1 Enlist Fluid Properties of liquid.

તરલના ગુણધર્મો સમજાવો.

(1) ઘનતા
(2) વિશિષ્ટ વજન
(3) વિશિષ્ટ કદ
(4) વિશિષ્ટ ઘનતા
(5) પૃષ્ઠતાણ
(6) કોહેઝન અને એડહેઝન
(7) કેશાકર્ષણ
(8) સ્નિગ્ધતા
(9) સ્થિતિસ્થાપકતાનો કદમાન આંક
(10) દબનીયતા
(11) વરાળનું દબાણ

→ (1) ઘનતા: $= \dfrac{\text{કુલ દળ (mass)}}{\text{કદ (volume)}}$

$\rho = m/V$ ઘનતાનો એકમ kg/m³ છે

પાણીની ઘનતા 1000 kg/m³ છે.

→ (2) વિશિષ્ટ વજન એટલે વજન ઘનતા.

→ ફ્લુઈડના વજન અને કદના ગુણોત્તર ને વજન ઘનતા કહે છે.

વજન ઘનતા : $\dfrac{\text{ફ્લુઈડનું વજન}}{\text{કદ}}$

w = વજન ઘનતા
W = વજન (N)
V = કદ (m³)

$w = \dfrac{W}{\ldots}$

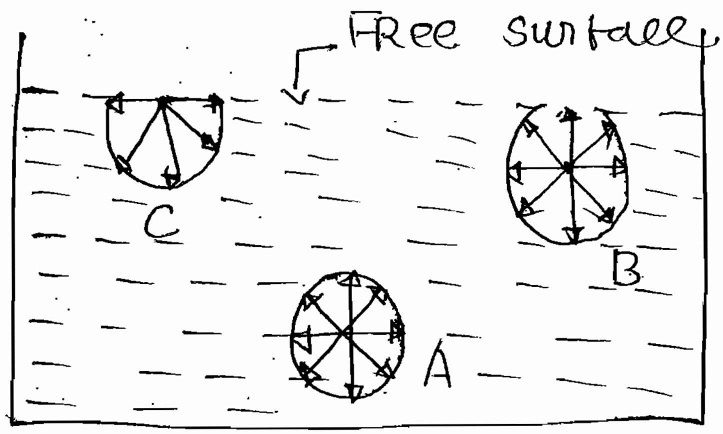
પ્રવાહીની સપાટી પર એકમ લંબાઈમાં લાગતા ખેંચાણ બળ ને "પૃષ્ઠતાણ" કહે છે.

→ પૃષ્ઠ એટલે સપાટી.

→ પૃષ્ઠતાણ એટલે સપાટી પરનું ખેંચાણ

→ પૃષ્ઠતાણ નો એકમ N/m અથવા N/mm છે.

→ તેને σ (sigma) વડે દર્શાવાય છે.



→ આકૃતિ માં ત્રણ અણુઓ A, B, અને C ધારો.

→ અણુ A બધી દિશામાં એકસરખા આકર્ષણ બળ વડે ખેંચાયેલા રહે છે.

→ A નું પરિણામી બળ શૂન્ય થાય છે

→ B ઉપર, ઉપર તરફ અને નીચે તરફ આકર્ષણ બળો લાગે છે.

→ B નું પરિણામી બળ નીચે તરફ લાગે છે.

→ C ઉપર માત્ર નીચે તરફ જ બળ લાગે છે.

→ જેથી મુક્ત સપાટીનો વિસ્તાર સંકોચન પામે છે. આથી મુક્ત સપાટી પર એક પ્રકારનું પડ થાય છે. જેને પૃષ્ઠતાણ કહે છે

બળીય સ્નિગ્ધતા

→ જ્યારે બળની ધ્યાનમાં લઈ પ્રવાહીની સ્નિગ્ધતાનો અભ્યાસ કરવામાં આવે તો તેને ડાયનેમીક વિસ્કોસીટી કહે છે.

→ તેની સંજ્ઞા 'μ' છે.

→ તેનો એકમ $\frac{N.S}{m^2}$ અથવા Pa.s છે.

વેગીય સ્નિગ્ધતા

→ જ્યારે ગતિની ધ્યાનમાં લઈ પ્રવાહીની સ્નિગ્ધતાનો અભ્યાસ કરવામાં આવે તો તેને વેગીય સ્નિગ્ધતા કહે છે.

→ તેની સંજ્ઞા 'ν' છે.

→ તેનો એકમ cm^2/sec (સ્ટોક) છે.

Units of Important Quantities:

1. mass density (ρ) = kg/m^3
   ઘનતા
2. વિશિષ્ટ વજન (ω) = N/m^3, kN/m^3
3. વિશિષ્ટ કદ (V_s) = m^3/kg
4. વિશિષ્ટ ઘનતા = No Unit
5. પૃષ્ઠતાણ (σ) = N/mm, N/m
6. બળીય સ્નિગ્ધતા : (μ) = $N.S/m^2$ or Pa.S
7. વેગીય સ્નિગ્ધતા (ν) = Stoke, cm^2/s
8. Pressure (P) = N/m^2
9. સ્થિતિસ્થાપકતાનો આયતન માપાંક = (K) = N/m^2

૯) જુદા જુદા પ્રકારના દબાણ સમજાવો.

ઓર

③ ⇒ જુદા જુદા દબાણ વચ્ચેનો સંબંધ આકૃતિ દોરીને સમજાવો.

(1) વાતાવરણીય દબાણ

(2) નિરપેક્ષ દબાણ

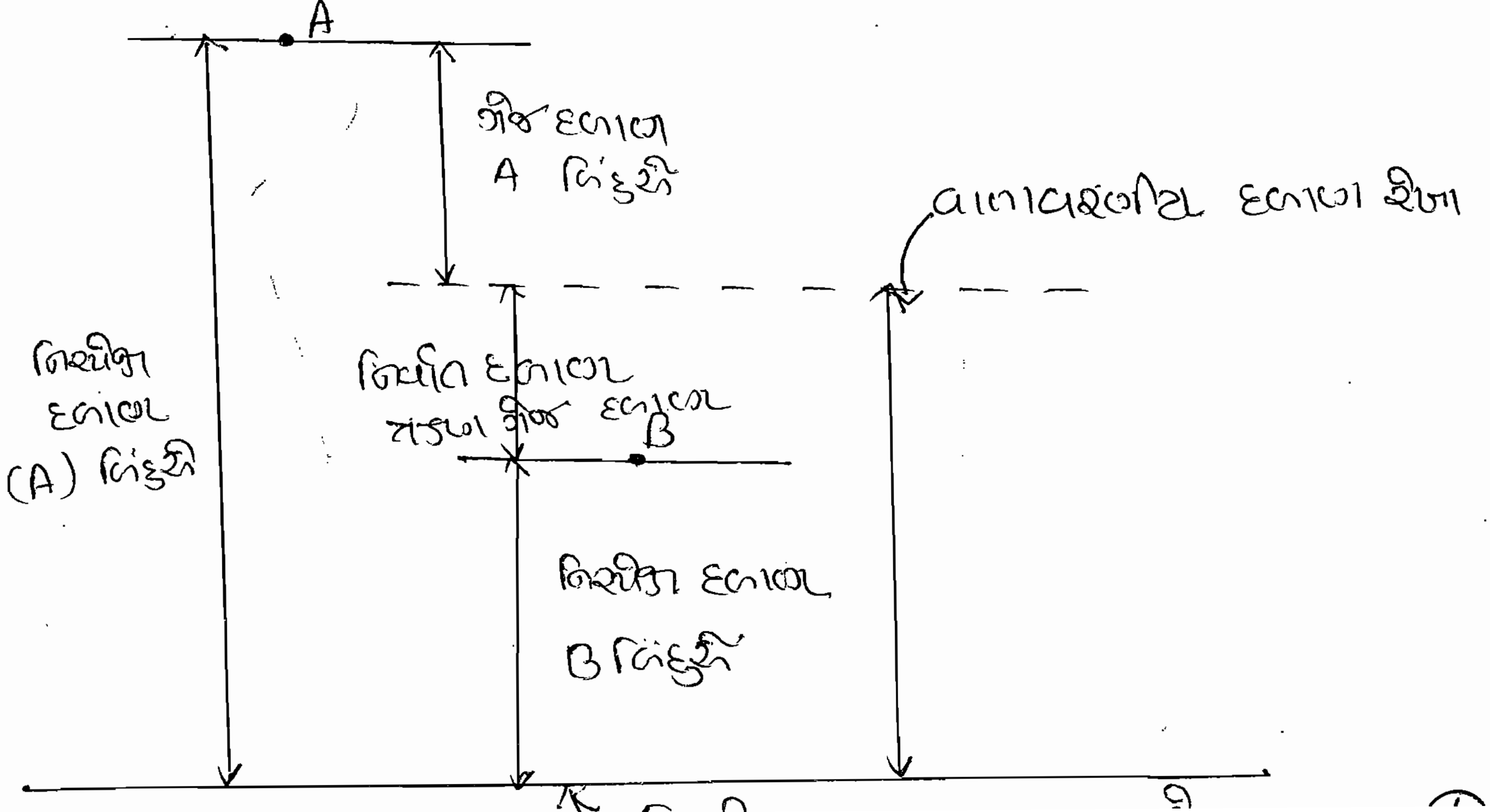
(3) ગેજ દબાણ

(4) નિર્વાત દબાણ

(1) વાતાવરણીય દબાણ: પૃથ્વીની સપાટી પર આવેલું હવાનું પડ, પૃથ્વી પર જે દબાણ કરે છે. તેને વાતાવરણનું દબાણ કહે છે.

→ વાતાવરણનું દબાણ બેરોમીટર વડે મપાય છે.

(2) નિરપેક્ષ દબાણ: જો દબાણ નિરપેક્ષ શૂન્ય દબાણ રેખાના સંદર્ભમાં દર્શાવવામાં આવે તો તેને નિરપેક્ષ દબાણ કહે છે. અથવા સાપેક્ષ દબાણ કહે છે.



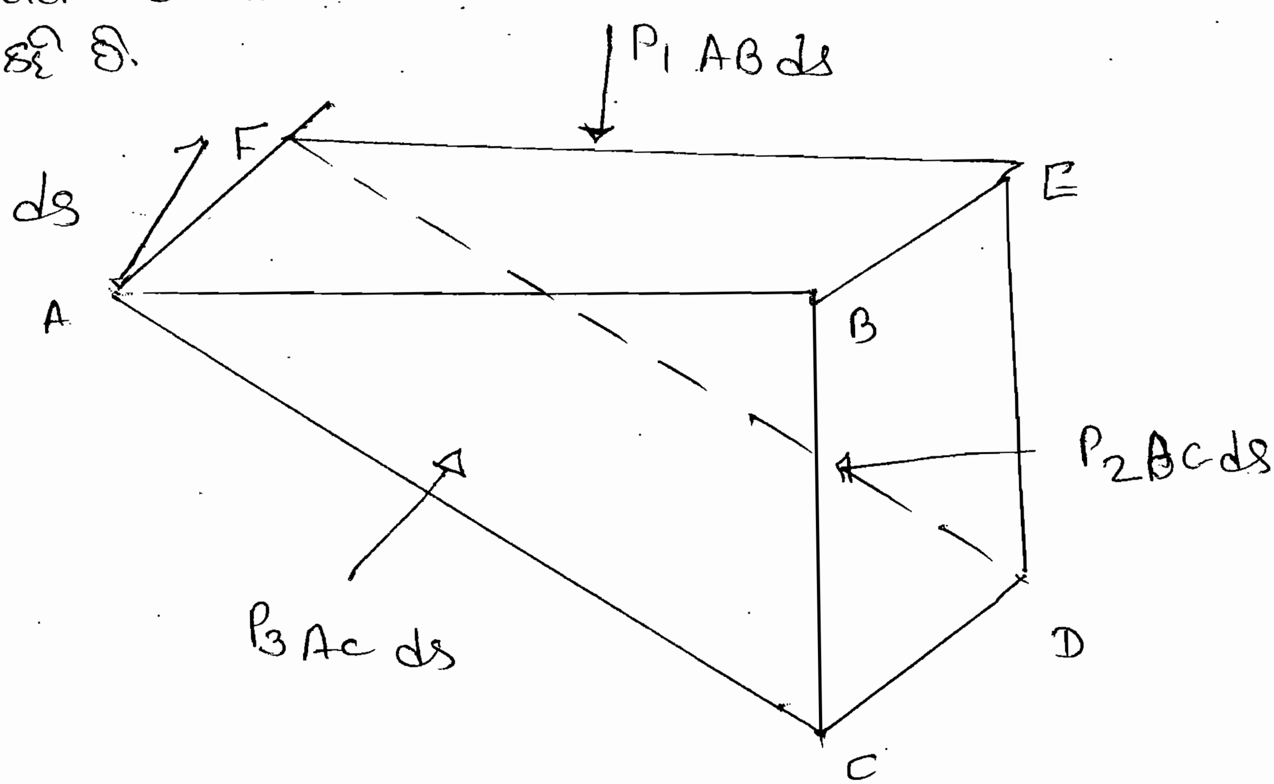
(3) ગેજ દબાણ :- જો દબાણ સ્થાનિક વાતાવરણીય દબાણ રેખાના સંદર્ભથી દર્શાવવામાં આવે તો તેને ગેજ દબાણ કહે છે.

(4) નિર્વાત દબાણ :- જો દબાણ સ્થાનિક વાતાવરણીય દબાણ રેખાના સંદર્ભથી માપવામાં આવે અને તે વાતાવરણીય દબાણ કરતા ઓછું હોય તો તેને નિર્વાત દબાણ કહે છે.

→ તેને ઋણ ગેજ દબાણ પણ કહે છે.

(4) પાસ્કલનો નિયમ સમજાવો:

→ "સ્થિર પ્રવાહીમાં કોઈ પણ બિંદુએ લાગતા દબાણની તીવ્રતા બધી દિશામાં એકસરખી હોય છે." એને પાસ્કલનો નિયમ કહે છે.



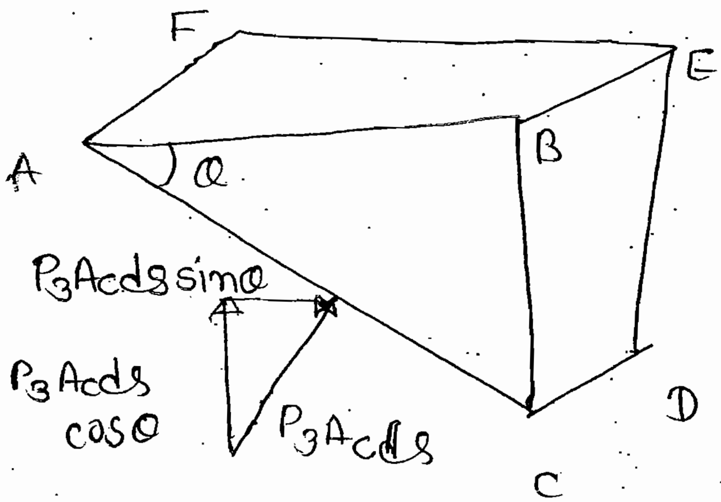
P_1 : પ્રવાહીના ઘટક પર ઉર્ધ્વ દિશામાં લાગતા દબાણની તીવ્રતા

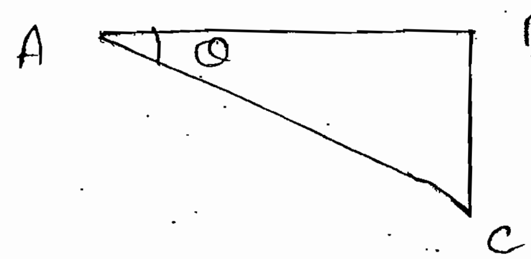
P_2 : પ્રવાહીના ~~ઘટક~~ ઘટક પર આડી દિશામાં લાગતા દબાણની તીવ્રતા

સપાટી ABEF પર લાગતું કુલ બળ $= P_1 AB\, ds$

સપાટી BCDE પર લાગતું કુલ બળ $= P_2 BC\, ds$

સપાટી ACDF પર લાગતું કુલ બળ $= P_3 AC . ds$





$$\therefore \sin\theta = \frac{BC}{AC}$$

$$\boxed{BC = AC \sin\theta}$$

$$\therefore \cos\theta = \frac{AB}{AC}$$

$$\boxed{AB = AC\cos\theta}$$

કુલ આડા બળો સમતોલનમાં $\Sigma H = 0$

$$P_3 \sin\theta . AC\, ds = P_2 BC . ds$$

$$P_3 \sin\theta . AC\, ds = P_2 BC . ds$$

$$P_3 \cancel{BC . ds} = P_2 \cancel{BC\, ds}$$

$$\boxed{P_3 = P_2}$$

કુલ ઊભા બળો સમતોલનમાં $\Sigma V = 0$

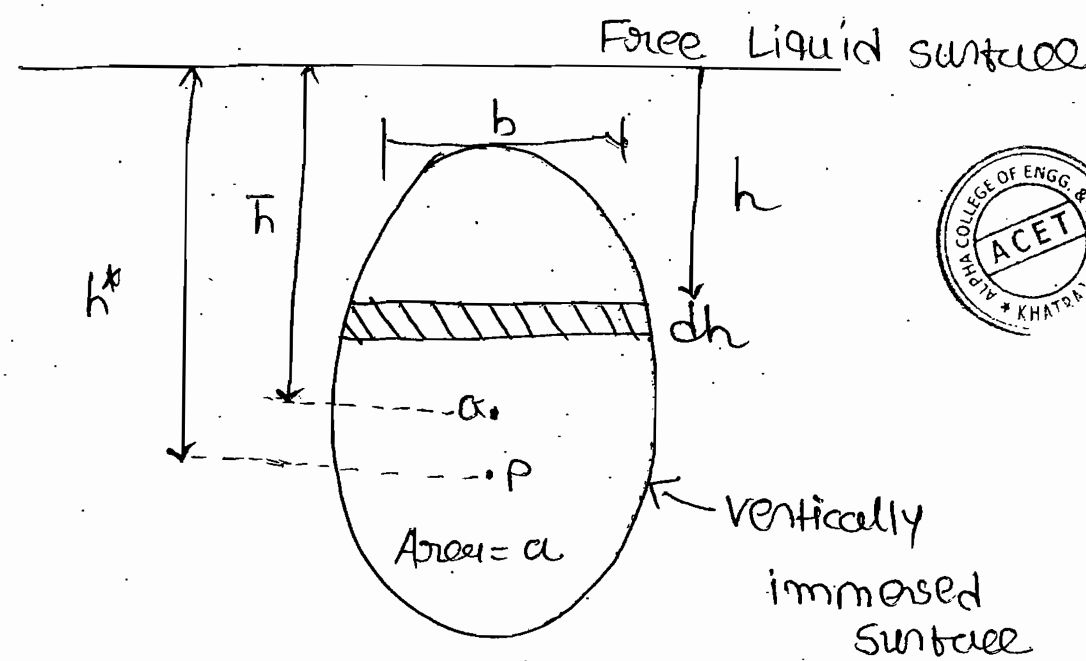
$$P_1 AB\, ds = P_3 \cos\theta . AC . ds$$

$$\boxed{\therefore AC\cos\theta = BC}$$

$$P_1 \cancel{AB\, ds} = P_3 \cancel{AB\, ds}$$

Derive an Equation for Total Pressure and Centre of Pressure for a plane body having Vertically immersed surface.

(પ્રવાહીમાં ઉર્ધ્વ રીતે ડુબાડેલ તકતી માટે કુલ દબાણ અને દાબકેન્દ્ર)



G = સપાટી નું c.g

P = દાબકેન્દ્ર

$\bar{h}$ = પ્રવાહીની મુક્ત સપાટીથી ઉર્ધ્વ સપાટીના c.g નું અંતર

h^* = પ્રવાહીની મુક્ત સપાટીથી દાબકેન્દ્રનું ઉર્ધ્વ અંતર

∴ હવે પ્રવાહીની મુક્ત સપાટીથી h જેટલા ઊંડાઈ એ b જેટલી પહોળાઈ અને dh જાડાઈની પટ્ટી લઈએ.

∴ પટ્ટીનું ક્ષેત્રફળ $= b \times dh$

∴ પટ્ટી પર લાગતું દબાણ, $\therefore p = wh$

$$dF = P \times \text{area of strip}$$
$$= P \times b \times dh$$
$$= wh \times b \times dh$$

વજન ઘનતા N/m³ અ kN/m³

$$W = \frac{W}{V} = \frac{m \cdot g}{V} = \rho \cdot g$$

$$\omega = \rho \cdot g$$

પાણીની વજન ઘનતા $= \omega = \rho \cdot g$

$$= 1000 \times 9.81$$

$$= 9810 \ N/m^3$$

$$= 9.81 \ kN/m^3$$

→ (3) વિશિષ્ટ કદ (Specific Volume) V_s

$$\text{વિશિષ્ટ કદ} = \frac{\text{ફ્લુઇડનું કદ}}{\text{ફ્લુઇડનું દળ}}$$

$$\therefore V_s = \frac{V}{m}$$

$$\therefore V_s = \frac{1}{\rho}$$

$$\therefore \rho = m/V$$

→ વિશિષ્ટ કદની કિંમત m^3/kg છે.

→ (4) વિશિષ્ટ ઘનતા (S):

જે તે પ્રવાહીની ઘનતા અને પાણીની ઘનતાના ગુણોત્તરને "વિશિષ્ટ ઘનતા" કહે છે.

$$\text{વિશિષ્ટ ઘનતા} = \frac{\text{જે તે પ્રવાહીની ઘનતા}}{\text{પાણીની ઘનતા}}$$

પાણી માટે S = 1 અને Mercury માટે S = 13.6

$$F = \int dF$$

$$= \int \omega h \times b \times dh$$

$$= \omega \int h \times b \times dh$$

$$= \omega \int h \times dA$$

$$\boxed{F = \omega A \bar{h}}$$ ---- (i) total Pressure.

To find Centre of Pressure (h^*)

Total Pressure (F), P બિંદુએ લાગે છે.

તેથી, પ્રવાહીની મુક્ત સપાટીથી F નો મોમેન્ટ લેતાં,

$$= F \times h^* \quad \text{------ (ii)}$$

સ્ટ્રીપ ઉપર dF બળ લાગે છે.

$$= dF \times h$$

$$= \omega h \times b \times dh \times h$$

પ્રવાહીની મુક્ત સપાટીથી આવા બધા જ બળોની મોમેન્ટ સરવાળો

$$= \int \omega h \times b \times dh \times h$$

$$= \omega \int b \cdot h^2 \cdot dh \qquad \therefore b \times dh = dA$$

$$= \omega \int h^2 \cdot dA$$

પરંતુ $\int h^2 \cdot dA = \int b \cdot h^2 \cdot dh$ = પ્રવાહીની મુક્ત સપાટી સાપેક્ષ ~~મોમેન્ટ~~ મોમેન્ટ ઓફ ઇનર્શિયા. (I_0)

$\therefore$ કુલ મોમેન્ટ નો સરવાળો $= \omega \cdot I_0$ ---- (iii)

સમીકરણ (ii) અને (iii) સરખાવતાં

$$F \times h^* = \omega \cdot I_0$$

$$h^* = \frac{I_0}{A\bar{h}} \quad \text{------ (iv)}$$

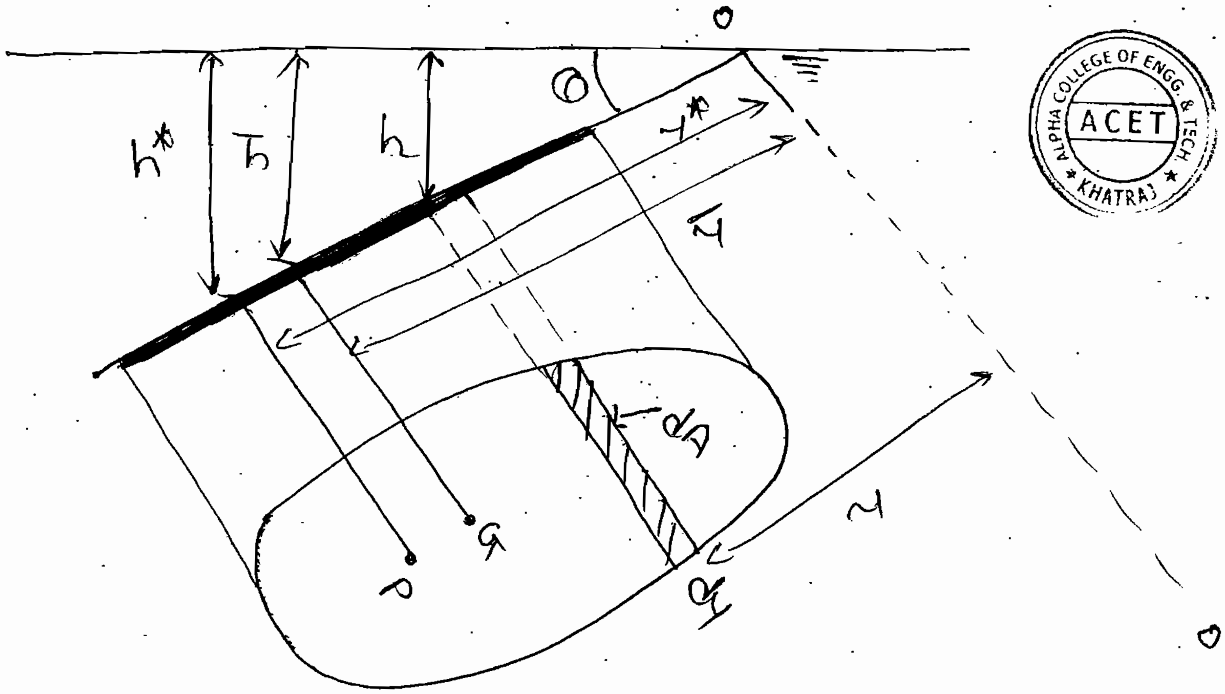
હવે મોમેન્ટ ઓફ ઇનર્શિયાના Parallel axis theorem પરથી

$$I_0 = I_g + A\bar{h}^2$$

$$h^* = \frac{I_g + A\bar{h}^2}{A\bar{h}}$$

$$\boxed{h^* = \frac{I_g}{A\bar{h}} + \bar{h}} \quad \text{---- centre of Pressure}$$

* Derive an equation for total pressure on inclined immersed surface in a liquid.
(પ્રવાહીમાં ત્રાંસી ડુબાડેલી તકતી માટે કુલ દબાણ શોધી દાબકેન્દ્ર)



A = ઢળતી સપાટીનું કુલ ક્ષેત્રફળ

$\bar{h}$ = પ્રવાહી ની મુક્ત સપાટી થી centroid (G) ની ઊંડાઈ

h^* - પ્રવાહી ની મુક્ત સપાટી થી center of pressure ની ઊંડાઈ

θ = ઢળતી સપાટીનો પ્રવાહીની મુક્ત સપાટી સાથેનો ખૂણો.

$\bar{y}$ = ઢળતી સપાટીના સેન્ટ્રોઇડનું OO- axis થી અંતર

y^* = ઢળતી સપાટીના સેન્ટર ઓફ પ્રેશરનું OO-axis થી અંતર

dA = area of small strip

∴ સ્ટ્રીપ ઉપર દબાણની તીવ્રતા = $p = wh$

સ્ટ્રીપ ઉપર લાગતું દબાણ

$dF = p \times$ area of strip

$= p \times dA$

...માં ડૂબેલી સપાટી પર લાગતું કુલ દબાણ

$$F = \int dF = \int w h \times dA \quad \text{------} \quad (1)$$

આકૃતિ પરથી.

$$\sin\theta = \frac{h}{y} = \frac{\bar{h}}{\bar{y}} = \frac{h^*}{y^*}$$

$$\boxed{h = y\sin\theta}$$

સમીકરણ I પરથી.

$$F = \int w \times y\sin\theta \times dA$$

$$= w\sin\theta \int y \, dA$$

$$= w\sin\theta \, . \, A\bar{y}$$

$$\boxed{F = wA\bar{h}}$$ — total Pressure

→ **Centre of Pressure (h^*)**

સૂક્ષ્મ પટ્ટી ઉપર લાગતું દબાણ $= dF = wh \times dA$

$$= w \, . \, y \, . \sin\theta \, . \, dA$$

OO- axis સાપેક્ષ dF ની મોમેન્ટ

$$= dF \times y$$

$$= w \, . \, y \sin\theta \, . \, dA \times y$$

$$= w\sin\theta \, . \, y^2 \, . \, dA$$

પરંતુ
$\int y^2 . dA =$ M.I of surface about O-O

OO- axis સાપેક્ષ બધા બળોની કુલ મોમેન્ટ

$$= \int w \sin\theta \, . \, y^2 \, . \, dA$$

$$= w\sin\theta \int y^2 \, . \, dA$$

$$= w\sin\theta \, . \, I$$

પરંતુ $\int y^2 . dA$
$=$ M.I of
surface about O-O

OO - axis સાપેક્ષ કુલ દબાણ (F) ની મોમેન્ટ

$$= F \times y^*$$

$$\therefore F \times y^* = \omega \sin\theta . I_o$$

$$y^* = \frac{\omega \sin\theta . I_o}{F}$$

We have

$$y^* = \frac{h^*}{\sin\theta}$$

$$F = \omega A\bar{h}$$

$$I_o = I_G + A(\bar{y})^2$$

$$\frac{h^*}{\sin\theta} = \frac{\cancel{\omega}\sin\theta \times I_G + A(\bar{y})^2}{\cancel{\omega} A\bar{h}}$$

$$h^* = \frac{\sin^2\theta}{A\bar{h}}\left[I_G + A(\bar{y})^2\right]$$

$$\bar{y} = \frac{\bar{h}}{\sin\theta}$$

$$h^* = \frac{\sin^2\theta}{A\bar{h}}\left[I_G + A \times \left(\frac{\bar{h}}{\sin\theta}\right)^2\right]$$

$$h^* = \frac{I_G \sin^2\theta}{A\bar{h}} + \bar{h}$$

જો $\theta = 90$ હોય

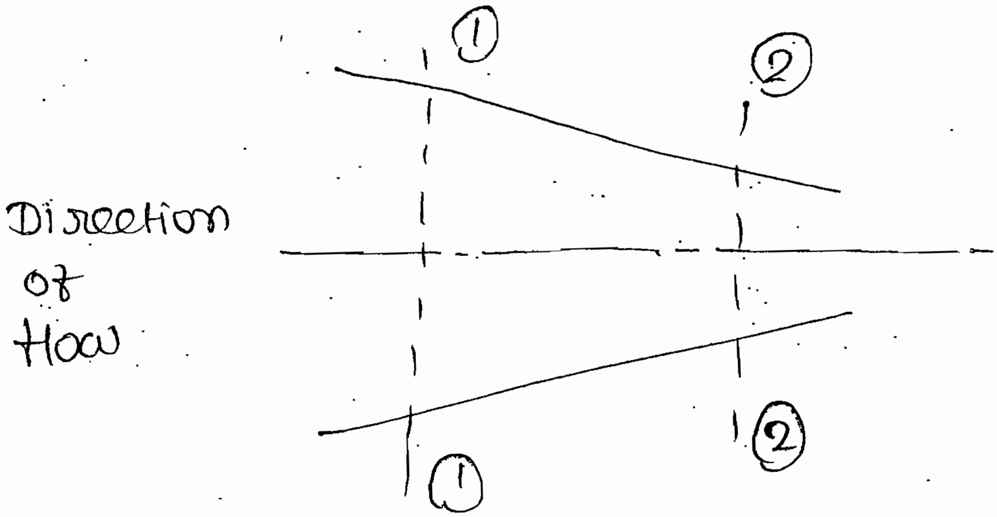
$$\sin\theta = 1$$

$$\boxed{\therefore h^* = \frac{I_G}{A\bar{h}} + \bar{h}}$$

(8) સાતત્ય સમીકરણ ~~સમીકર~~ સમજાવો. (Continuity equation)

-> સાતત્ય સમીકરણ દ્રવ્યમાનના અવિનાશિતાના સિદ્ધાંત ઉપર આધાર રાખે છે.

" પાઈપમાં વહેતા પ્રવાહ દરમિયાન કોઈપણ બીજા સેક્શન આગળ પણ એકમ ફ્લુઈડનો જથ્થો સમાન રહે છે "



એકમ સમયમાં સૂક્ષ્મ લંબાઈના એક છેડા પર દાખલ થતા ફ્લુઈડનું દળ બીજા છેડા પરથી બહાર નીકળતા ફ્લુઈડનું દળ સમાન છે.

V_1 = સેક્શન 1-1 આગળનો વેગ

ρ_1 = સેક્શન 1-1 આગળ ઘનતા

dA_1 = સેક્શન 1-1 આગળ ક્ષેત્રફળ

V_2 = સેક્શન 2-2 આગળનો વેગ

ρ_2 = સેક્શન 2-2 આગળ ઘનતા

dA_2 = સેક્શન 2-2 આગળ ક્ષેત્રફળ

એકમ સમયમાં સેક્શન 1-1 આગળથી પસાર થતા ફ્લુઈડનું કદ $= V_1 \cdot dA_1$

$= \rho_1 V_1 dA_1 \quad \therefore \rho_1 = \frac{\text{દળ}}{\text{કદ}}$

એકમ સમયમાં સેક્શન 2-2 આગળથી પસાર થતા ફ્લુઇડનું દળ = $\rho_2 . V_2 . dA_2$

સેક્શન 1-1 આગળ દાખલ થતું દળ = સેક્શન 2-2 આગળ બહાર નીકળતું દળ

$$\int \rho_1 V_1 dA_1 = \int \rho_2 . V_2 . dA_2$$

$$\int \rho_1 . V_1 . dA_1 = \int \rho_2 . V_2 . dA_2$$

$$\therefore \rho_1 V_1 . A_1 = \rho_2 . V_2 . A_2$$

$$\boxed{\therefore \rho . A . V = \text{Constant}}$$

(9) Explain types of flow in fluid.
વાયુના પ્રવાહના પ્રકારો.

1. સ્થિર પ્રવાહ અને અસ્થિર પ્રવાહ
2. યુનિફોર્મ ફ્લો અને નોન-યુનિફોર્મ ફ્લો
3. લેમિનાર ફ્લો અને ટરબ્યુલન્ટ ફ્લો
4. કોમ્પ્રેસીબલ ફ્લો અને ઇનકોમ્પ્રેસીબલ ફ્લો
5. રોટેશનલ ફ્લો અને ઇરરોટેશનલ ફ્લો
6. એક પરિમાણીય, દ્વિ પરિમાણીય, ત્રિ-પરિમાણીય

→ **સ્થિર પ્રવાહ** : જે પ્રવાહમાં ફ્લુઇડના ગુણધર્મો જેવા કે વેગ, દબાણ, ઘનતા, તાપમાન વગેરે કોઇ એક બિંદુએ સમય સાથે બદલાતા ન હોય તેવા પ્રવાહને સ્ટેડી ફ્લો કહે છે.

$$\frac{\partial V}{\partial t} = 0, \quad \frac{\partial P}{\partial t} = 0, \quad \frac{\partial \rho}{\partial t} = 0, \quad \frac{\partial T}{\partial t} = 0$$

→ **અસ્થિર પ્રવાહ**: જે પ્રવાહમાં ફ્લુઇડના ગુણધર્મો જેવા કે વેગ, દબાણ, ઘનતા, તાપમાન વગેરે કોઇ બિંદુએ સમય સાથે બદલાતા રહે તો તેને અનસ્ટેડી ફ્લો કહે છે.

$$\frac{\partial V}{\partial t} \neq 0, \quad \frac{\partial P}{\partial t} \neq 0, \quad \frac{\partial \rho}{\partial t} \neq 0, \quad \frac{\partial T}{\partial t} \neq 0$$

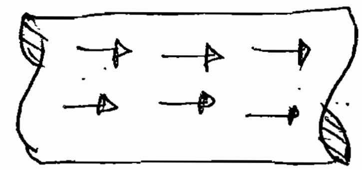
→ **યુનિફોર્મ ફ્લો**: જે પ્રવાહમાં ફ્લુઇડના કણોનો વેગ જુદા જુદા બિંદુએ અચળ રહેતો હોય તેવા પ્રવાહને યુનિફોર્મ ફ્લો કહે છે.

$$\partial V = 0$$

નોન- યુનિફોર્મ ફ્લો : જે પ્રવાહમાં ફ્લુઇડના કણોનો વેગ જુદા જુદા બિંદુએ બદલાતો રહેતો હોય તેવા પ્રવાહ ને નોન-યુનિફોર્મ ફ્લો કહે છે.

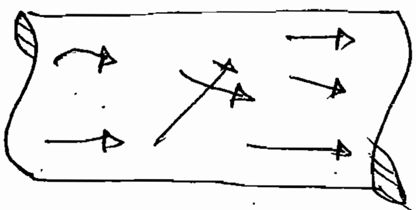
$$\frac{\partial V}{\partial S} \neq 0$$

લેમિનાર ફ્લો : → ફ્લુઇડની સ્નિગ્ધતા વધુ હોય
→ ફ્લુઇડનો વેગ ઓછો હોય
→ પ્રવાહ માર્ગ સાંકડો હોય



RN < 2000 હોય તો પ્રવાહ લેમિનાર બને છે.

વિક્ષુબ્ધ પ્રવાહ : → જે પ્રવાહમાં પ્રવાહીના કણો અનિયમિત કે આડાઅવળા રીતે ગતિ કરતા હોય તેવા પ્રવાહને "ટર્બ્યુલન્ટ ફ્લો" કહે છે.



RN > 4000 હોય છે.

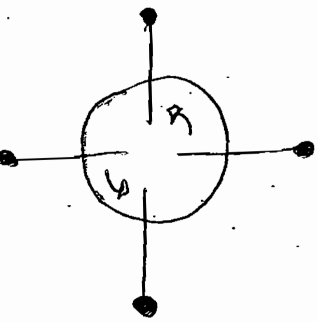
કોમ્પ્રેસીબલ ફ્લો : જે પ્રવાહમાં ફ્લુઇડની ઘનતા અને કદમાં વારંવાર ફેરફાર થતા હોય તેવા પ્રવાહને કોમ્પ્રેસીબલ કહે છે.

ઘનતા (ρ) $\neq$ અચળ

ઇનકોમ્પ્રેસીબલ ફ્લો : જે પ્રવાહમાં ફ્લુઇડની ઘનતા અને કદ બદલાતાં નથી તેવા પ્રવાહને "ઇનકોમ્પ્રેસીબલ ફ્લો" કહે છે.

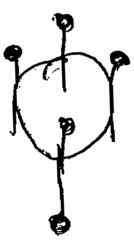
ઘનતા (ρ) = અચળ

રોટેશનલ ફ્લો: જે પ્રવાહમાં ફ્લુઇડના કણો વહન વખતે પોતાની ધરીની આસપાસ પણ ભ્રમણ કરતા હોય તેને પ્રવાહની રોટેશનલ ફ્લો કહે છે.



રોટેશનલ પ્રવાહમાં દીવાસળીની લાકડી મૂકતાં તે આગળ વધવાની સાથે ગોળ-ગોળ ફરે છે.

ઇરરોટેશનલ ફ્લો: જે પ્રવાહમાં ફ્લુઇડના કણો વહન વખતે પોતાની ધરીની આસપાસ ફરતા ન હોય તેને ઇરરોટેશનલ ફ્લો કહે છે.



ઇરરોટેશનલ પ્રવાહમાં દીવાસળીની લાકડી મૂકતાં તે આગળ વધે છે. પરંતુ ગોળ-ગોળ ફરતી નથી.

એક પરિમાણીય પ્રવાહ: જે પ્રવાહમાં વેગ એ સમય અને દિશાના એક ચલક (x) નું વિધેય હોય તેને એક પરિમાણીય પ્રવાહ કહે છે

$u = f(x), \quad v = 0, \quad w = 0$

દ્વિ પરિમાણીય પ્રવાહ: જે પ્રવાહમાં વેગ એ સમય અને દિશાના બે ચલકો (x અને y) નું વિધેય હોય તેને દ્વિપરિમાણીય પ્રવાહ કહે છે

$u = F_1(x, y)$

$v = F_2(x, y)$

$w = 0$

ત્રિપરિમાણીય પ્રવાહ: જે પ્રવાહમાં વેગ એ સમય અને દિશાના ત્રણેય ચલકો (x, y, અને z) નું વિધેય હોય તેને ત્રિ-પરિમાણીય પ્રવાહ કહે છે.

$u = F_1(x, y, z)$

$v = F_2(x, y, z)$

$w =$

(1) બર્નોલીનું સમીકરણ સમજાવો.

" જો ઘર્ષણના લીધે ઊર્જાનો વ્યય ધ્યાનમાં લેવામાં ન આવે અને પ્રવાહ અદબનીય હોય તો પ્રવાહીના કણના કુલ ઊર્જા અચળ રહે છે.

સેક્શન A - A આગળ કુલ ઊર્જા

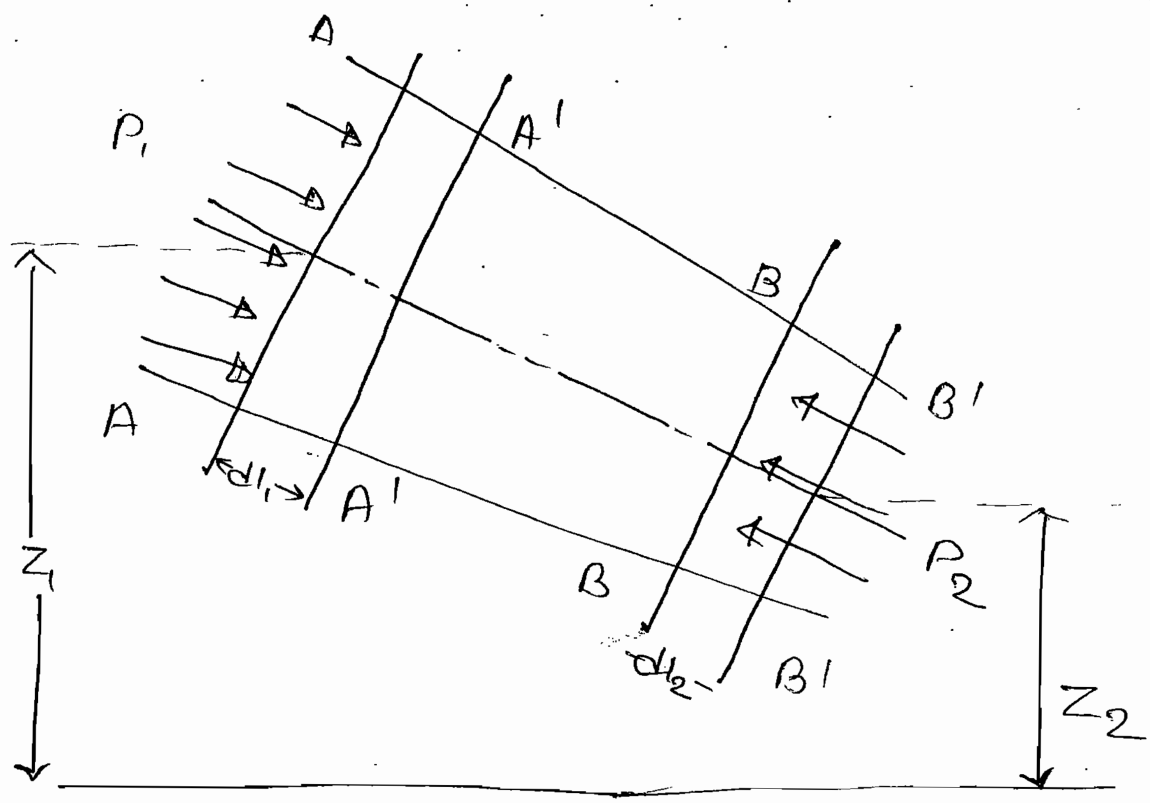
$$= Z_1 + \frac{V_1^2}{2g} + \frac{P_1}{\omega}$$

સેક્શન B - B આગળ કુલ ઊર્જા | $\omega = \rho . g$

$$= Z_2 + \frac{V_2^2}{2g} + \frac{P_2}{\omega}$$

$$Z_1 + \frac{V_1^2}{2g} + \frac{P_1}{\omega} = Z_2 + \frac{V_2^2}{2g} + \frac{P_2}{\omega}$$

= અચળ = C



બર્નોલીનો સિદ્ધાંત:- "આદર્શ અદબનીય, સ્થિર અને ઘર્ષણ રહિત ફ્લુઇડ પ્રવાહમાં કુલ ઊર્જા અચળ રહે છે "

$$\frac{p}{\rho g} + z + \frac{v^2}{2g} = \text{Constant}$$

z_1 = AA આગળની હેડ
a_1 = AA આગળની એરિયા
v_1 = AA આગળની વેગ
p_1 = AA આગળનું દબાણ

આપણે જાણીએ છીએ કે specific weight

$$w = \frac{W}{V} \qquad V = a_1 . dl_1 = a_2 . dl_2$$

$$W = \omega . V$$

$$W = w . a_1 . dl_1 = \omega . a_2 . dl_2$$

ફ્લુઇડની AA પરથી A'A' પર લાવવા માટે કરવું પડતું કાર્ય

= બળ x અંતર
$= P_1 . a_1 . dl_1$

એજ રીતે ફ્લુઇડ ની B'B' પરથી BB સુધી પાસેડવા થતું કાર્ય

$= - P_2 . a_2 . dl_2$

- પ્રેસર વડે થતું કુલ કાર્ય $= P_1 a_1 . dl_1 - P_2 a_2 . dl_2$

$(a_1 . dl_1 = a_2 . dl_2)$ $\qquad = (P_1 - P_2)\, a_1 . dl_1$

$$= (P_1 - P_2) \frac{W}{\omega} \quad \ldots (1)$$ પ્રેસર એનર્જી

પોટેન્શિયલ એનર્જીમાં થતો ઘટાડો $= \omega (z_1 - z_2) \quad \ldots (2)$

કાયનેટીક એનર્જીમાં થતો વધારો $= w\left(\frac{V_2^2}{2g} - \frac{V_1^2}{2g}\right)$

$$= \frac{w}{2g}\left(V_2^2 - V_1^2\right) \quad \ldots(3)$$

પોટેન્શીયલ એનર્જીમાં વ્યય + પ્રેસર દ્વારા થતું કાર્ય = કાયનેટીક એનર્જીમાં થતો વધારો

$$\therefore w(z_1 - z_2) + \frac{w}{w}(P_1 - P_2) = \frac{W}{2g}\left(V_2^2 - V_1^2\right)$$

$$z_1 - z_2 + \frac{P_1}{w} - \frac{P_2}{w} = \frac{V_2^2}{2g} - \frac{V_1^2}{2g} \quad \left[\therefore w = \rho . g\right)$$

$$\frac{P_1}{w} + z_1 + \frac{V_1^2}{2g} = \frac{P_2}{w} + z_2 + \frac{V_2^2}{2g}$$

$$\boxed{\frac{P_1}{\rho \cdot g} + z_1 + \frac{V_1^2}{2g} = \frac{P_2}{\rho . g} + z_2 + \frac{V_2^2}{2g}}$$

બર્નોલીનું સમીકરણ

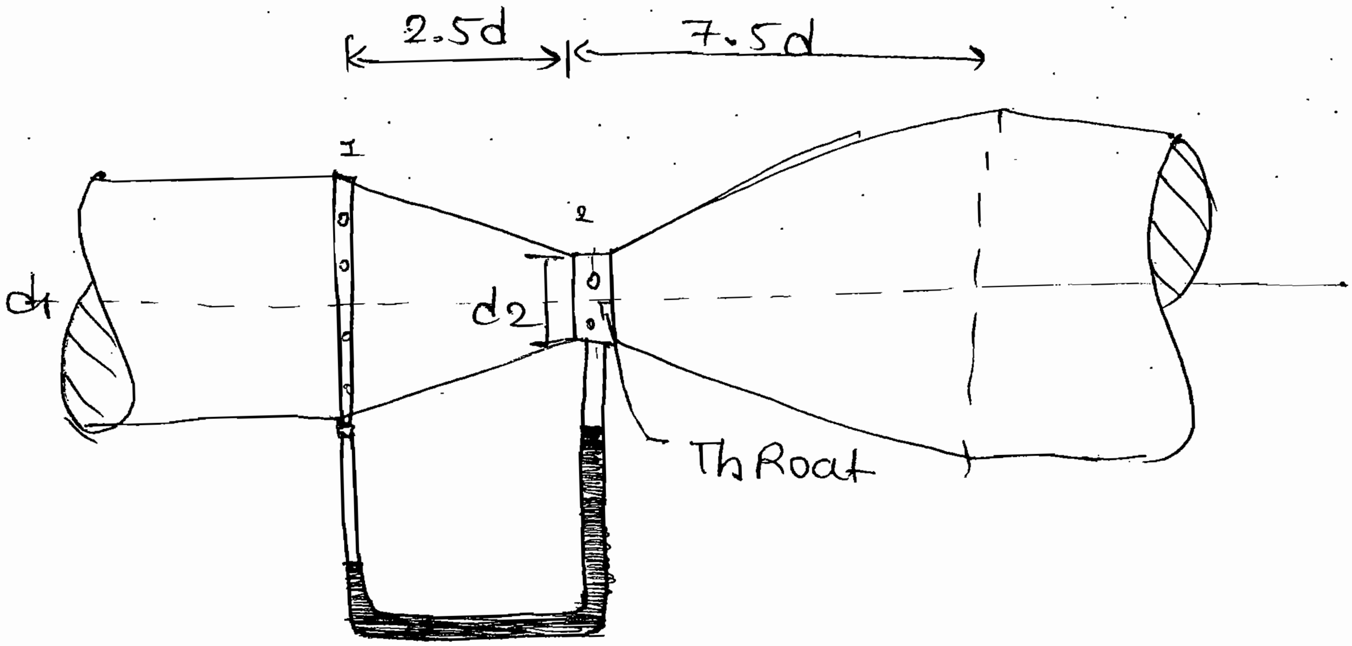
2) વેન્ચુરીમીટર સમજાવો

① અભિસારી શંકુ (converging cone)
② કંઠ (throat)
③ અપસારી શંકુ (diverging cone)

▷ ① અભિસારી શંકુ (converging cone)

- ટુંકો ભાગ છે. જેનો વ્યાસ d_1 માંથી ઘટીને d_2 થાય છે.
- અભિસારી શંકુમાં વ્યાસ ઘટે છે. જેથી વેગ વધે છે.
- શંકુમાં ખુણો લગભગ 20° જેટલો હોય છે.

→ ઇનલેટ કહે છે. તેની લંબાઈ 2.5 d_1 જેટલી હોય છે.



→ (2) કંઠ (Throat)

- કંઠ એ એકસરખા વ્યાસ d_2 વાળા પાઈપનો ટુકડો છે.
- અભિસારી શંકુ અને અપસારી શંકુ જોડે છે.

→ (3) અપસારી શંકુ (Diverging cone):

- તે લાંબો ભાગ છે. જેનો વ્યાસ d_2 માંથી વધીને d_1 થાય છે.

શરૂઆતથી સાંકડી ખૂણો લગભગ 7° રાખવામાં આવે છે.
તે વેન્ચ્યુરીમીટર નું આઉટલેટ છે. તેનો ખૂણો 7.5 d
કોણ હોય છે.

$$C \cdot \frac{a_1 \cdot a_2}{\sqrt{a_1^2 - a_2^2}} \times \sqrt{2gh}$$

$$h = \left(\frac{S_2}{S_1} - 1\right) x$$

x = મીટર નું રીડીંગ
C = વેન્ચ્યુરીમીટરનો ~~...~~ ગુણાંક = 0.98
a_1 = ઇનલેટ ક્ષેત્રફળ
a_2 = આઉટલેટ ક્ષેત્રફળ

→ Derivation of equation of discharge for Venturimeter.

P_1 = Pressure at section 1
V_1 = Velocity of water at section 1
Z_1 = Datum head at section 1
a_1 = Area of the Venturimeter at section 1
P_2 = Pressure at section 2
V_2 = Velocity of water at section 2
a_2 = Area of the Venturimeter at section 2
Z_2 = Datum head at section 2

→ બર્નોલી નું સમીકરણ છેડાઓ 1 અને 2 આગળ

$$Z_1 + \frac{V_1^2}{2g} + \frac{P_1}{\omega} = Z_2 + \frac{V_2^2}{2g} + \frac{P_2}{\omega}$$

→ Consider $Z_1 = Z_2 = 0$

$$\frac{V_1^2}{} \quad \frac{P_1}{} \quad \frac{V_2^2}{} + \frac{P_2}{}$$

$$\frac{P_1}{w} - \frac{P_2}{w} = \frac{V_2^2}{2g} - \frac{V_1^2}{2g}$$

$$h = \frac{V_2^2}{2g} - \frac{V_1^2}{2g}$$

$$= \frac{1}{2g}\left(V_2^2 - V_1^2\right) \quad \text{—— (1)}$$

→ ડિસ્ચાર્જ (નિકાસ)

$$Q = Q_2$$

$$a_1 V_1 = a_2 V_2$$

$$\therefore V_1 = \frac{a_2}{a_1} \cdot V_2 \qquad \therefore \boxed{V_1^2 = \frac{a_2^2}{a_1^2} \times V_2^2}$$

V_1 ની કિંમત સમીકરણ (1) માં મુકતાં

$$h = \frac{1}{2g}\left(V_2^2 - \frac{a_2^2 V_2^2}{a_1^2}\right)$$

$$= \frac{V_2^2}{2g}\left(1 - \frac{a_2^2}{a_1^2}\right)$$

$$h = \frac{V^2}{2g}\left(\frac{a_1^2 - a_2^2}{a_1^2}\right)$$

$$V_2^2 = \frac{2gh\,(a_1^2)}{(a_1^2 - a_2^2)}$$

વર્ગમૂળ લેતાં

$$V_2 = \frac{\sqrt{2gh}\; a_1}{\sqrt{a_1^2 - a_2^2}}$$

Discharge $Q = a_2 V_2$

$$Q = \frac{C \cdot a_2 a_1 \cdot \sqrt{2gh}}{}$$

3) જળગતિના ગુણાંકો (Hydraulic co-efficients)

1) સંકોચન ગુણાંક:

$$C_c = \frac{\text{વેના કોન્ટ્રેક્ટા આગળ જેટની ક્ષેત્રફળ}}{\text{ઓરિફિસની ક્ષેત્રફળ}}$$

$$C_c = \frac{a_{actual}}{a_{theo}}$$

C_c નું મૂલ્ય 0.65 જેટલું હોય છે.

→ વેના કોન્ટ્રેક્ટા આગળ જેટની ક્ષેત્રફળ (a_c) અને ઓરિફિસની ક્ષેત્રફળ (a) વચ્ચેના ગુણોત્તર ને સંકોચન ગુણાંક કહે છે.

2) વેગ ગુણાંક:

→ વેના કોન્ટ્રેક્ટા આગળ જેટનો ખરેખર વેગ (V_{act}) અને ઓરિફિસ આગળના સૈદ્ધાંતિક વેગ (V_{theo}) ના ગુણોત્તર ને વેગ ગુણાંક કહે છે.

$$C_v = \frac{\text{વેના કોન્ટ્રેક્ટા આગળ જેટનો ખરેખર વેગ}}{\text{જેટનો સૈદ્ધાંતિક વેગ}}$$

$$C_v = \frac{V_{act}}{V_{theo}} \qquad C_v = \frac{V}{\sqrt{2gh}}$$

C_v નું મૂલ્ય 0.97 જેટલું હોય છે.

3) નિકાસ ગુણાંક

→ પ્રવાહનો ખરેખર નિકાસ (Q_{act}) અને સૈદ્ધાંતિક નિકાસ (Q_{theo}) ના ગુણોત્તર ને નિકાસ ગુણાંક કહે છે

$$C_d = \frac{Q_{act}}{Q_{theo}} =$$

C_d નું મૂલ્ય 0.62 જેટલું હોય

નિકાસ ગુણાંક (C_d)

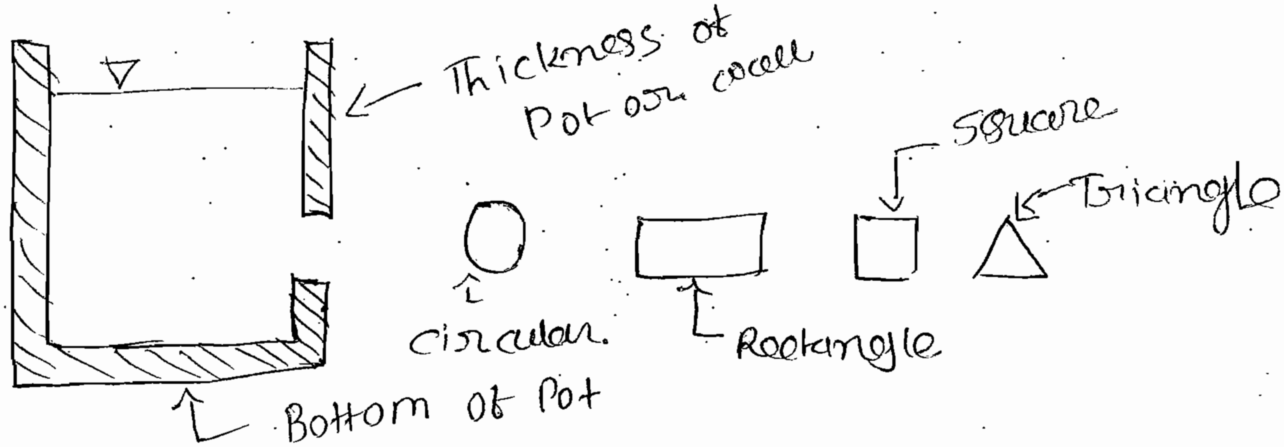
$$C_d = C_v \times C_c$$

$$\boxed{C_d = C_v \times C_c}$$

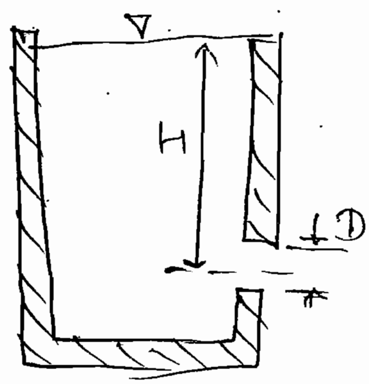
(4) ઓરિફિસ ના પ્રકારો સમજાવો.

1. આકારના આધારે વર્ગીકરણ.

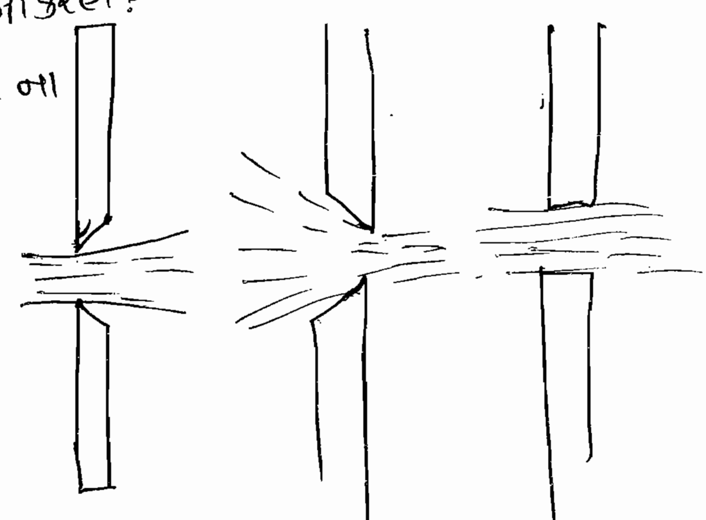
(a) વર્તુળાકાર
(b) લંબચોરસ
(c) ચોરસ
(d) ત્રિકોણાકાર



2. માપના આધારે વર્ગીકરણ:
માપના આધારે ઓરિફિસના બે પ્રકારો છે.
(a) નાનું ઓરિફિસ, જો $H > 5D$
(b) મોટું ઓરિફિસ, જો $H < 5D$
જ્યાં,
D = ઓરિફિસ નો વ્યાસ
H = ઓરિફિસના કેન્દ્ર ઉપર હેડ



3. ધારના આકારના આધારે વર્ગીકરણ:
ઓરિફિસની ધારના આકાર ના ત્રણ પ્રકારો છે.
(a) તીક્ષ્ણ ધાર ઓરિફિસ
(b) બેલ માઉથ ઓરિફિસ
(c) ચોરસ ઓરિફિસ



4. ડિસ્ચાર્જના પ્રકારના આધારે વર્ગીકરણ :

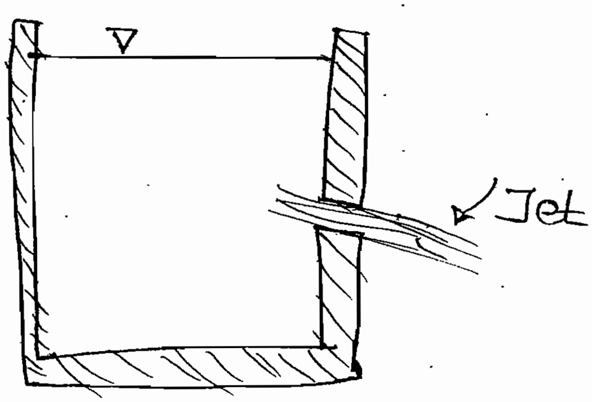
ડિસ્ચાર્જના પ્રકારના આધારે ઓરિફિસના ત્રણ પ્રકારો છે.

(a) મુક્ત પ્રવાહ ઓરિફિસ

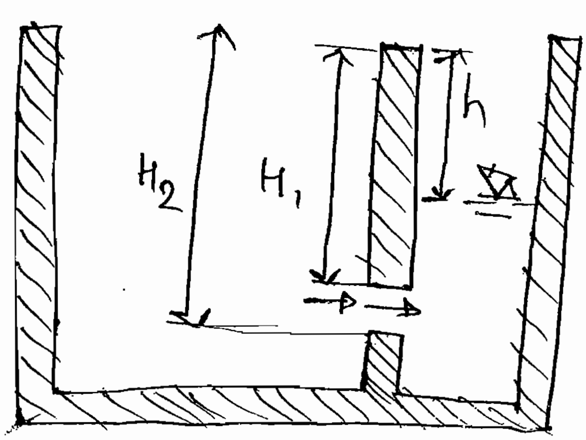
(b) સંપૂર્ણ ડુબેલું ઓરિફિસ

(c) અંશતઃ ડુબેલું ઓરિફિસ

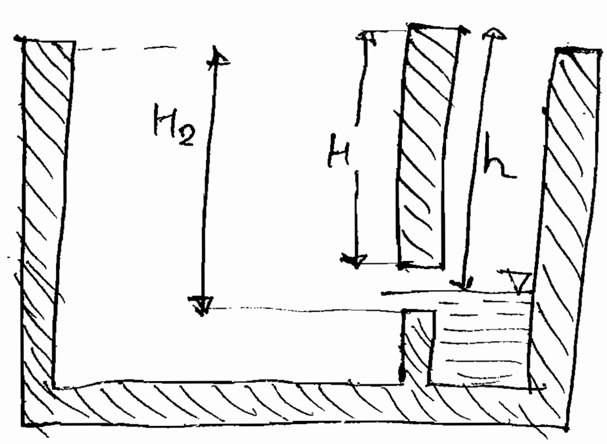
- જો ઓરિફિસમાંથી પ્રવાહ હવામાં ખુલ્લો પડતો હોય તો તેને મુક્ત પ્રવાહ ઓરિફિસ કહે છે.
- જો ઓરિફિસમાંથી નીકળતો ડિસ્ચાર્જ બીજા પાત્રમાં પડતો હોય અને ઓરિફિસ સંપૂર્ણ ડુબેલું હોય તો તેને સંપૂર્ણ ડુબેલું ઓરિફિસ કહે છે.
- જો ઓરિફિસ માંથી નીકળતો ડિસ્ચાર્જ બીજા પાત્રમાં પડતો હોય અને ઓરિફિસ અંશતઃ ડુબેલું હોય તો તેને અંશતઃ ડુબેલું ઓરિફિસ કહે છે.



Free Discharge orifice



Submerged



Partially submerged

પાઈપના પ્રવાહ અને ખુલ્લા નહેરના પ્રવાહ વચ્ચે
તફાવત આપો.

પાઈપનો પ્રવાહ	નહેરનો પ્રવાહ
1. ઉપરની સપાટીએ દબાણ વાતાવરણના દબાણ કરતાં જુદું હોય છે.	1. ઉપરની સપાટીએ દબાણ વાતાવરણનાં દબાણ જેટલું હોય છે.
2. બે સેક્શન વચ્ચેના શીર્ષ ના તફાવતના લીધે પ્રવાહ વહે છે.	2. ગુરુત્વાકર્ષણ બળ અને નહેરના ઢાળના લીધે પ્રવાહ વહે છે.
3. ખરબચડાપણું, નવી કે જૂની પાઈપ પર તેમજ પાઈપની સપાટી પર આધાર રાખે છે.	3. ખરબચડાપણું, નહેર બનાવવામાં વપરાયેલ મટિરિયલ પર આધાર રાખે છે.
4. ટોપોગ્રાફી મુજબ પાઈપ લાઈન ઊંચી-નીચી હોઈ શકે.	4. નહેરના તળિયાનો ભાગ પ્રવાહની દિશામાં હોય છે.
5. આકાર વર્તુળાકાર હોય છે.	5. આકાર સમલંબક લંબચોરસ હોય છે.
6. ઉપરની સપાટી મુક્ત હોતી નથી.	6. ઉપરની સપાટી મુક્ત હોય છે.
7. પ્રવાહ લેમિનાર હોય છે.	7. પ્રવાહ ટરબ્યુલન્ટ હોય છે.
8. ડાર્સીનું સૂત્ર $h_F = \frac{4flv^2}{2gd}$ or $\frac{flQ^2}{3d^5}$ વપરાય છે.	8. મેનીંગનું સૂત્ર $Q = A \times \frac{1}{N} \times R^{\frac{1}{3}} \times S^{\frac{1}{2}}$ <u>અથવા</u> ચેઝીનું સૂત્ર $Q = A \cdot C\sqrt{RS}$ વપરાય છે.