

مثال (١): ١. حول الدرجات الحرارية 90°C الى الدرجة الكلفنية والفهرنهايتية؟

$$K = ^{\circ}\text{C} + 273$$

$$K = 90 + 273 = 363\text{K}$$

$$^{\circ}\text{F} = \frac{9}{5}^{\circ}\text{C} - 32$$

$$^{\circ}\text{F} = \frac{9}{5}(90) + 32 = 194^{\circ}\text{F}$$

٢. حول الدرجات الحرارية 173K الى الدرجة السليزية والفهرنهايتية؟

$$^{\circ}\text{C} = K - 273$$

$$^{\circ}\text{C} = 173 - 273 = -100^{\circ}\text{C}$$

$$^{\circ}\text{F} = \frac{9}{5}(K - 273) + 32$$

$$^{\circ}\text{F} = \frac{9}{5}(173 - 273) + 32 = -148^{\circ}\text{F}$$

مثال (٢): اذا علمت ان العلاقة بين الدرجة السليزية والفهرنهايتية تعطى بالعلاقة الاتية $^{\circ}\text{C} = a^{\circ}\text{F} + b$. جد قيمة الثابتين **a, b**.

الحل: درجة انجماد الماء تحت الظروف الاعتيادية قيمتهما تساوي 0°C بينما قيمتها الفهرنهايتية تساوي 32°F ، نعوض هذه القيم في المعادلة اعلاه لنحصل على

$$0 = 32a + b \quad (1)$$

اما درجة غليان الماء تحت الظروف الاعتيادية قيمتهما تساوي 100°C بينما قيمتها الفهرنهايتية تساوي 212°F ، و نعوض في المعادلة اعلاه لنحصل على

$$100 = 212a + b \quad (2)$$

وبطرح المعادلة (2) من المعادلة (1)

$$-100 = -180a$$

$$a = \frac{100}{180} = \frac{5}{9}$$

بتعويض قيمة a في المعادلة (1) نحصل

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

وبتعويض قيمة a و b في المعادلة الاصلية نحصل على

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

أنواع المحارير: Types of Thermometers

المحارير: هي ادوات تستعمل لقياس درجات الحرارة. والمبدأ الذي يتم على اساسه عمل المحارير هو **تغير الصفات الفيزيائية للمادة بتغير درجة الحرارة** مثل تمدد الاجسام الصلبة والسائلة وتغير ضغط الغاز ذي الحجم الثابت ولون الجسم... الخ. هنالك انواع مختلفة من المحارير التي تستند على خواص فيزيائية مختلفة منها

١. المحارير السائلة: Liquid Thermometers

هي المحارير التي تعتمد على **تغير حجم السائل مع تغير درجة الحرارة** مثل محارير الزئبق والكحول.

٢. المحارير الغازية: Gas Thermometers

هي محارير تستند على **مبدأ التغير في ضغط الغاز عند ثبوت الحجم أو التغير في حجم الغاز عند ثبوت الضغط مع التغير في درجة الحرارة** ومثال ذلك محرار غاز الهيدروجين (تحت ضغط ثابت) وكذلك محرار جولي (تحت حجم ثابت).

٣. محارير المقاومة الكهربائية: Electric Resistance Thermometers

تعتمد هذه المحارير على **مبدأ التغير في المقاومة الكهربائية مع تغير درجة الحرارة** مثل محرار مقاومة البلاتين.

٤. محارير المزدوج الحراري: Thermocouple Thermometers

تعتمد هذه المحارير على **مبدأ تغير القوة الدافعة الكهربائية المتولدة في دائرة المزدوج الحراري** عندما يتغير الفرق بين درجتي حرارتي نقطتي الاتصال.

٥. محارير ضغط البخار: Vapor Pressure Thermometers

تعتمد هذه المحارير على **مبدأ تغير ضغط البخار مع تغير درجة الحرارة** وهذه المحارير تستعمل في قياس درجات الحرارة الواطئة مثل محرار ضغط بخار الهيليوم.

٦. محارير الاشعاع: Radiation Thermometers

تعتمد هذه المحارير على كمية حرارة الاشعاع المنبعثة من الجسم المراد قياس درجة حرارته: **ويستعمل مثل هذا المحرار لقياس درجات الحرارة المرتفعة جداً** مثل درجة حرارة الافران. فمن المعلوم عندما يسخن جسم لدرجة حرارة عالية يبدأ لونه في الاحمرار ثم يبيض ويتوهج عند درجات الحرارة المرتفعة جداً. **هذا التغير في لون الجسم من اللون المعتم الى الاحمر الى الابيض يدل على ان درجة الحرارة تتحكم في طول الموجة الضوئية.**

تدرج المحارير: Calibration of Thermometers

إن عملية تدرج المحارير تعني تعيين قيمة الثابت (a) لأي نوع منها. وهذه العملية تتطلب اختيار نقطة أساس (قياسية) ثابتة لدرجة الحرارة، وتم الاتفاق على اختيار النقطة الثلاثية للماء لهذا الغرض.

وتعرف النقطة الثلاثية للماء : على أنها درجة الحرارة التي يتواجد عندها الجليد (صلب) والماء (سائل) والبخار (غاز) معاً في آن واحد وفي حالة توازن حراري. تحت ضغط ثابت يعادل (4.6 mm Hg). وقد اتفق على أن تكون درجة الحرارة (273.16 K) هي الدرجة الحرارية التي تمثل النقطة الثلاثية للماء.

ويجب ملاحظة إن قراءة جميع أنواع المحارير لدرجة الحرارة عند النقطة الثلاثية للماء يجب أن تكون نفسها.

المحرار الغازي ذو الحجم الثابت :

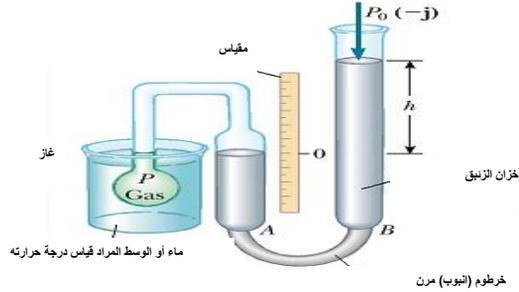
يتكون المحرار الغازي ذو الحجم الثابت من وعاء زجاجي أو معدني يسمى أحيانا بـ **(البصلة)**. يتصل بأنبوبة زجاجية – يمكن أن تكون أنبوبة شعرية – إلى المانومتر (مقياس زئبقي).

تحتوي البصلة على الغاز أو الهواء، توضع البصلة في وعاء خارجي يمثل الوسط أو المحيط المراد قياس درجة حرارته، انظر الشكل.

يتم استخدام هذا المحرار وذلك بجعل مستوى الزئبق في جهتي المانومتر متساوية ويتم تأشيرها بين النقطتين. وفي هذه الحالة سيكون الضغط المسلط على الغاز المحصور في البصلة مساويا للضغط الجوي.

ثم نغمر البصلة في المحيط المراد قياس درجة حرارته. فإذا كان المحيط **ساخنأ أدى إلى تمدد الغاز** المحصور في البصلة، الذي سيقوم بدفع الزئبق مؤدياً إلى انخفاض مستواه في الجهة اليسرى من المانومتر، وبالعكس إذا كان **الوسط بارداً أدى إلى تقلص الغاز** في البصلة والى ارتفاع مستوى الزئبق في الجهة اليسرى من المانومتر.

ويعد حصول **التوازن الحراري** يرتفع أو ينخفض مستوى الزئبق (وذلك بخفض أو رفع الجهة اليمنى من المانومتر) إلى أن يصل مستوى الزئبق في الجهة اليسرى إلى نقطة المؤشرة قبل عمر البصلة في المحيط. تسجل قراءة (ارتفاع) مستوى الزئبق في الجهة اليمنى من المانومتر. ويقصد بالارتفاع هنا الفرق بين مستويات الزئبق في جهتي المانومتر ولتكن **(h)**.



إن الضغط المسلط على الغاز في هذه الحالة سيكون مساوياً **إلى الضغط الجوي** زانداً **ضغط عمود الزئبق والذي يساوي $pg h$** ، حيث إن **تمثل m كثافة الزئبق ، g التعجيل الأرضي**. هناك أسباب تؤدي إلى عدم دقة قراءة درجة الحرارة باستخدام هذا المحرار ومن أهمها:

(١) تمدد أو تقلص البصلة الذي يسبب تغير في حجم الغاز المحصور بداخلها. إذ غالباً ما يتم إهمال هذا التغير من حجم الغاز أو البصلة .

(٢) الاختلاف الحاصل بين درجتي حرارة الغاز المحصور في البصلة والغاز المحصور في الأنبوبة الموصلة إلى المانومتر.

ولأجل إيجاد قيمة درجة الحرارة باستخدام هذا المحرار تستخدم المعادلة الآتية:

$$T(P) = 273.16 \frac{P}{P_0}$$

وتكون القراءة بالدرجة الكلفينية، كما أن **الحجم (V) يبقى ثابتاً**. وقد وجد عملياً بان المحارير الغازية المختلفة التي تستخدم غازات مختلفة تسجل قراءات مختلفة للدرجة الحرارية نفسها ويستثنى من هذه الحالة التي يصبح فيها الضغط P_0 مساوياً أو مقارباً للصفر.

من فوائد المحرار الغازي ذو الحجم الثابت :

١. معامل التمدد للغازات كبير جداً بالمقارنة مع السوائل لذلك فإن المحارير الغازية تكون حساسه ودقيقة.
٢. معامل التمدد ثابت لكل الغازات إذ كانت تحت نفس الشروط.
٣. معامل التمدد للمادة المصنوع منها بصله المحرار مهمله بالمقارنة مع معامل تمدد الغاز.
٤. يمكن استعمال المحارير الغازية لمدى واسع جداً من درجات الحرارة.
٥. السعه الحرارية للغاز واطئة جداً بالمقارنة مع السوائل ولذلك يمكن بوساطة المحرار الغازي التسجيل بدقه حتى في التغيرات الصغيرة في درجات الحرارة.
٦. درجات الحرارة المسجلة بالمحرار الغازي لا يعتمد على طبيعة المادة.

من عيوب المحرار الغازي ذو الحجم الثابت:

١. ضخامته وثقله وصعوبة نقله مما يحدد استعماله فقط في موقع واحد.
٢. لا يصلح لقياس درجات حرارة حيز اصغر من حجم البصلة.

محرار المزدوج الحراري: The Thermocouple Thermometer

يتكون محرار المزدوج الحراري من سلكين مصنوعين من مادتين مختلفتين كالنحاس والكونستنتات أو **النحاس والحديد** أو **البلاتين والروديوم** وغيرها. يتصل السلطان اتصالاً جيداً في نهايتهما فقط انظر الشكل. إن أساس عمل هذا المحرار يعتمد على توليد القوة الدافعة الكهربائية نتيجة لاختلاف درجتي حرارة النهايتين المتصلتين. إن قيمة القوة الدافعة الكهربائية المتولدة تعتمد على عدة عوامل منها:

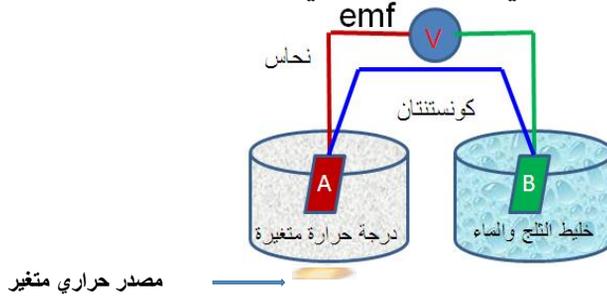
١. مقدار الفرق بين درجتي حرارة نهايتي المزدوج الحراري.

٢. نوع المواد المصنوع منها المزدوج الحراري.

يتم تدريج محرار المزدوج الحراري بوضع إحدى نقطتي الاتصال في **خليط الجليد والماء** وتبقى ثابتة، ثم **تغير درجة حرارة النقطة الثانية** وتقرأ قيمة القوة الدافعة الكهربائية المتولدة عند كل درجة حرارة بوساطة المجهاد (الفولتميتر). ان العلاقة بين قيمة القوة الدافعة الكهربائية المتولدة ودرجة الحرارة علاقة غير خطية، وبرسم قيم القوة الدافعة الكهربائية ضد درجة الحرارة يمكن الحصول على منحنى تدرج المزدوج الحراري. كما ويمكن عمل جدول بتلك القيم.

ومن مميزات محرار المزدوج الحراري ما يأتي :

١. سرعة وصوله الى حالة التوازن الحراري مع الجسم المراد قياس درجة حرارته وذلك لانخفاض سعته الحرارية.
٢. المدى الواسع لدرجات الحرارة التي يمكن قياسها (من -250°C الى حوالي 1500°C) بشرط استخدام المواد المناسبة لكل مدى.
٣. صغر حجمه ودقته العالية نسبياً.
٤. يستخدم كثيراً في الصناعة وفي المجالات التي تتطلب تحديد موضعي (نقطي) لدرجة الحرارة وتعاني تغيراً سريعاً في درجات الحرارة.



ومن عيوب محرار المزدوج الحراري:

١. غير دقيق لمدى واسع من درجات الحرارة، إذ انه اقل دقه من المحارير الغازية والبلاتينية وعليه يستعمل في المديات التي تقل فيها حساسية هذه المحارير.
٢. يستعمل مزدوجات حرارية مختلفة لمديات مختلفة من درجات الحرارة.