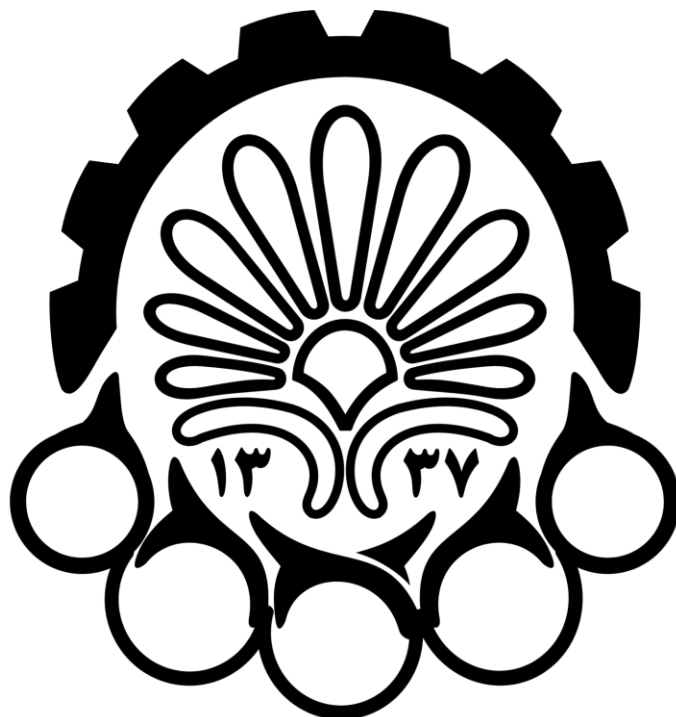


به نام خدا

گزارش کار آزمایشگاه فیزیک 3



دانشگاه صنعتی امیرکبیر
(پلی تکنیک تهران)

موضوع: اندازه گیری ظرفیت گرمایی ویژه مس

استاد: سرکار خانم حسینی

معراج لطفی

هدف آزمایش

هدف از این آزمایش، محاسبه ظرفیت گرمایی ویژه مس با استفاده از کالری متر و تکه های مس است. ظرفیت گرمایی ویژه یک ماده، مقدار گرمای مورد نیاز برای تغییر دمای آن ماده به اندازه یک واحد را نشان میدهد.

کمیت ها و واحد ها

$$Q = mc\Delta\theta$$

در این رابطه:

Q نشان دهنده گرمای مبادله شده با یکای ژول

m جرم ماده با یکای کیلوگرم

c ظرفیت گرمایی ویژه با یکای ژول بر کیلوگرم کلین

$\Delta\theta$ تغییرات دما با یکای کلین

دیمانسیون

$$Q [J] \rightarrow Fd [J = Nm] \rightarrow mad \left[J = kg \frac{m}{s^2} m \right] \rightarrow Q [J = \frac{kgm^2}{s^2}]$$

$$c = \frac{Q}{m\Delta\theta} \left[\frac{J}{kgK} = \frac{kgm^2}{kgKs^2} = \frac{m^2}{Ks^2} \right]$$

ظرفیت گرمایی ویژه بُعدی از مربع طول، معکوس مربع زمان، و معکوس دما دارد.

تئوری آزمایش

در این آزمایش از تبادل دما بین سیستم و محیط چشم پوشی میکنیم در نتیجه گرمای داده شده به سیستم با گرمای گرفته شده یکسان است.

$$Q_{hot\ cu} = Q_{cu\ and\ water}$$

$$m_{cu}c_{cu}(\theta_2 - \theta_e) = m_w c_w(\theta_e - \theta_1) + \Delta Q_{calorie\ meter}$$

پس ابتدا باید ظرفیت گرمایی کالری متر را محاسبه کنیم:

$$m_{hot\ water}c\Delta\theta = m_{cold\ water}c\Delta\theta + C_{calorie\ meter}\Delta\theta$$

$$C_{calorie\ meter} = \frac{m_{hot\ water}c\left[\frac{cal}{g^{\circ}C}\right](\theta_2 - \theta_e) - m_{cold\ water}c\left[\frac{cal}{g^{\circ}C}\right](\theta_e - \theta_1)}{(\theta_e - \theta_1)}$$

ظرفیت گرمایی به دست آمده برای کالری متر، ظرفیت گرمایی آن نسبت به آب است و در مرحله بعد نیز از همین مقدار استفاده میکنیم.

$$C_{calorie\ meter} = Ac_w$$

در مرحله بعدی، ظرفیت گرمایی مس را اندازه میگیریم:

$$m_{cu}c_{cu}(\theta_2 - \theta_e) = m_w c_w(\theta_e - \theta_1) + A(\theta_e - \theta_1)$$

$$c_{cu} = \frac{(m_{water}c_{water} + A)(\theta_e - \theta_1)}{m_{cu}(\theta_2 - \theta_e)}$$

شرح آزمایش

در مرحله اول این آزمایش، باید ظرفیت گرمایی کالری متر را اندازه بگیریم. برای این کار مقداری آب سرد که جرم و دمای آن را اندازه گرفته ایم در کالری متر میریزیم تا تعادل برقرار شود. بعد از برقراری تعادل، دما را اندازه گرفته و آب گرمی که جرم و دمای آن را مشخص کرده ایم به کالری متر اضافه میکنیم و با استفاده از روابط، ظرفیت گرمایی کالری متر را به دست می آوریم.

در مرحله بعدی مس را گرم کرده و دما و جرم آن را اندازه میگیریم و بعد آن را به کالری متر حاوی آب اضافه میکنیم. باید دمای اولیه آب و جرم آن را نیز اندازه گیری کرده باشیم. در نهایت دمای تعادل مخلوط آب و مس را اندازه میگیریم و با جایگذاری در روابط، ظرفیت گرمایی ویژه مس را بدست می آوریم.

محاسبات و خطا گیری

محاسبات مرحله اول برای محاسبه ظرفیت گرمایی کالری متر:

دمای آب سرد: 26°C

جرم آب سرد: 43.9 گرم

دمای آب داغ: 65°C

جرم آب داغ: 44.3 گرم

دمای تعادل: 42°C

ظرفیت گرمایی واقعی کالری متر: 16 کالری بر کلوین

$$C_{\text{calorie meter}} = \frac{m_{\text{hot water}} c \left[\frac{\text{cal}}{\text{g}^{\circ}\text{C}} \right] (\theta_2 - \theta_e) - m_{\text{cold water}} c \left[\frac{\text{cal}}{\text{g}^{\circ}\text{C}} \right] (\theta_e - \theta_1)}{(\theta_e - \theta_1)} = 19.8 \text{ cal/K}$$

$$\Delta x_i = |x_{\text{real}} - x_i| = |19.8 - 16| = 3.8 \text{ cal/K}$$

$$E = \frac{\Delta x_i}{x_{\text{real}}} = \frac{4.6}{16} = 0.2375$$

محاسبات مرحله دوم برای محاسبه ظرفیت گرمایی ویژه مس

دمای اولیه آب: 34°C

جرم آب: 27.2 گرم

دمای مس داغ: 103°C

جرم مس داغ: 31.4 گرم

دمای تعادل: 38°C

ظرفیت گرمایی کالری متر: 19.8 کالری بر کلوین

$$c_{cu} = \frac{(m_{water}c_{water} + A)(\theta_e - \theta_1)}{m_{cu}(\theta_2 - \theta_e)} = 0.092 \frac{cal}{g.K} = 384.928 \frac{J}{kg.K}$$

عجیب است که مقدار به دست آمده به شدت به مقدار واقعی نزدیک است.

$$\Delta x_i = |x_{real} - x_i| = |384.928 - 385| = 0.072 \frac{J}{kg.K}$$

$$E = \frac{\Delta x_i}{x_{real}} = \frac{0.072}{385} = 1.8 \times 10^{-4}$$

نتیجه گیری و کاربرد

با انجام این آزمایش میتوان ظرفیت گرمایی مواد به ویژه فلزات را مشخص کرد. با وجود اینکه این آزمایش نیازی به تجهیزات پیشرفته ندارد، میتوان با استفاده از یک کالری متر و دماسنج و ترازو نتایج قابل قبولی به دست آورد اما باید توجه داشت که این نتایج با مقدار واقعی به دلیل اتلاف گرما و دقیق نبودن وسایل اندازه گیری تفاوت دارند و گاهی ممکن است خطا بیشتر از مقدار قابل قبول باشد، گاهی اوقات نیز مثل این آزمایش خطا نزدیک به صفر است که کم بودن خطا نیز خود شک برانگیز است بنابراین باید به این مشکلات نیز توجه کرد.