

令和8年度(2026年度) 大学院工学府修士課程外国人留学生特別選抜試験 (化学工学専攻)
International Master's Programs of Chemical Engineering in the Graduate School of Engineering,
Kyushu University (Academic Year from April, 2026)

科目 / Subject : 熱移動 / Heat Transfer (1枚 / 1 sheet)

1. (50点 / 50 points)

物質 A の熱伝導率 (k_0 [$\text{W m}^{-1} \text{K}^{-1}$]) を測定したい。高温部と低温部に挟まれて、熱伝導率が既知の物質 (厚み d_1 [m], 熱伝導率 k_1 [$\text{W m}^{-1} \text{K}^{-1}$]) の層 (レイヤー 1 : 高温部側) と物質 A の層 (レイヤー 2 : 低温部側, 厚み d_2 [m]) が設置されている。高温部と低温部の温度はそれぞれ常に T_h , T_c となるように制御されている。定常状態におけるレイヤー 1 と 2 の境界点の温度 (T_m) を計測できるようになっている。以下の問いに答えなさい。 / The thermal conductivity of substance A (k_0 [$\text{W m}^{-1} \text{K}^{-1}$]) is measured using the following experimental setting. Sandwiched between a high-temperature section and a low-temperature section, a layer of a substance with known thermal conductivity (thickness d_1 [m], thermal conductivity k_1 [$\text{W m}^{-1} \text{K}^{-1}$]) (Layer 1) and a layer of substance A (Layer 2, thickness d_2 [m]) are positioned. The temperature of the high-temperature section is constantly maintained at T_h , and the temperature of the cooling section is constantly maintained at T_c . The temperature (T_m) at the boundary point between Layers 1 and 2 in the steady state can be measured. Answer the following questions.

- (1.1) 定常状態における x 軸方向のレイヤー 1 内の熱流束 (q_1 [W m^{-2}]), レイヤー 2 内の熱流束 (q_2 [W m^{-2}]) をそれぞれ式で表せ。ただし, レイヤー面は十分広く, x 軸方向の熱流のみを考えればよい。 / Describe the formula that expresses the heat flux (q_1 [W m^{-2}]) within Layer 1 and the heat flux (q_2 [W m^{-2}]) within Layer 2 along the x -axis in the steady-state. Assume the layer surface area is sufficiently large, so consider only the heat flux along the x -axis.
- (1.2) k_0 を k_1 , d_1 , d_2 , T_h , T_c , T_m を用いた式で表せ。 / Describe the formula of k_2 by using k_1 , d_1 , d_2 , T_h , T_c and T_m .
- (1.3) 温度計測値には常に測定誤差が含まれている。熱伝導率の測定精度を高めるために, 計測上どのような工夫ができるか, 前問で導いた式を用いながら簡潔に説明せよ。 / Temperature measurements always contain measurement errors. In order to improve the measurement accuracy of thermal conductivity, explain what countermeasures can be taken in the measurement process, using the equation derived in the previous question.
- (1.4) 固体の熱伝導率は材料を構成する化学種だけでなく, その結晶構造によっても変化する。その理由を説明せよ。 / The thermal conductivity of solids varies not only with the chemical species constituting the material but also with its crystal structure. Explain the reason for this.