

## عنوان آزمایش:

تعیین گرمای نهان ذوب یخ

## اهداف آزمایش:

- ❖ تعیین دمای مخلوط آب و یخ،  $\theta_m (^{\circ}C)$ .
- ❖ محاسبه گرمای نهان ذوب یخ.

## وسایل مورد نیاز آزمایش:

- ۱- گرماسنج؛
- ۲- ترازو؛
- ۳- دماسنج؛
- ۴- دستگاه گرمکن (هیتر)؛
- ۵- آب؛
- ۶- یخ حدود ۱۰۰ گرم؛
- ۷- ظروف شیشه‌ای.

## تئوری آزمایش

هنگامی که گرما در فشار ثابت به ماده‌ای منتقل شود، عموماً دمای ماده افزایش می‌یابد. هرچند، اگر تغییر فاز اتفاق بیفتد، افزایش دما اتفاق نمی‌افتد زیرا انتقال گرما صرف تغییر فاز می‌شود. به محض آن که تغییر فاز پایان یافت اگر انتقال گرما ادامه پیدا کند، آن‌گاه افزایش دما صورت می‌پذیرد. مثال شناخته‌شده تغییر فاز ذوب یخ است. گرما صرف شده در واحد جرم گرمای نهان ذوب نامیده می‌شود ( $Q_s$ ).

در آزمایشگاه، گرمای نهان ذوب یخ،  $Q_s$ ، به وسیله گرماسنج پر شده با یخ تعیین می‌شود. یخ آب گرم را خنک کرده و خود ذوب می‌شود و دمای مخلوط را به  $\theta_m$  افزایش می‌دهد. علاوه بر صرف انرژی جذب شده در ذوب یخ، دمای یخ ذوب شده از صفر به  $\theta_m$  افزایش می‌یابد. آب گرم به جرم  $m_2$  و دمای  $\theta_2$  گرما را آزاد کرده و یخ به جرم  $m_1$  و دمای صفر تبدیل به آبی با دمای  $\theta_m$  خواهد شد. بنابراین، گرمای نهان ذوب یخ طبق فرایند زیر اندازه‌گیری می‌شود:

الف) گرمای ذوب شده برای ذوب یخ

$$\Delta Q_1 = m_1 L_f \quad (1)$$

ب) گرمای جذب شده برای افزایش دمای یخ ذوب شده

$$\Delta Q_2 = m_1 c_w (\theta_m - 0^\circ C) \quad (2)$$

پ) گرمای آزاد شده از گرماسنج

$$\Delta Q_3 = A_c (\theta_m - \theta_2) \quad (3)$$

ت) گرمای آزاد شده از آب گرم

$$\Delta Q_4 = m_2 c_w (\theta_m - \theta_2) \quad (4)$$

از آنجا که گرمای جذب شده و گرمای نشر شده باید برابر باشند، چنین داریم:

$$\Delta Q_1 + \Delta Q_2 = \Delta Q_3 + \Delta Q_4 \quad (5)$$

$$m_1 L_f + m_1 c_w \theta_m = A_c (\theta_m - \theta_2) + m_2 c_w (\theta_m - \theta_2)$$

$$m_1 L_f + m_1 c_w \theta_m = (A_c + m_2 c_w) (\theta_m - \theta_2)$$

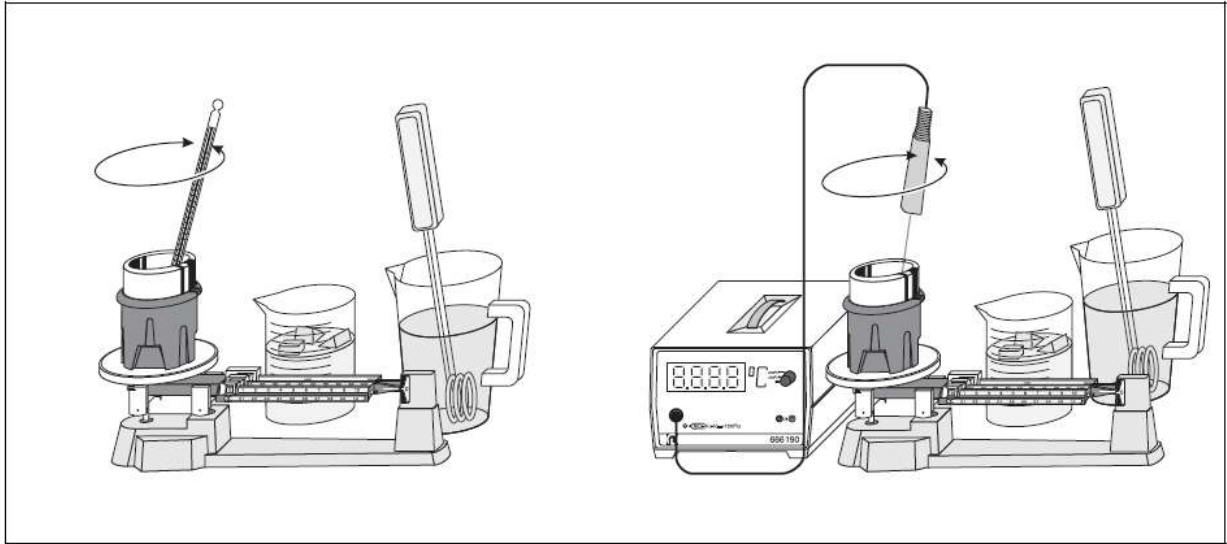
$$m_1 L_f = (A_c + m_2 c_w) (\theta_m - \theta_2) - m_1 c_w \theta_m$$

$$L_f = \frac{(A_c + m_2 c_w) (\theta_m - \theta_2)}{m_1} - c_w \theta_m \quad (6)$$

نحوه انجام آزمایش:

چیدمان آزمایش در شکل (۱) نشان داده شده است.





سمت چپ: دما به وسیله دماسنج اندازه گیری می شود. سمت راست: دما به وسیله حسگر دما اندازه گیری می شود.

شکل (۱): چیدمان آزمایش برای تعیین گرمای نهان ذوب یخ

- ۱- قطعات یخ را در داخل بشر که با آب سرد پر شده است قرار دهید. حدود ۱۵ دقیقه صبر کنید که دمای قطعات یخ به دمای صفر برسد (به صورت مستمر دمای آب را به وسیله دماسنج چک کنید).
- ۲- دمای گرماسنج خالی و خشک را اندازه گیری کنید ( $M$ ).
- ۳- دمای آب را در داخل یک بشر به  $40^{\circ}C$  تا  $50^{\circ}C$  برسانید.
- ۴- حدود ۲۰۰ گرم از آب گرم را به داخل گرماسنج بریزید. مجدداً گرماسنج و آب را وزن کنید ( $M'$ ). با استفاده از رابطه  $m_w = M' - M$ ، وزن  $m_w$  را حساب کنید.
- ۵- درپوش گرماسنج را بگذارید. اجازه دهید گرماسنج و آب هم دما شوند. دمای آب،  $\theta_w$ ، را اندازه گیری کنید.
- ۶- حدود ۵۰ گرم از قطعات یخ را خشک کرده و در داخل گرماسنج بیندازید.
- ۷- با همزن آب داخل گرماسنج را هم بزنید تا قطعات یخ کاملاً ذوب شده و دمای آب داخل گرماسنج ثابت شود. دمای تعادل را اندازه گیری کنید ( $\theta_m$ ).
- ۸- جدول (۱) را تکمیل کنید.
- ۹- با استفاده از رابطه (۶)،  $L_f$  را محاسبه کنید.

جدول (۱): اطلاعات آزمایش تعیین گرمای نهان ذوب یخ

$\theta_w (^{\circ}C)$	$\theta_2 (^{\circ}C)$	$\theta_m (^{\circ}C)$	$m_w (kg)$	$m_1 (kg)$	$c_w \left( \frac{cal}{gr.^{\circ}C} \right)$	$L_f \left( \frac{kJ}{kg} \right)$

خواسته‌های آزمایش:

۱- با توجه به این که  $L_f$  برابر  $\frac{kJ}{kg}$  ۳۳۴ گزارش شده است، خطای نسبی را محاسبه کنید.

۲- خطای دیفرانسیلی را محاسبه کنید.

دکتر فاطمه دبیغ کاشانی  
دانشگاه علم و صنعت ایران