

دستور کار آزمایش ضریب هدایت حرارتی

هدف آزمایش: محاسبه ضریب هدایت حرارتی مس، آلومینیوم، برنج
وسایل آزمایش: (میله های ضریب هدایت حرارتی) (درسه نوع) ، ترمومتر دیجیتال با ۵ سنسور ، سه پایه رومیزی بزرگ ، ستون قطر ۱۲ و طول ۷۴۵ میلی متر ، بست ۱۲ به ۱۰ عدد ۲ ، گیره بالنی ۲ عدد ، کرنومتر ، کالریمتر معمولی) - ترازو



شکل (۱)

تئوری آزمایش

وقتی دو قسمت از یک ماده در دماهای مختلفی قرار داشته باشند و دمای عناصر کوچک حجم متعلق به ماده بین این دو قسمت اندازه گیری شود، آزمایش نشان می دهد که توزیع دما در آنها پیوسته است. انتقال انرژی بین عنصرهای حجم مجاور که به جهت اختلاف دما بین آنها صورت می گیرد، رسانش گرما نامیده می شود. قانون رسانش گرما از نتایج آزمایش های انجام شده بر روی جریان خطی گرما در یک بره، عمود بر وجوه آن بدست آمده است. قطعه ای از یک ماده به شکل بره ای به ضخامت Δx و مساحت A درآورده می شود. یک وجه آن در دمای T و وجه دیگر در دمای $T + \Delta T$ نگهداشته می شود. گرمای Q که در مدت زمان t عمود بر وجوه جریان می یابد،

اندازه گرفته می شود. آزمایش با Δx و A های متفاوت تکرار می شود. نتایج این آزمایش ها نشان می دهند که به ازای مقدار معینی از ΔT ، Q متناسب با زمان و مساحت است. همچنین به ازای مقدار مفروضی از زمان و مساحت، Q متناسب با $\frac{\Delta T}{\Delta x}$ است به شرطی که ΔT و Δx هر دو کوچک باشند. این نتایج را می توان به شکل زیر نوشت:

$$\frac{Q}{t} \propto A \frac{\Delta T}{\Delta x}$$

اگر این نتیجه را به یک بره بینهایت کوچک به ضخامت dT ، که در دو طرف آن اختلاف دمای dT موجود است تعمیم دهیم و ضریب تناسب را با K نشان دهیم قانون رسانش گرما به شکل زیر در می آید.

$$H = \frac{Q}{t} = -KA \frac{dT}{dx} \quad (1)$$

که در آن H یا $\frac{Q}{t}$ آهنگ انتقال گرما و $\frac{dT}{dx}$ را شیب دما می نامند. علامت منفی به دلیل این است که H مثبت بوده در حالی که $\frac{dT}{dx}$ منفی می باشد. در رابطه فوق ضریب تناسب K به ضریب رسانش گرمایی موسوم است.

اگر دو سر یک میله فلزی را در دو دمای متفاوت (مثلا دمای آب جوش و دمای آب یخ) قرار دهیم بعد از یک مدت زمان معین، انتقال گرما در داخل میله به حالت تعادل رسیده و شیب دما در میله مقدار ثابتی می شود، در این حالت داریم:

$$H = -KA \frac{T_2 - T_1}{L}$$

که در آن $T_2 - T_1$ اختلاف دمای بین دو نقطه دلخواه روی میله و L فاصله بین دو نقطه است.

روش آزمایش

دستگاه را مطابق شکل (۱) آماده کنید انتهای میله فلزی را به ظرف کالریمتر بالایی وارد کنید و ابتدای میله را در کالریمتر حاوی آب و یخ قرار دهید به طوری که ۵ سانتی متر از میله در داخل آب قرار گیرد. با استفاده از یک هیتر، آب را در کالریمتر بالایی به جوش برسانید و آن را در این دما نگه دارید. آب را در کالریمتر پایینی به کمک یخ در $0^\circ C$ نگه دارید. در این حالت قسمت بالایی میله در دمای آب جوش قرار دارد و قسمت پایینی آن در دمای آب یخ قرار دارد. توجه داشته باشید که در طی جوشش آب در بشر و گرم شدن میله ظرف پایینی میله دارای یخ باشد. حال چند عدد دماسنج دیجیتال را در نقاط مختلف با فواصل معین قرار دهید و صبر کنید که این دماسنج ها تقریباً اعداد ثابتی را نشان دهند. در این حالت سیستم به حالت تعادل رسیده و آهنگ انتقال گرما در داخل میله مقدار ثابتی است. با اعداد اندازه گیری شده برای دما در نقاط مختلف شیب دما را برای زوج نقاط مختلف حساب کرده و مقدار متوسط آن را بدست آورید.

اکنون اگر آهنگ انتقال گرما در میله را اندازه گیری کنید می توانید میله K را محاسبه نمایید. برای اندازه گیری H در حالتی که سیستم به حالت پایان رسیده ابتدا باید یخ های مانده در ظرف کالریمتر را بردارید و سریع مقداری یخ با جرم معین (که جرم آن را با ترازو اندازه گیری کرده اید) داخل کالریمتر که دارای آب صفر درجه است بریزید همزمان با ریختن یخ های با جرم معلوم کرنومتر را روشن کنید و زمان ذوب شدن یخ های با جرم معین را در داخل کالریمتر اندازه بگیرید. در این حالت یخ ها گرمای منتقل شده توسط میله را گرفته و در دمای ثابت (دمای آب و یخ) ذوب می شوند، این مقدار گرما برابراست با $Q = mL_f$ که در آن m جرم یخ و L_f گرمای نهان ذوب یخ می باشد. اگر این مقدار گرما را (Q) به زمان اندازه گیری شده تقسیم کنید آهنگ انتقال گرما در میله بدست می آید.

$$H = \frac{Q}{t}$$

آزمایش را با یخ هایی با جرم های مختلف انجام دهید و آهنگ انتقال گرما را در هر بار محاسبه کرده و مقدار متوسط آهنگ انتقال گرما را بدست آورید. با اندازه گیری سطح مقطع میله و داشتن شیب دمایی می توانید با استفاده از رابطه (۱)، K میله را محاسبه کنید.