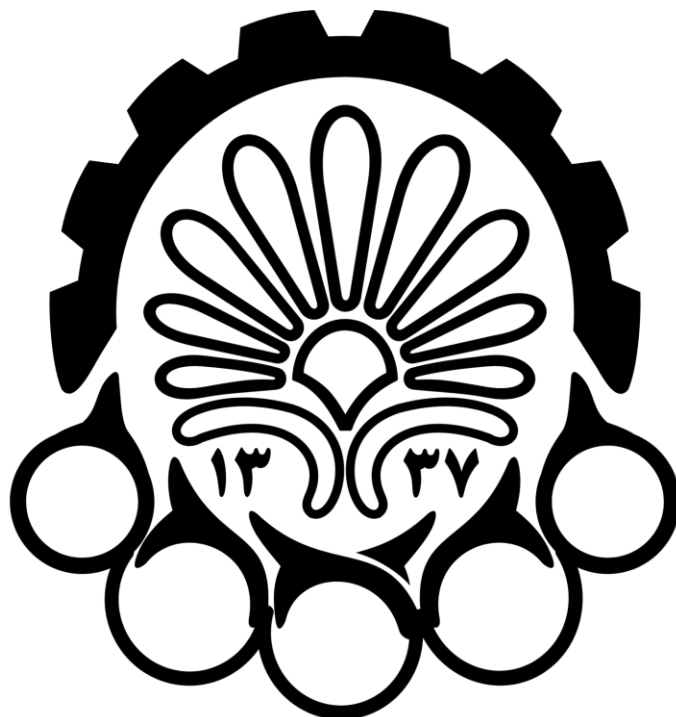


به نام خدا

گزارش کار آزمایشگاه فیزیک 3



دانشگاه صنعتی امیرکبیر
(پلی تکنیک تهران)

موضوع: ضریب هدایت حرارتی

استاد: سرکار خانم حسینی

معراج لطفی

هدف آزمایش

اندازه گیری ضریب هدایت حرارتی فلزات

کمیت ها و واحد ها

$$\frac{dQ}{dt} = kA \frac{dT}{dL}$$

رابطه بالا برای رسانش گرما در جسم برقرار است.

در این رابطه

Q نشان دهنده گرما است با یکای ژول

t زمان است با یکای ثانیه

A مساحت سطح مقطع است با یکای متر مربع

T دما است با یکای کلوین

L طول است با یکای متر

K ضریب هدایت حرارتی است با یکای ژول بر ثانیه متر کلوین

دیمانسیون

$$\frac{dQ}{dt} = kA \frac{dT}{dL} \rightarrow \frac{[J]}{[s]} = k[m^2] \frac{[K]}{[m]} \rightarrow k = \frac{[J]}{[s \cdot m \cdot K]} = \frac{[kg \cdot m^2]}{[s^3 \cdot m \cdot K]}$$

$$k = \frac{[M \cdot L]}{[T^3 \cdot \theta]} = \frac{\text{طول در جرم}}{\text{دما در مکعب زمان}}$$

تئوری آزمایش

هرچه ضریب هدایت گرمایی یک ماده بیشتر باشد، ماده بهتر گرما را در طول خود منتقل میکند. در این آزمایش با گرم کردن یک سر میله و سرد کردن طرف دیگر با استفاده از جریان آب، ضریب هدایت حرارتی را بدست میآوریم.

$$\frac{dQ_{\text{فلز}}}{dt} = \frac{dQ_{\text{آب}}}{dt} \rightarrow kA \frac{\Delta T}{L} = c\Delta\theta \frac{dm}{dt}$$

با اندازه گیری جرم آب خارج شده از دستگاه و اندازه گیری زمان میتوانیم ضریب هدایت حرارتی را بیابیم زیرا سطح مقطع و طول میله مشخص است و اختلاف دما برای فلز و برای آب نیز توسط دماسنج هایی که درون دستگاه قرار دارند مشخص شده است. باید دقت کنیم که اختلاف دما ها ثابت شده باشند و تغییر نکنند یعنی آهنگ انتقال گرما به تعادل رسیده باشد. چون فلز همگن و یکنواخت است، آهنگ انتقال انرژی در سطح مقطع های مختلف یکسان است.

شرح آزمایش

میله فلزی را گرم میکنیم و سپس جریان آب سرد را از انتهای میله عبور میدهیم و از دستگاه خارج میکنیم. جرم آب خروجی را به همراه زمان اندازه میگیریم. این فرایند را سه بار و با جریان های متفاوت آب تکرار میکنیم. اختلاف دما های روی دماسنج را برای دماسنج یک و دو که مربوط به فلز اند و سه و چهار که مربوط به جریان آب اند را ثبت میکنیم. طول فلز و سطح مقطع مشخص است و روی دستگاه نوشته شده است. با استفاده از رابطه بالا، ضریب هدایت حرارتی را برای هر جریان آب محاسبه میکنیم. با استفاده از جریان های متفاوت، نتایج متفاوتی بدست می آوریم که با میانگین گیری از این نتایج میتوانیم به عددی نزدیک به هدایت حرارتی واقعی فلز برسیم.

محاسبات و خطا گیری

$$L = 7.5cm, \quad D = 2.5cm$$

مرتبۀ اول

$$\theta_1 = 84^\circ\text{C}, \quad \theta_2 = 66^\circ\text{C}, \quad m = 61g$$

$$\theta_3 = 30^\circ\text{C}, \quad \theta_4 = 35^\circ\text{C} \quad t = 30.01s$$

$$k = \frac{(\theta_4 - \theta_3)}{(\theta_1 - \theta_2)} \frac{dm}{Adt} Lc = \frac{5 \times 0.061 \times 0.075 \times 4180}{18 \times 1.56\pi \times 10^{-4} \times 30.01} = 361.2 \frac{W}{m.K}$$

مرتبۀ دوم

$$\theta_1 = 81^\circ\text{C}, \quad \theta_2 = 58^\circ\text{C}, \quad m = 267g$$

$$\theta_3 = 27^\circ\text{C}, \quad \theta_4 = 28^\circ\text{C} \quad t = 30s$$

$$k = \frac{(\theta_4 - \theta_3)}{(\theta_1 - \theta_2)} \frac{dm}{Adt} Lc = \frac{1 \times 0.267 \times 0.075 \times 4180}{23 \times 1.56\pi \times 10^{-4} \times 30} = 274.4 \frac{W}{m.K}$$

مرتبه سوم

$$\theta_1 = 85^\circ\text{C}, \quad \theta_2 = 69^\circ\text{C}, \quad m = 37g$$

$$\theta_3 = 28^\circ\text{C}, \quad \theta_4 = 38^\circ\text{C} \quad t = 30s$$

$$k = \frac{(\theta_4 - \theta_3) dm}{(\theta_1 - \theta_2) A dt} Lc = \frac{10 \times 0.037 \times 0.075 \times 4180}{16 \times 1.56\pi \times 10^{-4} \times 30} = 493 \frac{W}{m.K}$$

خطای مطلق

$$\Delta x_i = |x_{real} - x_i|$$

$$k_{avg} = \frac{361.2 + 274.4 + 493}{3} = 376.2 \frac{W}{m.K}$$

$$\Delta k_1 = |376.2 - 361.2| = 15 \frac{W}{m.K}$$

$$\Delta k_2 = |376.2 - 274.4| = 101.8 \frac{W}{m.K}$$

$$\Delta k_3 = |376.2 - 493| = 116.8 \frac{W}{m.K}$$

خطای نسبی

$$E = \frac{\Delta x_i}{x_{real}}$$

$$E_1 = \frac{\Delta k_1}{k_{avg}} = \frac{15}{376.2} = 0.039$$

$$E_2 = \frac{\Delta k_2}{k_{avg}} = \frac{101.8}{376.2} = 0.270$$

$$E_3 = \frac{\Delta k_3}{k_{avg}} = \frac{116.8}{376.2} = 0.310$$

نتیجه گیری و کاربرد

با استفاده از این آزمایش میتوانیم ضریب هدایت حرارتی فلزات مختلف را صرفاً با اندازه گیری دما در چهار نقطه و اندازه گیری جرم آب خروجی تعیین کنیم، نکته ای که باید به آن توجه کنیم این است که باید تا برقراری تعادل برای رسانش انرژی صبر کنیم در غیر اینصورت آزمایش صحیح نخواهد بود. در نهایت از ضریب هدایت حرارتی میتوان مشخص کرد که چه موادی گرما را با آهنگ سریعتری منتقل میکنند و میتوانیم فلزات مختلف را در این زمینه مقایسه کنیم و برای کاربردی معین، فلزی مناسب انتخاب کنیم.