

# القياسات

قياس درجة الحرارة

## الوحدة الثالثة : قياس درجة الحرارة

### الفصل الأول : الترمومتر

**الجدارة:** معرفة كيفية قياس درجة الحرارة بواسطة الترمومتر بأنواعه المختلفة.

**الأهداف:** عندما يكتمل هذا الفصل تكون لديك القدرة على قياس درجة الحرارة بواسطة:

١. الترمومتر الزجاجي.
٢. ترمومتر الضغط.
٣. الترمومتر المزدوج المعدن.

**مستوى الأداء المطلوب:** أن يصل المتدرب إلى إتقان هذه الجدارة بنسبة ١٠٠٪.

**الوقت المتوقع للتدريب:** ساعة واحدة.

**الوسائل المساعدة:** أنواع مختلفة من الترمومتر.

**متطلبات الجدارة:** معرفة ما سبق من جميع الحقائب السابقة.

## ٣- ١ مقدمة

تعتبر درجة الحرارة بعدا إضافيا يضاف الطول والزمن والكتلة وفي الحقيقة أنه لا يمكن أن تذكر ظاهرة فيزيائية أو كيميائية لا تعتمد على درجة الحرارة.

وطُورت المقاييس المعروفة لدرجة الحرارة بتعيين قيم عددية لكل من نقطة انصهار الثلج ونقطة غليان الماء عند الضغط الجوي القياسي. وفي المقياس المئوي تكون نقطة انصهار الثلج صفر درجة مئوية ونقطة تبخر الماء (١٠٠م) بتباعد أساسي بينهما قدرة مئة درجة. أما في مقياس الفهرنهايت فتكون نقطة الثلج (٣٢ف) ونقطة البخار (٢١٢ف) بتباعد أساسي قدره ١٨٠ درجة.

تعرف أجهزة قياس درجة الحرارة بالثيرمومترات وتعتمد معظم الأجهزة على إحدى هذه التغيرات:

١. تغيرات في الأبعاد كالتمدد أو الانكماش للمواد سواء كانت سائلة ؛ غازية أو صلبة. مثل الثيرمومتر الزجاجي والشريحة المزدوجة لمعدن.
٢. التغير في المقاومة الكهربائية.
٣. القوة الدافعة الكهروحرارية نتيجة استعمال معدنين مختلفين أو ما يعرف بالزوج الحراري.
٤. التغير في شدة ولون الإشعاع الصادر من جسم ساخن.

## ٣- ٢ قياس درجة الحرارة بواسطة الثيرمومترات

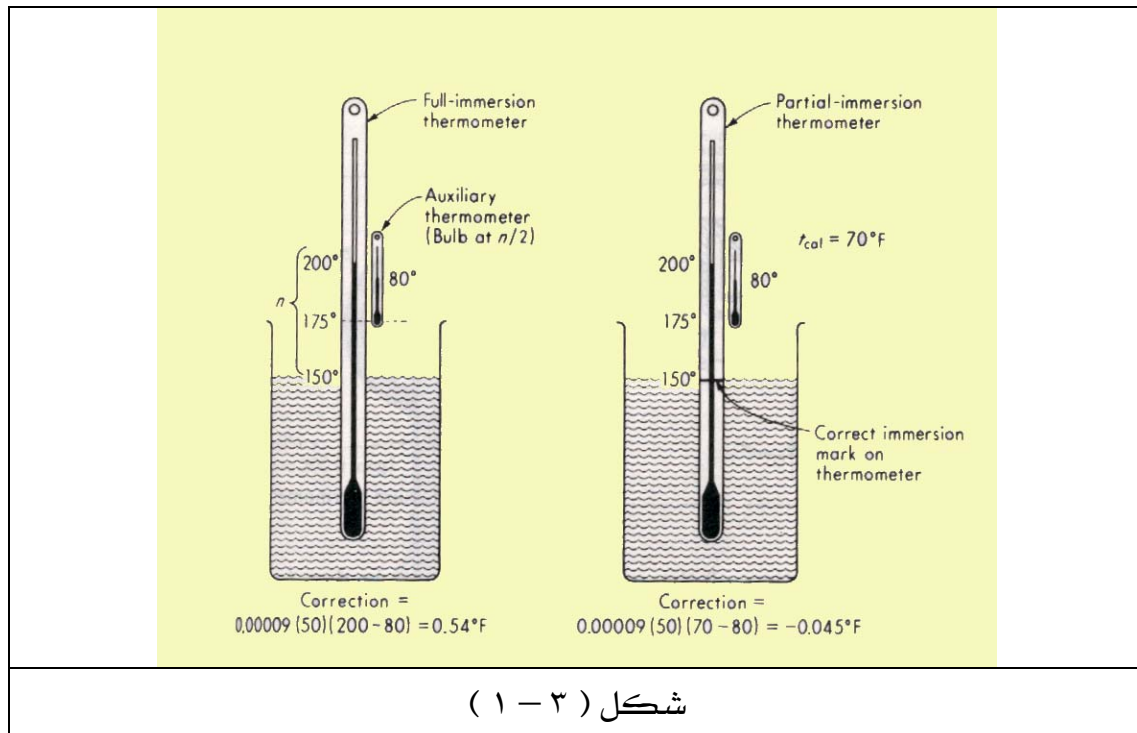
تتمدد جميع المواد عموماً بارتفاع درجة حرارتها و إن كانت هناك بعض المواد التي تخرج عن هذه القاعدة.

وقد استغلت خاصية تمدد المواد الغازية والسائلة والصلبة في صناعة بعض الثيرمومترات العملية، هذا مع ملاحظة أن ثيرمومتر التمدد يعتمد أساساً على قياس الفرق بين تمدد مادتين مختلفتين وسنعرض هنا لثلاثة أنواع من الثيرمومترات المستخدمة في قياس درجة الحرارة وهي:

١. الثيرمومتر الزجاجي.
٢. ثيرمومتر الضغط.
٣. الثيرمومتر المزدوج المعدن.

## ٣ - ٣ الثيرمو متر الزجاجي:

وهو عبارة عن أنبوبة زجاجية بداخلها أنبوبة شعيرية وعلى سطحها الخارجي يوجد تدرج القياس {شكل رقم ( ٣ - ١ )} و الأنبوبة الشعيرية متصلة في إحدى نهاياتها بخزان صغير يوجد به سائل قابل للتمدد و الانكماش حسب درجة الحرارة.



ويعتبر الثيرمو متر الزئبقي في الزجاج أكثر الثيرمو مترات استعمالاً لقياس درجة الحرارة - ويتكون من فقاعة زجاجية تحتوي على كمية من الزئبق، وساق مصنوعة من أنبوبة سميكة الجدران وبها مجرى شعري و الحد الأدنى لقراءة الثيرمو متر هي نقطه تجمد الزئبق وهي حوالي ٣٨,٣م.

أما الحد الأعلى المناسب لقياس درجات الحرارة بواسطة الثيرمو متر الزئبقي في حدود ٢٦٠م.

ولما كان من غير الممكن استعمال الزئبق كسائل لقياس درجات الحرارة التي تقل عن تجمده وهي ٣٨,٨ م، لذلك تستعمل سوائل أخرى ذات نقطة تجمد أقل من الزئبق وهي:

الرقم	اسم المادة	نقطة التجمد	نقطة الغليان
.١	إيثل الكحول	- ١٠٠ م	٧٨,٣٣ م
.٢	بننتين	- ١٣٠,٥٦ م	٣٦,١١ م
.٣	تولين	- ٩٢,٢٢ م	١١٠,٥٥ م

جدول (٨)

وهذه المواد في الغالب شفافة، ولذلك تضاف إليها صبغة حتى يمكن رؤية عمود السائل.

## تجربة رقم ( ١ ) استخدام الثيرمومتر الزئبقي

### خطوات إجراء التجربة:

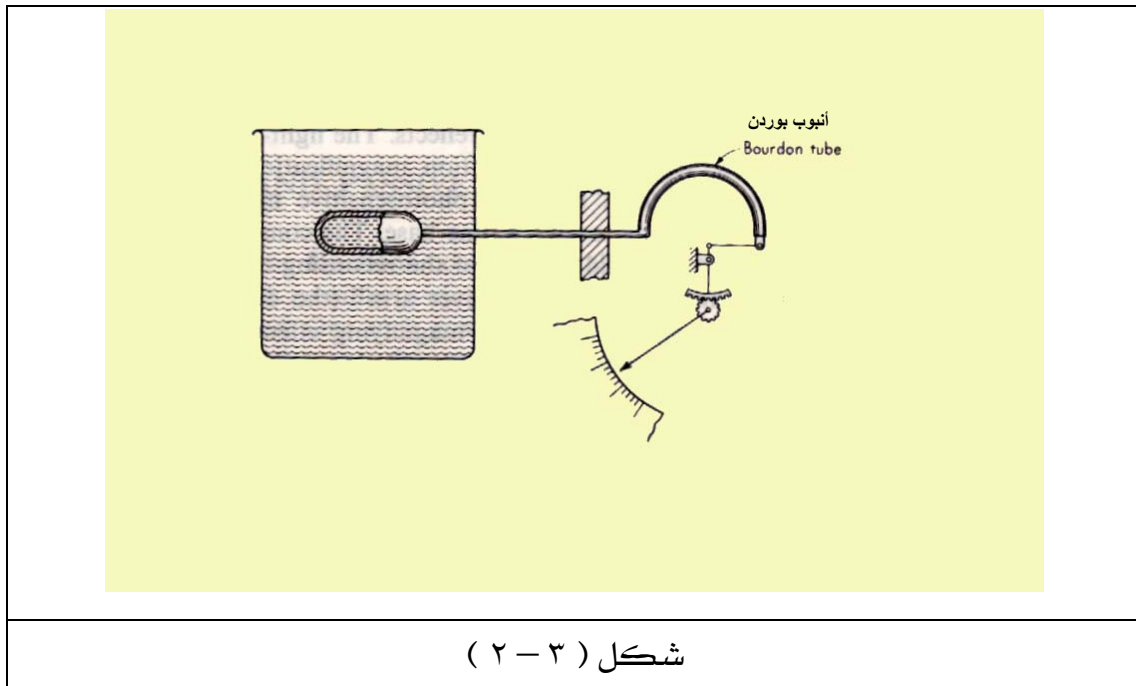
١. يملأ سخان الماء بالماء النظيف المقطر و نملاً الترمس بخليط الثلج المجروش و بعض الملح و ماء نظيف.
  ٢. نحضر الثيرمومتر الزئبقي و نقرأ به درجة حرارة الجو.
  ٣. نغمس الثيرمومتر الزئبقي في محلول الثلج المخلوط و نقلب بلطف و نتأكد من أن قراءة الثيرمومتر هي الصفر المئوي.
  ٤. نشغل السخان ثم نحرك مفتاح القدرة الخاص بالسخان في اتجاه عقارب الساعة كاملاً، حتى يصل الماء إلى درجة الغليان و نتأكد من أن قراءة الثيرمومتر هي مئة درجة مئوية.
  ٥. إعادة نفس المحاولة بوضع الثيرمومتر مرة أخرى في الثلج ثم الماء المغلي و نتأكد من أن القراءتين هما صفر و مئة.
- ملحوظات: يضاف الملح إلى الثلج المجروش المخلوط بالماء بنسبة (٥) غرام لكل لتر.
- أ- نلاحظ أن إضافة الملح إلى الثلج المجروش يخفض درجة حرارة تجمد الماء فلا يتجمد الماء في هذه الحالة عند الصفر المئوي.
- ب- نلاحظ أن الماء يغلي عند ١٠٠ م فقط عند ضغط جوي مقداره ٧٦ سم زئبق. وإذا قل الضغط فإن درجة غليان تقل عن ١٠٠ م وإذا زاد الضغط تزيد درجة الغليان.

### الاستنتاج

نستنتج من هذه التجربة أن الماء النظيف يمكن استخدامه في المعايرة من صفر حتى ١٠٠ م، وكذلك يصلح الثيرمومتر الزئبقي للمعايرة في هذا المدى.

## ٣ - ٣ ثيرمو متر الضغط

إذا وضع مائع في حيز مقفل، أصبح الضغط دالة على درجة الحرارة. وعلى ذلك يمكن بيان درجة الحرارة بواسطة جهاز بوردن لقياس الضغط شكل ( ٣ - ٢ ) وتستعمل السوائل و الغازات في ثيرمو متر الضغط. وكلها تتميز بالقراءة المباشرة بواسطة مؤشر على مقياس مدرج. ولثيرمو متر الضغط القدرة على تشغيل أجهزة التحكم.



وفي التصميم العام، توضع المادة المائعة في فقاعة، وتوضع هذه الفقاعة في المائع المراد قراءة درجة حرارته، وتصل أنبوبة شعرية ما بين الفقاعة وجهاز قياس الضغط الذي يكون مدرجاً بحيث يقرأ درجات الحرارة. ويجب ملاحظة أن درجة حرارة الأنبوبة الشعرية تؤثر على قراءة الجهاز ويمكن معالجة الخطأ الناتج بجعل الأنبوبة الشعرية رقيقة جداً.

أما المائع المستخدم فقد يكون سائلاً أو غازاً ومثال على ذلك:

المدى المناسب للقياس (م)	اسم المائع	الرقم
0 To 50 C	كلوريد الميثيل CH <sub>3</sub> CL	.١
90 To 170 C	الكحول الإيثيلي CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> OH	.٢
-180 To -130 C	نيتروجين N <sub>2</sub>	.٣

جدول رقم ( ٩ )



## تجربة رقم {٢} استخدام ثيرمو متر ضغط البخار

### خطوات التجربة:

١. أضيف الماء النظيف إلى سخان الماء.
٢. شغل مصدر الطاقة في السخان ثم ضع كلاً من الثيرمو متر الزئبقي و ثيرمو متر ضغط البخار في المكان الخاص بكل منهما ثم نلاحظ قراءة كل منهما وذلك عند جهد معين.
٣. أدر مصدر الطاقة الكهربائي كاملاً في اتجاه عقارب الساعة و لاحظ قراءة كل من الثيرمو مترين أثناء ارتفاع درجة الحرارة.
٤. في حالة القراءة على فترات نحتاج لتقليل القدرة الكهربائية بإدارة المفتاح عكس عقارب الساعة. حتى نصل إلى حالة القراءة الثابتة الاستقرار (Steady State) وهو الوقت الذي تثبت فيه القراءة.

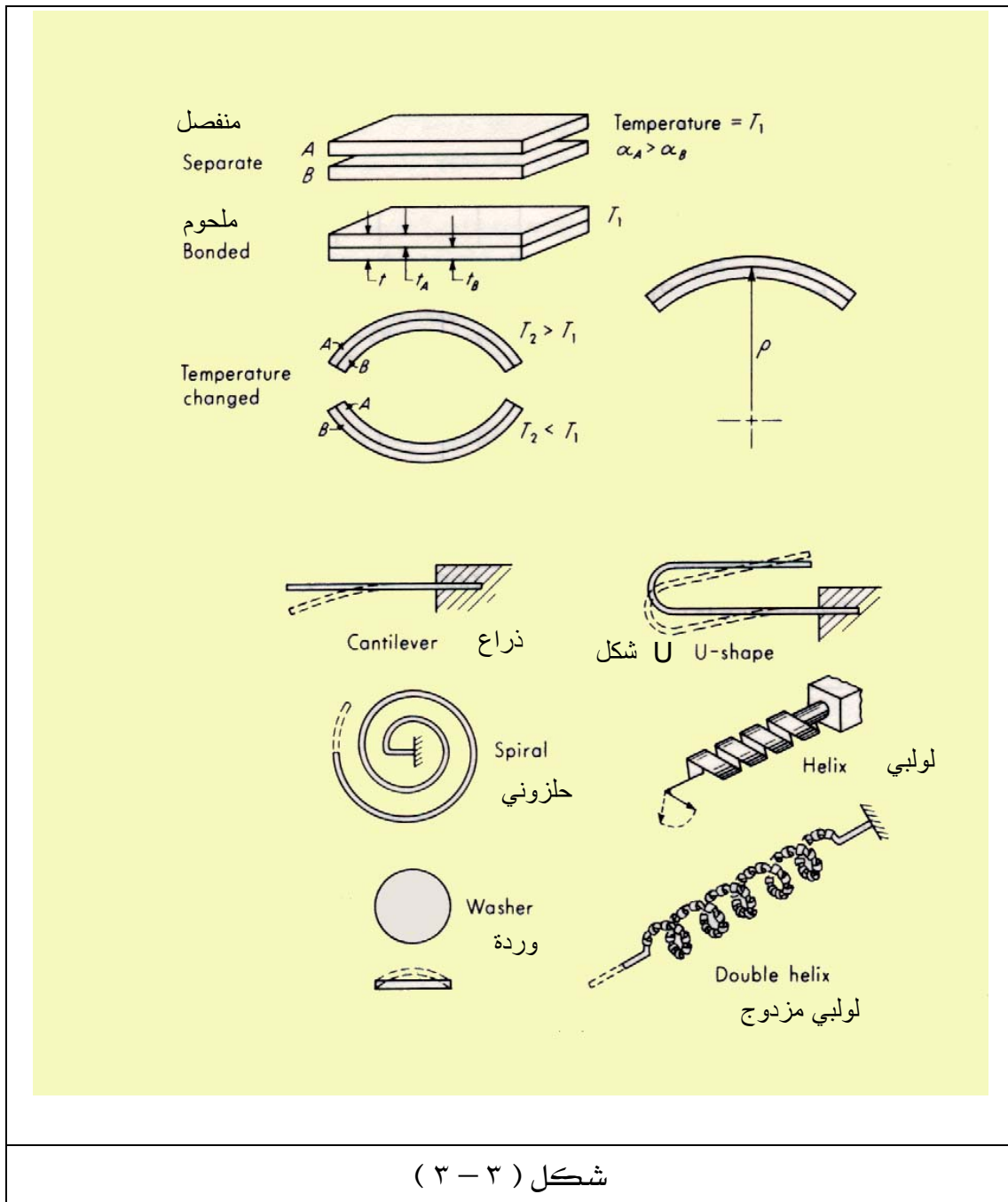
### الاستنتاج

نستنتج من التجربة أن ثيرمو متر ضغط البخار غير مناسب للقراءات اللحظية وذلك لردة فعله البطيئة.

### ٣- ٤ الثيرمو متر المزدوج المعدن ( Bimetallic strip Thermometer )

باستعمال معدنيين لهما معامل تمدد حراري مختلف وملحومان ببعضهما البعض يمكن بيان درجة الحرارة وإحدى الاستعمالات لهذه الطريقة من القياس هي الثيرموستات حيث تكون الوحدة الحساسة أنبوية معدنية والوحدة المرجع عمود من الكوارتز ذو معامل التمدد الحراري المنخفض.

يلف المعدنان أو يلحمان ببعضيهما بحيث يظهر المعدنان المختلفان على وجهي الشريط المتضادين فإذا تعرض الشريط لتغيير في درجة الحرارة التف، ويشكل الشريط على هيئة حلزوني مزدوج ويثبت أحد طرفي الحلزوني، أما الطرف الآخر فإنه يتصل بعمود مؤشر ويحمل رأس الثيرمو متر تدريجاً دائرياً تمثل درجة الحرارة. ويمكن استعمال هذا النوع من الترمومترات في المدى (  $-30$  to  $550$  C° ) و بدقة تصل إلى ١ %.



شكل ( ٣ - ٣ )

### تجربة رقم ( ٣ ) استخدام الثيرمو متر ثنائي المعدن

١. يتم تشغيل سخان الهواء والمروحة ( Blower ).
٢. اقرأ درجة حرارة الجو بكل من الثيرمو متر ثنائي المعدن و الثيرمو متر الزئبقي ثم قارن بينهما.
٣. خذ القراءة في خلال مجرى سخان الهواء بواسطة الثيرمو متر ثنائي المعدن و الثيرمو متر الزئبقي ثم قارن بينهما.
٤. لاحظ أن قراءة درجة الحرارة المسجلة باستخدام الثيرمو متر ثنائي المعدن تحتاج إلى وقت أكثر بكثير من الثيرمو متر الزئبقي حتى نصل إلى درجة الحرارة الحقيقية المستقرة ( Steady State ).

#### الاستنتاج

نستنتج من هذه التجربة أن دقة القراءة لدرجة الحرارة بواسطة الثيرمو متر ثنائي المعدن ليست كبيرة لذا فهو يستخدم في مجال الصناعة بكثرة في القياسات التي لا تحتاج إلى دقة كبيرة.

## الفصل الثاني : الزوج الحراري

**الجدارة:** قياس درجة الحرارة باستخدام الزوج الحراري.

**الأهداف:** عندما يكتمل هذا الفصل تكون لديك القدرة على معرفة استخدام الزوج الحراري في قياس درجة الحرارة.

**مستوى الأداء المطلوب:** أن يصل المتدرب إلى إتقان هذه الجدارة بنسبة ١٠٠٪.

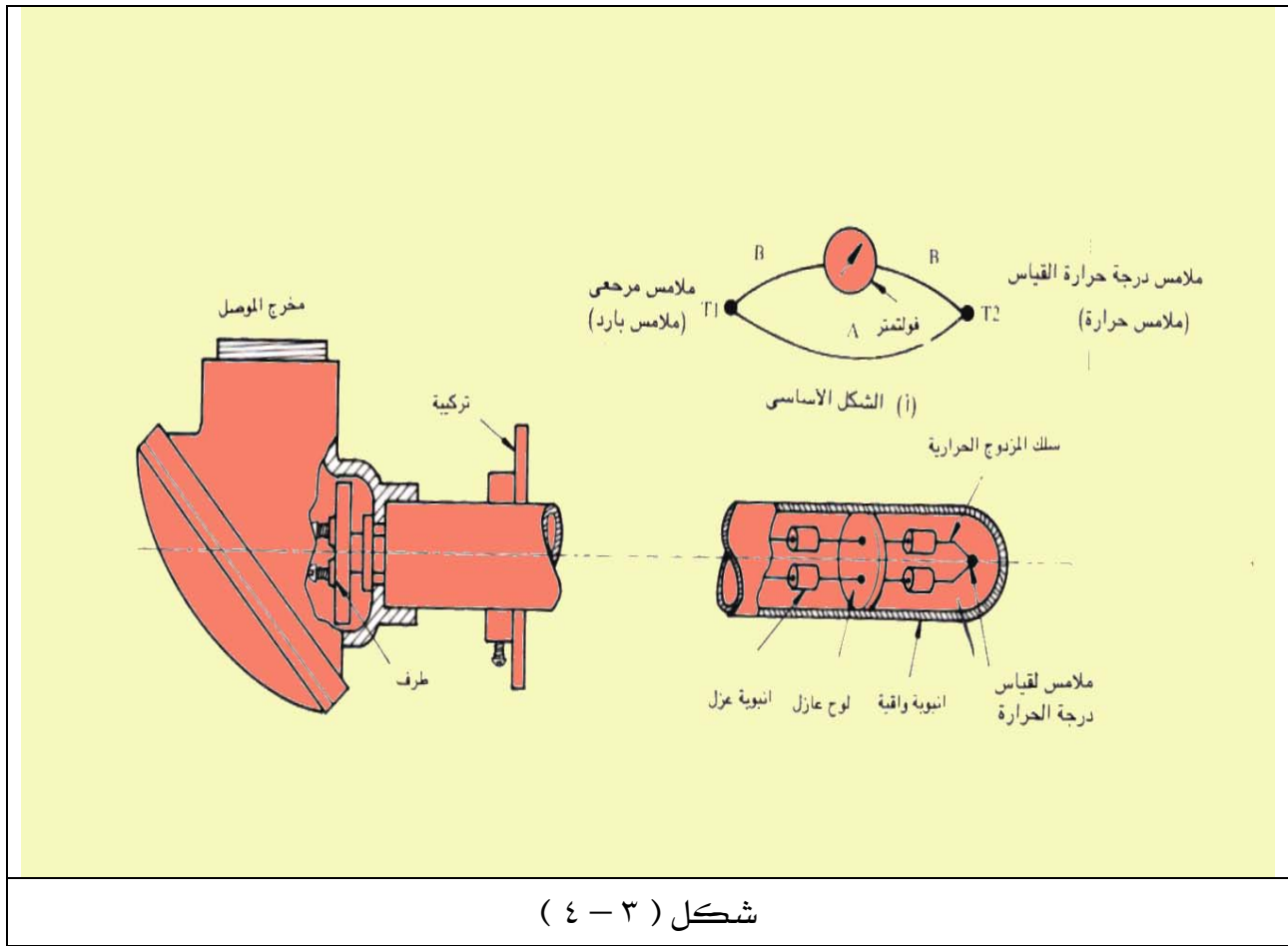
**الوقت المتوقع للتدريب:** ساعة واحدة.

**الوسائل المساعدة:** ملابس العمل، وسخان ماء كهربائي، و أنواع مختلفة من الزوج الحراري.

**متطلبات الجدارة:** معرفة ما ذكر في جميع الحقائب السابقة.

### ٣- ٥ استخدام الزوج الحراري في قياس درجة الحرارة

عند توصيل سلكين معدنيين من مادتين مختلفتين و تعريضها لدرجتي حرارة مختلفتين فإنه تتولد قوة دافعة كهربائية تتوقف على نوع السلكين ودرجتي الحرارة ويسمى هذا بالازدواج الحراري. وكما هو واضح في الشكل ( ٣ - ٤ ) تتكون دائرة كهربائية مغلقة باستخدام أسلاك معدنية من معدنيين مختلفين.



شكل ( ٣ - ٤ )

ونتيجة اختلاف درجات الحرارة للجزأين المتصلين تتولد القوة الدافعة الكهربائية والتي تتسبب في سريان التيار الكهربائي في الدائرة الكهربائية المتولدة باسم القوة الحرارية الكهربائية. ويجب ملاحظة ثبات درجة حرارة النقطة الباردة (المرجع) في المزدوجة الحرارية و إلا أضيف في المزدوجة خطوط تعويض وتوصيلها إلى نقطة ذات درجة حرارة ثابتة. وكثيراً ما تكون درجة حرارة النقطة الباردة (المرجع) هي نقطة تجمد الثلج (صفر مئوي).

## المواد المستعملة في المزدوجة الحرارية:

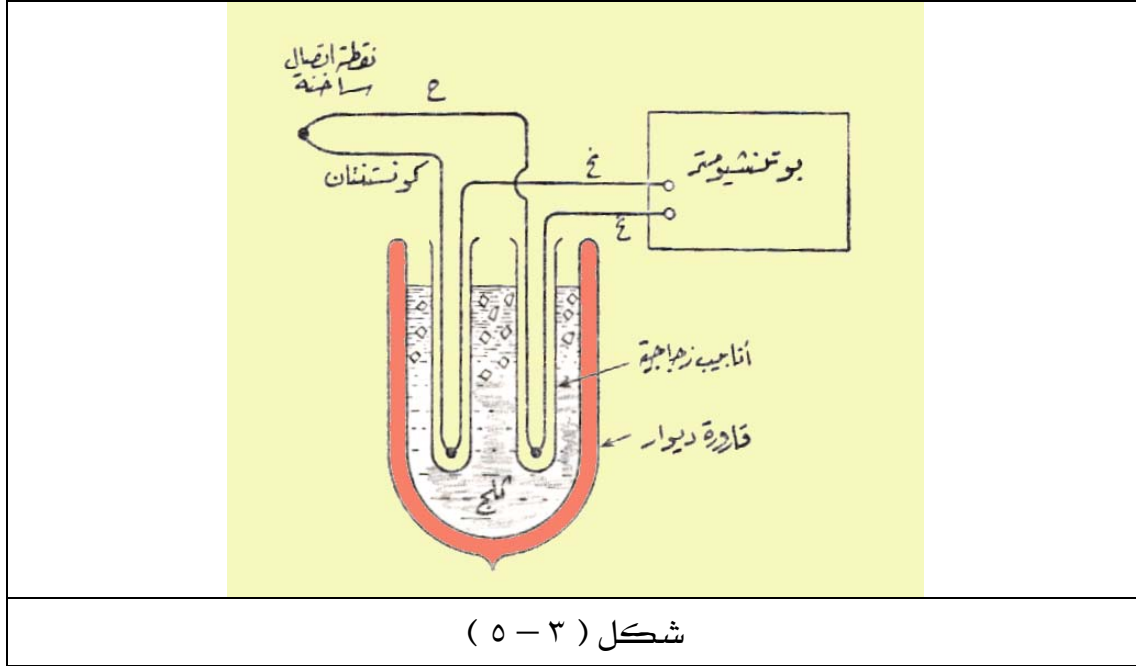
يجب ملاحظة أن مقدار القوة الدافعة الكهربائية المتولدة في الدائرة يعتمد على نوع السلكين المعدنيين المستخدمين والفرق في درجات الحرارة للجزأين المتصلين. وهناك عدد قليل من المعادن المزدوجة التي تستعمل عادة في الأزواج الحراري. وفيما يلي أهم شروط استعمال هذه المعادن:

١. مدى واسع للعلاقة الطردية - الزيادة - بين القوة الدافعة الكهربائية ودرجة الحرارة.
٢. معامل كبير و محسوس لتغير القوة الدافعة الكهربائية مع درجة الحرارة.
٣. مقاومة المعادن للتآكل و الأكسدة.
٤. سهولة الحصول على المعادن.
٥. عدم وجود تغييرات مفاجئة في العلاقة الطردية بين القوة الدافعة الكهربائية و درجة الحرارة.

والجدول التالي يبين أهم المواد المستخدمة في المزدوجة الحرارية:

الحرف المميز	نوع المزدوجة الحرارية	أقصى درجة حرارية	أقصى فرق جهد كهربائي متولد عند نقطة مرجع صفر مئوي
Type	Thermocouple	Max. Temperature	Max.thermo-voltage $V_0$ at 0 C
T	Cu-CuNi	400 C°	20.869 mV
E	NiCr-CuNi	1000 C°	76.352 mV
J	Fe-CuNi	1200 C°	69.536mV
K	NiCr-Ni	1372 C°	54.865 mV
جدول رقم ( ١٠ )			

ونظراً لأن القوة الدافعة الكهربائية المتولدة من الازدواج الحراري هي ذات قيمة صغيرة جداً فإنه يلزم استخدام طرق قياس ذات دقة عالية. وللحصول على هذه الدقة فإنه تستخدم مقاومة كهربائية متغيرة القيمة مع الدائرة الكهربائية الأصلية وذلك حسب الشكل المرفق:



وفي هذه الدائرة تستخدم مقاومة كهربائية متغيرة متصلة مع منبع كهربائي ثابت وكذلك جهاز الجلفانومتر وفائدة جهاز الجلفانومتر هو أنه يبين فيما إذا كانت الدائرة الكهربائية يمر بها تيار كهربائي أم لا. وللحصول على درجة حرارة المقياس يتم تحريك المنزلق الخاص بالمقاومة المتغيرة حتى نحصل على تيار قيمته (صفر) ( لا يمر تيار من الدائرة). في تلك الحالة يكون التيار المتولد بواسطة المنبع الكهربائي يساوي قيمة التيار الناتج عن الازدواج الحراري، وبقراءة قيمة المقاومة المتغيرة ومن منحنيات المقاومة يمكن الحصول على درجة الحرارة.

## تجربة ( ٤ ) استخدام الزوج الحراري في قياس درجة الحرارة

لكي نوجد علاقة بين الجهد الكهربائي ودرجة الحرارة في المزدوج الحراري نستخدم ثيرمو متر المقاومة البلاتيني للمعايرة كآلاتي:

١. أضف الماء النظيف إلى السخان والثلج المجروش إلى الترمس وإضافة بعض الماء النظيف له.
٢. أحضر ثيرمو متر المقاومة البلاتيني من مكانه ( يحتوي على فيش ذي أربعة أذرع صغيرة ) و صلّه في مكانه على لوح التشغيل ثم ضعه في مكانه في السخان المائي وتأكد ملامسته للماء.
٣. أحضر اثنين من الأزواج الحرارية ( Type K ) و صلهم نهايات حمراء و سوداء.
٤. في البداية ضع كلا الزوجين الحراريين في إناء واحد للتأكد أن الملي فولت يقرأ صفراً مئوياً ثم أعدّه إلى الوضع الأول.
٥. سجل قراءة الملي فولت في نفس الوقت مع قراءة ثيرمو متر المقاومة البلاتيني وذلك عند جهود مختلفة مع مراعاة الاستقرار وكرر ذلك حتى الوصول إلى درجة الغليان.
٦. ارسم العلاقة بين قراءة درجات الحرارة المختلفة على الرسم البياني مع الملي فولت، و هذا المنحنى يستخدم بعد ذلك لقياس و معرفة درجة الحرارة المقاسة بمعرفة فرق الجهد حيث إن قراءة الملي فولت تعبر عن درجة الحرارة المقاسة.
٧. يمكن إعادة التجربة باستخدام زوج حراري آخر.



## الفصل الثالث : المقاومة الكهربائية.

**الجدارة:** قياس درجة الحرارة باستخدام المقاومة الكهربائية.

**الأهداف:** عندما يكتمل هذا الفصل تكون لديك القدرة على معرفة استخدام المقاومة الكهربائية في قياس درجة الحرارة.

**مستوى الأداء المطلوب:** أن يصل المتدرب إلى إتقان هذه الجدارة بنسبة ١٠٠٪.

**الوقت المتوقع للتدريب:** ساعة واحدة .

**الوسائل المساعدة:** ملابس العمل، وثيرمو متر المقاومة البلاتيني، وسخان ماء كهربائي.

**متطلبات الجدارة:** معرفة ما ذكر في جميع الحقائب السابقة.

## ٣-٦ قياس درجة الحرارة بواسطة المقاومة الكهربائية ( PTC ) (Positive temperature coefficient)

تزيد المقاومة الكهربائية للمعادن النقية عموماً بمعدل منتظم وذلك تبعاً لارتفاع درجات الحرارة. والعلاقة الخطية بين مقدار التغير في المقاومة الكهربائية والتغير في درجة الحرارة هي:

$$R_2 = R_1 [1 + \alpha (T_2 - T_1)] \quad (1)$$

حيث إن:

$R_2$  المقاومة الكهربائية للمادة عند درجة الحرارة  $T_2$ .

$R_1$  المقاومة الكهربائية للمادة عند درجة الحرارة  $T_1$ .

$\alpha$  معامل المقاومة الحراري للمادة.

ويمكن استخدام المعادلة رقم (١) في قياس التغير في المقاومة الكهربائية عندما يكون هناك مدى قصير في درجات الحرارة. أما إذا كان المدى في درجات الحرارة كبيراً فتستعمل المعادلة التالية:

$$R = R_0 [1 + aT + bT^2] \quad (2)$$

حيث إن:

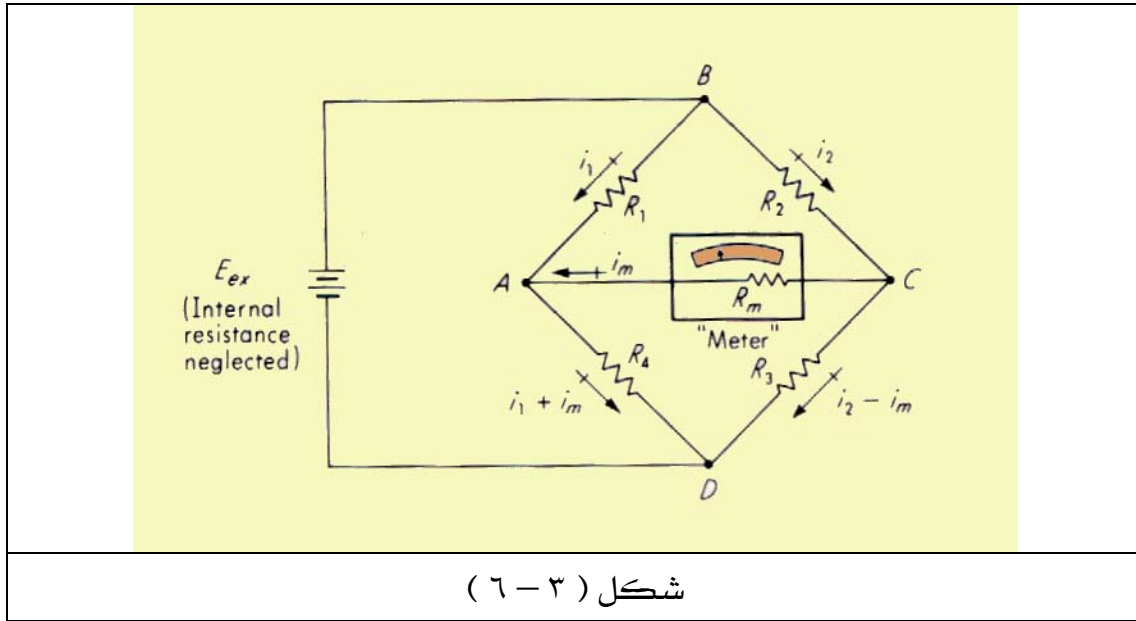
$R$  المقاومة عند درجة الحرارة  $T$ .

$R_0$  المقاومة عند درجة حرارة المرجع  $T_0$ .

$a, b$  عوامل ثابتة تحدد مخبرياً.

طريقة القياس

تقاس درجة الحرارة باستعمال قنطرة هويستون (Wheatstone Bridge) الموضحة بالشكل التالي:



تحتوي قنطرة هويستون على أربع مقاومات منها ( $R_1$  و  $R_2$ ) مقاومتان معلومتان وثابتتان و ( $R_3$ ) مقاومة متغيرة تستخدم لعمل اتزان الجلفانومتر ( $G$ ) ثم المقاومة ( $R_4$ ) وهي المقاومة المجهولة المراد إيجاد درجة الحرارة المقابلة لها والتي تتصل بثيرمومتر المقاومة. عند توصيل المنبع الكهربائي يمر التيار في جميع الأفرع وبواسطة المقاومة المتغيرة يمكن تثبيت مؤشر الجلفانومتر عند وضع الصفر و بتطبيق قانون كيرشوف المغلق نجد أن:

$$\frac{R_4}{R_3} = \frac{R_2}{R_1}$$

Or

$$R_4 = R_3 \times \frac{R_2}{R_1}$$

و بمعرفة ( $R_4$ ) يمكن إيجاد درجة الحرارة المناظرة باستخدام معادلة رقم (١). ومن أهم خصائص ثيرمومترات المقاومة الكهربائية أن لها دقة عالية ويمكن استعمالها في المدى  $220$  to  $600$  C° - ومن أهم المعادن المستخدمة في ثيرمومتر المقاومة الكهربائية النحاس، والنيكل، والذهب، والفضة، والبلاتين.

## تجربه رقم (٥) استخدام ثيرمو متر المقاومة RTD (البلاتيني) في قياس درجة الحرارة

### خطوات التجربة

١. أضف الماء النظيف لسخان الماء.
٢. شغل مصدر الطاقة في السخان ثم ضع ثيرمو متر المقاومة في المكان الخاص به ثم لاحظ قراءة الثيرمو متر وذلك عند جهد معين .
٣. أدر مصدر الطاقة الكهربائي كاملاً ولاحظ قراءة الثيرمو متر أثناء الارتفاع في درجة الحرارة.
٤. استمر بالتسخين حتى تصل إلى درجة الحرارة (١٠٠م) وهي درجة غليان الماء ولاحظ قراءة الثيرمو متر.

### الاستنتاج

نستنتج من هذه التجربة ما يلي:

١. دقة القراءة والقياس لدرجة الحرارة بواسطة ثيرمو متر المقاومة هي دقة عالية.
٢. تكون القراءة التي نحصل عليها من ثيرمو متر المقاومة لحظية وبدقة عالية.

## الفصل الرابع : اشباه الموصلات

**الجدارة:** معرفة كيفية قياس درجة الحرارة بواسطة الثيرموستر (Thermistor).

**الأهداف:** عندما يكتمل هذا الفصل تكون لديك القدرة على قياس درجة الحرارة بواسطة الثيرموستر.

**مستوى الأداء المطلوب:** أن يصل المتدرب إلى إتقان هذه الجدارة بنسبة ١٠٠ %.

**الوقت المتوقع للتدريب:** ساعة واحدة.

**الوسائل المساعدة:** سخان ماء كهربائي.

**متطلبات الجدارة:** معرفة ما سبق في جميع الحقائب السابقة.

## ٣-٧ قياس درجة الحرارة بواسطة الثيرموستر

أشباه الموصلات عبارة عن مادة شبه موصلة للتيار الكهربائي و تتكون من أوكسيد معدني و تتميز بأنها أكثر حساسية من ثيرموستر مقاومة الموصلات ( PTC ) ، و هي منخفضة التكاليف ، و يمكن لثيرموستر أشباه الموصلات أن ينتج بأي شكل كما يمكن وضع بعضها داخل أنبوية ذات قطر. ( ١ ملم ) و مقارنة مع الثيرموتر ذي المقاومة البلاتينية فإن السعة الحرارية لها صغيرة و استجابتها جيدة. و من ميزات هذا الثيرموستر أنه ينتج بسهولة و بأشكال مختلفة كعناصر قياس لدرجة الحرارة تبعا لنوع الاستخدام.

و تتميز أشباه الموصلات بأنها كلما زادت درجة الحرارة قلت المقاومة و بالتالي فالعلاقة غير خطية و تمثل بالمعادلة التالية:

$$R = R_0 \times \left( e^{B \left( \frac{1}{T} - \frac{1}{T_0} \right)} \right)$$

حيث إن:

B = ثابت يعتمد على مادة الثيرموستر

R<sub>0</sub> = مقاومة الثيرموستر عند درجة حرارة المرجع

T = درجة الحرارة للمقاومة ( كلفن )

T<sub>0</sub> = درجة حرارة المرجع ( 293 K )

تمثل هذه العلاقة لوغرتيميا.

ومن أهم مميزات ثيرموستر المقاومة (Negative temperature coefficient) NTC ( ) أنها ذات حجم صغير و لها تخلف زمني قصير و دقة قياس عالية - حتى  $0.01\text{ K}$  - و تاليا جدول مقارنة بين ثيرموستر الموصلات (PTC) و ثيرموستر أشباه الموصلات (NTC):

الثيرموستر ذو المقاومة (الموصلات) (PTC)	الثيرموستر ذو مقاومة اشباه الموصلات (NTC)
يصنع من مواد موصلة مثل الحديد و النحاس	يصنع من مواد شبه موصلة مثل السيليكون و الجرمانيوم
لا يتأثر بالرطوبة	يتأثر بالرطوبة
مدى القياس $200\text{ C}^{\circ}$ - إلى $600\text{ C}^{\circ}$	مدى القياس $100\text{ C}^{\circ}$ - إلى $300\text{ C}^{\circ}$
يستخدم مع قنطرة هويستون	يستخدم مع قنطرة هويستون
كلما زادت درجة الحرارة زادت المقاومة	كلما زادت درجة الحرارة نقصت المقاومة
علاقة خطية بين المقاومة و درجة الحرارة	علاقة غير خطية بين المقاومة و درجة الحرارة

جدول رقم ١

## تجربة رقم (٧) قياس درجة الحرارة باستخدام الثيرموستر (Thermistor)

**الهدف من التجربة:** قياس درجة الحرارة باستخدام الثيرموستر المصنوع من السيلكون أو الجرمانيوم.

### الخطوات:

١. يملأ سخان الماء بماء نظيف مقطر.
٢. أحضر الثيرموستر الزئبقي و قس به درجة حرارة الجو المحيط. اقرأ كذلك درجة الحرارة باستخدام الثيرموستر و قارن بين القراءتين.
٣. اغمس الثيرموستر الزئبقي و الثيرموستر في سخان الماء و اقرأ درجة الحرارة للماء بواسطة الثيرموستر الزئبقي و الثيرموستر.
٤. شغل السخان ثم حرك مفتاح القدرة الخاص بالسخان باتجاه عقارب الساعة ببطء و سجل حرارة الماء الساخن و قارن بين قراءة الثيرموستر الزئبقي و الثيرموستر.
٥. استمر بالتسخين حتى يصل الماء بالسخان إلى درجة الغليان و هي ١٠٠ درجة مئوية.
٦. عند غليان الماء سجل قراءة الثيرموستر الزئبقي و الثيرموستر و قارن بين القراءتين.

### الاستنتاج:

١. إن الماء النظيف يمكن استخدامه في عملية المعايرة من درجة حرارة الجو إلى درجة غليان الماء.
٢. نلاحظ أن درجة الحرارة المسجلة بالثيرموستر تؤخذ بدقة عالية و بتخلف زمني قليل مقارنة مع قراءة الثيرموستر الزئبقي. بمعنى أن الثيرموستر ذو حساسية عالية للتغير في درجة الحرارة.
٣. يمكن نقل التغير في درجة الحرارة باستخدام الثيرموستر إلى إشارة كهربائية - رقمية - و بالتالي يمكن استخدام الثيرموستر في أنظمة التحكم الدقيق بدرجة الحرارة.