15 कैलोरीमिति

विशिष्ट ऊष्मा क्षमता

एक किग्रा. पदार्थ का ताप 1° C बढ़ाने के लिये आवश्यक ऊष्मा की मात्रा को विशिष्ट ऊष्मा क्षमता कहते हैं।

$$s = \frac{Q}{m\Delta\theta}$$

इकाई → J/kg – °C (S. I. system)

→ cal/gm–°C

ऊष्मा क्षमता (C)

$$C = ms = \frac{Q}{\Delta\theta}$$

जल तुल्यांक

जब किसी वस्तु की ऊष्मा क्षमता को पानी के द्रव्यमान के रूप में दिया जाता है तो इसे जल तुल्यांक कहते हैं। यह पानी का वह द्रव्यमान है जिसे वस्तु के बराबर ऊष्मा देने पर ताप में परिवर्तन भी समान होता है।

$$W = ms$$

गुप्त ऊष्मा

(a) एक किग्रा पदार्थ को द्रवांक में बदलने के लिये आवश्यक ऊष्मा ऊर्जा की मात्रा पदार्थ की गलन की गुप्त ऊष्मा कहलाती है। बर्फ के गलन की गुप्त ऊष्मा L = 80 Cal/gm होती है।

(b) द्रव के इकाई द्रव्यमान को क्वथनांक पर वाष्प अवस्था में बदलने के लिये आवश्यक ऊष्मा वाष्पन की गुप्त ऊष्मा कहलाती है।

जल से वाष्प में बदलने के लिये L= 540 cal/gm.

(c) Q = mL

Note :–

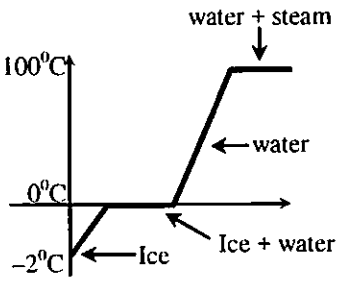
1. ठोस को गैस में बदलने पर निम्न परिवर्तन होते हैं।

माना कि आपके पास –2°C का बर्फ है तथा आप इसे 100°C की भाप में बदलना चाहते हैं, तो

$$-2°C \text{ बर्फ} \xrightarrow[\text{temp}\uparrow]{ms_1\Delta\theta} 0°C \text{ बर्फ} \xrightarrow[\text{temp=cons.}]{mL_{ice}} 0° C \text{ पानी}$$

$$0° \text{ पानी} \xrightarrow[\text{temp}\uparrow]{ms_2\Delta\theta} 100°C \text{ पानी} \xrightarrow[\text{temp=cons.}]{mL} \text{भाप}$$

इसे ग्राफ में इस प्रकार दर्शाया जा सकता है।



कैलोरीमीटर का सिद्धान्त

(i) जब भिन्न तापमान के दो पदार्थ मिलाये जाते हैं।

प्रथम पदार्थ द्वारा मुक्त ऊष्मा $\Longrightarrow$ द्वितीय पदार्थ द्वारा अवशोषित ऊष्मा

$m_1s_1 (T_1 - T) = m_2s_2 (T - T_2)$

अंतिम ताप $T = \dfrac{m_1s_1T_1 + m_2s_2T_2}{m_1s_1 + m_2s_2}$

ठोस की विशिष्ट ऊष्मा ज्ञात करने के नियम

माना कि एक कैलोरीमीटर है, जिसका जल तुल्यांक W है। माना यह जल का m_1 द्रव्यमान θ_1 तापमान पर रखता है। एक गर्म ठोस θ_2 तापमान पर जिसका द्रव्यमान m_2 है, कैलोरीमीटर में रखा जाता है। मिश्रण का अंतिम तापमान θ है। यदि जल की विशिष्ट ऊष्मा s है, तो

जल तथा कैलोरीमीटर द्वारा ग्रहण की गई ऊष्मा

$= (m_1 + W)s \times (\theta - \theta_1)$

यदि s' ठोस की विशिष्ट ऊष्मा है, तो

ठोस द्वारा दी गई ऊष्मा $= m_2 \times s' \times (\theta_2 - \theta)$

कैलोरीमीटर के सिद्धान्त से,

$$m_2s'(\theta_2 - \theta) = (m_1 + W)s (\theta - \theta_1)$$

$$s' = \frac{(m_1 + W)s(\theta - \theta_1)}{m_2(\theta_2 - \theta)}$$

वाष्पन की गुप्त ऊष्मा ज्ञात करना

माना एक कैलोरीमीटर का जल तुल्यांक W है। इसमें m_1 द्रव्यमान का जल θ_1 तापमान पर रखा है। माना कि m_2 द्रव्यमान की भाप θ_2 तामान पर जल से होकर जाती है, जिसमें मिश्रण का तापमान θ हो जाता है।

यदि जल की विशिष्ट ऊष्मा s है, तब

जल तथा कैलोरीमीटर द्वारा ग्रहण ऊष्मा $= (m_1 + W) \times s \times (\theta - \theta_1)$

यदि वाष्पन की गुप्त ऊष्मा L है, तब

भाप पर जल में परिवर्तित होने पर दी गई ऊष्मा $= m_2L$

कैलोरीमीटर के सिद्धान्त से $= m_2 \times s \times (\theta_2 - \theta)$

दी गई ऊष्मा = ग्रहण की गई ऊष्मा

$$m_2L + m_2s(\theta_2 - \theta) = (m_1 + W)\, s\,(\theta - \theta_1)$$

$$m_2L = (m_1 + W)\, s\,(\theta - \theta_1) - m_2s(\theta_2 - \theta)$$

$$L = \frac{(m_1 + W)s(\theta - \theta_1)}{m_2} - s(\theta_2 - \theta)$$

ऊष्मा (J) का यांत्रिक तुल्यांक

$$W = J\,H$$

W ↑ जूल में, H ↑ कैलोरी में

J का मात्रक = Joule/cal.

J = 4.2 J/cal.

ताप पैमाने का रूपान्तरण

$$\frac{T_C - 0}{100} = \frac{T_F - 32}{180} = \frac{T_R - 0}{80} = \frac{T_K - 273}{100}$$

$T_C \rightarrow$ सेल्सियस में ताप

$T_F \rightarrow$ फारेन्हाइट में ताप

$T_R \rightarrow$ रूमर में ताप

$T_K \rightarrow$ केल्विन में ताप