

高校物理プリント（過去問類似）

熱力学 No.3

名前

得点

/10

問1 消費電力 1.4×10^3 Wのヒーターを用いて、質量500 gの水を 15°C から 95°C まで加熱する。水の比熱を $4.2 \text{ J}/(\text{g} \cdot \text{K})$ とし、ヒーターから発生した熱がすべて水の温度上昇に使われると仮定した場合、加熱に必要な時間は何秒か。 (2019年 全国公立入試 類似)

1. 60秒 2. 480秒 3. 240秒 4. 120秒

問2 物質が固体から液体へ、あるいは液体から気体へと相転移する際、温度を変化させずに吸収または放出される熱量を何と呼ぶか。 (2020年 全国公立入試 類似)

1. 比熱 2. 熱容量 3. 潜熱 4. 内部エネルギー

問3 断熱された容器内で、温度の異なる物体同士を接触させて熱平衡に達する過程において、エネルギーの保存について述べたものとして正しいものはどれか。 (2021年 全国公立入試 類似)

1. 熱平衡に達するまでの過程は不可逆変化であり、系全体のエネルギーは保存されない。 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。 3. 熱平衡に達する過程で熱エネルギーが散逸するため、系全体のエネルギーは減少する。 4. 熱平衡に達する過程で温度が変化するため、系全体のエネルギーは増加する。

問4 熱容量が異なる2つの物体を接触させ、外部との熱の出入りがない断熱容器内で熱平衡に達するまで放置した。このとき、高温の物体が失った熱量と低温の物体が得た熱量の関係について述べたものとして最も適当なものはどれか。 (2018年 全国公立入試 類似)

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。 2. 熱容量が大きい物体の方が、移動する熱量は常に大きくなる。 3. 温度変化の絶対値が大きい物体の方が、移動する熱量は常に大きくなる。 4. 熱平衡に達した後の温度が高い物体の方が、より多くの熱量を保持している。

問5 熱機関の熱効率に関する記述として、物理学的な原理に基づいた説明として最も適切なものはどれか。 (2015年 全国公立入試 類似)

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。 2. 熱機関の熱効率は、放出した熱量を外部から受け取った熱量で割ることで求められる。 3. エネルギー保存の法則により、熱機関は受け取った熱量のすべてを仕事に変換できる。 4. 熱効率が1を超える熱機関は、エネルギー保存の法則を満たすため実現可能である。

問6 ある熱機関が、高温の物体から1000 Jの熱量を受け取り、そのうち400 Jを低温の物体へ放出した。この熱機関の熱効率として正しい値はどれか。 (2015年 全国公立入試 類似)

1. 0.4 2. 1.5 3. 0.7 4. 0.6

問7 物体の温度と熱運動の関係について述べた文として、最も適切なものはどれか。 (2021年 全国公立入試 類似)

1. 絶対零度に近い極低温環境では、分子の熱運動は非常に激しくなっている。 2. 物体の温度が上昇することは、構成する分子の熱運動が静止状態に近づくことを意味する。 3. 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。 4. 物体の温度は、分子の熱運動の激しさとは無関係に定義される物理量である。

問8 熱容量が $3.0 \times 10^2 \text{ J/K}$ である物体Aを50度の状態から、熱容量が不明な物体Bと接触させた。最終的に両者は30度で熱平衡に達した。このとき、物体Aが失った熱量は何Jか。 (2018年 全国公立入試 類似)

1. $1.5 \times 10^2 \text{ J}$ 2. $6.0 \times 10^3 \text{ J}$ 3. $9.0 \times 10^3 \text{ J}$ 4. $1.2 \times 10^4 \text{ J}$

問9 熱力学におけるエネルギー保存の法則に関する記述として、最も適切なものはどれか。 (2021年 全国公立入試 類似)

1. 不可逆変化が生じる過程では、系全体のエネルギーの総和は減少する。 2. 不可逆変化が生じる過程では、熱エネルギーがすべて仕事に変換されるためエネルギーは保存される。 3. 熱エネルギーはエネルギーの一形態ではないため、エネルギー保存の法則には含まれない。 4. 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。

問10 比熱が $0.39 \text{ J}/(\text{g} \cdot \text{K})$ である質量1000 gの銅製容器が、200度から20度まで冷却される際に放出する熱量は何kJか。ただし、銅の比熱は一定とする。 (2026年 全国公立入試 類似)

1. 70.2 kJ 2. 7.02 kJ 3. 702 kJ 4. 0.702 kJ

答え合わせ・解説 No.3

問1	答え 4 120秒	水の温度変化 ΔT 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 3 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 4 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 3 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 2 $6.0 \times 10^3\text{ J}$	物体が失った熱量 Q は、熱容量 C と温度変化の絶対値 ΔT の積（ $Q = C \times \Delta T$ ）で求められます。物体Aの熱容量は $3.0 \times 10^2\text{ J/K}$ 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 $3.0 \times 10^2\text{ J/K} \times 20\text{ K} = 6.0 \times 10^3\text{ J}$ 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 4 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 $0.39\text{ J}/(\text{g} \cdot \text{K})$ 、 ΔT は温度変化180 Kである。これらに乗じると $Q = 1000 \times 0.39 \times 180 = 70200\text{ J}$ 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。