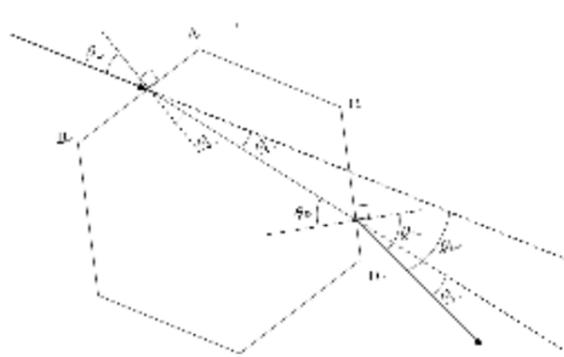


第 1 問

問 1
①

問 2
問題の図において光が面 AB から氷の結晶中に入射する点を P, CD 面から屈折して出ていく点を Q, また, P, Q を通る面 AB, CD に対する法線の交点を X とする。氷の結晶は正六角形なので $\angle PXQ = 120^\circ$
三角形の内角の和は 180° になるので $\theta_2 + \theta_3 + \angle PXQ = 180^\circ$
上記の 2 式から $\theta_2 + \theta_3 = 60^\circ$
(答) $\theta_2 + \theta_3 = 60^\circ$

問 3
左の図のように入射光と屈折光の線を延長し θ_6, θ_7 をとると, 錯角の関係から $\theta_1 = \theta_2 + \theta_6, \theta_3 = \theta_4 - \theta_7$
また, $\theta_5 = \theta_6 + \theta_7$ であるから $\theta_5 = \theta_1 - \theta_2 - \theta_3 + \theta_4$
問 2 より $\theta_2 + \theta_3 = 60^\circ$ であるから $\theta_5 = \theta_1 + \theta_4 - 60^\circ$
(答) $\theta_5 = \theta_1 + \theta_4 - 60^\circ$



問 4
 θ_1 が 13 度以下では θ_3 が臨界角を超えるので, CD 面では全反射が起きて, 光が氷の結晶の外に出ていかないため。

チャレンジ番号

氏名

第 1 問

問 5

図とグラフから, 入射光の広い範囲 (入射角 $\theta_1 = 33^\circ \sim 50^\circ$ のあたり) で入射した光が, θ_5 が 22° 付近に集まって出てくるため, 強く見えるから。

第3問

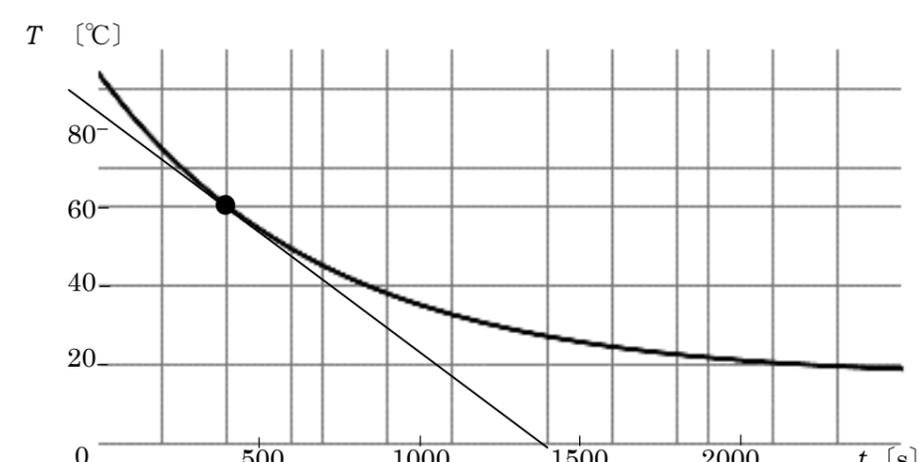
問1
 $P=IV$ より $I=P/V=20/10=2.0$
 (答) 2.0A

問2
 $Pt=mc\Delta T$ より $\Delta T=Pt/mc=(20\times 100)/(50\times 4.2)=9.52 \doteq 9.5$
 (答) 9.5 °C

問3
 $20t=50\times 4.2\times (T-17)$
 $T=17+0.095t$
 (答) $T=17+0.095t$

問4
 (1)より $\Delta Q/\Delta t = mc \Delta T/\Delta t$
 (2)を代入すると $-\alpha(T-T_e) = mc \Delta T/\Delta t$
 したがって、 $\frac{\Delta T}{\Delta t} = \frac{-\alpha(T-T_e)}{mc}$
 (答) $\frac{\Delta T}{\Delta t} = \frac{-\alpha(T-T_e)}{mc}$

問5



$T=60^\circ\text{C}$ における接線の傾きが 60°C における $\Delta T/\Delta t$ になるため
 $\Delta Q/\Delta t = mc \Delta T/\Delta t = 50 \times 4.2 \times (84 \div 1400) = 12.6$
 (答) 12.6 W

チャレンジ番号

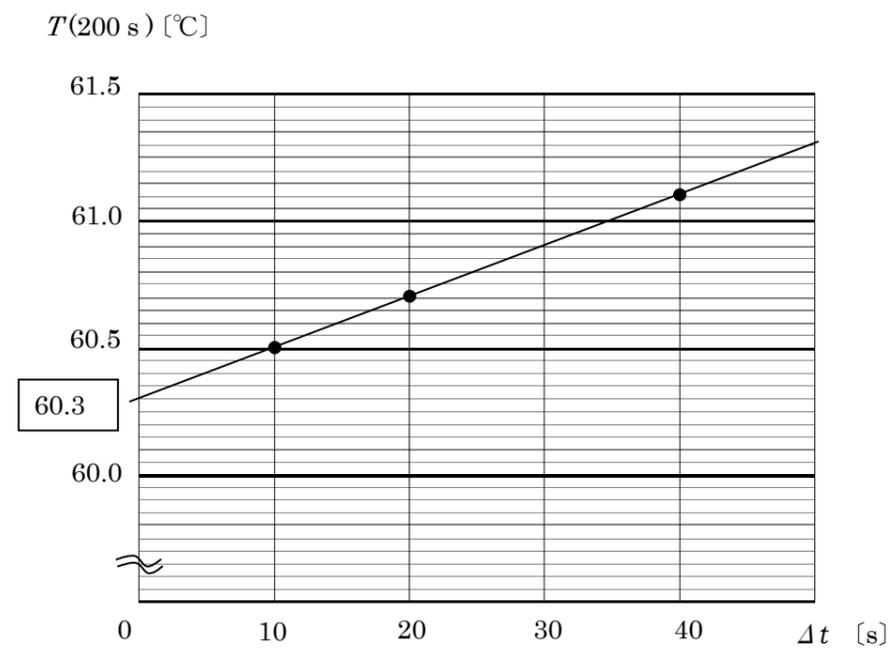
氏名

第3問

問6
 $T_0=T_e=17^\circ\text{C}$ より
 $P_1=50\text{ [W]}$
 $Q_1=P_1\Delta t=50\times 100\text{ [J]}$
 $\Delta T_1=(50\times 100)/(50\times 4.2)=23.809\dots\text{ [}^\circ\text{C]}$

$T_1=23.81+17=40.81\text{ [}^\circ\text{C]}$
 $P_2=50-0.20\times (40.81-17)=45.24\text{ [W]}$
 $Q_2=P_2\Delta t=45.24\times 100\text{ [J]}$
 $\Delta T_2=(45.24\times 100)/(50\times 4.2)=21.54\text{ [}^\circ\text{C]}$
 したがって、
 $T=T_1+\Delta T_2=40.81+21.54=62.35=62.4\text{ [}^\circ\text{C]}$
 (答) 62.4 °C

問7



(答) 60.3 °C

(コメント) 「水が十分温まらない」ことはよく経験することである。その事象を「ニュートンの冷却の法則」を用いて理解していく問題である。問4以降では、グラフに接線を引いて傾きを計算したり外挿近似を用いたりして目的の物理量を求めた。

問6・7については手法としては是非知っておいてほしい。今回の問題の $T-t$ グラフは微分方程式を解くことによって初等関数であらわすことができる。しかし、物理量の関係が初等関数であらわされることは極めて稀なことである。そのときに強力な武器となるのが今回の手法である。