

1,50

VIP

Fluid

ثانية مدني

سكشن
رقم { 9, 10 }



Sec (9)

Time & length (Mass) - قياسات أساسية (1)

Force & acceleration & velocity - قياسات مشتقة (2)

الكميات المشتقة من الكميات الأساسية

length $\rightarrow L$

Time $\rightarrow T$

Mass $\rightarrow M$

$$\text{velocity} = \frac{\text{length}}{\text{Time}} = \frac{m}{\text{sec}} = \frac{L}{T} = LT^{-1}$$

$$a = \frac{\text{length}}{\text{Time}^2} = \frac{m}{\text{sec}^2} = \frac{L}{T^2} = LT^{-2}$$

$$F = m \cdot a = \text{kg} \cdot \frac{m}{\text{sec}^2} = M \cdot \frac{L}{T^2} = MLT^{-2}$$

$$p = \frac{F}{A} = \frac{MLT^{-2}}{L^2} = ML^{-1}T^{-2}$$

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{M}{L^3} = ML^{-3}$$

$$\mu = \frac{g \cdot m}{\text{cm} \cdot \text{sec}} = ML^{-1}T^{-1}$$

$$\nu = \frac{\mu}{\rho} = \frac{ML^{-1}T^{-1}}{ML^{-3}} = L^2T^{-1}$$

Roly

$$x = v_0 t + \frac{1}{2} g t^2$$

length

$$\text{length} = \frac{m}{\cancel{\text{sec}}} \cdot \cancel{\text{sec}} + \frac{1}{2} \frac{M}{\cancel{\text{sec}^2}} \cdot \cancel{\text{sec}^2}$$

hypothesis :-

$$x = \phi(w, g, t)$$

$$M^0 T^0 L^1 = (M L T^{-2})^a (L T^{-2})^b (T)^c$$

الخطوة الأولى

1 ← step 1

from (M) :- $0 = a + 0 + 0 \rightarrow \boxed{a=0}$

from (L) :- $1 = a + b + 0 \rightarrow \boxed{b=1}$

from (T) :- $0 = -2a - 2b + c \rightarrow \boxed{c=2}$

$$x = \text{Constant } w^a g^b t^c$$

$$x = C w^0 g^1 t^2$$

الخطوة الثانية

$$x = C g t^2$$

الخطوة الثالثة

$$\boxed{x = \frac{1}{2} g t^2}$$

$$\frac{M}{\cancel{\text{sec}^2}} = \frac{M}{\cancel{\text{sec}^2}} = \frac{M}{\cancel{\text{sec}^2}} = g$$

$$\frac{L}{\cancel{\text{sec}^2}} = \frac{L}{\cancel{\text{sec}^2}} = \frac{L}{\cancel{\text{sec}^2}} = g$$

$$\frac{L}{\cancel{\text{sec}^2}} = \frac{L}{\cancel{\text{sec}^2}} = \frac{L}{\cancel{\text{sec}^2}} = g$$

$$Q = \frac{\text{Volume}}{\text{Time}} = \frac{L^3}{T} = L^3 T^{-1}$$

$$M^0 L^3 T^{-1} = (d)^a (P)^b (\Delta P)^c$$

$$M^0 L^3 T^{-1} = L^a (ML^{-3})^b (ML^{-1}T^{-2})^c$$

$$\Delta P = \frac{m \cdot a}{A} = \frac{M \cdot L T^{-2}}{L^2}$$

$$\text{for } (M): 0 = b + c \quad \text{--- (1)}$$

$$\text{for } (L): 3 = a - 3b - c \quad \text{--- (2)}$$

$$\text{for } (T): -1 = -2c \quad \text{--- (3)}$$

$$c = \frac{1}{2}$$

$$b = -\frac{11}{2}$$

$$a = 2$$

$$Q = d^2 P^{\frac{1}{2}} \Delta P^{\frac{1}{2}}$$

$$Q = C \frac{d^2 \sqrt{\Delta P}}{\sqrt{\rho}}$$

$$Q = C \frac{d^2 \sqrt{\Delta P}}{\sqrt{\rho}} \quad \text{--- (1)}$$

$$Q = C \frac{d^2 \sqrt{\Delta P}}{\sqrt{\rho}} \quad \text{--- (2)}$$

$$Q = C \frac{d^2 \sqrt{\Delta P}}{\sqrt{\rho}} \quad \text{--- (3)}$$

$$Q = C \frac{d^2 \sqrt{\Delta P}}{\sqrt{\rho}} \quad \text{--- (4)}$$

2. PI theory

Sheet: Ex: 10

Prove: (a, b) \rightarrow D

$$F = \rho L^2 V^2 \phi \left[\frac{VL}{\nu}, \frac{V^2}{gl} \right]$$

الطوائف

1. أجب كل التغيرات - في الحقيقة واحدة

$$\phi [F, \rho, L, V, \nu, g] = 0$$

2. بعد عدد المتغيرات (m)

$$m = \text{No. of Var.} = 6$$

3. نترجم جميع الوحدات الثانوية إلى الوحدات الأساسية (M, L, T).

F	ρ	L	V	ν	g
MLT^{-2}	ML^{-3}	L	LT^{-1}	L^2T^{-1}	LT^{-2}

عدد الزمات الأساسية $Y = 3$

- M
- L
- T

4. اختار أقل وحدات احتواء على T, L, M

5. (Basic dimension) لكل

① → Geometry → L, h, w, D

Length height width diameter

② → flow → V, a, Q

velocity acceleration discharge

③ → Fluid → F, ρ , μ

force الكتلة اللزوجة

(5) - No. of $\pi = \text{عدد المتغيرات (m)} - \text{عدد الأساسيات (r)} = 9 - 6 = 3$
 $\Rightarrow \pi = 6 - 3 = 3$

(6) - نكتب معادلة لكل (π) من الـ (3)

$\Rightarrow \pi_1 = L^a \cdot V^b \cdot \rho^c \cdot F^{(-1)}$ نأخذ الـ (2) متغيرات ألك اختارناهم من الطريقة (5)

$\Rightarrow \pi_2 = L^a \cdot V^b \cdot \rho^c \cdot g^{(-1)}$ ونأخذهم ألكهم مع (π_1) ومعاهم ألك المتغيرات المتبقية (F و g و ρ)

$\Rightarrow \pi_3 = L^a \cdot V^b \cdot \rho^c \cdot \gamma^{(-1)}$ وكذلك مع (π_2) ومع (π_3)

$$\pi_1 = L^a \cdot V^b \cdot \rho^c \cdot F^{-1}$$

$$M^0 L^0 T^0 = L^a \cdot (LT^{-1})^b \cdot (ML^{-3})^c \cdot (M \cdot L \cdot T^{-2})^{-1}$$

for (M): $0 = c - 1 \Rightarrow \boxed{c = 1}$

for (L): $0 = a + b - 3c - 1 \Rightarrow \boxed{a = 2}$

for (T): $0 = -b + 2 \Rightarrow \boxed{b = 2}$

$\pi_1 = \frac{L^2 V^2 \rho}{F}$

$\pi_2 = \frac{VL}{\gamma}$

$\pi_3 = \frac{V^2}{Lg}$

$\phi(\pi_1, \pi_2, \pi_3) = 0$

$\phi\left(\frac{L^2 V^2 \rho}{F}, \frac{VL}{\gamma}, \frac{V^2}{Lg}\right) = 0$

$\frac{L^2 V^2 \rho}{F} \phi\left[\frac{VL}{\gamma}, \frac{V^2}{Lg}\right] = 0$

نأخذ الجزء ألك فيه المتغيرات الموجودة في المعادلة ونظفها خارجة ألك (ϕ)

$$\frac{L^2 V^2 \rho}{f} \phi \left[\frac{VL}{\nu}, \frac{V^2}{Lg} \right] = 0 \quad (2)$$

نفس ال (F) الثانية (F) ... (3)

$$L^2 V^2 \rho \phi \left[\frac{VL}{\nu}, \frac{V^2}{Lg} \right] = f$$

Note $Q = \phi(\theta, H, \nu, g)$

$$3. \phi(Q, \theta, H, \nu, g) = 0 \quad m=5$$

$$3. Q \begin{Bmatrix} \theta \\ H \\ \nu \\ g \end{Bmatrix} = \pi$$

$$3. r=3 \begin{cases} M \rightarrow H \\ L \rightarrow H \\ T \rightarrow g \end{cases}$$

نخرج المتغير أي متغير يمكن أن يعبر عن (M) مثل :-

$$\nu = \frac{M}{\rho} = \frac{ML^{-1}T^{-1}}{\rho}$$

إذاً نزيل (L) ونضع مكانها (M) و (ρ)

$$\Rightarrow \phi(Q, \theta, H, g, M, \rho) = 0 \quad m=6$$

$$4. \text{No. of } \pi = m - r = 6 - 3 = 3$$

$$\sigma = \begin{bmatrix} \nu & \nu \\ 1 & 1 \end{bmatrix}$$

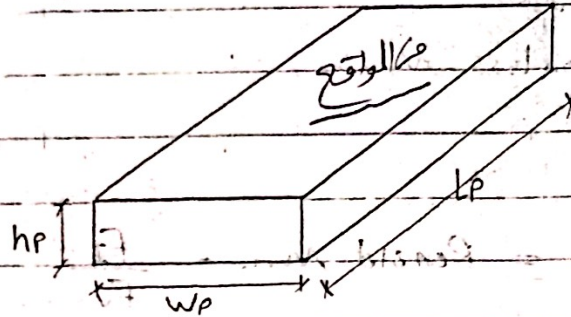
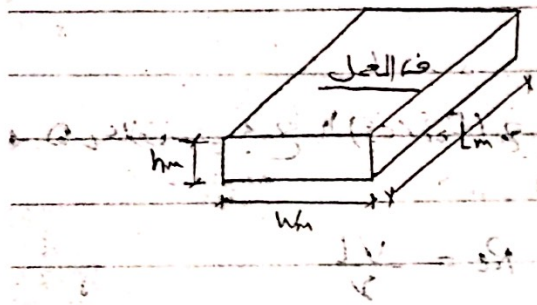
Sec (10)

لأنه عندنا مشروعات كبيرة في فعلها نحتاج معرفة من العمل واجراء القارب عليها.

Types of similitude :-

- ① geometry.
- ② Kinematic.
- ③ Dynamic (forces).

① geometry : لو عمل نموذج لشروع حجم $100 \times 100 \times 100$ \leftrightarrow $1 \times 1 \times 1$ (geometry similitude)



$$\frac{L_m}{L_p} = \frac{h_m}{h_p} = \frac{w_m}{w_p}$$

② kinematic : لنفكر في سرعة الجريان (سرعة الماء في مجرى ما) :

$$\Rightarrow V = \frac{L}{T} = \frac{L_m/T_m}{L_p/T_p} = \frac{L_r^2}{T_r}$$

$$\Rightarrow a = \frac{L}{T^2} = \frac{L_m/T_m^2}{L_p/T_p^2} = \frac{L_r}{T_r^2}$$

$$\Rightarrow Q = \frac{L^3}{T} = \frac{L_m^3/T_m}{L_p^3/T_p} = \frac{L_r^3}{T_r}$$

①

③ Dynamic (Forcen) =

Types of forces:-

$$F_I = \text{inertia force} = m \cdot a$$

$$F_p = \text{pressure force} = \Delta P \cdot A$$

$$F_g = \text{gravity force} = m \cdot g$$

$$F_e = \text{Elasticity force} = E \cdot A$$

$$F_T = \text{surface Tension} = \sigma \cdot L$$

$$F_v = \text{viscosity force} = \mu \frac{dv}{dy} \cdot A$$

Dimensionless Numbers:-

$$Re = \text{Renold Num} = \frac{F_I}{F_v}$$

$$Re = \frac{VL}{\nu}$$

$$Fr = \text{Froude Num} = \frac{F_I}{F_g} = \frac{V}{\sqrt{gL}}$$

$$Eu = \text{Euler Num} = \frac{F_I}{F_p} = \frac{V}{\sqrt{\frac{\Delta P}{\rho}}}$$

$$Co = \text{Coashy Num} = \frac{F_I}{F_e} = \frac{V^2}{E}$$

prove :- $\Delta P = C \rho V^2 \left(\frac{V L}{E} + \frac{V^2}{E} \right)$

$\frac{V L}{E} \rightarrow \text{Reynolds number}$
 $\frac{V^2}{E} \rightarrow \text{Coefficient}$

- 1) $\phi \left(\frac{\Delta P}{\rho V^2}, \frac{L}{D} \right) = 0$ (مجموعة المتغيرات كلها)
- 2) عدد ديموند $m = 6$
- 3) $M, L, T : r = 3$
- 4) $\pi \text{ عدد} : \pi = m - r$

(1) $\frac{\Delta P}{\rho V^2} = f \left(\frac{L}{D} \right)$

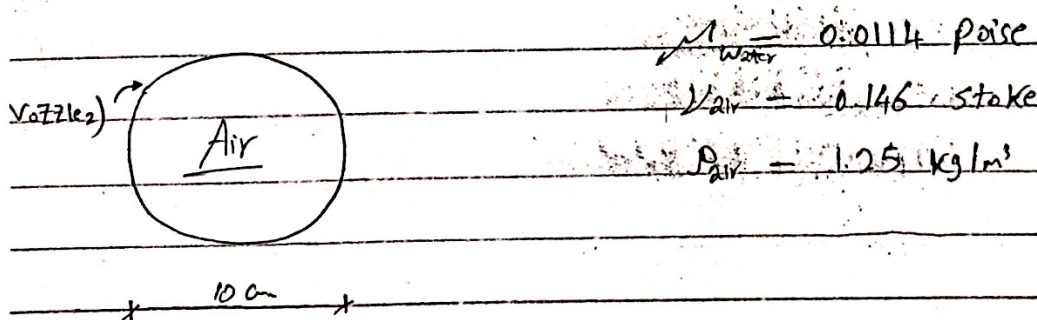
المعادلة (1) هي المعادلة الأساسية

الجزء الثاني :- عملنا تجربة على ماسنورة داخل (Water) وطلع نتائج



النتائج عبارة عن علاقة بين ΔP و Q عندما يكون السائل ماء والقطر (2.5).
 علاقة بين ΔP و Q عندما يكون القطر 10، داخل (Nozzle) هو (دون عدل التجارب).

ΔP	0.775	2.1	3.25	4.32	5.70	6.5
Q (L/s)	2.32	3.29	4.02	4.65	5.2	5.69



3

الفكرة الأساسية من ال (Similarity) في التساوي بين الفودجين

$$Re_w = Re_a$$

ضيف ال (d) في الطرفين

$$Q_w \left(\frac{V_w L_w}{\nu_w} \frac{dw}{dw} \right) = \frac{V_a^2 L_a}{\nu_a} \frac{da}{da} \quad (d) \text{ في (similarity)}$$

$$\frac{Q_w}{L_w dw} = \frac{Q_a}{L_a da}$$

$$\rightarrow Q_a = \frac{V_a^2 da}{L_a} \frac{Q_w}{V_w dw} \quad \left\{ \begin{array}{l} da = 10 \text{ cm} \\ dw = 25 \text{ cm} \end{array} \right.$$

$$\nu_w = \frac{\mu_w}{\rho_w} = \dots$$

$$\dots = \pi \dots$$

$$Q_a = \dots Q_w$$

علاقة بين ال (Qa) وال (Qw)

من غير ال (air) ...

$$\dots = \dots$$

$$Q_a = 51.2 Q_w$$

$$\text{Stoke} = \frac{\text{cm}^2}{\text{sec}} \quad \text{poise} = \frac{\text{gm}}{\text{cm} \cdot \text{sec}}$$

$$\dots \text{ poise} = \dots$$

$$\dots \text{ stoke} = \dots$$

$$\frac{V_w^2 \rho_w}{\Delta P_w} = \frac{V_a^2 \rho_a}{\Delta P_a}$$

$$V = \frac{Q}{A \cdot d^2}$$

$$V^2 = \frac{Q^2}{d^4}$$

$$\frac{Q_w^2 \rho_w}{\Delta P_w d_w^4} = \frac{Q_a^2 \rho_a}{\Delta P_a d_a^4}$$

$$\Rightarrow \Delta P_a = \left(\frac{d_w}{d_a} \right)^4 \left(\frac{\rho_a}{\rho_w} \right) \left(\frac{Q_a}{Q_w} \right)^2 \Delta P_w$$

$$\rho_a = 1.25 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho_w = 1$$

$$Q_a = 51.2 Q_w$$

$$d_w = 2.5 \text{ cm}$$

$$d_a = 10 \text{ cm}$$

$$\Delta P_a = 0.128 \Delta P_w$$

علاقة بين ΔP_a و ΔP_w

دون اجراء تجارب اخرى

أظهرت طرقة عمل جدول تبين فيه قيم (Q_{air}) و (ΔP_{air}) البديعة.