مقدمة

يسرنا ان نقدم هذا الكتاب لطلبة السنوات الاولى بالجامعات حيث يشمل الكتاب على طرق اجراء التجارب والاساس النظرى لكل تجربة وشرح للظواهر التى تناولتها واثباتها للقوانين والمعادلات الرياضية التى تطبق عليها.

ولقد توخينا فى اسلوبه بساطة التعبير وسهولة اللفظ كى يستطيع الطالب فهمه نظريا وتطبيقه عمليا. كما ان المؤلفون حرصوا على ان تكون مجموعة التجارب العملية التى يحتويها الكتاب قد قام الطالب بدراستها نظريا سواء فى المرحلة الثانوية او فى الفرقة الاولى الجامعية.

فعندما يدرس الطالب نظرية او ظاهرة معينة لابد له من تطبيق عملى لإثبات صحة النظرية او لتفسير هذه النظرية. ويأمل المؤلفون ان يستوعب الطالب اولا محاضراته ثم يلجأ بعد ذلك الى هذا الكتاب لتثبيت معلوماته وللتدريب على التطبيق السليم للقوانين الفيزيائية ولتنمية المواهب وتدريبها عمليا على الاستخدام الامثل للأجهزة والعناية بإجراء التجربة ودقة الملاحظة وتحليل النتائج وتعويد الطلاب عل الدقة فى القياس واجراء الحسابات ورسمها بيانيا.

فهرس المحتويات

مقدمة 1
فهرس المحتويات 2
معادلات الخط المستقيم 3
بعض اجهزة قياس الطول المستخدمة 5
الحرارة – تعريفات هامة 7
تحقيق قانون نيوتن للتبريد 9
تعيين الحرارة النوعية لجسم صلب بطريقة "الخلط" 13
تعيين المكافئ الميكانيكى الحراري بطريقة (جول) 16
تعيين معامل التوصيل الحراري لمادة رديئة التوصيل (قرص لى) 19
تعيين معامل التوصيل الحراري للمطاط 22
تعيين معامل التمدد الطولى بطريقة " جنتر" 25

معادلات الخط المستقيم

تتركز الطرق الرئيسية لتعيين الكميات الطبيعية فى نظام ما بحصر عدد المتغيرات فى هذا النظام الى متغيرين فقط يسمى أحدهما المتغير المستقل وهو الذي يمكننا التحكم فيه وتغييره والاخر يسمى المتغير التابع والذي يكون تغيره تابعا للمتغير المستقل من خلال علاقة رياضية بسيطة يمكننا تمثيلها بيانيا. الامر الذي يودي فى نهاية الامر الى تعيين الكمية الطبيعية المجهولة وابسط هذه العلاقات هى تلك التى يمكننا تمثيلها بيانيا على صورة خط مستقيم ويتم تعيين الكمية الطبيعية المجهولة عادة بمقارنة المعادلة الاساسية للتجربة بالصورة المماثلة لها من المعادلة النظرية (1،2،3). حيث هناك ثلاثة انواع للمعادلات الخطية وهي كالاتى:

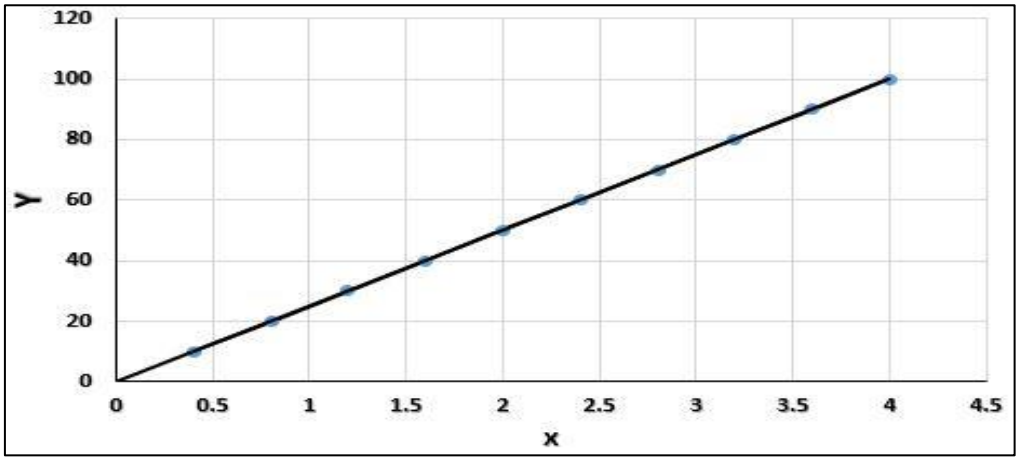
معادلة خط مستقيم يمر بنقطة الاصل وتكتب على الصورة

$$Y = m X$$

حيث X هى المتغير المستقل وYهى المتغير التابع ومن المألوف ان يمثل المتغير المستقل على المحور الافقى والمتغير التابع على المحور الرأسى.

وm تمثل ميل الخط المستقيم وهو ظل الزاوية التى يصنعها هذا الخط مع المحور الافقى ويمكن حسابه باختيار اى نقطتين يمر بهما الخط حيث يكون

$$m = \tan\theta = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x}$$

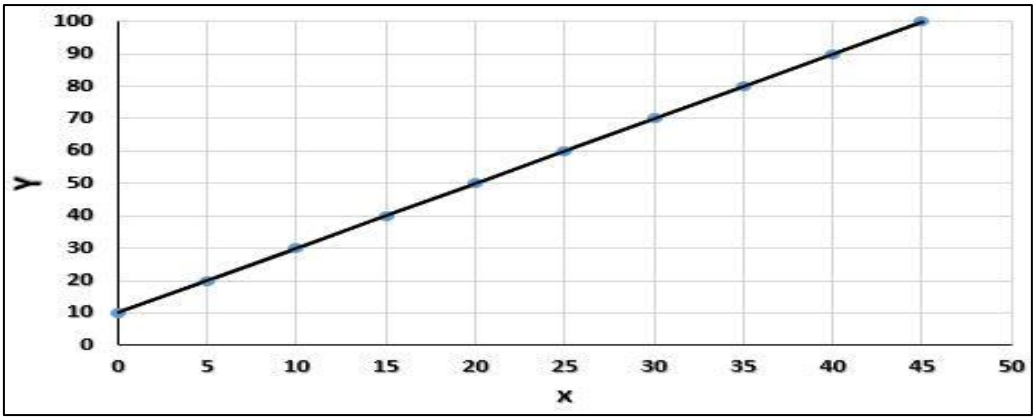


معادلة خط مستقيم يقطع جزء موجب من محور الصادات

$$Y=m\,X + C$$

حيث C تمثل الجزء المقطوع وm تمثل ميل الخط المستقيم ويمكن حسابه باختيار اى نقطتين يمر بهما الخط حيث يكون

$$m = \tan\theta = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x}$$

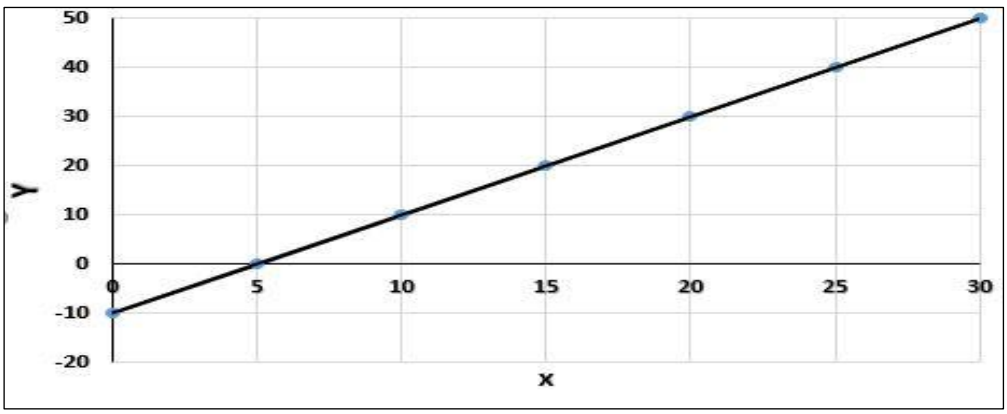


معادلة خط مستقيم يقطع جزء سالب من محور الصادات

$$Y=m\,X - C$$

حيث C تمثل الجزء المقطوع وm تمثل ميل الخط المستقيم ويمكن حسابه باختيار اى نقطتين يمر بهما الخط حيث يكون

$$\boldsymbol{m = \tan\theta = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x}}$$

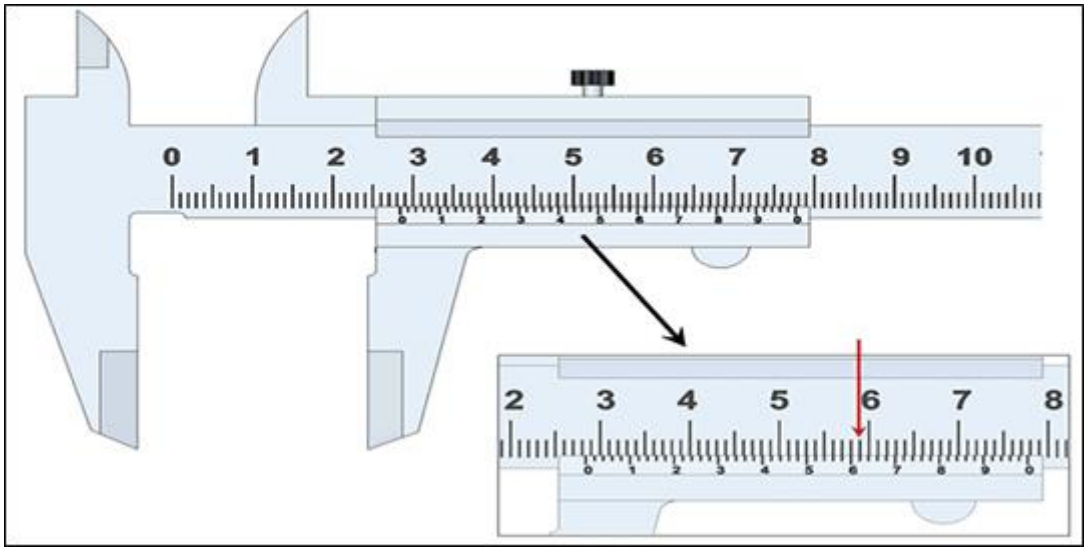


بعض اجهزة قياس الطول المستخدمة

القدمة ذات الورنية: -

وتتركب من تدريج منزلق يمكنه التحرك (الانزلاق) على تدريج اخر وهو التدريج الاساسى ويكون التدريج المنزلق أصغر قليلا من تقسيم التدريج الاساسى. التدريج الاساسى ينقسم الى سنتيمترات وكل سم منها ينقسم الى 10 مم والتدريج المنزلق منقسم الى 10 اقسام ولكن كل قسم من اقسام التدريج المنزلق يكون اقل من 0.1 مم منه فى التدريج الاساسى.

ولقياس طول جسم معين يوضع هذا الجسم بين الطرف الثابت والمتحرك للقدمة بحيث تتلامس طرفى التدريج المتحرك والتدريج المنزلق مع نهاية الجسم المواجه له.

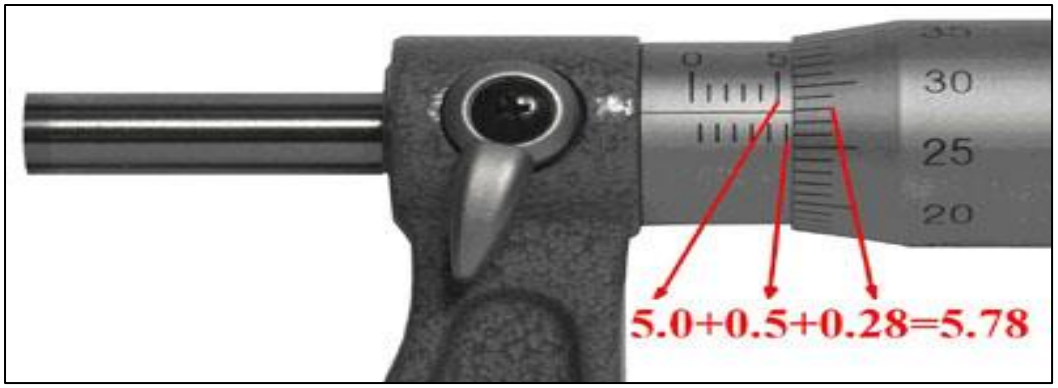


وتؤخذ قراءة التدريج الاساسى التى يشير اليها صفر التدريج المنزلق فتكون هى طول الجسم. وفى حالة عدم انطباق صفر الجزء المنزلق على تدريج صحيح من الجزء الاساسى مثل ان يكون صفر التدريج المنزلق من القدمة منطبقا على الجزء بين 2.8 و2.9 ففى هذه الحالة يبحث عن اى تدريج من الجزء المنزلق يكون منطبقا على اى تدريج من الجزء الثابت (الاساسى) من القدمة ويكون رقم هذا التدريج (فى الجزء المنزلق) هو الكسر العشرى الثانى الذي سيضاف الى 2.8 فاذا كان رقمه 6 مثلا فيصبح طو الجسم 2.86 سم.

الميكرومتر: -

وهذا يعتبر نوع اخر من اجهزة قياس الطول يمكننا من قياسه بطريقة أكثر دقة من القدمة ذات الورنية. وهذا الجهاز يتركب من راس دائرية مدرجة تتحرك على تدريج ثابت مواز لمحور هذه الراس الدائرية. وهذه الراس الدائرية مدرجة الى عدد محدد ومتساوى من الاقسام. وكل دورة كاملة تدورها تعادل 1 مم على التدريج الثابت لذلك فهى تقيس الكسر من المليمتر. فاذا كانت هذه الراس الدائري مقسمة الى 100 جزء وكان كل دورة كاملة لها تعادل 1 مم من التدريج الثابت فان كل قسم سوف يعادل 100/1 مم.

وهناك انواع من الميكروميتر يعمل راسها الدائرى المتحرك دورة كاملة تعادل 0.5 مم على التدريج الافقى الثابت. فإذا كانت كل دورة كاملة من الراس الدائرى المتحرك تعادل 0.5 مم على التدريج الافقى الثابت وكانت هذه الراس الدائري مقسمة الى 50 جزء مثلا فان كل قسم يعادل100/1 من المليمترات كما بالشكل.



الحرارة – تعريفات هامة

1- **درجة الحرارة:** - حالة الجسم التى تسمح بسريان الحرارة منه او اليه عند اتصاله بجسم اخر. وهي تعبر عن متوسط طاقة حركة جزيئات المادة. (درجة مئوية C^0 او درجة كلفينية K^0).

2- **كمية الحرارة:** - هي تعبر عن مجموع طاقة حركة الجزيئات المكونة للمادة. (السعر Cal)

3- **السعر:** - هو كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة جرام واحد من الماء درجة واحدة من 14.5 درجة مئوية الى 15.5 درجة مئوية.

4- **الحرارة النوعية (S):** - هى كمية الحرارة اللازمة لرفع (او خفض) درجة جرام واحد من المادة درجة واحدة مئوية. (سعر/جم / درجة مئوية - $\mathrm{cal / gm/C^0}$).

5- **السعة الحرارية:** -هى كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة الجسم كله درجة مئوية واحدة. (سعر / درجة مئوية - cal/C^0).

6- **قانون نيوتن للتبريد**: - معدل التبريد لجسم ساخن يتناسب مع الفرق فى درجة الحرارة بين الجسم وبين الوسط المحيط به.

7- **معدل التبريد:** -هو كمية الحرارة المفقودة فى وحدة الزمن.

8- **المكافئ الميكانيكى الحراري (قانون جول) "J":** -إذا تحولت الطاقة الكهربية فى موصل تحولا كاملا الى طاقة حرارية فان النسبة بين الطاقة الكهربية والمبذولة الى الطاقة الحرارية المتولدة تكون ثابتة دائما وتساوى 4.18 جول /سعر. (جول / سعر – $Joule\ /\ cal$) او هو مقدار الطاقة الميكانيكية بالارج اللازمة لتوليد طاقة حرارية قدرها 1 سعر.

$$Joule\ =\ 10^7\ erg$$

9- **الميل الحراري:** -هو **معدل** انخفاض درجة الحرارة عبر الجسم. او هو الفرق بين درجتى الحرارة عند نقطتين المسافة بينهما واحد سم. (درجة مئوية / سم – $C^0/\ cm$).

10- **معامل التوصيل الحراري لمادة (k)**: - هو كمية الحرارة التى تنتقل فى الثانية بطريق التوصيل خلال وحدة المساحات من ماده سمكها واحد سنتيمتر عندما يكون الفرق بين درجتى حرارة جانبيها درجة واحدة مئوية.

او هو معدل انسياب الحرارة خلال وحدة المساحات لوحدة الميل الحراري.

(سعر/ سم. ثانية. درجة مئوية – $\mathrm{Cal}/c\mathrm{m}\,.\,\mathrm{sec}\,.\,C^0$).

11- **معامل التمدد الطولى لساق معدنى (y)**: - هو الزيادة فى وحدة الاطوال لساق معدنى فى درجة الصفر المئوى إذا ارتفعت درجة حرارته درجة واحدة مئوية. $(C^0)^{-1}$

12- **الميل الحراري** (G): هو معدل انخفاض درجة الحرارة خلال واحد سم من الجسم.

يعطى بالمعادلة: - $G = (T_1 - T_2)/d$.

تحقيق قانون نيوتن للتبريد

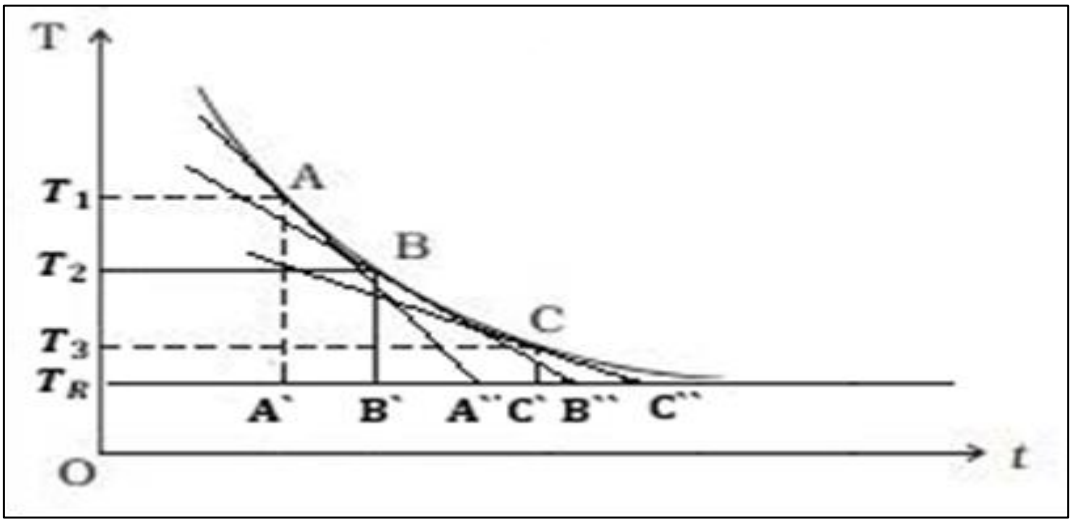
الغرض من التجربة

1- تحقيق قانون نيوتن للتبريد لسائل ما.

نظرية التجربة

إذا ترك جسم ساخن فى وسط بارد فان درجة حرارته تنخفض تدريجيا ويكون الانخفاض سريعا فى البداية ثم يقل تدريجيا حتى تتساوى درجة حرارة الجسم والوسط. وقد درست هذه الظاهرة معمليا واثبت صحتها وصيغت فيما يعرف بقانون **نيوتن** وينص على ان **معدل التبريد يتناسب طرديا مع الفرق بين درجة حرارة الجسم و الوسط**

ولتحقيق القانون عمليا تؤخذ عدة قرارات لدرجة الحرارة لسائل او لجسم ساخن متروك ليبرد فى الهواء وذلك حتى تصل لدرجة حرارة الغرفة - وذلك كل دقيقة - ثم نرسم منحنى التبريد وهو يمثل العلاقة بين درجتى الحرارة T والزمن t ومن هذا المنحنى يمكن تحقيق القانون.



استنتاج القانون

إذا انخفضت درجة حرارة جسم ساخن من (T_2) الى (T_1) فى زمن مقداره Δt فيمكن كتابة "قانون نيوتن " رياضيا فى الصورة:

$$\frac{\Delta T}{\Delta t}\ \alpha\ (T_2 - T_1)$$

$$\frac{\Delta T}{\Delta t} = \mathrm{C}\ (T_2 - T_1) \qquad (1)$$

حيث (C) ثابت نيوتن. وله نفس القيمة عند درجات الحرارة المختلفة($T_1, T_2, T_3, \ldots$)
وبأخذ ثلاث نقاط عند مواضع مختلفة لدرجات الحرارة على منحنى التبريد (شكل 2) ونرسم عندها المماسات $AA`.BB`.CC`$ وكذلك نسقط منها الاعمدة $AA``.BB``.CC``$ على الترتيب.
ميل المماس عند اى نقطة على المنحنى ($\Delta Y / \Delta X$) يمثل معدل التبريد ($\Delta T/\Delta t$)
العمود الساقط عند اى نقطة من المنحنى يمثل الفرق بين درجتى حرارة الجسم والوسط (ΔT) مع مراعاة ان T_R تمثل درجة حرارة العرفة وبذلك فان قانون نيوتن.

1- عن النقطة (A) وباستخدام معادلة (1) يمكن وضعه على الصورة

$$\frac{\Delta T}{\Delta t} = C_A\ (T_1 - T_R)$$

حيث (C_A) ثابت نيوتن عند النقطة (A)، ومن الشكل (2) يمكن وضع العلقة السابقة فى الصورة

$$\frac{AA`}{A`A``} = \mathrm{C}_A\ AA` \qquad \therefore \mathrm{C}_A = \frac{1}{A`A``} \qquad (2)$$

2- وبالمثل عند النقطة B فان: -

$$\frac{BB`}{B`B``} = \mathrm{C}_B\ BB` \qquad \therefore \mathrm{C}_B = \frac{1}{B`B``} \qquad (3)$$

3- وعند النقطة C فان: -

$$\therefore \mathrm{C}_C = \frac{1}{C`C``} \qquad (4)$$

حيث C_C، C_B هما ثابتا نيوتن عند النقطتين C، Bعلى الترتيب.
ومن نص قانون نيوتن للتبريد والعلاقة (1) يتضح انه لابد ان تكون الثوابت الثلاث السابقة متساوية اى ان:

$$\mathrm{C}_A = \mathrm{C}_B = \mathrm{C}_C \qquad (5)$$

وبالتعويض من المعادلات (2)، (3)، (4) فى المعادلة (5) ينتج ان:-

$$\frac{1}{A`A``} = \frac{1}{B`B``} = \frac{1}{C`C``}$$

اى انه لكي يتحقق القانون فان: -

$$A`A`` = B`B`` = C`C`` \qquad (6)$$

الأدوات المستخدمة

حمام مائى - مسعر صغير به ثلثيه ماء مثلا (او اى سائل اخر)- قاعدة خشبية - مسعر اسطوانى به قليل جدا من الماء - ترمومتر زئبقى – ساعة إيقاف .

خطوات العمل: -

1- املا مسعر اسطوانى صغير حتى ثلثيه بكمية من سائل وليكن الماء.
2- سد فوهة المسعر بسدادة الفلين الموجودة بالقاعدة الخشبية وضع ترمومتر فى السدادة لنقيس به درجة الحرارة.
3- ضع المسعر وبه السائل داخل حمام مائى.
4- اترك المسعر ليسخن وبه السائل حتى درجة حرارة مناسبة ولتكن ($80\ C^0$).
5- اخرج المسعر من الحمام المائى وضعه فى المسعر الاسطوانى واتركه ليبرد.
6- سجل قراءة لدرجة الحرارة (T) كل دقيقة (t) وكرر هذا العمل حتى تصل الى ($30\ C^0$).

7- ضع النتائج فى جدول.

8- ارسم العلاقة بين درجة الحرارة (T)، والزمن (t) لتحصل على منحنى التبريد ثم نطبق فى نظرية التجربة لإثبات القانون.

النتائج

الحرارة T	الزمن t	الحرارة T	الزمن t	الحرارة T	الزمن t	الحرارة T	الزمن t

تعيين الحرارة النوعية لجسم صلب بطريقة "الخلط"

الغرض من التجربة

تعيين الحرارة النوعية للرصاص.

نظرية التجربة

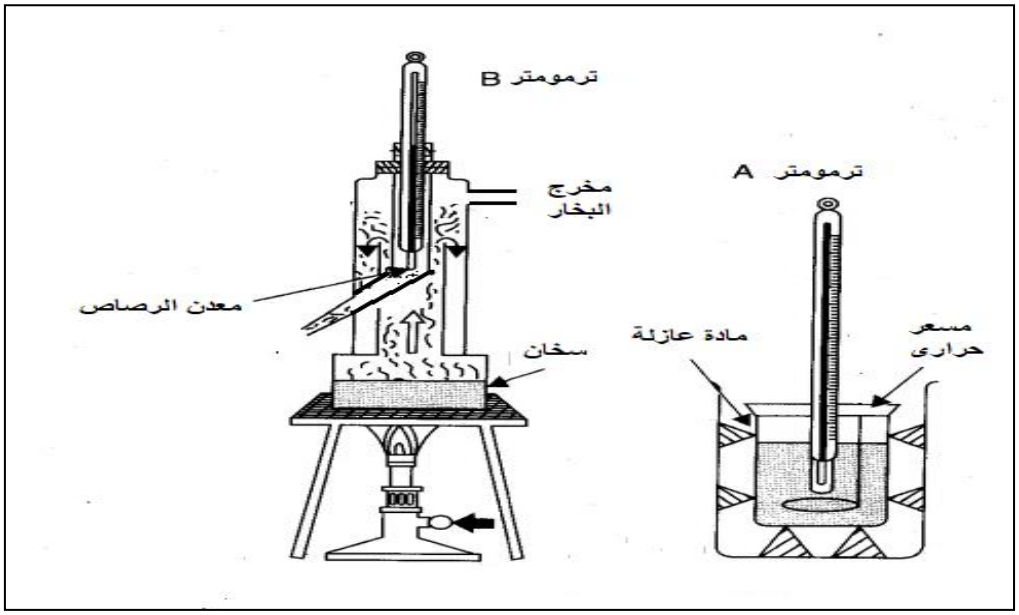
إذا أضيف جسم الى اخر وكانت درجتا حرارتهما مختلفتين فان الجسم الأعلى في درجة الحرارة يفقد كمية من حرارته ويكتسبها الجسم الاخر حتى تتساوى درجة حرارتهما، وتكون كمية الحرارة التي فقدها الجسم الأول = كمية الحرارة التي اكتسبها الجسم الاخر.

وتتناسب كمية الحرارة(Q) تناسب طرديا مع كتلة المادة(M) والتغير فى درجة الحرارة (Δt) حيث:

$$Q \; \alpha \; M \; \Delta t$$

$$Q = S \; M \; \Delta t$$

حيث (S) الحرارة النوعية للجسم الصلب وتعرف بانها كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة واحد جرام من المادة درجة واحدة مئوية ووحدتها سعر/جرام/درجة مئوية.



فكرة التجربة

نأخذ جسما صلبا كتلته (m) من مادة حرارتها النوعية (s) ونسخنه فى الجهاز الموضح بالشكل الى ان تصل درجة حرارته الى قيمة مناسبة T ولتكن درجة حرارة بخار الماء، ونأخذ كمية من السائل كتلتها (m_1) وحرارتها النوعية (s_1) فى مسعر (a) كتلته (m_2) وحرارته النوعية (s_2) ولتكن درجة حرارتها الابتدائية معا (T_1). وعند ثبات درجة حرارة الجسم الصلب عند درجة (T) نلقيه فى السائل بسرعة ونقلب المخلوط جيدا ونعين درجة الحرارة الاتزان للمخلوط ولتكن (T_2) فاذا اهملنا كمية الحرارة المفقودة فى المسعر بالحمل والاشعاع فان:-

كمية الحرارة المكتسبة بواسطة المسعر والسائل = كمية الحرارة المفقودة من الجسم الصلب

$$m \,.\, S \,.\, (T - T_2) \;=\; m_1 S_1 (T_2 - T_1) \;+\; m_2 S_2 (T_2 - T_1)$$

$$m \,.\, S\, (T - T_2) \;=\; (\, m_1 S_1 \;+\; m_2 S_2)(T_2 - T_1)$$

وعليه فإنه يمكن حساب الحرارة النوعية من العلاقة

$$S \;= \frac{(\, m_1 S_1 + m_2 S_2)(T_2 - T_1)}{m \,.(T - T_2)} \qquad (1)$$

الادوات المستخدمة

-مسعر حراري معزول حراريا بوضعه في مسعر خارجى وبينهما مادة عازلة لتقليل الفقد في الحرارة عن طريق الحمل والاشعاع.

- جهاز لتسخين الجسم الصلب – (c) أسطوانة داخلية – (T) ترمومتر لقياس درجة الحرارة.

خطوات العمل

1- ضع كمية مناسبة من الجسم الصلب داخل الانبوبة (c) ثم حركها حتى يتم غلقها بحيث لا تسمح لكرات الجسم الصلب بالنزول.

2- زن المسعر الداخلى (a) جافا ونظيفا (m_1)، ثم اعد وزنه بعد وضع كمية مناسبة من الماء به، ومن ذلك احسب وزن الماء (m_2)، وسجل درجة حرارتهما (T_1) .

3- ادخل الترمومتر من سدادة الانبوبة (c) حتى يلامس الجسم الصلب. ثم اوقد لهب بنزن أسفل جهاز التسخين.

4- انتظر حتى يغلى الماء فى جهاز التسخين ويخرج البخار من الفتحة (d) وتثبت قراءة الترمومتر عند درجة حرارة (T).

5- أسقط الجسم الصلب بسرعة فى المسعر المعزول حراريا (a). وذلك برفع الانبوبة الداخلية (c) ثم قلب الجسم الصلب فى المسعر وسجل اعلى درجة حرارة الاتزان للمخلوط بالترمومتر ولتكن (T_2).

6- احسب كتلة الجسم الصلب (m) حيث $m = m_2 - m_1$.

7- بمعرفة الحرارة النوعية للماء ($s_2 = 1\text{Cal /gm/deg}$) وكذلك لمادة المسعر ($s_2 =$ 0.1Cal /gm/deg) وبالتعويض فى القانون (1) يمكن حساب قيمة الحرارة النوعية للجسم الصلب (S).

النتائج

- كتلة المسعر فارغا m_1 = جم
- كتلة المسعر والماء معا = جم
- كتلة الماء المستعمل m_2 = جم
- كتلة المسعر ومحتوياته بعد الخلط = جم
- كتلة الجسم الصلب المستعمل m = جم
- درجة حرارة الماء والمسعر قبل الخلط T_1 = درجة مئوية
- درجة حرارة الجسم قبل الخلط T = درجة مئوية
- درجة حرارة المخلوط عند الاتزان T_2 = درجة مئوية

نعوض من النتائج السابقة فى المعادلة التالية نحصل على الحرارة النوعية للجسم الصلب(S).

$$S = \frac{(m_1 S_1 + m_2 S_2)(T_2 - T_1)}{m\,.\,(T - T_2)}$$

تعيين المكافئ الميكانيكى الحراري بطريقة (جول)

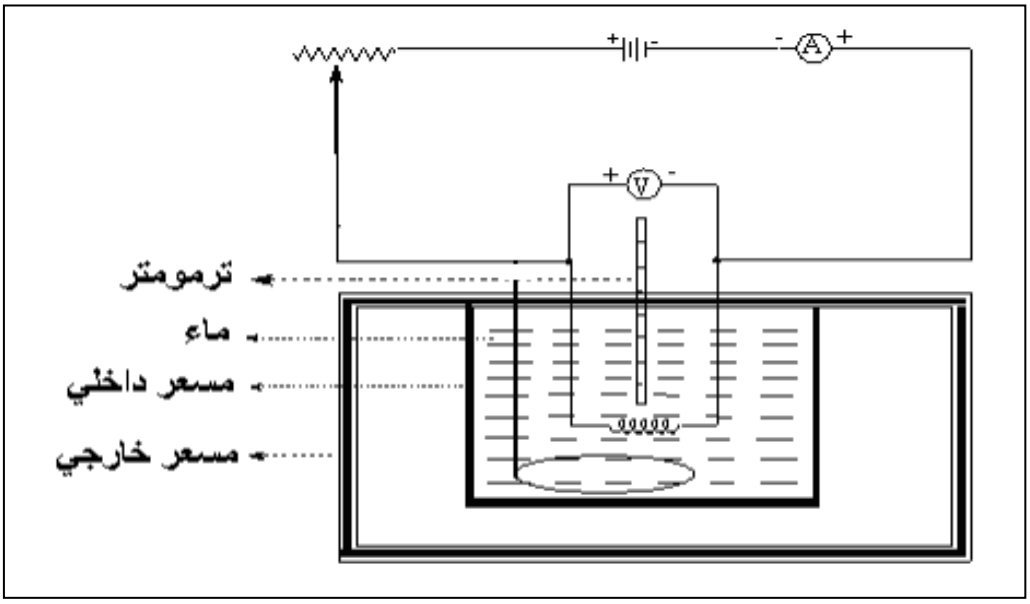
الغرض من التجربة

1- دراسة خاصية التأثير الحراري للتيار الكهربى.
2- تعيين المكافئ الميكانيكى الحراري.

نظرية التجربة

من المعروف ان المقاومة الكهربية تنتج من تصادم الالكترونات الحرة بأيونات الموصل ومعنى هذا ان الالكترونات الحرة تفقد طاقة حركتها (التى اكتسبتها بتأثير المجال الكهربى) عند تصادمها بالأيونات المذكورة، وهذا يؤدى الى اتساع سعة اهتزاز الايونات حول موضع استقرارها، مما يؤدى الى ارتفاع درجة حرارة الموصل. اى ان الطاقة الكهربية تتحول الى طاقة حرارية. فلو مر تيار فى مقاومة فان هذه المقاومة سوف ترتفع درجة حرارتها.

وينص قانون جول على انه إذا تحولت الطاقة الكهربية فى موصل ما تحولا كاملا الى طاقة حرارية فان النسبة بين الطاقة الكهربية المبذولة الى الطاقة الحرارية المتولدة تكون نسبة ثابتة دائما تدعى المكافئ الميكانيكى الحرارى (مكافئ جول(J ويساوى 4.18 جول/سعر.



القانون المستخدم

إذا مر تيار شدته (I) امبير لمدة زمنية t ثانية فى موصل فرق الجهد بين طرفيه (V) فولت كانت الطاقة المستهلكة بين هاتين النقطتين تساوى (VIt جول) وهذه الطاقة تظهر على شكل حرارة وتكون كمية الحرارة المتولدة قدرها (H) سعر بحيث ان: -

$$J = V\,I\,t/H \qquad (1)$$

ومن هذه المعادلة يتضح انه لتقدير قيمة (J) يلزم معرفة الطاقة الحرارية المتولدة نتيجة مرور التيار الكهربى فى السلك، التى يمكن تعينها عن طريق نقلها الى مسعر حراري نحاس به ماء وتحسب (H) من العلاقة: -

$$H = (m_1 . S_1 + m_2 . S_2)(T_2 - T_1) \qquad (2)$$

حيث m_1 كتلة المسعر النحاس فارغا. m_2 كتلة الماء.

S_1 هى الحرارة النوعية للمسعر النحاسى وتساوى 0.1 سعر / جرام / م^0.

S_2 الحرارة النوعية للماء وتساوى 1 سعر /جرام / م^0.

T_1 درجة الحرارة الابتدائية للمسعر والماء قبل مرور التيار.

T_2 درجة الحرارة النهائية للمسعر الماء بعد مرور التيار زمن t.

الادوات المستخدمة

مسعر مملوء بكمية من الماء تكفي لغمر سلك التسخين المصنوع من التنجستن، ومعزول حراريا وذلك بوضعه فى مسعر خارجى وبينهما عازل من اللباد لتقليل الفقد فى الحرارة بالحمل والاشعاع (T) ترمومتر لقياس درجة الحرارة – بطارية – اميتر – فولتميتر – ريوستات – ساعة إيقاف - أسلاك توصيل

خطوات العمل

1- احضر مسعرا واعرف كتلته m_1 ونفرض ان الحرارة النوعية لمادة المسعر S_1

2- نضع بالمسعر السائل المعلوم حرارته النوعية بحيث يكفي هذا السائل لغمر السلك الذي سيولد الحرارة ونعين وزن الماء m_2 وحرارتها النوعية S_2.

3- سجل درجة الحرارة الابتدائية للماء والمسعر T_1.

4- صل الدائرة الكهربية كما بالشكل واضبط الريوستات بحيث يمر تيار مناسب فى الدائرة عند قفلها (حوالي 2 امبير) وعين قراءة الفولتميتر (V) وان تكون قيمهم ثابتة طول التجربة.

5- باستخدام ساعة الايقاف عين الزمن الذي ترتفع فيه درجة الحرارة بمقدار (T2=5C0) اعلى درجة الحرارة الابتدائية (T_1).

6- عوض فى المعادلات السابقة بالقيمة المقاسة تحصل على المكافئ الميكانيكى الحراري.

النتائج

كتلة المسعر فارغ ونظيف	m_1	=	جرام
كتلة المسعر وبه كمية كافية من الماء		=	جرام
كتلة ماء	m_2	=	جرام
درجة الحرارة الابتدائية	T_1	=	درجة مئوية
شدة التيار I		=	امبير
فرق الجهد V		=	فولت
زمن مرور التيار t		=	ثانية
درجة الحرارة النهائية	T_2	=	درجة مئوية

كمية الحرارة المتولدة

$$H = (m_1 . S_1 + m_2 . S_2)(T_2 - T_1) =$$

المكافئ الميكانيكي الحراري

$$J = \frac{V I t}{H} =$$

تعيين معامل التوصيل الحراري لمادة رديئة التوصيل (قرص لى)

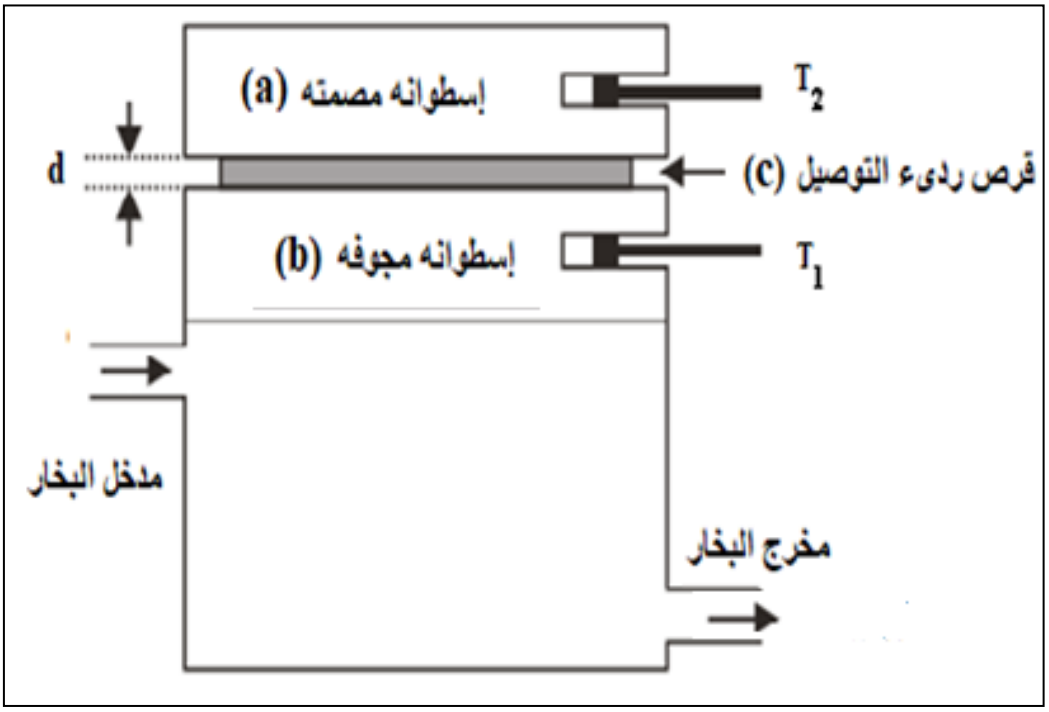
الغرض من التجربة

تعيين معامل التوصيل الحراري لمادة رديئة التوصيل باستخدام قرص معدنى.

نظرية التجربة

عند وضع القرص (c) بين الاسطوانتين (b)، (a) الموجود بكل منهما ثقب يوضح بكل منهما ترمومتران T_1، T_2 والسماح لبخار الماء بالمرور خلال (b) الى ان تصل المجموعة الى وضع الثبات الحراري وذلك عند ثبات قراءة T_1، T_2.

ولان الاسطوانتين مصنوعتين من مادة جيدة التوصيل للحرارة فانه يمكن اعتبار ان T_1، T_2 تمثلان درجتى حرارة السطحين العلوي والسفلى للقرص رديء التوصيل (c)، وفى وضع الثبات تكون كمية الحرارة المنتقلة خلال القرص (c) بطريق التصويل فى فترة زمنية معينة هى نفسها كمية الحرارة التى تفقدها الاسطوانة (a) بطريق الاشعاع فى نفس الفترة الزمنية.



استنتاج القانون

يتناسب معدل انتقال كمية من الحرارة $\Delta H/\Delta t$ (حيث Δt يمثل التغير فى الزمن) خلال قرص من الفلين مع: -

$$\Delta H/\Delta t \; \alpha \; A \quad ; A = \pi r^2 , \pi = 3.14 \quad (1)$$

حيث (A) تمثل مساحة القرص، (r) نصف قطر القرص.

$$\Delta H/\Delta t \; \alpha \; G \quad ; G = (T_1 - T_2)/d \qquad (2)$$

حيث (G) الميل الحراري للقرص، (d) سمك القرص ويمكن قياسه باستخدام جهاز " القدمة ذات الورنية.

$$\frac{\Delta H}{\Delta t} = K.A.G \qquad (3)$$

حيث K يمثل معامل التوصيل الحراري لقرص الفلين. وحيث ان

$$\Delta H/(\Delta t) = m.S.(\frac{\Delta T}{\Delta t}) \quad (4)$$

حيث (m) كتلة الاسطوانة المصمتة m= 900 gm

(S)، حرارتها النوعية S = 0.2 Cal /gm/deg.

$\frac{\Delta T}{\Delta t}$ تمثل الانخفاض فى درجة الحرارة مع الزمن للاسطوانة المصمتة ويمكن تعينها بيانيا كما سيوضح بخطوات العمل.

بالتعويض من المعادلات (1) و(2) و(4) فى المعادلة (3) نحصل على

$$m.S.(\frac{\Delta T}{\Delta t}) = K.\pi r^2 .(T_1 - T_2)/d \qquad (5)$$

من هذه المعادلة يمكن تعيين معامل التوصيل الحراري (k) لقرص الفلين.

الأدوات المستخدمة

اسطوانة مصمتة – اسطوانة مجوفة يمر خلالها بخار الماء – قرص من مادة رديئة التوصيل (الفلين) - T_1، T_2 ترمومتران لقياس درجة حرارة الاسطوانتين a، b.

خطوات العمل

1- ضع القرص (c) بين الاسطوانتين (a)، (b) كما هو موضح بالشكل بعد قياس نصف قطر وسمك الفلين.
2- اسمح لبخار الماء بالمرور خلال (b) ثم انتظر حتى تصل للحالة الثابتة، عند ذلك عين درجة حرارة الترمومترين T_2 ، T_1 .
3- لتعيين $\frac{\Delta T}{\Delta t}$ ارفع الغرفة البخارية (b) مع ترك القرص (c) فوق الأسطوانة (a)، ثم ارفع درجة حرارة الأسطوانة (a) مستخدما لهب بنزن (5) درجات مئوية فوق درجة الحرارة النهائية T_2 اى الى درجة حرارة T_3 حيث ($T_3 = T_2 + 5C$)
4- اترك الأسطوانة (a) لتبرد حتى (5) درجات مئوية تحت درجة الحرارة النهائية (T_2) اى الى درجة حرارة T_4 حيث($T_4 = T_2 - 5C$) وسجل درجة الحرارة كل دقيقة.
5- ارسم منحنى التبريد اى العلاقة بين درجة الحرارة (T) والزمن (t) بالثانية
6- اوجد ميل المنحنى وهو يمثل $\frac{\Delta T}{\Delta t}$.
7- عوض في القانون المستخدم لإيجاد معامل التوصيل الحراري للقرص ردئ التوصيل.

النتائج

نصف قطر القرص (r) = سم

سمك القرص (d) = سم

درجة حرارة الأسطوانة المجوفة (T_1)= درجة مئوية

درجة حرارة الأسطوانة المصمتة (T_2) = درجة مئوية

كتلة الأسطوانة المصمتة (m) = جم

الحرارة النوعية للأسطوانة المصمتة (S) = سعر/جم / درجة مئوية

معامل التوصيل الحراري للفلين (K) =

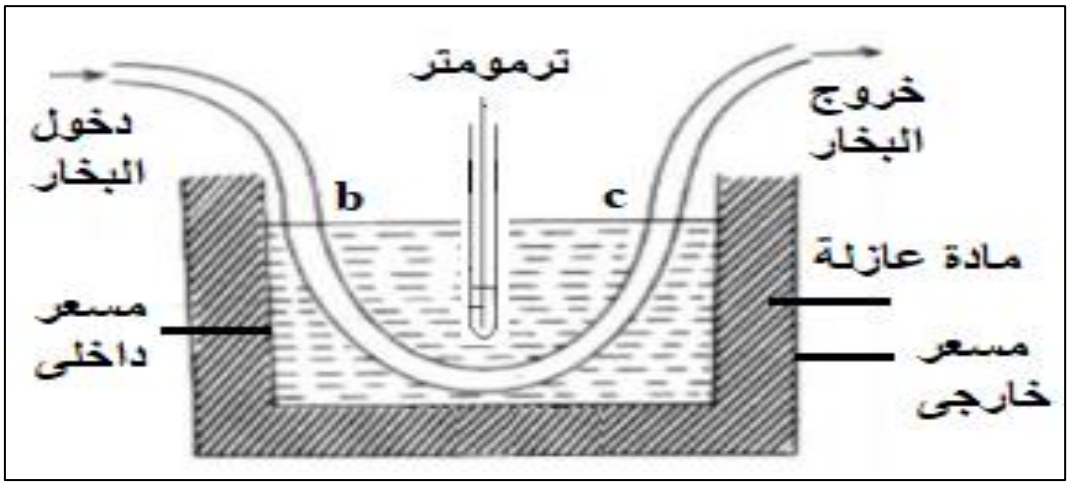
تعيين معامل التوصيل الحراري للمطاط

الغرض من التجربة

تعيين معامل التوصيل الحراري للمطاط (K).

نظرية التجربة

إذا وضعنا علامتين على انبوبة مطاط، وغمرناها في مسعر به ماء بحيث تظل العلامتان (b,c) ملامستان لسطح الماء طول مدة التجربة، ومررنا داخل الانبوبة بخار ماء درجة حرارته 100 C^0 يدخل من الغلاية ويخرج من الطرف الاخر للأنبوبة فان الحرارة تنتقل من السطح الداخلى للأنبوبة ودرجة حرارته 100 C^0 الى السطح الخارجي (الماء و المسعر) فنسخن الماء الموجود بالمسعر من درجة حرارة (T_1) الى (T_2).



استنتاج القانون

تتناسب كمية الحرارة (H) المنتقلة من السطح الداخلى للأنبوبة الى السطح الخارجي عبر السمك (d) طرديا مع: -

1- المساحة الجانبية للأنبوبة (A) حيث

$$H \ \alpha \ A \quad ; A = 2\pi \ \frac{r_1 + r_2}{2} \ L \qquad (1)$$

(r_1)، (r_2) نصف القطر الداخلى والخارجي للأنبوبة على الترتيب.

، $\frac{r_1+r_2}{2}$ متوسط نصف قطر الانبوبة، L طول الأنبوبة.

2- الميل الحراري (G) حيث

$$H \ \alpha \ G \quad ; G = \ [\ 100 \ - \frac{T_1+T_2}{2}] \ / \ d \qquad (2)$$

حيث $\frac{T_1+T_2}{2}$ تمثل درجة الحرارة المتوسطة للماء والمسعر، ($d = r_2 - r_1$) سمك الأنبوبة.

3- زمن مرور البخار خلال الانبوبة (t)

$$H \ \alpha \ t \qquad (3)$$

فاذا كانت كتلة الماء (m_1) وكتلة المسعر (m_2) وحرارتهما النوعية على الترتيب هي S_1 ، S_2 فان كمية الحرارة H تتعين من العلاقة:

$$H \ = \ (m_1 \ . S_1 + \ m_2 \ . S_2) \ (T_2 - \ T_1) \qquad (4)$$

حيث $(S_1 = 1 \text{ Cal /gm/deg}, S_2 = 0.1 \text{ Cal /gm/deg})$

من المعادلات (1)، (2)، (3)، (4) نحصل على:

$$(m_1 \ . S_1 + \ m_2 \ . S_2)(T_2 - \ T_1) = K \ . 2\pi \ . \frac{r_1 + r_2}{2} \ . L. \ \frac{100 - \frac{T_1 + T_2}{2}}{d} \ . t$$

حيث (k) معامل التوصيل الحراري

الأدوات المستخدمة

-(a) مسعر معدنى معزول حراريا -أنبوبة من المطاط موضوع عليها علامتان (b, c) بحيث تلامس هاتان العلامتان سطح. الماء الموضوع في المسعر (a). والمسافة بينهما bc = L cm.

-(T) ترمومتر لقياس درجة الحرارة - ساعة إيقاف – مسطرة مدرجة – مصدر لبخار الماء – قدمه ذات الورنية – لهب تسخين.

خطوات العمل

1- زن المسعر ولتكن كتلته (m_2) وخذ به كمية من الماء وعين كتلتها ولتكن (m_1).
2- عين درجة حرارة الماء والمسعر الابتدائية (T_1) مستخدما الترمومتر.
3- باستخدام "القدمة ذات الورنية " عين قيمة كل من r_1 ،r_2 ، ثم حدد مسافة ثابتة (L)على انبوبة المطاط بين النقطتين (b,c).
4- اغمر الانبوبة في المسعر بحيث تظل العلامتان (b,c) ملامستان لسطح الماء.
5- عند خروج بخار الماء من انبوبة المطاط ابدا في تسجيل الزمن (t). وانتظر فترة زمنية كافية لترتفع درجة حرارة الماء والمسعر من (T_1) الى (T_2).
6- عوض في المعادلة لإيجاد معامل التوصيل الحراري (k) للمطاط.

النتائج

كتلة المسعر فارغ ونظيف	m_2	=	جرام
كتلة المسعر وبه كمية كافية من الماء		=	جرام
كتلة ماء	m_1	=	جرام
درجة الحرارة الابتدائية	T_1	=	درجة مئوية
طول أنبوبة المطاط L		=	سم
نصف قطر الانبوبة من الداخل r_1		=	سم
نصف قطر الانبوبة من الداخل r_2		=	سم
سمك الأنبوبة d		=	سم
زمن ارتفاع درجة الحرارة t		=	ثانية
درجة الحرارة النهائية	T_2	=	درجة مئوية
معامل التوصيل الحراري (k) للمطاط		=	.....

تعيين معامل التمدد الطولى بطريقة " جنتر"

الغرض من **التجربة**

تعيين معامل التمدد الطولى لساق من النحاس.

نظرية التجربة

إذا قمنا بتسخين ساق معدنى فانه نتيجة للتسخين تزداد المسافات البينية بين ذراته اى انه يتمدد. ويزداد طوله عن الطول الاصلى بمقدار معين وتسمى هذه الظاهرة **بالتمدد الحرارى** ويعرف معامل التمدد الحرارى بأنه **الزيادة في وحدة الاطوال من ساق معدنى لكل درجة مئوية. او هو مقدار الزيادة النسبية في طول ساق معدنى عند تسخينه درجة واحدة مئويه.** ومن المعروف فيزيائيا ان المواد تتمدد بالحرارة وتنكمش بالبرودة ويمكن ملاحظة ظاهرة تمدد المعادن بالحرارة فى اسلاك التليفونات فى فصل الصيف وانكماشها فى الشتاء، ويستفاد من معرفة معامل التمدد الطولى فى معرفة المسافة المطلوب تركها بين قطبان السكك الحديدية.

القانون المستخدم

إذا كان لدينا ساقا معدنيا طوله (L_1) فى درجة حرارة الغرفة T_1 وقمنا بتسخينه الى درجة حرارة (T_2) فان طوله سوف يتمدد ويزداد الى L_2 والزيادة في طول الساق ΔL الحادثة نتيجة لرفع درجة حرارته تتناسب مع كلا من

1- الطول الابتدائى للساق

$$\Delta L \, \alpha \, L_1$$

2- الفرق في درجات الحرارة

$$\Delta L \, \alpha \, \Delta T$$

$$\Rightarrow \Delta L = Y . \Delta T . L_1$$

حيث Y هو ثابت التناسب ويسمى بمعامل التمدد الطولى وقيمته تعتمد على نوع المادة المصنوع منها الساق المعدنى.

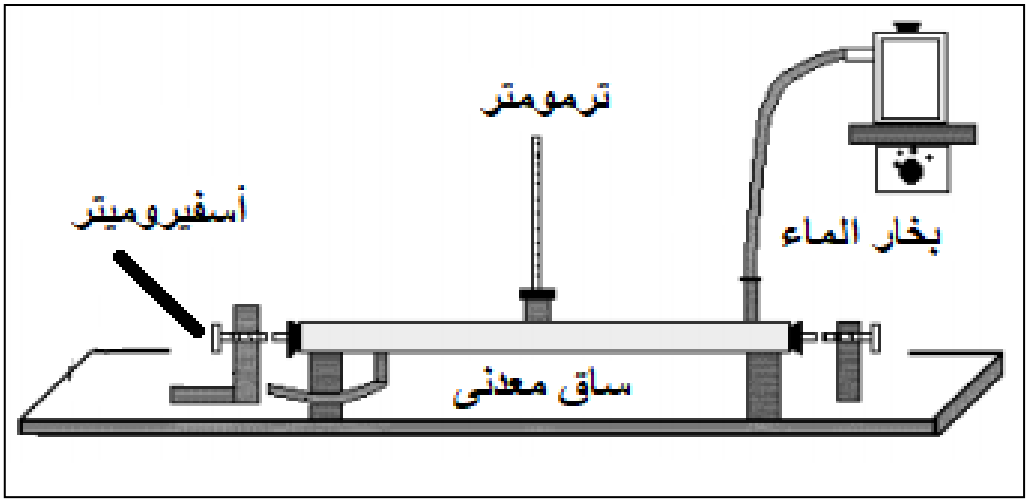
$$Y = \frac{\Delta L}{L_1 \Delta T}$$

$$Y = \frac{L_2 - L_1}{L_1 (T_2 - T_1)}$$

ومنها يمكن إيجاد معمل التمدد الطولى للساق المعدنى.

وحيث ان مقدار الزيادة يكون صغير جدا فإننا نستخدم جهاز الاسفيرومتر لقياس هذه الزيادة الصغيرة. حيث نستبدل الطول الابتدائى والطول النهائى للساق بقراءتي الاسفيرومتر

$$\Delta L = L_2 - L_1 = s_2 - s_1$$



الادوات المستخدمة

- ساق من النحاس - (T) ترمومتر زئبقى لقياس درجة الحرارة - اسفيرومتر كروي لقياس مقدار التمدد من الساق – مسطرة مدرجة – مصدر لبخار الماء – لهب بنزن.

خطوات العمل

1- قس طول الساق المعدنى قبل التسخين L_1.
2- اضبط مقدمة الاسفيرومتر بحيث تتلامس مع طرف الساق الحر وخذ قراءته، وكذلك قس درجة الحرارة الابتدائية T_1.

3- ابعد مقدمة الاسفيرومتر عن طرف الساق الحر حتى تسمح له بالتمدد.

4- أشعل لهب بنزن حتى يمر تيار من بخار الماء، وانتظر حتى تثبيت قراءة الترمومتر عند درجة جرارة T_2 ولتكن أكبر من 90 درجة مئوية.

5- اضبط مقدمة الاسفيرومتر مرة أخرى بحيث تلامس طرف الساق الحر على ان يتم ذلك بحذر شديد، ثم خذ قراءة الاسفيرومتر مرة ثانية.

6- الفرق بين قراءتى الاسفيرومتر عند درجتى الحرارة T_2 ، T_1 يمثل الزيادة الحادثة في الطول للساق المعدنى اى يمثل ($L_2 - L_1$) .

7- بالتعويض في المعادلة (6) يمكن الحصول على معامل التمدد الطولى للساق النحاسى.

النتائج

1- طول الساق المعدنى قبل التسخين L_1 = سم

2- درجة الحرارة الابتدائية T_1 = درجة مئوية

3- قراءة الاسفيرومتر الابتدائية s_1 = سم

4- درجة الحرارة النهائية T_2 = درجة مئوية

5- قراءة الاسفيرومتر النهائية s_2 = سم

6- طول الساق المعدنى بعد التسخين L_2 = سم

معامل التمدد الطولى للساق Y = ...

$$Y = \frac{L_2 - L_1}{L_1(T_2 - T_1)} = \frac{s_2 - s_1}{L_1(T_2 - T_1)}$$