Eles o This

+

The History

Th

مرکی ترفیل و حدات + افغا کریر الافاع

Define is Error: The difference between the actual value Tes, (True value) and measured value فرق الفيمة المفتقية عن الفيمة الفاحة Accuracy: An instrument reading approaches the Value Tous of Variable being measured هو قرل قراء الجهاز من العيمة المعيمين لكمية المقاحة Instrument: An instrument which used to determine the quantity or Variable هو الرداة المستخدم لؤيجاد فيمه لكوية أو لمتغير كهربائي قابلیت الحواد لمقاوس (لاعات) موور الیتار اللهای Resister فراست (الاعات) معارف مفارف دو در مناسط العد الاوم (رم) صور قسمه مرق الجهد الكهربائي على طري إلحاداً: اللهربائي على طري إلحاداً على مأون أوراً على مقدار العيار المارض المقاوم = مزق الجعد Emile Tele" tell_lange Tylet aglet ena

a/ what are reasons of error: "Less! 1 In Perfect of equipment (Great = 500) 2) Measuring method (Guillais) (3) Influence of Cir Cumstance (temperature, pressure) مَا تر الحيط (البيئة) مثلورم الحرارة) الطبعا (4) Person using equipment = AND Jai 11 Gez 1 5) Time Change of error التغير الزمع للوخفاء

عيم المعادم المعالم تراقعات المعالم ال Of the following data are measurments values of resistance (8,2,1,4,5). Calculate the Standard deviation and standard error? Xi di=Xi-X 2-4=-2 1 - 4 = -34-4=0

$$\overline{X} = \frac{1}{2} \frac{1}{N} = \frac{1}{20} \frac{1}{100} = \frac{20}{5} = 4$$

5 = 7 $\frac{100}{100} = \frac{30}{5-1} = \frac{30}{4} = \pm 7.5$ $S_{Y} = \mp \frac{30}{5} \frac{30}{5(5-1)} = \frac{30}{5(4)} = \frac{30}{20} = \pm 1.5$

Of An equipment measure the temperature from oc to 400 c and the highest value of absolute error is 10 c. Find O Reduced emor & Relative emor Uslei, 400 è del 0 è c'e 5/61 7-0,0 (mie) 1/0. قيم للخطأ المعلق لعي ١٥٥٠ أوجد الخطأ المنزل 7) sie (il led (2) 50 č 0 11 0 → 400 c = (X max - Xmin) = range DX red = ? DX red = (\DX abs) max \taken $= \frac{10}{400-0} * (00 \%) = \frac{10}{40} * (00) = \frac{10}{4} = 2.5\%$ ~ DXred = 2.5% ΔX rel = ΔX abs X loo Y.

X

Tel Truil

= 16 +100 1. = -20 1.

Q/ Calculate resistance for awire 2 x 10 meter deb is fines 6-1501 auster length made of Copper with resistivity of 2 x 16 a.m. and cross section area equal to m ? تادی مام العطع R=PLength deb The 3 A my sked in resistivity $R = 2 \pm 10^{8} \frac{2 \pm 10^{3}}{10^{4}} = 4 \pm 10 \pm 10^{4}$

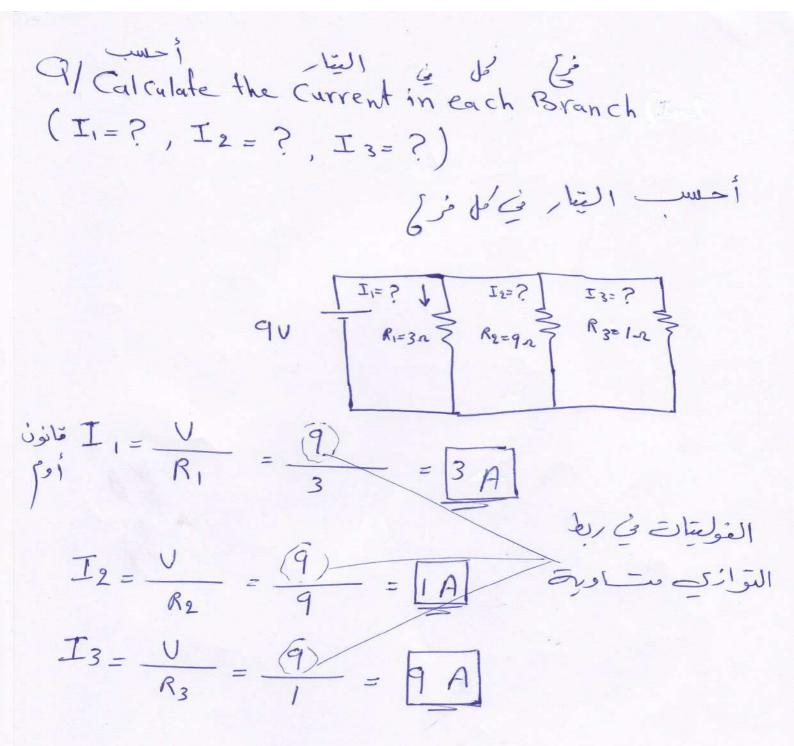
$$R = 2 \pm 10^{8} \frac{2 \pm 10^{3}}{10^{4}} = 4 \pm 10^{4} \pm 10^{4}$$

$$= 4 \pm 10^{1} = 0.4 \times 10^{1}$$

$$I_1 = I_T * \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$
 tell yours

$$I_1 = 5 \times 5$$
 $10 + 5 = 25$
 $15 = [1.666]$

$$I_2 = I_7 \times \frac{R_1}{R_1 + R_2} = 5 \times \frac{10}{10 + 5} = \frac{50}{15} = 3.33$$



al Find Rtotal , I Total VT = 20U R1=12-2 $R_{1/2} = \frac{R_1 + R_2}{R_1 + R_2}$ $=\frac{12 \times 12}{12 + 12} = 6 \text{ a}$ R1,2+R3 = 6+4=102 RT= [10 -2] $T_{\tau_0 t_{\alpha l}} = \frac{V_{\tau}}{R_{\tau}} = \frac{25}{15}$

 $R_{3}=4$ $R_{1,2}=6$ $R_{1,2$

In the fig. Calculate

(P) R Total ado polin

(D) R Total ado polin

(E) I Total (stell lie) VT=20V

(3) V1, V2, V3 - Velell (stell lie)

(4) R3=51

$$\begin{array}{lll}
R & T_{-14} = R_1 + R_2 + R_3 & = 10 \\
= 2 + 3 + 5 = 10 \\
I & = 10 \\
I & = 10 \\
I & = 10
\end{array}$$

$$\begin{array}{lll}
I & = 10 \\
I & = 10
\end{array}$$

$$\begin{array}{lll}
I & = 10 \\
I & = 10
\end{array}$$

$$\begin{array}{lll}
I & = 10 \\
I & = 10
\end{array}$$

$$\begin{array}{lll}
I & = 10 \\
I & = 10
\end{array}$$

$$\begin{array}{lll}
I & = 10 \\
I & = 10
\end{array}$$

$$\begin{array}{lll}
I & = 10 \\
I & = 10
\end{array}$$

$$\begin{array}{lll}
I & = 10 \\
I & = 10
\end{array}$$

$$\begin{array}{lll}
I & = 10 \\
I & = 10
\end{array}$$

$$\begin{array}{lll}
I & = 10 \\
I & = 10
\end{array}$$

$$\begin{array}{lll}
I & = 10 \\
I & = 10
\end{array}$$

$$\begin{array}{lll}
I & = 10 \\
I & = 10
\end{array}$$

$$\begin{array}{lll}
I & = 10 \\
I & = 10
\end{array}$$

$$\begin{array}{lll}
I & = 10 \\
I & = 10
\end{array}$$

$$\begin{array}{lll}
I & = 10 \\
I & = 10
\end{array}$$

$$\begin{array}{lll}
I & = 10 \\
I & = 10
\end{array}$$

$$\begin{array}{lll}
I & = 10 \\
I & = 10
\end{array}$$

$$\begin{array}{lll}
I & = 10 \\
I & = 10
\end{array}$$

$$\begin{array}{lll}
I & = 10 \\
I & = 10
\end{array}$$

$$\begin{array}{lll}
I & = 10 \\
I & = 10
\end{array}$$

$$\begin{array}{lll}
I & = 10 \\
I & = 10
\end{array}$$

$$\begin{array}{lll}
I & = 10 \\
I & = 10
\end{array}$$

$$\begin{array}{lll}
I & = 10 \\
I & = 10
\end{array}$$

$$\begin{array}{lll}
I & = 10 \\
I & = 10
\end{array}$$

$$\begin{array}{lll}
I & = 10 \\
I & = 10
\end{array}$$

$$\begin{array}{lll}
I & = 10 \\
I & = 10
\end{array}$$

$$\begin{array}{lll}
I & = 10 \\
I & = 10
\end{array}$$

$$\begin{array}{lll}
I & = 10 \\
I & = 10
\end{array}$$

$$\begin{array}{lll}
I & = 10 \\
I & = 10
\end{array}$$

$$\begin{array}{lll}
I & = 10 \\
I & = 10
\end{array}$$

$$\begin{array}{lll}
I & = 10 \\
I & = 10
\end{array}$$

$$\begin{array}{lll}
I & = 10 \\
I & = 10
\end{array}$$

$$\begin{array}{lll}
I & = 10 \\
I & = 10
\end{array}$$

$$\begin{array}{lll}
I & = 10 \\
I & = 10
\end{array}$$

$$\begin{array}{lll}
I & = 10 \\
I & = 10
\end{array}$$

$$\begin{array}{lll}
I & = 10 \\
I & = 10
\end{array}$$

$$\begin{array}{lll}
I & = 10 \\
I & = 10
\end{array}$$

$$\begin{array}{lll}
I & = 10 \\
I & = 10
\end{array}$$

$$\begin{array}{lll}
I & = 10 \\
I & = 10
\end{array}$$

$$\begin{array}{lll}
I & = 10 \\
I & = 10
\end{array}$$

$$\begin{array}{lll}
I & = 10 \\
I & = 10
\end{array}$$

$$\begin{array}{lll}
I & = 10 \\
I & = 10
\end{array}$$

$$\begin{array}{lll}
I & = 10 \\
I & = 10
\end{array}$$

$$\begin{array}{lll}
I & = 10 \\
I & = 10
\end{array}$$

$$\begin{array}{lll}
I & = 10 \\
I & = 10
\end{array}$$

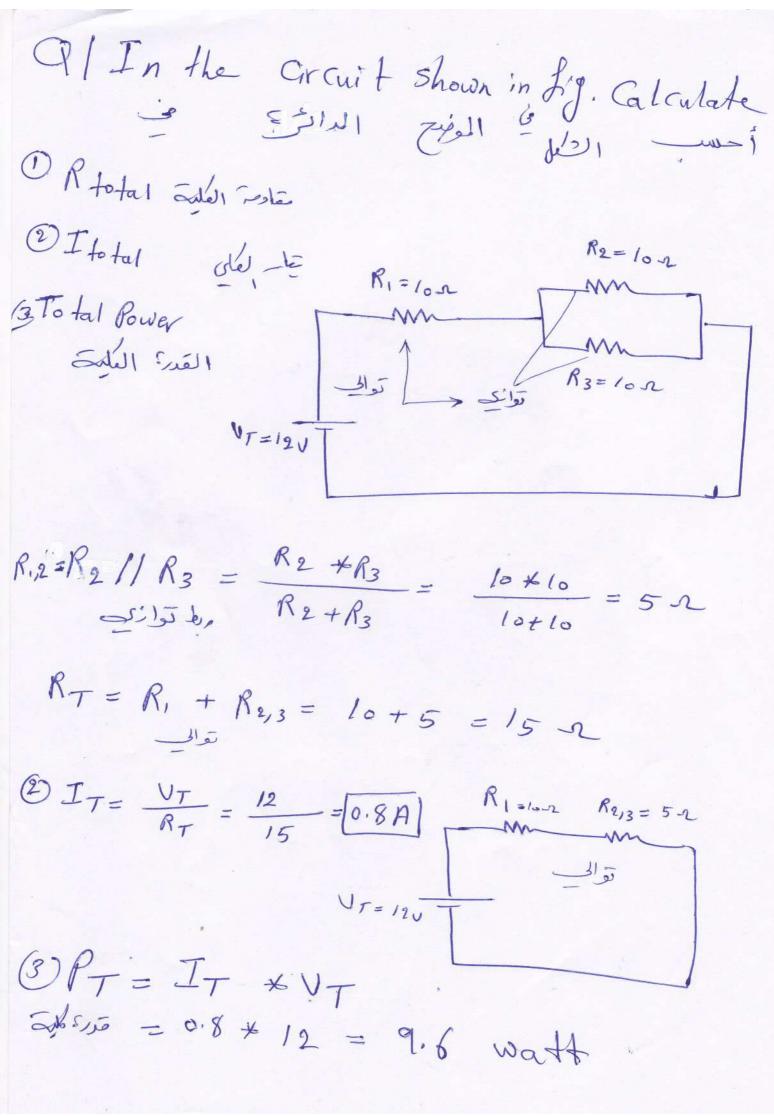
$$\begin{array}{lll}
I & = 10 \\
I & = 10
\end{array}$$

$$\begin{array}{lll}
I & = 10 \\
I & = 10
\end{array}$$

$$\begin{array}{lll}
I & = 10 \\
I & = 10
\end{array}$$

$$U_1 = I + R_1 = 2 + 2 = 4 U$$
 $U_2 = I + R_2 = 2 + 3 = 6 U$
 $U_3 = I + R_3 = 2 + 5 = 10 U$

al In the circuit Shown in Fig. Find رُوحد بالنيل الموجمة ORTOtal Sylogetin $R_{1}=21$ $R_{2}=31$ $R_{3}=51$ 1 I Total de la I_{T} $V_{T} = 2_{0} V$ (3) U1, U2, U3 = 14) حالىلقارك $R_T = R_1 + R_2 + R_3 = 2 + 3 + 5 = 10 \text{ }$ ربط تعالح $I_{7} = \frac{V_{7}}{R_{7}} = \frac{20}{10} = \boxed{2} \boxed{A}$ RT=102 UT = 20V $U_1 = I \times R_1 = 2 \times 2 = \boxed{40}$ $U_2 = I + R_2 = 2 + 3 = 6$ V3 = I + R2 = 2 + 5 = [10V] قانون أوراً Céep R = V = Jest



Pl Find I3 in fig.

(قانون كرمون للقام) KcL

القارات الخارج = القارات الداخلة

$$\frac{T_{1} + T_{4}}{3 + 7} = \frac{T_{2} + T_{3}}{7.16}$$

$$10 = 5 + I_3$$

$$5 = I_3$$

$$I_3 = 5A$$

Industrial chemical variables

المتغيرات الكيميائية الصناعية

هي الخواص والقيم التي سيتم قياسها ومن خلالها يمكننا تغيير أو إعادة ضبط التحكم في العمليات الصناعية الكيميائية هذه المتغيرات هي : -

- ١- متغيرات الطاقة: درجة الحرارة والضغط.
- ٢- متغيرات الكمية والتدفق: التدفق، المستوى، الوزن، القوة، المسافة، السرعة، التعجيل
- ٣- خواص المادة: الكثافة، الرطوبة، اللزوجة، قيمة التسخين، اللون، التوصيل، قيمة Ph،
 الأكسدة.
 - ٤- متغير الكهربائية: الحركة ، التيار ، القدرة ، المقاومة.
 - ٥- متغير الوقت

خواص متحسسات الحرارة

- ١- مقاومة عالية للصدمات الحرارية
- ٢- أيضا مقاومة عالية للضغوط والصدمات الميكانيكية
- ٣ ليس لها أي آثار كيميائية أو فيزيائية عن طريق عناصر اللمس
 - ٤ موصل جيد للحرارة

Temperature measurements

قياسات درجة الحرارة

درجة حرارة الجسم هي مقياس لحالته الحرارية. إشارة إلى قدرتها على نقل الحرارة إلى الاجسام الأخرى

أي تغيير في درجة حرارة أي مادة سيغير واحد أو أكثر من خصائصها المادية مثل

- ١) زيادة ضغط السوائل والغازات مع حجم ثابت.
 - ٢) توسيع المواد الصلبة والسوائل والغازات.
- ٣) إنتاج (على سبيل المثال) على التدفئة تقاطع اثنين من المعادن المتنوعة.
 - ٤) تغيير قيمة مقاومة المواد.
 - ٥) الإشعاع الحراري وتغير لون المواد.
 - ٦) تغيير الحالة مثل الذوبان والتبخر.

The temperature will be sensitized by two ways:

يتم تحسس درجة الحرارة بطريقتين:

١) لمس المادة التي ينبغي قياس درجة حرارتها

٢) باستخدام حواس الإشعاع دون لمس

Mechanical touching thermometers : -

موازين الحرارة الميكانيكية: -

هناك عملية تعتمد على تمدد المادة ويمكن تصنيفها وفقًا لطبيعة المادة: -

١) تمدد السوائل

٢) تمدد المواد الصلبة

٣) تمدد الغازات

1- expansion of liquid

a) liquid in glass thermometers:

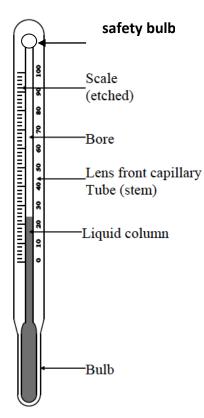
It is one of the most common types, its construct

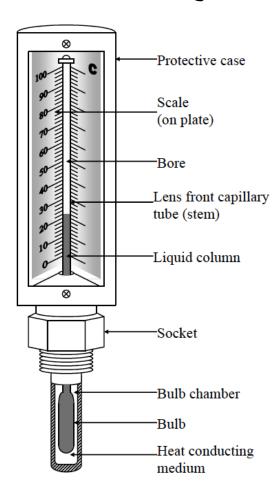
١. تمدد السائل

أ) السائل في مقياس الحرارة الزجاجي:

إنها واحدة من أكثر أنواع المقاييس شيوعًا.

Liquid In Glass Thermometers





<u>Liquid</u> <u>temp. rang C</u>

Mercury -39 to 510

Alcohol -80 to 70

Pentane t -200 to 30

Other organic liq -5 to 200

تحتفظ البصلة السفلى بالجزء الرئيسي من السائل الذي يتسع عند تسخينه وارتفاعه في الأنبوبة الشعرية. في الأعلى يتم وضع بصلة أخرى تعمل على توفير السلامة عندما يسخن السائل اكثر من النطاق. الكحول والزئبق هما أكثر السوائل استخدامًا حيث انه لديهم ميزة، أنه يحتوي على معامل التمدد العالى

المحرار الكحولي يقتصر على قياس درجة الحرارة التوسطة و المنخفضة لأنه يميل إلى الغليان عند درجة الحرارة العالية.

أما المحرار الزئبقي لا يمكن استخدامه تحت نقطة التجمد -٣٩م

يستخدم الزئبق في المحرار الزئبقي لوجود عدد من المزايا يتميز بها الزئبق عن السوائل الاخرى وهي كالاتي:

- 1- حرارته النوعية واطئة جدا لذلك يمتص كمية قليلة جدا من حرارة الجسم المراد قياس درجة حرارته و بذلك فهو لا يؤثر على درجة حرارة الجسم أو الوسط قيد القياس.
 - ٢- موصل جيد للحرارة أي يصل الى حالة التوازن بسرعة (سرعة القياس).
 - ٣- لا يبلل جدران الانابيب و هذا يعنى ان قوة التماسك بين جزيئاته عالية جدا.
 - ٤- لونه معتم (سهولة القراءة).
 - ٥- له معامل منتظم ضمن مدى واسع من درجات الحرارة .
 - ٦- يحافظ على سيولته لمدى واسع من درجات الحرارة ينحصر مابين نقطة الانجماد \$39°C و نقطة الغليان\$357°C.
 - $^{\circ}$ له معامل حجمي كبير $^{\circ}$ 0.0018/ $^{\circ}$ يسهل بذلك قياس التغير في حجمه برفع درجة الحرارة .

الأخطاء و التصحيحات في المحرار الزئبقي:-

١- الخطأ الصفرى:

عند غلق انبوبة الاختبار بعد تدريجه فأن علامة الصفر تنحرف بمقدار ضئيل عن موقعها بعد مدة زمنية قصيرة وهذا ينتج بسبب بطأ استجابة الزجاج للمعاملة الحرارية فعند بناء المحرار يخضع الزجاج لدرجة حرارية عالية و يحتاج إلى وقت طويل كي يأخذ حجمه الطبيعي فإذا وضع المحرار في مسحوق الجليد في درجة الصفر لتأشير علامة الصف علية فان مستوى عمود الزئبق فوق علامة الصفر بمقدار ضئيل و هذا المقدار يمثل الخطأالصفري و يتراوح مقدار الخطأ بين (0.01-0.05)درجة مئوية و للتصحيح يطرح مقدار الخطأ من القراءة .

ملاحظة:- لأختزال مقدار الخطأ تترك المحارير المقفلة دون تدريج لفترة زمنية طويلة (تعتمد هذه الفترة على نوعية الزجاج), وعادة تكون عدة سنوات و من ثم يتم التدريج.

٢- خطأ التسخين و التبريد المتتاليين:

عندما يستعمل المحرار لقياس درجة حرارة عالية فان بصلة المحرار سوف تتمدد ثم استخدامها مباشرة لقياس درجة حرارة واطئة فسيكون مستوى سطح الزئبق اقل من القراءة الصحيحة لبطء استجابة الزجاج للتأثير الحراري مقارنة بالزئبق.

٣- خطأ التعرض الجزئى للمحرار:

عند معايرة المحرار يعرض بكامله إلى البخار وبذلك يكون كل الزئبق داخل المحرار في درجة حرارة واحدة بينما عندما يستخدم نفس المحرار لقياس درجة حرارة سائل فان جزء من المحرار يغمر في ذلك السائل و الجزء الأخر يكون معرض لوسط آخر في هذه الحالة ستكون قراءة المحرار اقل من القراءة الصحيحة و لتصحيح ذلك الخطأ يجب غمر اكبر طول ممكن من المحرار داخل السائل المراد قياس درجة حرارته.

٤- خطأ عدم انتظام مقطع الأنبوب الشعري:

يقدر الخطأ في هذه الحالة بحدود0.1°C.

٥- تغير الضغط الداخلي:

إذا تم تدريج المحرار أفقيا ثم استخدم عموديا فانه سيعطي قراءة اقل من القراءة الصحيحة نتيجة ضغط عمود الزئبق الذي يؤدي إلى انتفاخ قليل في حجم البصلة مما يؤدي إلى انخفاض قراءة المحرار و لتجنب هذا الخطأ يستعمل المحرار بنفس الوضع الذي تم به معايرته و إن هذا المقدار لا يتجاوز 0.001درجة سيليزية لكل تغير في ضغط مقداره 1 سم زئبق.

٦- تأثير الضغط الخارجي:

إذا وضع المحرار في سائل فان بصلة المحرار قد تنكمش قليلا بسبب الضغط الذي يسلطه السائل عليها و هذا يؤدي إلى ارتفاع قراءة المحرار حسب مقدار الضغط الخارجي الواقع على البصلة مقدار الخطأ الناتج (C/cmHg) 1)

٧- السعة الحرارية:

يجب إن يستعمل محرار ذو بصلة صغيرة ذات سعة حرارية واطئة لكي لا تمتص البصلة كمية كبيرة من الحرارة مما يؤدي إلى ان تكون قراءة المحرار اقل من الدرجة الحقيقية.

٨- التوتر السطحى:

إن الزئبق ينخفض داخل الأنبوبة الشعرية بسبب قوة التماسك بين جزيئاته لهذا السبب لا يلتصق بالجدار مع زجاج الأنبوب و لتصحيح هذا الخطأ تؤخذ قراءة المحرار عند قمة عمود الزئبق.

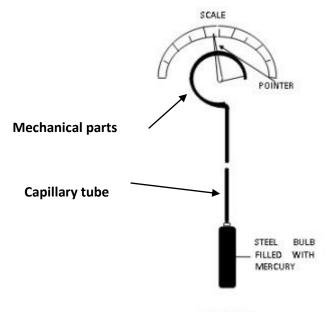
٩- التأثير العازل للبصلة:

للجدار الزجاجي لبصلة المحرار تأثير عازل للحرارة لهذا السبب قد لا تكون درجة حرارة الزئبق داخل البصلة بنفس مقدار درجة حرارة الوسط المراد قياسه و لمعالجة هذا الخطأ تستخدم بصلة رقيقة الجدران مصنوعة من زجاج المحرار.

b)Liquids in steel thermometer

السوائل في مقياس الحرارة الصلب:

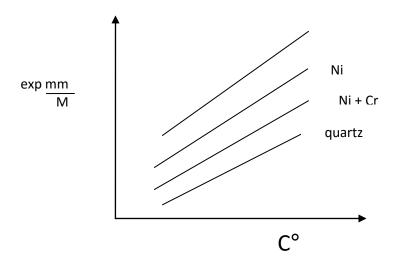
يستخدم مقياس بوردن في قياس الحرارة حيث يتكون الجهاز من انبوب فولاذي مغلق يحوي بداخله على زئبق يكون الطرف المتحسس ثابت والطرف الاخر مقوس يتغير تقوسه حسب تأثير الضغط الناتج داخل الانبوب هذا التغير بالضغط في قياس الحرارة ناجم عن التمدد او التقلص الحاصل للزئبق بسبب التغير بالحرارة يتم نقل هذا التغير بشكل عيني بواسطة مؤشر موصول بوصلة على الطرف المقوس للانبوب يوضح هذا المؤشر مدى درجة الحرارة وكما موضح بالشكل ادناه



LIQUID FILLED

2- Expansion of solid:

تتمدد جميع المواد الصلبة مع زيادة درجة الحرارة. وبعضها يتمدد أكثر من غيرها بنفس درجة الحرارة التي تستخدمها تلك المادة في مقاييس الحرارة

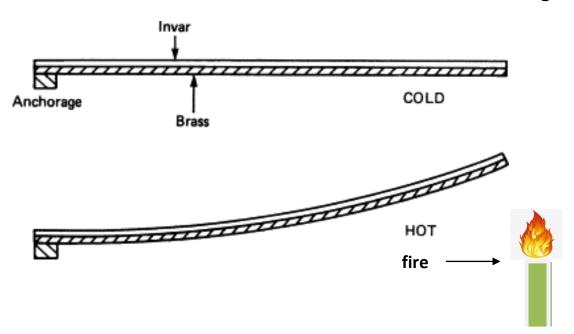


a) Bimetal - strip thermometers :

تعتمد فكرة المزدوج المعدني علي الخاصية الفيزيائية للمعادن وهي معامل التمدد الحراري حيث تختلف قيمته من معدن لآخر ، و "معامل التمدد الحراري مؤشر لمدي تأثر المادة ومدي تمددها تحت تأثير حرارة معينة .

يتكون المزدوج المعدني في أبسط صوره من شريحتين متجاورتين ومثبتتان من طرفيهما ، وكل شريحة من مادة مختلفة عن الأخري (مثال: واحدة من النحاس والأخري من الحديد).

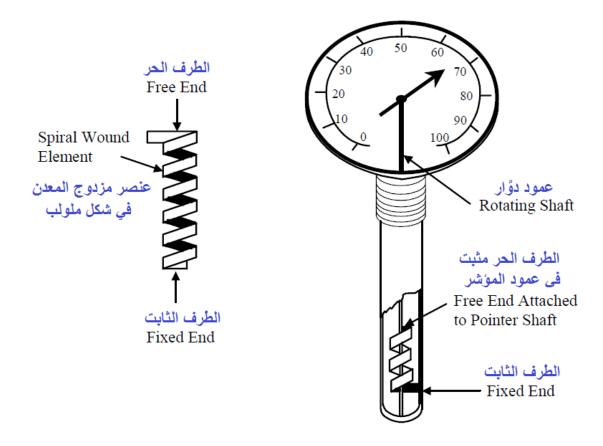
عند ارتفاع درجة الحرارة حول شريحة المزدوج المعدني يتمدد أحد المعدنين بقيمة أكبر من المعدن الأخر فبالتالي يحدث إنحناء في شريحة المزدوج المعدني بحيث يكون المعدن الأكثر تمددا في الجانب الخارجي للإنحناء وعند تبريد شريحة المزدوج المعدني بدرجة حرارة أقل من حرارة الوسط المحيط يحدث العكس.

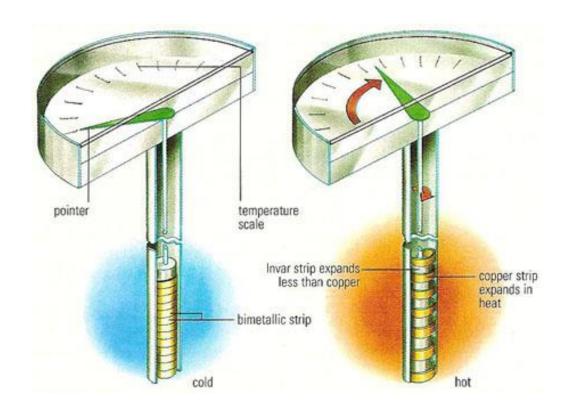


b) Bi-metallic Temperature Gauge (Spiral)

مقياس الحرارة مزدوج المعدن (اللولبي)

يتكون من شريط ملولب وذلك لوضع طول أكبر في مكان أصغر وبالتالي يزيد من حساسية المبين لقياس التغيرات البسيطة في درجة الحرارة.





المميزات:

١ ـ تكلفة أقل

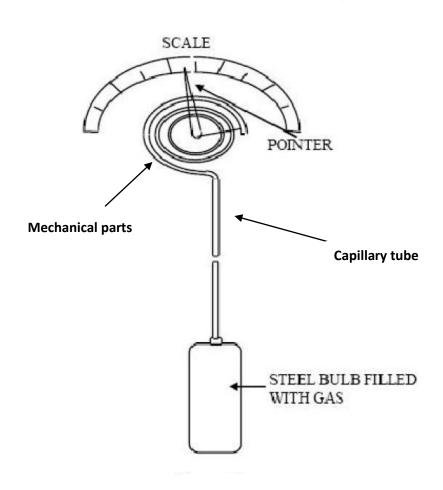
العيوب:

١- غير دقيق نسبيا. لذا عادة ما يُستخدم في التطبيقات التي لا تحتاج إلى دقة عالية في قياس الحرارة.
 ٢- بطئ الاستجابة.

3- expansion of gases

المحارير الزجاجية ليست قوية بما فيه الكفاية لاستخدامها في المواقع الصناعية لذلك يتم صناعة البصيلة والساق في هذا النوع من الفولاذ حيث تملئ البصيلة والساق تمامًا بغاز يتمدد بالحرارة تحت ضغط معين . المؤشر هو أنبوب بوردون الحلزوني

تمتلئ البصيلات المعدنية تماما وكذلك الساق والمؤشر (أنبوب بوردون) تحت الضغط بغاز ، على سبيل المثال الفريون حيث يتم ملء النظام بالكامل لتوفير وحدة تخزين ثابتة. يتم تحويل تمدد الغاز في الأنبوب إلى ضغط. هذا الضغط يوسع أنبوب بوردون الحلزوني الذي يحرك المؤشر على المقياس. يمكن أن يكون طول الانبوب الشعيري (الساق) بطول عدة أمتار بحيث يمكن وضع المؤشر في غرفة التحكم بعيدًا عن درجة حرارة السوائل التي يتم قياسها.

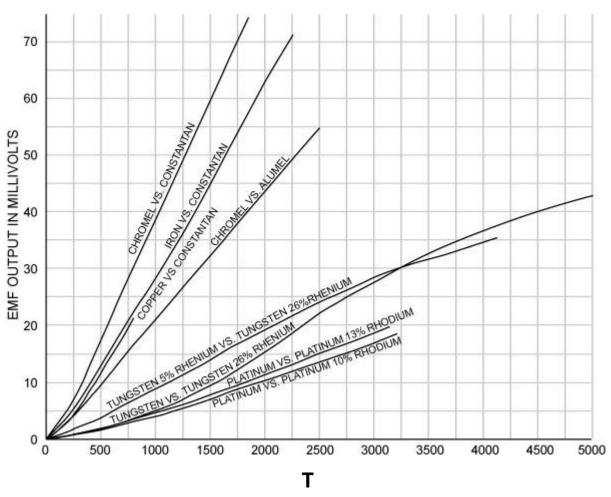


Electrical touching thermometers

1)Thermo-couples instrument

المزدوج الحراري

يتكون محرار المزدوج الحراري من سلكين مصنوعين من مادتين مختلفتين كالنحاس والكونستان يتصل السلكان اتصالا جيدا في نهايتها فقط كما في الشكل. ان اساس عمل هذا المحرار يعتمد على توليد القوة الدافعة الكهربائية نتيجة لاختلاف درجتي حرارة النهايتين المتصلتين.

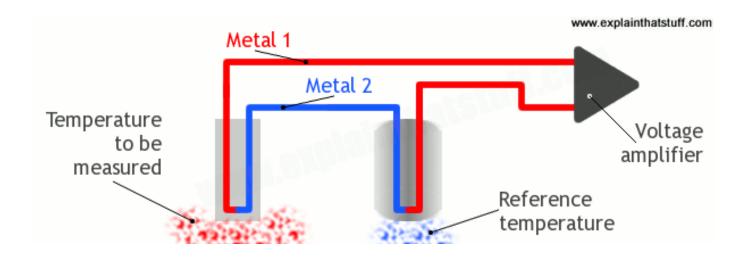


ان قيمة القوة الدافعة الكهربائية المتولدة تعتمد على عده عوامل منها:

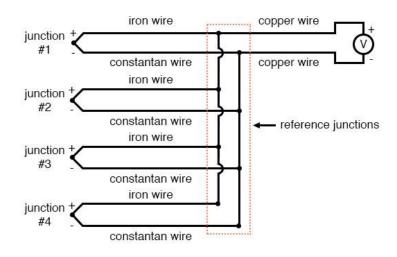
١- مقدار الفرق بين درجتي حرارة نهايتي المزدوج الحراري .

٢ - نوع المواد المصنوع منها المزدوج الحراري.

يتم تدريج محرار المزدوج الحراري بوضع احدى نقطتي الاتصال في خليط الجليد والماء وتبقى ثابته ثم تغير درجة حرارة النقطة الثانية وتقرأ قيمة القوة الدافعة الكهربائية المتولده عند كل درجه حراره بواسطة الفولتميتر ان العلاقه بين قيمة القوة الدافعة الكهربائية المتولده ودرجة الحراره علاقه غير خطيه، وبرسم قيم القوة الدافعة الكهربائيه ضد درجة الحراره يمكن الحصول على منحني تدريج محرار المزدوج الحراري وبين الشكل ادناه محرار المزدوج الحراري:



وهناك نوع يكون مربوطا على التوازي يستخدم لقياس درجات الحرارة في اكثر من موضع كما في الشكل ادناه:



ان للمزدوج الحراري مميزات و عيوب نذكر منها:

ممیزاته:

- ١ يخدم طويلاً
- ٢- يقاوم الصدمات والاهتزاز والتأكل
 - ٣- مدى در جات حرارة واسع.
 - سهل التصنيع .
 - ٥- لا يحتاج إلى طاقة.
- ٦- لا يستهلك طاقة حرارية (لا يضيع طاقة حرارية)
 - ٧- صغير الحجم.

مساوئه:

١ - يعطى فرق جهد قليل

۲- غير خطي

2)electrical-resistance thermometers:

محرار المقاومة الكهربائية

يتكون محرار المقاومة الكهربائية من سلك من مادة البلاتين ملفوف بصوره مزدوجة حول ماده عازله كهربائية، يوضع في أنبوبة مصنعه من ماده جيدة التوصيل الحراري كالفضة او النحاس للمحافظة عليه من التأثيرات الخارجية. أما محرار المقاومة الكهربائية المستخدم لأغراض العرض المختبري فيتكون من سلك من النحاس ملفوف حول ماده عازله من الميكا موضوع داخل أنبوبة اختبار مملؤة بمادة الزيت ،تستخدم مقاومة السلك الكهربائية كخاصيه محرارية يتم قياسها والاستدلال بها على درجة الحرارة وقد وجد أن العلاقة بين المقاومة الكهربائية للسك المعدني ودرجة الحرارة علاقه غير خطيه في مدى درجات الحرارة المختلفة.

ومن مميزات محرار المقاومة ما يلي:

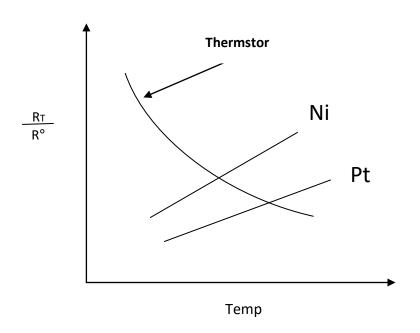
١. يستخدم لمديات واسعة من درجات الحرارة.

٢ دقيق جداً، ويفيد في التغيرات البطيئة لدرجات الحرارة

للوصول الى حالة التوازن الحراري بسبب سعته الحرارية العالية

٣. لا يكون كفؤاً في قياس تغيرات درجات الحرارة السريعة وذلك لحاجته الى وقت كاف

في أشباه الموصلات المقاومة تعتمد عكسيا على درجة الحرارة التي تسمى الموصلات الساخنة (الثرمستورات)



يحتوي Thermstor على معامل درجة حرارة سالبة أكبر عشر مرات من النحاس أو النيكل لذلك فهو أكثر حساسية من المقاومة المعدنية التقليدية.

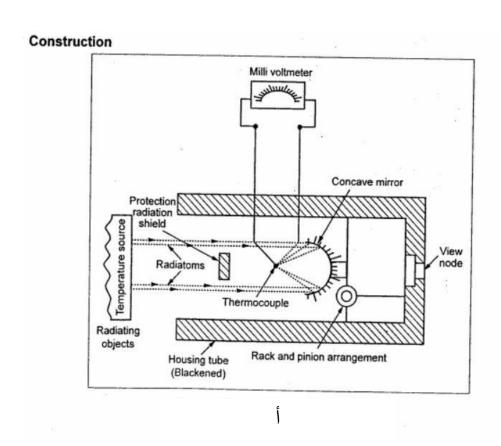
Radiation thermometers

المحارير الاشعاعية:

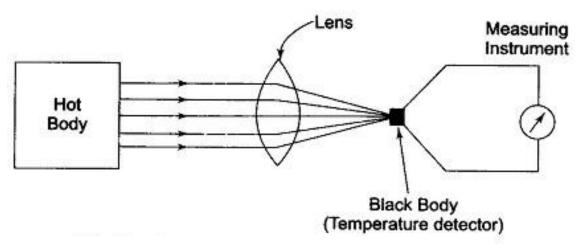
بغض النظر عن دقة وجودة المحارير التلامسية الا انها لا تتحمل درجات الحرارة العالية وكذلك يصعب قياس درجة حرارة الاجسام المتحركة بواسطتها ولذلك تستعمل المحارير الاشعاعية التي كانت تصنع في السابق لدرجات الحرارة العالية فقط بينما تصنع الان لدرجات بين 5° م - و 7° م ويمكن تصنيفها الى محارير الاشعاع الكلى ومحارير الاشعاع الجزئى والمحارير اللونية

1) Total radiation pyrometers

١) محارير الاشعاع الكلي:



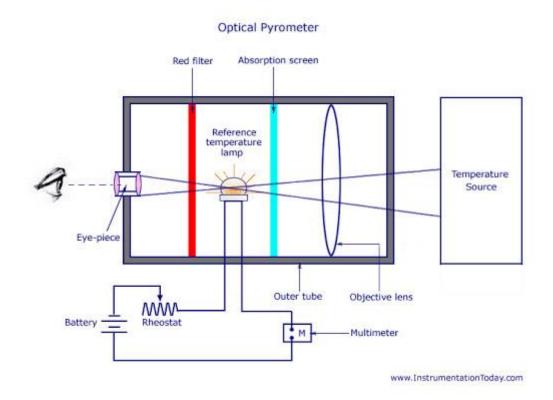
محرار العدسة : تستعمل لقياس درجات الحرارة لمديات بين ٤٠٠م و ٢٠٠٠م ويبين الشكل (ب) الفكرة الأساسية له حيث تجمع اشعة الجسم ويؤثر بها على مزدوج حراري ليتولد جهد يتناسب مع درجة الجسم المشع



2) Optical Pyrometers

٢) محارير الاشعاع الجزئي

ليست مناسبة لتسجيل أو التحكم في درجة الحرارة. لكنها توفر طريقة مستحقة لقياس درجة الحرارة. بين ٦٠٠٠ إلى ٣٠٠٠ درجة مئوية



3) Photo electric pyrometers

٣) المحارير اللونية

قياس الضغط

يعد قياس الضغط من الأمور المهمة جداً في الصناعات الكيماوية ويعرف الضغط بانه القوة المسلطة عموديا على وحدة المساحة اما الضغط المطلق فهو الضغط الكلى الحقيقى الذي يسلطه المائع والمساوي الى ضغط المقياس زائداً الضغط الجوي .

ويعرف الضغط الفرقي بانه الفرق بين ضغطين مثال ذلك الفرق بين الضغط المطلق للمائع والضغط الجوي ويدعي هذا الفرق « مدلول مقياس الضغط » وتقيسه معظم أجهزة قياس الضغط

 $P_g = P_a - P_s$

حيث

مدلول مقياس الضغط Pg

الضغط المطلق Pa

الضغط الجوي Ps

وهناك ضغط فرقي اخر هو ضغط التفريغ Pv و يمثل الفرق بين الضغط الجوي و الضغط المطلق .

 $Pv = P_s - P_a$

و يمكن حساب الضغط لعمود مائل بالمعادلة التالية التي تربط بين كثافة المائع ρ و ارتفاع عمود المائع ρ و التعجيل الارضي

 $P = \rho^* g^* h$

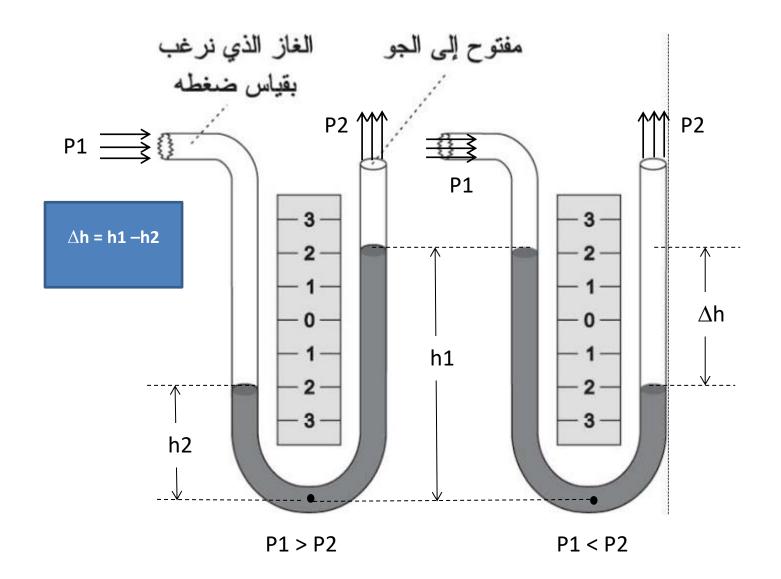
تدعى اجهزة قياس الضغط مانومترات وتصمم هذه الأجهزة على اسس ميكانيكية او كهربائية حيث يوازن ضغط المائع قوة ضغط معاكسة في الطرق الميكانيكية اما في الطرق الكهربائية فيتحول الضغط الى مقدار كهربائي يقاس بأجهزة كهربائية.

ومن اهم اجهزة القياس التى تستعمل فى الصناعة هي مانومترات السوائل وموازين الضغط و المانومترات النابضية

الاجهزة الميكانيكية

أ ـ ماتومتر السوائل:

جهاز يستعمل في قياس ضغط الماء أوالغاز أو البخار ويتكون من أنبوب على شكل الحرف U وكما موضح بالشكل ادناه



حيث ان:

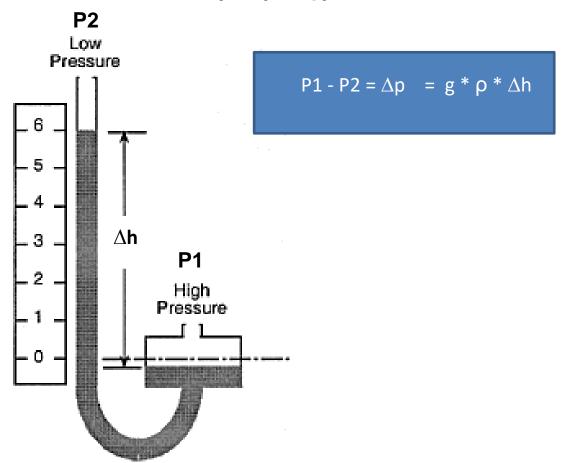
$$\Delta P = \gamma * \Delta h = \rho * g * \Delta h$$
 or $P1 = P2 + \gamma \Delta h$

تختلف المانومترات الصناعية عن بعضها بمجال القياس حيث يمكن تقسيمها الى ثلاث اقسام وهي مانومترات الضغط المعالي و مانومترات الضغط المتوسط و مانومترات الضغط الواطئ

لمانومترات السوائل عدة انواع و هي:

1- المانومتر ذو الوعاء

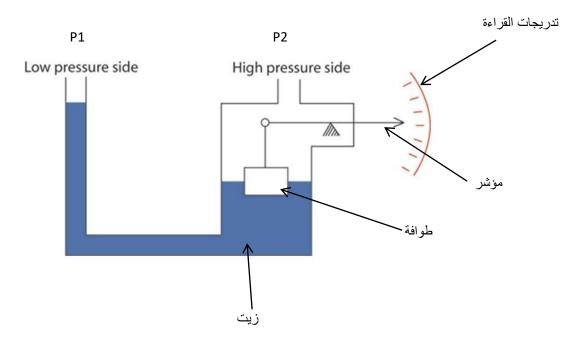
عند استعمال ال U مانوميتر العادي يجب قراءة ارتفاع السائل في فرعي المانوميتر مما يؤثر في دقة القراءة و بواسطة المانوميتر ذي الوعاء يمكن تحسين الدقة لا اقتصار القراءة على ذراع واحد حيث يستخدم عند الحاجة لعمل تغير كبير مناظر لتغير صغير في مستودع السائل. حيث أن قطر الأنبوب الشفاف صغير جدا مقارنة بقطر المستودع الكبير وبالتالي النقص في إرتفاع السائل في المستودع عند الضغط يكون صغير جدا ومهمل.



2- المانومتر ذو الطوافة

الشكل التالي يبين مانومتر زئبق ذو عوامة حيث يحدد مكان العوامة ارتفاع الزئبق والتي بدورها تحدد الضغط المناظر لهذا الإرتفاع بواسطة المؤشر

Float type Mano Meter



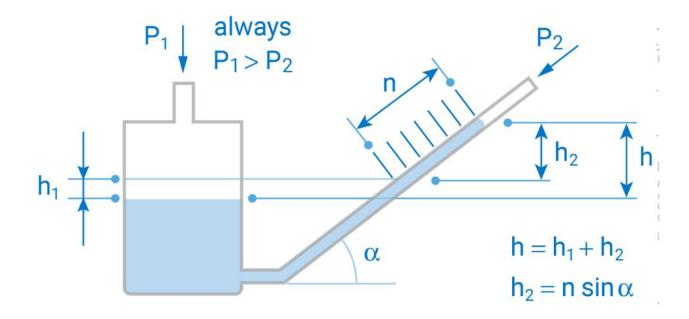
3- المانوميتر المائل

إذا كان الضغط المطلوب قياسه صغير جدا ،فإمالة الذراع هي طريقة سهلة للحصول على طول أكبر للسائل في ذراع المانومتر. مازال ارتفاع السائل في الأنبوب المائل يعطينا قيمة الضغط لكن بعد الأخذ في الإعتبار قيمة الزيادة نتيجة إمالة الأنبوب حيث يقوم الأنبوب المائل بعمل تكبير لحركة السائل المناظرة لقيمة ضغط معين مما يوفر وضوح أكبر للقياسات.

ولذلك يمكن الحصول على قيمة الضغط من خلال العلاقة التالى:

P1 - P2 =
$$\Delta p = g * \rho * h = g * \rho * n sin\alpha$$

كلما صغرت الزاوية α زادت الحساسية و العكس صحيح و الشكل ادناه يوضح المانوميتر المائل



4- المانوميتر الدقيق

يراعي هذا المانوميتر الخطأ الناتج عن مقدار انخفاض السائل في الوعاء . يضبط و ضع المانوميتر بواسطة ميزان مائي

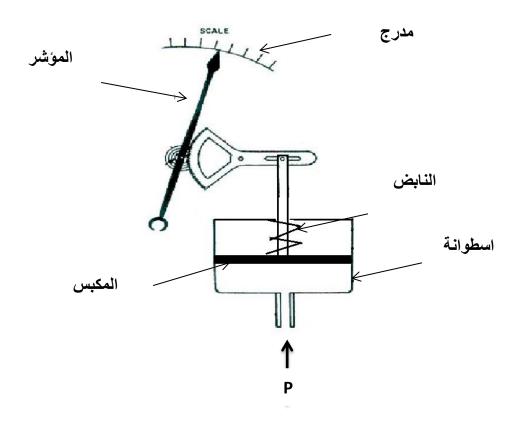
عند استعمال المانوميترات السائلة تظهر بعض الاخطاء سببها:

- 1- درجة الحرارة
- 2- عدم اهتمام الشخص المستعمل للجهاز
- 3- اعمدة المائع الموجودة فوق جهاز التأشير
 - 4- اخطاء المعايرة
- 5- وجود الاوساخ و الدهون على اذرع المانوميتر
 - 6- قلة الشد السطحي للمائع
 - 7- الاضاءة الغير جيدة تسبب خطأ في القراءة

موازين الضغط

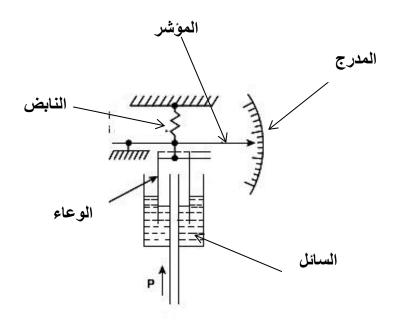
1- المانومتر المكبسي

يتكون المانومتر المكبسي من اسطوانة في داخلها مكبس محكم اي لا يسمح بتسرب السائل تستعمل هذه الاجهزة لأغراض المعايرة وخاصة لمعايرة اجهزة الضغط النابضية وكما موضح بالشكل ادناه



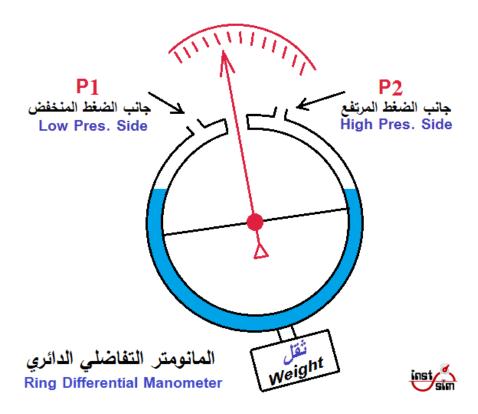
2- المانومترات الجرسية

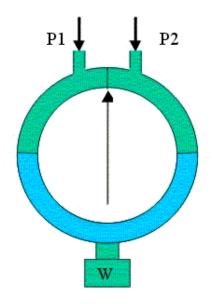
هي عبارة عن وعاء مقلوب غير مفرغ من الهواء داخل سائل معين موضوعين داخل خزان يحوي على انبوب موصول بحيز الوعاء من طرف و بالخارج من الطرف الاخر هذا الانبوب يسلط عليه الضغط المراد قياسه فينتج عن ذلك ارتفاع او انخفاض في الوعاء بشكل محدد من خلال هذه الحركة يتم قراءة قوة الضغط المسلط المراد قياسه وكما هو موضح بالشكل ادناه



3 - المانوميتر الحلقى او حلقة التوازن

يحتوي المانومتر التفاضلي الدائري على عنصر حساس في شكل حلقة مفرغة . ويتم تعليق وزن تعويضي Weight في أسفل نقطة من الحلقة أو الدائرة المفرغة . ويتم ملء الحلقة المفرغة بسائل (ماء ، زيت أو زئبق Mercury) .

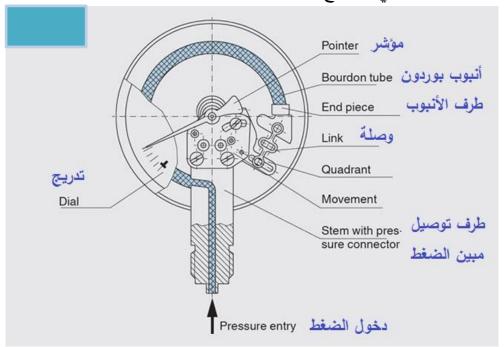


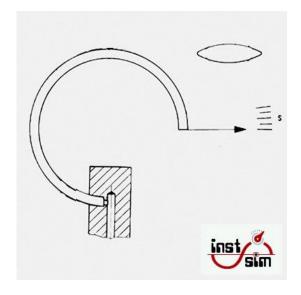


المانومترات المرنة

1- مانومتر الانبوب النابضي (انبوبة بوردن)

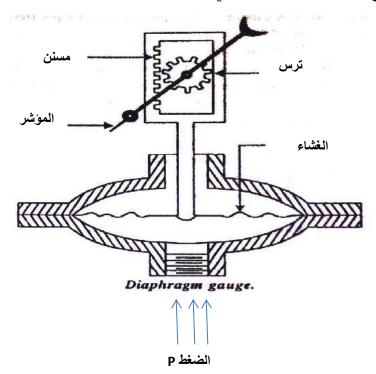
عندما يتم الضغط على المساحة الداخلية لأنبوب بوردون Bourdon Tube ، يحدث تغيير في المقطع العرضي Cross-Section ليتجه ليشبه الشكل الدائري. الأجهادات المؤثرة على القوس والناتجة من الضغط تعمل على زيادة نصف قطر الأنبوب. ونتيجة لذلك ، تتحرك نهاية الأنبوب بحوالي مليمترين أو ثلاثة. هذا الانحراف معبر عن قيمة قياس للضغط حيث تم تحويل الضغط إلى حركة ، وبدورها يتم تحويل ذلك الانحراف الخطي إلى حركة دوارة من خلال المؤشر الذي يظهر القراءة على التدريج.





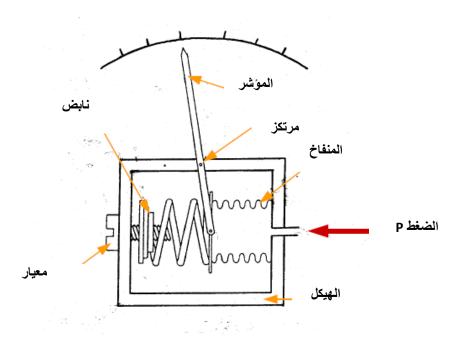
2 - المانومتر الغشائي

في هذا النوع من المانومترات يستعمل غشاء مرن يثبت بين صفيحتين كما مبين في الشكل التالي يوصل الغشاء من وسطه بواسطة انبوب توصيل من هذا الانبوب يكون فيه الطرف الاخر عبارة عن مسنن ينقل اشارة الحركة الى مؤشر بواسطة ترس يوضح قيمة الضغط الوارد في الطرف الاخر من الغشاء



3- المانومتر المنفاخي

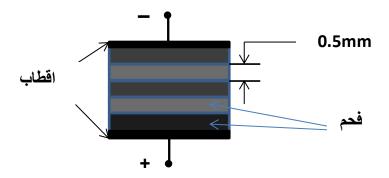
تصنع هذه المقاييس على شكل علب تكون احيانا مفرغة من الهواء وتستعمل لقياس الضغط الخارجي وتتكون من منفاخ معرض من طرفه الى ضغط معين والطرف الاخر موصول بمؤشر يحول الحركة الى قياس وايضا نابض سيطرة فيه برغي معايرة حيث يستخدم لإعطاء دقة في القياس



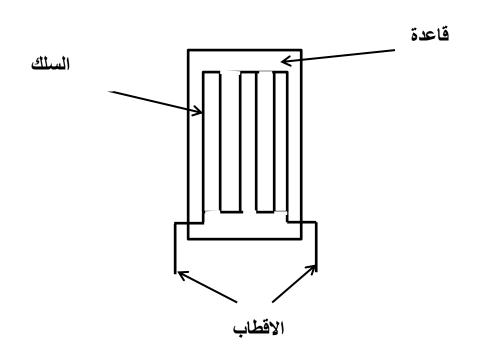
الاجهزة الكهربائية:

تستعمل هذه الأجهزة غالبا في المختبرات وتعتمد على تغير خواص بعض المواد بتأثير الضغط المسلط عليها ومن هذه التغيرات تغير السعة والمقاومة والحث والتوصيل الكهربائي والتوصيل الحراري في الغازات وتوليد الجهد الكهربائي بواسطة الضغط ومن مميزات هذه الأجهزة هو استطاعتها تحسس ضغوط متغيرة يصل ترددها الى Hz 50000 اي تستعمل للقياسات الديناميكية . ومن أهم هذه المتغيرات المستخدمة في الاجهزة الكهربائية :

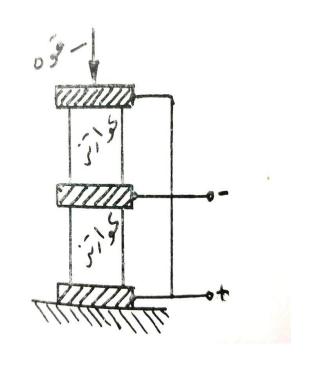
أ- <u>متحسسات الضغط</u>: تغير المقاومة الكهربائية للمواد بسبب الضغط او الشد المسلط عليها فتستعمل مثلا عدة طبقات من الفحم. حيث تتغير المقاومة الكهربائية المتولدة بين الطبقات بسبب الضغط المسلط عليها. والشكل التالي يوضح حاسة الضغط الفحمية



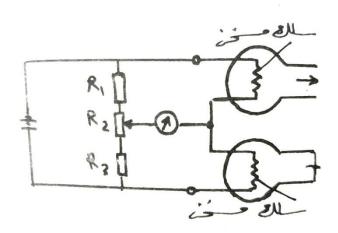
ولدينا ايضا متحسس ضغط يسمى بشريحة التمدد يبين الشكل التالي شريحة التمدد المتكونة من سلك من الكونستنتان مثبت على قاعدة رقيقة حيث تتغير مقاومة السلك بسبب التمدد أو التقلص .

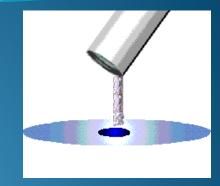


ب - الظاهرة البيتسو كهربائية حيث تتولد على سطوح بلورات الكوارتز مثلاً شحنات عند ضغط البلورات او شدها ويمكن قياس هذه الشحنات بواسطة قناطر القياس ويبين الشكل التالي الفكرة الأساسية للطريقة .



ج- تأثير الضغط على قابلية التوصيل الحراري للغازات عند الضغوط المنخفضة: تتأثر قابلية التوصيل الحراري للغاز بضغطه عند الضغوط المنخفضة ويستفاد من هذه الخاصية لقياس الضغوط بين (0.1 N/m² و بين 100 N/m²) والشكل التالي يبين احدى التصاميم المستعملة لهذا الغرض حيث يتم قياس تغير المقاومة الكهربائية للسلك المسخن الناتج عن اختلاف التوصيل الحراري لكل من فرعي القنطرة. يتم تصفير القنطرة بواسطة المقاومة R2





قياس معدل سريان الموائع

Fluid Flow Rate Measurement



معدل السريان أو معدل التدفق Flow Rate



• يعبر عن كمية المائع بوحدات الحجم أو الكتلة , والوحدة الرئيسية للحجم هي المتر المكعب والوحدة الرئيسية للكتلة هي الكيلو جرام . ويمكن قياس كمية السريان با ستخدام أجهزة قياس كمية السريان Flow Quantity Meters والتي تعتمد علي إحدي الطريقتين:

- . Gravimeteric Meters طريقة القياس الكتلية
 - . Volumetric Meters طريقة القياس الحجمية

معدل السريان أو معدل التدفق Flow Rate



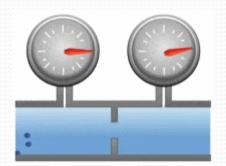
• يمثل معدل السريان أو معدل التدفق Flow Rate بمقدار الحجم لكل وحدة زمن كما في المعالدلة التالية:

$$Flow Rate = \frac{Volume}{Time}$$

ويمكن حسابه أيضا بمعرفة سرعة السريان ومساحة المقطع كما يلي:

Flow Rate = Area X Velocity

طرق القياس

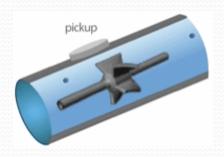


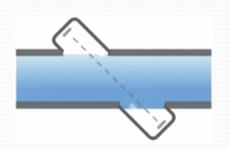
أجهزة الضغط الفرقي Differential Head Meters



أجهزة الإزاحة الموجبة Positive Displacement

تابع - طرق القياس

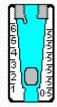






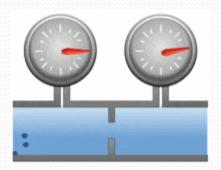
أجهزة الموجات فوق الصوتية UltraSonic Flowmeter

> مساحة المقطع المتغير لأنبوب Variable Area Meters



أجهزة الضغط الفرقي Differential Head Meters

• يعتمد قياس معدل السريان بهذه الطريقة على تغير الضغط الإستاتيكي للمائع المار خلال أداة (أداة السريان Flow Element) تعمل على تكون إعاقة للمائع المتدفق وبالتالي تكون فرق ضغط متغير على جانبي هذه الأداة ويتغير هذا الفرق بتغير معدل السربان.



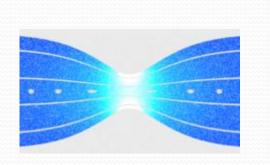
أجهزة الضغط الفرقي Differential Head Meters

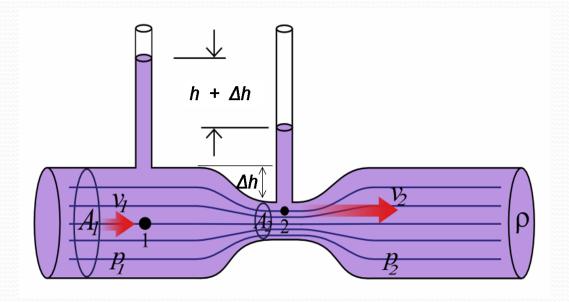
أنواع أدوات السريان Flow element التي تصنع فرق الضغط:

- قرص الفوهة Orifice Plate
- جهاز الفنشوري Venturi Meters
 - أنبوب دال Dall Flow Tube
 - أنبوب بيتوت Pitot Tube .
- أنبوب بيتوت المتوسط Averaging Pitot tube.
 - . Flow Nozzle قمع
 - مخروط علي شكل حرف V-Cone .
 - الكوع Elbow •
- . V على شكل حرف Wedge-shaped or Segmental Wedge على شكل حرف

جهاز الفنشوري Venturi Meters

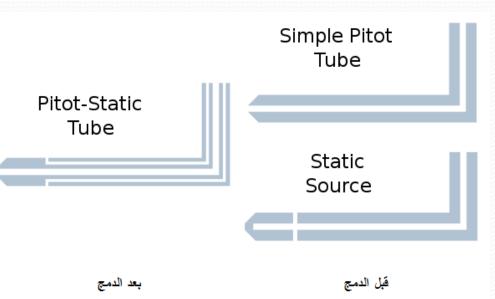
• تستخدم عندما يكون من المطلوب عدم توهين ضغط الخط Pressure Drop في تستخدم عندما يكون من المطلوب عدم توهين ضغط الخط للحصول على دقة عالية .

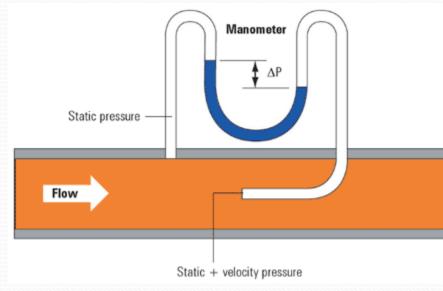




أنبوب بيتوت Pitot Tube

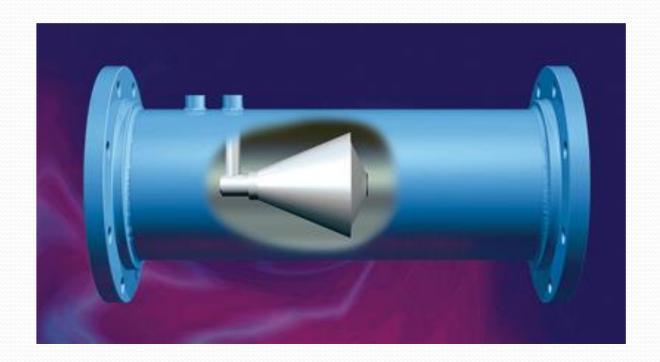
- تستخدم هذه الأداة لعمل فرق ضغط يتغير بتغير سرعة سريان المائع وبالتالي قياس سرعة السريان في الأنابيب أو القنوات.
- والشكل التالي يوضح فكرة عمل أنبوب بيتوت حيث يوضح الشكل أنه عند توصيل أحد طرفي مانومتر إلى أنبوب علي شكل حرف L يعترض سريان المائع وتوصيل الطرف الثاني بأنبوب لا يعترض سريان المائع فإنه ينشأ فرق ضغط بين الطرفين بمقدار الضغط الناتج من سرعة اصتدام السائل بالأنبوب ذو شكل حرف L.





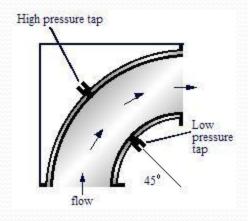
مخروط علي شكل حرف V-Cone

• العائق الذي يأخذ شكل قمع والذي يعمل كعنصر لتغيير مساحة المقطع يتم وضعه في مركز الماسورة وذلك لحساب سرعة السريان من خلال قياس فرق الضغط قبله وبعده.



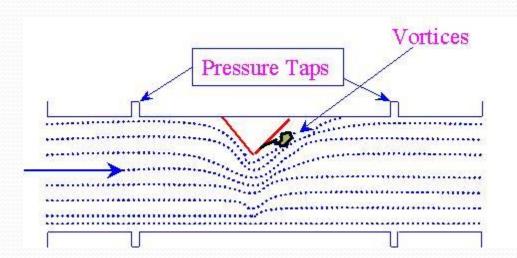
الكوع Elbow

• وجود الكوع في مسار المائع يتسبب في تقليل الضغط وبالتالي ينشأ على جانبيه فرق ضغط وبالتالي يتم قياسه لمعرفة السرعة.



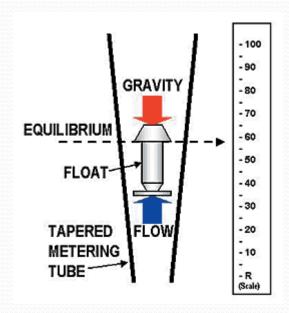
مسلوب علي شكل حرف **V** Wedge-shaped or Segmental Wedge

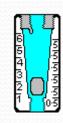
- يتم إدخال قطعة تشبه المنحدر عموديا على أحد جانبي الماسورة من الداخل بينما يظل الجانب الآخر بدون أي عائق. وينتج فرق ضغط نتيجة التغير في مساحة مقطع السريان ويتم استخدامه لحساب سرعة السريان.
 - يتم استخدامه مع جميع الموائع وخاصة اللزجة والسوائل المحتوية علي جزيئات صلبة معلقة.



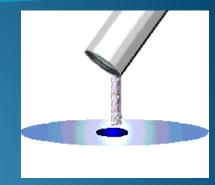
مساحة المقطع المتغير لأنبوب Variable Area Meters

• يعتبر الروتامتر أحد أجهزة القياس التي تعتمد على تغير مساحة مقطع الأنبوب Area Meters , وهو عبارة عن أنبوب مخروطي الشكل يوجد به عوامة . يصنع الأنبو ب عادة من الزجاج , وطريقة عمله أن تيار المائع المار من أسفل يرفع العوامة لعوامة تتوازن حتي يبلغ الجزء الحلقي المتزايد بين جسم العوامة وجدران الأنبوب المخروطي قيمة تتوازن عندها القوي المؤثرة في العوامة . وعند اتزان القوي تستقر العوامة عند الإرتفاع المناظر لمقدار معدل السربان .









قياس مستوى السائل

Measurement of liquid level

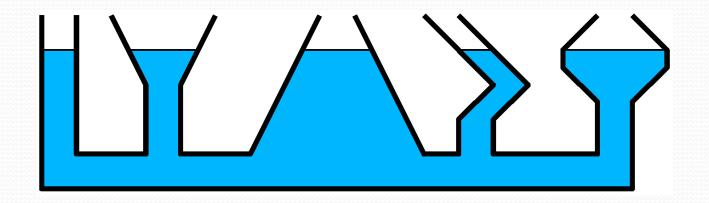


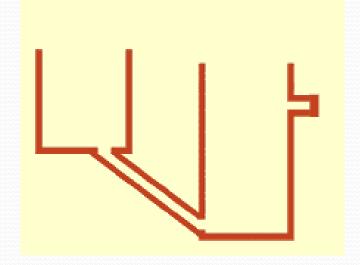
الأواني المستطرقة

مقدمة:

الأواني المستطرقة هو الاسم الذي يطلق على مجموعة من الحاويات المتصلة التي تحتوي على مائع (أو سائل) متجانس: عندما يستقر ذلك السائل، فانه يتوازن في كل الحاويات عند نفس المستوى أو المنسوب بغض النظر عن شكل وحجم الحاوية. وإذا أضيف المزيد من السائل لإحدي الحاويات، فان السائل سوف يصل مرة أخرى إلى مستوى جديد متساوي في كل الحاويات الموصولة. وهذا يحدث لأن مقدار الجاذبية والضغط يكونا ثابتين (منتظمين) في كل الحاويات (الضغط الهيدروليكي).

شكل يوضح الأواني المستطرقة





قياس مستوى السوائل

قياس مستوى السوائل موجودة في كل عملية صناعية تقريبًا وهي من القياسات المهمة جدا التي تدخل في كل مجالات الحياة. فهناك خزانات للوقود للمياه للعصائر للمواد الكيمياوية, فلكل سائل يستخدمه الانسان هناك خزان له.

حطرق قياس السوائل

هناك العديد من الطرق لقياس المستوى منها:

1- زجاج الرؤية (Sight glass)

يعد زجاج الرؤية من اهم وسائل القياس و أبسطها حيث يتم باستخدام زجاج مرئي اي يكون ارتفاع السائل في الوعاء الشفاف مرئي، و بسبب جعل المقياس على زجاج مرئي، يمكننا على الفور تحديد النسبة المئوية لارتفاع سطح السائل وكما موضح في الصورة التالية:

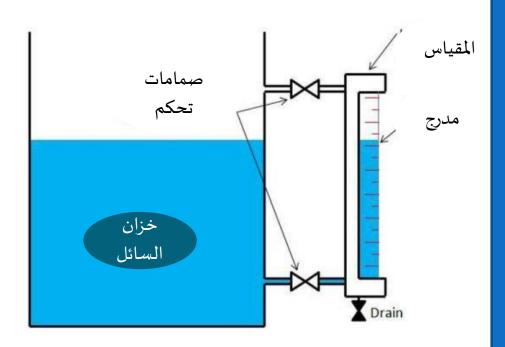
في الشكل التالي ، خزان متصل بواسطة خرطوم شفاف باستخدام مقياس من 0-100 % من إجمالي ارتفاع الخزان.

سيكون ارتفاع السائل في الخزان هو نفس ارتفاع السائل الموجود على خرطوم شفاف يعمل كزجاج بصري. يمكننا تحديد ارتفاع (مستوى) السائل داخل الخزان مباشرة من خلال النظر إلى ارتفاع السائل الموجود على خرطوم شفاف (زجاج الرؤية).

ومع ذلك ، لا يمكن معرفة مستوى السائل في الخزان مباشرة إلا عندما نكون قرب الخزان ، أو معرفة مكان وجود الخراطيم الشفافة مباشرة. تعتبر هذه الطريقة لقياس مستوى غير مكلفة نسبيا وهي من ابسط الطرق لقياسر مستوى السوائل في الخزانات و تستعمل في الخزانات الصغيرة .

شكل توضيحي لمقياس مستوى السائل باستخدام زجاجة الرؤية

Sight glass method



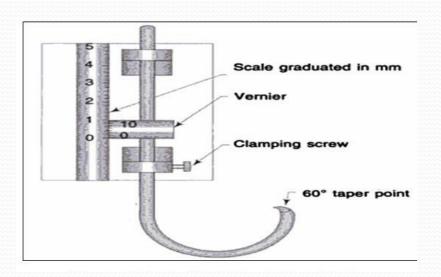
عيوب هذا النوع من المقاييس:

1- معرض للكسركونه مصنوع من الزجاج الزجاج 2- قد تترسب عليه الاوساخ فيحجب الرؤيا 3- السائل قد ينجمد داخل المقيناسي البرودة القاسية

2- الخطاف (Hook type) -2

هو عبارة عن انبوب مصنوع من سبائك مقاومة للتآكل مثل الفولاذ المقاوم للصدأ قطره 5ملم منحني الشكل يكون الطرف الاول فيه ظاهري متصل بشريط تمرير ذو مقياس افقي مثبت على لوح و الطرف الاخر يكون على شكل حرف () براس مدبب الاطوال بزاوية 60° $_{\rm L}$ ن هذا الطرف مغمور في السائل الى راس المدبب الذي يكون بمستوى سطح السائل عند تغير مستوى السائل سوف يتحرك الانبوب على شريط

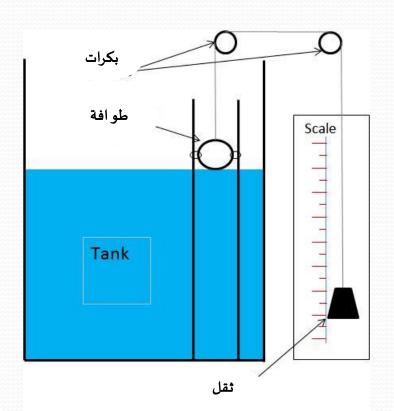
التمرير المثبت على لوح القياس موضحا لنا مستوى السائل كما موضح بالشكل التالي:



3- الطوافة (Float type) :

تستخدم هذه الأجهزة طفو العوامة في قياس المنسوب. وأبسط الطرق هي ربط العوامة بسلك او سلسلة تمر على بكرات وفي الطرف الآخر يتم ربط ثقل موازن يمر على لوحة قياس حيث يوضح الثقل قيمة المنسوب عند صعوده ونزوله. وعادة

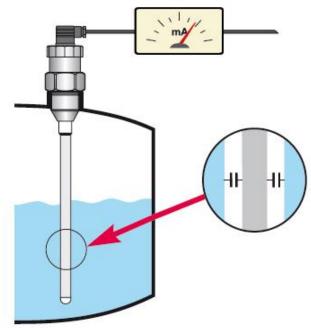
ما تُستخدم تلك الأجهزة في الخزانات الكبيرة التي تعمل على الضغط الجوي



4- حساسات المنسوب الكهربائية

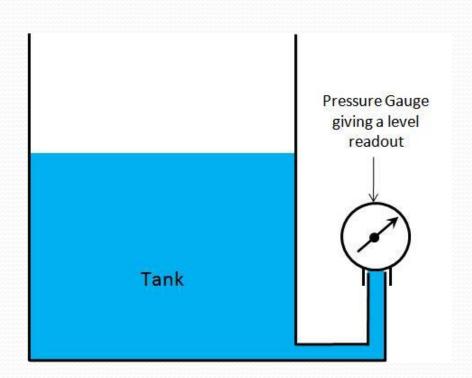
الميزة الرئيسية لمعظم الحساسات الكهربية لقياس المنسوب هي أنها لا تحتاج إلى أي أجزاء متحركة . وأنواعها عديدة .

مجسات السعة Capacitance probes تعتمد علي أن ثابت العزل الكهربي للسائل أكبر منه للغاز الموجود في أعلى السائل، ولذا فقياس التغير في السعة يعطينا مقدار التغير في منسوب السائل.



5- أجهزة الضغط الهيدروستاتيكي

تقيس أجهزة الضغط الهيدروستاتيكي التغير في الضغط الساكن لعمود السائل. حيث يتضاعف الضغط الساكن عند مضاعفة منسوب السائل. ويمكن لمبين ضغط يتم توصيله في أسفل الخزان أن يقيس المنسوب المتناسب مع قيمة الضغط. وللقياس بدقة هذه الطريقة يجب الحصول على قيمة دقيقة لكثافة السائل.



القياس والسيطرة و تقنية السيطرة

المرحلة الثانية



أهداف المادة :

الهدف العام : تعريف الطالب على الاجهزة الكهربائية المستخدمة في العمليات التكنولوجية والصناعات الكيمياوية وكذلك كيفية قياس المتغيرات والسيطرة عليها واعطاء فكرة عملية عن الاجهزة الكهربائية واجهزة القياس .

الهدف الخاص:

توسيع مدى إدراك الطالب لاستخدام الأجهزة, وكيفية التعامل بها والسيطرة على المتغيرات الكيمياوية . وتوسيع معلوماتهم النظرية .

<u>المفردات</u>

الاسبوع الاول

Purposes of Measurements and Control technology, Used terms.

الاسبوع الثاني

x Errors, Accuracy and Measurement principles.

الاسبوع الثالث

Signal transmitting, Pointing and Recording instruments, the Units.

× الاسبوع الرابع

Principals of Electricity, Electrical energy and Electrical power, Ohm s Law, Resistors, Capacitors

- × الاسبوع الخامس
- Magnetism, Electrical Magnetism, Direct current, Alternating current, Inductors.
 - الاسبوع السادس

Electric circuits, Kirchhoffs Law.

- الاسبوع السابع
- Electrical measuring, Instuments, The (V, A, AVO) meters.
 - الاسبوع الثامن

- Whetstone Bridge, Power Measurement.
- الاسبوع التاسع
- * Transformers, Structure, Connection, Function
 - الاسبوع العاشر
- Electrical Machines, Generators, Motors

- × الاسبوع الحادي عشر
- Principals of Operating and Measurement.
 - الاسبوع الثاني عشر
- × Pressure measurement, Mechanical methods.
 - × الأسبوع الثالث عشر
- Pressure measurement, Electrical methods.
 - الاسبوع الرابع عشر والخامس عشر
- **×** Temperature Measurement, touching methods.
 - الاسبوع السادس عشر
- Temperature Measurement, Rotating methods.
 - الاسبوع السابع عشر
- Measurement of Volumes, Mass and Flow Rates.
 - الاسبوع الثامن عشر
- Measuring instruments of liquids levels in the tanks.

🗶 الاسبوع التاسع عشر

- Flow Rate Measurements, Volumetric, Impact and Electric methods.
 - الاسبوع العشرون
- Measurement of Radiation, Distances, Angles and Dimensions.
 - × الاسبوع الحادي والعشرون

Mechanical Methods.

- الاسبوع الثاني والعشرون
- Instruments for Angle Measurements, Micrometers.
 - الاسبوع الثالث والعشرون
- Measurement of Humidity, thermometers method.
 - الاسبوع الرابع والعشرون
- Hygrometric methods, Methods of electric conduction, Regulating circuits, Parts of Regulating circuits.

- الاسبوع الخامس والعشرين
- Practical examples for pressure regulation, Temperature level and flow rate regulation
 - الاسبوع السادس والعشرون

Different Regulators

- × الاسبوع السابع والعشرون
- Dead time, Time constant
- × الاسبوع الثامن والعشرون

Pneumatic Regulators

- الاسبوع التاسع والعشرون
- Hydraulic Regulators, Electric Regulators
 - الاسبوع الثلاثون
- Regulation circuit diagrams and Symbols

Measurement and Control

• Measurement and its terms:

Measurement generally involves using an instrument as physical means of determining a quantity or variable.

The instrument serves as an extension of human faculties.

and in many cases enables a person to determine the value of unknown quantity which his unaided human faculties could not measure.

Measurement work employs a number of terms which should be defined here:-

Instrument:

 Is a device for determining the value or magnitude of quantity or variable.

Accuracy:

Closeness width which an instrument reading approaches the true value of variable being measured.

Precision:-

- A measure of the reproducibility of the measurement, i.e. given affixed value of a variable precision is a measure of the degree to which successive measurements differ from one another.
- Sensitivity:-
- The ratio of output signal or response of the instrument to achange of input or measured variable.
- Resolution:-
- The smallest change in measured value to which the instrument will respond.

• Error:-

- Deviation from the true value of the measured variable.
- No measurement can be made with perfect accuracy. The study of errors is a first step in finding ways to reduce them.

Type of error

- Errors may come from different sources and are usually classified under three main headings:-
- Gross errors
- Systematic errors
- Random errors

• 1- Gross errors:-

- Largely human errors, among them misreading of instruments, incorrect adjustment and improper application of instruments, and computational mistakes.
- 2- Systematic errors:-
- Shortcoming of the instruments such as defective or worn parts, and effects of the environment on the equipment or the user.
- 3- Random errors:-
- Those due to causes that cannot be directly established because of random variations in the parameter or the system of measurement.

Calculation of errors

- Absolute error ΔX_{abs} :-
- is the different between the actual value X_o and apparent value X. $\Delta X_{abs} = X X_o$
- <u>Relative error</u> ΔX_{rel}:-
- is the ratio between absolute error and apparent value. $\Delta X_{rel} = (\Delta X_{abs} / X) * 100$
- Redact error ΔX_{red} :- is the ratio of absolute error for highest reading and the measurement range.
 - $\Delta X_{red} = [(X X_o)_{max} / (X_{max} X_{min})]*100$

- Example 1:-
- A voltmeter with(250V)scale, its error is(+0.5 %)
- how much its error will be when the reading is
- (125 V)?
- Example 2:-
- Aflow meter with range (o 200) lit/min the error
- written on it, is (+ 0.5 %)
- calculate the actual value of discharge if the pointer
- read(120)lit/min

System international units

SI: Systeme international unites

Seven fundamental units:

• Length: meter m

Mass: kilogram kg

• Time: second s

• Electric current: ampere A

• Temperature: kelvin K

• Amount of substance: mole mol

• Luminous intensity: candela cd

All other dimensions derived from above units like:

Force

N

Velocity

M/sec

Acceleration

M/sec²

Area

 M^2

Volume

M3

Pressure

 N/M^2

Flow rate

M³/sec

Density

Kg/M³

Electric circuits

- To begin our study of electric circuits we need to know, what an electric circuit is? What do we mean by its analysis? What quantities are associated with it? In what units these quantities are measured? and the basic definition and conventions used in circuit theory.
- Electric circuit:- is a collection of electrical elements interconnected in some specific way.

Electrical quantities are:-

- 1) **Current** :-
- the primary purpose of an of electric circuit is to move or transfer charges along specified paths.
- This motion of charges constitutes an electric current denoted by the letter (i) or (I),
- So current is the time rate of change of charge.
- i = dq/dt

- Its unit is ampere (A) (coulomb/second), one ampere current means the motion of (6.28 x10¹⁸) electrons per second.
- There are several types of current in common use:-
- Direct current (Dc).
- Alternating current (Ac).
- Exponential current.
- Saw tooth current.

2) Potential or voltage:-

- Charges in a conductor exemplified by free electrons may move
- if we want some concerted motion such as the case with an
- electric current, we must apply an external electromotive force (EMF), thus work is done on the charges.
- So voltage is the number of joules of work performed on a unit
- Charge (1 coulomb) to moved it from one terminal to the other.
- The unit of voltage or potential difference is the volt (v).

•
$$\mathbf{1}\mathbf{V} = \mathbf{1}\mathbf{J}/\mathbf{C}$$

3) Resistance:-

- It may be defined as the property of a substance which dose oppose the flow of electrons through it.
- The unit of resistance (R) is the ohm (Ω) , (K Ω) , (M Ω) , (m Ω) , (m Ω), (µ Ω).
- The resistance value of a substance depends on the following factors:-
- 1. It varies directly on its length (L).
- 2. It varies inversely on the cross-section area (A) of
- the conductor.
- 3. It depends on the nature of the material.
- 4. It also depends on the temperature of the material.

If we neglecting the last factor, so:

$$\bullet$$
 R α L / A

•
$$R = \rho$$
. L / A

 ρ is known as specific resistance which depend on the nature of the material.

Conductance (G) is reciprocal of resistance •

$$G = 1/R \rightarrow G = A/\rho.L$$

EX: •

Calculate the resistance of (100 M) length of a • wire having a uniform cross-sectional area of (0.1mm²), if the wire is made of manganin having a specific resistance of (50 x 10 Ω .M).

and how much its conductance G? •

Effect of temperature on resistance

All conductors and some of semiconductors increase • there resistance with the rise of temperature, but the resistance of insulators decrease with the rise of temperature.

The relation between temperature and resistance is • usually of the form:

$$R_2 = R_1 [1 + \alpha_1 (T_2 T_1)]$$

- R_1 is resistance at temp. T_1 .
- R_2 is resistance at temp. T_2 .
- α_1 the temperature coefficient at T_1 .
- α for conductors has positive value. •
- α for insulators has negative value. •

OHM S LAW

Ohm s law states that the voltage a cross a resistors is directly proportional to the current flowing through the resistor. The constant of proportionality is the resistance value of the resistor in ohms.

$$V \alpha I \rightarrow V = R I \bullet$$

$$R = V/I \bullet$$

4) **Energy:-** •

Is the amount of work required to maintain a • current of 1 amperes flow through a resistance (R) ohm for (t) second.

$$W = I^2 R t$$
 jouls. •

$$W = V I t$$

$$W = (V^2/R) .t$$

5) <u>Power</u>:- •

Is the rate of doing work or energy expended per • second.

P= W/t joules/second (watt) •
$$P=I^2 R = VI = V^2 /R$$
 •

Hours power(hp) = 746 J/sec = 746 watt

6) <u>Efficiency</u>(η):- •

The ratio between output and input power •

Efficiency $(\eta) = [(\text{out put power}) / (\text{in put power})] \times 100$

 $\eta = [E_{out} / E_{in}] \times 100$

Problems

1- A coil has a resistance of (20Ω) when its temperature is $(50 C^{\circ})$, and (18Ω) when its temperature is $(20 C^{\circ})$, find its temperature when its resistance is (25Ω) .

2- A platinum coil has a resistance of (3.15Ω) at • $40C^{\circ}$ and (3.77Ω) at $100C^{\circ}$, find the resistance at $0C^{\circ}$ and the temperature coefficient of resistance at $40C^{\circ}$.

- 3- The coil of a relay takes a current of(0.12A) when it is at 15C° and connected across a (6oV) supplier.
- If the minimum operating current of the relay is 0.1A •
- Calculate the temperature above which the relay will fail to operate when connected to the same supplier. resistance-temperature coefficient of the coil
- material is (0.0043 perCo) at oCo.
- 4- A bulb having a power of (100W) works on (240V), the temperature of the filament reaches (2000°C), if its
- temperature coefficient is (5x10⁻³perC°) at 15C°.
- Calculate the current taken at the moment of switching on. •

5- Motor gives external power of (20Kw) has efficiency about (0.8), if its internal voltage is constant equal to (200V). Find the current supplied.

6- A resistor written on it(1K Ω , 10W), how much voltage should be supplied to resistor? and how much allowable current should be supplied?

Resistor in series:-

When some conductors having resistance R_1 , R_2 , and R_3

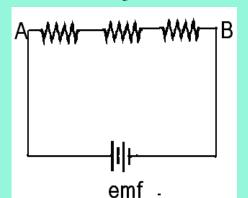
Are joined end-to-end as shown in figure below, they are said to be connected in series. It can be proved that: •

1) The equivalent resistance between A and B is equal • to the sum of three individual resistances.

$$\mathbf{R}_{\mathrm{eq}} = \mathbf{R}_{1} + \mathbf{R}_{2} + \mathbf{R}_{3}$$

2)The current is the same • through all the three • Resistan •

$$\mathbf{I}_{\mathrm{T}} = \mathbf{I}_{\scriptscriptstyle 1} = \mathbf{I}_{\scriptscriptstyle 2} = \mathbf{I}_{\scriptscriptstyle 3} \quad \bullet$$



 $R_1 R_2 R_3$

- 3) Voltage drop across each is different due to its different resistance and is given by ohm's law.
- 4) Sum of the three voltage drops is equal to the voltage applied across the three conductors.

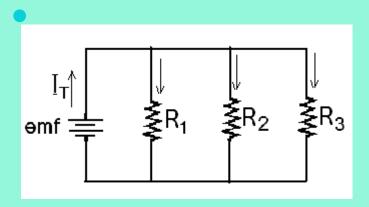
•
$$VT = V_1 + V_2 + V_3$$

Note:

In series circuit, R_{eq} must be more than the largest individual R .

Resistor in parallel:-

When two or more resistors are connected across • one voltage source, so that each forms a separate path for a part of the total current . they form aparallel circuit. •



The parallel circuit characteristics are:-

- 1- Voltage different (p.d) across all resistances is the same. $V_T = V_1 = V_2 = V_3$
- 2- Current in each resistor is different and is given by ohm's law. •
- 3-The total current is the sum of the three separated $I_T = I_1 + I_2 + I_3$
 - 4- The inverse of equivalent resistance equal to the sum of the inverses of the three resistances

$$1/R_{eq} = 1/R_1 + 1R_2 + 1/R_3$$

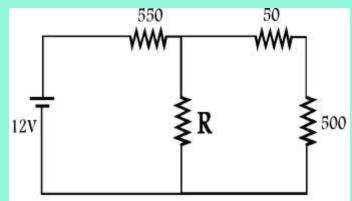
Note:

In parallel circuit R_{eq} must be less than the • smallest branch (R). •

Problems:

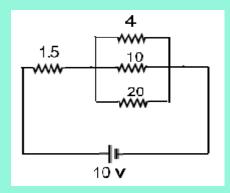
- 1- A parallel circuit has three branch resistances of 20, 10, and 5 ohm for. the current through 20 Ω branch is 1A
 - a- How much the voltage across all the branches.
 - b- Find the current through each 10 and 5 Ω .
- 2-A 100w bulb normally takes 0.833A, and a 200 w bulb takes 1.666 afrom the 120 v power line.
 - If these two bulbs are connected in series across •
 - 24v power line. How much the current should be?

- 3-what is the value of the unknown resistor R in
- fig. below if the voltage drop across (500 Ω
- resistor is (2.5V).

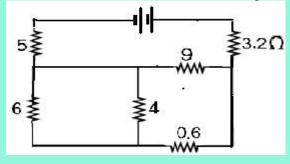


- 4-Two coils connected in parallel take atotal current
- of 3A from a 100v supply. The power dissipated in
- one of the two coils is 120w, find the power
- dissipated in the other coil and the resistance of
- each coil.

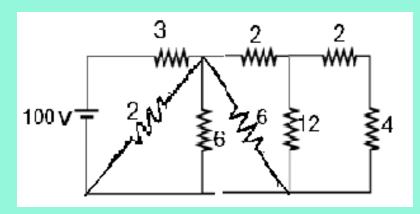
- 5- Find the equivalent resistance of the circuit in
- fig. below, find also the currents in each of
- resistors



• 6- In figure below calculate R_{eq}.



7-Find the current in this circuit



- 8- A resistor of 25 Ω is connected in series with another
- 5 Ω , supplied with 240v . find third resistor must be connected in parallel with 25 Ω , so that the Power will be three times the power of the circuit without the third resistor . •

KIRCHHOFFS LAWS

- These laws are used for solving electrical networks, and render their analytical solution very easy. The two laws are:-
- First law (current law):-
- It states as the algebraic sum of the currents at any given junction in a network is zero.

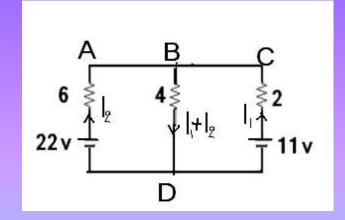
In general, the current flowing in to a operation is considered to be positive, and the current flowing away from the junction to be negative.

SECOND LAW (VOLTAGE LAW):

- Around any closed loop in a network the algebraic sum of potential deferent across each resistor is equal the algebraic sum of the (e.m.f) of the sources in that loop.
- o It is necessary to label the currents flowing in each of the branches. Also it is necessary to proceed wholly in one direction, and any voltage or e.m.f will be positive when acting with assumed direction of the current and negative when acting against it, as below:

Example:-

 \circ Consider the network shown below, determine the current flowing through 4Ω resistor by kirchhoff's laws.



ANS.:

- If it is assumed that the currents flowing in the network are as shown in fig. when the current required is I_1 , I_2 .
- Since there are two unknown values of current I1 and I2 it is necessary to write two simultaneous expressions to solve.
- Around closed loop ABDA :

o
$$2I_1 + 4(I_1 + I_2) = 11$$

$$o$$
 $6I_1 + 4I_2 = 11$ -----eq₁

Around closed loop CBDC

$$\mathbf{6I}_2 + 4(\mathbf{I}_1 + \mathbf{I}_2) = 22$$

$$\underline{4I_1} + 10 I_2 = 22 ---- eq_2$$

o Multiply eq.1 by 2 and eq.2 by 3 so:-

$$12I_1 + 8I_2 = 22$$

$$0 12I_1 + 30I_2 = 66$$

$$-22I_2 = -44$$

o ...
$$I_2 = 2$$
 amp.

• Then substitute I_2 in (eq1).

o ...
$$I_1 = 0.5 \text{ amp.}$$

• Then the current flowing through 4Ω resistor is:-

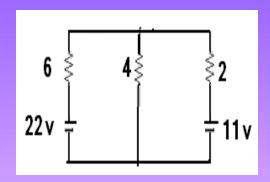
$$I_1 + I_2 = 2.5 \Omega$$

SUPERPOSITION THEOREM:-

- It states that "In a network with two or more sources the current or voltage for any component is the algebraic sum of the effects produced by each source acting separately".
- In order to use one source at a time, all other sources are "killed" temporarily.
- A voltage source such as a battery is killed by assuming a short circuit across its potential difference.

EXAMPLE:-

In circuit below determine the current flowing o in the (4Ω) resistor by superposition theorem.



- o Ans.
- It is necessary to consider the current flowing in the load due to each source of supply alone.
- o a) using supplier of (11v) alone.

$$o$$
 $R_{eq} = 2.4 + 2 = 4.4 \Omega$

- Total current = 11/4.4 = 2.5 A
- \circ Current through 4Ω resistor is

$$\circ$$
 V_{4,6} = 2.5 x 2.4 = 6V I₄ = 6/4 = 1.5 A

B) USING SUPPLIER OF (22V) ALONE.

$$\circ$$
 R_{2,4} = (2x4) / 2+4 = 1.33 Ω

$$R_{eq} = 6 + 1.33 = 7.33 \Omega$$

$$I_T = 22/7.33 = 3A$$

$$V_{4.2} = 3 \times 1.33 = 4 \text{ V}$$

$$I_4 = 4/4 = 1A$$

• Then the current across 4Ω resistor with two supplier is = 1.5 + 1 = 2.5 A

Capacitance

Definition of capacitance •

A capacitor is a useful device in electrical circuits that allows us to store charge and electrical energy in a controllable way. The simplest to understand consists of two parallel conducting plates of area A separated by a narrow air gap d. If charge +Q is placed on one plate, and -Q on the other, the potential difference between them is V, and then the capacitance is defined as C=Q/V. The SI unit is C/V, which is called the Farad, named after the famous and creative scientist Michael Faraday from the early 1800's.

Applications •

Radio tuner circuit uses variable capacitor -

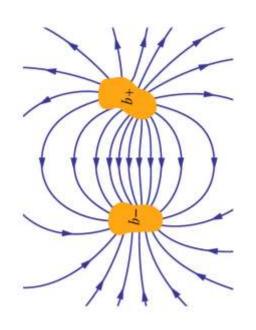
Blocks DC voltages in ac circuits -

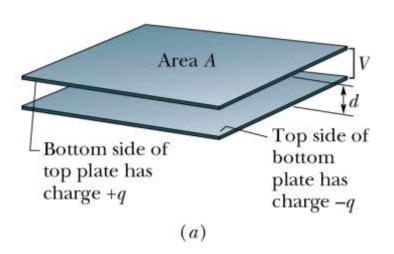
Act as switches in computer circuits -

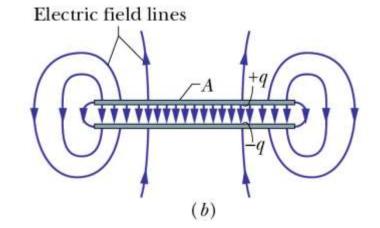
Triggers the flash bulb in a camera -

Converts AC to DC in a filter circuit -

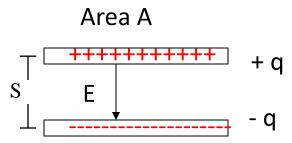
Parallel Plate Capacitor







Electric Field of Parallel Plate Capacitor



Gauss Law

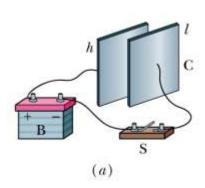
$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon_0} \qquad \sigma = \frac{q}{A} \qquad \Rightarrow E = \frac{q}{\varepsilon_0 A} \qquad q = \varepsilon_0 EA$$

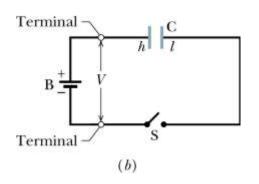
$$V = ES = \frac{qS}{\varepsilon_0 A}$$

$$C = \frac{q}{V} = \frac{q}{\sqrt{\frac{qS}{\varepsilon_0 A}}} = \frac{\varepsilon_0 A}{S}$$

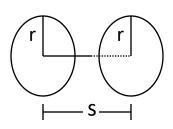
Coulomb/Volt = Farad

Show Demo Model, calculate its capacitance, and show how to charge it up with a battery.





Circular parallel plate capacitor



$$r = 10 cm$$

$$A = \pi r^2 = \pi (.1)^2$$

$$A = .03 \text{ m}^2$$

$$S = 1 \text{ mm} = .001 \text{ m}$$

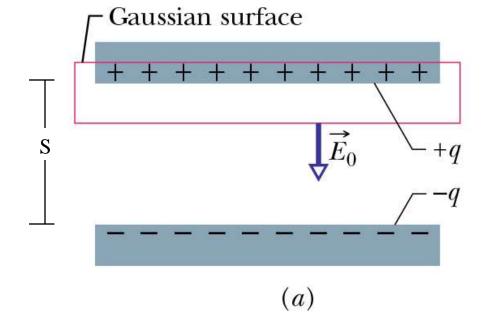
$$C = \frac{\varepsilon_0 A}{S}$$

$$C = (10^{-11}) \frac{.03}{.001} \frac{Coulomb}{Volt}$$
 }Farad

$$C = 3 \times 10^{-10} F$$

$$C = 300pF$$

$$p = pico = 10^{-12}$$



$$C = \frac{q}{V}$$

$$V = E_0 S$$

$$E_0 = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}$$

$$\sigma = \frac{q}{A}$$

$$E_0 = \frac{q}{\varepsilon_0 A}$$

$$V = \frac{qS}{\varepsilon_0 A}$$

$$C = \frac{\varepsilon_0 A}{S}$$

(*b*)

$$C = \frac{q}{V}$$

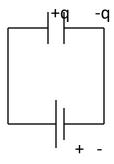
$$C = \frac{q}{V}$$

$$C = \frac{\kappa q}{V_0}$$

$$C = \kappa C_0$$

Electric Potential Energy of Capacitor

As we begin charging a capacitor, there is initially no potential difference between the plates. As we remove charge from one plate and put it on the other, there is almost no energy cost. As it charges up, this changes.



At some point during the charging, we have a charge q on the positive plate.

The potential difference between the plates is V = q/C. As we transfer an amount dq of positive charge from the negative plate to the positive one, its potential energy increases by an amount dU.

$$dU = Vdq = \frac{q}{C}dq.$$

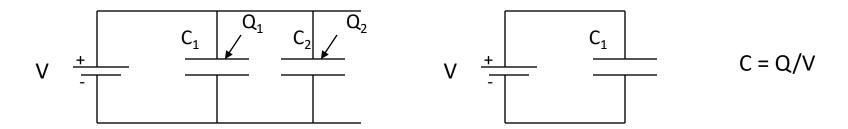
The total potential energy increase is

$$U = \int_{0}^{Q} \frac{q}{C} dq = \frac{q^{2}}{2C} \Big| = \frac{Q^{2}}{2C}$$
Also
$$U = \frac{1}{2}QV = \frac{1}{2}CV^{2} = \frac{1}{2}\frac{Q^{2}}{C}$$

using C = Q/V

Parallel Combination of Capacitors

Typical electric circuits have several capacitors in them. How do they combine for simple arrangements? Let us consider two in parallel.



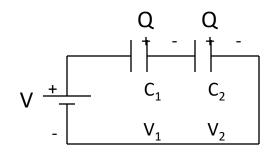
We wish to find one equivalent capacitor to replace C_1 and C_2 . Let's call it C.

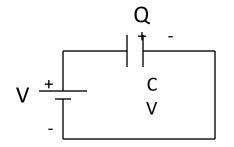
The important thing to note is that the voltage across each is the same and equivalent to V. Also note what is the total charge stored by the capacitors? Q.

$$Q = Q_1 + Q_2 = C_1V + C_2V = (C_1 + C_2)V$$

$$\frac{Q}{V} = C_1 + C_2 \Longrightarrow C = C_1 + C_2$$

Series Combination of Capacitors





$$C = \frac{2}{V}$$

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

What is the equivalent capacitor C?

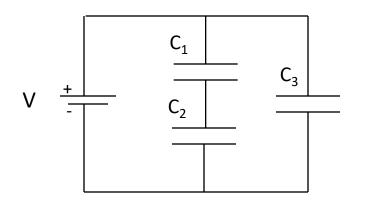
Voltage across each capacitor does not have to be the same.

The charges on each plate have to be equal and opposite in sign by charge conservation.

The total voltage across each pair is:

$$V = V_1 + V_2 = \frac{Q}{C_1} + \frac{Q}{C_2} = Q(\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}) = Q(\frac{1}{C})$$
So $\frac{1}{C_1} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$; Therefore, $C = \frac{C_1C_2}{C_1 + C_2}$

Sample problem



$$C_1 = 10 \mu F$$

$$C_2 = 5.0 \, \mu F$$

$$C_3 = 4.0 \mu F$$

a) Find the equivalent capacitance of the entire combination.

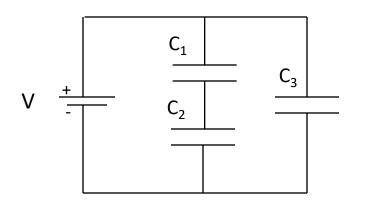
C₁ and C₂ are in series.

$$\frac{1}{C_{12}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} \Rightarrow C_{12} = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}$$
$$C_{12} = \frac{10 \times 5}{10 + 5} = \frac{50}{15} = 3.3 \mu F$$

 C_{12} and C_3 are in parallel.

$$C_{eq} = C_{12} + C_3 = 3.3 + 4.0 = \boxed{7.3 \mu F}$$

Sample problem (continued)



$$C_1 = 10 \mu F$$

$$C_2 = 5.0 \ \mu F$$

$$C_3 = 4.0 \mu F$$

b) If V = 100 volts, what is the charge Q_3 on C_3 ?

$$C = Q/V$$

$$Q_3 = C_3 V = 4.0 \times 10^{-6} \cdot 100$$

$$Q_3 = 4.0 \times 10^{-4} Coulombs$$

c) What is the total energy stored in the circuit?

$$U = \frac{1}{2}C_{eq}V^2 = \frac{1}{2} \cdot 1.3 \times 10^{-6} \cdot 10^4 = 3.6 \times 10^{-2} J$$

$$U = 3.6 \times 10^{-2} J$$



MECH 215 – Instrumentation and

Measurement

Week 9, Lecture 1

Fluid Pressure Measurement



Pressure is force divided by the area over which the force acts.

For a fluid in a pressure vessel, the molecules colliding with the walls cause the force.

Molecules change linear momentum when they bounce off the walls.

The equal but opposite force at the wall creates the pressure.



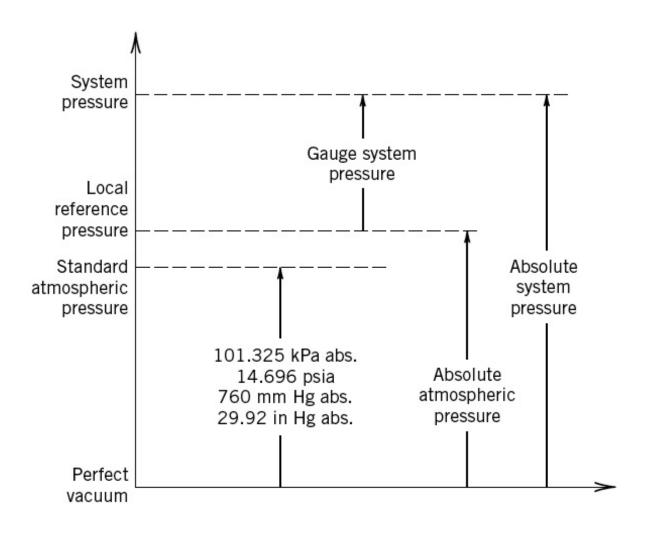
This force (pressure) depends on the fluid temperature and density.

A complete vacuum is absolute zero pressure.

 $1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$

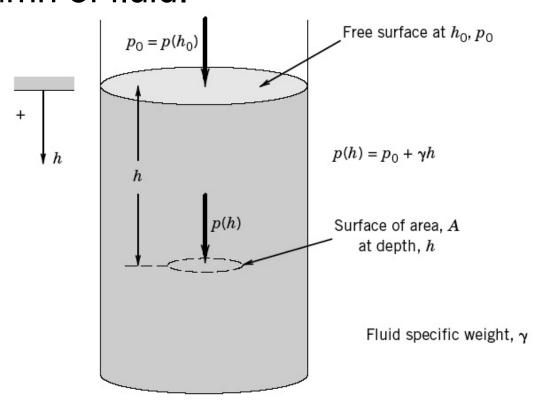
101.32 kPa = standard atmospheric pressure







Pressure can also be described in terms of the hydrostatic force exerted on a surface submerged in a column of fluid.





$$p_{abs}(h) = p_0(h_0) + \gamma h$$

 $p_{abs}(h)$ = pressure at any depth, h

 p_0 = pressure at arbitrary datum, h_0

 γ = fluid specific weight (pg)



$$h = (p_{abs} - p_0)/\gamma$$

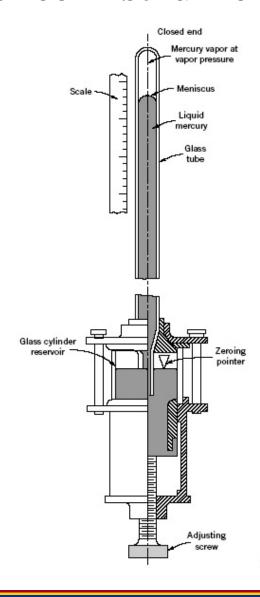
One standard atmosphere can be defined as an equivalent pressure head, h

 $h = 760 \text{ mm Hg} (=10,350.8 \text{ mm H}_2\text{O})$



Pressure Reference Instruments

Barometer – inverted tube containing a fluid.





The top of the tube contains Mercury vapour at vapour pressure for ambient conditions.

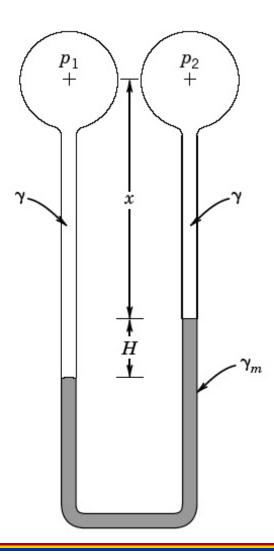
Surrounding atmospheric pressure dictates the height of Mercury.

Needs to be corrected for temperature (which affects the mercury vapour pressure) and altitude (which affects Mercury density).



Pressure Reference Instruments

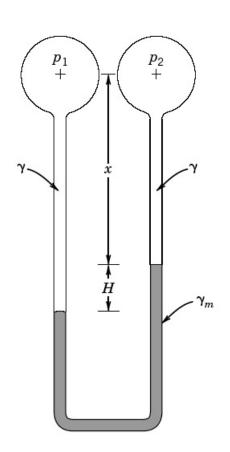
Manometer – measures differential pressure using the relationship between pressure and hydrostatic equivalent head.





$$p_1 = p_2 + \gamma x + \gamma_m H - \gamma (H + x)$$
$$p_1 - p_2 = (\gamma_m - \gamma) H$$

$$K = \frac{1}{(\gamma_m - \gamma)} = \text{static sensitivity of U-tube}$$
 manometer





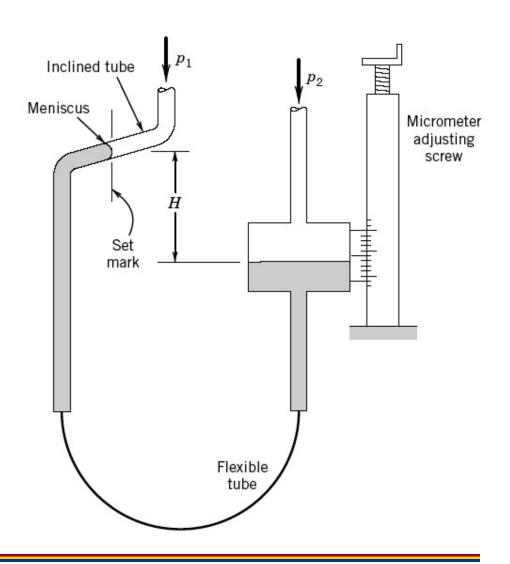
To maximize sensitivity, manometer liquids are selected to minimize $(\gamma_m - \gamma)$.

Manometer fluids must not be soluble in the working fluid and should be of greater specific weight.



Pressure Reference Instruments

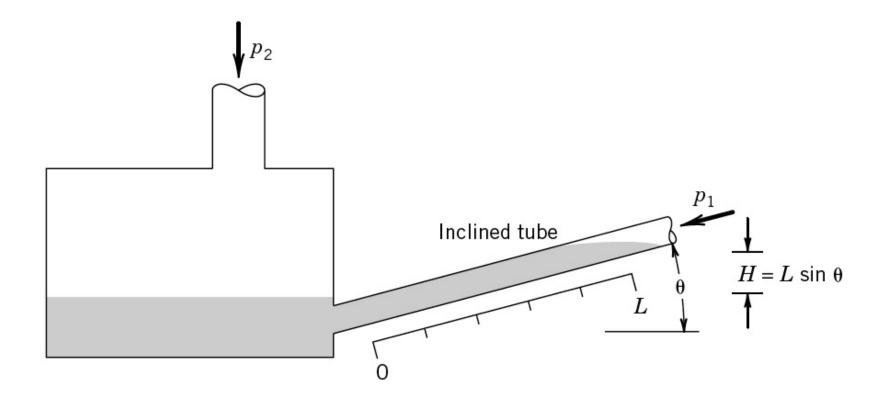
Micromanometer – measures very small differential pressure.





Pressure Reference Instruments

<u>Inclined Tube Manometer</u> – used to measure small changes in pressure.





A change in fluid height, H, results in a change in the meniscus location of

$$L = H / \sin \theta$$

The sensitivity is increased by a factor of

 $1/\sin\theta$



Pressure Instruments

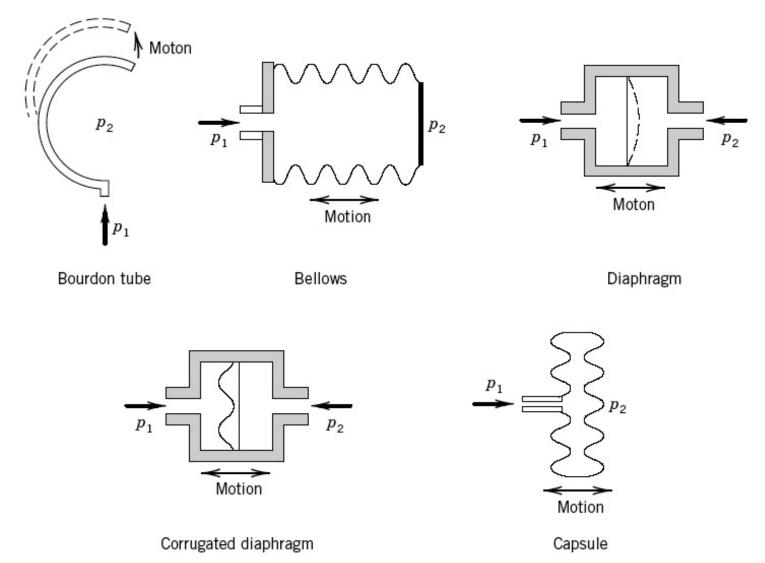
Pressure Transducers

Usually hybrid transducers with the primary sensor being an elastic element that deforms under pressure.

A secondary transducer element converts the elastic element deflection to an electrical or mechanical output.

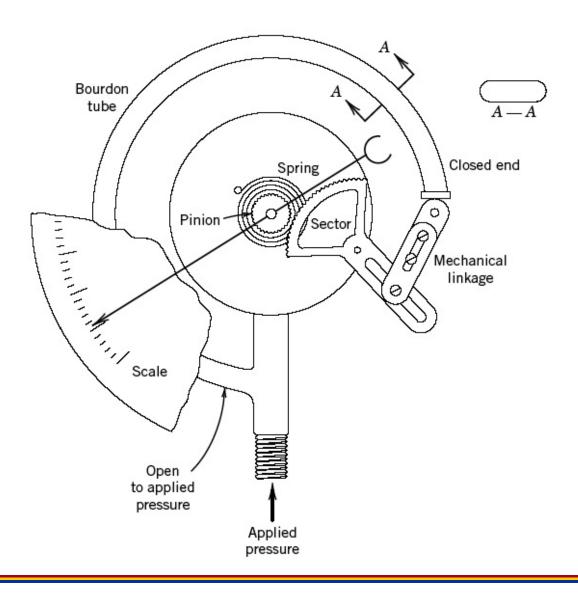


Pressure Instruments

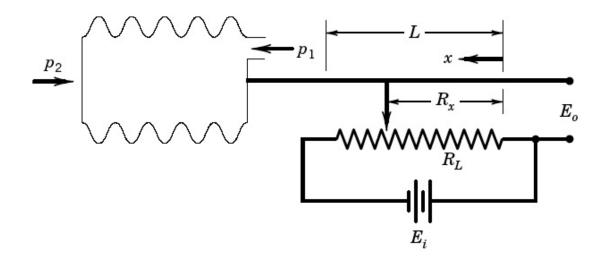




Pressure Instruments

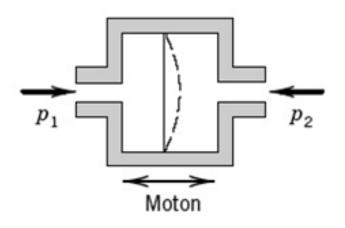


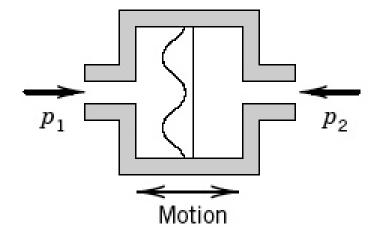






Diaphragms





Diaphragm

Corrugated diaphragm



Diaphragms

Diaphragm material depends on expected pressure difference and fluid type.

Diaphragms generally have good linearity, resolution, dynamic range, low mass, and low damping (high frequency response).



$$\omega_n = 64.15 \sqrt{\frac{E_m t^2 g_c}{12(1-v_p^2)\rho r^4}}$$

 E_m = bulk modulus (N/m²)

t = thickness

r = radius

P = material density

 V_p = Poisson's ratio of diaphragm material

 $g_c = 1 \text{ kg-m/m-s}^2$



The maximum elastic deflection at the centre of a uniformly loaded diaphragm is...

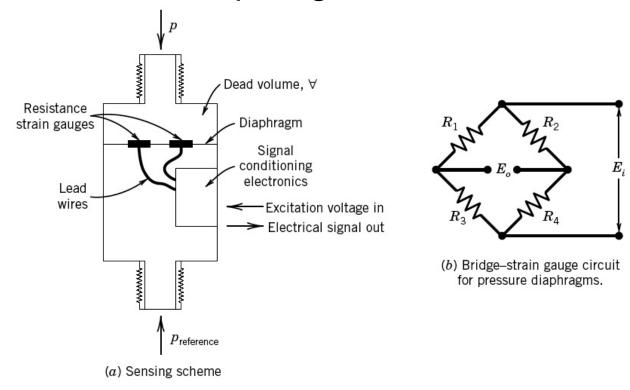
$$y_{\text{max}} = \frac{3(p_1 - p_2)(1 - v_p^2)r^4}{16E_m t^3}$$

provided that...

$$y_{\text{max}} < \frac{t}{3}$$



Metallic strain gauges can be attached to the diaphragm or some other element (thin Beam) attached to the diaphragm.



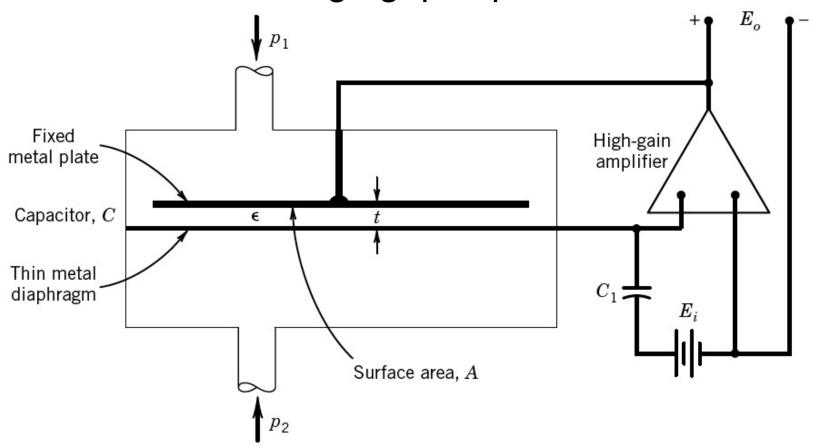


Semiconductor (silicone piezoresistive) strain gauges have 50 times the sensitivity of metallic strain gauges and can be fused into a single crystal of silicone wafer which can then form the diaphragm.

Silicone wafer diaphragms are relatively immune to thermoelastic strains and do not creep with age, but they are delicate and do not tolerate liquids.



<u>Capacitance Elements</u> – output (voltage) is linearly related to the average gap separation.





$$C = c \varepsilon A / t$$

C = capacitance

 \mathcal{E} = dielectric constant of material between the plates (for air $\varepsilon = 1$)

A = overlapping area of the two plates

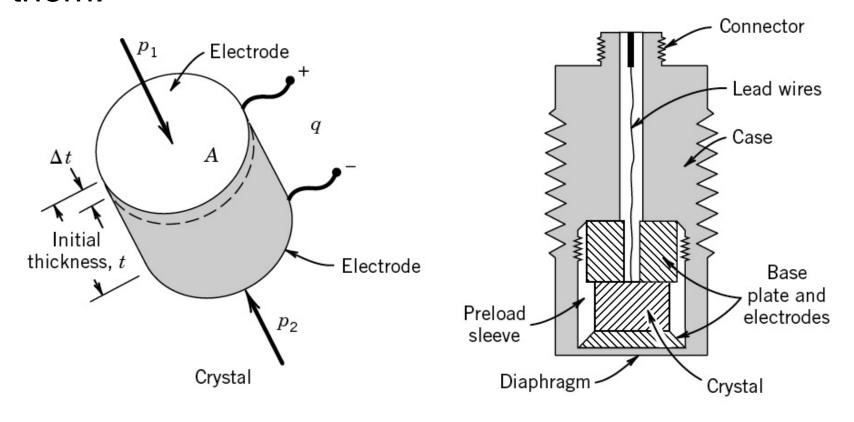
t = distance between two parallel plates

C = Proportionality constant (0.0885 when A and t are in cm)

March 25, 2008



<u>Piezoelectric Crystal Elements</u> – output is a surface charge which is proportional to the force acting on them.





Under pressure (force/area) a piezoelectric crystal thickness, t, will change by a small amount, Δt , causing a charge, q, to develop.

$$q = K_q pA$$

p = pressure acting over electrode area

A = area of electrode (diaphragm)

 K_q = crystal charge sensitivity (material dependent, 2.2 x 10⁻⁹ coulombs/N for quartz)



The voltage developed across the electrodes is...

$$E_0 = q / C$$

C = capacitance of the crystal-electrode combination

q = charge caused by the piezoelectric crystal deformation



or

$$E_0 = K_E pt$$

 K_E = voltage sensitivity of the transducer

 $K_E = 0.055 \text{ V-m/N} \text{ for quartz}$



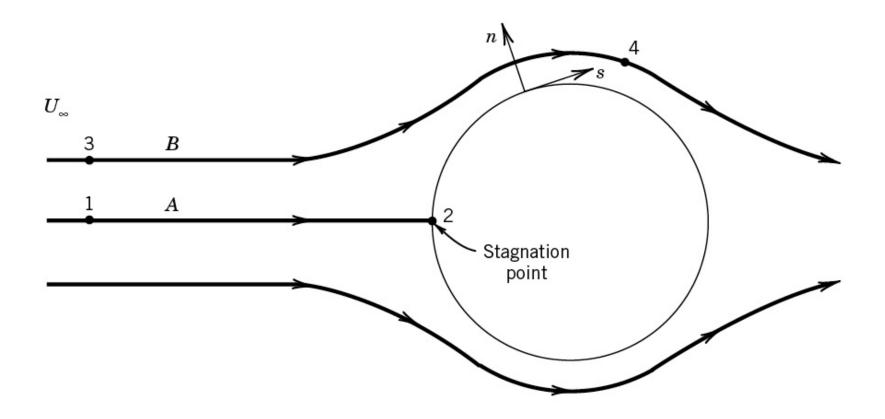
Total pressure in a flow field is the <u>static pressure</u> plus the <u>dynamic pressure</u>.

Static pressure is the pressure sensed by a fluid particle as it moves with the local flow field.

Dynamic pressure is equivalent to the kinetic energy per unit mass of the flow.

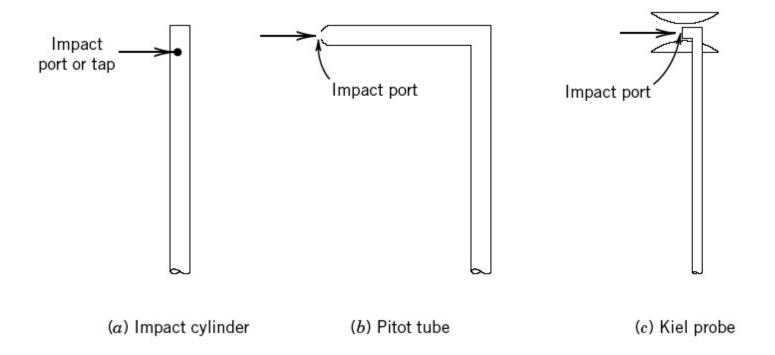
Section 9.6 in text, pg 360





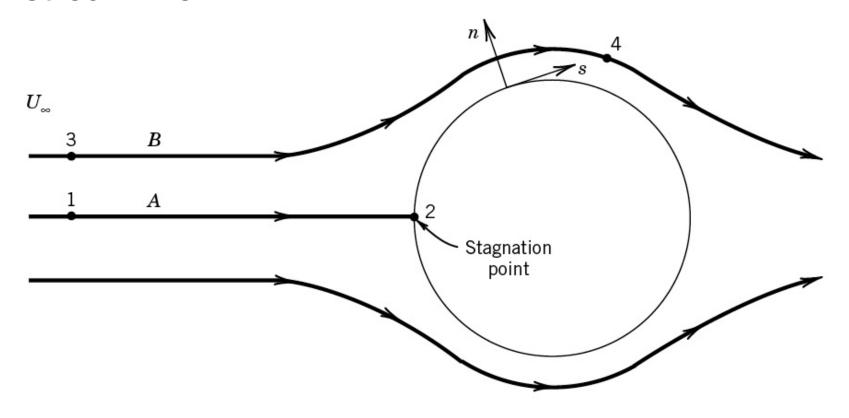


Total Pressure Measurement

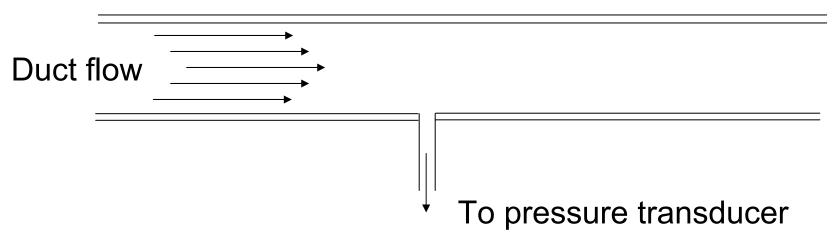




<u>Static Pressure Measurement</u> – normal to streamline



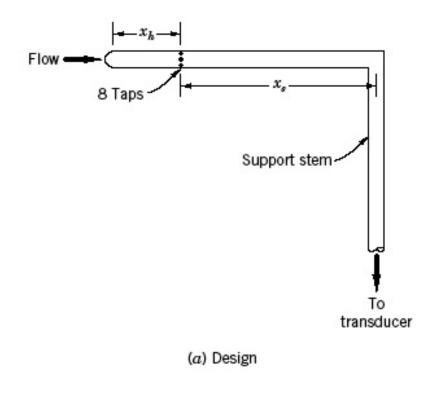


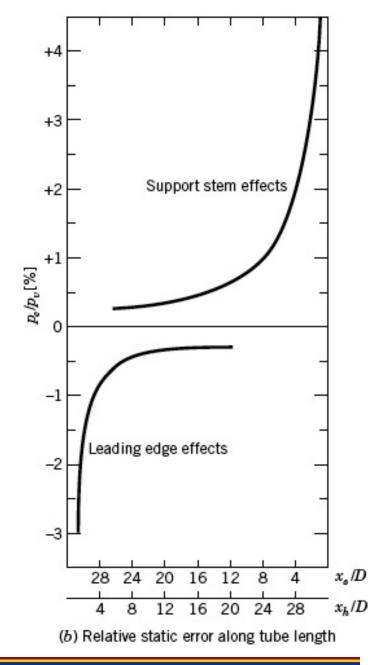


The tap hole should be small (1 - 10%) of the duct diameter) so as not to disturb the flow and be well away from any curved streamlines.

Static pressure probes are designed in such a way as to allow measurements of static pressure away from the duct walls.



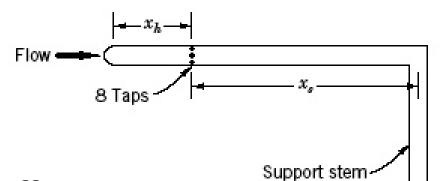






 $x_h = 8 - 16$ probe diameters

 $x_s = 16 - 24$ probe diameters



This is to minimize the effects of the probe disturbing the flow field.

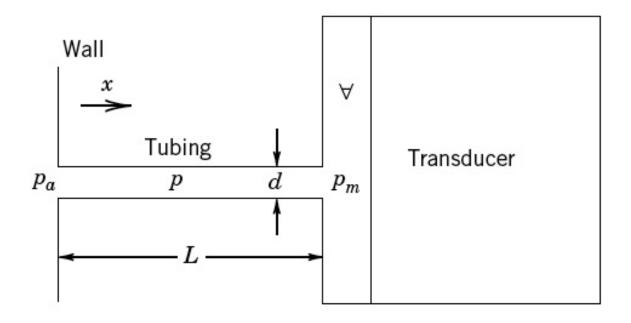
To transducer



Design and Transmission Effects

The length and diameter of the measuring tube (connecting the duct to the pressure transducer), and the fluid density (compressible, non-compressible) and viscosity affect the dynamic response of a pressure measurement system.







Recall that...

$$M\frac{d^2y}{dt^2} + C\frac{dy}{dt} + Ky = F(t)$$

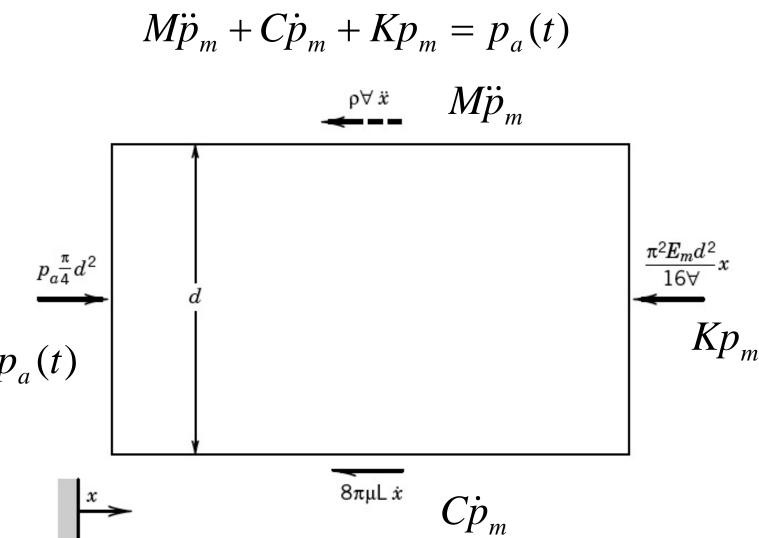
Or, when dealing with pressure...

$$M\ddot{p}_m + C\dot{p}_m + Kp_m = p_a(t)$$

 p_m = measured pressure

 p_a = applied pressure







Summing the forces using Newton's second law...

$$\sum F(t) = 0$$

And rearranging gives...

$$\frac{4L\rho\forall}{\pi E_m d^2} \ddot{p}_m + \frac{128\mu L\forall}{\pi E_m d^4} \dot{p}_m + p_m = p_a(t)$$

 p_m = measured pressure

 p_a = applied pressure



This equation then allows us to write equations for the natural frequency and damping ratio of the system.

$$\omega_n = \frac{d\sqrt{\pi E_m / \rho L \forall}}{2}$$

$$\zeta = \frac{32\mu\sqrt{\forall L/\pi\rho E_m}}{d^3}$$



If the speed of sound in the gas is known, a (or can be calculated), than these equations for systems natural frequency and damping ration change to...

$$\omega_n = \frac{d\sqrt{\pi a^2 / L \forall}}{2}$$

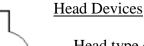
$$\zeta = \frac{32\mu\sqrt{\forall L/\pi}}{a\rho d^3}$$



Next Time

Fluid Velocity Measurement





Head type devices measure flow by constricting a stream and measuring the resulting pressure drop. The pressure drop can then be related to a flow.

Orifice Plates

An orifice plate is a very simple device installed in a straight run of pipe. The orifice plate contains a hole smaller than the pipe diameter. The flow constricts, experiences a pressure drop, and then the differential pressure can be related to a flow.

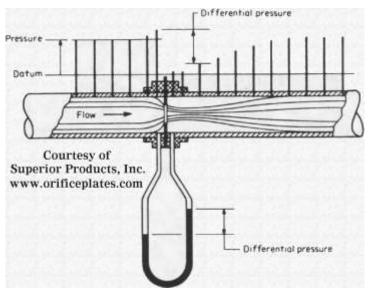
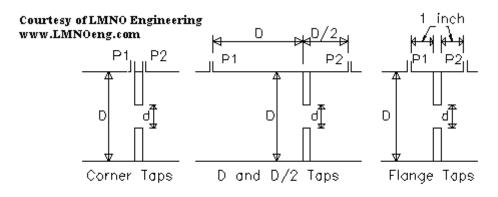


Figure 1: Orifice Plate Arrangement

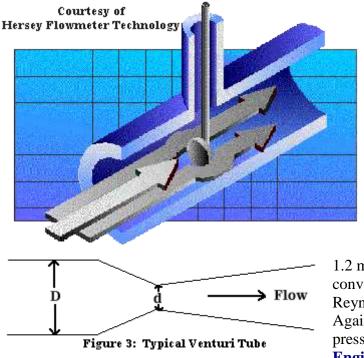
For a discussion of how pressure drop is related to liquid flow for concentric orifices, visit **LMNO Engineering**. They have a very good explanation on their website.

It is also important to note that relating differential pressure to flow across an orifice depends on the location of the pressure taps in relation to the orifice. In Figure 2 below, the pressure taps are designated as P1 and P2. "D" is the diameter of the pipe and "d" is the diameter of the orifice.



── ➡ Flow Direction for all Orifice types

Figure 2: Various Tap Positions for Orifice Plates



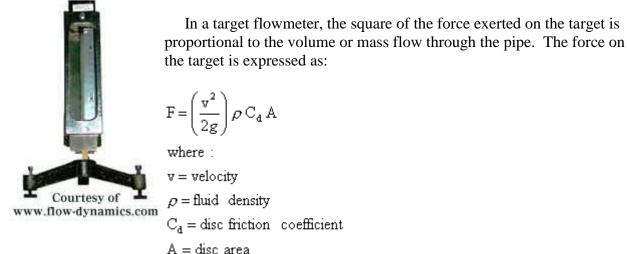
A venturi tube (also called the Herschel Venturi tube) also measures flow rates by constricting fluids and measuring a differential pressure drop.

Venturi tubes allow for flow measurement with lower head losses than orifice plates. Venturi tubes of cast iron cones are most commonly used in pipes with diameters of 4 to 32 inches (10 to 80 cm). Pipes of up to 10 inches (25 cm) in diameter usually utilize machined venturi constrictions. Larger diameter pipes (to 48 inches or

1.2 m) usually employ a welded sheet metal convergence. Venturi accuracy is best for Reynolds numbers between 10⁵ and 10⁶. Again, for a discussion on relating venturi pressure drops to flows, see <u>LMNO</u> Engineering.

Target Flowmeters

A target flowmeter operates just as the name implies. A small "bullseye" is placed inside the pipe and is connected to a pneumatic transmitter. Typical applications include flow measurement of steam and outdoor liquids.



Rotometers

Rather than using a constant restriction area and a variable pressure differential, rotometers use a variable restriction and a constant pressure differential to measure flow. Typically, rotometers are used to measure smaller flows and the reading is usually done locally, although transmission of the readings is possible.

The rotometer consists of a float that moves vertically through a slightly tapered tube. As fluid enters the bottom of the rotometer, the float is

forced upward until the force is balanced by gravitational forces. Most rotometers are made of glass with markings on the outside so that flow readings can be taken visually. The advantage to rotometers is the simplicity of the device and a constant pressure drop. Also, rotometers do not require straight pipe runs for installation so they can be installed just about anywhere.

Velocity Devices

Probably the most common velocity device used for flow measurement is the magnetic flowmeter. Magnetic flowmeters cause no head loss and they can easily measure liquids with solids in suspension. By their design, they produce an electrical signal ideal for plant transmission.

In a magnetic flowmeter, the pipe is lined with a nonconducting material and at least two electrodes are mounted flush with the nonconducting wall. Electromagnetic coils surround the flow path with a uniform magnetic field. Faraday's Law dictates that the voltage produced by a conducting fluid flowing through a magnetic field is directly proportional to the velocity of the fluid.

The major disadvantage of magnetic flowmeters is that they cannot be used for hydrocarbons due to hydrocarbon's low conductivities.

Another velocity device, which can be used for hydrocarbons, is called a vortex-shedding meter. You can read more about these devices here.

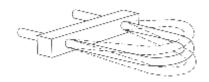
Displacement Devices

The most common displacement flow-measuring device is the turbine meter. In a turbine meter, a rotor is placed in the flow path. Usually, the rotor is magnetically coupled so that each rotation produces a pulse. The spin of the rotor is proportional to the velocity of the fluid. The turbine meter is highly accurate and durable. Turbine meters are restricted only by the fact that they must be used in clean, noncorrosive services.



Other Devices

Another type of device worth mentioning is the Coriolis meter which measures flow rates based on the mass of the fluid. Many applications, such as a reactor feed stream, are often specified and best measured by mass. In these applications, using a measuring device based on volume would require corrections for temperature dependent properties such as density and viscosity. The Coriolis meter gives a direct mass flow measurement, independent of temperature and pressure. These devices are remarkable accurate as well (typically 0.2 to 0.02 percent of the total flow).



The Coriolis meter has a sine wave voltage applied to an electromagnetic drive which produces an oscillating motion of the tube. The amplitudes are related to the mass flow and the frequency is related to the product density. The reason that the output amplitude changes with flow may be explained by the Coriolis effect. The vibration of the tube gives a slight angular rotation about its center. As the fluid moves away from the center, there is a resultant Coriolis force which opposes the rotational motion. The flow movement toward the center produces a Coriolis force which aids the tube rotation. The resultant force produces the measured sine wave which is measured and converted to the mass flow reading.

References:

LMNO Engineering, website, http://www.lmnoeng.com

Rosaler, Robert C., *Handbook of Plant Engineering*, McGraw-Hill, New York, 1995, ISBN: 0-07-052164-6

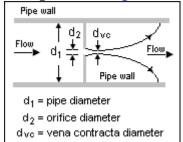
By: Christopher Haslego, Owner and Chief Webmaster (read the author's Profile)

ChE Plus Subscriber - Click Here for a Printable Version

Orifice plate

From Wikipedia, the free encyclopedia

Jump to: <u>navigation</u>, <u>search</u>



D

Flat-plate, sharp-edge orifice

An **orifice plate** is a device which measures the rate of <u>fluid flow</u>. It uses the same principle as a <u>Venturi</u> nozzle, namely <u>Bernoulli's principle</u> which says that there is a relationship between the pressure of the fluid and the velocity of the fluid. When the velocity increases, the pressure decreases and vice versa.

An orifice plate is basically a thin plate with a hole in the middle. It is usually placed in a pipe in which fluid flows. As fluid flows through the pipe, it has a certain <u>velocity</u> and a certain <u>pressure</u>. When the fluid reaches the orifice plate, with the hole in the middle, the fluid is forced to converge to go through the small hole; the point of maximum convergence actually occurs shortly downstream of the physical orifice, at the so-called <u>vena contracta</u> point (see drawing to the right). As it does so, the velocity and the pressure changes. Beyond the vena contracta, the fluid expands and the velocity and pressure change once again. By measuring the difference in fluid pressure between the normal pipe section and at the vena contracta, the volumetric and mass flow rates can be obtained from <u>Bernoulli's equation</u>.

Your continued donations keep Wikipedia running!

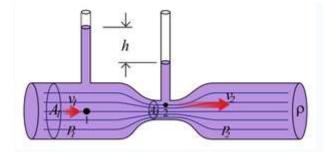
Venturi effect

From Wikipedia, the free encyclopedia

(Redirected from Venturi meter)

Jump to: <u>navigation</u>, <u>search</u>

For other uses, see <u>Venturi</u> (disambiguation).



A Venturi meter is shown in a diagram, the pressure in "1" conditions is higher than "2", and the relationship between the <u>fluid speed</u> in "2" and "1" respectively, is the same as for pressure.

The **Venturi effect** is a special case of <u>Bernoulli's principle</u>, in the case of fluid or air flow through a tube or pipe with a constriction in it. The fluid must speed up in the restriction, reducing its pressure and producing a <u>partial vacuum</u> via the Bernoulli effect. It is named after <u>Giovanni Battista Venturi</u>, (1746–1822), an <u>Italian physicist</u>.

A fluid passing through smoothly varying constrictions is subject to changes in <u>velocity</u> and <u>pressure</u> in order to satisfy the conservation of mass-flux (flow rate). The reduction in pressure in the constriction can be understood by <u>conservation of energy</u>: the fluid (or gas) gains <u>kinetic energy</u> as it enters the constriction, and that energy is supplied by a <u>pressure gradient force</u> from behind. The pressure gradient reduces the pressure in the constriction, in reaction to the acceleration. Likewise, as the fluid leaves the constriction, it is slowed by a pressure gradient force that raises the pressure back to the ambient level.

The limiting case of the Venturi effect is <u>choked flow</u>, in which a constriction in a pipe or channel limits the total flow rate through the channel, because the pressure cannot drop below zero in the constriction. Choked flow is used to control the delivery rate of <u>water</u> and other fluids through <u>spigots</u> and other valves.

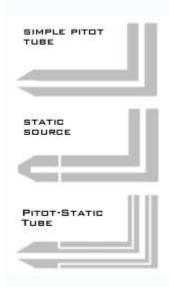
In the diagram shown at right, using Bernoulli's equation in the special case of incompressible fluids (such as the approximation of a water jet), the theoritecal maximum pressure drop in the constriction would be given by $(\rho/2)(v_1^2 - v_2^2)$. For example, for seawater $\rho = 1.023$ g/cc; 1.5 inch diameter pipe with a 0.25 inch restriction flowing 5 gpm; v at the pipe is 28 cm/sec; v at the restriction would have to be 995 cm/sec; the pressure drop would be -51,000 Pascals or about ½ bar!

Pitot tube

From Wikipedia, the free encyclopedia

Jump to: <u>navigation</u>, <u>search</u>

A **Pitot** (<u>IPA pronunciation</u>: [pito]) **tube** is a <u>pressure measuring</u> <u>instrument</u> used to measure <u>fluid</u> flow velocity, and more specifically, used to determine the airspeed of an aircraft. The Pitot tube was invented by <u>Italian</u>-born <u>French</u> engineer <u>Henri Pitot</u> in the early 1700s, and was modified to its modern form in the mid 1800s by French scientist <u>Henry Darcy</u>.



Types of Pitot Tube

The basic Pitot tube simply consists of a tube pointing directly into the fluid flow. As this tube contains air, a pressure can be measured as the moving air is brought to rest. This pressure is the <u>stagnation pressure</u> of the air, also known as the total pressure, or sometimes (particularly in aviation circles) the pitot pressure.

The measured stagnation pressure cannot of itself be used to determine the airspeed. However, since <u>Bernoulli's equation</u> states that

stagnation pressure = static pressure + dynamic pressure

then the dynamic pressure is simply the difference between the static pressure and the stagnation pressure. The static pressure is generally measured using the <u>static ports</u> on the side of the fuselage. The dynamic pressure is then determined using a diaphragm inside an enclosed

container. If the air on one side of the diaphragm is at the static pressure, and the other at the stagnation pressure, then the deflection of the diaphragm is proportional to the dynamic pressure, which can then be used to determine the <u>indicated airspeed</u> of the aircraft. The diaphragm arrangement is typically contained within the <u>airspeed indicator</u>, which converts the dynamic pressure to an airspeed reading by means of mechanical levers.

Instead of static ports, a Pitot-static tube (also called a Prandtl tube) may be employed, which has a second tube coaxial with the Pitot tube with holes on the sides, outside the direct airflow, to measure the static pressure.

Pitot tubes on aircraft commonly have heating elements to prevent the tube from becoming clogged with ice.