الكلية	العلوم
القسم	الفيزياء
المادة باللغة الانجليزية	thermodynamics lab.
المادة باللغة العربية	مختبر الثرموداينمك
المرحلة الدراسية	الثانية
اسم التدريسي	دينا احمد محمد
عنوان المحاضرة باللغة الانجليزية	latent heat of fusion of ice
عنوان المحاضرة باللغة العربية	الحرارة الكامنة لانصهار الجليد
رقم المحاضرة	9
المصادر والمراجع	كتاب الفيزياء العملية

محتوى المحاضرة

تجربة (9)

الحرارة الكامنة لانصهار الجليد

الأدوات المستعملة في التجربة:

مسعر نحاسي معزول, محرك, محرار, ماء حار, قطع صغيرة من الثلج, قطعة قماش لتنشيف الثلج قبل إلقائه في الماء.

النظرية :

تُعرّفُ الحرارةُ الكامنةُ للانصهارِ بشكل عام بأنّها:(كميةُ الطاقةِ الحراريةِ اللازمةِ لتحويلِ وحدةِ الكتلةِ من المادةِ الصلبةِ الى الحالةِ السائلةِ دونَ تَغيُّرٍ في درجةِ حرارتِها), هذه الدرجة الحرارية هي درجة الانصهار للمادة المعنية.

وهنا يمكنُ الاستفادةُ من طريقة الخلطِ بينَ كميةٍ من السائلِ في درجةِ حرارةٍ مرتفعةٍ نسبيًا, وبينَ قِطَعٍ صغيرةٍ من المادةِ في الحالةِ الصلبةِ (الماء والثلج مثلًا), وبعد التأكدِ من ذوبانها يمكن تطبيق قانون حفظ الطاقة, إذ إنَّ:

الطاقة الحرارية المفقودة من السائل الدافئ = الطاقة الحرارية المكتسبة من قبل الجسم الصلب

ومنه يمكن استخراج قيمة الحرارة الكامنة للانصهار, ولكنْ هناك شرطٌ مهمٌ جدًا؛ وهو التأكد من ذوبانِ المادةِ الصلبةِ المضافةِ إلى سائلها.

وفي هذه التجربة سنقوم بحساب قيمة الحرارة الكامنة لانصهار الجليد(L):

قبل أن نبدأ بإذابةِ الثلج فإنّ المسعرَ والماءَ هما في درجة حرارة (t_1) عاليةٍ نسبيًا, ولكن بعد ذوبانِ الثلج انخَفضَتْ درجة الحرارة الى (t_2)؛ أي أنهما قد فقدا كميةً من الطاقةِ (Q_1) وهي:

$$Q_1=(m_oc_o+m_1c_1)(t_2-t_1) \quad \text{.....(1)}$$

إذ إنّ: (m_o) هي كتلة المسعر, وتقاس بوحدة(Kg).

(c_o) هي الحرارة النوعية لمادة المسعر, وتقاس بوحدة ($J / Kg\ C^0$).

(m_1) هي كتلة الماء الحار, وتقاس بوحدة(Kg).

(c_1) هي الحرارة النوعية للماء, وتقاس بوحدة($J / Kg\ C^0$), وهي نفسها الحرارة النوعية للثلج.

(t_1) هي درجة حرارة الماء الحار قبل إذابة الثلج.

(t_2) هي درجة حرارة الماء مع الثلج بعد ذوبان الثلج.

هذه الطاقة اكتُسبت من قِبَلِ الثلجِ, وصُرِفَ الجزءُ الأولُ منها لإذابةِ الثلج وتحويلهِ الى ماءٍ في درجة الصفر المئوي, وهي (q_1), وتُعطى بالعلاقة الآتية:

$$q_1=m_2L \quad \text{.....(2)}$$

إذ: (m_2) هي كتلة الثلج فقط , وتقاس بوحدة(Kg).

(L) هي الحرارة الكامنة للانصهار, وتقاس بوحدة(J / Kg) أو (KJ / Kg).

والجزء الآخَر من هذه الطاقة (q_2) تَسبّبَ في رفعِ درجةِ حرارةِ الماءِ الناتجِ من ذوبانِ الثلجِ من درجة حرارة الصفر المئوي إلى درجة حرارة (t_2), وتُعطى (q_2) بالعلاقة الآتية:

$$q_2=m_2c_1(t_2-0)= m_2c_1t_2 \quad \text{.....(3)}$$

وبتطبيق قانون حفظ الطاقة المذكور في أعلاه:

$$Q_1=q_1+q_2 \quad \text{.....(4)}$$

$$(m_oc_o+m_1c_1)(t_2-t_1)= m_2L+ m_2c_1t_2 \quad \text{.....(5)}$$

وبتبسيط المعادلة(5) نحصل على قيمة الحرارة الكامنة لانصهار الجليد(L):

$$L= [(m_oc_o+m_1c_1)(t_2-t_1)-m_2c_1t_2] / m_2 \quad \text{.....(6)}$$

طريقة العمل :

1- نسجل درجة حرارة الغرفة (t_o).

2- نزنُ المسعر النحاسي وهو فارغ, ونسجل قيمة الكتلة(m_o).

3- نزنُ المسعر النحاسي مرةً ثانيةً وهو مملوء إلى نصفه بالماء الحار في درجة حرارة$(45\ C^0)$ تقريبًا - أي حوالي (15-10) درجة فوق درجة حرارة الغرفة - ؛ وذلك لاستخراج كتلة الماء الحار (m_1).

4- نسجل درجة حرارة المسعر والماء (t_1).

5- نأخذ قِطَعًا صغيرةً من الثلج ونُنشّفُها بقطعة القماش من الماء, ونُلقي بها في الماء الحار, ونُحرك الماء حتّى تذوبَ قطعةُ الثلج بالكامل.

6- نُضيفُ قطعةً أخرى ونذيبُها بنفس الطريقة, وقطعةً أخرى... وهكذا؛ حتى تصل درجة حرارة مزيج الماء والثلج في المسعر الى حوالي(10) درجات أقلّ من درجة حرارة الغرفة, ونسجل هذه الدرجة (t_2).

7- نَزنُ المسعر ومحتوياته مرة ثالثة؛ لاستخراج كتلة الجليد المذاب (m_2).

8- نطبق المعادلة رقم(6) مباشرةً؛ لإيجاد قيمة الحرارة الكامنة للجليد(L).

ملاحظات:

1- الوحدات المستعملة في هذه التجربة هي وحدات(كغم . م . ثا), ولا يجوز غيرها.

2- لإيجاد كتلة الماء الحار(m_1) بعد وضعه في المسعر النحاسي:

$$m_1 = m_x - m_o$$

(m_x) هي كتلة المسعر النحاسي + كتلة الماء الحار, الوزنة الثانية.

3- لإيجاد كتلة الثلج المذاب فقط :

$$m_2 = m_y - m_x$$

(m_y) هي كتلة المسعر النحاسي + كتلة الماء الحار + كتلة الثلج المذاب, الوزنة الثالثة.

4- الحرارة النوعية للأدوات والمواد المستعملة:

- المسعر النحاسي($3.8 * 10^2$ J / Kg C^0).
- الماء أو الثلج($41.9 * 10^2$ J / Kg C^0).

5- القيمة القياسية للحرارة الكامنة لانصهار الجليد(L) هي (335 KJ / Kg), أو(335000 J / Kg), مع ملاحظة أنّ القيمة العملية الناتجة ستكون بالإشارة السالبة؛ لأنّنا عكسنا العملية في التجربة من حالة طاقة كامنة ذاتية في الثلج إلى طاقة حرارية بواسطة الماء الحار.

1987 1468
UNIVERSITY OF ANBAR