$$

$$m * vo = \rho QVo$$

المجتمع الأكاديمي لقسم الهندسة المدنية



$$Slope = \frac{F}{\rho QVo}$$

$$F_{tho} = \rho QVo\,(1 - \cos\theta)$$

$$m * vo = \rho QVo$$

$$Slope = (1 - \cos\theta)$$

اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية

- **Q.** When the impact angle increases the flow rate **(decreases) .**

- **Q.** When the **internal angle** $=30^{\circ}$ the impact equation $\boldsymbol{m * vo(1 - cos\,150^{\circ})}$

- **Q(Years). The scientific concept that demonstrates the impact of water jet is the (momentum conservation)**

- **Q(Years). For deflected water Jet , as the flow deflection angle increases , the resulted force (increases)**

اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية

❑**Q(Years).** During the Impact of water Jet experiment the following data set was obtained , the **diameter of the nozzle is 7mm** and the **distance** from the nozzle tip to the target **is 30mm** , show graphically the type of the target being hit by the water jet ?

Mass(g)	Collected water Volume (L)	Time(S)
100	8	41
500	7	16

اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية

$$A = \frac{\pi(0.007)^2}{4} = 3.84 * 10^{-5}$$

$$Q_{act} = \frac{8 * 10^{-3}}{41} = 1.95 * 10^{-4}$$

$$V_{nozzel} = \frac{1.95 * 10^{-4}}{3.84 * 10^{-5}} = 5.07$$

$$Q_{act} = \frac{7 * 10^{-3}}{16} = 4.37 * 10^{-4}$$

$$V_{nozzel} = \frac{4.37 * 10^{-4}}{3.84 * 10^{-5}} = 11.38$$

$$V_o = \sqrt{(5.07)^2 - 2 * 9.81 * 0.03} = 5.01$$

$$V_o = \sqrt{(11.38)^2 - 2 * 9.81 * 0.03} = 11.35$$

اللجنة الأكاديمية لقسم هندسة الميكانيك

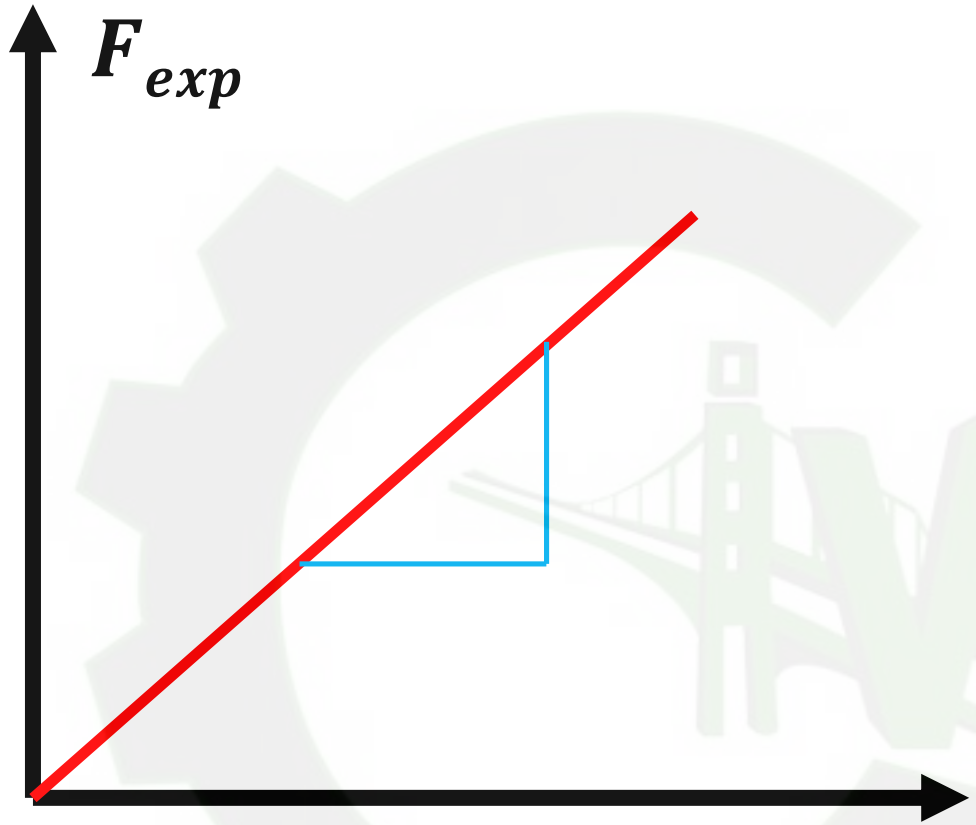
$$\boldsymbol{F_{exp}} = 0.1 * 9.81 = 0.981$$

$$\boldsymbol{F_{exp}} = 0.5 * 9.81 = 4.905$$

$$\rho QVo = 1000 * Q * V_o = 1000 * \mathbf{1.95} * \mathbf{10^{-4}} * 5.01 = 0.97$$

$$\rho QVo = 1000 * Q * V_o = 1000 * \mathbf{4.37} * \mathbf{10^{-4}} * 11.35 = 4.95$$

اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية



نمثل النقاط ونرسم الرسمة ونخرج الميل

$$Slope = \frac{4 - 3}{4 - 3.1} = 1.11$$

$$1.11 = (1 - \cos\theta)$$

$$\theta = 96.31^{\circ}$$ **Flat**

❑**Q(Years).** The data in table below was collected during the impact of water jet experiment , knowing that the **nozzle diameter is 8mm** .

Reading	Water volume (m^3)	Time(sec)	Mass (g)	Target Type
1	0.005	40.18	30	Flat Plate
2	0.005	30.04	55	Flat Plate
1	0.005	39.19	50	Cone 120
2	0.005	32.5	72	Cone 120
1	0.005	40	60	Hemisphere 180
2	0.005	26	150	Hemisphere 180

اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية

- **Part 1 .** Calculate the following table in the next slide and show your calculations .

- **Part 2 .** Arrange the type of plates according to increasing the momentum force and plot slope of each target due to what reason there is a difference between slopes of 3 types of targets ?

- **Part 3 .** If we increase the nozzle diameter by 1 mm , how will momentum force be affected and discuss why ?

Target Type	Mass flow rate ($\frac{kg}{s}$)	Velocity ($\frac{m}{sec}$)	Momentum(N)	Force due to gravity (N)
Flat Plate				
Flat Plate				
Cone 120				
Cone 120				
Hemisphere 180				
Hemisphere 180				

$$\boldsymbol{A = \frac{\pi}{4} * (0.008)^2 = 5.03 * 10^{-5}}$$

$$Q = \frac{0.005}{40.18} = 1.244 * 10^{-4}$$

$$V_1 = \frac{1.244 * 10^{-4}}{\boldsymbol{5.03 * 10^{-5}}} = 2.47$$

$$V_o = \sqrt{(2.47)^2 - 2 * 9.81 * 0.03} = 2.35$$

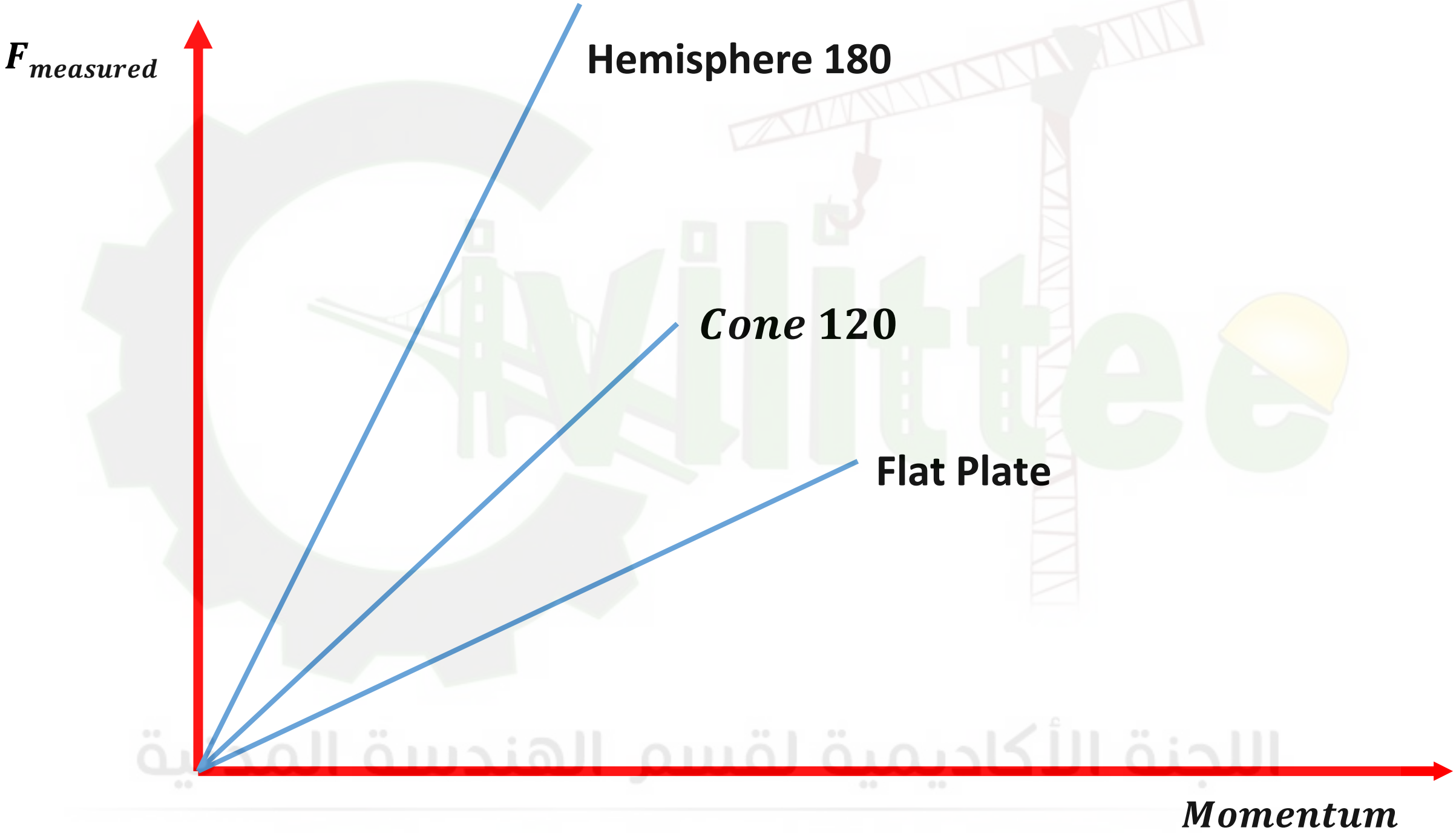
$$Mass\ Flow\ rate = 1000 * 1.244 * 10^{-4} = 0.1244$$

$$Momentum = 0.1244 * 2.35 = 0.29234$$

$$\boldsymbol{Force\ due\ to\ gravity = \frac{30}{1000} * 9.81 = 0.2943}$$

Target Type	Mass flow rate ($\frac{kg}{s}$)	Velocity ($\frac{m}{sec}$)	Momentum(N)	Force due to gravity (N)
Flat Plate	**0.1244**	**2.35**	**0.29234**	**0.2943**
Flat Plate	**0.166**	**3.21**	**0.53286**	**0.53955**
Cone 120	**0.128**	**2.41**	**0.30976**	**0.4905**
Cone 120	**0.154**	**2.96**	**0.45584**	**0.70632**
Hemisphere 180	**0.125**	**2.37**	**0.29625**	**0.5886**
Hemisphere 180	**0.192**	**3.74**	**0.71808**	**1.4715**

اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية


$F_{measured}$
Hemisphere 180
Cone 120
Flat Plate
Momentum

➢ **Part 2 .**

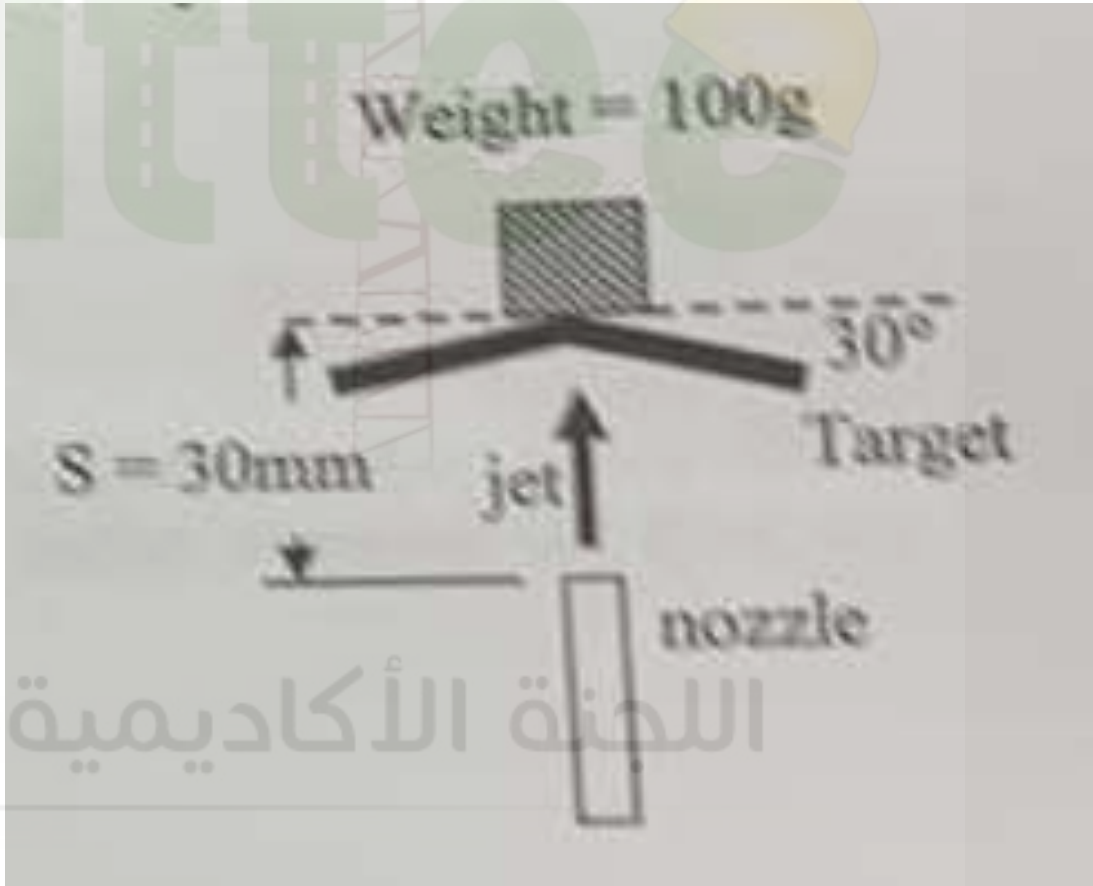
- Slope for flat 90 = $\frac{0.37}{0.4} = 0.925 \approx 1$
- Slope for cone 120 = $\frac{0.61}{0.4} = 1.52 \approx 1.5$
- Slope for Hemisphere 180 = $\frac{0.81}{0.4} = 2.02 \approx 2$

➢ *Part 3 .*

$D \uparrow so\ A \uparrow so\ V \downarrow so\ Vo \downarrow so\ the\ force\ will\ decrease$

اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية

- **Q(Years).** The jet leaves a nozzle of 8mm diameter and hits the inclined target as shown , A weight of 100g is placed on the target to create a balance as in your experiment , compute the required flow rate of the water jet to achieve the balance ?



اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية

$$m * g = \rho Q V o \, (1 - \cos\theta)$$

$$0.1 * 9.81 = 1000 Q V_o \, (1 - \cos 120)$$

$$V_{nozzel} = \frac{Q}{\frac{\pi}{4} 0.008^2} = 19904.45 Q$$

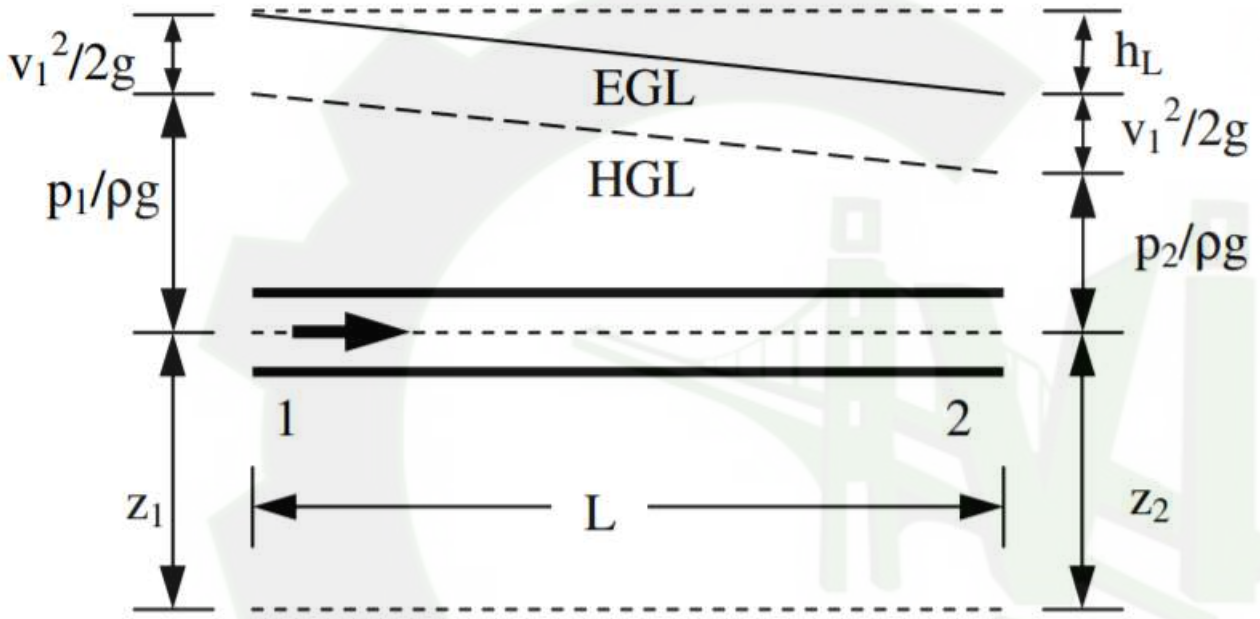
$$V_o = \sqrt{(19904.45 Q\ )^2 - 2 * 9.81 * 0.03}$$

$$0.1 * 9.81 = 1000 Q \sqrt{(19904.45 Q\ )^2 - 2 * 9.81 * 0.03}\ * (1 - \cos 120)$$

$$\boldsymbol{Q = 1.83 * 10^{-4}}$$

اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية

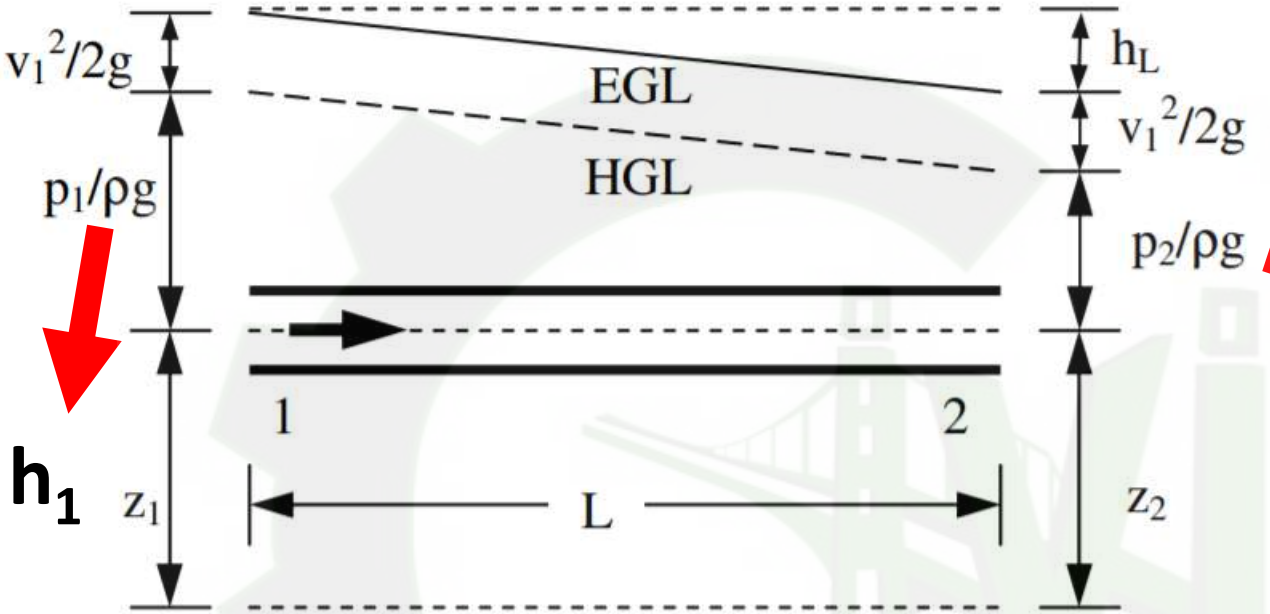
- **Exp. 5: Friction in Pipes and Losses from Fittings and Bends**



النقطة الأولى هي بداية الأنبوب والنقطة الثانية هي نهاية الأنبوب وبما ان الأنبوب موضوع بشكل أفقي إذن الأرتفاع عند النقطة الأولى يساوي الإرتفاع عند النقطة الثانية .

من معادلة الإستمرارية , نعرف أن التدفق عند النقطة الأولى يساوي التدفق عند النقطة الثانية

$$Q_1 = Q_2 \qquad A_1V_1 = A_2V_2 \qquad A_1 = A_2$$



$V_1 = V_2$

لذلك الخطين متوازيين

EGL: Energy Grade Line

يمثل مستوى الطاقة

HGL: Hydraulic Grade Line

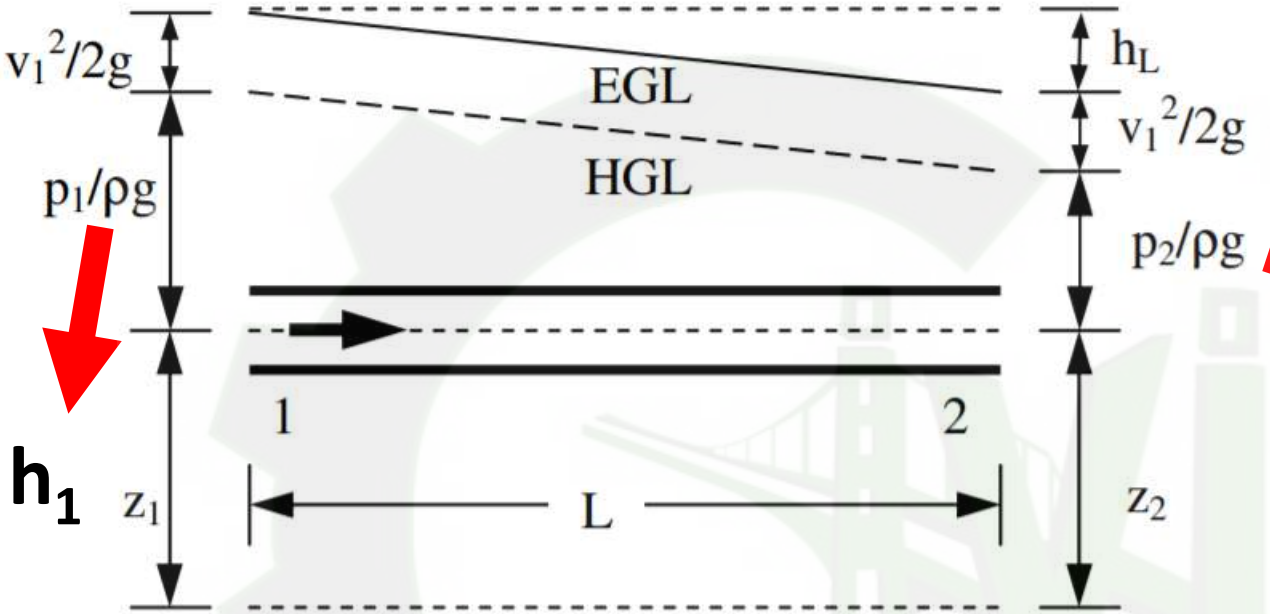
يمثل جزء من الطاقة وهذا الذي نقرأه على الجهاز(المانوميتر)

$$\frac{P_1}{\rho * g}$$

$$\frac{P_2}{\rho * g}$$

$$\underline{HGL = Z_1 + Pressure(Static)\ Head}$$

النسخة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية



من **معادلة الطاقة ونحن نعرف أن الطاقة محفوظة** نستطيع إيجاد **الضياع في الطاقة** بسبب **الإحتكاك** في الأنبوب

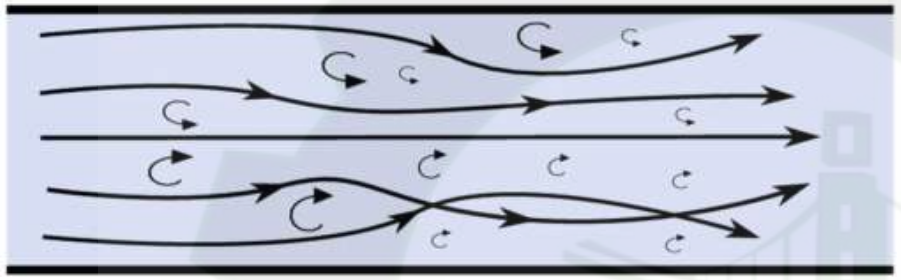
$$E_1 = E_2 + h_L$$

$$h_1 - h_2 = hL$$

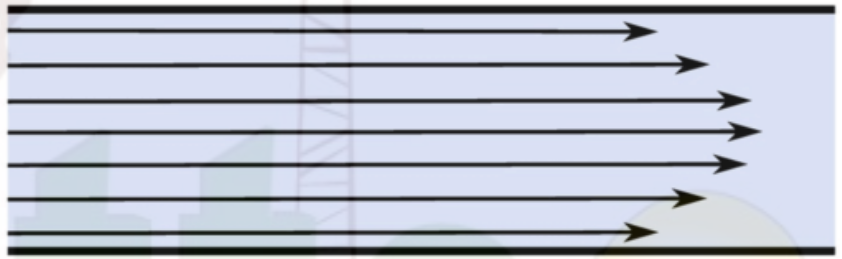
من باب العلم , الإحتكاك موجود **لكي** يتغلب على لزوجة المائع و خشونة الأنبوب

- We can **divide** Flow for two types :

turbulent flow



laminar flow



- Its depends on **Reynolds number**

$$Re = \frac{\rho V D}{\mu}$$

Density of fluid

Velocity of fluid

Diameter of pipe

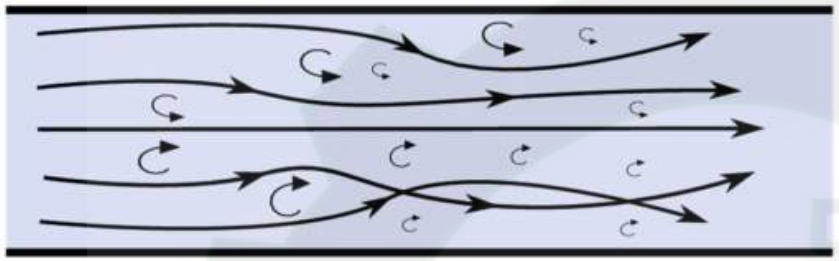
Reynolds Number

Dynamic Viscosity of fluid

< 2000	Laminar flow
$2000 - 4000$	Transition flow
> 4000	Turbulent flow

اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية

turbulent flow



$$h_{L\ tho} = \frac{f * L * v^2}{2 * D * g}$$

الفواقد في الطاقة تتناسب مع **مربع السرعة** وهي مهة جدا

معظم الحالات يكون **لهذا النوع** من التدفق

- f is the **Darcy** friction factor

➢ **Function** of the **flow Re #**

خصائص المائع , سريع أو بطئ وكلما كان المائع سريع كلما كان الإحتكاك أكبر

➢ **Function** of the pipe relative **roughness** :

لها النصيب الأكبر في التأثيروهي تمثل الخشونة أو النتوئات

$$hL_{tho} = \frac{32 * \mu * L * v}{\rho * g * D^2}$$

الفواقد في الطاقة تتناسب مع السرعة

$$f = \frac{64}{Re}$$ ← **من باب العلم**

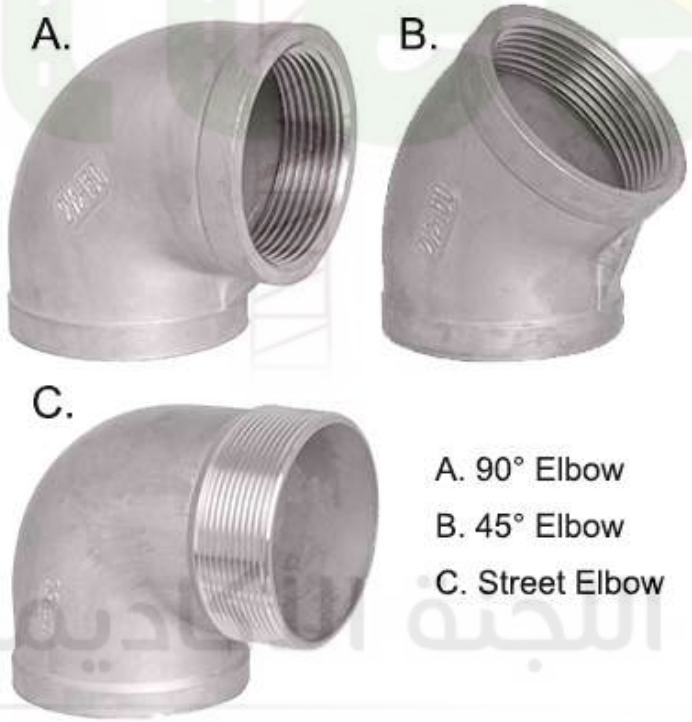
لو قمنا برسم الرسمة ما بين الفواقد في الطاقة والسرعة وكان الخط مستقيم إذن يمكننا معرفة **نوع التدفق**

هنا لا يوجد فواقد بسبب الخشونة لأنه **نفترض** أننا نتعامل مع أنبوب **جدا جدا أملس** وهذا فرض وليس واقعي و تكون السرعة قليلة جدا .

اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية

- The general form of the energy loss (hL) from **pipe bends or fittings** (valves for example)

عند التعامل مع الأنابيب نجد بعض المدخلات والتي يكون لها عملها المهم في الأنبوب , مثل المحبس والذي ينظم حركة التدفق أو تغير إتجاه التدفق وبالتالي التأثير على الفواقد في الطاقة



$$hL = \frac{K * v^2}{2g}$$

- where **K** is the **energy loss factor** that **depends** on the **bend angle** and **radius of bending .**

$$hL = \frac{K * v^2}{2g}$$

لو قمنا برسم رسمة بيانية , المحور السيني هو مربع السرعة والمحور الصادي هو الفواقد في الطاقة سيكون الميل هو **المتبقي في المعادلة**

Slope

اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية

ماذا ستفعل فى المختبر ؟

الخطوة الأولى : تسجيل القراءات , الحجم والزمن والإنتباه ل الوحدات

الخطوة الثانية : تسجيل قراءة الضغط الستاتيكي عند النقطة الأولى والنقطة الثانية

$$\frac{P}{\rho * g}$$

الخطوة الثالثة : **تحويل الوحدات** وهي جدا جدا مهمة

اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية

الرموز التي سوف تستخدمها في التجربة	الوحدة المعطاه	الوحدة المطلوبة	طريقة التحويل
Volume	L	m^3	/1000
Time	sec	sec	لا تعمل شئ
$\frac{P}{\rho * g}$	mm	m	/1000

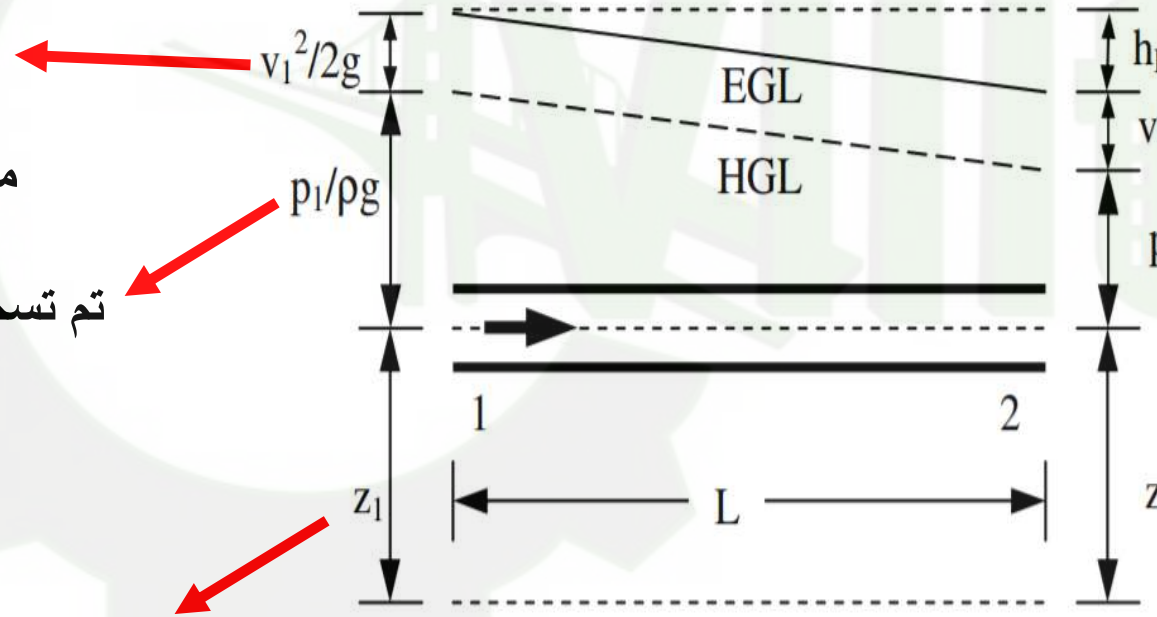
اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية

$$Q = \frac{Volume}{time} \quad (\frac{m^3}{s}) \quad \text{then} \quad Velocity = \frac{Q}{Area} \quad (\frac{m}{s})$$

السرعة تم حسبها فقط
علينا أن نطبق القانون
وكما قلنا أن السرعة
متساوية عند النقطتين

h_1 تم تسجيله في القراءات

الإرتفاع لا يهم



$$h_1 - h_2 = hL$$

السرعة تم حسبها فقط
علينا أن نطبق القانون
وكما قلنا أن السرعة
متساوية عند النقطتين

تم تسجيله في القراءات h_2

الإرتفاع لا يهم

اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية

معطى

$$h_{L\ tho} = \frac{f * L * v^2}{2 * D * g}$$

تم حسابها سابقا

تم حسابها سابقا

معطى

9.81

- $we\ want\ to\ find\ f$

$h_L\ unit\ is\ (m)$

$$h_L = \frac{K * v^2}{2g}$$

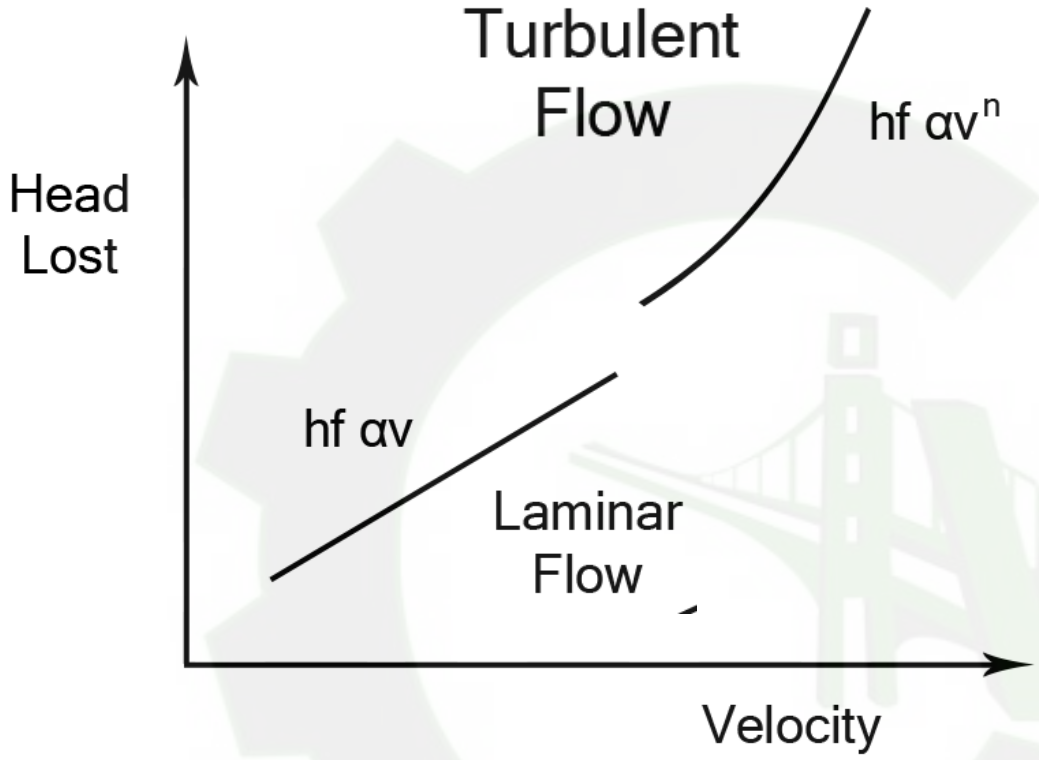
تم حسابها سابقا

تم حسابها سابقا

9.81

- $we\ want\ to\ find\ K$

اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية



تم حسابها سابقا

معطى

$$Re = \frac{VD}{\mu}$$

10^{-6}

المطلوب الأخير في التقرير هو رسم الرسمة بين الفواقد في الطاقة والسرعة ومن طريقة توزع النقاط يتبين لنا نوع التدفق

اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية

- **Q.** The Darcy friction factor f is **function** of Re# only in **(laminar flow).**

- $Q.hL\ effected\ by\ the\ type\ of\ material$ **(turbulent flow).**

- **Q . The value of head losses in smooth material (less than) rough material**

- **Q. If the pipe internal surface is rough and the flow has high velocity then the flow is said to be (turbulent flow)**

اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية

- Q. $h_L \alpha V^2$ for **(turbulent flow)** while $h_L \alpha V$ for **(laminar flow)** .

- **Q.** if $v = 2v$ **then** $h_L \alpha 4V^2$ **in (turbulent flow) .**

- **Q.** $h_L \alpha$ length of pipe and $\alpha \frac{1}{d^2}$ **(in laminar flow) .**

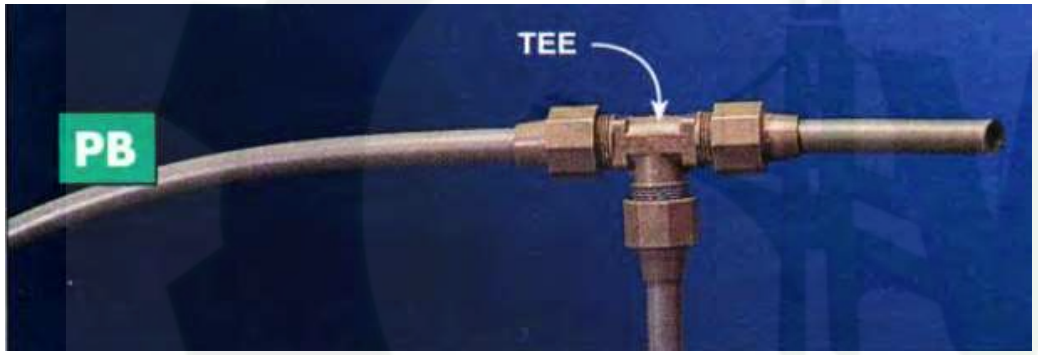
- **Q.** $f \alpha \frac{1}{Re}$ **?** **Correct**

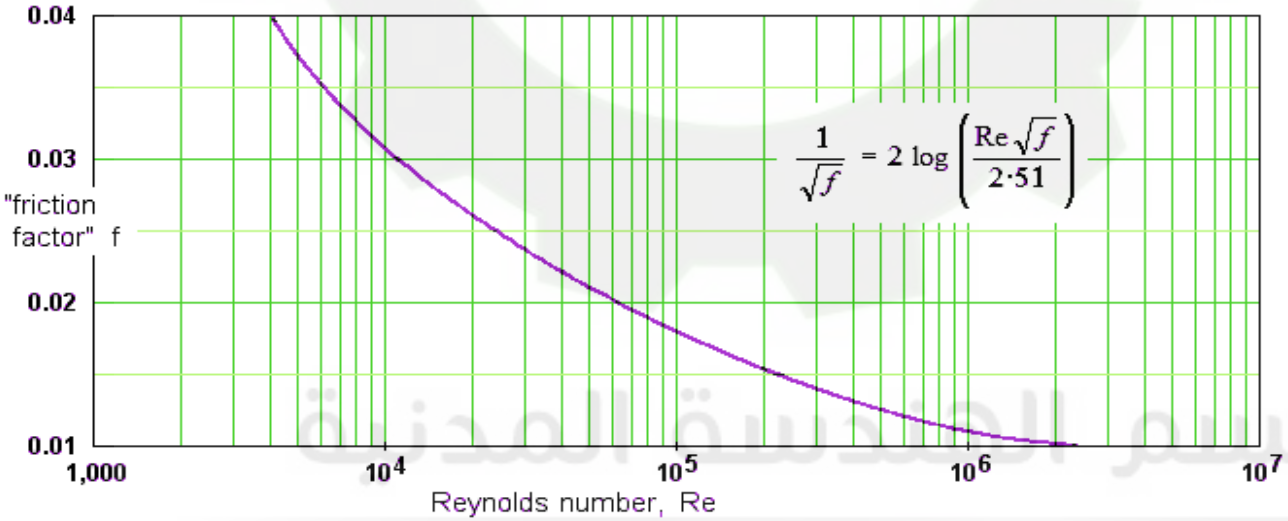
- **Q(Years). For turbulent flow in pressurized pipe , if the flow rate 50% reduced then head loss is (reduced 4 times)**

اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية

- **بعض الملاحظات التي قد تطرأ على الشيت ووضعتها من باب الإحتياط .**

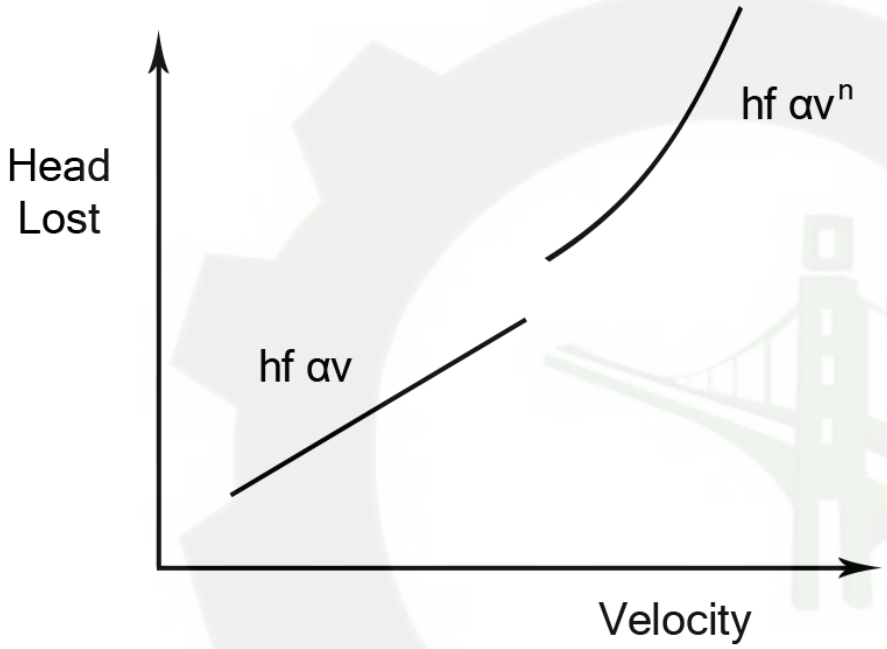
قد يطلب منك تعبئة الجدول أكثر من مرة وكل جدول خاص ب نوع معين من الأنابيب





هذه الرسمة قد طُلب رسمها في **التقارير السابقه**

اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية



قد يطلب منك أن ترسم هذه الرسمة **ل أكثر من أنبوب** مثل ما قد فعل في التقارير السابقه

اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية

❑**Q(Years).** In the friction loss experiment , the **diameter** of horizontal PVC pipe in 2.5cm and three pressure tappings (manometers) are connected to the surface of the pipe with the water level in each one of them is equal 20 ,15 and 5 cm respectively .

The **distance** between tapping 1 and 2 is 1.25m and tapping 2 and 3 are only separated by a valve . Assuming that the **friction factor** in the pipe is equal to 0.01 and that kinematic **viscosity** is equal to $10^{-6}\frac{m^2}{s}$

Find the following :

1- The **velocity** of water in pipe

2- the **pressure** loss between point 1 and point 2

3- if the flow is laminar or turbulent ?

4- the loss coefficient of the **valve** (k)

5- if the pipe is replaced with a cast iron pipe with the same diameter and a **friction factor 0.02** what would the water level be in tapping 2 ?

$$\boldsymbol{h_{L\ tho} = \frac{f * L * v^2}{2 * D * g}} \qquad V^2 = \frac{2 * D * g * hL}{f * L} = \frac{2 * 0.025 * (0.20 - 0.15) * 9.81}{0.01 * 1.25}$$

الفرع الأول $\boldsymbol{V = 1.40}$

الفرع الثانى $(P_1 - P_2) * \gamma = (0.20 - 0.15) * 9810 = \mathbf{490.5}$

الفرع الثالث $\boldsymbol{Re = \frac{VD}{\mu} = \frac{1.40 * 0.025}{10^{-6}} = 35000}$ **So its turbulent Flow**

اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية

$$hL = \frac{\boldsymbol{K} * v^2}{2g}$$

$$K = \frac{2 * g * hL}{V^2} = \frac{2 * 9.81 * (0.15 - 0.05)}{(1.40)^2}$$

$K = 1$ **الفرع الرابع**

$$(1.40)^2 = \frac{2 * 0.025 * (0.20 - X) * 9.81}{0.01 * 1.25}$$

$\boldsymbol{X = 10.01}$ **الفرع الخامس**

اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية

❑**Q(Years).** Horizontal pipe has **diameter** of 12 cm discharges flow $180\ \frac{L}{min}$. The pipe **friction factor f is 0.025** , if the pipe total **length** is 50 cm and 90° bend in the middle , calculate the bend loss coefficient K assuming the **total head drops 2m** along the pipe length ?

$$h_L = Major\ Loss + Minor\ Loss$$

$$\boldsymbol{Q_{act}} = \frac{\mathbf{180 * 10^{-3}}}{\mathbf{60}} = \mathbf{3 * 10^{-3}}$$

$$V = \frac{\mathbf{3 * 10^{-3}}}{\frac{\pi}{4}(0.12)^2} = 0.265$$

$$2 = \frac{\boldsymbol{f} * L * \boldsymbol{v^2}}{2 * D * g} + \frac{K * v^2}{2g}$$

$$2 = \frac{\mathbf{0.025} * 0.5 * (0.265)^{\mathbf{2}}}{2 * 0.12 * 9.81} + \frac{K * (0.265)^2}{2 * 9.81}$$

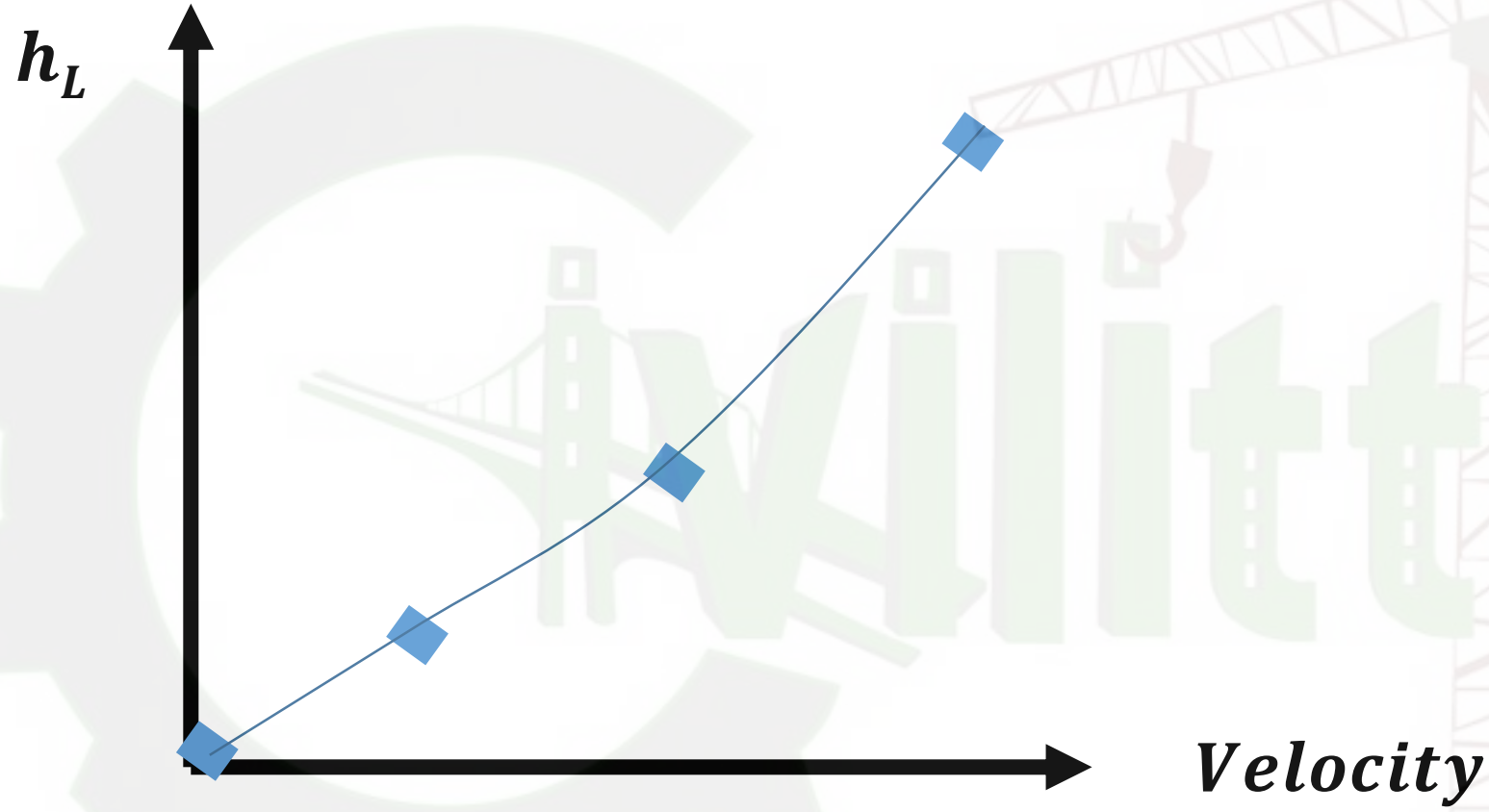
$$K = 558.67$$

❑**Q(Years).** The following table shows experimental results for a pipe velocity and its associated head loss .

What type of flow exists and justify your answer ?

Velocity ($\frac{m}{s}$)	0	1	2	3
h_L (m)	0	0.2	0.8	1.8

اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية



Flow is turbulent , not linear between velocity and h_L

❑**Q(Years) .** For turbulent flow in a pipe of constant diameter , if the flow rate is doubled , the head loss becomes ?

Ans. **4 times greater**

❑**Q(Years) .** The flow in pressurized pipe always moves from the point of the ?

Ans. Highest energy

اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية

❑**Q(Years).** Straight horizontal pipe has diameter of 6 cm that discharges flow of 424 $\frac{L}{min}$, the differential pressure between two points that are 15m apart is 19.62kPa , calculate the friction factor and the Reynolds number ?

$$\boldsymbol{Q_{act} = \frac{424 * 10^{-3}}{60} = 7.06 * 10^{-3}}$$

$$V = \frac{\mathbf{7.06 * 10^{-3}}}{\frac{\pi}{4}(0.06)^2} = 2.496$$

$$\boldsymbol{Re = \frac{2.496 * 0.06}{1 * 10^{-6}} = 149400}$$

1	kPa
0.10199773339984	meter of head

$$2 = \frac{\boldsymbol{f} * 15 * \mathbf{2.496^2}}{2 * 0.06 * 9.81}$$

$$\boldsymbol{f = 0.025}$$

اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية