الفيزياء الحرارية: الباب الثالث

القسم الأول: تأثير الحرارة على الخواص الفيزيائية

تؤثر الحرارة على بعض الخواص الفيزيائية للأجسام الصلبة مثل: الصلادة + المرونة على سبيل المثال:

① صلادة الجسم الصلب تقل بارتفاع درجة الحرارة

② معامل يونج للمرونة تقل قيمته بارتفاع درجة الحرارة وتنعدم قيمته عند نقطة الانصهار (الانتقال من الحالة الصلبة إلى السائلة)

وحدة قياس كمية الحرارة:

تقاس كمية الحرارة Q التي يكتسبها الجسم أو يفقده بوحدة تسمى السعر Cal في النظام الوزني وحدات (وتسمى بالكالوري Cal وجمعها سعرات أو كالوري)

تعريف السعر أو الكالوري:

هو كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة واحد غرام من الماء من درجة ١٤.٥م إلى ١٥.٥م.

تعريف السعة الحرارية للمادة

هي كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة جسم المادة درجة واحدة سيليزية ووحداتها هي J/K (جول/كلفن) في النظام الفرنسي، وعند ضرب كتلة المادة m × حرارتها النوعية c تعطي $\Delta Q = M \times C$

تعريف الحرارة النوعية c:

هي كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة واحد كيلوغرام من المادة درجة واحدة سيليزية.

الطرق العملية لحساب الحرارة النوعية

يمكن قياس الحرارة النوعية للأجسام المختلفة (صلبة - سائلة - غازية) باستخدام: طريقة الخلط - أو طريقة التبريد - الطريقة الكهربائية - أو طريقة السريان المستمر.

من طرق تعيين الحرارة النوعية للسوائل (الطرق العملية) طريقة الخلط أو طريقة ... وسوف نشرح بالتفصيل طريقة نيوتن للتبريد - الطريقة الكهربية - وطريقة ... أخرى.

أولاً: طريقة التبريد

تستخدم لتعيين الحرارة النوعية للسوائل ... ما في حالة السوائل ... في حالة الأجسام الصلبة.

• قانون نيوتن للتبريد:

ينص هذا القانون على أنه:

معدل الفقد في درجة حرارة جسم يتناسب طردياً مع الزيادة في درجة حرارة هذا الجسم عن الوسط المحيط به.

التعبير الرياضي عن قانون نيوتن:

$$-\frac{d\theta}{dt} \propto (\theta - \theta_r)$$

$$= K(\theta - \theta_r) \quad \text{——} ①$$

(معدل الفقد)
(الإشارة السالبة تعني أن معدل درجة الحرارة يتناقص)
(ثابت يعتمد على طبيعة المادة)
(درجة حرارة الجسم)
(درجة حرارة الوسط المحيط)

ومن المعادلة (1) نستنتج قانون نيوتن كالتالي:

$$\therefore -\frac{d\theta}{dt} = K(\theta - \theta_r)$$

بعد إعادة ترتيب المعادلة (1):

$$\frac{d\theta}{(\theta - \theta_r)} = -K\,dt$$

وبالتكامل نحصل على:

$$\int \frac{d\theta}{(\theta - \theta_r)} = -K \int dt$$

هذا تكامل غير محدد ... ناتج التكامل هو:

$$\ln(\theta - \theta_r) = -Kt + C \quad \text{——} (2)$$

[illegible]

[illegible] $t = 0$ [illegible]

[illegible] $\theta = \theta_0$

[illegible] C [illegible]

$$\boxed{\ln(\theta_0 - \theta_r) = C} \quad \text{——} (3)$$

[illegible] (3) [illegible] (2) [illegible]

$$\ln(\theta - \theta_r) = -Kt + \ln(\theta_0 - \theta_r)$$

[illegible]

$$\therefore (\theta - \theta_r) = e^{-Kt} \cdot (\theta_0 - \theta_r)$$

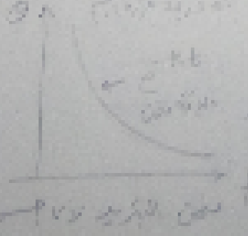
$$\therefore \frac{(\theta - \theta_r)}{(\theta_0 - \theta_r)} = e^{-Kt} \quad \text{——} (4)$$

[illegible] $\theta' = (\theta - \theta_r)$ & $\theta'_0 = (\theta_0 - \theta_r)$ [illegible] (4)

$$\therefore \frac{\theta'}{\theta'_0} = e^{-Kt}$$

[illegible]

$$\boxed{\theta' = \theta'_0 \, e^{-Kt}} \; *$$



[illegible]

ص (47)

• تحقيق قانون نيوتن للتبريد

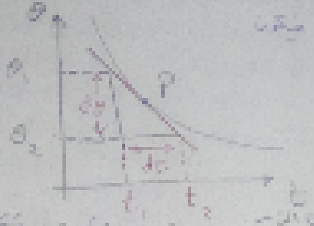
عند تسخين جسم ثم تركه يبرد في الهواء نحصل على منحنى التبريد لهذا الجسم وذلك برسم العلاقة بين درجة حرارة الجسم (θ) والزمن (t) الشكل (1).

نأخذ المماس عند النقطة P مثلاً

ميل المماس = $\frac{d\theta}{dt}$

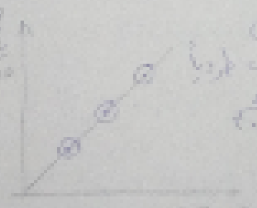
معدل التبريد = $\frac{d\theta}{dt} = \frac{\theta_1 - \theta_2}{t_2 - t_1}$

ثم نعين معدل التبريد عند النقطة P



منحنى التبريد شكل (1)

ونكرر هذه العملية أي حساب معدل التبريد عند نقاط أخرى من المنحنى ثم نرسم علاقة بين معدل التبريد أي معدل الانخفاض في درجة حرارة الجسم أي ($-\frac{d\theta}{dt}$) والزيادة في درجة حرارة هذا الجسم عن الوسط المحيط أي ($\theta - \theta_0$) كما في شكل (2)

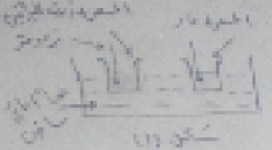


الزيادة في درجة حرارة الجسم θ والوسط المحيط θ_0

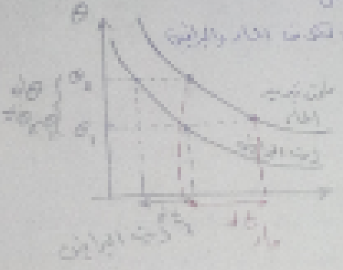
نستنتج أن معدل الانخفاض في درجة الحرارة بالتبريد يتناسب طردياً مع الزيادة في درجة حرارة هذا الجسم عن الوسط المحيط.

وهذا يحقق قانون نيوتن للتبريد.

• استخدام قانون نيوتن للتبريد في تعيين الحرارة النوعية لسائل (زيت البرافين):



نعين الحرارة النوعية لزيت البرافين [illegible] كما في شكل (١) [illegible] منحنى التبريد للماء ثم منحنى التبريد لسائل (زيت البرافين) نحصل على منحنى التبريد الموضح في شكل (٢) لكل من الماء والبرافين على نفس الرسم.



• نفرض أن:

m_1 = كتلة المسعر وهو فارغ

m_2 = كتلة المسعر الثاني فارغ

m_3 = كتلة الماء

m_4 = كتلة زيت البرافين

S_1 = الحرارة النوعية للمسعر

S' = الحرارة النوعية المطلوبة لزيت البرافين

وطبقا لقانون نيوتن للتبريد فإن

معدل تبريد (المسعر + زيت البرافين) = معدل تبريد (المسعر + الماء)

بالمعادلات نجد

$$\frac{(m_1 S_1 + m_3 \times 1)}{dt_1} = \frac{(m_2 S_1 + m_4 S')}{dt_2}$$

• ومنه نستنتج الحرارة النوعية S' لزيت البرافين فنحصل على

$$(m_1 S_1 + m_3)\, dt_2 = (m_2 S_1 + m_4 S')\, dt_1$$

$$(m_2 S_1 + m_4 S') = (m_1 S_1 + m_3)\frac{dt_2}{dt_1}$$

$$m_4 S' = (m_1 S_1 + m_3)\frac{dt_2}{dt_1} - m_2 S_1$$

$$S' = (m_1 S_1 + m_3)\frac{dt_2}{dt_1} - \frac{m_2 S_1}{m_4}$$