

問1 熱力学第一法則において、気体が外部から熱を吸収し、かつ外部に対して仕事をした場合、内部エネルギーの変化 ΔU が正となる条件として最も適切なものはどれか。 (2023年 全国公立入試 類似)

1. 吸収した熱量が外部にした仕事より大きい場合 2. 吸収した熱量が外部にした仕事と等しい場合 3. 吸収した熱量が外部にした仕事より小さい場合 4. 気体が外部から熱を全く受け取らない場合

問2 質量がともに30.0 gで、温度が60.0度である金属製のスプーンAとスプーンBがある。20.0度の水200.0 gが入った断熱容器が2つあり、一方にスプーンAを、他方にスプーンBを入れて静かに放置したところ、それぞれ熱平衡に達した。熱平衡に達した後の温度は、スプーンAを入れた水では20.6度、スプーンBを入れた水では20.7度であった。スプーンAの比熱を c_A 、スプーンBの比熱を c_B とするとき、これらの比熱の大小関係と、スプーンの材質に関する記述として最も適切なものはどれか。ただし、水の比熱を $4.2 \text{ J}/(\text{g} \cdot \text{K})$ とし、容器など外部との熱の出入りはないものとする。また、純金の比熱は $0.13 \text{ J}/(\text{g} \cdot \text{K})$ である。 (2022年 全国公立入試 類似)

1. $c_A < c_B$ であり、スプーンBは純金製ではない。 2. $c_A > c_B$ であり、スプーンBは純金製ではない。 3. $c_A < c_B$ であり、スプーンBは純金製である可能性がある。 4. $c_A > c_B$ であり、スプーンBは純金製である可能性がある。

問3 固体が液体に変化する際、温度が上昇せずに吸収される熱量を融解熱と呼ぶ。この熱量が消費される主な目的として最も適切なものはどれか。 (2017年 全国公立入試 類似)

1. 物質を構成する分子間の結合を弱めたり切り離したりするため 2. 分子の運動エネルギーを増大させて温度を上昇させるため 3. 物質の化学結合を組み替えて新たな化学反応を促進するため 4. 分子の数を増加させて物質の体積を膨張させるため

問4 比熱の定義として最も適切なものはどれか。 (2026年 全国公立入試 類似)

1. 物質1kgの温度を1K上昇させるのに必要な熱量 2. 物質1molの温度を1℃上昇させるのに必要な熱量 3. 物質の温度を1K上昇させるのに必要な全熱量 4. 物質が1Jの熱を得たときの温度上昇の割合

問5 ある物質の温度と加えた熱量の関係を示すグラフにおいて、温度上昇を示す区間の傾きが小さいほど、その物質の比熱についてどのようなことがいえるか。 (2017年 全国公立入試 類似)

1. 比熱は小さい 2. 比熱は大きい 3. 比熱は一定である 4. 比熱はゼロである

問6 消費電力 $1.4 \times 10^3 \text{ W}$ のヒーターを用いて、質量500 gの水を $15 \text{ }^\circ\text{C}$ から $95 \text{ }^\circ\text{C}$ 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. 120秒 3. 240秒 4. 480秒

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. 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。 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. 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。 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 加熱曲線において、温度が一定となる水平な区間が存在する理由として、物理学的な観点から最も適切な説明はどれか。 (2017年 全国公立入試 類似)

1. 加えた熱が分子間の結合を断つためのエネルギーとして消費されるから 2. 加えた熱がすべて物質の運動エネルギーの増加に変換されるから 3. 物質の熱容量が無限大になり、温度上昇が停止するから 4. 物質の外部への放熱と加熱が熱平衡状態に達するから

問9 消費電力が一定のヒーターを用いて水を加熱する際、発生する熱量と水の温度上昇の関係について最も適切な説明はどれか。 (2019年 全国公立入試 類似)

1. 発生する熱量は、消費電力と加熱時間の積に比例する。 2. 水の温度上昇に必要な熱量は、水の質量に関係なく一定である。 3. 消費電力が大きいほど、同じ温度上昇に必要な時間は長くなる。 4. 水の比熱が大きいほど、同じ熱量を与えたときの温度上昇は大きくなる。

答え合わせ・解説 No.2

問1	答え 1 吸収した熱量が外部にした仕事より大きい場合	熱力学第一法則 $Q = \Delta U + W$ を変形すると、 $\Delta U = Q - W$ となる。内部エネルギーの変化 ΔU が正の値をとるためには、 $Q - W > 0$ 、すなわち $Q > W$ である必要がある。これは、気体が外部から受け取った熱量が、気体が外部に対して行った仕事より大きい場合に、余剰分のエネルギーが内部エネルギーの増加として蓄えられることを意味する。
問2	答え 1 $c_A < c_B$ であり、スプーンBは純金製ではない。	熱平衡に達したとき、水の上昇温度はスプーンBを入れたとき (0.7度) の方がスプーンAを入れたとき (0.6度) よりも大きい。これはスプーンBから水へ移動した熱量が多いことを示しており、同じ質量・同じ温度変化であるため、スプーンBの比熱 c_B の方がスプーンAの比熱 c_A よりも大きい ($c_A < c_B$)。また、熱量保存の法則からスプーンBの比熱を計算すると約 $0.50 \text{ J}/(\text{g} \cdot \text{K})$ となり、純金の比熱 $0.13 \text{ J}/(\text{g} \cdot \text{K})$ とは異なるため、スプーンBは純金製ではないと判断できる。
問3	答え 1 物質を構成する分子間の結合を弱めたり切り離したりするため	融解熱は、固体から液体へ状態変化する際に必要なエネルギーである。この間、温度が上昇しないのは、供給された熱エネルギーが分子の運動エネルギー (温度) の増加ではなく、分子間の引力に打ち勝ち、結合を弱めたり切り離したりする位置エネルギーの増加にすべて費やされるためである。化学反応や分子数の変化とは無関係である。
問4	答え 1 物質1kgの温度を1K上昇させるのに必要な熱量	比熱とは、単位質量 (一般に1kg) の物質の温度を1ケルビン (1K) 上昇させるために必要な熱量のことである。単位は $\text{J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ で表される。物質によって値が異なり、この値が大きいほど温度が変化しにくい性質を持つ。選択肢にある mol を用いる定義はモル比熱と呼ばれる。
問5	答え 2 比熱は大きい	比熱とは、物質1gの温度を1K上昇させるのに必要な熱量です。グラフの傾きは「温度変化量/熱量」を表すため、傾きが小さいということは、同じ熱量を加えても温度上昇が小さいことを意味します。したがって、比熱は大きいと判断できます。
問6	答え 2 120秒	水の温度変化 ΔT は $95 \text{ }^\circ\text{C} - 15 \text{ }^\circ\text{C} = 80 \text{ K}$ 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 加えた熱が分子間の結合を断つためのエネルギーとして消費されるから	物質の加熱において温度が上昇するのは、分子の平均運動エネルギーが増大するためである。しかし、状態変化の最中は、加えた熱エネルギーは分子の運動エネルギーではなく、分子間の引力に抗して結合を弱めたり切り離したりする位置エネルギーの増大に優先的に使われる。そのため、温度変化を伴わずに内部エネルギーのみが増大する現象が生じる。
問9	答え 1 発生する熱量は、消費電力と加熱時間の積に比例する。	ヒーターの消費電力を P 、加熱時間を t とすると、発生する熱量 Q は $Q = Pt$ で表される。この熱量がすべて水の温度上昇に使われる場合、 $Q = mc\Delta T$ (m は質量、 c は比熱、 ΔT は温度変化) の関係が成り立つ。したがって、熱量は電力と時間の積に比例し、質量や比熱が大きいほど同じ温度上昇を得るためにはより多くの熱量が必要となる。