

آزمایش شماره ۸: ظرفیت گرمایی ویژه و گرمای نهان ذوب اجسام

هدف آزمایش: اندازه‌گیری ظرفیت گرمایی یک جسم فلزی و گرمای نهان ذوب یخ به روش

اختلاط

تئوری آزمایش:

بطور کلی در روش اختلاط اجسامی با دماهای متفاوت در تماس گرمایی با یکدیگر قرار گرفته و سرانجام به تعادل گرمایی می‌رسند. در این حالت اختلاف دمایی میان آن‌ها صفر شده و میزان گرمایی که از اجسام گرماده (اجسامی با دمای بالاتر) گرفته شده است برابر با گرمائی خواهد بود که اجسام گرماگیر (اجسامی با دمای پایین‌تر) دریافت کرده‌اند. از این موضوع می‌توان برای تعیین ظرفیت گرمایی ویژه یک جسم جامد (که عبارتست از مقدار گرمای لازم تا دمای یکای جرم جسم به اندازه یک درجه کلوین تغییر کند) کمک گرفت، بدین شکل که جسم را در اختلاط گرمایی با اجسامی دیگر قرارداده و با محاسبه گرمای گرفته شده و داده شده بوسیله اجسام و مشخص نمودن دیگر پارامترهای لازم به ظرفیت گرمایی جسم مورد نظر رسید. این آزمایش بگونه‌ای ترتیب داده شده که یک گرماسنج و آب داخل آن به عنوان اجسام گرماگیر و یک قطعه فلزی به عنوان جسم گرماده عمل کنند. تعادل گرمایی میان اجسام گرماده و گرماگیر باعث می‌شود تا اختلاف دمایی صفر شده و دمای تعادل θ_E حاصل گردد. از آنجا که گرمای داده شده بوسیله اجسام گرماده برابر گرمای گرفته شده بوسیله اجسام گرماگیر است، می‌توان نوشت:

$$(m_w C_w + A)(\theta_E - \theta_i) = m_x C_x (\theta_M - \theta_E) \quad (1)$$

که در این رابطه داریم:

C_x	ظرفیت گرمای ویژه فلز	θ_i	دمای اولیه آب و گرماسنج
C_w	ظرفیت گرمایی ویژه آب	θ_M	دمای اولیه قطعه فلز
A	ظرفیت گرمایی کالری‌متر	θ_E	دمای تعادل نهایی مجموعه
m_w	جرم آب درون کالری‌متر	m_x	جرم قطعه فلز

با مشخص بودن C_w و اندازه گیری دیگر پارامترهای موجود در رابطه بالا می توان به ظرفیت گرمایی ویژه جسم (C_x) رسید..

وسایل آزمایش:

کالریمتر، دماسنج، چراغ گاز برقی، فلاسک یخ، قطعه فلزی، ترازو

روش انجام آزمایش:

الف - اندازه گیری ظرفیت گرمایی ویژه قطعه فلز

ابتدا جرم قطعه فلزی که ظرفیت گرمایی ویژه آن مجهول است را با ترازو بدست آورید m_x . سپس قطعه فلز را به نخی بسته و از میله افقی متصل به پایه به گونه ای آویزان کنید تا بطور کامل درون ظرف آبی که روی هیتراست غوطه ور گردد. حال جرم گرماسنج خالی را بدون درپوش با ترازو اندازه بگیرید. سپس مقداری آب درون گرماسنج بریزید تا سطح آب حدود ۳ سانتی متر تا لبه ظرف فاصله داشته باشد. (بهتر است دمای آب حدود ۲ درجه کمتر از دمای محیط باشد) جرم کالریمتر و آب درون آن را بدون درپوش اندازه گیری نمائید تا از تفاضل جرم های بدست آمده جرم آب بدست آید m_w .

اکنون درپوش گرماسنج را گذاشته با فنرهای مربوطه آن را محکم نمائید. تا تبادل حرارتی بین گرماسنج و محیط به حداقل مقدار ممکن برسد. صبر کنید تا آب درون گرمکن بجوش آید. بعد از چند دقیقه که از جوشیدن آب گذشت تمام نقاط فلز با آب جوش همدم خواهند شد. دماسنج را طوری درون آب جوش در کنار قطعه فلز نگهدارید که با ته ظرف تماس نداشته باشد. بعد از چند دقیقه دماسنج دمای ثابتی را که همان دمای آب جوش و قطعه فلز است نشان خواهد داد θ_M . حال باید دمای اولیه آب و گرماسنج را بخوانیم. ابتدا توسط همزن آب درون کالریمتر را بهم می زنیم تا تمام نقاط آن همدم شود. اکنون دمای درون گرماسنج را از روی دماسنجی که بر روی آن قرار دارد خوانده و یادداشت می کنیم θ_i . بلافاصله بعد از خواندن دمای گرماسنج، درپوش آن را باز نموده قطعه فلز را که درون آب جوش قرار دارد درون کالریمتر می اندازیم. هرچه این عمل سریع تر انجام گردد میزان انرژی گرمایی مبادله شده با محیط کمتر شده دقت آزمایش بالا خواهد رفت.

دقت کنید در اثر انداختن قطعه فلز به درون گرماسنج آب درون گرماسنج به بیرون نپاشد.

آب گرماسنج را با هم زن به هم بزنید تا به دمای تعادل θ_E برسد. دمای تعادل را از روی دماسنج خوانده و به کمک رابطه (۱) ظرفیت گرمایی ویژه فلز را بدست آورید.

نکته مهم: بعد از اینکه فلز را بداخل گرماسنج انداختید دمای مجموعه بالا خواهد رفت. اگر دما از دمای محیط بالاتر رود بعد از رسیدن به یک مقدار ماکزیمم آرام آرام کاهش پیدا می کند. بیشینه دمای نشان داده شده توسط دماسنج همان دمای تعادل خواهد بود. (چرا؟)

ب - اندازه گیری گرمای نهان ذوب یخ

چند قطعه یخ با دمای صفر درجه را از ظرف مخلوط آب و یخ (فلاسک) بیرون آورده و پس از خشک کردن سریع به درون گرماسنج که در آن مقداری آب قرار دارد، می اندازیم. تبادل گرمایی میان یخ و گرماسنج باعث می شود تمامی یخ در نقطه ذوب خود (دمای صفر درجه) به آب تبدیل شده و سرانجام تمام مجموعه به دمای تعادل θ_E برسد. در این فرایند، گرمایی که آب گرماسنج از دست داده است ابتدا صرف تبدیل یخ صفر درجه به آب صفر درجه و سپس تبدیل آب صفر درجه به آب با دمای θ_E شده است و می توان نوشت:

$$m_I L_F + m_I C_W \theta_E = (m_W C_W + A)(\theta_i - \theta_E) \quad (2)$$

که در آن داریم:

L_F	گرمای نهان ذوب یخ	θ_i	دمای اولیه آب و گرماسنج
C_W	ظرفیت گرمایی ویژه آب	θ_E	دمای تعادل نهایی مجموعه
A	ظرفیت گرمایی گرماسنج	m_I	جرم یخ
m_W	جرم آب درون گرماسنج		

برای تعیین L_F یخ از این معادله، ابتدا مقداری آب با دمایی حدود ۳۰ تا ۴۰ درجه سانتی گراد درون گرماسنج ریخته جرم گرماسنج را به همراه آب درون آن بدون درپوش اندازه بگیرید و جرم آب را محاسبه نمایید. m_W درپوش کالریمتر را بسته و آب درون آن را بهم بزنید. دمای تعادل گرماسنج و آب درون آن θ_i را اندازه بگیرید. حالا جرم کل گرماسنج و آب داخل آن را به همراه درپوش اندازه بگیرید. سپس چند قطعه یخ را (که در آن حباب هوا نباشد) از فلاسک درآورده و بعد از خشک کردن سریع به درون گرماسنج بیندازید. گرماسنج را مجدداً وزن نموده جرم یخ را محاسبه کنید. لازم است به طور مداوم و آرام آب داخل گرماسنج با هم زن، به هم زده شود و هنگامی که تمام یخ ذوب شد و دمای آب در یک نقطه ثابت روی دماسنج ایستاد، دمای تعادل θ_E را بخوانید. چنانچه دمای مجموعه از دمای محیط

پایین تر بیاید بعد از رسیدن به یک مقدار کمینه مجدداً افزایش خواهد یافت. کمینه دمای خوانده شده توسط دماسنج همان دمای تعادل خواهد بود. چرا؟ با قراردادن مقادیر به دست آمده در رابطه (۲) گرمای نهان ذوب یخ را بدست آورید.

خواسته‌های آزمایش:

- خطای اندازه‌گیری C_x و L_F را از روش دیفرانسیلی بدست آورید و مقادیر مربوط به این کمیت‌ها را با توجه به خطاهای بدست آمده با ارقام بامعنی درست بنویسید.
- چرا در اندازه‌گیری ظرفیت گرمایی ویژه فلز، باید آن را مدتی در آب جوش نگهدارید و سپس آن را به داخل گرماسنج بیاندازید؟