

問1 前述の熱平衡の過程において、物体Aと物体Bの熱容量の大小関係として正しいものはどれか。 (2018年 全国公立入試 類似)

1.  $CA > CB$                       2.  $CA = CB$                       3.  $CA < CB$                       4. 熱容量と温度変化の関係からは判断できない

問2 火力発電の特徴に関する記述として最も適当なものはどれか。 (2017年 全国公立入試 類似)

1. 発電過程で二酸化炭素を大量に排出するが、発電量の調整は比較的容易である。                      2. 発電過程で二酸化炭素を排出せず、発電量の調整も極めて容易である。                      3. 発電過程で二酸化炭素を排出するが、発電量の調整は困難である。                      4. 発電過程で二酸化炭素を排出せず、廃棄物の管理が不要である。

問3 質量100gの物質に1000Jの熱量を加えたところ、温度が20度上昇した。この物質の比熱は何J/(g・K)か。 (2017年 全国公立入試 類似)

1. 0.2 J/(g・K)                      2. 0.5 J/(g・K)                      3. 2.0 J/(g・K)                      4. 5.0 J/(g・K)

問4 熱量保存の法則に基づき、高温の金属球を常温の水に入れて熱平衡に達する実験を行う際、水温の変化をより大きく観測するために最も有効な操作はどれか。 (2022年 全国公立入試 類似)

1. 水の質量を半分にする                      2. 水の質量を2倍にする                      3. 水の温度を高くする                      4. 金属球の質量を半分にする

問5 発電方法の特性を比較した際、火力発電と原子力発電の共通点および相違点として正しいものはどれか。 (2017年 全国公立入試 類似)

1. 両者とも発電量の調整が容易であるが、二酸化炭素の排出有無が異なる。                      2. 両者とも二酸化炭素を大量に排出するが、廃棄物管理の必要性が異なる。                      3. 火力発電は発電量の調整が容易であり、原子力発電は二酸化炭素を排出しない。                      4. 火力発電は二酸化炭素を排出せず、原子力発電は発電量の調整が容易である。

問6 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小さくなる。

問7 熱力学第一法則を表す式として、気体が外部から受け取った熱量をQ、気体が外部にした仕事をW、内部エネルギーの変化をデルタUとしたとき、正しいものはどれか。 (2023年 全国公立入試 類似)

1.  $Q = \text{デルタ}U + W$                       2.  $Q = \text{デルタ}U - W$                       3.  $\text{デルタ}U = Q + W$                       4.  $W = Q + \text{デルタ}U$

問8 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9 熱容量が異なる2つの物体AとBを接触させ、外部との熱の出入りがない状態で熱平衡に達した。このとき、物体Aの温度は50度から30度へ変化し、物体Bの温度は18度から30度へ変化した。物体Aの熱容量をCA、物体Bの熱容量をCBとしたとき、CAとCBの大小関係として正しいものはどれか。 (2018年 全国公立入試 類似)

1.  $CA = CB$                       2.  $CA > CB$                       3.  $CA < CB$                       4.  $CA = 2CB$

問10 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. 潜熱                      3. 熱容量                      4. 内部エネルギー

問11 1気圧のもとで、水（液体）を加熱して沸騰させる過程において、分子の運動と状態変化について述べたものとして最も適当なものはどれか。 (2021年 全国公立入試 類似)

1. 加熱により分子の熱運動が激しくなり、分子間距離が広がって気体へと変化する。                      2. 加熱により分子自体の大きさが膨張し、体積が増加することで沸騰が起こる。                      3. 加熱により分子の熱運動が停止し、分子同士が固く結びつくことで沸騰が起こる。                      4. 加熱は分子の運動エネルギーを減少させ、分子間の引力を強めるために行われる。

## 答え合わせ・解説 No.1

問1	<b>答え 3</b> <b>CA &lt; CB</b>	熱量保存の法則より、 $CA \times (50 - 30) = CB \times (30 - 18)$ が成り立つ。これを整理すると $20CA = 12CB$ となり、 $CA = 0.6CB$ という関係が得られる。したがって、物体Aの熱容量CAは物体Bの熱容量CBよりも小さいことがわかる。温度変化の幅が小さい物体ほど、より大きな熱容量を持つ。
問2	<b>答え 1</b> <b>発電過程で二酸化炭素を大量に排出するが、発電量の調整は比較的容易である。</b>	火力発電は化石燃料を燃焼させて熱エネルギーを得るため、その過程で二酸化炭素を大量に排出する。一方で、燃料の投入量を制御することで発電量を柔軟に変更できるため、電力需要の変化に応じた調整が比較的容易であるという利点を持つ。原子力発電は二酸化炭素を排出しないが廃棄物管理が必要であり、水力発電は熱エネルギーを介さないため、これらとは特性が異なる。
問3	<b>答え 2</b> <b>0.5 J/(g・K)</b>	比熱cは、熱量Q、質量m、温度変化 $\Delta T$ を用いて $Q = mc\Delta T$ と表されます。これより $c = Q / (m\Delta T)$ となります。与えられた数値を代入すると、 $c = 1000 / (100 \times 20) = 1000 / 2000 = 0.5 \text{ J/(g} \cdot \text{K)}$ と計算されます。
問4	<b>答え 1</b> <b>水の質量を半分にする</b>	熱量保存の法則により、高温物体が失った熱量は低温物体が得た熱量と等しくなります。水が受け取る熱量をQ、水の比熱をc、水の質量をm、温度変化を $\Delta T$ とすると、 $Q = mc\Delta T$ という関係が成り立ちます。同じ熱量Qが移動する場合、水の質量mを小さくすれば、温度変化 $\Delta T$ は大きくなります。したがって、水温の変化をより明確に観測するためには、水の質量を減らすことが有効です。
問5	<b>答え 3</b> <b>火力発電は発電量の調整が容易であり、原子力発電は二酸化炭素を排出しない。</b>	火力発電は化石燃料の燃焼により二酸化炭素を排出するが、燃料供給量の調整により発電量の制御が容易である。一方、原子力発電は核分裂反応を利用するため発電過程での二酸化炭素排出はないが、放射性廃棄物の長期間にわたる管理が必要となる。また、原子力発電は出力の急激な変動には適さないという特性がある。
問6	<b>答え 1</b> <b>発生する熱量は、消費電力と加熱時間の積に比例する。</b>	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、 $\Delta T$ 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。
問7	<b>答え 1</b> <b>Q = デルタU + W</b>	熱力学第一法則は、エネルギー保存の法則を熱現象に適用したものである。系が外部から受け取った熱量Qは、その系が外部に対して行った仕事Wと、系の内部エネルギーの増加分デルタUの和に等しい。すなわち、 $Q = \text{デルタ}U + W$ という関係式が成り立つ。この法則は、熱エネルギーが仕事や内部エネルギーへと変換される際の収支を示している。
問8	<b>答え 2</b> <b>比熱は大きい</b>	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9	<b>答え 3</b> <b>CA &lt; CB</b>	熱平衡に達したとき、物体が受け取った熱量と失った熱量の絶対値は等しい。熱容量C、温度変化の絶対値 $\Delta T$ とすると、移動した熱量Qは $Q = C \times \Delta T$ と表される。物体Aの温度変化は20度、物体Bの温度変化は12度である。Qが一定であるため、温度変化が小さい物体Bの方が熱容量は大きくなる。したがって、温度変化の大きい物体Aの熱容量CAは、物体Bの熱容量CBよりも小さい。
問10	<b>答え 2</b> <b>潜熱</b>	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11	<b>答え 1</b> <b>加熱により分子の熱運動が激しくなり、分子間距離が広がって気体へと変化する。</b>	液体を加熱すると、構成する分子の熱運動が激しくなる。分子の運動エネルギーが増大すると、分子間の引力に打ち勝って分子同士の距離が広がり、液体から気体へと状態が変化する。これが沸騰の物理的なメカニズムである。分子自体の大きさは加熱によって変化せず、また熱運動が停止することもない。

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 $\Delta U$ 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、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	<b>答え 1</b> 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 $\Delta U$ 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	<b>答え 1</b> $c_A < c_B$ 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	<b>答え 1</b> 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	<b>答え 1</b> 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	<b>答え 2</b> 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	<b>答え 2</b> 120秒	水の温度変化 $\Delta T$ 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	<b>答え 1</b> 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	<b>答え 1</b> 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	<b>答え 1</b> 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、 $\Delta T$ 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。

問1 消費電力 $1.4 \times 10^3$  Wのヒーターを用いて、質量500 gの水を $15^\circ\text{C}$ から $95^\circ\text{C}$ 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. 潜熱                      3. 熱容量                      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切なものはどれか。 (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. 0.6                      3. 0.7                      4. 1.5

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 熱容量が $3.0 \times 10^2 \text{ J}/\text{K}$ である物体Aを $50^\circ\text{C}$ 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 $30^\circ\text{C}$ 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.  $6.0 \times 10^3 \text{ J}$                       2.  $1.5 \times 10^2 \text{ J}$                       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。      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。

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、 $200^\circ\text{C}$ から $20^\circ\text{C}$ 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 2 120秒	水の温度変化 $\Delta T$ 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 $180\text{ K}$ 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。

# 高校物理プリント（過去問類似）

## 熱力学 No.4

名前

得点

/ 11

問1 純粋な物質が融点で固体から液体へ状態変化している最中の現象として、最も適切な説明を答えよ。 (2020年 全国公立入試 類似)

1. 物質の温度は一定に保たれる
2. 物質の内部エネルギーは減少する
3. 物質の絶対温度は急激に上昇する
4. 物質の密度は必ず増加する

問2 0度の氷100gをすべて0度の水に変化させるために必要な熱量として、最も適切な値はどれか。ただし、氷の融解熱を  $3.34 \times 10^2 \text{ J/g}$  とする。 (2017年 全国公立入試 類似)

1.  $3.34 \times 10^4 \text{ J}$
2.  $3.34 \times 10^3 \text{ J}$
3.  $3.34 \times 10^5 \text{ J}$
4.  $3.34 \times 10^2 \text{ J}$

問3 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  $\Delta U$  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4 熱容量  $160 \text{ J/K}$  の容器に、温度  $80$  度のスープ  $160 \text{ g}$  を注いだところ、容器とスープが熱平衡に達したときの温度は  $68$  度であった。このとき、スープの比熱は何  $\text{J/(g} \cdot \text{K)}$  か。ただし、容器の初めの温度は  $20$  度とし、外部との熱の出入りはないものとする。 (2024年 全国公立入試 類似)

1.  $2.0 \text{ J/(g} \cdot \text{K)}$
2.  $4.0 \text{ J/(g} \cdot \text{K)}$
3.  $6.0 \text{ J/(g} \cdot \text{K)}$
4.  $8.0 \text{ J/(g} \cdot \text{K)}$

問5 熱容量の定義に関する説明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. 物体を1ケルビン上昇させるのに必要な熱量のことである
2. 物質1グラムを1ケルビン上昇させるのに必要な熱量のことである
3. 物体が保持している全エネルギーの総量のことである
4. 単位時間あたりに物体が放出する熱エネルギーのことである

問6 物質を加熱する際、温度が一定に保たれる状態変化の過程において、加えた熱エネルギーの主な役割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. 物質の内部エネルギーを増大させる
2. 物質の化学反応を促進させる
3. 物質を構成する分子の数を増やす
4. 物質の温度を急激に上昇させる

問7 質量  $100 \text{ g}$  の物質に  $1000 \text{ J}$  の熱量を加えたところ、温度が  $20$  度上昇した。この物質の比熱は何  $\text{J/(g} \cdot \text{K)}$  か。 (2017年 全国公立入試 類似)

1.  $0.2 \text{ J/(g} \cdot \text{K)}$
2.  $0.5 \text{ J/(g} \cdot \text{K)}$
3.  $2.0 \text{ J/(g} \cdot \text{K)}$
4.  $5.0 \text{ J/(g} \cdot \text{K)}$

問8 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9 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. 潜熱
3. 熱容量
4. 内部エネルギー

問10 ヒーターの電力  $P$ 、加熱時間  $t$ 、水の質量  $m$ 、比熱  $c$ 、温度変化  $\Delta T$  の関係を示す式として、エネルギー保存の法則に基づいた正しいものはどれか。 (2019年 全国公立入試 類似)

1.  $Pt = mc\Delta T$
2.  $P/t = mc\Delta T$
3.  $Pt = m\Delta T/c$
4.  $P = mt\Delta T/c$

問11 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

## 答え合わせ・解説 No.4

問1	<b>答え 1</b> 物質の温度は一定に保たれる	物質が融点において固体から液体へ変化する過程では、外部から供給された熱エネルギーは温度上昇ではなく、分子間の結合を解くためのエネルギーとして消費される。そのため、状態変化が完了するまで物質の温度は一定に保たれる。この過程で熱を吸収するため、内部エネルギーは増加する。絶対温度が上昇することはない。また、密度については物質の種類により増加する場合と減少する場合がある。
問2	<b>答え 1</b> $3.34 \times 10^4 \text{ J}$	潜熱による状態変化の熱量は、物質の質量と比熱ではなく融解熱を用いて計算される。熱量 $Q$ は $Q = m \times L$ ( $m$ は質量、 $L$ は融解熱) で求められる。本問では、 $100 \text{ g} \times 3.34 \times 10^2 \text{ J/g} = 3.34 \times 10^4 \text{ J}$ となる。この過程では温度変化を伴わず、加えた熱はすべて氷の結晶構造を破壊し、液体へと変化させるための内部エネルギーとして消費される。
問3	<b>答え 1</b> 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 $\Delta U$ 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も大きい場合に、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4	<b>答え 2</b> $4.0 \text{ J/(g} \cdot \text{K)}$	容器が得た熱量は $160 \text{ J/K} \times (68 - 20) \text{ K} = 7680 \text{ J}$ 、スプーンが失った熱量は $160 \text{ g} \times \text{比熱} \times (80 - 68) \text{ K} = 1920 \times \text{比熱} \text{ J}$ である。熱量保存の法則より、容器が得た熱量とスプーンが失った熱量は等しいため、 $1920 \times \text{比熱} = 7680$ となり、比熱は $4.0 \text{ J/(g} \cdot \text{K)}$ と求められる。
問5	<b>答え 1</b> 物体を1ケルビン上昇させるのに必要な熱量のことである	熱容量は物体そのものの温度を1ケルビン（または1度）上昇させるために必要な熱量を指す。これに対し、物質1グラムあたりの熱容量を比熱と呼ぶ。熱容量は物体の質量と比熱の積 ( $mh$ ) として計算されるため、物質の種類だけでなく物体の大きさや質量にも依存する物理量である。
問6	<b>答え 1</b> 物質の内部エネルギーを増大させる	物質の状態変化（融解や沸騰など）において、温度が変化しない間に吸収される熱は潜熱と呼ばれる。この熱は運動エネルギーの増加、すなわち温度上昇には寄与せず、分子間の結合を切り離すための仕事や位置エネルギーの増大に費やされる。結果として、物質全体の内部エネルギーが増大する。化学反応や分子数の増加とは無関係である。
問7	<b>答え 2</b> $0.5 \text{ J/(g} \cdot \text{K)}$	比熱 $c$ は、熱量 $Q$ 、質量 $m$ 、温度変化 $\Delta T$ を用いて $Q = mc\Delta T$ と表されます。これより $c = Q / (m\Delta T)$ となります。与えられた数値を代入すると、 $c = 1000 / (100 \times 20) = 1000 / 2000 = 0.5 \text{ J/(g} \cdot \text{K)}$ と計算されます。
問8	<b>答え 1</b> 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 ( $0 \text{ K}$ ) 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9	<b>答え 2</b> 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10	<b>答え 1</b> $Pt = mc\Delta T$	電力 $P$ は単位時間あたりのエネルギー量であり、時間 $t$ を乗じた $Pt$ はヒーターが消費した全エネルギー（電力量）を表す。これがすべて水の熱量 $Q$ として吸収されるとき、 $Q = mc\Delta T$ という関係が成り立つ。したがって、 $Pt = mc\Delta T$ がエネルギー保存の法則を正しく表現している。
問11	<b>答え 1</b> 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。

# 高校物理プリント（過去問類似）

## 熱力学 No.5

名前

得点

/10

問1 あるヒーターで水を加熱する際、実際の温度上昇が理論値よりも小さくなる理由として最も適切なものはどれか。（2019年 全国公立入試 類似）

1. 水の比熱が加熱中に変化するため
2. ヒーターから外部へ熱が逃げているため
3. 電力の供給が時間とともに増加するため
4. 水の質量が加熱中に減少するため

問2 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3 絶対零度に関する物理的性質の説明として、最も適切なものはどれか。（2021年 全国公立入試 類似）

1. 絶対零度において、物質を構成する粒子の熱運動は理論上停止する。
2. 絶対零度では、すべての物質は必ず液体として存在している。
3. 絶対零度は摂氏0度と定義され、氷が融解する温度と一致する。
4. 絶対零度はマイナス273.15度であるが、さらに冷却することでマイナス300度まで到達できる。

問4 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 $\Delta U$ 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5 物質が固体から液体へ状態変化する際、温度を変化させることなく吸収される熱量について、最も適切な名称を答えよ。（2020年 全国公立入試 類似）

1. 潜熱
2. 比熱
3. 熱容量
4. 内部エネルギー

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. 0.6
3. 0.7
4. 1.5

問7 熱力学における温度の概念について、絶対零度に関する記述として最も適当なものはどれか。（2021年 全国公立入試 類似）

1. 絶対零度は摂氏マイナス273.15度であり、これより低い温度は理論上存在しない。
2. 絶対零度では分子の熱運動は激しくなり、気体は必ずプラズマ状態に変化する。
3. 絶対零度は摂氏マイナス100度と定義されており、この温度で物質の体積はゼロになる。
4. 絶対零度よりも低い温度として、摂氏マイナス300度の状態を人工的に作り出すことが可能である。

問8 熱機関が外部から受け取った熱量を $Q_1$ 、外部へ放出した熱量を $Q_2$ とするとき、この熱機関の熱効率を表す式として正しいものはどれか。（2015年 全国公立入試 類似）

1.  $(Q_1 - Q_2) / Q_1$
2.  $Q_2 / Q_1$
3.  $Q_1 / Q_2$
4.  $(Q_1 + Q_2) / Q_1$

問9 発電方法の特性を比較した際、火力発電と原子力発電の共通点および相違点として正しいものはどれか。（2017年 全国公立入試 類似）

1. 両者とも発電量の調整が容易であるが、二酸化炭素の排出有無が異なる。
2. 両者とも二酸化炭素を大量に排出するが、廃棄物管理の必要性が異なる。
3. 火力発電は発電量の調整が容易であり、原子力発電は二酸化炭素を排出しない。
4. 火力発電は二酸化炭素を排出せず、原子力発電は発電量の調整が容易である。

問10 物質を加熱する際、温度が一定に保たれる状態変化の過程において、加えた熱エネルギーの主な役割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. 物質の内部エネルギーを増大させる
2. 物質の化学反応を促進させる
3. 物質を構成する分子の数を増やす
4. 物質の温度を急激に上昇させる

## 答え合わせ・解説 No.5

問1	<b>答え 2</b> ヒーターから外部へ熱が逃げているため	理想的な条件下ではヒーターの消費電力がすべて水の熱量に変換されると仮定するが、実際には容器や周囲の空気へ熱が伝わる熱損失が生じる。このため、水が受け取る有効な熱量は理論上の消費電力量よりも小さくなり、温度変化 $\Delta T$ は理論値よりも低くなる。
問2	<b>答え 2</b> 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3	<b>答え 1</b> 絶対零度において、物質を構成する粒子の熱運動は理論上停止する。	絶対零度は熱力学温度の基準点であり、熱運動が理論上停止する状態を指す。摂氏マイナス273.15度がこれに相当し、温度の下限として定義されている。この温度を下回することは物理法則上不可能であり、マイナス300度といった数値は誤りである。
問4	<b>答え 1</b> 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 $\Delta U$ 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も大きい場合に、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5	<b>答え 1</b> 潜熱	物質が融点において固体から液体へ、あるいは沸点において液体から気体へと状態変化する際、温度は一定に保たれたまま熱が吸収または放出される。この熱量を潜熱と呼ぶ。比熱は物質1kgの温度を1度上げるのに必要な熱量であり、熱容量は物体全体の温度を1度上げ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、状態変化の有無にかかわらず変化し得る。
問6	<b>答え 2</b> 0.6	熱効率 $\eta$ 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	<b>答え 1</b> 絶対零度は摂氏マイナス273.15度であり、これより低い温度は理論上存在しない。	温度は物質を構成する粒子の熱運動の激しさを表す指標であり、熱運動が理論上停止する温度を絶対零度と呼ぶ。この温度は摂氏マイナス273.15度であり、熱力学の法則上、これより低い温度は存在し得ない。したがって、マイナス300度といった値は物理的に実現不可能である。
問8	<b>答え 1</b> $(Q_1 - Q_2) / Q_1$	熱機関は高温の物体から熱量 $Q_1$ を受け取り、その一部を外部への仕事 $W$ に変え、残りの熱量 $Q_2$ を低温の物体へ放出する。エネルギー保存の法則より、 $W = Q_1 - Q_2$ が成り立つ。熱効率は受け取った熱量 $Q_1$ に対する仕事 $W$ の割合であるため、 $W / Q_1 = (Q_1 - Q_2) / Q_1$ となる。
問9	<b>答え 3</b> 火力発電は発電量の調整が容易であり、原子力発電は二酸化炭素を排出しない。	火力発電は化石燃料の燃焼により二酸化炭素を排出するが、燃料供給量の調整により発電量の制御が容易である。一方、原子力発電は核分裂反応を利用するため発電過程での二酸化炭素排出はないが、放射性廃棄物の長期間にわたる管理が必要となる。また、原子力発電は出力の急激な変動には適さないという特性がある。
問10	<b>答え 1</b> 物質の内部エネルギーを増大させる	物質の状態変化（融解や沸騰など）において、温度が変化しない間に吸収される熱は潜熱と呼ばれる。この熱は運動エネルギーの増加、すなわち温度上昇には寄与せず、分子間の結合を切り離すための仕事や位置エネルギーの増大に費やされる。結果として、物質全体の内部エネルギーが増大する。化学反応や分子数の増加とは無関係である。