|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **五、数据处理**  **（1）数据整理：**  **表1 准稳态法测比热导系数数据记录表**   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | 时间  *τ*(*min*) | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | | 中心面热电势  *Vc*() | 20 | 21 | 26 | 40 | 60 | 83 | 108 | 134 | 161 | 187 | | 加热面热电势  *Vh*() | 27 | 87 | 140 | 179 | 211 | 241 | 269 | 294 | 321 | 347 | | 时间  *τ*(*min*) | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | | 中心面热电势  *Vc*() | 214 | 240 | 267 | 294 | 320 | 346 | 372 | 398 | 425 | 451 | | 加热面热电势  *Vh*() | 373 | 399 | 425 | 451 | 477 | 504 | 529 | 555 | 582 | 607 | | 时间  *τ*(*min*) | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | | 中心面热电势  *Vc*() | 476 | 502 | 527 | 553 | 578 | 603 | 629 | 654 | 677 | 701 | | 加热面热电势  *Vh*() | 633 | 659 | 684 | 708 | 732 | 757 | 782 | 806 | 830 | 853 |   中心面电阻 加热面电阻  **（2）数据处理：**  **1.用直线拟合计算升温速率:**  图5 电势随时间变化关系图  图中加热面电势随时间变化图像斜率。  中心面电势随时间变化图像斜率。  由图6中两拟合直线的斜率可得，电势差变化率为  则若用逐差法所得的计算温升速率，则温升速率为：25.68 μV/min  **2.** **计算热流密度：**  热流密度公式为：  其中：加热面积进行边缘修正的修正系数，加热电压，  样品面积，r为样品电阻，。  则由上述公式可得，热流密度为：  **3.计算稳定后的中心面和加热面的平均电势差:**  为表1中30个中心面和加热面的电势差的平均值  **4.计算导热系数:**  导热系数公式为：  其中样品厚度，温度差。  则导热系数为：    **5.计算比热容：**  若用直线所得的电势差变化率计算温升速率，则由于，则温升速率为：  有机玻璃密度：，样品厚度。  则由比热容公式可得：  **6. 计算误差：**  **(a).导热系数的误差：**  测得有机玻璃导热系数，有机玻璃导热系数约为  则绝对误差：  相对误差：  **(b).比热容的误差：**  测得有机玻璃的比热容，有机玻璃比热容为  绝对误差：  相对误差： |
| **六、结果陈述**  **（1）结果陈述：**  本实验测得导热系数为，相对误差为 。  比热容为，相对误差为 。  **（2）误差分析：**  **1.温度测量误差：**  ①.温度传感器的精度：温度传感器（热电偶）的精度直接影响测量结果。高精度的温度传感器可以减少测量误差，但其成本较高。若传感器未安装在材料中心位置，也可能导致测量温度与实际温度存在偏差。  ②.接触热阻：温度传感器与材料之间的接触热阻会阻碍热量传递，导致测量的温度低于实际温度。（减少接触热阻的方法包括使用导热胶或导热垫片，以确保传感器与材料之间良好的热接触。）  **2.热流测量误差:**  加热源的温度波动会导致热流不稳定。如加热功率的波动或加热液体温度变化，都会影响热流的稳定性。  **3.实验装置与环境的误差:**  ①.实验装置误差：实验装置的隔热性能不佳会导致热量散失。例如，隔热材料的导热系数过高或隔热层厚度不足，都会导致热量从试样中散失。这种热量损失会影响温度变化和热流的测量。  ②.环境温度变化：实验过程中环境温度的波动会影响样品的温度变化，导致测量结果不准确。  **4.准稳态条件的限制:**  实验中只能在有限时间内达到准稳态。而实际的准稳态可能难以完全实现，导致测量数据存在偏差。例如，对于导热性能较差的材料，可能需要较长时间才能达到准稳态，因此不宜选取过早的实验数据。  **5.材料特性的影响:**  ①.温度分布不均匀：材料内部的温度分布可能不均匀，尤其是在加热初期或材料导热性能较差时。这种不均匀性会导致测量的温差与实际温差不符，从而影响导热系数的计算。实验中由于选取的部分电势是仍处于加热初期时所测得的，因此会与实际电势有偏差，导致测量温度不准。  ②.热流密度不均匀：加热源提供的热流密度可能不均匀，导致材料内部温度变化不均匀。例如，加热面的温度分布不均匀或加热功率不稳定，都会影响热流的均匀性。  **6.数据处理误差：**  ①.数据处理方法：在计算导热系数和比热时，采用的数学模型和公式可能存在近似误差，假设条件可能与实际情况不符，导致计算结果不准确。  ②.测量时间与数据采集频率：数据采集频率过低，可能无法准确捕捉到温升速率的变化。测量时间过短也会使得数据是处于非准稳态时所得。  针对以上误差的减小措施如下：  **①.提高测量精度:**选择高精度的热电偶或其他温度传感器，确保其与被测材料接触良好，使用导热胶或导热垫片减少接触热阻。确保温度传感器安装在材料的中心位置，以减少测量误差。如果材料内部存在温度梯度，可以安装多个传感器以测量不同位置的温度。  **②.优化实验装置：**使用导热系数低的隔热材料，并确保隔热层厚度足够，以增强实验装置的隔热性能，减少热量散失。  **③.控制实验条件：**为确保加热源温度稳定，使用稳定的加热源，如恒温电加热器。定期校准加热源的温度，确保其精度。  **④.合理选择测量时间：**根据材料的导热性能，合理选择测量时间和数据采集频率。对于导热性能较差的材料，可以适当延长测量时间。  **⑤.减少环境干扰：**在实验过程中，尽量减少环境温度、湿度和气流的干扰。例如，可以在恒温恒湿的实验室中进行实验。  **⑥.多次重复实验：**通过多次实验所得结果取平均值以减小随机误差的影响。、  **总结：**实验中比热容的误差较大主要源自于所选的电势测量值前几个数据并非处于准稳态，升温速率仍不稳定，导致电势差的变化并不均匀，从而使得数据处理时的较大误差，因此在实验中，应当注意选取数据的时间范围应保证物质处于准稳态，舍弃部分不准确的数据。 |
| **七、思考题**  **此实验的系统误差是什么：**  **一、热损失引起的误差**  **径向热损失：**问题：准稳态法假设热量一维传导（如沿样品轴向），但实际样品存在径向热扩散（通过侧面散失到环境中）。  **端面热损失**：问题：加热板或冷却端与环境的对流/辐射换热会破坏准稳态条件。  **二、温度测量误差**  **热电偶位置偏差**  **热电偶标定误差**   1. **加热系统误差**   **加热功率波动：问题**：电源输出不稳定或加热板电阻变化导致热流密度（q）不恒定。  **加热板与样品接触热阻：**问题：加热板与样品表面存在间隙或接触压力不均，产生附加热阻。  **四、样品自身特性误差**  **材料非均匀性：问题**：样品存在孔隙、杂质或各向异性（如纤维复合材料）。  **温度依赖性**：**问题**：材料的λ和cp随温度变化，但实验可能仅在某一温区测量。   1. **环境干扰误差**   **空气对流**：**问题**：空气流动会加速样品散热，尤其在高温实验中。 |
| **指导教师批阅意见** |
| **成绩评定**     |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | 预习  （20分） | 操作及记录  （40分） | 数据处理与结果陈述（30分） | 思考题  （10分） | 报告整体  印 象 | 总分 | |  |  |  |  |  |  | |