الفصل الثاني

الحرارة

- درجة الحرارة:

هي عدد او رقم يشير الى مقدار سخونة او برودة الجسم له وحدة قياس.

- مقياس درجة الحرارة:

1- المئوي (℃) 100–0

2– الفهرنهايت (F) 212–32

3– المطلق (K) 373.15–273.15

4– رانكن (R)

$$C = \frac{5}{9}(F - 32)$$

$$K = C + 273.15$$

$$R = \frac{9}{5}K = F + 459.7$$

درجة الحرارة لاي جسم هي دالة لخاصية من خواص الجسم التي تتاثر تاثيرا كبيرا بدرجة الحرارة. ويرمز لهذه الخاصية بالرمز (x).

$$T = F(x)$$

يعني للمواد الصلبة x =الطول L, المقاومة R , الحجم V.....الخ.

اما للغازات x هي PV

- **المقياس المئوي(°C):**

ولمعرفة درجة حرارة اي جسم نلجا الى نقطة قياسية وعادة تؤخذ درجة انجماد او غليان الماء كنقاط قياسية.

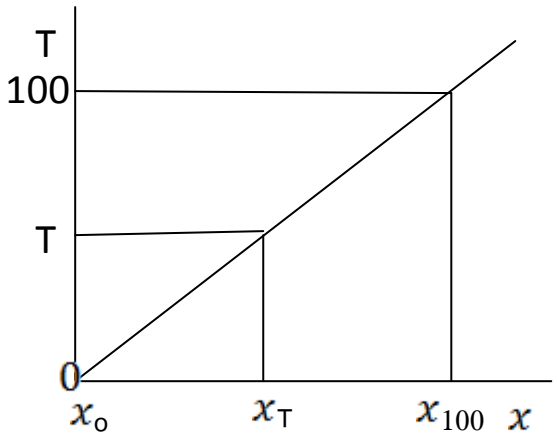
ولوضع قانون عام لقياس درجة حرارة اي نظام نختار خاصية معينة من النظام ولتكن x

تقاس الخاصية x عند الصفر المئوي x_o

تقاس الخاصية x عند 100 °C x_{100}

تقاس الخاصية x عند T x_T

عند رسم T بدلالة x ممكن ايجاد درجة حرارة الجسم من الرسم بعد معرفة قيمة الخاصية عند تلك الدرجة. ولكن هذة الطريقة غير مضبوطة مئة بالمئة.



ممكن وضع قانون عام وذلك

$$T\alpha\, x$$

$$T = mx$$

$$m_{100} = \frac{100 - 0}{x_{100} - x_0} = \frac{100}{x_{100} - x_0}$$

$$m_T = \frac{T - 0}{x_T - x_0} = \frac{T}{x_T - x_0}$$

$$m_{100} = m_T$$

$$\frac{100}{x_{100} - x_0} = \frac{T}{x_T - x_0}$$

$$T = \frac{x_T - x_0}{x_{100} - x_0} \times 100$$

وهذا القانون يصح عندما تكون T بالمقياس المئوي.

– لقد وجد من خلال التجارب ان القانون اعلاه لا يمكن استخدامه في حالة الغازات وذلك لوجود حد ادنى لا يمكن قياس درجة الحرارة عنده وذلك لان في الغازات تكون الخاصية المختارة x هي PV ففي درجة حرارة معينة ممكن ان يكون $V \cong zero$ وهنا لا يمكن استخدام x في القانون السابق. لذا يجب ان نوجد قانون اخر يتفق مع هذة الحالة ومن هنا وجد المقياس المطلق.

- **المقياس المطلق (K):**

$$T = \frac{(PV)_T - (PV)_0}{(PV)_{100} - (PV)_0} \times 100$$

اذا P=0 او V=0 اذن PV=0

لذلك في حالة الغازات لا نتعامل مع الحجم بل مع تغير الحجم مع درجات الحرارة وكذلك تغير الضغط مع درجات الحرارة.

$$V = V_0(1 + \alpha T)$$

حيث α= معامل التمدد الحجمي.

V_0= حجم الغاز عند $0°C$

$$P = P_0(1 + \beta T)$$

β=معامل تغير الضغط مع درجة الحرارة.

من خلال التجربة وجد ان

$$\alpha \cong \beta = 36.61 \times 10^{-4}/C$$

$$PV = P_0 V_0(1 + \alpha T)(1 + \beta T)$$

$$PV = P_0 V_0(1 + \alpha T)^2$$

عندما P=0 او V=0

$$0 = P_0 V_0(1 + \alpha T)^2$$

$$0 = 1 + \alpha T$$

لذلك $T =$

$$T = -\frac{1}{\alpha} = -273.15℃$$

$$0K = -273.15℃$$

-النقطة الثلاثية للماء:

هي درجة الحرارة التي يتواجد فيها الماء بحالاتة الثلاثة الصلبة والسائلة والغازية تحت ضغط مطلق قيمته 4.58 mmHg في حالة توازن مع بعض.

النقطة الثلاثية للماء هي 273.15 K= 0.01℃

ممكن ايجاد درجة حرارة اي مادة بدلالة النقطة الثلاثية باستخدام نفس الاسلوب

$$T(K) = 273.15\frac{x_t}{x_{tr}}$$

- قياس درجة الحرارة عمليا:

1- المحرار الزئبقي الاعتيادي:

س/ لماذا يستخدم الزئبق في المحارير؟

ج/ 1- لان حرارته النوعية واطئة ويمتص جزء قليل جدا من حرارة الجسم فلا يؤثر على الدرجة المقاسة.

2- موصل جيد للحرارة.

3- سائل معتم ممكن رؤيته

4- لا يؤثر على الجدران (لا يبلل الجدران).

5- له معامل تمدد منتظم لمدى واسع من درجات الحرارة.

س/ كيف يمكن توسيع مدى قراءة المحرار الزئبقي؟

ج/ المحرار الاعتيادي تدرج قراءاته من 0-100°C واحيانا تصل الى 200°C

ولكن ممكن استخدام المحرار لمدى اكبر من ذلك يصل الى 600°C وذلك بضخ كمية من غاز خامل مثل النتروجين (N_2) في الفراغ فوق الزئبق فعندما يتمدد الزئبق ينكبس الغاز و يزداد الضغط مما يؤدي الى ارتفاع نقطة غليان الزئبق وبهذا يمكن ان يقرأ درجة حرارة تقترب الى 600°C.

- ملاحظة: نقطة غليان الزئبق 357°C و نقطة انجماده -37°C

2- **محرار المقاومة ا لبلاتيني:**

يتكون من سلك رفيع من البلاتين النقي ملفوف لولبيا وبشكل مزدوج لتجنب التاثيرات الحثية والسلك ملفوف على اطار من المايكا العازلة.

يوضع السلك داخل انبوبة رقيقة الجدران مصنوعة من الفضة ويتصل طرفا السلك باسلاك نحاسية لربطه باي دائرة كهربائية.

مبدا عمله:

يعتمد هذا النوع من المحارير على تغير مقاومة السلك مع درجة الحرارة فهي تتاثر تاثيرا كبيرا عندما تتغير درجة الحرارة بمقدار قليل جدا. ومن خلال التجربة وجد ان:

$$R_T = R_o(1 + AT + BT^2)$$

حيث R_T= المقاومة عند درجة حرارة مجهولة.

R_o= المقاومة عند درجة الحرارة $0°C$

A و B هي ثوابت خاصة بالمحرار.

وهذة المعادلة تصح لمدى واسع من درجات الحرارة $0-1000°C$

اما في درجات حرارة اقل من $0°C$ فلقد وجد ان R تتغير مع T

$$R_T = R_0[1 + AT + BT^2 + C(T - 100)T^3]$$

وهذة المعادلة تصح للمدى $-200°C - 0°C$

$$R_{100} = 35.878\Omega$$

$$R_o = 25.76\Omega$$

في حالة انجماد الكبريت

$$R_{-185} = 6.28\Omega$$

في حالة غليان الكبريت

$$R_{444} = 68.4\Omega$$

- مساوئ المحرار:

1- انه يحتاج الى وقت طويل للوصول الى الاتزان.

2- يحتاج السلك وقت لكي يتوازن حراريا مع الوسط المراد قياس درجة حرارته.

3- **محرار المزدوج الحراري:**

يتكون من سلكين معدنيين من نوعين مختلفين يوضع نهاية احدهما في درجة الصفر المئوي ونهاية الاخر في درجة حرارة مجهولة. وبسبب اختلاف درجات الحرارة سوف تتولد ق.د.ك والتي تؤدي الى مرور تيار كهربائي في السلك ومن معرفة مقدار ق.د.ك يمكن معرفة درجة الحرارة. وبالتجربة وجد ان العلاقة بين ق.د.ك و T هي:

$$T = A + BT + CT^2$$

ان سبب تولد ق.د.ك يعود الى التاثيرات الكهروحرارية مثل:

1- تاثير ثومسن:

اذا وجد اي تدرج حراري في سلك معدني تولد ق.د.ك في ذلك السلك.

$$e.m.f. = \frac{Q}{q}$$

حيث Q تمثل حرارة ثومسن و q تمثل الشحنة الكهربائية المنتقلة.

2- تاثير بلتير:

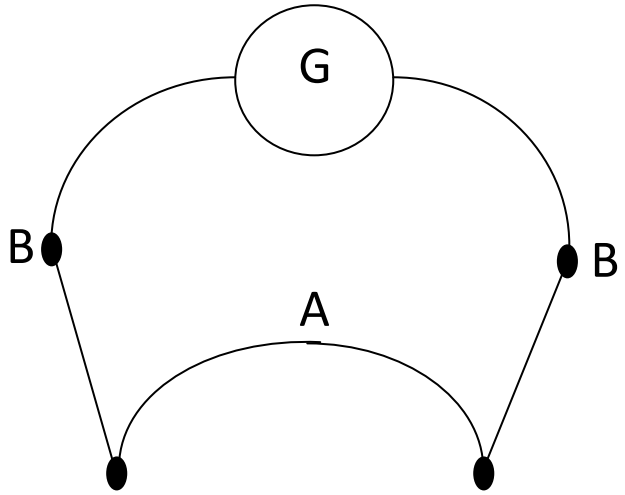
اذا مر تيار كهربائي في مزدوج حراري وكانت درجة حرارة ملتقى سلكيه متساوية حيث تم تسخين واحدة من نقطتي الالتقاء و تم تبريد الثانية. وتتولد ق.د.ك تعرف:

$$\pi_{AB} = \frac{Q}{q}$$

حيث Q تمثل حرارة بلتير.

3-تاثير سيباك:

اذا ربطت نهايتي سلكين معدنيين مختلفين A و B في نقطتي الالتقاء P و Q مع تسخين نهاية واحدة من النهايتين وابقاء النهاية الاخرى بدرجة حرارة ثابتة تتولد ق.د.ك يمكن قياسها بواسطة جهاز الكلفانوميتر G حيث تعتمد ق.د.ك على نوع السلكين وعلى فرق درجة الحرارة بين P و Q



ق.د.ك سيباك هي محصلة ق.د.ك لبلتير و ق.د.ك لثومسن.

- مميزات محرار المزدوج الحراري:

1- يقيس مدى واسع من درجات الحرارة.

2- سرعة وصوله لحالة التوازن الحراري مع الجسم المراد قياس حرارته لصغر كتلته وصغر سعته الحرارية.

3-سهل التكوين و رخيص التكاليف.

4- مناسب لجميع الاستعمالات الصناعية والمختبرية.

- مساوئ المحرار:

1- استخدام مزدوجات مختلفة لمديات مختلفة.

2- معايرة كل مزدوج على انفراد.

3- ليس دقيقا على مدى واسع من درجات الحرارة.

وهناك محارير اخرى:

4- محارير السائل في الزجاج.

5- محارير ضغط البخار لقياس الحرارة الواطئة.

6- محارير الكربون.

7- بايرميتر الاشعاع.