Volume flow rate(आयतन प्रवाह दर)

- दिए गए अनुप्रस्थ काट क्षेत्र से प्रति सेकंड प्रवाहित तरल पदार्थ(द्रव) की मात्रा को आयतन प्रवाह दर कहा जाता है।

- $V = Av$

- V = आयतन प्रवाह दर (मापन इकाई= m^3/s)
- A = अनुप्रस्थ काट क्षेत्र (मापन इकाई= m^2)
- V = द्रव का वेग (मापन इकाई= m/s)

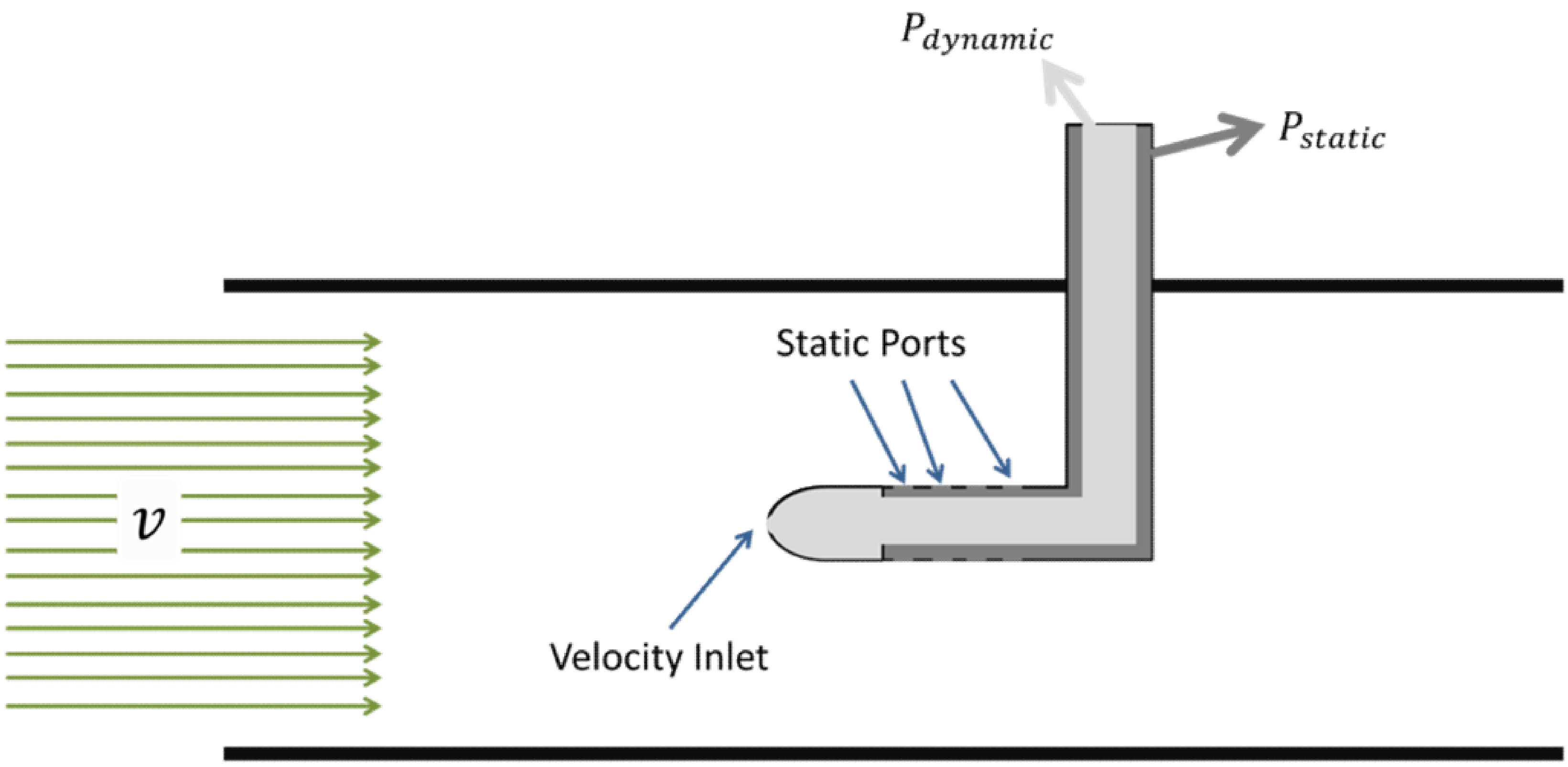
Flow Measuring Devices(प्रवाह मापने के उपकरण)

- 1)Pitot Tube (पिटोट ट्यूब)
- 2)Venturi Meter (वेंचुरी मीटर)
- 3)Orifice Meter (ओरिफिस मीटर)
- 4)Rotameter (रोटामीटर)
- 5) Orifice & Mouthpieces (ओरिफिस और माउथपीस)

Pitot Tube(पिटोट ट्यूब)

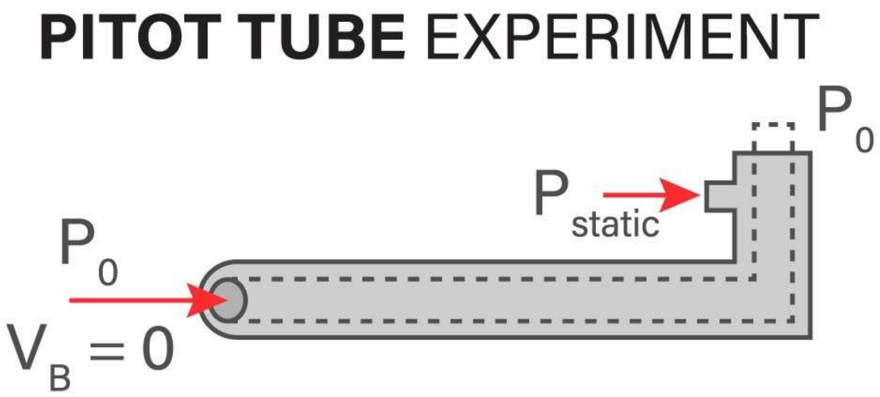
- पिटोट ट्यूब का उपयोग द्रव के प्रवाह वेग को मापने के लिए किया जाता है।
- यह व्यापक रूप से हवा में विमान का वेग,पानी में नाव की गति, और औद्योगिक अनुप्रयोगों में तरल और गैस वेग को मापने के लिए उपयोग में लिया जाता है।
- पिटोट ट्यूब का उपयोग प्रवाह धारा में दिए गए बिंदु पर स्थानीय वेग को मापने के लिए किया जाता है न कि पाइप या नाली में औसत वेग के लिए।

Pitot Tube(पिटोट ट्यूब)



Pitot Tube(पिटोट ट्यूब)

- **कार्य सिद्धांत**:-यदि प्रवाह धारा में एक कुंद(blunt) वस्तु रखी जाती है, तो उसके ठीक पहले बिंदु पर द्रव का वेग शून्य होगा ।



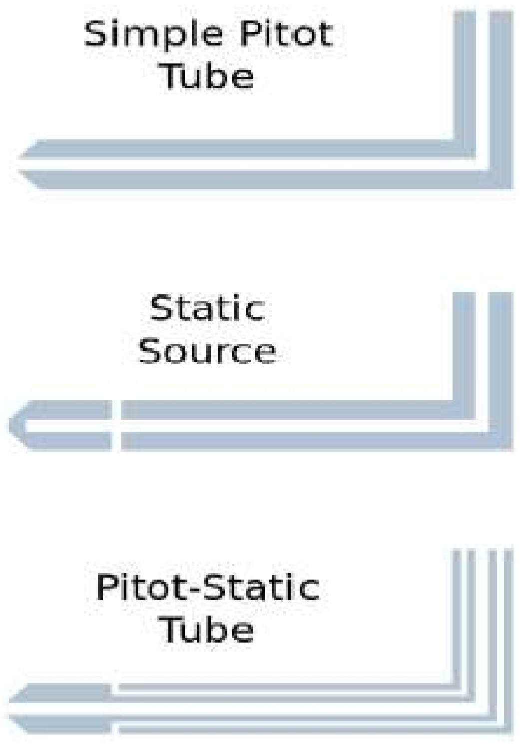
$$V_\infty = \sqrt{\frac{2(P_0 - P_\infty)}{\rho}}$$

Pitot Tube(पिटोट ट्यूब)

- पिटोट ट्यूब को नलिका में एक छोटे से छेद के माध्यम से डाला जा सकता है ।
- पिटोट ट्यूब के छोर प्रवाह वेग के निर्धारण के लिए एक उपयुक्त U ट्यूब मैनोमीटर से जुड़े होते हैं।
- फिर प्रवाह वेग की सहायता से आयतन प्रवाह दर(**V = Av**) मापा जा सकता हैं।

Pitot Tube(पिटोट ट्यूब)

- पिटोट ट्यूब के प्रकार :-



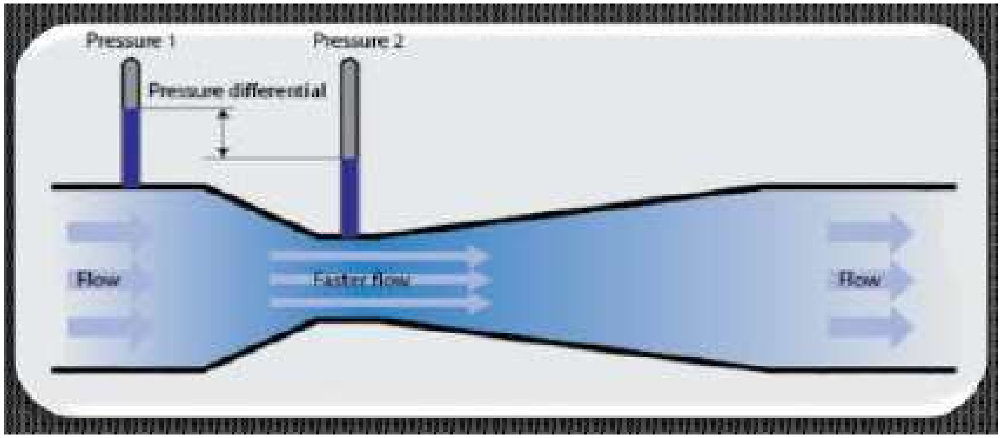
Pitot Tube(पिटोट ट्यूब)

- Ex:- हवा में विमान का वेग

Venturimeter (वेंचुरी मीटर)

- वेंचुरी-मीटर एक उपकरण है जिसका उपयोग पाइप के माध्यम से बहने वाले द्रव के प्रवाह की दर को मापने के लिए किया जाता है।
- इसका पाइपलाइन के माध्यम से चलने वाले तरल पदार्थ के वेग की गणना करने के लिए किया जाता है।
- यह बर्नौली के समीकरण और निरंतरता के समीकरण के सिद्धांत के तहत काम करता है।

Venturimeter (वेंचुरी मीटर)



Venturimeter (वेंचुरी मीटर)

- **कार्य सिद्धांत:-** एक असंगत तरल पदार्थ के स्थिर,आदर्श प्रवाह में, द्रव के किसी भी बिंदु पर कुल ऊर्जा स्थिर(अचल) है- बर्नौली समीकरण ।

- कुल ऊर्जा में दबाव ऊर्जा, गतिज ऊर्जा और स्थितिज ऊर्जा होती है।

$$Pressure\ energy + Kinetic\ energy + Potential\ energy = Constant$$

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

Venturimeter (वेंचुरी मीटर)

- वेंचुरी मीटर के भाग:
- अभिसारी भाग (Converging Part)
- बेलनाकार गला (Cylindrical Throat)
- अपसारी भाग (Diverging Part)

Venturimeter (वेंचुरी मीटर)

- **अभिसारी भाग (Converging Part):-**

- अभिसारी शंकु का कार्य द्रव को तेज करना और अभिसारी शंकु के प्रवेश और बेलनाकार गले के बिच दबाव का अंतर बनाना है।

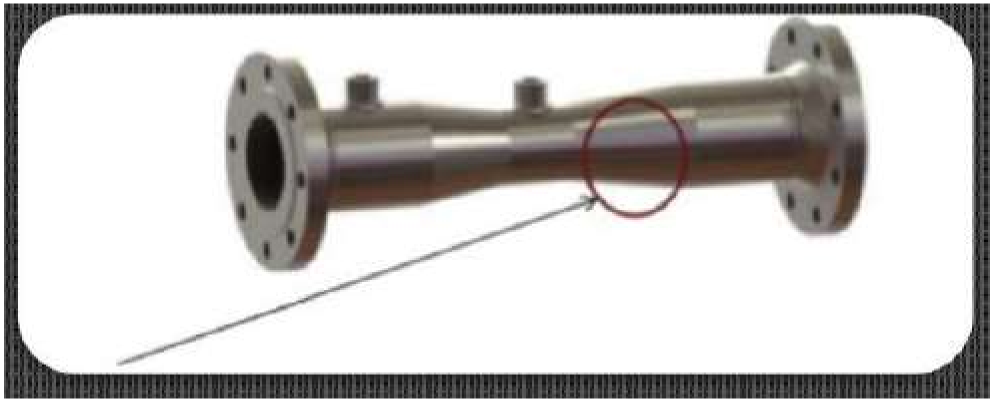
Venturimeter (वेंचुरी मीटर)

- **बेलनाकार गला (Cylindrical Throat):-**
- यह वो हिस्सा है जो कि वेंचुरी के अभिसारी भाग और अपसारी भाग के बीच स्थित है।

- जैसे ही द्रव गले में प्रवेश करता है, इसका वेग बढ़ता है और दबाव घटता है।

Venturimeter (वेंचुरी मीटर)

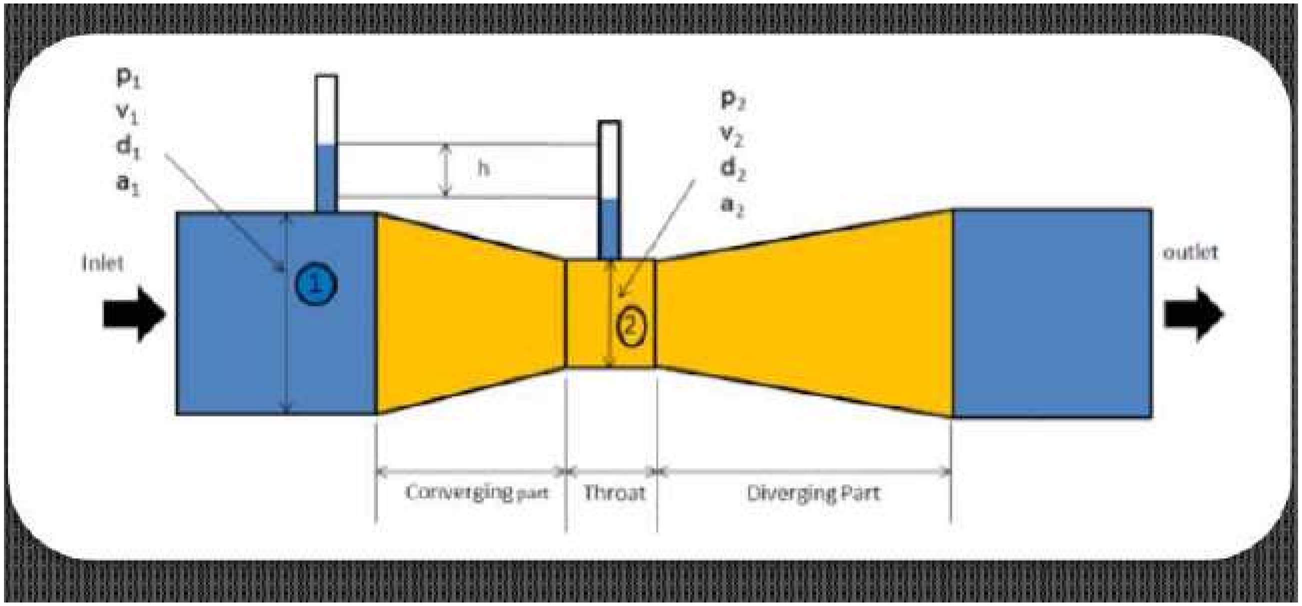
- **अपसारी भाग (Diverging Part):-**



- अपसारी शंकु का कार्य वेग को कम करना और दबाव को बढ़ाना है जितना व्यावहारिक रूप से संभव हो ।

Venturimeter (वेंचुरी मीटर)

- प्रवाह मार्ग के अनुप्रस्थ काट क्षेत्र को कम करके, एक दबाव अंतर बनाया जाता है और दबाव में परिवर्तन को मापने के द्वारा प्रवाह दर को परिभाषित किया जा सकता है।



Venturimeter (वेंचुरी मीटर)

- **वेंचुरी-मीटर प्रवाह दर की गणना:-**

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

- जहाँ Cd वेंचुरी-मीटर का गुणांक है और इसका मान 1 से कम है।
- Cd रेनॉल्ड्स संख्या और वेंचुरी के व्यास पर निर्भर करता है जो की व्यास के साथ बढ़ता है।

Venturimeter (वेंचुरी मीटर)

- **औद्योगिक अनुप्रयोग:-**
- कारख़ाना में सिस्टम फेल्योर का अधिक आसानी से पता लगाने के लिए इसका उपयोग किया जाता है।
- वेंचुरी-मीटर ऑपरेटरों को ठीक से निगरानी और नियंत्रण प्रक्रिया की अनुमति देते हैं।
- कार्बोरेटर में वेंचुरी का उपयोग कार के इंजन में एयरफ्लो को मापने के लिए किया जाता है।

Venturimeter (वेंचुरी मीटर)

- मोटर वाहन के इग्निशन सिस्टम में गैसोलीन के प्रवाह को व्यवस्थित करता है।
- चिकित्सा के क्षेत्र में, वेंचुरी-मीटर को धमनियों में रक्त के प्रवाह की दर को मापने के लिए डिज़ाइन किया जाता है।

Venturimeter (वेंचुरी मीटर)

- **लाभ:**
- इसमें निलंबित तरल पदार्थ (sediment) से घिरने की संभावना कम होती है।
- इसे लंबवत, क्षैतिज और झुकाव से स्थापित किया जा सकता है।
- ऊर्जा का नुकसान न्यूनतम है।

Venturimeter (वेंचुरी मीटर)

- **नुकसान: -**
- इसकी लागत अधिक है।
- ओरिफिस मीटर की तुलना में अधिक स्थान रखता है।
- रखरखाव आसान नहीं है।
- महंगी प्रारंभिक लागत,स्थापना और रखरखाव।
- उन्हें प्रवाह माप के लिए एक विस्तृत श्रृंखला में नहीं बदला जा सकता है।

Orifice Meter (ओरिफिस मीटर)

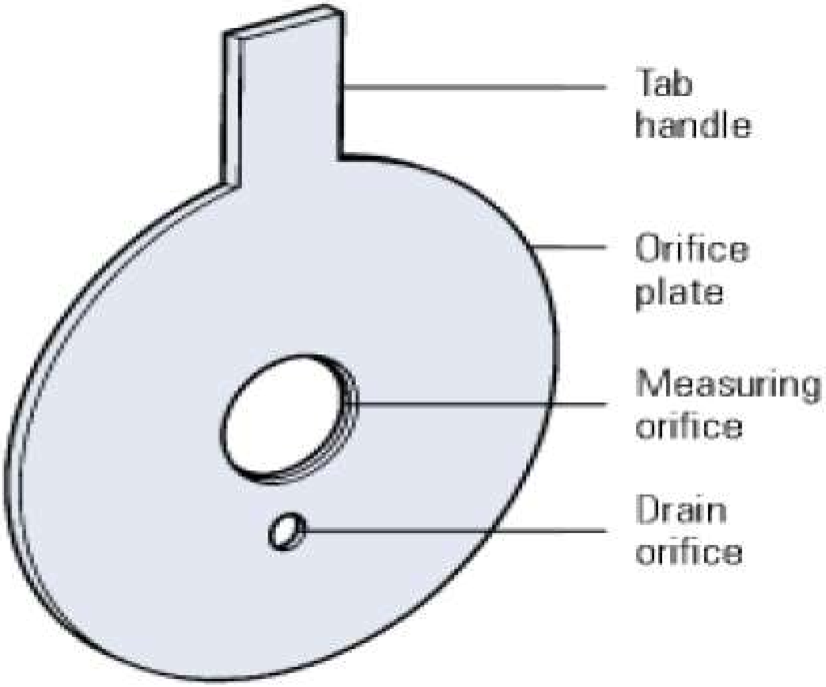
- पहले वर्णित वेंचुरी मीटर एक विश्वसनीय प्रवाह नापने वाला यंत्र है, हालाँकि यह मीटर निर्माण के लिए अपेक्षाकृत जटिल है ,और इसलिए महंगा है।

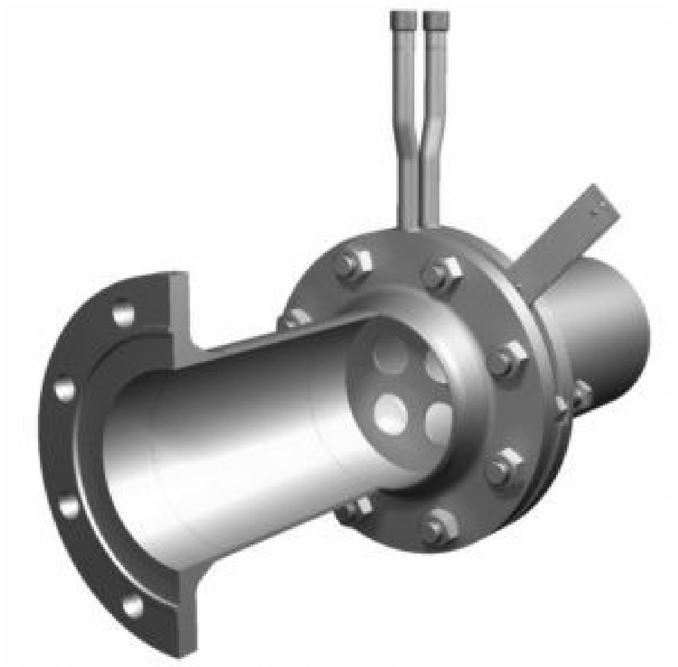
- इसके अलावा, यह थोड़ा दबाव नुकसान का कारण बनता है।

- विशेष रूप से छोटी पाइपलाइनों के लिए, इसकी लागत निषेधात्मक लगती है, इसलिए सरल उपकरणों जैसे कि ओरिफिस मीटर का उपयोग किया जाता है।

Orifice Meter (ओरिफिस मीटर)

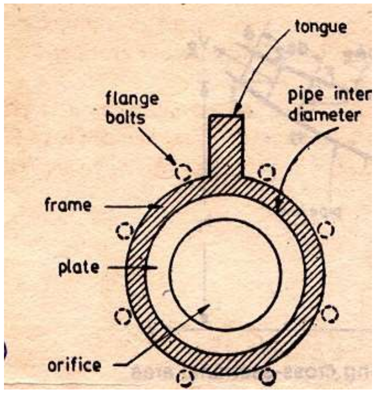
- ओरिफिस मीटर मूल रूप से गोलाकार खोलने वाली एक पतली धातु की प्लेट होती है।इसे पाइप ओरिफिस और ऑरिफिस प्लेट के नाम से भी जाना जाता है।



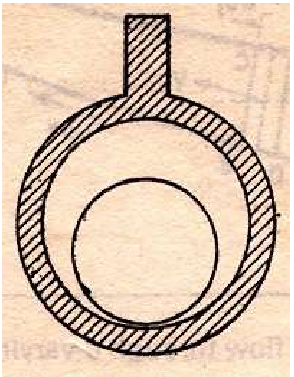


Orifice Meter (ओरिफिस मीटर)

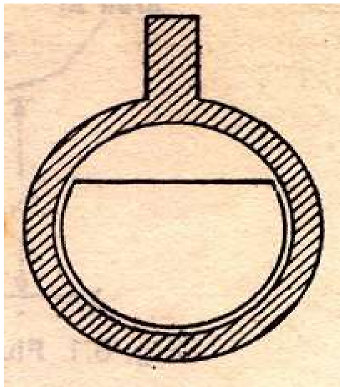
ओरिफिस प्लेट का वर्गीकरण:-



1) संकेंद्रित

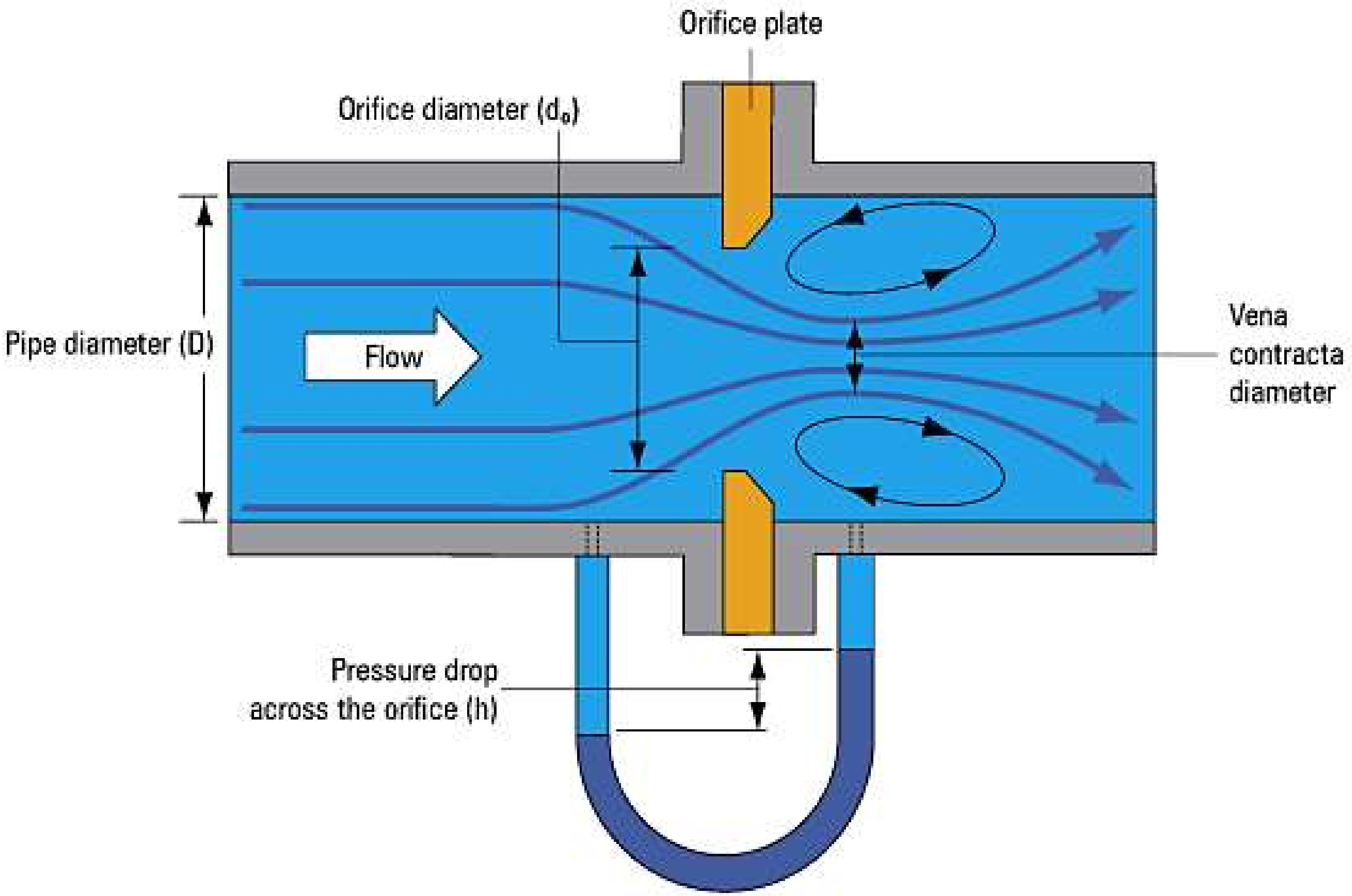


2) विलक्षण



3) खण्डयुक्त

Orifice Meter (ओरिफिस मीटर)



Orifice Meter (ओरिफिस मीटर)

- ओरिफिस मीटर को दो फ्लेंज के बीच पाइप लाइन में डाला जाता है।
- छिद्र के माध्यम से द्रव का प्रवाह ,प्रवाह वेग में वृद्धि और दबाव में कमी का कारण बनता है।
- छिद्र प्लेट से परे एक विशेष स्थिति में वेग अधिकतम होता है और दबाव न्यूनतम होता है इस स्थिति को वेना अनुबंध कहा जाता है।

Orifice Meter (ओरिफिस मीटर)

- ओरिफिस मीटर के साथ द्रव प्रवाह को आंशिक रूप से बाधित पाइप के ऊपर की तरफ से नीचे की तरफ के दबाव में अंतर के माध्यम से मापा जाता है।

- ओरिफिस मीटर के कारण बने इस दबाव अंतर को दबाव सेंसर का उपयोग करके मापा जाता है और जब इस दबाव अंतर को कैलिब्रेट किया जाता है तो यह माप प्रवाह दर बन जाता है
- प्रवाह दर की गणना:

$$Q = C_d \frac{A_0 A_1 \sqrt{2gh}}{\sqrt{A_1^2 - A_0^2}}$$

Orifice Meter (ओरिफिस मीटर)

- **ओरिफिस मीटर के अनुप्रयोग:-**

- संकेंद्रित ओरिफिस मीटर का उपयोग शुद्ध तरल पदार्थों के प्रवाह की दर को मापने के लिए किया जाता है और इसकी एक विस्तृत प्रयोज्यता होती है क्योंकि इसे मानकीकृत किया गया है।

- विलक्षण और खंडीय ओरिफिस मीटर का उपयोग ऐसे तरल पदार्थों की प्रवाह दरों को मापने के लिए किया जाता है, जैसे की ठोस पदार्थ, तेल ,पानी और गीला भाप मिश्रित।

Orifice Meter (ओरिफिस मीटर)

- **ओरिफिस मीटर के लाभ:-**
- यह प्रवाह दर को मापने के लिए बहुत सस्ता और आसान तरीका है।
- इसमें अनुमानित विशेषताएं हैं और कम स्थान घेरती है।
- बड़े पाइपों में प्रवाह दरों को मापने के लिए उपयोग किया जा सकता है।

Orifice Meter (ओरिफिस मीटर)

- **ओरिफिस मीटर की सीमाएं:-**
- डाउनस्ट्रीम पर दबाव की वसूली खराब है, अर्थात् कुल नुकसान दबाव अंतर के 40% से 90% तक भिन्न होता है।
- जब निलंबित तरल पदार्थ प्रवाहित हो जाता है तो चटक जाता है।
- ओरिफिस मीटर प्रस्फुटित हो जाती है और इसके कारण कुछ समय बाद अशुद्धि होती है। इसके अलावा ओरिफिस में कम शारीरिक शक्ति होती है।

Venturi Meter V/s Orifice Meter

Venturi Meter	Orifice Meter
स्थायी दबाव हानि लगभग 10% है जो ओरिफिस की तुलना में बहुत कम है।	लगभग 60-70% की उच्च स्थायी दबाव हानि।
डिस्चार्ज का गुणांक Cd लगभग (0.95-0.98) है।	डिस्चार्ज का गुणांक Cd कम (0.6) है।
इनका आकार बड़ा होता है।	वेंचुरी मीटर की तुलना में ओरिफिस प्लेटें आकार में छोटी होती हैं।

Venturi Meter V/s Orifice Meter

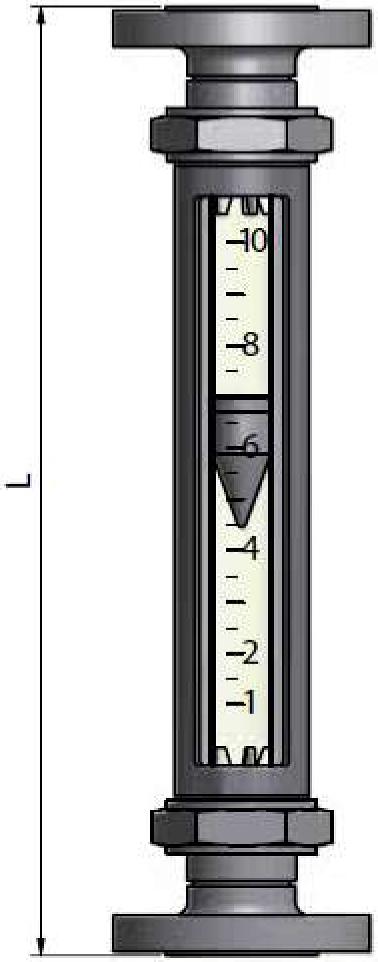
Venturi Meter	Orifice Meter
पाइप डिज़ाइन को सीधे होने की आवश्यकता नहीं है क्योंकि वे प्रवाह के वेग प्रोफ़ाइल में परिवर्तन के प्रति असंवेदनशील हैं।	पाइप डिजाइन को ओरिफिस के लिए सीधा होना चाहिए।
यह स्लेरीज़ और गंदे तरल पदार्थ के लिए इस्तेमाल किया जा सकता है।	समय बढ़ने के साथ क्लॉगिंग एक समस्या है और इसलिए यह स्लेरीज़ के लिए उपयुक्त नहीं है।

Venturi Meter V/s Orifice Meter

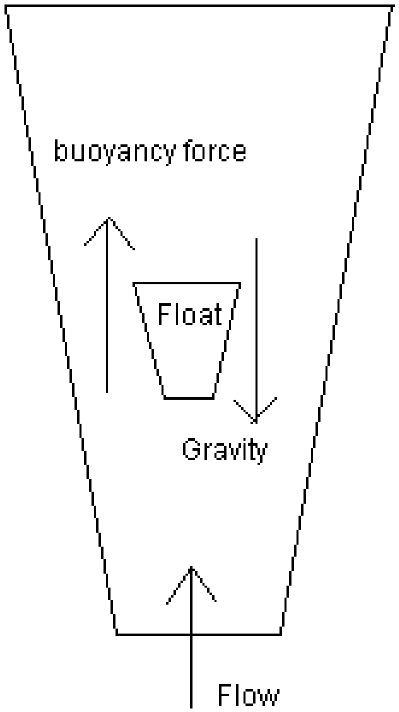
Venturi Meter	Orifice Meter
वेंचुरी मीटर का उपयोग वहा किया जाता है जहां दबाव वसूली महत्वपूर्ण है और जहां उच्च चिपचिपा तरल पदार्थों की माप में सटीकता वांछित है।	कटाव, क्षरण और स्केलिंग के कारण ओरिफिस प्लेट्स की विशेषताओं में परिवर्तन होता है। इससे इसकी शुद्धता कम हो जाती है।
वेंचुरी मीटर ओरिफिस की तुलना में अपेक्षाकृत महंगे हैं। स्थापना लागत अधिक है, लेकिन रखरखाव और परिचालन लागत कम है।	ओरिफिस प्लेट सस्ती हैं। प्रारंभिक लागत कम है।

Rotameter (रोटामीटर)

- यह उपकरण जो द्रव प्रवाह को मापने के लिए उपयोग किया जाता है, जिसमें एक फ्लोट तिरछे ऊर्ध्वाधर ट्यूब में उठता है।
- ट्यूब में फ्लोट की ऊंचाई प्रवाह की दर पर निर्भर करती है ।



Rotameter (रोटामीटर)



- एक परिवर्तनशील क्षेत्र मीटर है जो द्रव द्वारा उत्सर्जित उत्क्षेप बल और गुरुत्वाकर्षण बल के सिद्धांत पर काम करता है।

- द्रव ट्यूब में प्रवेश करता है, कुछ तरल पदार्थ सीधे फ्लोट से टकराते हैं। कुछ तरल पदार्थ पक्षों से गुजरते हैं।

- इस मामले में दो बल काम कर रहे हैं:

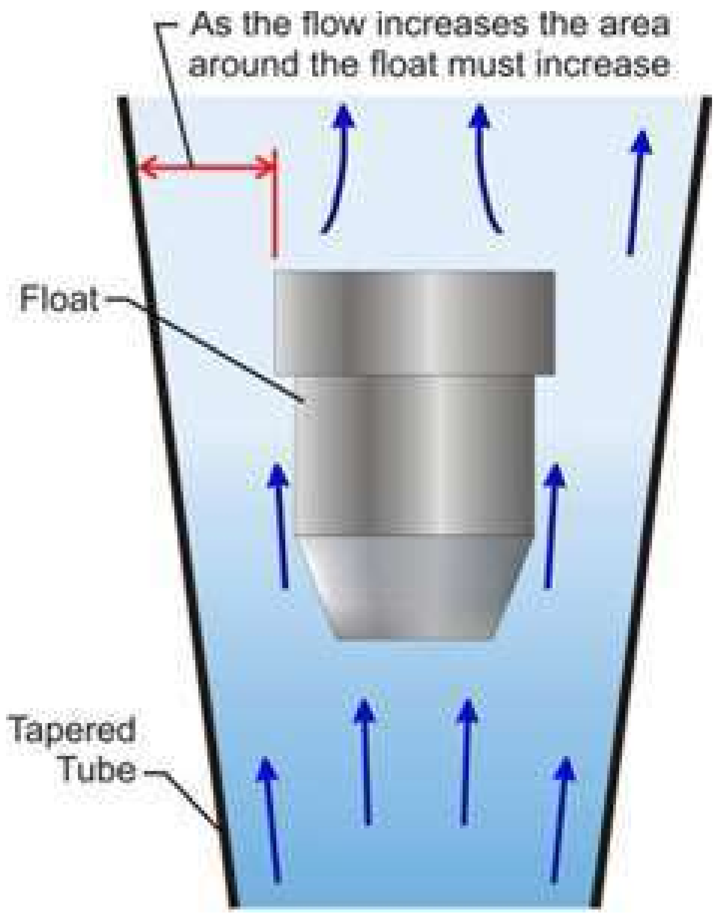
1) उत्क्षेप बल (उत्प्लावकता बल)
2) फ्लोट का वजन

Rotameter (रोटामीटर)

- ट्यूब के क्षेत्र में वृद्धि के कारण एन्युलर स्पेस बढ़ता है।

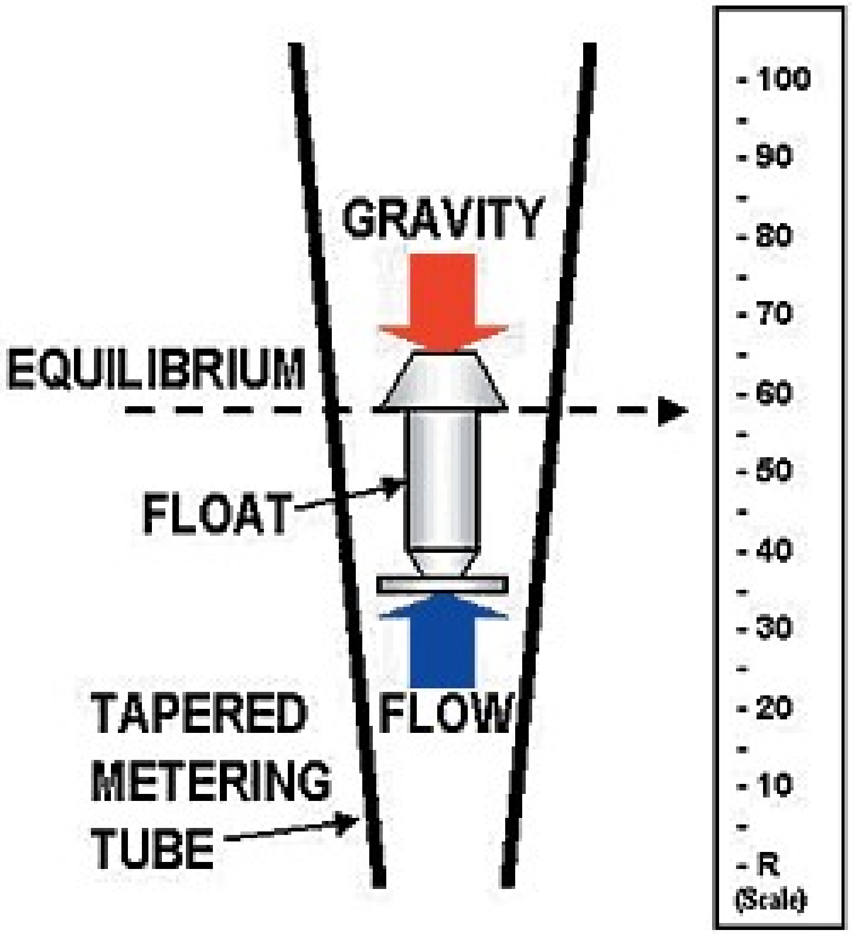
- जब संतुलन स्थापित होता है तब फ्लोट एक स्थिति में स्थिर हो जाता है।

- प्रवाह सीधे कैलिब्रेटेड स्केल से मापा जाता है।



Rotameter (रोटामीटर)

- रीडिंग आमतौर पर फ्लोट की टोपी के समापन बिंदु से नोट की जाती है।



Rotameter (रोटामीटर)

- **लाभ:-**
- कोई बाहरी शक्ति या ईंधन नहीं।
- सस्ती सामग्री से निर्माण।
- चूंकि फ्लोट ट्यूब से ऊपर जाता है तो फ्लो पास का क्षेत्र बढ़ता है इसीलिए स्केल लगभग रैखिक होता है।

Rotameter (रोटामीटर)

- **नुकसान:-**
- गुरुत्वाकर्षण का उच्च प्रभाव।
- रोटामीटर की सटीकता कम है।
- माप की अनिश्चितता।

Orifice & Mouthpieces (ओरिफिस और माउथपीस)

- **ओरिफिस:-**
- ओरिफिस, टैंक के नीचे या टैंक के किनारे बना हुआ किसी भी क्रॉस-सेक्शन का छेद है,जिसके माध्यम से एक तरल पदार्थ बह रहा है।
- प्रवाह की दर को मापने के लिए ओरिफिस का उपयोग किया जाता है। टैंक के ऊर्ध्वाधर पक्ष या आधार में एक छिद्र प्रदान किया जाता है जिसे ओरिफिस कहते है।

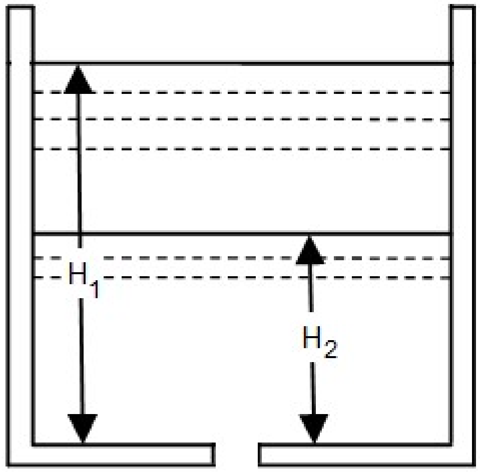


Fig : Tank with an orifice at its bottom

Orifice & Mouthpieces (ओरिफिस और माउथपीस)

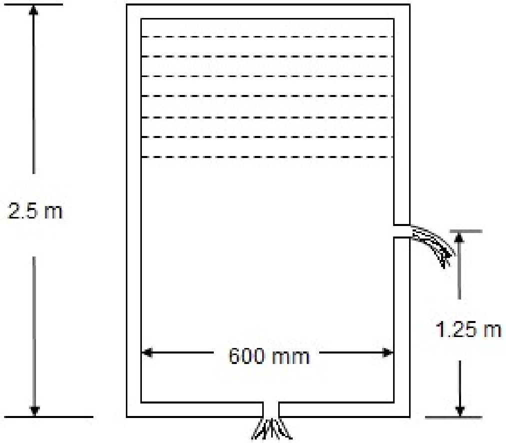
ओरिफिस का वर्गीकरण:-

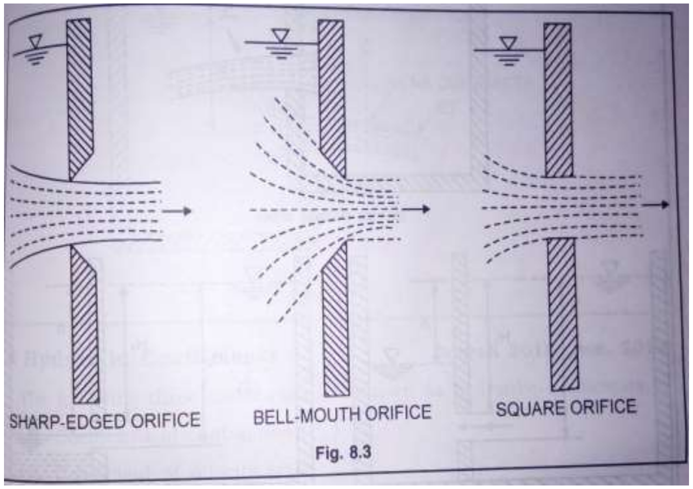
1) ओरिफिस के आकर पर(गोलाकार,त्रिकोणीय,आयताकार)

2)ओरिफिस के माप पर

3)ओरिफिस के धार के आकार पर

4)निर्वहन की प्रकृति पर





Orifice & Mouthpieces (ओरिफिस और माउथपीस)

- ओरिफिस को ओरिफिस के माप और ओरिफिस के केंद्र से तरल का सिर के आधार पर छोटे ओरिफिस या बड़े ओरिफिस के रूप में वर्गीकृत किया जाता है।

- यदि ओरिफिस के केंद्र से तरल का सिर ओरिफिस की गहराई से पांच गुना से अधिक है, तो ओरिफिस को छोटा ओरिफिस कहा जाता है।

- यदि तरल का सिर ओरिफिस की गहराई से पांच गुना से कम है, तो इसे बड़े ओरिफिस के रूप में जाना जाता है।

Orifice & Mouthpieces (ओरिफिस और माउथपीस)

- **माउथपीस:-**
- माउथपीस पाइप की एक छोटी लंबाई होती है जो कि उसके व्यास से दो या तीन गुना अधिक होती है, जिसे एक टैंक या पोत में रखा जाता है जिसमें द्रव होता है।
- इसका उपयोग तरल के प्रवाह की दर को मापने के लिए किया जाता है।
- माउथपीस को फिट करके, टैंक के ओरिफिस के माध्यम से निर्वहन बढ़ाया जा सकता है।

Orifice & Mouthpieces (ओरिफिस और माउथपीस)

माउथपीस का वर्गीकरण:-

▪ टैंक के संबंध में उनकी स्थिति के आधार पर उन्हें वर्गीकृत किया गया है:

a) बाहरी माउथपीस

b) आंतरिक माउथपीस

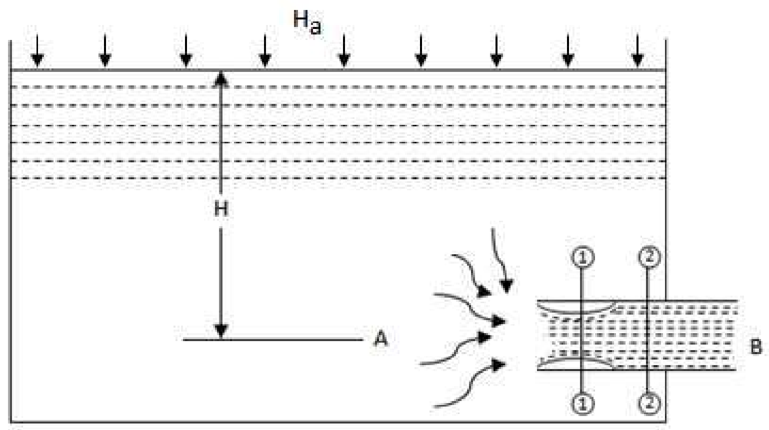


Fig-1 : Pressure in an internal mouthpiece

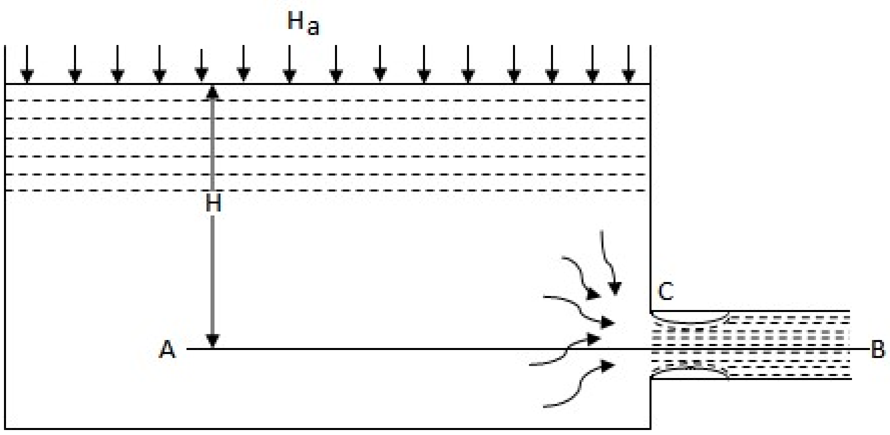


Figure: Pressure in an external mouthpiece

Orifice & Mouthpieces (ओरिफिस और माउथपीस)

- उनके आकार के आधार पर उन्हें वर्गीकृत किया गया है:

a)बेलनाकार माउथपीस
b)अभिसारी माउथपीस(convergent)
c)अभिसारी अपसारी माउथपीस(convergent-divergent)

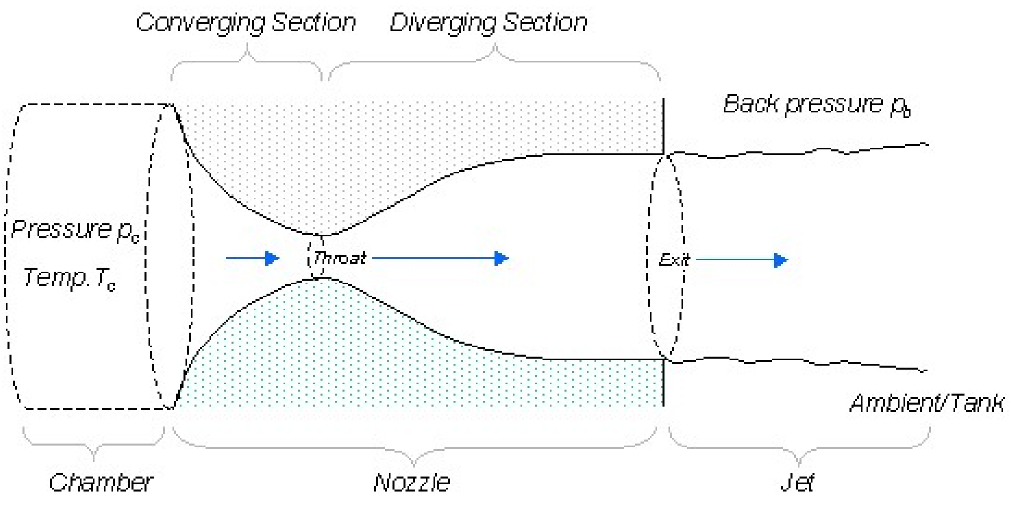


Figure 1. Converging Diverging Nozzle Configuration

Orifice & Mouthpieces (ओरिफिस और माउथपीस)

- माउथपीस के आउटलेट पर निर्वहन की प्रकृति के आधार पर उन्हें वर्गीकृत किया जाता है:

a) माउथपीस पूरा दौड़ रहा है(Running Full)
b) मुफ्त में चलने वाले माउथपीस(Running Free)

- यदि संकुचन के बाद तरल का जेट माउथपीस के किनारों को नहीं छूता है तो माउथपीस मुक्त हो सकता है।

- लेकिन अगर संकुचन के बाद जेट फैलता है और पूरे माउथपीस को भरता है तो इसे माउथपीस पूरा दौड़ रहा रूप में जाना जाता है।

LIMITATIONS OF BERNOULLI'S THEOREM

- **बर्नौली के सिद्धांत कि सीमाओं:**
- बर्नौली का समीकरण यह मानता है की पाइप के किसी भी क्रॉस सेक्शन के पार तरल के हर तत्व का वेग एक समान है।वास्तव में यह सच नहीं है।
- बर्नौली के समीकरण को इस धारणा के तहत लिया गया है कि गुरुत्वाकर्षण बल को छोड़कर बाहरी बल तरल पर कार्य नहीं कर रहा है, लेकिन वास्तविक व्यवहार में ऐसा नहीं है। हमेशा तरल पर अभिनय करने वाले कुछ बाहरी बल होते हैं जो तरल के प्रवाह को प्रभावित करते हैं।

LIMITATIONS OF BERNOULLI'S THEOREM

- **बर्नौली के सिद्धांत कि सीमाओं:**
- बर्नोली का समीकरण इस धारणा पर आधारित है कि बहते समय तरल कण की ऊर्जा का कोई नुकसान नहीं होता है। वास्तव में, कुछ गतिज ऊर्जा को ऊष्मा ऊर्जा में बदल दिया जाता है और कतरनी बल के कारण कुछ ऊर्जा खो जाती है।
- यदि एक तरल एक घुमावदार रास्ते में बह रहा है, तो केन्द्रापसारक बल के कारण ऊर्जा की उपेक्षा की जाती है।