القياس والتحكم في العمليات الكيميائية (نظري)

أجهزة قياس درجة الحرارة المستخدمة في دوائر التحكم الأوتوماتيكى

الجدارة :

يجب أن يصل المتدرب إلى الإتقان الكامل وبنسبة ١٠٠٪.

الهدف العام :

معرفة مبادئ طرق قياس درجة الحرارة المستخدمة في العمليات الصناعية وأنواع الأجهزة ومزاياها وعيوبها.

مقدمة الفصل :

درجة الحرارة من المفهوم الفيزيائي هي معيار للطاقة المختزنة في الذرات ولذلك يعتبر قياس درجة الحرارة مهم جدا لجميع نواحي الحياة وخصوصا في العمليات الصناعة. وسيتم التعرف على المبادئ الفيزيائية وأنواع ومدي أجهزة قياس (الترمومترات) درجات الحرارة. وتصنف أجهزة قياس درجات الحرارة حسب الخواص الفيزيائية، مثل، مقاييس درجات الحرارة السائلية مثل الزئبق والكحول، وهي تعتمد في عملها على تغير حجمها أو طولها عند تغير درجة الحرارة، وكذلك مقاييس درجات الحرارة المقاومية والتي تعتمد على تغير المقاومة الكهربائية للمعدن المستخدم مع تغير درجات الحرارة وهي جيدة للقياس وأيضا من أجل استخدامها في أنظمة التحكم الآلي، كذلك مقاييس المزدوجات الحرارية والتي تعتمد على خاصية الحرارة الكهربية الناتجة عن الربط باللحام لمادتين (في الغالب معادن أو سبائك معدنية) مختلفتين وموصلتين للكهرباء وعند موضع الربط (القياس) ينشأ جهد كهربي يتناسب طرديا تقريبا مع درجات الحرارة مما يجعل مجس حراري جيد في أنظمة التحكم الآلي، ويوجد أنواع أخرى من المقاييس مثل مقاييس درجات الحرارة الإشعاعية والتي تعتمد على قياس الإشعاع الكهرومغناطيسي.

الأهداف السلوكية :

يجب أن يكون الطالب قادرا على معرفة أنواع ومزايا وعيوب الأنظمة الآتية لقياس درجة الحرارة :

- الثرمومتر ذو المقاومة الكهربية.
- المزدوج الحراري.
- مقياس الإشعاع الحراري.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

المهام المشمولة : D2, D5 D1,

متطلبات الجدارة :

يجب على الطالب أن يكون قد اجتاز حقيبة : أسس الهندسة الكيميائية.

الوقت المتوقع للتدريب : ٣ ساعات نظري

٣- ١ الانتقال الحراري

قياس درجات الحرارة مهم جدا في العمليات الصناعية. مبدئيا ، لا يمكن أن تنتقل الحرارة بين عنصرين مختلفين إلا إذا كان بينهما فرق في درجة الحرارة. الحرارة تنتقل دائما من العنصر الذي درجة حرارته أعلى إلى العنصر الذي درجة حرارته أقل. وكلما ازداد فرق درجة الحرارة، ازدادت معه قابلية التبادل الحراري، إلى أن تتساوى درجات الحرارة في العنصرين.

لدى الانتقال الحراري، يجب إن يُفرّق بين:

- التوصيل الحراري: من خلال تلامس المادة مع المصدر الحراري، تنتقل كمية الحرارة عبر المادة.
- حمل حراري طبيعي: السائل أو الغاز الساخن يصعد إلى أعلى، والسائل أو الغاز البارد يهبط إلى أسفل.
- الحمل الإجباري: السائل أو الغاز الساخن تجبرهما مضخة أو مروحة على التحرك.

- الإشعاع: مصدر الحرارة يعطي كمية الحرارة من خلال الإشعاع. سطح المادة الذي يسقط عليه الإشعاع الحراري يأخذ كمية الحرارة بدون أن يسخن الغاز الموجود بين المصدر والمادة.

لدي انتقال الحرارة في التطبيقات التقنية، يتشاركفي بعض العمليات كل من التوصيل الحراري والحمل والإشعاع.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

٣- ٢ تصنيف أجهزة قياس درجة الحرارة

يمكن تصنيف أجهزة قياس درجة الحرارة تبعا لمدى درجات الحرارة إلى:

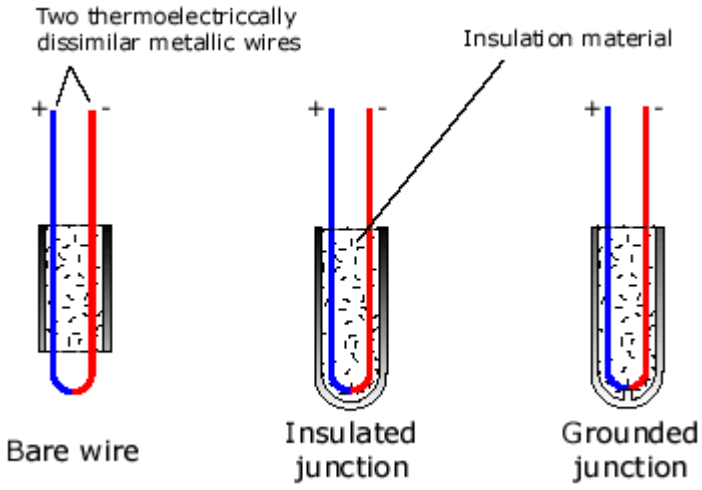
١. ترمومترات (Thermometers) لمدى درجات الحرارة حتى 600° C.
٢. بيرو مترات (Pyrometers) لمدى درجات الحرارة أعلى من 600° C.

٣- ٢- ١ الترمومتر الحراري الكهربائي (Thermoelectric Thermometer)

(المزدوج الحراري) (Thermocouple)

يقيس الترمومتر الحراري الكهربائي درجة الحرارة باستخدام القوة الدافعة الحرارية التي تتولد في مزدوجة حرارية. والمزدوجة

الحرارية عبارة عن اتحاد معدنين مختلفين لتوليد قوة دافعة حرارية كهربائية. وكما يظهر في الشكل (٣- ١)، تكون دائرة واحدة مقفلة باستخدام أسلاك معدنية من معدنين مختلفين. ونتيجة اختلاف درجات الحرارة للجزأين المتصلين ($t_2 > t_1$)، تتولد قوة دافعة كهربائية وتسبب مرور تيار تسمى هذه الظاهرة التأثير الحراري الكهربائي والقوة الدافعة الكهربائية الناتجة في هذا الوقت تسمى القوة الحرارية الكهربائية. ويتحدد مقدار هذه القوة الدافعة تبعا لأنواع المعدنين المستخدمين والفرق في درجة الحرارة للجزأين المتصلين. والجزأين المتصلان، يسمى أحدهما الوصلة المرجعية (وصلة باردة)، والجزء الآخر لقياس درجة الحرارة، يسمى وصلة قياس الحرارة (الوصلة الساخنة).



شكل (٣- ١) مزدوجات حرارية شائعة الاستخدام Typical Thermocouples

٣- ٢- ١- ١ مواد المزدوجات الحرارية (Thermocouple materials)

أهم الخواص المطلوبة للمزدوجات الحرارية هي:

- قوة دفع كهربية كبيرة.
- دقة معايرة.
- مقاومة عالية للصدأ والتأكسد.
- علاقة خطية بين القوة الدافعة الكهربية ودرجة الحرارة.

المواد الشائعة الاستخدام في تكوين المزدوجات الحرارية المستخدمة في الصناعة هي:

- ٣٠٠ - إلى ١٠٠ درجة مئوية للمزدوج (نحاس – كونستنتان).
- صفر إلى ١٣٠٠ درجة مئوية للمزدوج (حديد – كونستنتان).
- ٦٠٠ إلى ١٨٠٠ درجة مئوية للمزدوج (كروميل – الوميل)
- ١٣٠٠ إلى ٢٩٠٠ درجة مئوية (بلاتين – بلاتين روديم)
- ١٠٠٠ إلى ١٦٠٠ درجة مئوية للمزدوج (حديد – كونستنتان) مع الجو المختزل (Reduced atmosphere).
- ١٦٠٠ إلى ٢١٠٠ درجة مئوية للمزدوج (كروميل – الوميل) مع الجو المؤكسد (Oxidized atmosphere).

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

يعطى جدول (٣- ١) النسب المئوية لمكونات بعض السبائك المستخدمة كعنصر حراري.

السبيكة	التكوين الكيميائي Chemical composition					
	AL	Cr	Cu	Fe	Mn	Ni
الوميل Alumel	2			0.5	2.5	95
كروميل Chromel		10				90
كونستنتان Constantan			55			45

جدول (٣- ١) مكونات بعض السبائك المستخدمة كعنصر حراري

جدول (٣- ٢) يبين بعض المزدوجات الحرارية التي تستخدم في قياس درجات الحرارة.

الرمز	المادة		حدود الاستخدام (°م)	
	الجانب +	الجانب -	عادي	تسخين زائد
T	نحاس	سبيكة من النحاس والنيكل	٢٠٠- ٣٠٠	٢٥٠- ٣٥٠
J	حديد	سبيكة من النحاس والنيكل	٦٠٠- ٤٠٠	٧٥٠- ٥٠٠
E	سبيكة من النيكل والكروم	سبيكة من النحاس والنيكل	٧٠٠- ٤٥٠	٨٠٠- ٥٠٠
K	سبيكة من النيكل والكروم	سبيكة من النيكل	١٠٠٠- ٦٥٠	١٢٠٠- ٨٥٠
S	سبيكة من البلاتين والروديوم (١٠٪ روديوم)	بلاتين	١٤٠٠	١٦٠٠
R	سبيكة من البلاتين والروديوم (١٣٪ روديوم)	بلاتين	١٤٠٠	١٦٠٠
B	سبيكة من البلاتين والروديم (٣٠٪ روديوم)	سبيكة من البلاتين والروديوم (٦٪ روديوم)	١٥٠٠	١٧٠٠

جدول (٣- ٢) أنواع المزدوجة الحرارية

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

٣- ٢- ١- ٢ مميزات المزدوج الحراري

- منخفض التكلفة.
- لا يوجد أجزاء متحركة ممكن أن تنكسر.
- نطاق واسع لقياس درجة الحرارة.
- له وقت استجابة قصير نسبيا.
- له دقة قياس مقبولة ويمكن الاعتماد عليه.

يمكن استعمال المزدوجات الحرارية لقياس درجات حرارة عالية جدا وكذلك درجات حرارة منخفضة جدا.

٣- ٢- ١- ٣ بعض عيوب المزدوج الحراري

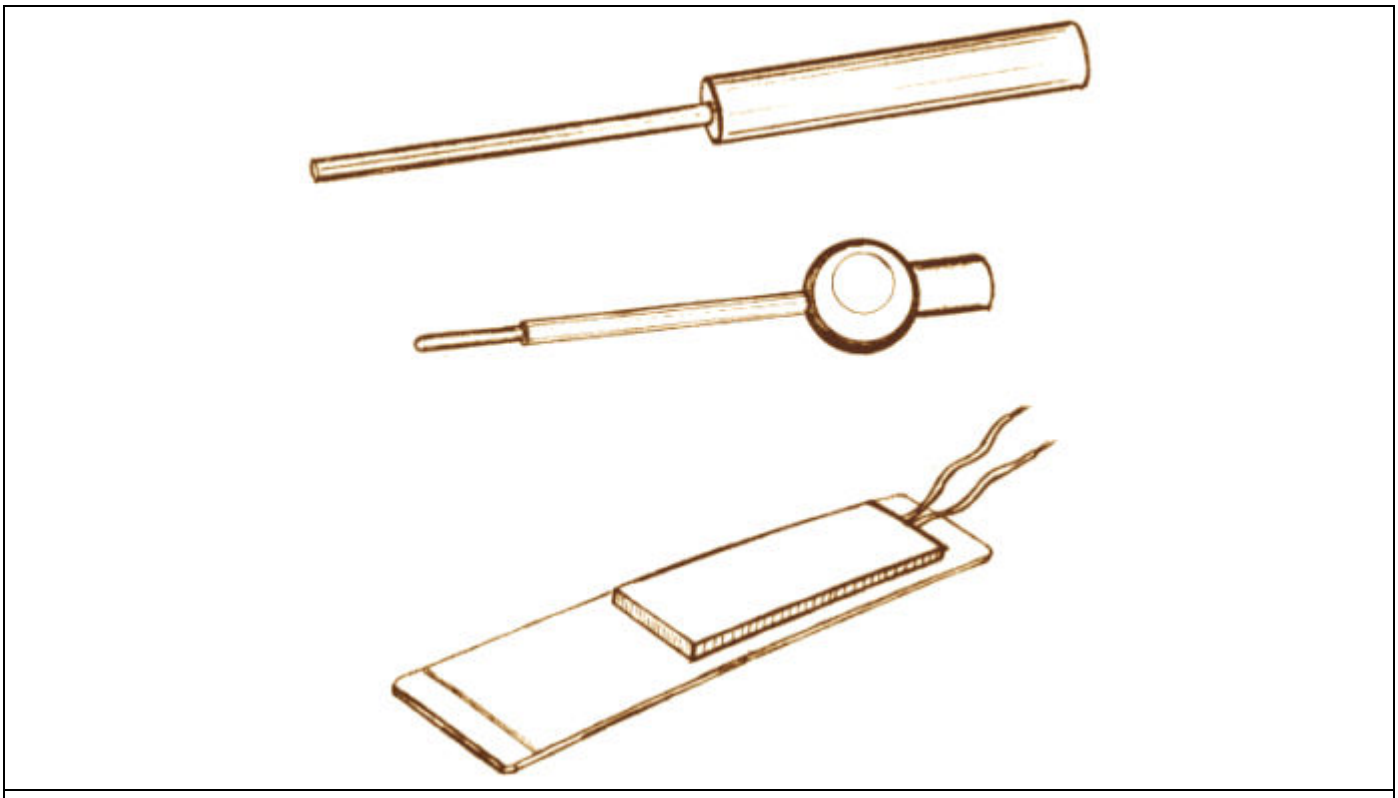
- حساسية قياسه منخفضة (usually 50 µV/°C (28 µV/°F) or less).
- صغر الفولطية الخارجة منه من الممكن التشويش عليا بسهولة، وهذه من الممكن التخفيف منها باستخدام فلاتر للتخلص من الضوضاء، ولكن لا يمكن التخلص منها نهائيا.

٣- ٢- ٢ قياس درجة الحرارة بترمومتر ذو المقاومة الكهربية

Resistance thermometer or resistance-temperature device (RTD)

استخدمت ترمومترات المقاومة لقياس درجات الحرارة المرتفعة من ٥٥٠ إلي ٨٥٠ درجة مئوية، وكانت تعرف باسم بيرومترات المقاومة (Resistance pyrometers). ولكن الآن تستخدم ترمومترات المقاومة لقياس درجات الحرارة لنفس مدى المزدوجات الحرارية خاصة وأن القوة الدافعة الكهربية لمزدوجات الحرارية عند درجات الحرارة المنخفضة صغيرة وبالتالي تكون ترمومترات المقاومة أكثر دقة وأفضل لقياس درجات الحرارة المنخفضة. شكل (٣- ٢) يبين بعض ترمومترات المقومة الشائعة الاستخدام.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر



شكل (٣- ٢) بعض مجسات ترمومترات المقاومة Resistance Temperature Detectors

تعتمد هذا المقياس على تغير مقاومة المعدن المستخدم مع تغير درجة الحرارة حيث أن مقاومة المعادن النقية تزداد خطيا تقريبا مع درجة الحرارة في مجال كبير لدرجة حرارة.

٣- ٢- ٢- ١ بعض مميزات ترمومتر المقاومة:

- مستقر ودقيق.
- علاقته الخطية أحسن من المزدوج الحراري.
- نسبة الإشارة إلي مستوى التشويش عالية (Higher signal-to-noise ratio).

٣- ٢- ٢- ٢بعض عيوب ترمومتر المقاومة:

- غالي.
- يحتاج مصدر تيار كهربي.
- زمن استجابته ليس سريع بالكفاية لبعض التطبيقات.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

٣- ٢- ٣ المقاوم الحراري (مقاومة حساسة للحرارة)

ثيرمستر Thermistor (Thermal Sensitive Resistor)

يتكون من بعض مواد أشباه الموصلات وهي تصنع من أكاسيدالمواد التي تتبع مجموعة الحديد مثل كروميوم، كوبالت، حديد ، مانجنيز، ونيكل. وهي مواد بمعاملات درجة حرارة سالبة (مقاومات NTC) أي أن المقاومة تنخفض عندما تزداد درجة الحرارة و للمقوم الحراري حساسية عالية ويمكن أن ينتج بكميات كبيرة وبتكلفة منخفضة. تستخدم مقاومات NTC كمجسات لدرجة الحرارة في صناعة الغسالات وصناديق التجميد ومجففات الملابس ومراقبة ماء التبريد. المقاوم الحراري يتأثر بسرعة بتغير درجة الحرارة. بعض أشكال الثيرمستر (العنصر الحساس) مبين في شكل (٣- ٣). وهو عادة، يكون على هيئة قضيب أو قرص داخل أنبوبة حماية. يتصل الثيرمستر بجهاز القياس بواسطة أسلاك توصيل من البلاتين.

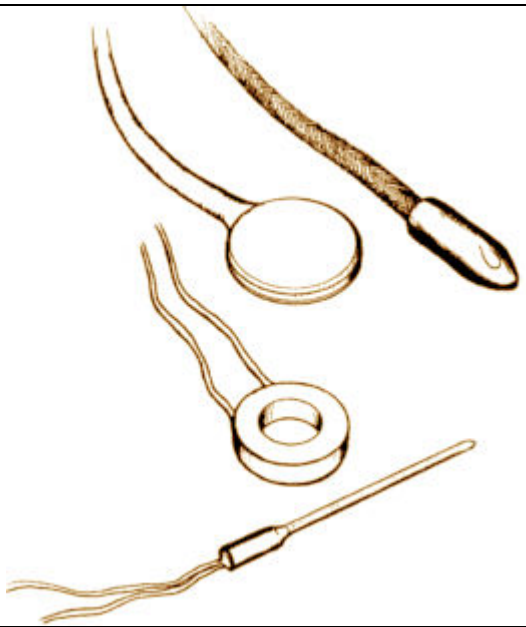
٣- ٢- ٣- ١ بعض مميزات الثرميستورات:

- دقة القياس عالية (≈± 0.02 ° C)، أحسن من ذات المقاومة المعدنية، وأفضل من ذات المزدوجات الحرارية.
- حساسيته عالية، أحسن عشرة مرات تقريبا من ذات المقاومة المعدنية، وأفضل من ذات المزدوجات الحرارية.
- صغير في الحجم بالنسبة للمزدوج الحراري.
- زمن الاستجابة أقصر من نظيره ذات المقاومة المعدنية.
- مستقر ويمكن الاعتماد عليه لزمن طويل.

٣- ٢- ٣- ٢ بعض عيوب الثرميستورات:

- علاقة غير خطية بين المقاومة ودرجة الحرارة. بعكس ذات المقاومات المعدنية التي تكون العلاقة تقريبا خطية.
- نطاق قياس درجة الحرارة محدودة في حدود 150 ° C – 100 –.
- كبر مقاومة عنصر القياس واختلاف القيمة تبعا لنوعية المادة الشبه موصلة.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر



شكل (٣- ٣) أنواع الثيرمستر الشائعة الاستعمال Typical Thermistors

٣- ٢- ٤ ترمومتر الإشعاع الحراري (Thermal Radiation Thermometer)

جميع الأجسام تبث إشعاعات كهرومغناطيسية كدالة لدرجة الحرارة. ويقيس ترمومتر الإشعاع الحراري درجة حرارة الجسم باستخدام العلاقة الثابتة بين شدة الإشعاع ودرجة حرارة الأجسام (قانون بلانك Plank's Law).

امتحان ذاتي رقم ٣

أجب على الأسئلة التالية :-

٣- ١ أكتب قيمة 21° C بالكلفن.

٣- ٢ ما هو الفرق بين : (أ) ترمومتر. (ب) بيرومتر.

٣- ٣ ما هي المزدوجة الحرارية؟

٣- ٤ أيهما أكثر دقة وأفضل في قياس درجات الحرارة المنخفضة : (أ) ترمومتر مقاومة. (ب) المزدوجات الحرارية.

٣- ٥ أيما أكثر دقة وأعلى حساسية لقياس درجات الحرارة : (أ) ثرمستر. (ب) المقياس ذات المقاومة المعدنية. (ج) المقاييس ذات المزدوجات الحرارية.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر