

دستور کار آزمایش تعیین گرمای ویژه مایعات به روش سرد کردن

هدف آزمایش: تعیین گرمای ویژه یک مایع به روش سرد کردن با استفاده از قانون نیوتن و با مقایسه با مایعی که گرمای ویژه آن معلوم است.

وسایل آزمایش: سیرکولاتور-ترازو- دو لوله آزمایش پیرکس 20*200 , دو دماسنج جیوه ای دقیق , قلاب S شکل ۲ عدد , استند لوله آزمایش , بست ۱۰ به ۱۰ , ستون قطر ۱۰ و طول ۵۰۰ میلی متر , پایه رومیزی کوچک



تئوری آزمایش

طبق قانون نیوتن، میزان اتلاف حرارت در یک جسم مستقیماً متناسب است با تفاوت دمای جسم و محیط و همچنین این اتلاف حرارت به سطح جسم بستگی دارد، قانون نیوتن را با فرمول زیر می توان نشان داد.

$$-\frac{d\theta}{dt} = k\theta$$

که در آن θ اختلاف دمای جسم و محیط است.
رابطه مزبور را می توان بصورت زیر نوشت:

$$\frac{d\theta}{\theta} = -kdt$$

با انتگرال گیری از طرفین داریم:

$$\ln \theta \Big|_{\theta_0}^{\theta} = -kt \Big|_0^t + c$$

اگر در لحظه $t = 0$ اختلاف درجه حرارت را θ_0 فرض کنیم، مقدار ثابت رابطه فوق مساوی $\ln \theta_0$ می شود و داریم :

$$\ln \theta - \ln \theta_0 = -kt \rightarrow \theta = \theta_0 e^{-kt}$$

ملاحظه می شود که تغییرات درجه حرارت جسم یا به عبارت دیگر اتلاف حرارت در یک جسم نسبت به زمان، تابعی لگاریتمی است. می توان بوسیله آزمایش، منحنی فوق را برای یک جسم پیدا کرد. برای تعیین گرمای ویژه یک مایع به روش سرد کردن به دو طریق می توان عمل نمود.

الف) هرگاه جرم دو مایع m_1 و m_2 گرمای ویژه آنها c_1 و c_2 باشد برای اینکه گرمای دو ظرف از درجه حرارت θ به θ' برسد هریک به ترتیب $m_1 c_1 (\theta - \theta')$ و $m_2 c_2 (\theta - \theta')$ گرما از دست می دهند و اگر t_1 و t_2 زمانی باشد که در طول آن به ترتیب مایع اولی و دومی هر دو از دمای θ به θ' برسد رابطه زیر برقرار است:

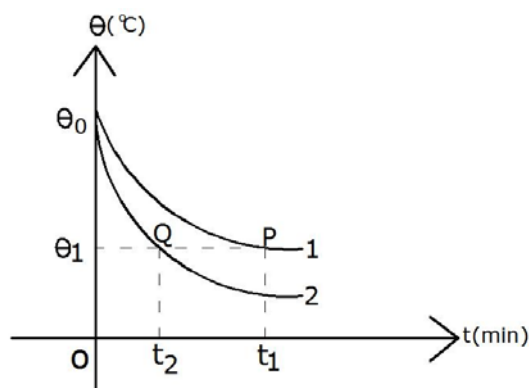
$$\frac{m_2 c_2 (\theta - \theta')}{t_2} = \frac{m_1 c_1 (\theta - \theta')}{t_1} \rightarrow c_2 = \frac{t_2}{t_1} \frac{m_1}{m_2} c_1 \quad (1)$$

ب) هرگاه منحنی سرد شدن دو مایع را بوسیله آزمایش رسم کنیم و در یک درجه حرارت معین θ_1 خطی به موازات محور زمان رسم نماییم تا منحنی ها را در نقاط P و Q قطع کند گرمای ویژه از رابطه زیر بدست می آید:

$$m_1 c_1 \left(\frac{d\theta}{dt} \right)_P = m_2 c_2 \left(\frac{d\theta}{dt} \right)_Q \quad (2)$$

که $\left(\frac{d\theta}{dt} \right)_P$ و $\left(\frac{d\theta}{dt} \right)_Q$ به ترتیب ضریب زاویه های خطوط مماس بر منحنی در نقاط P و Q هستند.

اگر یکی از دو مایع آب باشد، $c = 1 \frac{\text{cal}}{\text{g}^{\circ}\text{C}}$ بوده و به سادگی می توان c_2 را محاسبه کرد.



حال اگر از نقاط P و Q دو خط به موازات محور دما رسم کنیم تا محور زمان را در زمان های t_1 و t_2 قطع نماید با معلوم بودن

$$c_1 \text{ به کمک رابطه } c_2 = \frac{t_2}{t_1} \cdot \frac{m_1}{m_2} c_1 \text{ می توان } c_2 \text{ را به سادگی بدست آورد. عدد بدست آمده را با نتیجه ای که به طریق قبل}$$

گفته شده مقایسه کنید.

روش آزمایش

لوله های آزمایش را خشک کرده هر یک را جداگانه توزین کنید. برای خشک کردن کردن لوله ها بهتر است آنها را با مقدار کمی الکل شسته و در مسیر جریان هوا قرار دهید. دریکی از لوله ها آب و در دیگری مایع مورد آزمایش (الکل) را به ارتفاع های مساوی بریزید و دوباره آنها را وزن کنید (نظر به اینکه توزین لوله آزمایش محتوی مایع مشکل است بهتر است هریک از لوله های آزمایش را دریک بشر قرارداده باهم وزن کنید) تا وزن آب و مایع بدست آید. سپس این دو لوله را مطابق شکل داخل آکواریوم سیرکولاتور قرار دهید و آن را توسط گیره به پایه محکم کنید. سپس در هر لوله یک دماسنج قراردید بطوریکه با بدنه لوله آزمایش تماس نداشته باشد. آنگاه آنها را در آکواریوم سیرکولاتور قرار دهید بطوریکه هر دو مایع کاملاً در آب داخل سیرکولاتور قرار گرفته سپس سیرکولاتور را روشن کنید تا دمای آن به (حد اکثر $46^\circ C$) برسد. دقت کنید که دماسنج ها باید هر دو یک دما را نشان دهند.

در این موقع پایه نگهدارنده لوله های آزمایش را از آکواریوم خارج کنید و در همین لحظه کرنومتر را بکارانداخته و دقیقه به دقیقه دمای دو مایع را یادداشت کنید پس از گذشت ۱۰ دقیقه که تغییرات دما کم می شود می توانید فاصله زمانی خواندن دماسنج ها را زیاد کنید و نتایج اندازه گیری را در جدول زیر درج نمایید.

$T(\text{min})$	$\theta_1 (c^0)$	$\theta_2 (c^0)$
۰		
۱		
۲		
-		
-		

در یک دستگاه مختصات منحنی سرد شدن دو مایع را رسم کنید (با ذکر مقیاس و واحد). با توجه به آنچه گفته شد گرمای ویژه الکل را هم از طریق رسم نمودار (رابطه ۲) و هم با استفاده از رابطه (۱) بدست آورده و نتایج را با هم مقایسه کنید.