



وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
الجامعة التقنية الشمالية
المعهد التقني / الموصل



الحقيبة التعليمية

القسم العلمي: تقنيات الموارد المائية

اسم المقرر: مبادئ ميكانيك الموائع

المرحلة / المستوى: الاول

الفصل الدراسي: الاول

السنة الدراسية: 2024 - 2025



معلومات عامة

اسم المقرر:	مبادئ ميكانيك الموائع
القسم:	تقنيات الموارد المائية
الكلية:	المعهد التقني الموصل
المرحلة / المستوى	الاول
الفصل الدراسي:	الاول
عدد الساعات الاسبوعية:	نظري 2 عملي 2
عدد الوحدات الدراسية:	4
الرمز:	WRTI122
نوع المادة	نظري عملي كلهما ✓
هل يتوفر نظير للمقرر في الاقسام الاخرى	كلا
اسم المقرر النظير	
القسم	
رمز المقرر النظير	
معلومات تدريسي المادة	
اسم مدرس (مدرسي) المقرر:	الاء عماد حميد
اللقب العلمي:	مدرس
سنة الحصول على اللقب	
الشهادة :	ماجستير
سنة الحصول على الشهادة	
عدد سنوات الخبرة (تدريس)	13

الوصف العام للمقرر

تعليم الطالب تأثير السوائل في حالة الحركة والاستقرار وعلاقتها بتصاريح القنوات المفتوحة والمغلقة وتحديد قدرة المضخات المطلوبة واختيارها للاستفادة منها في مواقع الري والمواقع الأخرى ذات العلاقة

الأهداف العامة

- **تطبيق مبادئ ميكانيكا الموائع في التصميم الهندسي:**
- استخدام مبادئ ميكانيكا الموائع في تصميم وتحليل أنظمة مثل المضخات، والمرآح، والمبادلات الحرارية.
- تطبيق هذه المبادئ لتحسين كفاءة الأنظمة والآلات التي تعتمد على تدفق الموائع.
- **تحليل المشكلات العملية وتطوير الحلول:**
- استخدام الأساليب الرياضية والتحليلية لتشخيص وحل المشكلات المتعلقة بتدفق الموائع.
- تطوير حلول فعالة للمشكلات العملية في مجالات مثل الهندسة المدنية، والهندسة الميكانيكية، والهندسة البيئية.
- فهم التطبيقات البيئية والصناعية لميكانيكا الموائع:
- دراسة كيفية تطبيق مبادئ ميكانيكا الموائع في سياقات بيئية وصناعية مثل معالجة المياه، واحتراق الوقود، وتدفق الهواء.
- تطبيق المهارات العملية:
- تطوير المهارات العملية من خلال التجارب المعملية والتطبيقات العملية لتحليل سلوك الموائع.
- تنفيذ مشاريع تصميم وتحليل تتعلق بتدفق الموائع باستخدام أدوات وتقنيات مختلفة.
- تساعد هذه الأهداف العامة الطلاب على بناء قاعدة قوية في ميكانيكا الموائع، مما يمكنهم من تطبيق هذه المعرفة في مجموعة متنوعة من السياقات الأكاديمية والمهنية.

الأهداف الخاصة

- **فهم خصائص الموائع الأساسية:**
- تحديد الخصائص الفيزيائية: فهم وتطبيق الخصائص الأساسية للموائع مثل الكثافة، واللزوجة، والضغط.
- **تحليل تأثير الخصائص:** تحليل كيفية تأثير خصائص الموائع على سلوكها في ظل ظروف مختلفة.
- **تطبيق قوانين بقاء الكتلة والطاقة:**
- **قانون بقاء الكتلة:** استخدام معادلة الاستمرارية لتحليل تدفق الموائع في الأنابيب والقنوات.
- **قانون بقاء الطاقة:** تطبيق معادلة بيرنولي لفهم تأثير الطاقة على تدفق الموائع.

الأهداف السلوكية او نواتج التعلم

فهم خصائص الموائع:

- التعرف على الخصائص الفيزيائية الأساسية للموائع، بما في ذلك الكثافة، واللزوجة، والضغط، ودرجة الحرارة.

- فهم كيفية تأثير هذه الخصائص على سلوك الموائع في مختلف الظروف.

تطبيق قوانين بقاء الكتلة والطاقة:

- تطبيق قانون الاستمرارية (قانون بقاء الكتلة) لتحليل تدفق الموائع في الأنابيب والقنوات.
- استخدام معادلة بيرنولي لتفسير وتحليل العلاقة بين الطاقة الحركية والضغط والطاقة الداخلية في تدفق الموائع.

تحليل تدفق الموائع:

- تحليل الأنماط المختلفة لتدفق الموائع مثل التدفق الثابت والمتغير، والتدفق المثالي وغير المثالي.

- فهم وتحليل تأثيرات التدفق على الأنظمة المختلفة بما في ذلك التدفق الداخلي والخارجي.

فهم ومعالجة معادلات الحركة للموائع:

- فهم وتطبيق معادلات نافيه-ستوكس لتحليل تدفق الموائع غير المثالية.
- تطبيق معادلة الحالة في دراسة سلوك الموائع تحت ظروف مختلفة.

تقييم تأثيرات ضغط الموائع:

- حساب وقياس ضغط الموائع واستخدامه لتحليل سلوك الموائع في أنظمة مختلفة.
- دراسة تأثير الضغط على تدفق الموائع وتحليل تأثيرات القوى الميكانيكية.

تحليل تدفق الموائع في الأنابيب والقنوات:

- استخدام معادلات مثل معادلة دارسي-وايزباك لتحليل فقد الضغط في الأنابيب.
- فهم تأثير الاحتكاك والتغيرات في المقطع العرضي على تدفق الموائع.

فهم ديناميكا الموائع:

- تطبيق مبادئ الديناميكا الهوائية لفهم سلوك الموائع حول الأجسام، مثل قوى الرفع والسحب.

- تحليل تأثيرات الديناميكا الهوائية على تصميم المركبات والطائرات.

تطبيق المعرفة في التصميم والتحليل الهندسي:

- استخدام مبادئ ميكانيكا الموائع في تصميم وتحليل أنظمة مثل المضخات والمراوح والمبادلات الحرارية.

- تحسين تصميمات الأنظمة والهياكل بناءً على تحليلات تدفق الموائع.

إجراء تجارب معملية وتحليل البيانات:

- تنفيذ تجارب معملية لدراسة سلوك الموائع وتحليل البيانات التجريبية.

•

المتطلبات السابقة

• يجب على الطالب ان يكون على معرفة بالعمليات الحسابية وحل المعادلات

الاهداف السلوكية او مخرجات التعليم الأساسية	الية التقييم
ت	فهم خصائص المواع الأساسية:
1	الامتحانات النظرية والعملية اليومية والشهرية ونهاية المقرر
2	الامتحانات النظرية والعملية اليومية والشهرية ونهاية المقرر
3	الامتحانات النظرية والعملية اليومية والشهرية ونهاية المقرر
4	الامتحانات النظرية والعملية اليومية والشهرية ونهاية المقرر

أساليب التدريس (حدد مجموعة متنوعة من أساليب التدريس لتناسب احتياجات الطلاب ومحتوى المقرر)

الاسلوب او الطريقة	مبررات الاختيار
1. المحاضرات النظرية والعملية	المقرر نظري + عملي
2. اعداد التقارير الخاصة بالتجارب المختبرية	
3.	
4.	
5.	
6.	

المحتوى العلمي

عدد الساعات الاسبوعية				السنة الدراسية الاولى	مبادئ ميكانيك الموائع	باللغة العربية	اسم المادة
عدد الوحدات	المجموع	عملي	نظري		Principles of Fluid mechanics	باللغة الانكليزية	
3	4	2	2	المستوى الاول الفصل الاول (الدروس الاجبارية)	انكليزي	لغة التدريس للمادة	

المفردات النظرية

الأسبوع	تفاصيل المفردات
1	علم الهيدروليک ، الأبعاد والوحدات
2 - 3	الموائع ، خواص الموائع (الكثافة ، الكثافة النسبية ، اللزوجة ، ضغط البخار ، الشد السطحي
4 - 5	الهيدروستاتيك (الضغط ، الضغط المطلق ، قاعدة باسكال ، المكابس الهيدروليكية ، أجهزة قياس الضغط)
6 - 7	القوى المسلطة على السطوح المغمورة (المستوية والمحدبة)
8 - 9	أساسيات الجريان،أنواع الجريان(الثابت وغيرالثابت ، المنتظم وغير المنتظم) ، معادلة الاتصال
10 - 11	معادلة الطاقة (برنولي) (بدون احتكاك ومع الاحتكاك)
12 - 13	الضائعات الاحتكاكية (الضائعات الرئيسية ، الضائعات الثانوية)
14 - 15	أنواع الجريان في الأنابيب،الجريان الطبقي، الجريان الاضطرابي ، رقم رينولد

المفردات العملية

الأسبوع	تفاصيل المفردات
1	الإطلاع على مختبر الهيدروليک ، كيفية إعداد التقارير المختبرية
2	حل مسائل حول خواص الموائع
3	تجربة حول خواص الموائع
4	حل مسائل حول الضغط
5	تجربة معايرة مقياس بوردن
6	حل مسائل حول القوى المسلطة على السطوح المغمورة
7	تجربة لقياس القوى المسلطة على السطوح المغمورة

حل مسائل حول معادلة الاتصال	8
تجربة لإيجاد التصريف بالطريقة الوزنية والحجمية	9
حل مسائل حول معادلة الطاقة	10
تجربة لإثبات معادلة برنولي	11
تجربة لإيجاد الضائعات الرئيسية	12
تجربة لإيجاد الضائعات الثانوية	13
تجربة لإيجاد الضائعات الثانوية (التوسع والتقلص)	14
تجربة لإيجاد رقم رينولد	15

ميكانيك الموائع Fluid mechanics: هو علم يهتم بحركة الاجسام المائعة من سوائل وغازات والقوى المؤثرة عليها.

أو هو العلم الذي يختص بدراسة السوائل والغازات (الموائع)، وتقسم الموائع

الى قسمين:

1- سوائل Liquid.

2- غازات Gas.

المائع Fluid: هو الجسم الذي يتغير شكله ويتشوه بأقل قدر من قوة القص ويستمر هذا التشوه مادامت القوة مؤثرة عليه.

*أو هو حالة المادة (السائلة والغازية) والتي تمتلك فيها الجزيئات قابلية للتحرك أو تغيير الموقع عند تسليط قوى عاملة عليها.

قوة القص: هي القوى المؤثرة على اجزاء من الجسم لتدفع كل منها جزء من الجسم في اتجاه واحد والجزء الآخر من الجسم يتم دفعه في الاتجاه المعاكس.

أو إذا كان جسم وتم وضع لوح فوقه وتم التأثير على اللوح بقوة جاعلة اللوح ينزلق فوق الجسم فان تلك القوة تسمى قوة القص.

في هذه المسائل نتبع النظام العالمي للوحدات SI، Metric System International Unite

الأبعاد الأساسية Basic dimension:

يمكن اعتبار الطول (Length) ويرمز له (L)، وكذلك الزمن (Time) ويرمز له (T)، والقوة (Force) ويرمز لها (F)، هي الابعاد الاساسية في علم ميكانيك الموائع ويرمز لهذه الأبعاد (F.T.L)، ويمكن وصف اي ظاهرة في حركة الموائع ببعض الابعاد او بها جميعا.

Indicate the unite of mass in basic dimension based on newton's law.

أعلاه صيغة سؤال الأبعاد الأساسية

What is the dimension of viscosity, kinematic viscosity, shear stress?

مثال على ذلك:

قانون نيوتن في الحركة ($F=ma$)، الذي ينص على ان القوة تساوي الكتلة مضروبة في التعجيل والتعجيل عبارة عن الطول مقسوم على مربع الزمن.

$$a = \frac{L}{T^2}$$

$$F = m \cdot \frac{L}{T^2}$$

ولإيجاد m بدلالة الابعاد الاساسية: $m = \frac{F.T^2}{L}$

فمثلا وحدات السرعة بالأبعاد الاساسية هي:

$$Velocity = \frac{Distance}{Time}$$

$$V = \frac{L}{T}$$

خواص الموائع Fluid properties:

هي تلك الصفات الثابتة للمائع التي لا تتغير في الأحوال الاعتيادية من نقطة إلى أخرى او من حين إلى آخر ومن أهمها:

1- الكثافة الكتلية Mass density (ρ):

هي كتلة وحدة الحجم ويرمز لها بالرمز (ρ) وتلفظ (rho)، وتبقى ثابتة في حال ثبوت درجة الحرارة والضغط ولا تتأثر بتغيير النظام الجاذبي وتدعى اختصارا الكثافة، وحدتها $\frac{kg}{m^3}$.

$$\rho = \frac{m}{v}$$

where:

: mass, v : volume. m

الكثافة الكتلية للماء هي:

$$1000 \frac{kg}{m^3} \quad \text{or} \quad 1 \frac{g}{cm^3}$$

2- الكثافة الوزنية Weight density (γ):

هي وزن وحدة الحجم اي قوة الجذب الارضي (w) على وحدة الحجم ويرمز لها (γ)، وتلفظ (gamma)، وحدة قياسها $\frac{N}{m^3}$ ، وتتغير بتغيير النظام الجاذبي.

$$\gamma = \frac{w}{v}$$

Where:

weight w :

الكثافة الوزنية للماء هي:

$$9.81 \frac{KN}{m^3} \quad \text{or} \quad 9810 \frac{N}{m^3}$$

اشتقاق العلاقة بين ρ و γ :

$$F = m \cdot a \rightarrow w = m \cdot g \dots \dots (1)$$

$$g = 9.81 \frac{m}{s^2}, \quad \text{التعجيل الأرضي}$$

بقسمة طرفي معادلة 1 على v

$$\frac{w}{v} = \frac{m}{v} * g$$

$$\gamma = \rho * g$$

Derived the relationship between ρ, γ صيغة سؤال اشتقاق العلاقة

3- الكثافة النسبية Relative density:

هي النسبة بين كثافة المادة الى كثافة الماء، وتكون بدون وحدات.

$$r.d. = \frac{\rho_L}{\rho_w}, \quad r.d. = \frac{\gamma_L}{\gamma_w}$$

$$r.d._{water} = 1, \quad r.d._{mercury} = 13.6$$

4- التصريف Discharge:

هو حجم المائع الذي يمر عبر مقطع في وحدة الزمن ويرمز له Q ، وحدته $\frac{m^3}{sec}$ ، ابعاده الاساسية $\frac{L^3}{T}$.

$$Q = \frac{v}{t}$$

Where:

: Volume, t : time

5- الحجم النوعي Specific volume (V):

هو حجم وحدة الكتلة وهو مقلوب الكثافة الكتلية ويرمز له (V) ، وحدة قياسه $\frac{m^3}{kg}$.

$$V = \frac{v}{m}, \quad V = \frac{1}{\rho}$$

6- التماسك Cohesion:

هو خاصية انجذاب جزيئات المائع الى بعضها البعض.

7- التلاصق Adhesion:

هو خاصية انجذاب جزيئات المائع الى جزيئات المادة الأخرى.

8- الشد السطحي Surface tension (σ):

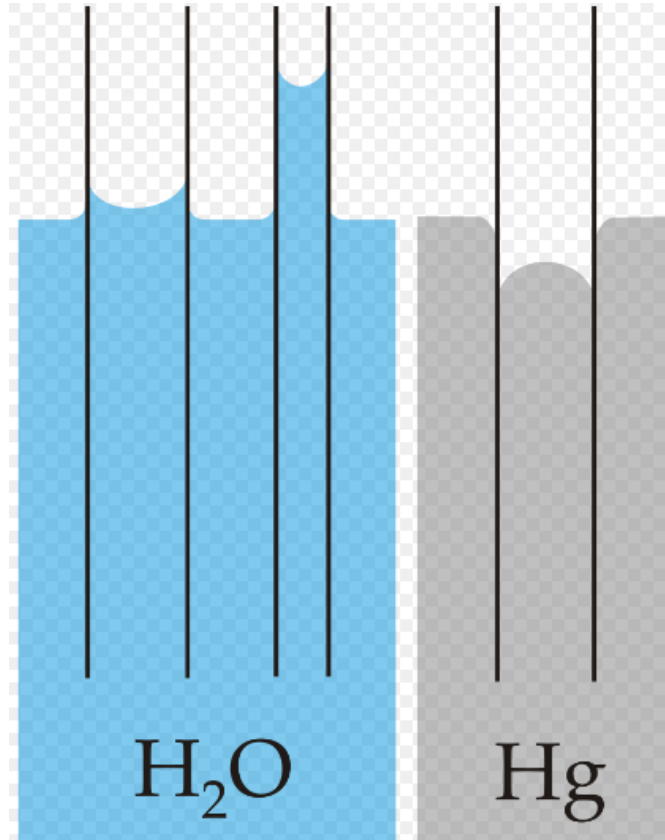
هو خاصية من خواص السوائل الناتجة عن خاصية التماسك الموجودة بين جزيئات السائل مع بعضها او التلاصق بين جزيئات السائل واي سطح ثاني يلامسه كالوعاء الذي يحتويه او سائل اخر لا يمتزج معه، ويرمز له بالرمز (σ) ويلفظ (sigma)، وحدة قياس الشد السطحي هي $\frac{N}{m}$ ، وتقاس بمقدار القوة المؤثرة في وحدة الطول.

9- الخاصية الشعرية Capillarity:

هي صفة من صفات السوائل الناتجة عن الشد السطحي، فلو أدخل أنبوب شعري مفتوح الطرفين في حوض فيه سائل، فإن السائل يرتفع داخل الأنبوب الى مستوى أعلى من مستواه في الاناء، أو ينخفض الى دون مستواه، هذا الارتفاع أو الانخفاض يتحدد من خاصيتي التماسك والتلاصق للسائل، فعندما تكون قوة التلاصق أعلى من قوة التماسك فإن السائل يرتفع الى داخل الأنبوب فوق مستواه في الاناء، كما يحدث للماء والكثير من السوائل والتي تسمى السوائل المرطبة (wet liquid)، ويحدث تحذب لسطحه الى الأسفل.

أما إذا كانت قوة التلاصق أقل من قوة التماسك، فإن السائل ينخفض داخل الأنبوب عن مستواه في الاناء، كما يحدث للزئبق ويحدث تحذب لسطحه الى الأعلى.

وعلى هذا الأساس تعتمد الأشجار في تغذيتها على الأنابيب الشعرية الضيقة.



10- اللزوجة Viscosity (μ):

هي مقياس لمقدار قوة الاحتكاك الداخلي بين طبقات المائع مع بعضها أثناء الجريان بسبب قوى التماسك والتلاصق ويرمز لها (μ) وتلفظ (mu)، ووحدة قياسها $\frac{N.S}{m^2}$ ، أو $pa. sec$ ، تقل لزوجة السائل مع ارتفاع درجة الحرارة.

أو هي خاصية للمائع التي تعطي مقاومة لحركة طبقة من المائع على طبقة أخرى مجاورة لها من ذلك المائع وتكون هذه الصفة عاملاً يتأثر بدرجات الحرارة حيث تقل لزوجة السائل بزيادة درجة الحرارة وذلك بسبب تقارب جزيئات السائل بشكل كبير فان قوة الجاذبية بين الجزيئات تعد العامل الرئيسي المؤثر في قيمة اللزوجة.

أما في الغازات ونتيجة لتباعد الجزيئات بشكل كبير نسبياً فان العامل المؤثر في قيمة اللزوجة هو فاعلية الجزيئات حيث ان ارتفاع درجة الحرارة يؤدي الى زيادة فعالية الجزيئات مما يؤدي الى زيادة قوى الاحتكاك بين الطبقات وبالتالي الى زيادة اللزوجة والعكس صحيح عند انخفاض درجة الحرارة.

ويرمز لها (μ) وتلفظ (mu)، ووحدة قياسها $\frac{N.S}{m^2}$ ، أو $pa. sec$ ، وتقاس لزوجة المائع بما يسمى بمعامل اللزوجة Coefficient of viscosity او اللزوجة الديناميكية Dynamic viscosity.

ان علاقة السائل مع الوعاء او اي سطح غريب يلامسه تستند على ظاهرة التجاذب والتنافر بين جزيئات السائل عند السطح الفاصل فيلاحظ ارتفاع الماء على جدران الانابيب الزجاجية وذلك بسبب تغلب قوى التجاذب (التلاصق) بين الزجاج والماء على قوى التماسك بين جزيئات الماء مع بعضها، بينما يلاحظ انخفاض الزئبق داخل الانابيب الشعرية الزجاجية ويكون سطح الزئبق داخل الانبوب محدباً بسبب تغلب قوى التماسك بين جزيئات الزئبق على قوى التلاصق بين جزيئات الزئبق والزجاج، ويطلق على خاصية ارتفاع او انخفاض السوائل في الانابيب الشعرية ب الخاصية الشعرية Capillarity.

11- ضغط البخار Vapor pressure:

هو الضغط الجزيئي الذي توقعه الجزيئات المنفصلة على السائل بسبب الاهتزازات الحرارية الطبيعية محولة اياه من الحالة السائلة الى الحالة الغازية ويرمز له P_v ووحدة قياسه $\frac{N}{m^2}$ ، وكثيراً ما تستعمل وحدة أكبر منها وهي الكيلو باسكال KPa، وهي $\frac{KN}{m^2}$ ، ويزداد ضغط البخار بارتفاع درجة الحرارة فمثلاً ضغط بخار الماء عند درجة حرارة 20° هو $2.34 KPa$ ، بينما يبلغ $101.3 KPa$ عند درجة $100^\circ C$.

12- اللزوجة الكينماتية Kinematic viscosity:

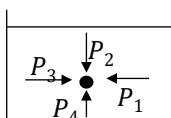
هي النسبة بين اللزوجة والكثافة الكتلية للمائع، وحدة قياسها $\frac{m^2}{sec}$ ، ويرمز لها ν وتلفظ (nu).

المائع الساكن Fluid statics:

يعنى بالموائع في حالة سكون وقوى الضغط المؤثرة عليها.

قاعدة باسكال Pascal law:

الضغط في المائع الساكن متساوي في كل الجهات على كل نقطة في المائع.



$$P_1 = P_2 = P_3 = P_4$$

الضغط على نقطة في مائع:

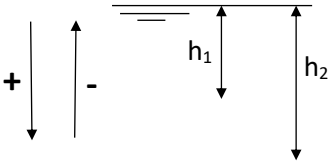
$$P = \gamma * h$$

فرق الضغط بين نقطتين في مائع:

$$P_1 = \gamma h_1$$

$$P_2 = \gamma h_2$$

$$P_1 - P_2 = \gamma h_1 - \gamma h_2$$



$$P_1 - P_2 = \gamma(h_1 - h_2)$$

الضغط يزداد عندما ينخفض الى الاسفل

الضغط يقل عندما ترتفع الى الاعلى

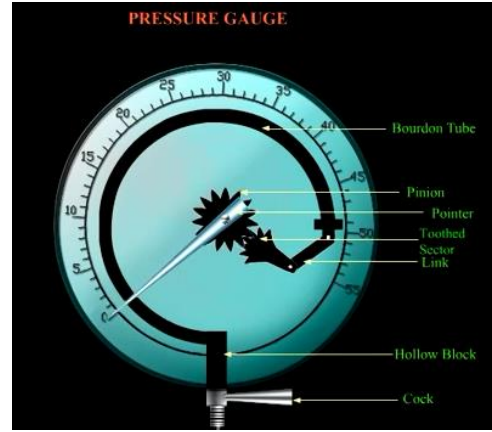
الضغط: هو القوة المؤثرة عموديا في وحدة المساحة ويرمز له بالرمز P ويقاس حسب النظام العالمي SI بوحدة القوة مقسوم على وحدة المساحة، نيوتن/متر²، كما يقاس بوحدة الباسكال (Pa)، حيث ان $1 \text{ Pa} = \frac{N}{m^2}$ ، ويقاس ايضا بوحدة بار (bar)، حيث ان $1 \text{ bar} = 10^5 \frac{N}{m^2}$.

قياس الضغط Pressure measurement.

State the different principles of measurement of pressure

1- مقياس بوردن Bourdon gage.

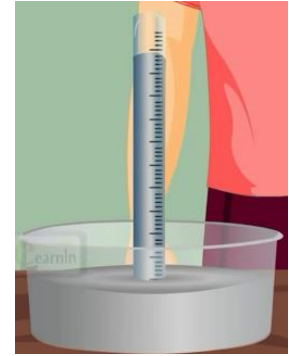
يستعمل مقياس بوردن لقياس الضغط النسبي للموائع المحصورة، ويتكون الجهاز من انبوب معدني منحنى تربط احدى نهايتيه في مصدر الضغط اما الاخرى فهي داخل الجهاز تربط في نهايتها مؤشر وعند حدوث ضغط داخل هذا الانبوب يحدث حركة تنقل الى مؤشر يعطي قيمة الضغط على التدريج، يستخدم هذا النوع بصورة كبيرة لقياس ضغط الهواء داخل الاطارات للسيارات والمركبات الاخرى، يراعى عند استخدام الجهاز ان يكون المؤشر عند قراءة الصفر وفي حالة وجود خلل فيجب اجراء عملية تصفير للجهاز.



2- الباروميتر Barometer:

يتكون من انبوبة زجاجية مملوءة بسائل ثقيل (يستخدم الزئبق بشكل واسع) ومقلوبة باناء من الزئبق، وبذلك فان الجزء المفتوح من الانبوبة سينغمر في اناء الزئبق في حين يبقى الجزء المغلق الى الاعلى ويستخدم لقياس الضغط الجوي.

يبلغ الضغط الجوي القياسي عند مستوى سطح البحر في الظروف الاعتيادية 101.3 Kpa.

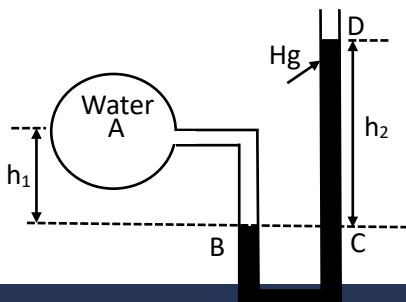


3- المانوميتر البسيط Simple manometer:

هو انبوبة شفافة من الزجاج او غيره على شكل حرف U بحيث يستخدم سائل ثقيل (غالبا ما يستخدم الزئبق) وقد يدعى المانومتر ب البيزوميتر Pizometer.

مقدار الضغط فوق النقطة B = مقدار الضغط فوق النقطة C

$$P_B = P_C$$



$$P_B = P_A + \gamma_w * h_1$$

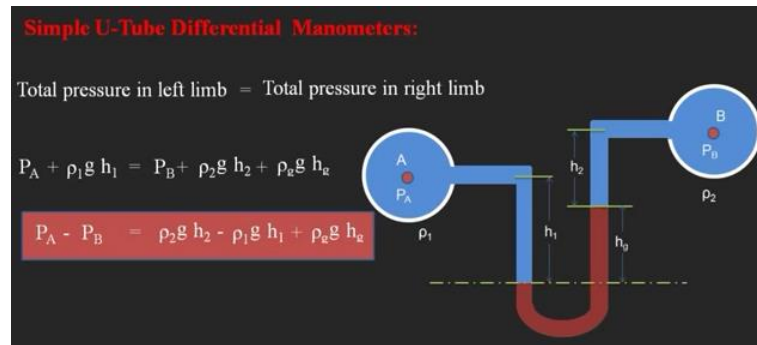
$$P_C = \gamma_{Hg} * h_2$$

$$P_A + \gamma_w * h_1 = \gamma_{Hg} * h_2$$

$$P_A = \gamma_{Hg} * h_2 - \gamma_w * h_1$$

4- المانومتر التبايني (الفرقي) Differential manometer:

انبوبة شفافة تصل بين انبوين او خزانين لقياس فرق الضغط بين نقطتين فيهما.



أسئلة ومساائل على خصائص الموائع γ, μ :

Example -1-

Calculate the weight density of fluid, its relative density=2.5

Solution

$$r. d. = \frac{\gamma_L}{\gamma_w} \gg \gg 2.5 = \frac{\gamma}{9810} \gg \gg \gamma = 24525 \frac{N}{m^3}$$

Example -2-

Calculate the weight density, relative density and specific volume of alchohol at 20°C, when the mass density =788.6 $\frac{kg}{m^3}$

Solution

$$\gamma = \rho * g \quad \ggg \quad \gamma = 7736.16 \frac{N}{m^3} \quad -1$$

$$r.d. = \frac{\gamma_{alcohol}}{\gamma_w} \quad \ggg \quad r.d. = \frac{7736.6}{9810} \gg r.d. = 0.788 \quad -2$$

$$V = \frac{1}{\rho} \quad \ggg \quad V = \frac{1}{788.6} \quad \ggg \quad V = 0.00126 \frac{m^3}{kg} \quad -3$$

Example -3-

In an experiment the weight of 2.5 m³ of liquid was found to be 18.75 KN, find the specific weight (weight density) and the density.

Solution

$$\gamma = \frac{w}{v} \quad \ggg \quad \gamma = \frac{18.75}{2.5} \quad \ggg \quad \gamma = 7.5 \frac{kN}{m^3}$$

$$\gamma = \rho * g \quad \ggg \quad 7.5 * 1000 = \rho * 9.81 \quad \ggg \quad \rho = 764.52 \frac{kg}{m^3}$$

Example -4-

A reservoir of glycerin, has a mass of (1200 kg), and a volume of (0.952 m³). Find the weight, mass density, specific weight and specific gravity (s.g.) (relative density).

Solution

$$F = w = m. a$$

$$F = 1200 * 9.81 = 11770 N = 11.77 KN$$

$$\rho = \frac{m}{v} = \frac{1200}{0.952} = 1261 \frac{kg}{m^3}$$

$$\gamma = \frac{w}{v} = \frac{11.77}{0.952} = 12.36 \frac{kn}{m^3}$$

$$r.d. = s.g. = \frac{\gamma_l}{\gamma_w} = \frac{12.36}{9.810} = 1.26$$

Example -5-

A reservoir of carbon tetrochloride (ccl₄), has a mass of 500 kg and a volume of (0.315 m³), find the weight, mass density, specific weight and specific gravity (r.d.)

Solution

$$F = w = m. a$$

$$F = 500 * 9.81 = 4905 \text{ N} = 4.905 \text{ KN}$$

$$\rho = \frac{m}{v} = \frac{500}{0.315} = 1587 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$\gamma = \frac{w}{v} = \frac{4.905}{0.315} = 15.57 \frac{\text{kn}}{\text{m}^3}$$

$$r.d. = s.g. = \frac{\gamma_l}{\gamma_w} = \frac{15.57}{9.81} = 1.59$$

Example -6-

The specific gravity (r.d.) of ethyl alcohol is (0.79), calculate the specific weight and mass density.

Solution

$$\gamma = 0.79 * 9810 =$$

$$\rho = 0.79 * 1000 = 790 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

Example -7-

The weight of water 9.25N, compute its mass.

Solution

$$w = m * g$$

$$9.25 = m * 9.81$$

$$m = 0.943 \text{ kg}$$

Example -8-

If the specific weight is $8.2 \frac{\text{KN}}{\text{m}^3}$, what is its mass density.

Solution

$$\gamma = \rho * g$$

$$\rho = \frac{\gamma}{g}$$

$$\rho = \frac{8.2 * 1000}{9810} = 836 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

Example -9-

Calculate the specific weight, density and specific gravity of one litre of a liquid which weights (7N)

Solution

$$v = 1 \ell = 10^{-3} m^3$$

$$1 m^3 = 1000 \ell$$

$$\gamma = \frac{w}{v} = \frac{7}{10^{-3}} = 7000 \frac{N}{m^3}$$

$$\rho = \frac{\gamma}{g} = \frac{7000}{9.81} = 713.5 \frac{kg}{m^3}$$

$$r.d. = s.g. = \frac{\gamma_l}{\gamma_w} = \frac{7000}{9810} = 0.713$$

Example -10-

If (5 m³) of certain oil weight (45 KN), calculate the specific gravity and mass density of the oil.

Solution

$$\gamma = \frac{w}{v} = \frac{45}{5} = 9 \frac{KN}{m^3}$$

$$r.d. = s.g. = \frac{\gamma_l}{\gamma_w} = \frac{9 * 1000}{9810} = 0.917$$

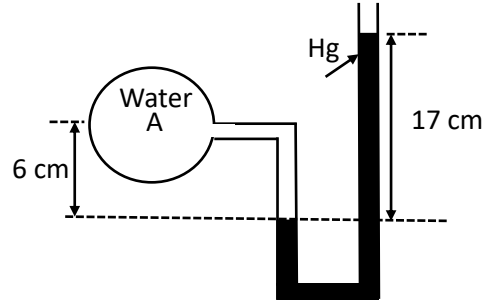
$$\gamma = \rho * g$$

$$9000 = \rho * 9.81 \quad \gg \gg \quad \rho = 917.43 \frac{kg}{m^3}$$

Example -1-

Find the pressure in the pipe shown in figure below, r.d._{Hg}=13.6

Solution



$$PA + \gamma_w \cdot h_w - \gamma_{Hg} \cdot h_{Hg} = 0$$

$$\gamma_{Hg} = r.d. \cdot \gamma_w$$

$$\gamma_{Hg} = 13.6 \cdot 9810$$

$$\gamma_{Hg} = 133416 \frac{N}{m^3}$$

$$PA + 9810 \cdot \frac{6}{100} - 133416 \cdot \frac{17}{100} = 0$$

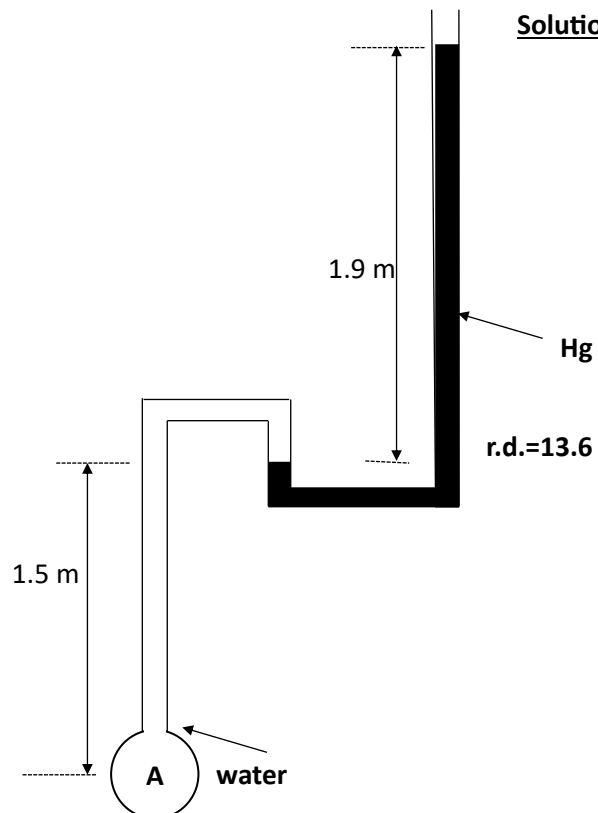
$$PA + 588.6 = 22680.72$$

$$PA = 22092.12 \frac{N}{m^2} = 22.092 \frac{KN}{m^2}$$

Example -2-

Find the pressure in the pipe shown in figure below, r.d._{Hg}=13.6

Solution



$$PA - \gamma_w \cdot h_w - \gamma_{Hg} \cdot h_{Hg} = 0$$

$$\gamma_{Hg} = r.d. \cdot \gamma_w$$

$$\gamma_{Hg} = 13.6 \cdot 9810$$

$$\gamma_{Hg} = 133416 \frac{N}{m^3}$$

$$PA - 9810 \cdot 1.5 - 133416 \cdot 1.9 = 0$$

$$PA - 14715 - 253490.4 = 0$$

$$PA = 268205.4 \frac{N}{m^2} = 268.2 \frac{KN}{m^2}$$

Example -3-

Calculate the different pressure between two pipes.

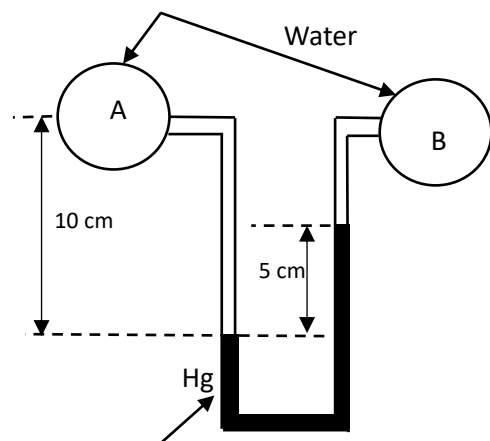
Solution

$$PA + \frac{10}{100} * \gamma_w - \frac{5}{100} * \gamma_{Hg} - \frac{5}{100} * \gamma_w = PB$$

$$PA + \frac{10}{100} * 9810 - \frac{5}{100} * 13.6 * 9810 - \frac{5}{100} * 9810 = PB$$

$$PA - PB = -981 + 6670.8 + 490.5$$

$$PA - PB = 6180.3 \text{ Pa}$$



حل آخر:

$$P1 = P2$$

$$P1 = PA + \frac{10}{100} * 9810$$

$$P2 = PB + \frac{5}{100} * 13.6 * 9810 + \frac{5}{100} * 9810$$

Example -4-

Calculate the different pressure between two pipes, $r.d._{oil} = 0.8$

Solution

$$PA - \gamma_{oil} * h_{oil} + \gamma_{Hg} * h_{Hg} + \gamma_w * h_w = PB$$

$$\gamma_{Hg} = r.d. * \gamma_w$$

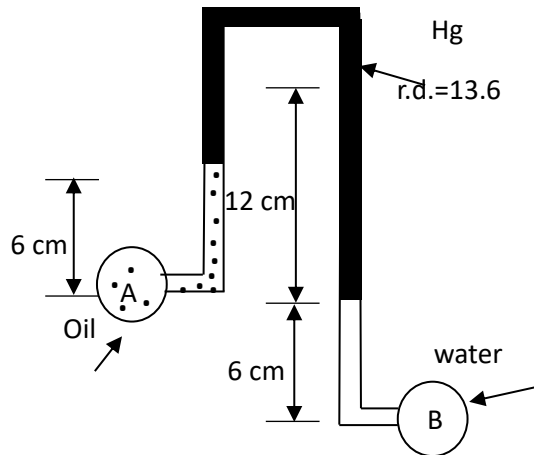
$$\gamma_{Hg} = 13.6 * 9810$$

$$\gamma_{Hg} = 133416 \frac{N}{m^3}$$

$$\gamma_{oil} = r.d. * \gamma_w$$

$$\gamma_{oil} = 0.8 * 9810$$

$$\gamma_{oil} = 7848 \frac{N}{m^3}$$



$$PA - 7848 * \frac{6}{100} + 133416 * \frac{6}{100} + 9810 * \frac{6}{100} = PB$$

$$PA - PB = 470.88 - 8004.96 - 588.6$$

$$PA - PB = -8122.68 \frac{N}{m^2}$$

Example -5-

Calculate the pressure at the pipe, $r.d. = 5$

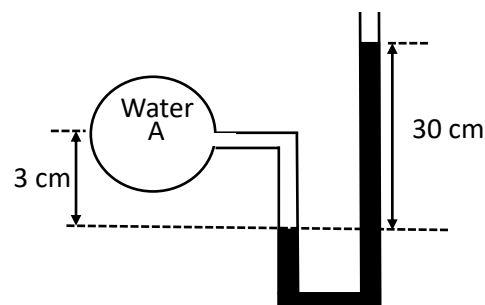
Solution

$$PA + \gamma_w * h_w - \gamma_{Hg} * h_{Hg} = 0$$

$$\gamma = r.d. * \gamma_w$$

$$\gamma = 5 * 9810$$

$$\gamma = 49050 \frac{N}{m^3}$$



$$PA + 9810 * \frac{3}{100} - 49050 * \frac{30}{100} = 0$$

$$PA + 294.3 = 14715$$

$$P_A = 14420 \frac{N}{m^2} = 14.42 \frac{KN}{m^2}$$

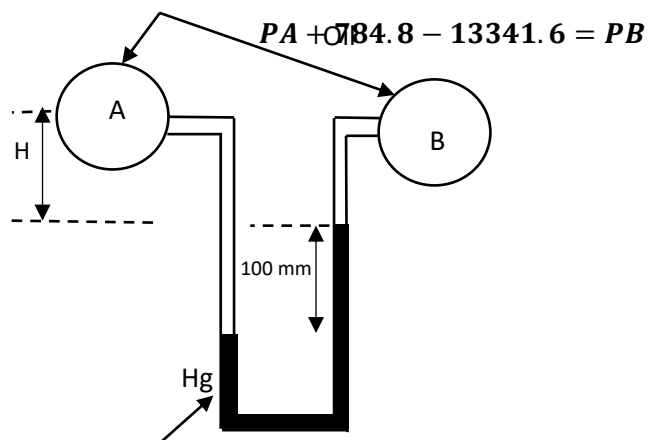
Example -6-

A differential manometer connected at the two points A and B at the same level in pipe containing an soil of specific gravity (0.8), show difference in mercury levels at (100mm). Determine the difference in pressure at two points.

Solution

$$P_A + H * 9810 * 0.8 + \frac{10}{1000} * 9810 * 0.8 - \frac{100}{1000} * 9810 * 13.6 - H * 9810 * 0.8 = P_B$$

$$P_A - P_B = 12556.8$$



Example -7-

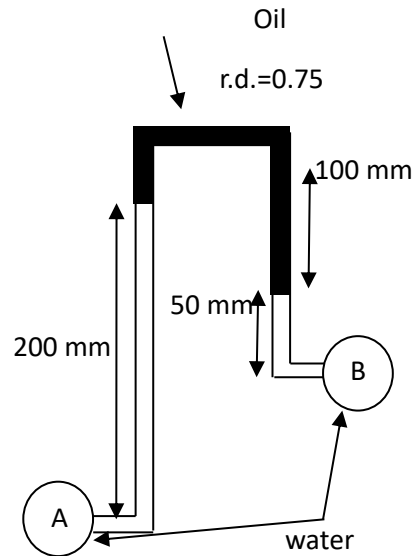
An inverted differential manometer having an oil of relative density (0.75) was connected to two different pipes carrying water under pressure as shown in figure below. Determine the pressure in pipe B, if the manometer reads as shown in the fig, take the pressure in the pipe A as 14715 N/m².

Solution

$$P_A - \frac{200}{1000} * 9810 + \frac{100}{1000} * 9810 * 0.75 + \frac{50}{1000} * 9810 = P_B$$

$$14715 - 1962 + 735.75 + 490.5 = P_B$$

$$PB = 13979.25 \frac{N}{m^2} = 13.979 \frac{KN}{m^2}$$

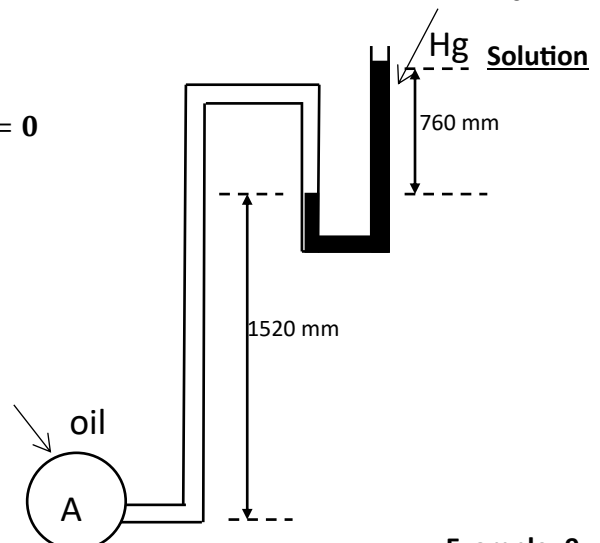


Example -8-

Calculate the pressure at point A, as shown in figure below, $r.d._{oil}=0.85$, $r.d._{Hg}=13.6$

$$PA - 1.52 * 0.85 * 9.81 - 0.76 * 13.6 * 9.81 = 0$$

$$PA = 114.07 \text{ KPA}$$



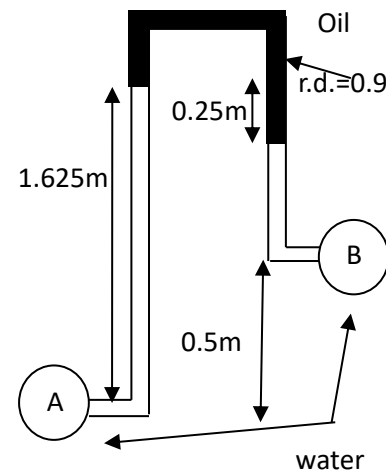
Example -9-

Calculate the different pressure between two pipes shown.

Solution

$$P_A - 1.625 * 9.81 + 0.25 * 0.9 * 9.81 + (1.625 - 0.25 - 0.5) * 9.81 = P_B$$

$$P_A - P_B = 5.15 \text{ KPA}$$



Example -10-

Calculate the pressure at point A, as shown in figure below, $r.d._{Hg} = 13.6$

Solution

$$P_A + \gamma_w \cdot h_w - \gamma_{Hg} \cdot h_{Hg} = 0$$

$$\gamma_{Hg} = r.d. * \gamma_w$$

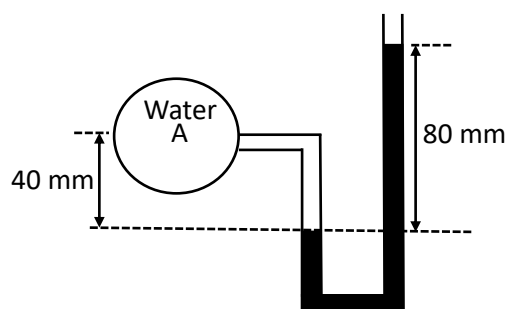
$$\gamma_{Hg} = 13.6 * 9810$$

$$\gamma_{Hg} = 133416 \frac{N}{m^3}$$

$$P_A + 9810 * \frac{40}{1000} - 133416 * \frac{80}{1000} = 0$$

$$P_A + 392.4 - 10673.28 = 0$$

$$P_A = 10280.88 \frac{N}{m^2}$$



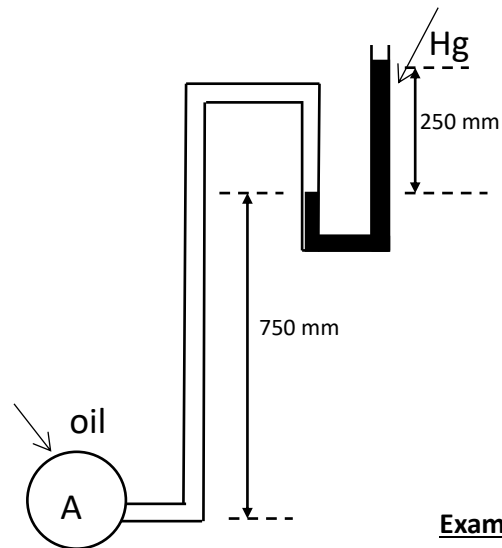
Example -11-

Calculate the pressure at point A, as shown in figure below, r.d._{Hg}=13.6, r.d._{oil}=0.8.

Solution

$$P_A - \frac{750}{1000} * 0.8 * 9810 - \frac{250}{1000} * 133416 = 0$$

$$P_A = 33\,354.56 \frac{N}{m^2}$$

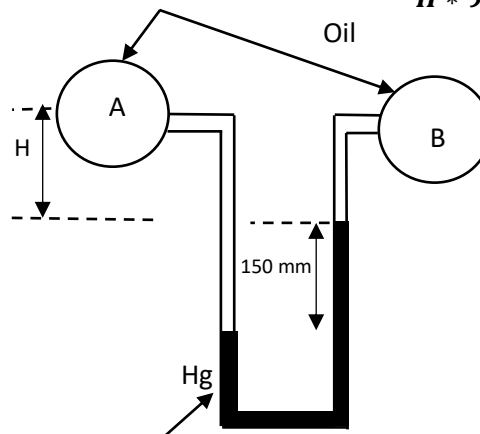
**Example -12-**

A differential manometer connected at the two points A and B at the same level in pipe containing an oil of specific gravity (0.85), show difference in mercury levels at (150mm). Determine the difference in pressure at two points.

Solution

$$P_A + H * 9810 * 0.85 + \frac{150}{1000} * 9810 * 0.85 - \frac{150}{1000} * 9810 * 13.6 - H * 9810 * 0.85 = P_B$$

$$P_A - P_B = 18.76 \text{ KPA}$$

**Example -13-**

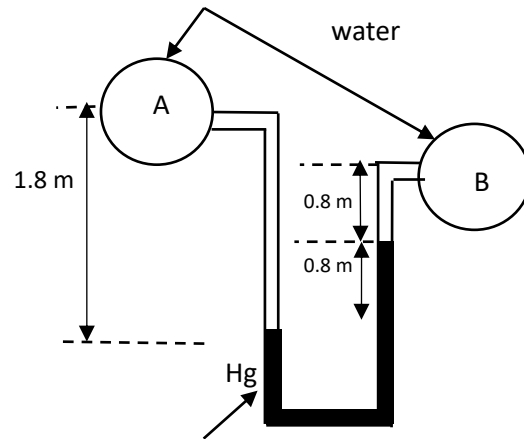
A differential manometer containing mercury was used to measure the difference of pressure in the pipe containing water as shown, find the pressure in the pipe if the manometer reading 0.8m.

Solution

$$P_A + 1.8 * 9.81 - 0.8 * 9.81 * 13.6 - 0.8 * 9.81 = P_B$$

$$P_A + 17658 - 106732.8 - 7848 = P_B$$

$$P_A - P_B = 96922.8 \text{ KPA}$$



Example -14-

A differential manometer is connected to two pipes as shown, the pipe A is contain water and pipe B is containing oil of r.d.=0.8, find the difference mercury level if the pressure difference in the two pipes 80 KPA.

Hint: Pressure in pipe B is more than in A.

Solution

$$P_A + 3.5 * 9.81 + h * 13.6 * 9.81 - (h + 1) * 0.8 * 9.81 = P_B$$

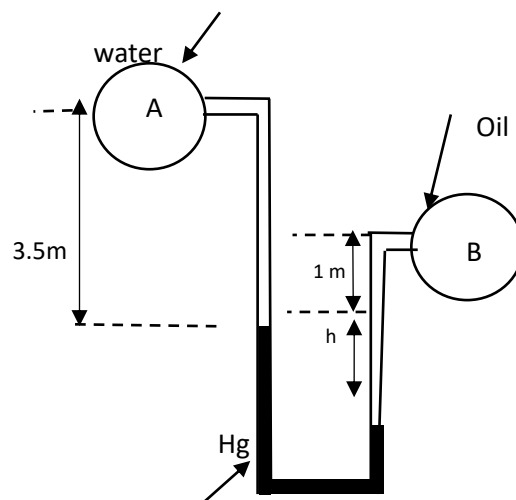
$$P_A + 34.335 + 133.416h - 7.848h - 7.848 = P_B$$

$$P_A + 26.487 + 125.568h = P_B$$

$$P_A - P_B = -26.487 - 125.568h$$

$$-80 = -26.487 - 125.568h$$

$$h = 0.426 \text{ m}$$



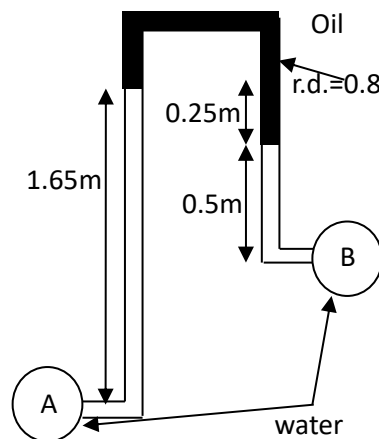
Example -15-

Calculate the difference of pressure of the pipes shown below.

Solution

$$P_A - 1.65 * 9.81 + 0.25 * 0.8 * 9.81 + 0.5 * 9.81 = P_B$$

$$P_A - P_B = 9.31 \text{ KPA}$$



Example -16-

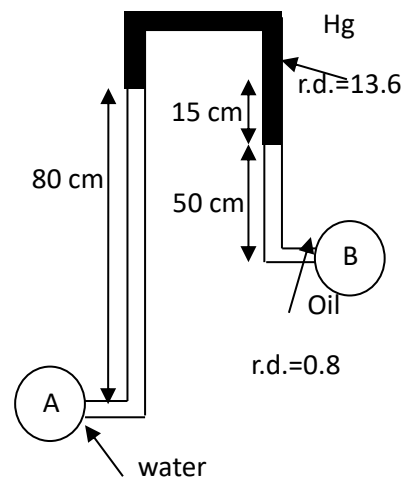
If $P_A = 50 \text{ KPA}$, Find P_B .

Solution

$$P_A - 0.8 * 9.81 + 0.15 * 13.6 * 9.81 + 0.5 * 0.8 * 9.81 = P_B$$

$$50 - 7.84 + 20.01 + 3.92 = P_B$$

$$P_B = 66.088 \text{ KPA}$$



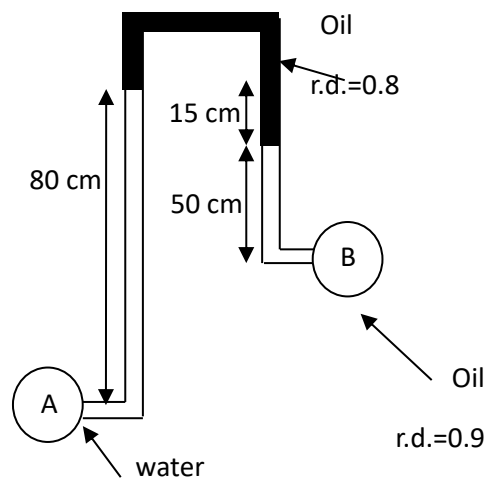
Example -17-

If $P_A = 50$ KPA, Find P_B .

Solution

$$P_A - 0.8 * 9.81 + 0.15 * 0.8 * 9.81 + 0.5 * 0.9 * 9.81 = P_B$$

$$P_B = 47.74 \text{ KPA}$$

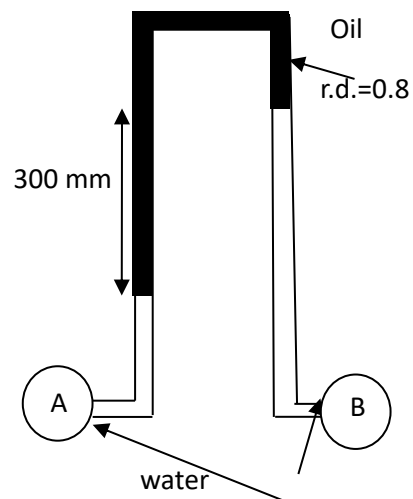


Example -18-

In the pipe shown below, find the difference pressure.

$$P_A - 0.3 * 0.8 * 9.81 + 0.3 * 9.81 = P_B$$

$$P_A - P_B = -0.5886 \text{ KPA}$$



أنواع الموائع Type of fluid

(1) المائع المثالي Ideal fluid

ان مثل هذا المائع لا وجود له ولكن فرض مثل هذه الحالة ضروري في بعض المسائل الهندسية لان هذا المائع لا لزوجة له $\mu = 0$ ، أي لا يوجد احتكاك أي الطاقة الضائعة تساوي صفر.

(2) المائع الحقيقي Real fluid

هو المائع الذي له لزوجة تولد اجهادات قص بين جزيئات المائع المتجاورة عند حركتها.

Example (1):

5 l/sec of water flow in 30 cm diameter pipe if the kinematic viscosity of water ($\nu = 0.000001 \text{ m}^2/\text{s}$), what is the type of flow?

$$Re = \frac{\rho v D}{\mu} = \frac{v D}{\nu} \quad \text{Channel}$$

$$Q = A \cdot V$$

$$V = \frac{Q}{A} \rightarrow Q = \frac{5}{1000} \rightarrow Q = 0.005 \text{ m}^3/\text{sec}$$

$$A = \frac{\pi}{4} * D^2 \rightarrow A = \frac{\pi}{4} * 0.3^2 \rightarrow A = 0.07 \text{ m}^2$$

$$0.005 = V * 0.07$$

$$V = 0.071 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$Re = \frac{0.071 * 0.3}{0.000001}$$

$$Re = 21300 > 2000 \text{ Turbulent}$$

$$Fr = \frac{v}{\sqrt{g \cdot D}}$$

$$Fr = \frac{0.071}{\sqrt{9.81 * 0.3}} \rightarrow Fr = 0.041 < 1 \text{ (subcritical)}$$

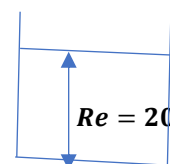
The flow is turbulent subcritical

Example (2):

Find the type of flow its depth 1 m, and the velocity 2m/s and its viscosity 0.0001 N.s /m².

$$Re = \frac{\rho v y}{\mu} = \frac{1000 * 2 * 1}{0.0001}$$

$$Fr = \frac{v}{\sqrt{g \cdot y}}$$



$$Re = 20\,000\,000 \text{ (turbulent)}$$

$$Fr = \frac{2}{\sqrt{9.81 * 1}} \rightarrow Fr = 0.63 < 1 \text{ (subcritical)}$$

The flow is turbulent subcritical

Continuity equation معادلة الاستمرارية

كمية الجريان في النظام المغلق (الانابيب) هي ثابتة مهما اختلف مقطع الجريان

$$Q_1 = Q_2$$

$$V_1 A_1 = V_2 A_2$$

Example:

In the pipe shown in fig below, the discharge carried by the pipe $0.5 \text{ m}^3 / \text{sec}$ Find the velocity in the section (1) $d_1 = 30 \text{ cm}$ and in the section (2) $d_2 = 20 \text{ cm}$

$$Q_1 = Q_2 = 0.5$$

$$A_1 V_1 = A_2 V_2$$

$$0.5 = V_2 * \frac{\pi * 0.2^2}{4}$$

$$V_2 = 15.9 \text{ m/s}$$

$$0.5 = \frac{\pi * 0.3^2}{4} * V_1$$

$$V_1 = 7.07 \text{ m/s}$$



$$Q = A_1 V_1$$

$$Q = A_1 V_1$$

Example:

A Pipeline carrying $1 \text{ m}^3/\text{sec}$ change from 60 cm to 90 cm in diameter, what are the velocities in each pipe?

$$Q_1 = Q_2 \Rightarrow A_1 V_1 = A_2 V_2$$

$$A_1 = \frac{\pi}{4} d_1^2 \Rightarrow A_1 = \frac{\pi}{4} (0.6)^2 \Rightarrow A_1 = 0.28 \text{ m}^2$$

$$A_2 = \frac{\pi}{4} d_2^2 \Rightarrow A_2 = \frac{\pi}{4} (0.9)^2 \Rightarrow A_2 = 0.636 \text{ m}^2$$

$$Q_1 = A_1 V_1$$

$$1 = 0.28 \cdot V_1$$

$$V_1 = 3.57 \text{ m/s}$$

$$Q_2 = A_2 V_2$$

$$1 = 0.636 \cdot V_2$$

$$V_2 = 1.572 \text{ m/s}$$

Example:

Find the diameter in both section, $Q = 150 \text{ l/sec}$

$$Q = \frac{150}{1000} \Rightarrow Q = 0.15 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$A_1 = \frac{Q_1}{V_1} \Rightarrow A_1 = \frac{0.15}{1.1} \Rightarrow A_1 = 0.136 \text{ m}^2$$

$$A_1 = \frac{\pi}{4} D_1^2 \Rightarrow 0.136 = \frac{\pi}{4} D_1^2 \Rightarrow D_1 = 0.416 \text{ m}$$

$$A_2 = \frac{Q}{V_2} \Rightarrow A_2 = \frac{0.15}{2.5} \Rightarrow A_2 = 0.06 \text{ m}^2$$

$$0.06 = \frac{\pi}{4} D_2^2 \Rightarrow D_2 = 0.27 \text{ m}$$



Example:

Find the diameter of the second section of Pipe when the discharge is 200 l/s and the diameter of first section is (10 cm) when $V_2 = 1 \text{ m/s}$ and find V_1 .

Solution:

$$Q_1 = Q_2$$

$$A_1 V_1 = A_2 V_2$$

$$V_1 = \frac{Q_1}{A_1} \Rightarrow V_1 = \frac{0.2}{\frac{\pi}{4} * (0.1)^2}$$

$$V_1 = 25.47 \text{ m/s}$$

$$A_1 V_1 = A_2 V_2$$

$$25.47 * 0.00785 = 1 * A_2$$

$$A_2 = 0.2 \text{ m}^2$$

$$0.2 = \frac{\pi}{4} D_2^2$$

$$D_2 = 0.5 \text{ m}$$

Example:

The Water being in horizontal Pipe that the section the radius by section 25cm by velocity 2 m/s ,and the other velocity is 1.5 cm

Find the velocity in small section

$$A_1 V_1 = A_2 V_2$$

$$\pi * \left(\frac{2.5}{100}\right)^2 * 2 = \left(\frac{1.5}{100}\right)^2 * \pi * V_2$$

Equation of energy معادلة الطاقة

Bernoulli equation معادلة برنولي

تستند معادلة الطاقة الى قانون حفظ الطاقة الذي ينص على ان الطاقة لا تفنى ولا تستحدث ويمكن من هذه المعادلة حساب سرعة الجريان او الضغط او خسائر الجريان في كثير من مسائل الجريان .

وضع هذه المعادلة العالم دانييل برنولي وصيغتها العامة في حالة الجريان الثابت والمائع غير الممغنط (أي لا يتمدد ولا يتقلص أثناء الحركة داخل الانبوب) هي :

$$\frac{p}{\gamma} + \frac{v^2}{2g} + Z = \text{constant}$$

Where:

$\frac{p}{\gamma}$: pressure head (m) شحنة الضغط

$\frac{v^2}{2g}$: velocity head شحنة السرعة

Z: Elevation head (M) شحنة الارتفاع

Z: ارتفاع نقطة مركز المساحة لذلك المقطع فوق منسوب Datum line معين.

خط اسناد (خط مرجعي) datum line

Z: الطاقة الكامنة في وحدة الثقل

$\frac{v^2}{2g}$: الطاقة الحركية في وحدة الثقل

$\frac{p}{\gamma}$ طاقة الضغط

$$\frac{p}{\gamma} + z + \frac{v^2}{2g} = H$$

H: Total head الشحنة الكلية

$\frac{p}{\gamma} + z = h$ (الشحنة البيزومترية pizometric head)

Example:

If the pipe laggard form 0.6 m at point A to 0.9m at point B , with $V_A = 2 \text{ m/s}$

Find the pressure head $\frac{PB}{\gamma}$ and PB, where the $\frac{PA}{\gamma} = 15 \text{ m}$

$$\frac{P_A}{\gamma} + Z_A + \frac{v^2}{2g} = \frac{P_B}{\gamma} + Z_B + \frac{v^2}{2g}$$

$$V_A A_A = V_B A_B$$

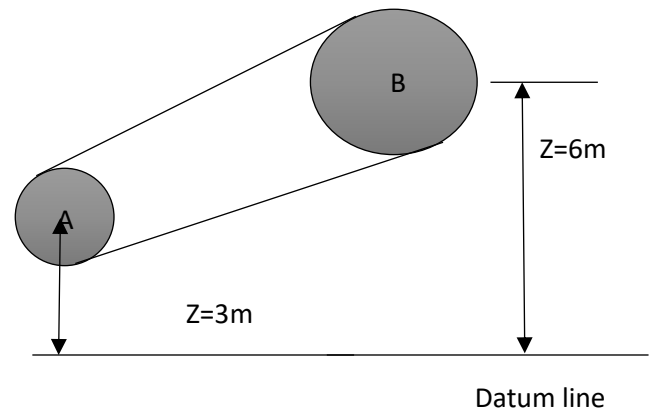
$$2 * \frac{\pi}{4} * 0.6^2 = V_B * \frac{\pi}{4} * 0.9^2$$

$$V_B = 0.889 \text{ m/s}$$

$$15 + \frac{2^2}{2 * 9.81} + 3 = \frac{P_B}{\gamma} + 6 + \frac{0.889^2}{2 * 9.81}$$

$$\frac{P_B}{\gamma} = 12.16 \text{ m}$$

$$P_B = 119.3 \text{ kN/m}^2$$



Example:

of water flow in horizontal pipe line which is 200m long and the center of line is 3m above datum 50 l/s line the pipe from 30cm to 20 cm diameter ,if the pressure at the large end is 9.81 Kpa (kN/m^2) calculate the pressure at other end .

$$\frac{p_1}{\gamma} + Z_1 + \frac{V_1^2}{2g} = \frac{p_2}{\gamma} + Z_2 + \frac{V_2^2}{2g}$$

$$Q = 50 \text{ L/S}$$

$$Q = 0.05 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$V_1 = \frac{Q_1}{A_1}$$

$$A_1 = \frac{\pi}{4} * 0.3^2 \Rightarrow A_1 = 0.0706 \text{ m}^2$$

$$V_1 = \frac{Q_1}{A_1} \Rightarrow V_1 = \frac{0.05}{0.0706} \Rightarrow V_1 = 0.707 \text{ m/s}$$

$$V_2 = \frac{Q_2}{A_2}$$

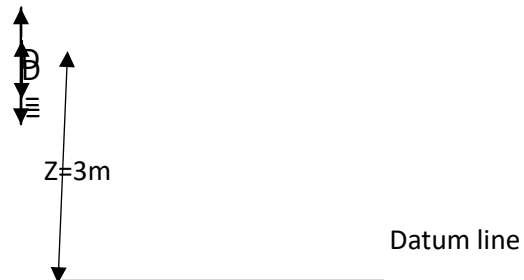
$$A_2 = \frac{\pi}{4} * 0.2^2 \Rightarrow A_2 = 0.0314 \text{ m}^2$$

$$V_2 = \frac{0.05}{0.0314} \Rightarrow V_2 = 1.59 \text{ m/s}$$

$$\frac{p_1}{\gamma} = \frac{9.81 * 1000}{9810} = 1$$

$$1 + \frac{(0.707)^2}{2 * 9.81} + 3 = \frac{p_2}{9.81} + 3 + \frac{(1.59)^2}{2 * 9.81}$$

$$p_2 = 8.78 \text{ kpa}$$

**Example**

of water flow pipe line shown find the pressure in the second if the pressure in the first section 50 l/s 100kpa

Solution:-

$$\frac{p_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} + Z_1 = \frac{p_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} + Z_2$$

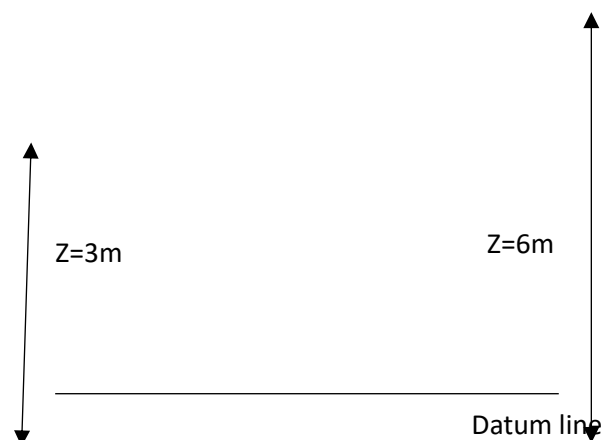
$$Q_1 = \frac{50}{1000}, Q = 0.05 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$A_1 = \frac{\pi d_1^2}{4} \Rightarrow A_1 = \frac{\pi (0.25)^2}{4}$$

$$A_1 = 0.049 \text{ m}^2$$

$$A_2 = \frac{\pi d_2^2}{4} \Rightarrow A_2 = \frac{\pi * (0.2)^2}{4} \Rightarrow A_2 = 0.0314$$

$$Q = A_1 V_1 \Rightarrow 0.05 = 0.049 * V_1$$



$$V_1 = 1.02 \text{ m/s}$$

$$V_2 = 1.59 \text{ m/s}$$

$$\frac{100 \times 1000}{9810} + 3 + \frac{(1.02)^2}{2 \times 9.81} = \frac{p_2}{9810} + 6 + \frac{(1.59)^2}{2 \times 9.81}$$

$$10.19 + 3 + 0.053 = \frac{p_2}{9810} + 6 + 0.128$$

$$\frac{p_2}{\gamma} = 7114 \text{ m}$$

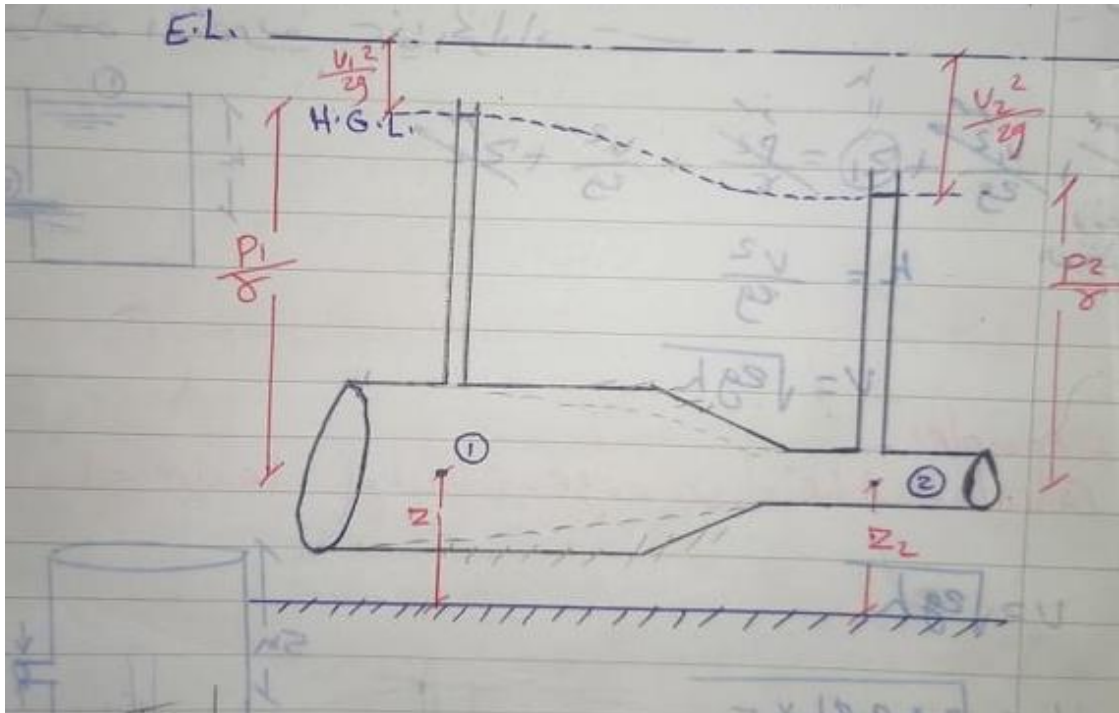
$$p = 69789.78 \text{ N/m}^2$$

خط الانحدار الهيدروليكي (H.G.L.)

مجموع شحني الارتفاع والضغط وتسمى مجموع الشحنة اليزومترية $\frac{p_1}{\gamma} + z$

خط الطاقة (E.L.)

هو الخط الذي يكون ارتفاع كل نقطة من نقطة فوق مستوى خط المناسب (datum line) مجموع الشحنة الكلية لاي نقطة في المجري يدعى خط الطاقة



Buoyancy Force

قوة الطفو

هي قوة ظاهرية تؤثر في مركز الشكل للأجسام المغمورة والطفافية في المائع مقدارها يساوي وزن المائع المزاح وتؤثر بعكس اتجاه وزن الجسم.

قاعدة الطفو: هي ان الجسم المغمور في مائع تدفعه الى أعلى قوة دافعة (buoyant force) تساوي ثقل ما يزيحه من المائع.

$$F_B = \gamma * v$$

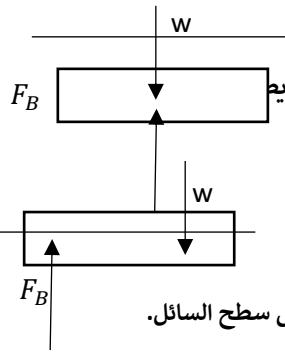
v : حجم السائل المزاح

γ : الكثافة الوزنية

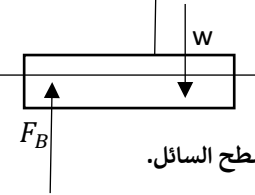
$$F_B = \text{Buoyancy Force} \quad \text{قوة الطفو}$$

w : وزن الجسم

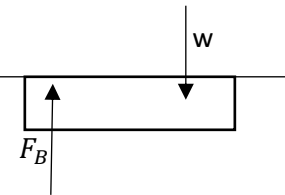
إذا كان $w > F_B$ أي انه إذا كان الوزن اكبر من القوة الدافعة فان الجسم سيهبط في المائع بسبب زيادة ثقله على القوة الدافعة ويغمر.



اما إذا كان $w < F_B$ أي انه إذا كان الوزن اقل من القوة الدافعة فان الجسم سيرتفع في المائع ويط



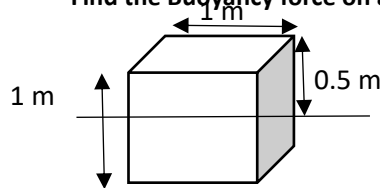
اما إذا كان $w = F_B$ أي انه إذا كان الوزن يساوي القوة الدافعة فان الجسم سيعوم ويستقر على سطح السائل.



قاعدة العوم: هي ان الجزء المغمور من جسم مائع يزيح من السائل ما يكافئ ثقل ذلك الجسم.

Example: -1

Find the Buoyancy force on a fig shown below.



$$F_B = 9810 * 0.5$$

$$F_B = 4905 \text{ N}$$

2- Find the Buoyancy force effected on a cube, its dimension (1*1*1) m in water if (1) submerged (2) float half.

$$1) F_B = \gamma * v$$

$$V = 1 * 1 * 1 \Rightarrow v = 1 \text{ m}^3$$

$$F_B = 9810 * 1 \Rightarrow F_B = 9810 \text{ N}$$

$$2) F_B = \gamma * v$$

$$V = 1 * 1 * 0.5 \Rightarrow v = 0.5m^3$$

$$FB = 9810 * 0.5$$

$$FB = 4905N$$

3) A spherical diameter is 1m and its mass 550 kg in water, show is the spherical will float or submerged.

كرة Spherical

$$w = m * g$$

$$w = 550 * 9.81$$

$$w = 5395N$$

$$FB = \gamma * v$$

$$v = \frac{4}{3} * \pi * r^3$$

$$r = \frac{D}{2} \Rightarrow r = 0.5m$$

$$v = \frac{4}{3} \pi (0.5)^3 \Rightarrow v = 0.523m^3$$

$$FB = 9810 * 0.523$$

$$FB = 5130.5N$$

FB < W: Submerged

الجسم يغمر في الماء

4- Show is the Cubic is float or submerged if its dimension (1*1*2) m and its mass 1000 kg

$$w = m * g$$

$$w = 1000 * 9.81$$

$$w = 9810 N$$

$$v = 2 m^3$$

$$FB = 9810 * 2$$

$$FB = 19620 N$$

$$FB > W$$

بما ان قوة الطفو اكبر من الوزن .: الجسم يطفو

معدل الجريان او التصريف Discharge

It is the rate at movement at fluid pass on given Point.

هو كمية المائع الجاري في وحدة الزمن عبر مقطع في مجري ويقاس بالسوائل بوحدة m^3/s

$$Q = A.V \quad \text{or} \quad Q = \frac{v}{t}, v: \text{volume } (m^3)$$

t : time (sec) m^2

Where: discharge m^3/s .

A: Area

V: velocity m/s

Example1:- calculate the discharge at the section 10cm diameter and the velocity is 100 cm/sec.

$$Q = A.V$$

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

$$A = \frac{\pi}{4} * 10^2$$

$$A = 78.5 \text{ cm}^2$$

$$Q = 78.5 * 100$$

$$Q = 7850 \text{ cm}^3/\text{s}$$

2- Find the discharge during a pipe when the volume is equal to 100 m^3 and the time is equal to 5 sec.

$$Q = \frac{V}{t}$$

$$Q = \frac{100}{5} \Rightarrow Q = 20 \text{ m}^3/\text{s}$$

3-calculate the discharge when the velocity of flow through a pipe is equal 36. 4 m/s and the diameter of pipe 5 cm

$$Q = A.V$$

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

$$A = 0. 00196 \text{ m}^2$$

$$Q = 0. 00196 * 36.4 \Rightarrow Q = 0.049 \text{ m}^3/\text{s}$$

4) 50 ℓ/sec of fluid flow in pipe its diameter is (25 cm) find the velocity of flow in this pipe.

$$Q = A. V$$

$$Q = \frac{50}{1000} \Rightarrow Q = 0.05 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$A = \frac{\pi D^2}{4} \Rightarrow A = \frac{\pi * 0.25^2}{4}$$

$$\Rightarrow A = 0.049 \text{ m}^2$$

$$V = \frac{Q}{A} \Rightarrow V = \frac{0.05}{0.049}$$

$$V = 1.02 \text{ m/s}$$

5) 75 ℓ/sec of water flow in pipes with velocity 3m/s , calculate the diameter of this Pipe

$$Q = V.A$$

$$Q = \frac{75}{1000} \Rightarrow Q = 0.075 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$A = \frac{0.075}{3} \Rightarrow A = 0.025 \text{ m}^2$$

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

$$0.025 = \frac{\pi}{4} D^2$$

$$D^2 = 0.0318 \Rightarrow D = 0.178 \text{ m}$$

6) 2400 ℓ/min of water flow in pipe with velocity 150 cm/ s, Calculate the diameter in this pipe

$$Q = \frac{2400}{1000 * 60} \Rightarrow Q = 0.04 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$v = \frac{150}{100} \Rightarrow v = 1.5 \text{ m/sec}$$

$$Q = V \cdot A$$

$$0.04 = 1.5 * A$$

$$A = 0.026 \text{ m}^2$$

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

$$0.026 = \frac{\pi}{4} D^2$$

$$D = 0.184 \text{ m}$$

انواع الجريان Type of flow

يصنف الجريان اعتمادا على عدة عوامل

1- According to time بالاعتماد على عامل الزمن

1- جريان ثابت steady flow: في هذا النوع من الجريان خصائص المائع المهمة الثلاثة p الضغط، v السرعة، p الكثافة لا تتغير بمرور الزمن أي ثابتة أي التصريف ثابت

$$\frac{dv}{dt} = 0, \frac{dp}{dt} = 0, \frac{d\rho}{dt} = 0$$

مثل ذلك نأخذ قناة ونأخذ أي نقطة عليها ونقيس العمق والسرعة بعد مرور فترة زمنية نقيس نفس الخواص فإذا وجدناها ثابتة يسمى الجريان بالجريان الثابت

2- الجريان غير الثابت unsteady flow: في هذا النوع من الجريان بالجريان تتغير الخواص المشار إليها مع الزمن.

$$\frac{dv}{dt} \neq 0, \frac{dp}{dt} \neq 0, \frac{d\rho}{dt} \neq 0$$

مثال ذلك انبوب يتفرع منه انبوب اخر او يلتحم به اخر

2- According to distance بالاعتماد على المسافة

3- الجريان المنتظم uniform flow: وفيه لا تتغير خصائص المائع من نقطة الى اخرى او مع المسافة، مثال ذلك نأخذ مائع يجري في قناة ونقيس الخصائص اعلاه ثم نقيس هذه الخصائص على بعد مسافة اخرى فإذا لم تتغير فهذا جريان منتظم، مثال اخر قناة او انبوب انحداها ثابت والمقطع ثابت (العرض والارتفاع)

$$\frac{dv}{ds} = 0, \frac{dp}{ds} = 0, \frac{d\rho}{ds} = 0$$

2-Non-uniform flow الجريان غير المنتظم

في هذا النوع من الجريان تتغير خصائص المائع بين نقطة واخرى او مع المسافة

$$\frac{dv}{ds} \neq 0, \frac{dp}{ds} \neq 0, \frac{d\rho}{ds} \neq 0$$

بالاعتماد على نوع القوى المؤثرة عليه 3-According to forces

اهم هذه القوى المؤثرة عليه هي :

1-Inertia force القصور الذاتي

2-viscous force قوة اللزوجة

3-gravity force قوة الجاذبية

ولغرض تصنيف الجريان حسب القوى المؤثرة اعلاه يجب ايجاد رقمين هما :

رقم رينولدز 1-Renoulds number (Re)

$$Re = \frac{\text{Inertia force}}{\text{viscouse force}} = \frac{V D}{\nu} = \frac{\rho V D}{\mu}$$

ρ : density

V : velocity

D : Depth العمق

μ : mu(Dynamic viscosity)

$$\nu: \text{kinematic viscosity} = \frac{\mu}{\rho}$$

الجريان الصفائحي Laminar flow

هو جريان الماء بشكل طبقات متراصة ومنتظمة مثل جريان الدم في الانابيب وجريان الماء بعد سقوط الامطار على سطح مستوي وهذا الجريان يحدث عندما تكون السرعة قليلة.

$$Re \leq 2000$$

الجريان المضطرب Turbulent flow

هو الجريان الذي تتقاطع فيه خطوط الجريان بعضها مع بعض مثل جريان الماء في نهر، وهذا الجريان يحدث عندما تكون سرعة الجريان عالية.

$$Re > 2000$$

رقم فرود 2-Froid number (Fr)

$$Fr = \frac{\text{Inertia force}}{\text{Gravity force}} = \frac{v}{\sqrt{D * g}}$$

الجريان فوق الحرج Super critical flow

عندما يكون رقم فرود أكبر من 1. $Fr > 1$

وعادة تكون السرعة كبيرة والعمق قليل.

Sub critical flow الجريان تحت الحرج

السرعة قليلة والعمق كبير $Fr < 1$

critical flow الجريان الحرج

$$Fr = 1$$

Force on submerged surface

القوى المؤثرة على الاجسام المغمورة

إذا كان السطح مغمورا افقيا يكون الضغط الكلي مساويا للضغط ($h\gamma$) الذي سيكون ثابتا في جميع نقاط السطح مضروبا في مساحة السطح المغمور.

$$p = \gamma \cdot h \cdot A \quad \text{الضغط الكلي على السطح الافقي}$$

اما إذا كان السطح مغمور بصورة مائلة فلن يكون الضغط ثابتا في جميع نقاط السطح بل يتغير طرديا مع العمق.

∴ الضغط الكلي على سطح مائل مغمور في سائل يساوي الضغط عند المركز المساحة (γh_0) centroid area مضروبا في المساحة.

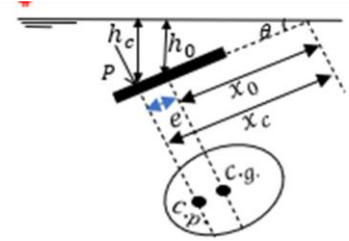
$$p = \gamma \cdot h_0 \cdot A \quad \text{الضغط الكلي على السطح المائل}$$

$$\sin \theta = \frac{h_0}{x_0}$$

$$h_0 = x_0 \cdot \sin \theta$$

c.g: center of gravity مركز الثقل

c.p: center of pressure مركز الضغط



Center of pressure on submerged surface

مركز الضغط: هو النقطة التي يبدو وكأن القوى تؤثر فيها وتقع دائما أسفل مركز الشكل c.g

الاختلاف المركزي: eccentricity هو البعد بين مركز المساحة ومركز الضغط.

$$e = x_c - x_0$$

$$e = \frac{I_0}{Ax_0}$$

حيث ان I_0 هو عزم القصور الذاتي Moment of Inertia

$$I_0 = \frac{bd^3}{12} \quad \text{المستطيل}$$

حيث ان: b هو الضلع الموازي لسطح السائل

d: الضلع الاخر

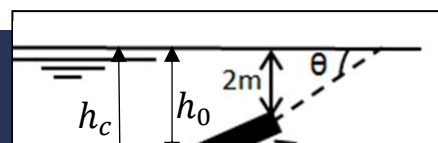
$$I_0 = \frac{\pi D^4}{64} \quad \text{للدائرة}$$

$$I_0 = \frac{bd^3}{36} \quad \text{للمثلث}$$

Example: - 1

Find the total pressure of inclined rectangular submerged with $\theta=30^\circ$ when its width is 4m and the height is 6m and the depth of up edge is 2m and find depth of pressure (h_c).

$$\sin 30 = \frac{2}{x} \Rightarrow x = 4m$$



$$p = \gamma \cdot h_0 \cdot A$$

$$x_0 = \frac{1}{2} \text{ طول المستطيل } + x$$

$$x_0 = \frac{1}{2} * 6 + 4$$

$$x_0 = 7m$$

$$\sin 30 = \frac{h_0}{x_0}$$

$$h_0 = 0.5 * 7$$

$$h_0 = 3.5m$$

$$P = 9810 * 3.5 * 24$$

$$P = 824 \quad 040 \text{ N}$$

$$P = 824.04 \text{ KN}$$

ملاحظة: الضلع المائل للبوابة هو d دائما.

$$e = x_c - x_0$$

$$x_c = e + x_0$$

$$x_c = \frac{I_0}{A \cdot x_0} + x_0$$

$$I_0 = \frac{bd^3}{12} \Rightarrow I_0 = \frac{4 * 6^3}{12} \Rightarrow I_0 = 72 \text{ m}^4$$

$$x_c = \frac{72}{(4 * 6) * 7} + 7$$

$$x_c = 7.43m$$

$$h_c = x_c \cdot \sin \theta.$$

.

$$h_c = 7.43 * 0.5$$

$$h_c = 3.71m$$

Ex:2

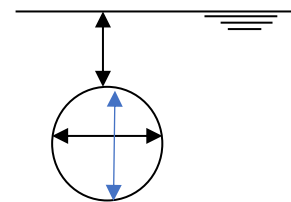
Find the eccentricity (e) for a circular gate when its diameter D=2m.

$$x_0 = 3$$

$$e = x_c - x_0, \quad e = \frac{I_0}{Ax_0}$$

$$I_0 = \frac{\pi D^4}{64} \Rightarrow I_0 = \frac{\pi * 2^4}{64}, I_0 = 0.785 \text{ m}^4$$

$$A = \frac{\pi D^2}{4}, \Rightarrow A = 3.14 \text{ m}^2$$



$$e = \frac{0.785}{3.14 * 3}$$

$$e = 0.083m$$

3) Determine the force effected on surface shown below.

$$\sin 45 = \frac{2}{x}$$

$$\sin 45 = 0.707$$

$$2 = x * 0.707$$

$$x = 2.82m$$

$$x_0 = \frac{1}{2} \text{ قطر الدائرة} + x$$

$$x_0 = 2.82 + 1.5$$

$$x_0 = 4.32m$$

$$h_0 = x_0 \sin 45$$

$$h_0 = 3.07m$$

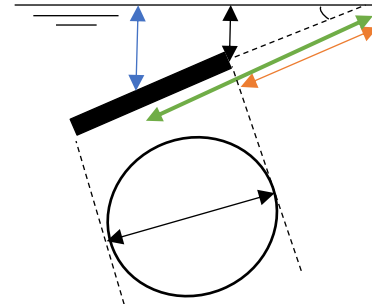
$$A = \frac{\pi D^2}{4}, \Rightarrow A = 7.07 m^2$$

$$p = \gamma \cdot h_0 \cdot A$$

$$p = 9810 * 3.07 * 7.07$$

$$p = 212\,234.7 N$$

$$p = 212.234 kN$$



4) A circular gate of 2m diameter is immersed in water as shown, Determine the pressure on gate and the position of pressure

$$h_0 = x_0$$

$$p = \gamma \cdot h_0 \cdot A$$

$$x_0 = 1 + 2 = 3m$$

$$A = \frac{\pi}{4} D^2 \Rightarrow A = 3.14 m^2$$

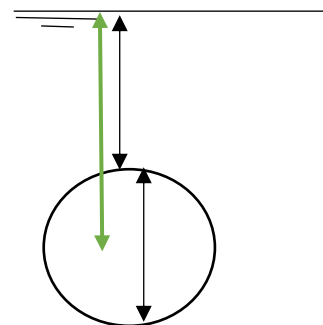
$$P = 9.81 * 3 * 3.14 \Rightarrow p = 92.41 kpa$$

$$x_c = h_c$$

$$I_0 = \frac{\pi d^4}{64} \Rightarrow I_0 = \frac{\pi * 2^4}{64} \Rightarrow I_0 = 0.785 m^4$$

$$x_c = e + x_0$$

$$e = \frac{I_0}{A * x_0}$$



$$e = \frac{0.785}{3.14 * 3} \Rightarrow e = 0.083m$$

$$x_c = 0.083 + 3$$

$$x_c = 3.08m$$

5) A rectangular gate 1m wide and 2m deep is immersed as shown. Determine the pressure and the position of center of pressure.

$$x_0 = 2 + 1 \Rightarrow x_0 = 3m, A = 2 * 1 = 2m$$

$$P = 9810 * 3 * 2$$

$$P = 58.86 kpa$$

$$I_0 = \frac{bd^3}{12}$$

$$I_0 = \frac{1 * 2^3}{12} \Rightarrow I_0 = 0.666m^4$$

$$e = \frac{I_0}{AX_0}$$

$$e = \frac{0.6667}{2 * 3}$$

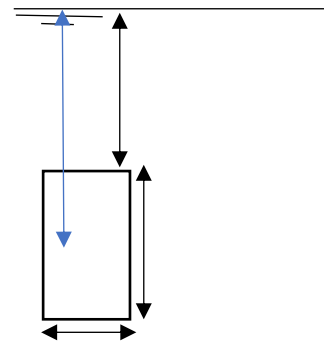
$$e = 0.11m$$

$$e = xc - x_0$$

$$xc = e + x_0$$

$$x_c = 0.11 + 3$$

$$x_c = 3.11m$$



6) A rectangular plate 2m wide and 4m deep is immersed in water, its plane makes an angle of $(\theta = 25^\circ)$ with the water surface as shown, and the depth of up edge 1.8m. Determine the total pressure and the position of the center of pressure

$$p = \gamma \cdot h_0 \cdot A$$

$$A = 2 * 4$$

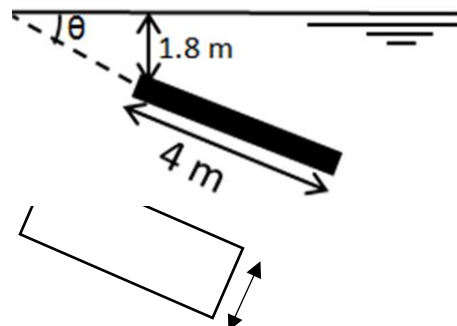
$$A = 8m^2$$

$$\sin 25 = \frac{1.8}{x}$$

$$x = 4.25m$$

$$x_0 = 4.25 + \frac{4}{2} \Rightarrow x_0 = 6.25m$$

$$\sin 25 = \frac{h_0}{x_0}$$



$$h_0 = 6.25 * \sin 25$$

$$h_0 = 2.64m$$

$$P = 9.81 * 2.645 * 8 \Rightarrow p = 207.598 KN$$

$$I_0 = \frac{bd^3}{12}$$

$$I_0 = \frac{2 * 4^3}{12} \Rightarrow I_0 = 10.67m^4$$

$$e = \frac{I_0}{AX_0} \Rightarrow e = \frac{10.67}{8 * 6.25} \Rightarrow e = 0.22m$$

$$x_c = e + x_0$$

$$x_c = e + 6.25$$

$$x_c = 6.47m$$

$$\sin 25 = \frac{h_c}{x_c} \Rightarrow h_c = 2.735m$$

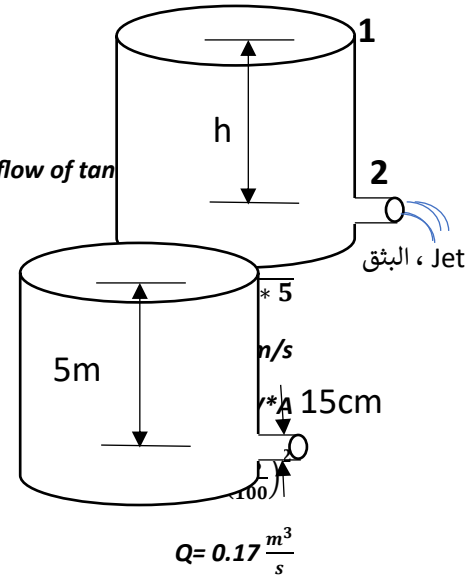
قياس التصريف في الأنابيب Measurement of Discharge in Pipes

1-Orifice: - is an opening in wall of tank which fluid discharge from high head to low.

الفوهة: -هي فتحة في جدار أو خزان يجري المائع من الشحنة العالية الى الشحنة الواطئة ويستعمل لقياس التصريف في الخزانات.

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

Example: - Calculate the discharge flow of tank



Type of orifice:-

According to shape:

- 1- Circular orifice.
- 2- Rectangular orifice.
- 3- Triangular orifice.

According to size:

- Small orifice -1
- Large orifice -2

Hydraulic Coefficient

المعاملات الهيدروليكية

ان جزيئات الماء في الخزان المثبتة فيه الفوهة , تتحرك الى الأسفل بسرعة عمودية وتأخذ بالانجراف لتدخل الفوهة وخلال الانحراف تفقد جزيئات الماء بعض الشحنة , لهذا نلاحظ ان مساحة المقطع للنفاث لا تساوي مساحة الفتحة فضلاً عن ذلك فإن السرعة الحقيقية للنفاث المنطلق من الفوهة تكون أقل من السرعة النظرية . لحساب هذه الحقائق يجب تعريف المعاملات التالية للفوهة:

1-Coefficient of Contraction

معامل التقلص

$$C_c = \frac{\text{Area of jet at contraction}}{\text{Area of orifice}}$$

البثق (Jet): -هو الجريان المستمر للسائل عند خروجه من الفوهة ويسمى بثق الماء.

2- Coefficient of Velocity

$$= \frac{\text{Actual velocity of contraction}}{\text{Theoretical velocity of the jet}} C_v$$

ان الفرق بين السرعة هو بسبب الاحتكاك للفوهة او الفتحة.

3- Coefficient of discharge

$$C_d = \frac{\text{Actual discharge}}{\text{theoretical discharge}}$$

$$C_d = C_v * C_c$$

$$= a * \sqrt{2gh} Q_{th}$$

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

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

$$= a * \sqrt{2gh} \frac{Q_{act}}{C_d}$$

$$= C_d * a * \sqrt{2gh} Q_{act}$$

Example (1)

A 20 mm diameter orifice is discharging water under head of 1 m, if the actual discharge is 0.85 l/s ; What is the coefficient of discharge for the orifice ?

Solution:-

$$a = \frac{\pi}{4} d^2 \rightarrow a = \frac{\pi}{4} (0.02)^2 \rightarrow a = 0.314 * 10^{-3} m^2$$

$$Q_{th} = a * \sqrt{2gh}$$

$$Q_{th} = 0.314 * 10^{-3} * \sqrt{2 * 9.81 * 1}$$

$$Q_{th} = 1.39 * 10^{-3} m^3/s$$

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

$$= \frac{0.85 * 10^{-3}}{1.39 * 10^{-3}} C_d$$

$$= 0.611 C_d$$

Example (2)

A 60 mm diameter orifice is discharging water under head of 9m , Calculate the actual discharge through the orifice and the actual velocity if $C_d=0.625$, $C_v=0.98$.

Solution:-

$$a = \frac{\pi}{4} d^2 \rightarrow a = \frac{\pi}{4} (0.06)^2 \rightarrow a = 2.83 * 10^{-3} m^2$$

$$Q_{th} = a * \sqrt{2gh}$$

$$= 2.83 * 10^{-3} * \sqrt{2 * 9.81 * 9}$$

$$Q_{th} = 37.6 * 10^{-3} m^3/s$$

$$Q_{act} = C_d * Q_{th}$$

$$Q_{act} = 0.625 * (37.6 * 10^{-3})$$

$$Q_{act} = 23.5 * 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$V_{th} = \sqrt{2gh}$$

$$V_{th} = \sqrt{2 * 9.81 * 9}$$

$$= 13.3 \text{ m/s}$$

$$V_{act} = C_v * V_{th}$$

$$= 0.98 * 13.3$$

$$V_{act} = 13 \text{ m/s}$$

Example (3)

Find the act discharge of orifice, if $h=3.5 \text{ m}$, $d=25 \text{ cm}$, $cd = 0.61$.

Solution:-

$$Q_{act} = C_d * a * \sqrt{2gh}$$

$$a = \frac{\pi}{4} d^2 = \frac{\pi}{4} (0.25)^2$$

$$a = 0.049 \text{ m}^2$$

$$Q_{act} = 0.61 * 0.049 * \sqrt{2 * 9.81 * 3.5}$$

$$Q_{act} = 0.24 \text{ m}^3/\text{s}$$