

واجب (2)

احسب درجة حرارة إناء إذا كانت قيمتها مقاسة بثرمو متر فهرنهايتي تساوي ضعف قيمتها مقاسة بثرمو متر مؤي، ثم احسب درجة الحرارة التي تتساوى عندها القراءتان.

واجب (3) وعاء ماء سخن من 25°C الى 80°C ماهو مقدار التغير في درجة الحرارة على مقياس اولو كلفن ثانيا فھر نهائيت.

واجب (4) يمكن التعبير عن العلاقة بين الدرجة السيليزية والدرجة الفھر نهائيتية كما في المعادلة التالية

$$^{\circ}\text{C} = a^{\circ}\text{F} + b$$

جد قيم الثوابت a, b

واجب (5) جد قيمة درجة الحرارة التي تتساوى عندها الدرجة السيليزية مع الدرجة الفھر نهائيتية

واجب (6) سداده معدنية قطرها 5cm عند درجة حرارة 40°C ,جد قيمة الدرجة الحرارية التي عندها سيتم سد فتحة ذات قطر ثابت قيمته 4.99 cm ؟ علما ان معامل التمدد الطولي للمعدن يساوي $17 \times 10^{-6} \text{K}^{-1}$.

Types of Thermometers

13 - انواع المحارير

لاجل قياس درجة الحرارة فقد تم استخدام عدة انواع من المحارير ,اذ ان كل نوع من هذه المحارير يعتمد على احدى خواص المادة وتغيرها بتغير درجات الحرارة المادة. ومن امثلة هذه المحارير هي :

13.1 المحارير السائلة : وهي المحارير الشائعة الاستخدام تحتوي على كمية من السائل (كحول او زئبق)

وهذا السائل يتمدد داخل انبوبة شعيرية عندما يسخن اي ان الخاصية الفيزيائية في هذه الحالة هي تغير في حجم السائل مع تغير درجة الحرارة .واي تغير في درجة الحرارة يمكن اعتباره يتناسب مع ارتفاع عمود السائل

13.1.1 **المحرار الزئبقي** : يصنع الثرمومتر او المحرار الزئبقي من أنبوبة شعرية سميكة الجدار و منتظمة المقطع و تنتهي من أسفل بمستودع من الزجاج به زئبق و الأنبوبة مغلقة من أعلى و مفرغة من الهواء. و يستخدم الزئبق كمادة حرارية في المحارير الاعتيادية السائلة لما يتميز به على السوائل الاخرى , فهو سائل معتم يسهل رؤيته في الانابيب الزجاجية الشعرية , لا يلتصق بجدران الانابيب و هي نقطة مهمة في بناء المحرار وله معامل تمدد حجمي كبير يسهل معه قياس التغير في حجمه مع ارتفاع درجة الحرارة و موصل جيد للحرارة وبالتالي يصل درجة حرارة الجسم المراد قياس درجة حرارته بسرعة . يستخدم الزئبق في عمل الثرمومتر الطبي الذي يستخدم لقياس درجة حرارة الإنسان و لذلك فهو يدرج فقط من $35C^0$ إلى $42C^0$ أو من $95F^0$ حتى $110F^0$ و يمتاز بوجود انثناء خفيف في الأنبوبة الثرمومترية فوق مستودع الزئبق مباشرة فيمر الزئبق من هذا الانثناء عند ارتفاع درجة الحرارة بينما لا يستطيع الرجوع إلى المستودع إلا إذا هزنا الثرمومتر .

13.1.2 **-المحرار الكحولي** : يمكن استخدامه لقياس درجات حرارة منخفضة إلى $-110 C^0$, و يمتاز الكحول في كون معامل تمدده أكبر من معامل تمدد الزئبق و لذلك فهو أكثر حساسية و يقلل من تأثير عدم انتظام مقطع الأنبوبة الثرمومترية كما أنه يساعد على اختيار مستودع صغير لنفس الأنبوبة الثرمومترية و لأن تمدده غير منتظم لذا فإنه لا يستخدم في القياسات الدقيقة و لكنه يستخدم في الأرصاد الجوية لمعرفة حرارة الجو.

14 **-معايرة المحارير السائلة** :الخاصية الطبيعية في هذه الانواع من المحارير هي التغير في حجم السائل . وأي تغير في درجة الحرارة يمكن اعتباره انه يتناسب مع التغير في طول عمود السائل . ويعاير المحرار بوضعه في حالة تلامس حراري مع نظام طبيعي تبقى درجة حرارته ثابتة . احد تلك الانظمة هي خليط من الجليد و الماء في حالة اتزان تحت الضغط الجوي الاعتيادي .وتعرف درجة حرارة هذا الخليط على مقياس سليسيوس (Celsius) بأنها تساوي $0^{\circ}C$,

و درجة هذا الخليط المتزن تسمى نقطة انجماد الماء او نقطة الجليد Ice point ,وهناك نظام اخر يستخدم كذلك في معايرة المحارير وهو خليط من الماء وبخاره في حالة اتزان حراري عند الضغط الجوي وتعرف درجة الحرارة على انها تساوي $100^{\circ}C$ وتسمى نقطة غليان الماء Steam point .وبعد تحديد مستوى ارتفاع السائل في المحرار عند هاتين النقطتين تقسم المسافة بينهما الى 100 قسم

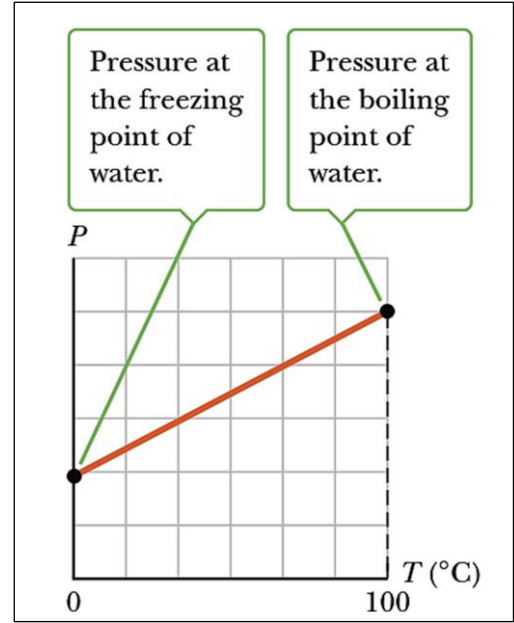
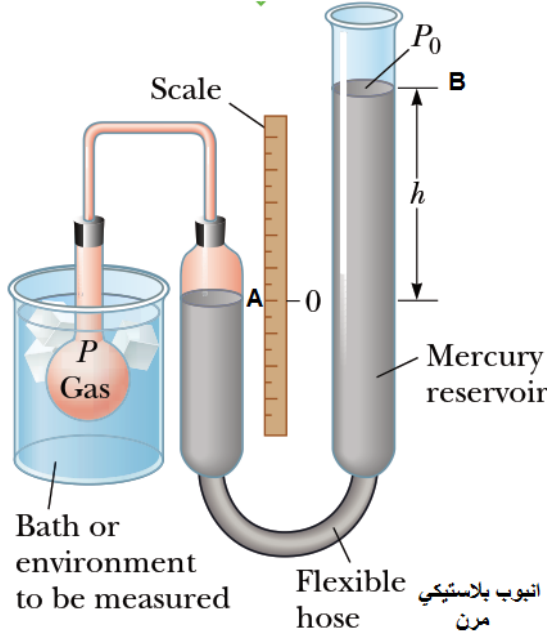
متساو يعادل كل قسم منها درجة مئوية واحدة اي درجة سيليزية واحدة . والثرمومترات المعايرة بهذه الطريقة قد تؤدي الى بعض المشاكل عند استخدامها في القياسات الدقيقة .
مثلا القراءات التي يبينها الثرمومتر الكحولي معايرة عند نقطتي الجليد وبخار الماء يحتمل ان تتفق مع القراءات التي يبينها الثرموميتر الزئبقي عند نقط المعايرة فقط حيث ان الزئبق والكحول لهما خواص مختلفة في التمدد الحراري فعندما يقرأ احد المحرارين 50°C يحتمل ان يبين المحرار الاخر قيمة تختلف قليلا عن تلك لدرجة وهذا الاختلاف يزداد عندما تكون درجات الحرارة المراد قياسها بعيدة عن درجات المعايرة وهناك مشكلة عملية اخرى في المحرار وتتعلق بالمدى المحدد في درجات الحرارة التي يمكن استخدامه فيه فالمحرار الزئبقي لا يمكن استخدامه تحت نقطة تجمد الزئبق وهي (-39°C) , والمحرار الكحولي لا يمكن استخدامه في درجات الحرارة اعلى من (85°C) وهي درجة غليان الكحول . لكي نتخطى تلك العقبة نحتاج الى محرار لا تتوقف قراءته على المادة المستخدمة.

15 - المحرار الغازي ذو الحجم الثابت

ان الخاصية الفيزيائية المستخدمة لتحديد درجة الحرارة في هذا النوع هي تغير الضغط لحجم ثابت من الغاز مع تغير درجة الحرارة .

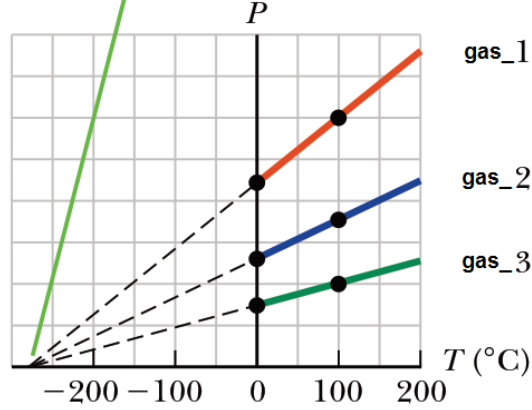
يتكون المحرار الغازي ذو الحجم الثابت من وعاء زجاجي او معدني او نوع اخر من المواد هذا يعتمد على مدى درجات الحرارة المراد قياسها بالمحرار الغازي يسمى البصلة تتصل بالبصلة بالمستودع A عن طريق انبوبة شعيرية ويثبت حجم الغاز المحصور داخل البصلة والانبوبة الشعيرية من خلال تثبيت ارتفاع عمود الزئبق في المستودع A عند مستوى محدد دائما وهو الصفر على المسطرة المدرجة بين المستودع A و B حيث يمكن التحكم بارتفاع عمود الزئبق من خلال رفع وخفض المستودع المفتوح B المعرض للضغط الجوي كما في الشكل الموضح. ان ضغط الغاز المحصور يقاس بمعرفة الفرق h بين ارتفاعي سطحي عمودي الزئبق في المستودعين A و B وذلك من خلال قراءة الفرق بواسطة المسطرة المدرجة . ولمعايرة المحرار بالمقياس المئوي او السيليزي (Celsius) يتم ذلك باستخدام نقطتي الجليد وبخار الماء وكما يلي تغمر البصلة (القارورة) في حمام جليد ورفع المستودع B او يخفض حتى يصل سطح الزئبق في العمود A الى نقطة الصفر على المسطرة . الارتفاع h , وهو الفرق بين مستوى سطح الزئبق في المستودع A و B يعين مقدار الضغط للغاز في البصلة عند درجة 0°C . ثم تغمر البصلة في ماء عند نقطة بخار الماء ويعاد ضبط المستودع B حتى يصل سطح الزئبق في المستودع A عن الصفر على المسطرة من جديد اي ان حجم الغاز المحصور ثابت كما هو في الحالة الاولى ويقاس الضغط من خلال قياس الارتفاع h في المستودع B اي قيمة الضغط عند درجة حرارة 100°C .

الرسم البياني في الشكل (1) يوضح قيمتي الضغط ودرجة الحرارة والخط الواصل بين النقطتين يمثل منحنى المعايرة لتحديد درجات الحرارة المجهولة , فاذا ما أردنا تحديد درجة حرارة مادة . نضع الوعاء الزجاجي (البصلة) المملوءة بالغاز في تلامس حراري مع المادة ونضبط مستوى المستودع B حتى يصل سطح الزئبق في الاسطوانة A عند نقطة الصفر من التدريج وارتفاع عمود الزئبق يحدد ضغط الغاز وبمعرفة الضغط يمكن تحديد درجة حرارة المادة باستخدام الرسم البياني في الشكل (2).



الآن سنفرض ان درجات الحرارة تقاس بترمومترات غازية تحتوي على غازات مختلفة عند ضغوط ابتدائية مختلفة. لقد بينت النتائج ان قراءات الترمومترات لا تتوقف تقريبا على نوع الغاز المستخدم طالما كان ضغط الغاز منخفضا ودرجة الحرارة اعلى من الدرجة التي يسال عندها الغاز. ويزداد الاتفاق بين القراءات باستخدام غازات مختلفة كلما انخفض الضغط. لوحظ انه اذا تم مد تلك الخطوط نحو الدرجات السالبة كما مبين في الشكل سوف تتقاطع جميعها عند النقطة $(-273.15^{\circ}\text{C})$ والتي سميت هذه الدرجة بالصفر المطلق.

For all three gases , the pressure extrapolates to zero at the temperature -273.15°C .



مثال:

لقد تم معايرة محرار الغاز ذو الحجم الثابت في الثلج الجاف (مادة CO_2 الصلبة) وكانت درجة حرارته (- 80°C) وكذلك درجة غليان كحول الأثيل عند درجة حرارة (78°C) وكان كلا الضغطين (0.9 atm) و (1.635 atm).

(a) ما قيمة درجة الحرارة السيليزية للصفر المطلق ($P=0$) وما نتيجة المعايرة.
 (b) ماهو الضغط عند درجة انجماد الماء وغليانه.

الحل:

a -

لان العلاقة بين الضغط ودرجة الحرارة خطية فانه يمكن القول:

$$P = A + B T \quad \text{-----(1)}$$

ولايجاد قيم الثابت A و B

$$0.9 = A + B (-80) \quad \text{-----(2)}$$

$$1.635 = A + B(78) \quad \text{-----(3)}$$

بحل المعادلتين ينتج :

$$A=1.272 \quad , \quad B=4.652 \times 10^{-3}$$

نعوض عن قيمة A و B في المعادلة رقم (1)

$$P = 1.272 + 4.652 \times 10^{-3} T \quad \text{-----}(4)$$

ولايجاد قيمة T درجة الحرارة اليسليزية عند الصفر المطلق $K=0$ حيث يكون الضغط نظريا صفر

$$0 = 1.272 + 4.652 \times 10^{-3} T$$

$$T=273.15 \text{ } ^\circ\text{C}$$

b-

لايجاد الضغط عند درجة انجماد الماء ($0 \text{ } ^\circ\text{C}$) وغليانه ($100 \text{ } ^\circ\text{C}$) نستخدم المعادلة (4)

$$T = 0 \text{ } ^\circ\text{C} \quad \text{عند}$$

$$P = 1.272 + 4.652 \times 10^{-3} (0)$$

$$P = 1.272 \text{ atm}$$

$$T = 100 \text{ } ^\circ\text{C} \quad \text{عند}$$

$$P = 1.272 + 4.652 \times 10^{-3} (100)$$

$$= 1.737 \text{ atm}$$

16 - أنواع المحارير التي تستند على خواص محاريره مختلفة :

1 - محارير حجم الغاز عند ثبوت الضغط: التغير في حجم الغاز عند ثبوت الضغط مع التغير في درجة الحرارة، مثال ذلك محرار غاز الهيدروجين تحت ضغط ثابت

2- محرار ألمقاومه الكهربائيه : وهو المحرار الذي يستند على مبدأ التغير في ألمقاومه الكهربائيه للموصلات مع التغير في درجة الحرارة مثل محرار المقاومه البلاتيني . وسبب اختيار معدن البلاتين هو ارتفاع نقطة انصهاره

3 - محرار المزدوج الحراري : يتكون محرار المزدوج الحراري من سلكين مصنوعين من مادتين مختلفتين مثل النحاس والحديد او البلاتين يتصل السلكان بشكل جيد في نهايتهما فقط . و يستند هذا النوع على مبدأ توليد القوه الدافعه الكهربائيه في دائرة المزدوج الحراري عندما يتغير الفرق بين درجتي حرارة نقطة الاتصال اي عندما ترتفع درجة حرارة احدى نقطتي الاتصال بينما تحفظ الاخرى بارده. وقد وجد ان القوه الدافعه الكهربائيه المتولده تعتمد على كل من طبيعه المادة المستخدمه في تكوين المزدوج الحراري وعلى الفرق في درجات الحرارة بين نقطتي الاتصال,يستخدم في الاغراض الصناعيه مثل قياس درجة حرارة الافران .

4 - محارير المزدوج المعدني : وهي المحارير التي تستند على مبدأ اختلاف تمدد الأجسام الصلبه المختلفه . ويتركب مثل هذا المحرار من شريطين من معدنين مختلفين ملتصقين تماما ويختلف معامل تمددهما اختلاف كبير ويستخدم في الانواء الجوية لتسجيل التغيرات في درجات الحرارة خلال اليوم , ويستخدم لقياس درجات الحرارة في المرتفعات العاليه.

5- محارير ضغط البخار: وهي تعتمد على مبدأ تغير ضغط البخار مع تغير درجة الحرارة، وهذه المحارير تستخدم في قياس درجات الحرارة الواطنه ، مثل محرار ضغط بخار الهليوم .

6 - محارير الإشعاع: وهذه تعتمد على كمية حرارة الإشعاع المنبعثه من الجسم المراد قياس درجة حراريه . ويستخدم هذا المحرار في قياس درجات الحرارة العاليه جدا مثل درجة حرارة الأفران .

7- المحارير المغناطيسية : وهي المحارير التي تعتمد على مبدأ تغير التمغنط في المادة مع تغير درجة الحرارة.