



## 答え合わせ・解説 No.3

問1	答え 2 120秒	水の温度変化 $\Delta T$ は $95^\circ\text{C} - 15^\circ\text{C} = 80\text{K}$ である。必要な熱量 $Q$ は、 $Q = mc\Delta T$ より、 $500\text{g} \times 4.2\text{J}/(\text{g} \cdot \text{K}) \times 80\text{K} = 168000\text{J}$ と求められる。消費電力 $P = 1.4 \times 10^3\text{W} = 1400\text{W}$ であるから、電力と時間の積 $Pt = Q$ の関係式より、 $t = Q/P = 168000\text{J} / 1400\text{W} = 120\text{秒}$ となる。
問2	答え 2 潜熱	物質の相転移に伴い、温度変化を伴わずに吸収・放出される熱量を潜熱と呼ぶ。これに対し、比熱は物質1gの温度を1K上昇させるのに必要な熱量であり、熱容量は物体全体の温度を1K上昇させるのに必要な熱量である。内部エネルギーは物質が持つ全エネルギーの総和であり、相転移中も外部との熱のやり取りによって変化する。
問3	答え 2 熱平衡に達するまでの過程は不可逆変化であるが、系全体のエネルギー総和は変化しない。	温度差のある物体を接触させて熱平衡に至る現象は、自発的に進行する不可逆変化の典型例です。この過程で熱エネルギーは高温物体から低温物体へ移動しますが、系全体を断熱系とみなせば、外部とのエネルギーの出入りがないため、系全体のエネルギー総和は保存されます。不可逆変化であることと、エネルギーが保存されることは矛盾しません。
問4	答え 1 高温の物体が失った熱量と、低温の物体が得た熱量は等しい。	熱量の保存則により、外部と熱のやり取りがない閉じた系では、高温の物体が放出した熱量と低温の物体が吸収した熱量は等しくなります。これは熱容量の大小に関わらず成立する物理の基本原則です。熱容量は温度を1度変化させるのに必要な熱量であり、温度変化の大きさは熱容量に反比例しますが、熱量そのものは保存されます。
問5	答え 1 熱機関が外部へした仕事は、受け取った熱量から放出した熱量を差し引いた値である。	熱機関はエネルギー保存の法則に従い、受け取った熱量 $Q_1$ は、外部へした仕事 $W$ と放出された熱量 $Q_2$ の和( $Q_1 = W + Q_2$ )となる。したがって、仕事 $W$ は $Q_1 - Q_2$ と表される。熱効率は $Q_1$ に対する $W$ の割合であり、 $Q_2$ が0でない限り100% (1.0) を超えることはない。
問6	答え 2 0.6	熱効率は、受け取った熱量 $Q_1$ に対する仕事 $W$ の割合である。仕事 $W$ は、受け取った熱量 $Q_1$ から放出した熱量 $Q_2$ を引いた値であり、 $W = 1000\text{J} - 400\text{J} = 600\text{J}$ となる。したがって、熱効率は $600\text{J} / 1000\text{J} = 0.6$ と計算される。
問7	答え 1 物体の温度が上昇することは、構成する分子の熱運動が激しくなることを意味する。	温度は、物質を構成する原子や分子の熱運動の平均的な激しさを表す尺度である。温度が上昇すれば熱運動は激しくなり、温度が低下すれば熱運動は穏やかになる。絶対零度 (0 K) は、理論上、分子の熱運動が最も穏やかになる状態を指すため、極低温環境では熱運動は極めて小さくなる。
問8	答え 1 $6.0 \times 10^3\text{J}$	物体が失った熱量 $Q$ は、熱容量 $C$ と温度変化の絶対値 $\Delta T$ の積 ( $Q = C \times \Delta T$ ) で求められます。物体Aの熱容量は $3.0 \times 10^2\text{J}/\text{K}$ であり、温度変化は50度から30度への20度です。したがって、失った熱量は $3.0 \times 10^2\text{J}/\text{K} \times 20\text{K} = 6.0 \times 10^3\text{J}$ となります。この熱量がすべて物体Bに移動したと考えられます。
問9	答え 2 不可逆変化が生じる過程であっても、熱エネルギーを含めた系全体のエネルギー総和は保存される。	エネルギー保存の法則は物理学の根幹をなす原理であり、熱現象を含む不可逆変化においても例外なく成立します。不可逆変化によってエントロピーは増大しますが、熱エネルギーを含めた系全体のエネルギー総和は常に一定に保たれます。熱エネルギーはエネルギーの一形態として、他のエネルギーと等価に扱われます。
問10	答え 1 70.2 kJ	熱量 $Q$ は $Q = mc\Delta T$ の式で求められる。ここで $m$ は質量1000 g、 $c$ は比熱 $0.39\text{J}/(\text{g} \cdot \text{K})$ 、 $\Delta T$ は温度変化180 Kである。これら乗じると $Q = 1000 \times 0.39 \times 180 = 70200\text{J}$ となる。単位をkJに換算すると70.2 kJである。熱量の保存則を考える際、この放出された熱量が他の物質の加熱や状態変化に利用される。