



**Department of Civil Engineering,
Maulana Azad National Institute of Technology,
Bhopal**

**Laboratory Manual
प्रयोगशाला पुस्तिका**

**Fluid Mechanics Lab Manual -1
द्रव यांत्रिकी प्रयोगशाला पुस्तिका - १
Sem: III, Sub. Code: CE216**

Submitted By/ प्रस्तुतकर्ता

Name of Student/ विद्यार्थी का नाम:

Roll No/ विद्यार्थी नं.:

Year/Section/ Batch /वर्ष/सेक्शन/बैच:

प्रस्तुत करने की दिनांक:

Submitted to/ प्रस्तुत किया

Name of the Faculty/ शिक्षक का नाम:

Designation/ पदनाम:

Signature/ हस्ताक्षर:

INDEX/अनुक्रमणिका

S. No./ क्रम संख्या	LIST OF EXPERIMENTS / प्रयोगों की सूची	Page No. पृष्ठ क्रमांक	Date दिनांक
1.	Verification of Bernoulli's theorem / बर्नौली के प्रमेय का सत्यापन	1-5	
2.	Verification of Impulse Momentum principle / आवेग गति सिद्धांत का सत्यापन	6-10	
3.	Calibration of Venturi-meter वेंचुरी-मीटर का अंशांकन	11-18	
4.	Calibration of Orifice-meter ऑरिफिस-मीटर का अंशांकन	19-24	
5.	Calibration of Nozzle-meter नोजल-मीटर का अंशांकन	25-30	
6	Determination of hydraulic coefficients of the given orifice fitted on a tank दिए गए टैंक पर लगे हुए ऑरिफिस के हाइड्रोलिक गुणांकों का निर्धारण	31-38	
7.	Pipe Friction Loss Calculation पाइप घर्षण हानि की गणना	39-42	
8.	Reynolds experiment रेनॉल्ड्स प्रयोग	43-47	
9.	Calibration of Water- meter वॉटर-मीटर का अंशांकन	48-51	
10.	Study of various pressure measuring devices* विभिन्न दबाव मापने वाले उपकरणों का अध्ययन (*write up of around 9-10 pages is to be prepared and attach it at the last / लगभग 9-10 पृष्ठों की एक लिखित सामग्री तैयार करनी है और इसे अंत में संलग्न करना है।)		

1. BERNOULLI'S THEOREM

१. बर्नौली का सिद्धांत

Date/ दिनांक.....

Objective: Verification of Bernoulli's theorem.

उद्देश्य: बर्नौली के प्रमेय का सत्यापन।

Apparatus required:

1. Apparatus for verification of Bernoulli's theorem.
2. A collecting tank
3. A stop watch
4. A meter scale

आवश्यक उपकरण:

१. बर्नौली के प्रमेय के सत्यापन हेतु उपकरण
२. एक संग्रहण टैंक
३. एक स्टॉपवॉच
४. एक मीटर स्केल

Theory:

The Bernoulli's theorem states that in a steady continuous flow of an ideal incompressible fluid, the sum of the velocity head, the pressure head and the potential head is constant i.e. Each term of equation describes energy in Kg-m per Kg and has the dimensions of length. The terms $(v^2/2g)$ is known as the velocity head, (p/γ) is known as the pressure head and Z as the potential head. Applying Bernoulli's equation between any two points, one gets,

$$\frac{v_1^2}{2g} + \frac{p_1}{\gamma} + z_1 = \frac{v_2^2}{2g} + \frac{p_2}{\gamma} + z_2$$

Hence, if V_2 is greater than V_1 , $(Z_1 + (p_1/\gamma))$ must be greater than $(Z_2 + (p_2/\gamma))$. In other words, any increase in velocity will cause a corresponding reduction in the $(Z + (p/\gamma))$. Similarly, a reduction in velocity will cause an increase in $(Z + (p/\gamma))$. In case the flow is in a horizontal plane or when the fluid is a gas, the term Z drops out and hence changes in velocity cause corresponding changes in the pressure.

In real fluids, which have viscosity, some energy is converted into heat due to the viscous shear and consequently there is a certain amount of energy loss. Hence, for real fluids equation can be written as follows:

$$\frac{v_1^2}{2g} + \frac{p_1}{\gamma} + z_1 = \frac{v_2^2}{2g} + \frac{p_2}{\gamma} + z_2 + h_L$$

In which the subscript 1 and 2 refer to the two sections under consideration and h_L is the energy loss per unit weight of fluid between the two sections.

सिद्धांत:

बर्नौली का प्रमेय कहता है कि एक स्थिर निरंतर प्रवाह में, जो कि एक आदर्श अपरिवर्तनीय द्रव (incompressible fluid) है, वेग हेड, दाब हेड और विभव हेड का योग स्थिर रहता है अर्थात: प्रत्येक समीकरण का पद प्रति किलोग्राम किग्रा-मीटर में ऊर्जा को दर्शाता है और इसकी

आयाम लंबाई के होते हैं। पद $(v^2/2g)$ को वेग हेड (velocity head) कहा जाता है, (p/γ) को दाब हेड (pressure head) कहा जाता है और (Z) को विभव हेड (potential head) कहा जाता है। बर्नौली का समीकरण किसी भी दो बिंदुओं के बीच लागू करने पर, हमें मिलता है:

$$\frac{v_1^2}{2g} + \frac{p_1}{\gamma} + z_1 = \frac{v_2^2}{2g} + \frac{p_2}{\gamma} + z_2$$



अतः, यदि $(V_2 > V_1)$, तो $(Z_1 + (p_1/\gamma))$ को $(Z_2 + (p_2/\gamma))$ से अधिक होना चाहिए। दूसरे शब्दों में, किसी भी वेग में वृद्धि का परिणामस्वरूप $(Z + (p/\gamma))$ में कमी आएगी। इसी प्रकार, वेग में कमी से $(Z + (p/\gamma))$ में वृद्धि होगी। यदि प्रवाह एक क्षैतिज तल में हो या जब द्रव गैस हो, तो Z का पद हट जाता है, और इस प्रकार वेग में परिवर्तन दाब में परिवर्तन का कारण बनते हैं। वास्तविक द्रवों में, जिनमें श्यानता (viscosity) होती है, कुछ ऊर्जा श्यान तन्य (viscous shear) के कारण गर्मी में परिवर्तित हो जाती है और परिणामस्वरूप ऊर्जा की कुछ हानि होती है। इसलिए, वास्तविक तरल पदार्थों के लिए समीकरण को निम्नलिखित रूप में लिखा जा सकता है::

$$\frac{v_1^2}{2g} + \frac{p_1}{\gamma} + z_1 = \frac{v_2^2}{2g} + \frac{p_2}{\gamma} + z_2 + h_L$$

जिसमें उपस्क्रिप्ट 1 और 2 क्रमशः उन दो खंडों को संदर्भित करते हैं जिन पर विचार किया जा रहा है, और h_L उन दो खंडों के बीच प्रति इकाई भार द्रव की ऊर्जा हानि को दर्शाता है।

Procedure:

1. Open the inlet valve to reservoir so that small quantity of water starts flowing into the reservoir
2. Regulate the control valve in pipeline so that the water level in the reservoir remains constant for an opening of inlet valve.
3. Find the discharge flowing by volumetric measurement in the collecting tank by noting the rise of water level in the collecting tank for a known interval of time.
4. Record the levels in all the piezometers and the cross-section of the channel at each piezometer.
5. Change the opening of the inlet valve and repeat the steps 2, 3 and 4.
6. Take 2-3 sets of readings.

प्रक्रिया:

१. इनलेट वाल्व को खोलें ताकि थोड़ी मात्रा में पानी जलाशय में प्रवाहित होने लगे।
२. पाइपलाइन में नियंत्रण वाल्व को इस प्रकार समायोजित करें कि इनलेट वाल्व की स्थिति के अनुसार जलाशय में जल स्तर स्थिर रहे।
३. संग्रहण टैंक में जल स्तर के ज्ञात समयांतराल में वृद्धि को नोट करके, वॉल्यूमेट्रिक मापन द्वारा प्रवाह की मात्रा ज्ञात करें।
४. सभी पीजोमीटरों में जल स्तर और प्रत्येक पीजोमीटर पर चैनल के क्रॉस-सेक्शन को रिकॉर्ड करें।
५. इनलेट वाल्व की स्थिति बदलें और चरण 2, 3 और 4 को दोहराएं।
६. 2-3 सेट रीडिंग लें।

Calculations:

1. Calculate the discharge from volumetric measurements.
2. Find the velocity of flow at all the piezometric points by dividing the discharge by the corresponding area of channel and then calculate the velocity head at these points.
3. Find the sum of all the 'energies at each point for a given flow. Repeat the calculations for all sets of readings.
4. Tabulate the results.

गणना:

१. वॉल्यूमेट्रिक माप से डिस्चार्ज की गणना करें।
२. डिस्चार्ज को संबंधित चैनल क्षेत्र से विभाजित करके सभी पीजोमेट्रिक बिंदुओं पर प्रवाह की वेग की गणना करें, और फिर इन बिंदुओं पर वेग हेड की गणना करें।
३. दिए गए प्रवाह के लिए प्रत्येक बिंदु पर सभी ऊर्जाओं का योग निकालें। सभी सेट रीडिंग्स के लिए गणनाओं को दोहराएं।
४. परिणामों को सारणीबद्ध करें।

Presentation of results:

1. On a simple graph, mark the position of tube on the abscissa and $(p/\gamma + Z)$ on the ordinate. Join all ordinates to give hydraulic gradient line (HGL).
2. Mark velocity head, $V^2/2g$ over $(p/\gamma + Z)$. Join the points to make total energy line (TEL)
3. Add loss of head to TEL and draw a horizontal line showing theoretical TEL.

परिणामों की प्रस्तुति:

१. एक साधारण ग्राफ पर, पाइप के स्थान को क्ष x (abscissa) पर और $\frac{p}{\gamma} + Z$ को ऊर्ध्वाधर y (ordinate) पर चिह्नित करें। सभी ऊर्ध्वाधर बिंदुओं को जोड़ें जिससे हाइड्रोलिक ग्रेडियेंट लाइन (HGL) बने।
२. वेग हेड $\frac{V^2}{2g}$ को $\frac{p}{\gamma} + Z$ के ऊपर चिह्नित करें। बिंदुओं को जोड़कर कुल ऊर्जा रेखा (TEL) बनाएं।
३. TEL में हेड लॉस जोड़ें और एक क्षैतिज रेखा खींचें जो सैद्धांतिक TEL को दिखाए।

Questions

1. What are the assumptions made in deriving the Bernoulli's equation?
2. What are the applications of Bernoulli's equations?
3. What are steady and unsteady flows?
4. What additional terms will be introduced in the present form of Bernoulli's theorem if the flow is unsteady and incompressible?

प्रश्न:

1. बर्नौली के समीकरण को व्युत्पन्न करते समय कौन-कौन सी धारणाएँ (assumptions) बनाई जाती हैं?
2. बर्नौली के समीकरण के अनुप्रयोग क्या हैं?
3. स्थिर (steady) और अस्थिर (unsteady) प्रवाह क्या होते हैं?
4. यदि प्रवाह अस्थिर और अपरिवर्तनीय (incompressible) हो, तो वर्तमान रूप में बर्नौली के प्रमेय में कौन-कौन से अतिरिक्त पद शामिल किए जाएंगे?

Observation Table and Results/ अवलोकन तालिका और परिणाम:

S. No / क्रम संख्या	Discharge / प्रवाह दर			Depth of flow passage / प्रवाह मार्ग की गहराई d	Area of flow passage / प्रवाह मार्ग का क्षेत्रफल a=bxd	Velocity of flow / प्रवाह की वेग V= Q/a	$V^2/2g$	Peizometric head / पीजोमेट्रिक हेड $p/\gamma + Z$	Total head / कुल हेड $H= p/\gamma + Z + V^2/2g$	Loss of Head / हेड की हानि
	Rise of water level / जल स्तर की वृद्धि, h	Time taken / लिया गया समय t	$Q= (A \times h)/t$							

2. IMPULSE - MOMENTUM PRINCIPLE

२. आवेग - संवेग सिद्धांत

Date / दिनांक: _____

Objective: To verify Impulse-Momentum principle for flow over vane.

उद्देश्य: वेन पर प्रवाह के लिए आवेग-संवेग सिद्धांत को सत्यापित करना।

Apparatus required

1. An experimental set up consisting of nozzle issuing upward vertical jet of water against a vane under test fixed on a vertical rod with a lever arm to carry load
2. A collecting tank
3. A stop watch
4. Weights or loads

आवश्यक उपकरण:

१. एक प्रायोगिक सेटअप जिसमें वर्टिकल नोजल से पानी की ऊर्ध्वाधर जेट को वैन के खिलाफ छोड़ने के लिए प्रयोग किया जाता है, जो एक लंबवत छड़ पर परीक्षण के लिए तय होता है और भार को ले जाने के लिए एक लीवर आर्म के साथ होता है।
२. एक संग्रहण टैंक
३. एक स्टॉपवॉच
४. भार या लोड

Theory:

Many problems cannot be easily solved by consideration of energy principle (Bernoulli's equation) alone due to complicated geometry of flow in some situations. Examples of such flows are in pumps, turbines, vanes, pipe bends & enlargements etc. In such cases impulse momentum principle can be conveniently used. It states that the impulse of the force or product of the force and the time increment during which it acts is equal to the change in the momentum of the body i.e. product of the mass of the body on which the force acts and the velocity of the body.

If F_x and F_y are the components of the force F along the two reference coordinate directions, V_x and V_y the corresponding velocity components and Q the discharge.

$$F_x = \frac{Q \cdot \gamma}{g} (V_{2x} - V_{1x}), \quad F_y = \frac{Q \cdot \gamma}{g} (V_{2y} - V_{1y}) \quad \text{and} \quad F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2}$$



सिद्धांत:

कई समस्याओं को केवल ऊर्जा सिद्धांत (बर्नौली का समीकरण) के विचार से हल करना आसान नहीं होता है, खासकर जब प्रवाह की ज्यामिति जटिल होती है। ऐसे प्रवाह के उदाहरण हैं पंप, टर्बाइन, वैन, पाइप के मोड़ और विस्तार आदि। इन मामलों में, इम्पल्स-मोमेंटम सिद्धांत का उपयोग करना सुविधाजनक होता है। यह सिद्धांत कहता है कि बल का इम्पल्स, या बल और उसके कार्यकाल का गुणनफल, शरीर की संवेग में परिवर्तन के बराबर होता है। अर्थात्, जिस शरीर पर बल कार्य करता है उसका द्रव्यमान और उसकी वेग का गुणनफल। यदि F_x और F_y बल F के घटक हैं जो दो संदर्भ निर्देशांक दिशाओं के साथ हैं, V_x और V_y संबंधित वेग घटक हैं और Q निकासी है।

$$F_x = \frac{Q \cdot \gamma}{g} (V_{2x} - V_{1x}), \quad F_y = \frac{Q \cdot \gamma}{g} (V_{2y} - V_{1y}) \quad \text{and} \quad F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2}$$

Procedure:

1. Fix a vane to the vertical rod. Note the weight of the vane, the rod and collar etc. fixed to it. Alternately, balance the weight of the vane, rod and the lever by sliding a balancing weight beyond the fulcrum of the lever.
2. Open the valve controlling the jet and adjust discharge such that the force of the jet is just equal to the total weight (W) acting down on the vane and the vane and the lever are balanced. Give a slight motion to the lever to minimize friction.
3. Note the discharge in the collecting tank.
4. Repeat by increasing the jet velocity and weight on vane.
5. Take different sets of readings.
6. Repeat using different vanes. Note the deflection angle of each vane.

प्रक्रिया:

१. वैन को लंबवत छड़ पर ठीक करें। वैन, छड़ और कॉलर आदि का भार नोट करें, जो उस पर तय होते हैं। वैकल्पिक रूप से, लीवर के फुलक्रम से आगे संतुलन भार को स्लाइड करके वैन, छड़ और लीवर के भार को संतुलित करें।
२. जेट को नियंत्रित करने वाले वाल्व को खोलें और निकासी को इस प्रकार समायोजित करें कि जेट का बल वैन पर नीचे की ओर कार्य कर रहे कुल भार (W) के बराबर हो और वैन और लीवर संतुलित हों। घर्षण को कम करने के लिए लीवर को थोड़ा सा गति दें।
३. संग्रहण टैंक में निकासी को नोट करें।
४. जेट की गति और वैन पर भार को बढ़ाते हुए दोहराएं।
५. विभिन्न रीडिंग के सेट लें।
६. अलग-अलग वैन का उपयोग करते हुए दोहराएं। प्रत्येक वैन के विक्षेपण कोण को नोट करें।

Calculations:

Calculate the rate of flow through the nozzle, $Q = (Axh)/t$ and then velocity of jet, $V = Q/a$

$F_{\text{theoretical}} = \rho QV(1+\cos\theta)$, $F_{\text{actual}} = w L_2/L_1$ g, $\% \text{Error} = (F_{\text{theoretical}} - F_{\text{actual}})/F_{\text{actual}}$

गणना:

नोजल के माध्यम से प्रवाह की दर की गणना करें, $Q = (Axh)/t$ और फिर जेट का वेग, $V = Q/a$, $F_{\text{theoretical}} = \rho QV(1+\cos\theta)$, $F_{\text{actual}} = w L_2/L_1$ g, $\% \text{त्रुटि} = (F_{\text{theoretical}} - F_{\text{actual}})/F_{\text{actual}}$

Sample Calculation / नमूना गणना:

Presentation of results:

Plot F as abscissa Vs F_a as ordinate. One should get a straight line at 45° to the horizontal.

परिणामों की प्रस्तुति:

F को अभाज्या के रूप में और F_a को अध्यक्षा के रूप में प्लॉट करें। एक सीधी रेखा 45° क्षैतिज के साथ मिलनी चाहिए।

Observation Table and Results/ अवलोकन तालिका और परिणाम:

Size of collecting tank/ संग्रहण टैंक का आकार =

Area of collecting tank/ संग्रहण टैंक का क्षेत्रफल, A =

Size of jet/ जेट का आकार, d =

Area of jet/ जेट का क्षेत्रफल, a =

Length of lever fulcrum to vane l_1 / लीवर फुलक्रम से वेन l_1 की लंबाई =

Fulcrum to hanger l_2 / फुलक्रम से हैंगर l_2 =

Angle of vane / वैन का कोण =

S. No./ क्रम संख्या	DISCHARGE / प्रवाह दर			Velocity of jet, v / जेट का वेग, v	FORCE / बल		% Error / % त्रुटि
	Rise of water level, h/ पानी के स्तर की वृद्धि, h	Time, t/ समय, t	$Q=(Axh)/t$		Hydro- dynamic / जल-गतिकीय	Weight applied / लागू किया गया भार	

3. VENTURIMETER

३. वेंचुरीमीटर

Date / दिनांक: _____

Objective:

To calibrate the venturi meter and study the effect of Reynolds number on venturi meter coefficient, C_d .

उद्देश्य:

वेंचुरीमीटर को कैलिब्रेट करना और वेंचुरीमीटर गुणांक, C_d पर रेनॉल्ड्स संख्या के प्रभाव का अध्ययन करना।

Apparatus required

1. Venturi meter fitted in a pipe line
2. Differential monometer connected to the upstream enlarged end and throat of the venturi meter
3. A collecting tank
4. A stop watch
5. A thermometer

आवश्यक उपकरण:

१. पाइप लाइन में लगा वेंचुरीमीटर
२. वेंचुरीमीटर के टाइल अपस्ट्रीम बड़े हुए सिरे और गले से जुड़ा डिफरेंशियल मोनोमीटर
३. एक संग्रहण टैंक
४. एक स्टॉप वॉच
५. एक थर्मामीटर

Theory:

Venturi meter is a rate meter used for measuring flow through closed conduits, circular in cross-section and is especially suited for measuring large flows with least head loss. It is considered to be far more superior to other meters like orifice meter and flow nozzle of the class though more costly. It consists essentially of a convergent divergent streamlined tube. The streamlined boundary contraction and expansion cause a gradual pressure rise in the divergent section. To avoid separation of flow and the consequent loss of energy due to formation of eddies, the angle of convergence is limited to a maximum of 20° and the angle of divergence to a maximum of 7° . The present-day venturi meters have a short cylindrical throat section of diameter from

1/4 to 3/4 (usually 1/2) of the pipe diameter. For accurate results, the venturi meters should be preceded by a straight pipe of at least 30 pipe diameters.

To find the discharge through the venturi meter, Bernoulli's equation may be applied to pipe section (1) and the throat section (2). Then

$$\frac{v_1^2}{2g} + \frac{p_1}{\gamma} + Z_1 = \frac{v_2^2}{2g} + \frac{p_2}{\gamma} + Z_2$$

where Z_1 and Z_2 refer to the distance of the centre of the sections of the venturi meter above an arbitrary datum and V_1 and V_2 and p_1 and p_2 refer to the uniform velocities and pressures at sections (1) and (2) respectively. Also, by continuity equation

$$A_1 V_1 = A_2 V_2$$

Solving these two equations:

$$V = \frac{1}{\sqrt{\left\{1 - \left(\frac{d_2}{d_1}\right)^4\right\}}} \times \sqrt{2g \left(\frac{p_1 - p_2}{\gamma}\right)}$$

Multiplying by cross-sectional area A_2 of throat, theoretical discharge,

$$Q_{th} = A_2 V_2 = \frac{A_2}{\sqrt{1 - \left(\frac{d_2}{d_1}\right)^4}} \times \sqrt{2g \left(\frac{p_1 - p_2}{\gamma}\right)}$$

$$Q_{th} = \frac{a_1 a_2 \sqrt{2gh}}{\sqrt{a_1^2 - a_2^2}}$$

If a differential manometer is now connected to points (1) and (2) and if h is the gauge reading, then by manometry principles

$$(p_1 - p_2) / \gamma = h \left\{ \frac{s_1}{s} - 1 \right\}$$

Where s_1 and s are specific gravities of gauge liquid and fluid flowing.

Further there will be loss of head between the sections (1) and (2) and this tends to increase the observed value of h . To take this into account, a coefficient C_d called the coefficient of discharge is introduced thus modifying the discharge equations of the venturi meter to C_d is usually obtained by calibration of the meter.

$$Q_{act.} = \frac{C_d A_2}{\sqrt{1 - \left(\frac{d_2}{d_1}\right)^4}} \times \sqrt{2g \left(\frac{p_1 - p_2}{\gamma}\right)}$$

सिद्धांत:

वेंचुरीमीटर एक दर मापी यंत्र है जिसका उपयोग बंद नलिकाओं के माध्यम से प्रवाह मापने के लिए किया जाता है, जो गोलाकार आकार में होता है और विशेष रूप से कम से कम सिर हानि के साथ बड़े प्रवाह मापने के लिए उपयुक्त है। इसे अन्य मीटरों जैसे ओरिफिस मीटर और फ्लो नोजल की तुलना में अधिक श्रेष्ठ माना जाता है, हालांकि यह अधिक महंगा होता है। यह मुख्यतः एक अभिसरण-विस्तारित सुव्यवस्थित नलिका से बना होता है। सुव्यवस्थित सीमा संकुचन और विस्तार से विस्तारित खंड में धीरे-धीरे दबाव बढ़ता है। प्रवाह के अलगाव और इसके परिणामस्वरूप ऊर्जा हानि को रोकने के लिए जो एडीज के निर्माण के कारण होती है, अभिसरण का कोण अधिकतम 20° तक और विस्तार का कोण अधिकतम 7° तक सीमित किया गया है। वर्तमान समय के वेंचुरीमीटर में नलिका का एक छोटा बेलनाकार गला होता है जिसका व्यास पाइप व्यास के $1/4$ से $3/4$ (आमतौर पर $1/2$) तक होता है। सटीक परिणामों के लिए, वेंचुरीमीटर के पहले कम से कम 30 पाइप व्यास के सीधे पाइप का होना आवश्यक है।

वेंचुरीमीटर के माध्यम से प्रवाह मापने के लिए, बर्नूली समीकरण को पाइप खंड (1) और गला खंड (2) पर लागू किया जा सकता है।

$$\frac{v_1^2}{2g} + \frac{p_1}{\gamma} + Z_1 = \frac{v_2^2}{2g} + \frac{p_2}{\gamma} + Z_2$$

जहां Z_1 और Z_2 वेंचुरीमीटर के खंडों के केंद्र की एक मनमाने स्तर से ऊंचाई को दर्शाते हैं और V_1 , V_2 और p_1 , p_2 खंड (1) और (2) पर क्रमशः समान वेग और दबाव को इंगित करते हैं। इसके अलावा निरंतरता समीकरण द्वारा $A_1 V_1 = A_2 V_2$ होता है।

इन दो समीकरणों को हल करने पर,

$$V = \frac{1}{\sqrt{\left\{1 - \left(\frac{d_2}{d_1}\right)^4\right\}}} \times \sqrt{2g \left(\frac{p_1 - p_2}{\gamma}\right)}$$

गला खंड के क्रॉस-सेक्शनल क्षेत्र A_2 से गुणा करते हुए, सैद्धांतिक प्रवाह दर प्राप्त होती है।

$$Q_{th} = A_2 V_2 = \frac{A_2}{\sqrt{1 - \left(\frac{d_2}{d_1}\right)^4}} \times \sqrt{2g \left(\frac{p_1 - p_2}{\gamma}\right)}$$

$$Q_{th} = \frac{a_1 a_2 \sqrt{2gh}}{\sqrt{a_1^2 - a_2^2}}$$

यदि एक विभेदक मैनोमीटर को बिंदुओं (1) और (2) से जोड़ा जाता है और यदि h गेज रीडिंग है, तो मैनोमेट्री सिद्धांतों के अनुसार:

$$(p_1 - p_2)/\gamma = h \{ (s_1/s) - 1 \}$$

जहां s_1 और s गेज तरल और प्रवाहित तरल के घनत्व हैं।

इसके अलावा खंड (1) और (2) के बीच सिर का हास होगा जो h के मापी गए मान को बढ़ाने की प्रवृत्ति रखता है। इसे ध्यान में रखने के लिए, C_d नामक एक गुणांक, जिसे निकास गुणांक कहते हैं, को जोड़ा जाता है जिससे वेंचुरीमीटर की प्रवाह दर समीकरणों को संशोधित किया जा सके। C_d को आमतौर पर मीटर के कैलिब्रेशन से प्राप्त किया जाता है।

$$Q_{act.} = \frac{C_d A_2}{\sqrt{1 - \left(\frac{d_2}{d_1}\right)^4}} \times \sqrt{2g \left(\frac{p_1 - p_2}{\gamma}\right)}$$

Procedure:

1. Note the dimensions of the cross section of collecting tank and sections of the venturi meter;
2. Keep the drain cock of the collection tank open and open valve on the pipe line partly to allow some flow through the venturi meter. Open the cocks of the venturi meter gradually and simultaneously thus connecting up the manometer. Open the flushing cocks of the manometer gradually and simultaneously to remove entrapped air bubbles in the manometer leads and after flushing close the flushing cocks.
3. Note down the reading of the monometer and temperature of water.
4. Close the drain cock of the collecting tank. The water level in the tank rises. When the level has reached a convenient full scale reading on the scale attached to the gauge glass of the tank, start the stop watch and note the time taken for the known rise of water level in the collecting tank. This completes one set of readings.
5. Vary the discharge through the Venturi meter by manipulating the valve on the pipe line Allow the condition of flow to become steady. Note the manometer readings and the time for the water level in the collecting tank to rise by a known height after

lowering the water level in the tank to a convenient level, if necessary, by opening the drain cock.

6. Repeat the experiment with various discharges to obtain at least ten sets of readings.
7. Close the valve on the upstream side of the venturi meter completely, thus cutting off the flow. Close the cocks of the venturi meter.



प्रक्रिया:

१. संग्रहण टैंक के क्रॉस सेक्शन और वेंचुरीमीटर के खंडों के माप को नोट करें।
२. संग्रहण टैंक के ड्रेन कॉक को खुला रखें और पाइपलाइन पर वाल्व को आंशिक रूप से खोलें ताकि वेंचुरीमीटर के माध्यम से थोड़ा प्रवाह हो सके। वेंचुरीमीटर के कॉक को धीरे-धीरे और एक साथ खोलें, इस प्रकार मैनोमीटर को जोड़ते हुए। मैनोमीटर के फ्लशिंग कॉक को धीरे-धीरे और एक साथ खोलें ताकि मैनोमीटर के लीड में फंसे हुए वायु बुलबुले निकल जाएं और फ्लशिंग के बाद फ्लशिंग कॉक को बंद कर दें।
३. मैनोमीटर की रीडिंग और पानी के तापमान को नोट करें।

४. संग्रहण टैंक के ड्रेन कॉक को बंद करें। टैंक में पानी का स्तर बढ़ता है। जब स्तर टैंक के गेज ग्लास पर जुड़े स्केल की एक सुविधाजनक पूरी स्केल रीडिंग तक पहुंच जाए, तो स्टॉपवॉच चालू करें और संग्रहण टैंक में ज्ञात ऊंचाई तक पानी के स्तर को बढ़ने के लिए लिया गया समय नोट करें। इससे एक सेट रीडिंग पूरी हो जाती है।
५. वेंचुरीमीटर के माध्यम से प्रवाह को पाइपलाइन पर वाल्व को समायोजित करके बदलें। प्रवाह की स्थिति को स्थिर होने दें। मैनोमीटर की रीडिंग और संग्रहण टैंक में पानी के स्तर को एक ज्ञात ऊंचाई तक बढ़ने के लिए लिया गया समय नोट करें, यदि आवश्यक हो तो ड्रेन कॉक को खोलकर टैंक में पानी का स्तर नीचे करके।
६. कम से कम दस सेट रीडिंग प्राप्त करने के लिए विभिन्न प्रवाह दरों के साथ प्रयोग को दोहराएं।
७. वेंचुरीमीटर के ऊपरी हिस्से की ओर वाल्व को पूरी तरह से बंद करें, इस प्रकार प्रवाह को काट दें। वेंचुरीमीटर के कॉक को बंद कर दें।

Calculations:

1. Calculate the area of cross-section of the collecting tank and the area A2 of the throat section of the venturimeter.
2. From the area of cross-section of the collecting tank and the observed time for water level in the tank to rise by a known height, calculate the discharge, Q for each of readings.
3. From equation (6) calculate the values of the coefficient of discharge, Cd for each set of observations Si and S being known or assumed.
4. Calculate Reynolds Number for each discharge as:

$$Re = \frac{V_2 \times d_2}{\nu}$$

गणना:

१. संग्रहण टैंक के क्रॉस-सेक्शन का क्षेत्रफल और वेंचुरीमीटर के थ्रोट सेक्शन का क्षेत्रफल A2 की गणना करें।
२. संग्रहण टैंक के क्रॉस-सेक्शन के क्षेत्रफल और ज्ञात ऊंचाई तक टैंक में पानी के स्तर को बढ़ने के लिए देखे गए समय से प्रत्येक रीडिंग के लिए प्रवाह, Q की गणना करें।
३. समीकरण (6) से, प्रत्येक अवलोकन सेट के लिए डिस्चार्ज गुणांक, Cd के मानों की गणना करें, जहाँ Si और S ज्ञात या माने गए हैं।
४. प्रत्येक प्रवाह के लिए रेनॉल्ड्स संख्या की गणना करें।

$$Re = \frac{V_2 \times d_2}{\nu}$$

Representation of Results:

Draw the curves (1) manometric head, h Vs discharge, Q on the double log graph paper (2) C_d with Reynolds number on semi-log graph paper.

परिणामों का प्रस्तुतीकरण:

डबल लॉग ग्राफ पेपर पर (1) मैनोमेट्रिक हेड, h बनाम प्रवाह, Q की वक्र खींचें। सेमी-लॉग ग्राफ पेपर पर रेनॉल्ड्स संख्या के साथ C_d का ग्राफ बनाएं।

Questions:

1. What are the advantages and dis-advantages of venturi meter as compared to other similar meters? When do you use a venturi meter?
2. What happens if the convergence and divergence angles of a venturi meter are increased?

प्रश्न:

१. वेंचुरीमीटर के अन्य समान मीटरों की तुलना में क्या लाभ और हानि हैं? आप वेंचुरीमीटर का उपयोग कब करते हैं?
२. अगर वेंचुरीमीटर के अभिसरण और प्रसार कोण बढ़ा दिए जाएं तो क्या होता है?

Sample Calculation/ नमूना गणना:

Observation Table / अवलोकन तालिका:

Size of collecting tank/ संग्रहण टैंक का आकार =

Dia. at the throat,

d_2 / गले पर व्यास, d_2 =

Dia. of Enlarged end of venturi meter, / वेंचुरीमीटर के बड़े हुए सिरे का व्यास d_1 =

Temperature of Water/ पानी का तापमान = °C

Kinematic Viscosity

of Water /पानी की गतिक श्यानता ν =

S. No./ क्रम संख्या	Manometer reading/ मैनोमीटर रीडिंग			Q_t h	Actual Discharge / वास्तविक प्रवाह दर				Co-efficient of discharge C_d	Velocity of flow V / प्रवाह का वेग, V	Reynolds number $r = Vd_2/\nu$
	Left / बाएं	Right / दाहिने	Difference / अंतर		Rise of water in collecting tank / संग्रहण टैंक में पानी का बढ़ना	Volume of water Collected / आयतन	Time for the rise / उत्थान का समय	Q_{actual}			

4. ORIFICE METER

४. ऑरिफिस मीटर

Date / दिनांक: _____

Objective:

To calibrate and orifice meter and determine the variation of orifice meter co-efficient with Reynolds number

उद्देश्य:

रेनॉल्ड्स संख्या के साथ छिद्र मीटर के गुणांक को कैलिब्रेट करने और छिद्र मीटर की भिन्नता निर्धारित करने के लिए

Apparatus Required:

1. Orifice meter filled in a pipe line
2. Differential manometer connected to upstream section and at vena contracta
3. A collecting tank
4. A stop watch
5. Thermometer

आवश्यक उपकरण:

१. पाइप लाइन में भरा गया ऑरिफिस मीटर
२. डिफरेंशियल मैनोमीटर अपस्ट्रीम सेक्शन और वेना कॉन्ट्रैक्टा से जुड़ा हुआ है
३. एक संग्रह टैंक
४. एक रुकी हुई घड़ी
५. थर्मो मीटर

Theory:

An orifice meter is another device used for the measurement of flow rate in a pipe line. It consists of thin metal plate with an opening (generally circular concentric with the pipe axis). The plate is held between two flanges in the pipe line. The flow characteristics of an orifice meter differ from those of a venturi meter. The stream lines approaching contracts and diverge suddenly before and after orifice meter. The minimum cross- section of the jet occurs not within the orifice but downstream from the orifice edge (approximately at a distance of half the orifice diameter). The section of minimum area (a_c) is called vena-contracta. The ratio $C_c = a_c/a_0$ is called coefficient of contraction Discharge co-efficient of an orifice meter varies with the type of orifice the pipe size, ratio of orifice diameter to pipe diameter., Reynolds number and location of pressure connections. The device developed based on the concept of Bernoulli's theorem. As per the Bernoulli's theorem, for constant potential energy and flow rate, increase in velocity will decrease the pressure at any point and this concept can be used for discharge measurement in pipes. Orifice meter consists of a. orifice plate as shown in above

figure. The amount of pressure changes between throat and inlet depending on the flow rate. As flow area is suddenly reduced hence due to losses actual discharge will be less than theoretical discharge.



सिद्धान्त:

ऑरिफिस मीटर एक ऐसा उपकरण है जिसका उपयोग पाइपलाइन में तरल या गैस के प्रवाह दर को मापने के लिए किया जाता है। इसमें एक पतली धातु की प्लेट होती है जिसमें एक छेद होता है (आमतौर पर यह छेद पाइप के अक्ष के साथ संकेंद्रित होता है)। इस प्लेट को पाइपलाइन में दो फ्लेन्जों के बीच लगाया जाता है। ऑरिफिस मीटर की प्रवाह विशेषताएँ वेंचुरीमीटर से अलग होती हैं। प्रवाह रेखाएँ (स्ट्रीमलाइन) छिद्र के पास पहुंचते समय संकुचित होती हैं और छिद्र से पहले और बाद में अचानक फैल जाती हैं। प्रवाह का न्यूनतम क्रॉस-सेक्शन छिद्र के भीतर नहीं बल्कि छिद्र के किनारे से थोड़ा नीचे की ओर (लगभग आधे छिद्र के व्यास की दूरी पर) होता है। इस न्यूनतम क्षेत्रफल को "वेना-कॉन्ट्रैक्टा" कहा जाता है। वेना-कॉन्ट्रैक्टा के क्षेत्रफल (A_c) और छिद्र के क्षेत्रफल (A_o) के अनुपात को "संकुचन का गुणांक" (C_c) कहा जाता है। एक ऑरिफिस मीटर का डिस्चार्ज गुणांक (Coefficient of Discharge)

कई कारकों पर निर्भर करता है, जैसे कि छिद्र का प्रकार, पाइप का आकार, छिद्र व्यास और पाइप व्यास का अनुपात, रेनॉल्ड्स संख्या, और दबाव मापन के बिंदु का स्थान।

यह उपकरण बर्नौली के प्रमेय की अवधारणा के आधार पर विकसित किया गया। बर्नौली के प्रमेय के अनुसार, निरंतर संभावित ऊर्जा और प्रवाह दर के लिए, वेग में वृद्धि से किसी भी बिंदु पर दबाव कम हो जाएगा और इस अवधारणा का उपयोग पाइपों में निर्वहन माप के लिए किया जा सकता है। ऑरिफिस मीटर में एक होता है। छिद्र प्लेट जैसा कि ऊपर चित्र में दिखाया गया है। प्रवाह दर के आधार पर गले और इनलेट के बीच दबाव की मात्रा बदलती रहती। चूंकि प्रवाह क्षेत्र अचानक कम हो गया है इसलिए नुकसान के कारण वास्तविक निर्वहन सैद्धांतिक निर्वहन से कम होगा।

Formula to be used:

Theoretical discharge $Q_t = \frac{a_1 a_2}{\sqrt{(a_1 - a_2)^2}} \sqrt{2gh}$, Actual discharge $Q_a = (A \cdot y)/t$

Pressure head in terms of water (h) $h = 12.6 h_m$

Coefficient of Discharge $C_d = Q_a / Q_t$ Where, a_1 – cross sectional area of inlet pipe a_2 – cross sectional area of orifice A – area of measuring tank y – rise of water level in measuring tank during the time t h_m – difference of mercury columns in differential U tube manometer

उपयोग किया जाने वाला सूत्र:

सैद्धांतिक निर्वहन $Q_t = \frac{a_1 a_2}{\sqrt{(a_1 - a_2)^2}} \sqrt{2gh}$

वास्तविक निर्वहन $Q_a = (A \cdot y)/t$, पानी के संदर्भ में दबाव शीर्ष (h) $h = 12.6 h_m$, डिस्चार्ज का गुणांक $C_d = Q_a / Q_t$, जहां, a_1 – इनलेट पाइप का क्रॉस सेक्शनल क्षेत्र, a_2 – छिद्र का क्रॉस सेक्शनल क्षेत्र, A – मापने वाले टैंक y का क्षेत्र – समय t , h_m = समय के दौरान मापने वाले टैंक में पानी के स्तर में वृद्धि – पारा स्तंभों का अंतर डिफरेंशियल यू ट्यूब मैनोमीटर में।

Procedure:

1. Open the manometer cocks and ensure that there are no air bubbles present in connecting tubing
2. Open the outlet valve so that water blows through the pipe line and past orifice meter wait for some time so that the flow is stabilized,
3. Note the manometer reading in the two limbs of the manometer
4. Measure the discharge by collecting water to a certain depth in the collecting tank for some time interval 't'
5. Change the valve opening and repeat steps 2-4 for 6 to 8 sets of reading

प्रक्रिया:

1. मैनोमीटर काँक्स खोलें और सुनिश्चित करें कि कनेक्टिंग ट्यूबिंग में कोई हवा के बुलबुले मौजूद नहीं हैं
2. आउटलेट वाल्व खोलें ताकि पानी पाइप लाइन और पिछले छिद्र मीटर के माध्यम से बह सके, कुछ समय तक प्रतीक्षा करें ताकि प्रवाह स्थिर हो जाए,
3. मैनोमीटर के दोनों अंशों में मैनोमीटर की रीडिंग नोट करें
4. कुछ समय अंतराल 't' के लिए संग्रहण टैंक में एक निश्चित गहराई तक पानी एकत्र करके निर्वहन को मापें
5. वाल्व के उद्घाटन को बदलें और रीडिंग के 6 से 8 सेटों के लिए चरण 2-4 को दोहराएं।

Calculations:

Following calculations are to be carried out

1. Actual discharge, $Q_a = (Axh)/t$.
2. Theoretical discharge Q_t .
3. Coefficient of Discharge C_d
4. Finally, calculate Reynolds number, $Re = \frac{V_1 \times d_1}{\nu}$ corresponding to different discharges.

गणना:

निम्नलिखित गणनाएँ की जानी हैं

1. वास्तविक निर्वहन, $Q_a = (Axh)/t$
2. सैद्धांतिक निर्वहन Q_t
3. डिस्चार्ज का गुणांक C_d
4. अंत में, विभिन्न डिस्चार्ज के अनुरूप रेनॉल्ड्स संख्या, $Re = \frac{V_1 \times d_1}{\nu}$ की गणना करें।

Presentation of Results:

Plot the following graphs:

1. Plot $Q_{act} V_s h$ on a double log graph paper and fit in straight line for the plotted points.
2. Plot $C V_s R_e$ on a semi- log graph.

परिणामों की प्रस्तुति

निम्नलिखित ग्राफ आलेखित करें:

1. $Q_{act} V_s h$ को डबल लॉग ग्राफ पेपर पर प्लॉट करें और प्लॉट किए गए बिंदुओं को सीधी रेखा में फिट करें।
2. सेमी-लॉग ग्राफ पर C बनाम Re प्लॉट करें।

Questions:

1. What is use of an orifice meter? Compare it with a venturi meter?
2. Is there any factor to limit the minimum value of d/D that is workable?
3. Why is vena-contracta formed?

प्रश्न:

1. ऑरिफिस मीटर का उपयोग क्या है? इसकी तुलना वेंचुरीमीटर से करें?
2. क्या d/D के न्यूनतम मान को सीमित करने का कोई कारक है जो काम करने योग्य है?
3. वेना-कॉन्ट्रैक्टा क्यों बनता है?

Sample Calculation/ नमूना गणना:

Observation table / अवलोकन तालिका:

Size of collecting tank/ संग्रह टैंक का आकार =

Diameter of pipe / पाइप का व्यास d_1 =

Diameter of nozzle / नोज़ल का व्यास d_2 =

Kinematic viscosity of water / पानी की गतिज श्यानता (काइनेमैटिक विस्कोसिटी) ν =

S. No. / क्रम संख्या	Manometer reading / मैनोमीटर रीडिंग			Q _{th}	Actual Discharge / वास्तविक प्रवाह दर				Co-efficient of discharge C _d	Velocity of flow V / प्रवाह का वेग, V	Reynolds number = Vd_2/ν
	Left / बाएं	Right / दाहिने	Difference / अंतर		Rise of water in collecting tank / संग्रहण टैंक में पानी का बढ़ना	Volume of water Collected / आयतन	Time for the rise / उत्थान का समय	Q _{actual}			

5. NOZZLE METER

५. नोजल मीटर

Date / दिनांक: _____

Objective:

To calibrate the nozzle meter and find its coefficient of discharge.

उद्देश्य:

नोजल मीटर को कैलिब्रेट करना और इसके डिस्चार्ज गुणांक का पता लगाना।

Apparatus Required:

1. Nozzle meter fitted in pipe line.
2. Differential manometer connected to the upstream of the nozzle and a point just downstream of the nozzle.
3. A collecting tank.
4. A stop watch.
5. A thermometer.

आवश्यक उपकरण:

पाइप लाइन में नोजल मीटर लगा हुआ है।

१. डिफरेंशियल मैनोमीटर (नोजल के अपस्ट्रीम और नोजल के ठीक नीचे की ओर एक बिंदु से जुड़ा होता है।)
२. एक संग्रह टैंक।
३. एक स्टॉप वॉच।
४. थर्मोमीटर।

Theory:

Nozzle meter is a flow meter used for measuring flow through closed conduits. Unlike orifice meter, in a nozzle meter the boundary edges are rounded and extended downstream for a short distance. The boundary profile being made to conform to the jet of water coming out of the opening. Thus, there is no contraction of the jet beyond the nozzle opening and therefore coefficient of contraction is unity. Owing to the change in area of flow due to the insertion of the nozzle, there will be difference of pressure between the one point just upstream of the nozzle, there will be difference of pressure between the one point just upstream of the nozzle and one immediately downstream of it. The difference of pressure can be measured by a differential manometer.

To get the relationship for the discharge through a nozzle meter, apply Bernoulli's equation to a point just upstream of nozzle and to a point just downstream of nozzle.

$$\frac{v_1^2}{2g} + \frac{p_1}{\gamma} + z_1 = \frac{v_2^2}{2g} + \frac{p_1}{\gamma} + z_2 \quad (1)$$

The continuity equation is written as, $A_1V_1=A_2V_2$ (2)

Like in case of venturimeter, the above two equations can be solved to give the relation for discharge through a nozzlemeter as

$$Q_{act.} = \frac{C_d A_2}{\sqrt{1 - \left(\frac{d_2}{d_1}\right)^4}} \times \sqrt{2g \left(\frac{p_1 - p_2}{\gamma}\right)} \quad (3)$$

C_d is obtained by calibration of the meter.

सिद्धांत:

नोज़ल मीटर एक प्रवाह मीटर है, जिसका उपयोग बंद नलिकाओं के माध्यम से प्रवाह मापने के लिए किया जाता है। ऑरिफिस मीटर के विपरीत, नोज़ल मीटर में किनारे गोल होते हैं और एक छोटी दूरी तक डाउनस्ट्रीम बढ़ाए जाते हैं। सीमा प्रोफाइल को पानी के जेट के अनुरूप बनाने के लिए बनाया गया है, जो नोज़ल ओपनिंग से बाहर निकलता है। इस प्रकार, नोज़ल ओपनिंग के पार जेट में संकुचन नहीं होता है, और इसलिए संकुचन का गुणांक एक होता है। नोज़ल के समावेश के कारण प्रवाह के क्षेत्र में परिवर्तन के कारण, नोज़ल के ठीक ऊपर और तुरंत नीचे एक बिंदु के बीच दबाव में अंतर होगा। दबाव का यह अंतर एक डिफरेंशियल मनोमीटर द्वारा मापा जा सकता है।

नोज़ल मीटर के माध्यम से प्रवाह के लिए संबंध प्राप्त करने के लिए, बर्नौली के समीकरण को नोज़ल के ठीक ऊपर और नोज़ल के ठीक नीचे के बिंदु पर लागू करें।

$$\frac{v_1^2}{2g} + \frac{p_1}{\gamma} + z_1 = \frac{v_2^2}{2g} + \frac{p_1}{\gamma} + z_2 \quad (1)$$

निरंतरता समीकरण इस प्रकार लिखा गया है,

$$A_1V_1=A_2V_2 \quad (2)$$

वेंचुरीमीटर की तरह, नोज़लमीटर के माध्यम से डिस्चार्ज के संबंध को देने के लिए उपरोक्त दो समीकरणों को हल किया जा सकता है

$$Q_{act.} = \frac{C_d A_2}{\sqrt{1 - \left(\frac{d_2}{d_1}\right)^4}} \times \sqrt{2g \left(\frac{p_1 - p_2}{\gamma}\right)} \quad (3)$$

C_d मीटर के अंशांकन द्वारा प्राप्त किया जाता है।

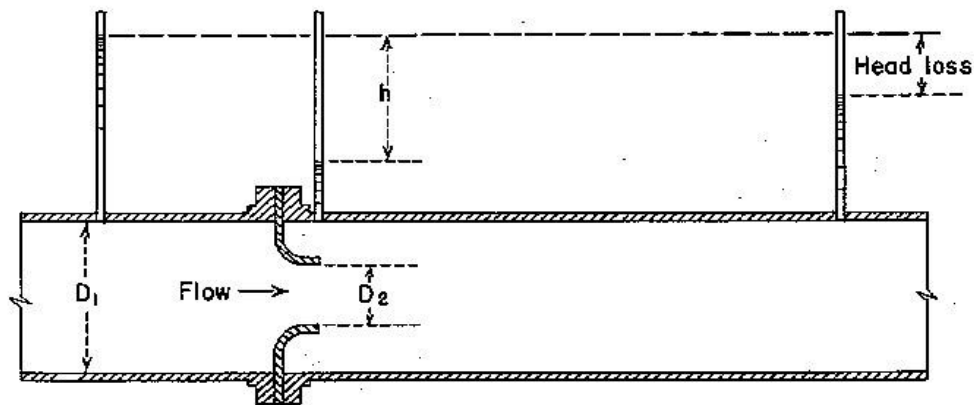
Procedure

1. Note the dimensions of the cross section of collecting tank and nozzle opening.
2. Keep the drain cock of the collection tank open and open the valve on the pipeline partly to allow some flow through the nozzle meter. Open the flushing cocks of the manometer gradually and simultaneously to remove entrapped air bubbles in the manometer leads and after flushing close the flushing cocks.
3. Note down the reading of the manometer and temperature of the water.
4. Close the drain cock of the collecting tank. The water level in the tank rises. When the level has reached a convenient full scale reading on the scale attached to the gauge glass of the tank, start the stop watch and note the time taken for the known rise of water level in the collecting tank. This completes one set of readings.
5. Vary the discharge through the nozzle meter by manipulating the valve on the pipe line. Allow the condition to become steady. Note the manometer readings and the time for the water level in the collecting tank to rise by a known height after lowering the water level in the collecting tank to a convenient level if necessary by opening the drain cock.
6. Repeat the experiment with various discharges to obtain at least ten sets of readings.
7. Close the valve on the upstream side of the nozzle meter completely, thus cutting out the flow. Close the cocks of the nozzle meter.

प्रक्रिया:

1. संग्रह टैंक और नोज़ल ओपनिंग के क्रॉस सेक्शन के आयाम नोट करें।
2. संग्रह टैंक का ड्रेन कॉक्स खुला रखें और पाइपलाइन पर वाल्व को आंशिक रूप से खोलें ताकि नोज़ल मीटर के माध्यम से कुछ प्रवाह हो सके। मनोमीटर के फ्लशिंग कॉक्स को धीरे-धीरे और समान रूप से खोलें ताकि मनोमीटर की लीड में फंसी हुई हवा के बुलबुले हट जाएँ। फ्लशिंग करने के बाद, फ्लशिंग कॉक्स बंद कर दें।
3. मनोमीटर की रीडिंग और पानी का तापमान नोट करें।
4. संग्रह टैंक का ड्रेन कॉक्स बंद करें। टैंक में पानी का स्तर बढ़ता है। जब स्तर गेज ग्लास से जुड़े स्केल पर एक सुविधाजनक पूर्ण स्केल रीडिंग तक पहुँच जाए, तो स्टॉपवॉच चालू करें और संग्रह टैंक में पानी के स्तर के ज्ञात उठाव के लिए लिया गया समय नोट करें। यह एक सेट रीडिंग को पूरा करता है।
5. पाइपलाइन पर वाल्व को समायोजित करके नोज़ल मीटर के माध्यम से प्रवाह को बदलें। स्थिति को स्थिर होने दें। मनोमीटर की रीडिंग और संग्रह टैंक में पानी के स्तर को एक ज्ञात ऊँचाई तक बढ़ने में लगने वाला समय नोट करें। यदि आवश्यक हो, तो संग्रह टैंक में पानी के स्तर को सुविधाजनक स्तर पर लाने के लिए ड्रेन कॉक्स खोलें।

६. विभिन्न प्रवाहों के साथ प्रयोग को दोहराएँ ताकि कम से कम दस सेट रीडिंग प्राप्त की जा सकें।
७. नोज़ल मीटर के अपस्ट्रीम साइड पर वाल्व को पूरी तरह से बंद करें, जिससे प्रवाह बंद हो जाए। नोज़ल मीटर के कॉक्स बंद कर दें।



Calculations:

1. Calculate the area of cross section of the collecting tank and area A_2 of the nozzle meter.
2. From the area of cross section of the collecting tank and observed time for water level in the tank to rise by a known height, calculate the discharge, Q for each of the readings.
3. Calculate the values of coefficient of discharge C_d for each set of observations.
4. Calculate Reynolds number for each discharge as $Re = \frac{V_2 d_2}{\nu}$

गणना:

१. एकत्रित टैंक के क्रॉस सेक्शन के क्षेत्र और नोजल मीटर के क्षेत्र A2 की गणना करें।
२. एकत्रित टैंक के क्रॉस सेक्शन के क्षेत्र से और टैंक में पानी के स्तर को ज्ञात ऊंचाई तक बढ़ने के लिए देखे गए समय से, प्रत्येक रीडिंग के लिए डिस्चार्ज, क्यू की गणना करें।
३. प्रेक्षणों के प्रत्येक सेट के लिए डिस्चार्ज सीडी के गुणांक के मानों की गणना करें।
४. प्रत्येक डिस्चार्ज के लिए रेनॉल्ड्स संख्या की गणना करें

Sample Calculation/ नमूना गणना:

Observation Table / अवलोकन तालिका:

S. No./ क्रम संख्या	Manometer reading/ मैनोमीटर रीडिंग			Q_{th}	Actual Discharge / वास्तविक प्रवाह दर				Co- efficient of discharge C_d	Velocity of flow V / प्रवाह का वेग, V	Reynolds number = Vd_2/v
	Left / बाएं	Right / दाहिने	Difference/ अंतर		Rise of water in collecting tank / संग्रहण टैंक में पानी का बढ़ना	Volume of water Collected / आयतन	Time for the rise / उत्थान का समय	Q_{actual}			

6. HYDRAULICS COEFFICIENTS OF ORIFICE METER

६. ऑरिफिस मीटर के हाइड्रोलिक गुणांक

Date / दिनांक: _____

Objective

To determine the hydraulic coefficients of given orifice like Coefficient of Discharge (C_d), Coefficient of Velocity (C_v) and Coefficient of Contraction (C_c)

उद्देश्य:

दिए गए छिद्र के हाइड्रोलिक गुणांकों को निर्धारित करना, जैसे: प्रवाह गुणांक, वेग गुणांक, संकुचन गुणांक ।

Apparatus Required

1. A balancing tank fitted with an orifice provided with a gauge glass and a scale.
2. A Collecting tank with gauge glass and scale and a drain valve.
3. Meter scale
4. Stop Watch.

आवश्यक उपकरण:

१. संतुलन टंकी जिसमें एक छिद्र लगा हो, साथ में गेज कांच और पैमाना हो।
२. संग्रह टंकी जिसमें गेज कांच, पैमाना और निकास वाल्व हो।
३. मीटर पैमाना
४. समय मापक (स्टॉप वॉच)

Theory:

Outlets in the form of openings or orifices in the walls of storage reservoirs are to be provided for letting out water or any other fluid stored for various utilities. Almost in every case it will be necessary to assess the quantity of fluid issuing from these openings. Theoretically it is possible to obtain the discharge if the area (a) of the orifice and the head (h) of the fluid above the centre of the orifice causing the flow are known, because applying the energy principle to a point in the reservoir and another on the jet issuing from the orifice

$$h = \frac{V_{th}^2}{2g} \text{ or } V_{th} = \sqrt{2gh} \text{ where } V \text{ is the velocity of the jet.}$$

Theoretical discharge $Q_{th} = a\sqrt{2gh}$. But as the streamlines cannot take a sharp turn, they converge to a minimum section of the jet called vena- contracta of area a_c at a distance of about half the diameter of the orifice from the plane of the sharp-edged orifice. The ratio $C_c = (a_c/a)$ is called the coefficient of contraction or $a_c = C_c \cdot a$. Because of loss of head due to resistance to flow by the orifice edge and the change in a direction, the actual velocity V_a of the jet will be less than the theoretical velocity.

The ratio $C_v = \frac{V_a}{\sqrt{2gh}}$ coefficient of velocity or $V_a = C_v \sqrt{2gh}$

Because of the contraction of the jet and the loss of head due to resistance to flow by the orifice boundaries, the actual discharge Q_a will be less than the theoretical

$$\begin{aligned} Q_a &= C_D Q_{th} = a_c V_{th} \\ &= C_c \cdot a \cdot C_v \sqrt{2gh} \\ &= C_d \cdot a \cdot \sqrt{2gh} \text{ Where, } C_d = C_c \cdot C_v \end{aligned}$$

If two of the three coefficients are determined directly, the third can be calculated. C_d is determined in the lab by measuring the actual discharge collected. C_c can be determined by the contraction gauge micrometer but this determination is usually inaccurate. Hence, C_v is calculated from the theoretical velocity, V_{th} and the actual velocity, V_a which is determined from the measured and plotted mean profile of jet as

$V_a = x / \sqrt{2gy}$; x and y being the horizontal and vertical co-ordinates of any point on the mean profile of the jet.

These coordinates of the jet are measured by scale and sliding apparatus (see fig) mounted on the balancing tank vertically above the orifice.

सिद्धांत

भंडारण जलाशयों की दीवारों में आउटलेट्स के रूप में खुले या ऑरिफिस दिए जाते हैं, ताकि संग्रहीत पानी या अन्य तरल पदार्थों को विभिन्न उपयोगों के लिए निकाला जा सके। लगभग हर मामले में, इन खुले स्थानों से निकलने वाले तरल की मात्रा का अनुमान लगाना आवश्यक होगा। सैद्धांतिक रूप से, डिस्चार्ज की गणना की जा सकती है यदि ऑरिफिस का क्षेत्रफल (a) और ऑरिफिस के केंद्र के ऊपर तरल का सिर (h), जो प्रवाह का कारण बनता है, ज्ञात हो। ऐसा इसलिए है क्योंकि ऊर्जा सिद्धांत को जलाशय के एक बिंदु पर और ऑरिफिस से निकलने वाली जेट पर लागू किया जा सकता है

$$h = \frac{V_{th}^2}{2g} \text{ or } V_{th} = \sqrt{2gh} \text{ जहाँ } V \text{ जेट का वेग है।}$$

सैद्धांतिक प्रवाह Q_{th} होता है। लेकिन चूंकि धारा रेखाएँ तेज मोड़ नहीं ले सकतीं, वे जेट के न्यूनतम खंड तक अभिसरित होती हैं जिसे वेना-कॉन्ट्रैक्टा कहा जाता है, जिसका क्षेत्रफल a_c है, जो तीक्ष्ण किनारे वाले छिद्र के तल से लगभग आधे व्यास की दूरी पर स्थित होता है। अनुपात $C_c = (a_c/a)$ को संकुचन गुणांक कहा जाता है या $a_c = C_c \cdot a$ । छिद्र किनारे द्वारा प्रवाह के प्रतिरोध और दिशा में परिवर्तन के कारण शीर्ष की हानि के कारण, जेट का वास्तविक वेग V_a सैद्धांतिक वेग से कम होगा।

अनुपात $C_v = \frac{V_a}{\sqrt{2gh}}$ को वेग गुणांक कहा जाता है या $V_a = C_v \sqrt{2gh}$

जेट के संकुचन और छिद्र सीमाओं द्वारा प्रवाह के प्रतिरोध के कारण शीर्ष की हानि के कारण, वास्तविक प्रवाह Q_a सैद्धांतिक प्रवाह Q_{th} से कम होगा।

$$\begin{aligned} Q_a &= C_D Q_{th} &= a_c V_{th} \\ &= C_c \cdot a \cdot C_v \sqrt{2gh} \\ &= C_d \cdot a \cdot \sqrt{2gh} \text{ Where } C_d = C_c \cdot C_v \end{aligned}$$

यदि तीन में से दो गुणांक सीधे निर्धारित किए जाते हैं, तो तीसरे की गणना की जा सकती है। C_d को प्रयोगशाला में एकत्रित वास्तविक प्रवाह को मापकर निर्धारित किया जाता है। C_c को संकुचन गेज माइक्रोमीटर द्वारा निर्धारित किया जा सकता है लेकिन यह निर्धारण आमतौर पर अशुद्ध होता है। इसलिए, C_v की गणना सैद्धांतिक वेग, V_{th} और वास्तविक वेग, V_a से की जाती है जो जेट के मापे गए और प्लॉट किए गए औसत प्रोफाइल से निर्धारित किया जाता है जैसे $V_a \times$ और y जेट के औसत प्रोफाइल पर किसी भी बिंदु के क्षैतिज और ऊर्ध्वाधर निर्देशांक हैं।

जेट के ये निर्देशांक पैमाने और स्लाइडिंग उपकरण (चित्र देखें) द्वारा मापे जाते हैं जो छिद्र के ऊपर लंबवत रूप से संतुलन टैंक पर लगे होते हैं।



Procedure

1. Note the dimensions of the collecting tank and the orifice.

2. Open the valve of inflow pipe and adjust the valve such that head in a tank over orifice remain constant while water is flowing from it.
3. Note the head over the orifice and measure x and y coordinates of jet at particular location.
4. Collect water in measuring tank for appropriate time and record the rise of water level in the tank.
5. Repeat steps 2-4.
6. Close the supply valve and drain out the tank and measuring tank and adjust the head over the orifice and repeat the experiment.

Formula used:

Actual discharge - $Q_a = (A*Y)/t$

Theoretical discharge $Q_{th} = a\sqrt{2gh}$

Coefficient of Discharge $C_d = (Q_a / Q_{th})$

Coefficient of Velocity $C_v = \sqrt{x^2/4yh}$

Coefficient of Contraction $C_c = (C_d/C_v)$

Where A - area of measuring tank

a - area of orifice

d - diameter of orifice

H- height of liquid above the centre of the orifice in the tank in which orifice is fitted

t- time to collect water

Y- Rise of water level in piezometer

x- horizontal coordinate of the jet at the measuring point

y- vertical coordinate of the jet at the measuring point

प्रक्रिया:

१. संग्रह टंकी और छिद्र के आयाम नोट करें।
२. प्रवाह पाइप का वाल्व खोलें और इसे इस प्रकार समायोजित करें कि छिद्र के ऊपर टंकी में जल स्तर स्थिर रहे जब पानी बह रहा हो।
३. छिद्र के ऊपर जल स्तर नोट करें और विशिष्ट स्थान पर जेट के x और y निर्देशांक मापें।
४. उचित समय के लिए मापन टंकी में पानी एकत्र करें और टंकी में पानी के स्तर में वृद्धि दर्ज करें।

५. कदम २ - ४ दोहराएं।

६. आपूर्ति वाल्व बंद करें और टंकी तथा मापन टंकी को खाली करें, फिर छिद्र के ऊपर जल स्तर समायोजित करें और प्रयोग दोहराएं।

उपयोग किए गए सूत्र:

$$\text{वास्तविक प्रवाह} - Q_a = (A * Y)/t$$

$$\text{सैद्धांतिक प्रवाह} - Q_{th} = a\sqrt{(2gH)}$$

$$\text{प्रवाह गुणांक} - C_d = (Q_a / Q_{th})$$

$$\text{वेग गुणांक} - C_v = \sqrt{x^2/4yh}$$

$$\text{संकुचन गुणांक} - C_c = (C_d/C_v)$$

जहाँ: A - मापन टंकी का क्षेत्रफल, a - छिद्र का क्षेत्रफल, d - छिद्र का व्यास, H - टंकी में छिद्र के केंद्र के ऊपर द्रव की ऊंचाई, जिसमें छिद्र लगा है t - पानी एकत्र करने का समय Y - पाइजोमीटर में जल स्तर की वृद्धि x - मापन बिंदु पर जेट का क्षैतिज निर्देशांक y - मापन बिंदु पर जेट का ऊर्ध्वाधर निर्देशांक g - गुरुत्वाकर्षण के कारण त्वरण (9.81 m/s²)

Calculations

1. Calculate the area of the collecting tank and the area of the orifice.
2. From the area C.S, of the collecting tank and the observed time for the water level in the collecting tank to rise by a known ht. calculate the actual discharge Q_a for each set of readings.
3. Correct the readings of head of water taken on the scale attached to the gauge glass for difference in elevation between the centre of the orifice and the zero of scale. From the corrected head h calculate the theoretical velocity,
$$V_{th} = \sqrt{2gh}$$
4. Calculate the theoretical discharge from the theoretical velocity and orifice area.
5. Calculate $C_d = Q_a/Q_{th}$.
6. Plot the x and y co-ordinates of the jet, referred to the origin at the cr. of the orifice, and draw the mean profile of the jet, taking a point on each of the mean profiles calculate the actual velocities and hence C_v .
7. Calculate $C_c = C_d/C_v$ for each set of readings.

गणना:

1. संग्रह टंकी और छिद्र का क्षेत्रफल गणना करें।
2. संग्रह टंकी के अनुप्रस्थ काट क्षेत्रफल से और जल स्तर में ज्ञात ऊंचाई तक वृद्धि के लिए अवलोकित समय से, प्रत्येक पाठ्यांक समूह के लिए वास्तविक प्रवाह Q_a की गणना करें।
3. गेज कांच से जुड़े पैमाने पर लिए गए जल स्तर के पाठ्यांकों को छिद्र के केंद्र और पैमाने के शून्य के बीच ऊंचाई के अंतर के लिए सही करें। सही किए गए जल स्तर H से सैद्धांतिक वेग V_{th} की गणना करें।
4. सैद्धांतिक वेग और छिद्र क्षेत्रफल से सैद्धांतिक प्रवाह की गणना करें।
5. $C_d = Q_a/Q_{th}$ की गणना करें।
6. छिद्र के केंद्र को मूल बिंदु मानकर जेट के x और y निर्देशांक प्लॉट करें, और जेट का औसत प्रोफाइल खींचें। प्रत्येक औसत प्रोफाइल पर एक बिंदु लेकर वास्तविक वेग की गणना करें और फिर C_v की गणना करें।
7. प्रत्येक पाठ्यांक समूह के लिए $C_c = C_d/C_v$ की गणना करें।

Graphical Representation of Results:

Draw the curves between

- (1) C_d , C_v , C_c and with head and discharge and
- (2) h with Q_a .

परिणामों का ग्राफीय प्रस्तुतीकरण:

- (1) C_d , C_v , C_c और जल स्तर तथा प्रवाह के बीच, और
- (2) h और Q_a के बीच वक्र खींचें।

Questions

1. Where do orifices find application in Engineering works? Explain with a few examples.
2. Explain with a neat sketch how the streamlines passing through an orifice contract to a minimum section at 'Vena Contracta'.
3. Does C_v have greater value for a sharp-edged orifice or a flat and broad edged orifice? Why?
4. Explain with sketches another method of measuring C_v .
5. What will be C_c in round edged orifice?

प्रश्न:

१. अभियांत्रिकी कार्यों में छिद्रों का उपयोग कहाँ होता है? कुछ उदाहरणों के साथ समझाएं।

२. एक स्वच्छ चित्र के साथ समझाएं कि छिद्र से गुजरने वाली धारा रेखाएँ 'वेना कॉन्ट्रैक्टा' पर न्यूनतम अनुभाग तक कैसे संकुचित होती हैं।
३. तीक्ष्ण किनारे वाले छिद्र या समतल और चौड़े किनारे वाले छिद्र में से किसमें C_v का मान अधिक होगा? क्यों?
४. C_v को मापने की एक अन्य विधि को चित्रों के साथ समझाएं।
५. गोल किनारे वाले छिद्र में C_c का मान क्या होगा?

Sample Calculation/ नमूना गणना:

Observation table / अवलोकन तालिका

Size of orifice / छिद्र का आकार =

Area of orifice / छिद्र का क्षेत्रफल $a =$

Size of collecting / संग्रह टंकी का आकार =

Area of collecting tank / संग्रह टंकी का क्षेत्रफल, $A =$

Correction of head / जल स्तर में सुधार, $H =$

Correction to x / x में सुधार =

Correction to y / y में सुधार =

S No / क.सं.	Corrected Head, h / सुधारित जल स्तर	Theoretical Velocity / सैद्धांतिक वेग $V_{th} = \sqrt{2gh}$	Discharge Measurement / प्रवाह मापन				Cd	Coordinate of Jet / जेट के निर्देशांक		Actual velocity, V_a / वास्तविक वेग, V_a	Co-effi. of Velocity C_v / वेग गुणांक	$C_c = C_d/C_v$
			Level Rise in collecting tank / संग्रह टंकी में स्तर वृद्धि	Volume of water collected / एकत्रित पानी का आयतन	Time taken / लिया गया समय	Actual discharge / वास्तविक प्रवाह		x	y			

7. PIPE FRICTION LOSS CALCULATION

७. पाइप घर्षण हानि की गणना

Date/ दिनांक.....

Objective: To compute the friction factor for commercial pipe.

उद्देश्य: वाणिज्यिक पाइप के लिए घर्षण गुणांक की गणना करना।

Apparatus required

1. Overhead tank supplying water in which the level is maintained constant.
2. Pipeline with bends valves etc, each fitted with inverted U-tube manometer to measure head loss.
3. A collecting tank and stop watch, to measure the rate of flow.

आवश्यक उपकरण:

१. स्थिर जल स्तर बनाए रखने वाला ओवरहेड टैंक जो पानी की आपूर्ति करता है।
२. मोड़, वाल्व आदि से युक्त पाइपलाइन, जिसमें हेड लॉस मापने के लिए प्रत्येक पर उल्टी U-ट्यूब मैनोमीटर लगा होता है।
३. प्रवाह दर मापने के लिए कलेक्टिंग टैंक और स्टॉपवॉच।



Theory:

Loss of head (energy per unit wt. of fluid, expressed in meters of fluid) occurs in any fluid flow. The loss is caused by (i) fluid friction in pipe or conduit (ii) changes in velocity or direction of flow. Losses of these two types are termed as major losses and minor losses respectively. Fluid pipe friction loss is a continuous loss of head, h_f assumed to occur at a uniform rate along the pipe as long as the size and roughness of the pipe remains constant and is commonly referred

to as the loss of head due to friction. For turbulent flow in pipes, the major loss (h_f) is normally taken as

$$h_f = \frac{f l V^2}{2 g d}$$

Where,

f is called the friction factor which is dependent upon the material, surface finish, age etc of the pipe and the Reynolds number of the flow.

l is the length of pipe line in which the loss occurs d is the diameter of pipe line

V is the velocity of flow in the pipeline

Minor losses are losses due to (i) change in cross-section i.e. Expansion loss and Contraction loss (ii) obstruction to flow such as gates, valves etc. (iii) bends, curves etc. Minor losses are generally expressed as a constant time the velocity head, $kV^2/2g$; k differs from fitting to fitting.

सिद्धांत:

प्रवाह की दिशा में किसी भी तरल प्रवाह में हेड (द्रव के भार प्रति इकाई ऊर्जा, जिसे द्रव की मीटर में व्यक्त किया जाता है) का नुकसान होता है। यह नुकसान निम्न कारणों से होता है: (i) पाइप या नलिका में तरल घर्षण (ii) प्रवाह की गति या दिशा में परिवर्तन। इन दोनों प्रकार के नुकसान को क्रमशः मुख्य नुकसान (major losses) और छोटे नुकसान (minor losses) कहा जाता है। पाइप में तरल घर्षण से होने वाला नुकसान एक निरंतर हेड का नुकसान होता है, जिसे $\square_f$ कहा जाता है, और इसे पाइप की लंबाई के साथ समान दर पर होने वाला नुकसान माना जाता है जब तक कि पाइप का आकार और उसकी खुरदरापन समान रहता है। इसे आमतौर पर घर्षण के कारण हेड के नुकसान के रूप में जाना जाता है। पाइपों में अशांत प्रवाह (turbulent flow) के लिए मुख्य नुकसान ($\square_f$) सामान्यतः इस प्रकार लिया जाता है।

$$h_f = \frac{f l V^2}{2 g d}$$

जहां,

f को घर्षण गुणांक कहा जाता है, जो पाइप के सामग्री, सतह की फिनिश, आयु, आदि और प्रवाह की रेनॉल्ड्स संख्या पर निर्भर करता है।

l पाइपलाइन की लंबाई है जिसमें हेड का नुकसान होता है।

d पाइपलाइन का व्यास है।

V पाइपलाइन में प्रवाह की गति है।

छोटे नुकसान (Minor losses) निम्नलिखित कारणों से होते हैं: (i) क्रॉस-सेक्शन में बदलाव, जैसे विस्तार (Expansion loss) और संकुचन (Contraction loss)। (ii) प्रवाह में रुकावट, जैसे गेट्स, वाल्व आदि। (iii) मोड़, घुमाव आदि। छोटे नुकसान आमतौर पर एक स्थिरांक और वेग हेड ($kV^2/2g$) के रूप में व्यक्त किए जाते हैं; k प्रत्येक फिटिंग के अनुसार बदलता है।

Procedure:

1. Note the diameter (d) and length (l) of the pipe between manometer tapings.
2. Open the valve to allow water to flow through the pipe.
3. Connect all manometers on the pipe line to the flow opening the connecting valves slowly and simultaneously (sudden opening of the valves will cause the water to rush into the manometer limbs and drive the mercury out in case mercury manometers are used).
4. Note down the difference in levels in the columns of the manometer.
5. Change the valve opening and repeat the above steps.
6. Note down the temperature of water.

प्रक्रिया:

१. मैनोमीटर टैपिंग्स के बीच पाइप का व्यास (d) और लंबाई (l) नोट करें।
२. वाल्व खोलें ताकि पानी पाइप से प्रवाहित हो सके।
३. पाइपलाइन के सभी मैनोमीटर को धीरे-धीरे और एक साथ कनेक्टिंग वाल्व खोलकर प्रवाह से जोड़ें (यदि पारे वाले मैनोमीटर का उपयोग किया जा रहा है, तो वाल्व अचानक खोलने पर पानी तेजी से मैनोमीटर में प्रवेश करेगा और पारा को बाहर निकाल सकता है)।
४. मैनोमीटर के स्तंभों में स्तर के अंतर को नोट करें।
५. वाल्व की स्थिति बदलें और उपरोक्त चरणों को दोहराएं।
६. पानी का तापमान नोट करें।

Calculations:

Head loss over a length of pipe or in any fitting is given by the manometer connected. From the above equation the friction factor f is calculated.

गणना:

पाइप की लंबाई या किसी फिटिंग में हेड लॉस मैनोमीटर द्वारा मापा जाता है। उपरोक्त समीकरण से घर्षण गुणांक f की गणना की जाती है।

Sample Calculation/ नमूना गणना:

Observation Table and Results/ अवलोकन तालिका और परिणाम:

Length of pipe/ पाइप की लंबाई:

पाइप का व्यास/ Diameter of pipe:

Area of Pipe/ पाइप का क्षेत्रफल:

कलेक्टिंग टैंक का क्षेत्रफल/Area of collecting tank:

S. No./ क्रम संख्या	Manometer Reading/ मैनोमीटर रीडिंग		Loss of head/ हेड लॉस h_f	Volume of Water/ पानी का आयतन (m^3)	Time/ समय (s)	Discharge (m^3/s)	Velocity of flow/ प्रवाह की गति (m/s)	Friction Factor/ घर्षण गुणांक
	Left/बाएँ	Right/दाएँ						

Remark /टिप्पणी:

8. REYNOLDS EXPERIMENT

८. रेनॉल्ड्स प्रयोग

Date/ दिनांक.....

Objective: To study various types of flow and to classify them based on Reynolds number.

उद्देश्य: विभिन्न प्रकार के प्रवाहों का अध्ययन करना और उन्हें रेनॉल्ड्स संख्या के आधार पर वर्गीकृत करना।

Apparatus required:

1. Reynolds apparatus consisting of a balancing tank from which a transparent pipe takes off at the bottom. A regulating valve is fitted at the end of the pipe.
2. A pot of indicator (coloured) liquid with a cock on a thin tube ending into a fine nozzle in the transparent pipe.
3. A collecting tank (measuring jar).
4. Stop watch.

आवश्यक उपकरण:

१. रेनॉल्ड्स उपकरण, जिसमें एक बैलेंसिंग टैंक होता है, जिसके निचले हिस्से से एक पारदर्शी पाइप जुड़ा होता है। पाइप के अंत में एक नियामक वाल्व (रेगुलेटिंग वॉल्व) लगा होता है।
२. संकेतक (रंगीन) द्रव वाला बर्तन, जिसमें एक पतली ट्यूब पर एक नल और पारदर्शी पाइप में समाप्त होने वाली एक नोजल होती है।
३. कलेक्टिंग टैंक (मापने का जार)।
४. स्टॉपवॉच।

Theory:

Flow of real fluids in any system offers resistance to flow due to viscosity of the fluid. When the velocity of flow is low, the fluid particles move along smooth lines. Viscous forces are the dominant and curb any tendency in the fluid particle to deviate from their smooth path. If the velocity of the fluid increases after some limit the flow path of the fluid particles becomes wavy as particles tend to deviate from their smooth path. But still the paths are clear. When the velocity is further increased, the fluid particles mix up thoroughly and the flow paths are highly and unidentifiable.

Osborne Reynold studied the nature of flow in pipe line and classified them into various pipes based on a number called 'Reynolds number'.

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

Where, V is mean velocity of flow, D is diameter of pipe, ρ is the density of fluid flowing, μ is the dynamic viscosity of the fluid and ν is the kinematic viscosity of fluid. When Re is less

than 2000, the flow is laminar. Above this value and up to 4000, the flow is transitional i.e. changing from laminar to turbulent. When Re greater than 4000, the flow is turbulent.

सिद्धांत:

किसी भी प्रणाली में वास्तविक तरल का प्रवाह उसकी श्यानता (विस्कोसिटी) के कारण प्रवाह में प्रतिरोध उत्पन्न करता है। जब प्रवाह की गति कम होती है, तो तरल कण चिकनी रेखाओं के साथ चलते हैं। इस स्थिति में, श्यान बल प्रभावी होता है और तरल कणों को उनकी चिकनी पथ से विचलित होने से रोकता है। यदि तरल की गति एक निश्चित सीमा के बाद बढ़ती है, तो प्रवाह पथ लहरदार हो जाता है क्योंकि कण अपने चिकने पथ से विचलित होने लगते हैं। लेकिन फिर भी पथ स्पष्ट होते हैं। जब गति और अधिक बढ़ाई जाती है, तो तरल कण पूरी तरह से मिश्रित हो जाते हैं और प्रवाह पथ असमान और पहचान में नहीं आते।

ऑसबॉर्न रेनॉल्ड्स ने पाइपलाइन में प्रवाह के स्वभाव का अध्ययन किया और उन्हें एक संख्या 'रेनॉल्ड्स संख्या' के आधार पर विभिन्न प्रवाहों में वर्गीकृत किया।

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

जहां: V = प्रवाह की औसत गति, D = पाइप का व्यास, ρ = तरल की घनत्व, μ = तरल की गतिशील श्यानता (डायनामिक विस्कोसिटी), ν = तरल की सिनेमेटिक श्यानता (काइनेमैटिक विस्कोसिटी)।

यदि रेनॉल्ड्स संख्या (Re) 2000 से कम है, तो प्रवाह 'लैमिनर' होता है। इस सीमा से ऊपर और 4000 तक प्रवाह 'संक्रमणकालीन' होता है, यानी लैमिनर से टर्बुलेंट प्रवाह में बदलता है। जब Re 4000 से अधिक होता है, तो प्रवाह 'टर्बुलेंट' होता है।

Procedure:

1. Open the supply valve and admit flow into the balancing tank. When the water level rises adequately, regulate the inflow and outflow so as to keep very low velocity of fluid flowing in the transparent pipe. Keep the head in the balancing tank steady.
2. Admit the indicator fluid (colour liquid) in to the transparent pipe by opening the valve. Observe the flow line of the colour liquid and note the flow pattern.
3. Collect the flow in to the collecting tank (measuring jar) and note the time taken for the volume of water collected.
4. Increase the flow of fluid so that the velocity of flow increases. Again, observe the nature of flow of colour liquid. Observe and note the nature of colour streak.
5. Repeat the above steps to take at least two observations of straight, wavy and zig-zag (mixing) patterns of colour liquid in the transparent tube along with the main flow.
6. Note the diameter of the transparent tube and the temperature of the water.



प्रक्रिया:

१. आपूर्ति वाल्व खोलें और संतुलन टैंक में प्रवाह की अनुमति दें। जब पानी का स्तर पर्याप्त रूप से बढ़ जाए, तो पारदर्शी पाइप में बहुत कम गति से तरल प्रवाहित होने के लिए इनफ्लो और आउटफ्लो को नियंत्रित करें। संतुलन टैंक में पानी के स्तर को स्थिर बनाए रखें।
२. संकेतक द्रव (रंगीन द्रव) को पारदर्शी पाइप में प्रवेश करने दें, इसके लिए वाल्व खोलें। रंगीन द्रव की प्रवाह रेखा का निरीक्षण करें और प्रवाह का पैटर्न नोट करें।
३. प्रवाह को कलेक्टिंग टैंक (मापने के जार) में एकत्र करें और एकत्रित पानी की मात्रा के लिए लिया गया समय नोट करें।
४. तरल के प्रवाह को बढ़ाएं ताकि प्रवाह की गति बढ़े। फिर से रंगीन द्रव के प्रवाह के स्वभाव का निरीक्षण करें और रंग की धारियों (स्ट्रेक्स) के स्वभाव को नोट करें।
५. उपरोक्त चरणों को दोहराएं ताकि मुख्य प्रवाह के साथ पारदर्शी ट्यूब में रंगीन द्रव के सीधे, लहरदार और ज़िग-ज़ैग (मिश्रण) पैटर्न के कम से कम दो अवलोकन प्राप्त हो सकें।
६. पारदर्शी ट्यूब के व्यास और पानी के तापमान को नोट करें।

Calculations:

1. Calculate the discharge Q , from the volume of water collected in the measuring tank and the time of collection.
2. Calculate the velocity V , of flow through the transparent tube by dividing the discharge by the cross-sectional area of the tube.
3. Calculate the Reynolds number.

गणना:

१. प्रवाह दर (Q) की गणना: कलेक्टिंग टैंक में एकत्र किए गए पानी की मात्रा (V) और इसे एकत्र करने में लगे समय (t) से प्रवाह दर (Q) की गणना निम्न सूत्र से करें:

$$Q = V/t$$

जहां: Q = प्रवाह दर (लीटर/सेकंड या m^3 /सेकंड), V = एकत्रित पानी का आयतन (लीटर या m^3), t = एकत्र करने का समय (सेकंड)

२. गति (V) की गणना: पारदर्शी ट्यूब में प्रवाह की औसत गति (V) को प्रवाह दर (Q) को ट्यूब के क्रॉस-सेक्शनल क्षेत्रफल (A) से विभाजित करके गणना करें:

$$V = Q/A$$

जहां: V = प्रवाह की गति (m/s), $A = \pi D^2/4$, A = ट्यूब का क्रॉस-सेक्शनल क्षेत्र (m^2), D = ट्यूब का व्यास (m)

३. रेनॉल्ड्स संख्या (Re) की गणना: रेनॉल्ड्स संख्या (Re) की गणना प्रवाह गति, ट्यूब के व्यास और तरल की काइनेमैटिक श्यानता (ν) से निम्न सूत्र द्वारा करें:

$$Re = VD/\nu$$

जहां: V = प्रवाह की औसत गति (m/s), D = पाइप का व्यास (m), ν = तरल की काइनेमैटिक श्यानता (m^2/s)

इस प्रकार, उपरोक्त चरणों का पालन कर आप प्रवाह दर, गति और रेनॉल्ड्स संख्या की गणना कर सकते हैं।

Result:

1. Record the observed nature of the colour streak and the corresponding value of Reynolds number.
2. Write the classification of the flow.

परिणाम:

१. रंगीन धारा का अवलोकित स्वभाव और रेनॉल्ड्स संख्या का संबंधित मान रिकॉर्ड करें।
२. प्रवाह का वर्गीकरण लिखें।

Sample Calculation/ नमूना गणना:

Observation Table and Results/ अवलोकन तालिका और परिणाम:

Size of collecting tank / कलेक्टिंग टैंक का आकार:

Dia. of transparent pipe / पारदर्शी पाइप का व्यास:

Area of pipe / पाइप का क्षेत्रफल:

S. No./ क्रम संख्या	Volume Collected/ संग्रहित आयतन (m ³)	Time / समय (s)	Discharge/ प्रवाह दर (m ³ /s)	Velocity/ गति (m/s)	Reynolds number/ रेनॉल्ड्स संख्या	Type of flow/ प्रवाह का प्रकार	Visual observation of flow / प्रवाह का दृश्य अवलोकन

9. CALIBRATION OF WATER- METER

९. वॉटर-मीटर का अंशांकन

Date/ दिनांक.....

Objective: To calibrate the water meter.

उद्देश्य: वॉटर मीटर का अंशांकन करना।

Apparatus required:

1. Water meter fitted in a pipe line.
2. Collecting tank, with drain cock, fitted with gauge glass and scale.
3. Stop watch and scale

आवश्यक उपकरण:

१. पाइपलाइन में लगा हुआ वॉटर मीटर।
२. ड्रेन कॉक के साथ गेज ग्लास और मापने के पैमाने से सुसज्जित एक कलेक्टिंग टैंक।
३. स्टॉप वॉच और मापने का पैमाना।

Theory:

The water meters are used for knowing the volume of water passed through it over any given period of time. Water meter is of two types.

1. Positive displacement type
2. Inferential type

The positive displacement type has pistons which are displaced by the flowing fluid and a counting mechanism records the number of displacements, The primary parts of an inferential meter are vanes or blades fixed to a shaft or spindle. The shaft rotates due to reaction of the flow on the blades.

सिद्धांत:

वॉटर मीटर का उपयोग उस अवधि के दौरान प्रवाहित पानी की मात्रा जानने के लिए किया जाता है। वॉटर मीटर दो प्रकार के होते हैं:

1. पॉजिटिव डिस्प्लेसमेंट प्रकार
2. इनफेरेंशियल प्रकार

पॉजिटिव डिस्प्लेसमेंट प्रकार में पिस्टन होते हैं जो प्रवाहित तरल द्वारा विस्थापित होते हैं, और एक गिनने वाला तंत्र इन विस्थापनों की संख्या को रिकॉर्ड करता है। इनफेरेंशियल मीटर के मुख्य भाग वेन्स (वेन) या ब्लेड होते हैं जो एक शाफ्ट या स्पिंडल से जुड़े होते हैं। प्रवाह का ब्लेड्स पर प्रतिक्रिया होने के कारण शाफ्ट घूमता है।

Procedure:

1. Note the dimensions (Cross section) of the collecting tank.
2. Set the inlet regulating valve to an opening thus passing certain discharge through the water meter.
3. Start the stop watch when the water meter pointer comes to a full division on the dial and stop it when the pointer comes to full division again after some time. Note the water meter readings (initial and final) and the time for the indicated flow.
4. Close the outlet valve of the collecting tank and note down the time required for a fixed rise of water level in the collecting tank.
5. Repeat the measurements for various different flow rates by regulating the control valve provided at the end of the pipe line.

प्रक्रिया:

१. कलेक्टिंग टैंक के आयाम (क्रॉस सेक्शन) को नोट करें।
२. इनलेट रेगुलेटिंग वॉल्व को एक निश्चित स्थान पर सेट करें जिससे वॉटर मीटर के माध्यम से कुछ निश्चित प्रवाह पास हो।
३. जब वॉटर मीटर की सुई डायल पर एक पूर्ण विभाजन पर आ जाए, तो स्टॉप वॉच चालू करें और कुछ समय बाद सुई के फिर से पूर्ण विभाजन पर आने पर स्टॉप वॉच बंद करें। वॉटर मीटर की प्रारंभिक और अंतिम रीडिंग और दिए गए प्रवाह के लिए समय नोट करें।
४. कलेक्टिंग टैंक के आउटलेट वॉल्व को बंद करें और कलेक्टिंग टैंक में जलस्तर की एक निश्चित वृद्धि के लिए आवश्यक समय नोट करें।
५. पाइपलाइन के अंत में स्थित नियंत्रण वॉल्व को समायोजित करके विभिन्न प्रवाह दरों के लिए मापों को दोहराएं।

Calculation

Calculate the indicated volume of water flow through the water meter and then the discharge by dividing the volume by the time taken for the indicated flow.

$$Q_{ind.} = V/t.$$

Calculate the actual discharge from the volume of water collected in the collecting tank and time taken for the same. $Q_{act.} = [(L \times B) \times h] / t.$

Calculate the difference between the indicated discharge and the actual discharge as error. -ve of this error is correction to the meter reading.

गणना:

१. वॉटर मीटर के माध्यम से प्रवाहित जल की परिकल्पित मात्रा और समय द्वारा प्रवाह दर (डिस्चार्ज) की गणना करें।
 $Q_{ind.} = V/t.$
२. कलेक्टिंग टैंक में संग्रहित पानी की मात्रा और समय से वास्तविक प्रवाह दर की गणना करें।
 $Q_{act.} = [(L \times B) \times h] / t.$
३. वॉटर मीटर द्वारा दर्शाए गए प्रवाह दर और वास्तविक प्रवाह दर के बीच अंतर को त्रुटि के रूप में गणना करें। इस त्रुटि का नकारात्मक मान मीटर रीडिंग में सुधार है।

Graphical representation

Draw on a simple graph the curve connecting Indicate discharge and actual discharge.

ग्राफिक प्रतिनिधित्व:

निर्दिष्ट प्रवाह दर और वास्तविक प्रवाह दर को जोड़ने वाला ग्राफ बनाएं।

Sample Calculation/ नमूना गणना:

Observation Table and Results/ अवलोकन तालिका और परिणाम:

S. No./ क्रम संख्या	Water meter reading/ वाटर मीटर रीडिंग			Time/ समय (s)	Indicated discharge/ निर्दिष्ट प्रवाह दर (lit/s)	Collecting tank reading/ कलेक्टिंग टैंक रीडिंग				Time taken/ लिया गया समय (s)	Actual Discharge/ वास्तविक प्रवाह दर (lit/s)	सुधार
	Initial प्रारंभिक	Final अंतिम	Difference अंतर			Initial Level / प्रारंभिक स्तर	Final Level / अंतिम स्तर	Rise / वृद्धि	Volume/ आयतन			



THIS LAB MANUAL IS PREPARED BY

Dr. Rutuja Manohar Chavan
Assistant Professor

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING

Maulana Azad National Institute of Technology, Bhopal

(An Institute of National Importance-Under MHRD, Government of India)

BHOPAL – 462003 (M.P.), INDIA

July 2024