

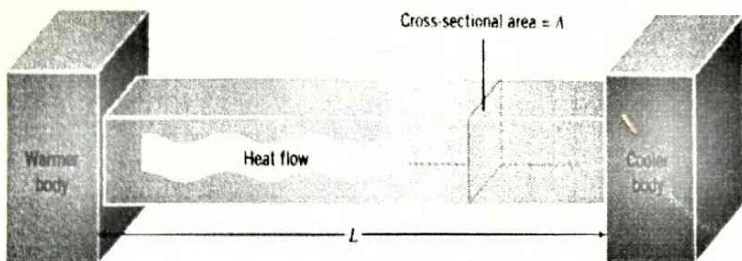
• استفاده از ماشین حساب بلامانع است.

• برگه را تمیز بنویسید. برگه‌های کثیف و ناخوانا تصحیح نخواهند شد در این راستا استفاده از مداد بلامانع است.

• جواب‌ها را فقط و فقط در جای معین شده بنویسید.

اگر در دو سمت یک میله اختلاف دما وجود داشته باشد، انرژی گرمایی درون میله منتقل می‌شود و از سمت گرم‌تر به سمت سردتر می‌رود.

میزان انرژی منتقل شده در واحد زمان (H) به عواملی چون اختلاف دمای دو طرف میله ($\Delta\theta$)، طول میله (L)، مساحت مقطع میله (A) بستگی دارد.



الف) به نظر شما رابطه میان میزان انرژی منتقل شده در واحد زمان با کمیت‌های زیر چگونه است؟ مستقیم یا معکوس؟ (۰/۷۵ نمره)

اختلاف دما: مستقیم
طول میله: معکوس

مساحت مقطع میله: مستقیم

ب) بعد کمیت H را تعیین کنید. (۰/۵ نمره)

بعد انرژی: ML^2T^{-2}

بعد H: $\frac{ML^2T^{-2}}{T} = ML^2T^{-3}$

برای یافتن رابطه میان کمیت‌ها، میله‌هایی از جنس مس با طول‌های مختلف که سطح مقطع همگی آنها به شکل مربع است در اختیار داریم و آنها را میان اختلاف دماهای مختلف قرار داده و میزان انتقال انرژی را اندازه می‌گیریم. در دو آزمایش جداگانه رابطه میان طول ضلع مقطع میله و میزان انتقال انرژی و همچنین طول میله و میزان انتقال انرژی اندازه‌گیری شده است و نتایج زیر بدست آمده است.

آزمایش اول

طول ضلع مقطع مربعی شکل (سانتی‌متر)	انتقال انرژی در واحد زمان (کالری بر دقیقه)	مرتبۀ آزمایش
۱	۴۴	اول
۲/۵	۲۷۵	دوم
۴	۷۰۵	سوم
۶	۱۶۵۰	چهارم
۹	۳۷۵۰	پنجم

اختلاف دمای دوسر میله: ۱۵۰ درجه سانتی‌گراد طول میله: ۲ متر

ج) مقدار انتقال انرژی در مرتبۀ سوم آزمایش اول (۷۰۵ کالری بر دقیقه) را بر حسب واحد SI و بصورت نماد علمی بنویسید. (هر کالری را ۴ ژول در نظر بگیرید) (۱ نمره)

$$705 \frac{\text{cal}}{\text{min}} = 705 \frac{\text{cal}}{\text{min}} \times \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} \times \frac{4 \text{ J}}{\text{cal}} = 47 \frac{\text{J}}{\text{s}}$$

$$= 4.7 \times 10^1 \frac{\text{J}}{\text{s}}$$

(د) به کمک نتایج آزمایش اول، توان تاثیر طول ضلع مقطع میله در انتقال انرژی را پیدا کنید. (راه حل فراموش نشود!) (۱ نمره)

$$y = ax^n$$

رسم اول:

$$\begin{cases} 44 = a(1)^n \rightarrow a = 44 \\ 275 = a(2,5)^n \rightarrow \frac{275}{44} = 2,5^n \end{cases}$$

$$\rightarrow n = 2$$

داده شده است a, n را به کمک داده‌های تجربی است n پیدا کردیم است
رسم دوم: رسم مقدار n است

آزمایش دوم

طول میله (متر)	انتقال انرژی در واحد زمان (ژول بر ثانیه)	مرتبه آزمایش
۱	۹۳	اول
۲	۷۰	دوم
۳	۳۰	سوم
۴	۲۵	چهارم
۵	۱۸	پنجم

اختلاف دمای دوسر میله: ۱۵۰ درجه سانتی‌گراد طول ضلع مقطع مربعی شکل: ۴ سانتیمتر

(ه) یکی از آزمایشها در آزمایش دوم، نتیجه اندازه‌گیری خطای زیادی دارد. آن کدام آزمایش است و بنظرتان به چه دلیل؟ (۰/۵ نمره)

آزمایش دوم غیر معتبر است زیرا در آن $l = 2m$ و $l = 4cm$ طول ضلع مقطع
در آن $150^\circ C$ در آن $47 \frac{J}{s}$ است

(و) به کمک نتایج آزمایش دوم و با حذف داده مشکوک، توان تاثیر طول میله در انتقال انرژی را پیدا کنید. (راه حل فراموش نشود!) (۱ نمره)

$$y = ax^n$$

$$\begin{cases} 1) \quad 44 = a(1)^n \\ 2) \quad 70 = a(2)^n \\ 3) \quad 25 = a(4)^n \\ 4) \quad 18 = a(5)^n \end{cases} \Rightarrow \begin{matrix} 1) \rightarrow 2) \quad n = -1,5 \\ 2) \rightarrow 3) \quad n = -0,7 \\ 3) \rightarrow 4) \quad n = -1,8 \\ 1) \rightarrow 4) \quad n = -1,9 \\ 2) \rightarrow 4) \quad n = -1,1 \end{matrix} \Rightarrow \bar{n} = -1,4 \Rightarrow n = -1$$

می دانیم علاوه بر پارامترهای فوق، جنس میله هم در میزان انتقال انرژی موثر است. برای تاثیر دادن جنس، ضریبی به نام ضریب رسانندگی گرمایی برای همه مواد تعریف می شود. اگر واحد این کمیت در SI، $\frac{J}{s.m.^{\circ}C}$ (ژول بر ثانیه-متر-درجه سانتی گراد) باشد و نیز اگر بعد دما را با K نمایش دهیم، بعد ضریب رسانندگی گرمایی (S) را تعیین کنید. (۰/۵ نمره)

$$[S] = \frac{MLT^{-2}}{T.L.K} = MLT^{-2}K^{-1}$$

ح) به کمک تحلیل ابعادی رابطه میان H و کمیت‌های موثر بر آن یعنی مساحت مقطع میله، طول میله، اختلاف دمای دو سر میله و ضریب رسانندگی گرمایی را بیابید. (۱ نمره)

$$H = S^a L^b A^c \Delta\theta^d \quad \xrightarrow{c=1, b=-1} \text{ (ساختار پایه)}$$

$$MLT^{-2} = (MLT^{-2}K^{-1})^a L^{-1} L^2 K^d$$

$$\Rightarrow \begin{cases} M & 1 = a \\ L & 2 = a - 1 \rightarrow a = 1 \checkmark \\ T & -2 = -2a \rightarrow a = 1 \checkmark \\ K & 0 = -a + d \rightarrow d = 1 \end{cases}$$

$$\rightarrow H = \frac{SA\Delta\theta}{L}$$

ط) به کمک نتایج یکی از آزمایش‌های بالا، ضریب رسانایی گرمایی را برای مس در SI تعیین کنید. (۱ نمره)

$$4V = \frac{S \times 4^2 \times 1.0^{-4} \times 15}{2} \rightarrow$$

$$S = \frac{2 \times 4V}{14 \times 10^{-4} \times 1.0^{-4}} = 391,7 \frac{J}{s.m.^{\circ}C}$$

این عدد در واقعیت عدد $\frac{J}{s.m.^{\circ}C}$ است

ی) با توجه به اینکه دو کمیت طول میله و مساحت مقطع میله به هم وابسته هستند، آیا می توانستیم با حذف یکی از آنها رابطه میان کمیت های گفته را با تحلیل ابعادی و بدون آزمایش بیابیم؟ (۱ نمره)

خیر - زیرا با وجود آنکه این دو کمیت از لحاظ بعدی وابسته اند، اما از لحاظ فیزیکی وابسته نیستند. یعنی با متغییر شدن یکی از آنها لزوماً مقدار دیگری تغییر نمی کند.

ک) آزمایش انجام شده بسیار مشابه یکی از آزمایش هایی بود که در تمرینها دیده بودید (رابطه دبی عبوری بر حسب پارامترهای موثر بر آن). آیا می توانید بگویید هر یک از کمیت های H ، $\Delta\theta$ و S معادل کدام یک از کمیتها در آن آزمایش است؟ (امتیازی ۲ نمره)

$$\left\{ \begin{array}{l} H = \frac{S A \Delta\theta}{L} \\ \dot{Q} = \frac{\Delta P \cdot A}{\varphi \cdot L} \end{array} \right. \quad \begin{array}{l} H \propto Q \\ \Delta P \propto \Delta\theta \\ S \propto \frac{1}{\varphi} \end{array}$$

دبی عبوری معادل \dot{Q} عبوری در دانه های است. عامل دبی عبوری اختلاف دما است.

این رابطه آن عامل است که دبی عبوری اختلاف دما است.

هرچه S بیشتر باشد، $\Delta\theta$ کمتر و بیشتر در طول میله جریان پیدا می کند. اما هرچه φ بیشتر باشد، $\Delta\theta$ کمتر باشد. میزان دبی افزایش می یابد. بنابراین S در واقع، عکس φ است.

معادل است.