

問1 電気ポットで水を温める際、消費された電気エネルギーのすべてが水の温度上昇に使われるわけではない。その理由として最も適当なものを、次のうちから一つ選べ。（2010年 全国公立入試 類似）

- | | | | |
|--|---|--|---|
| 1. 水の比熱が温度によって変化し、高温になるほど必要な熱エネルギーが減少するため。 | 2. 発生した熱エネルギーの一部が、ポットの容器自体の温度上昇や周囲の空気への熱放散に費やされるため。 | 3. 電気ポットの内部で電流が流れる際に、電気エネルギーがすべて化学エネルギーに変換されるため。 | 4. 水が沸騰する際に、周囲から熱を吸収して電気エネルギーを打ち消し合うため。 |
|--|---|--|---|

問2 火力発電のエネルギー変換効率に関する記述として、最も適切なものはどれか。（2006年 全国公立入試 類似）

- | | | | |
|--|---|--|---|
| 1. 火力発電では、エネルギーの変換回数が多いほど、最終的な電気エネルギーの総量は増加する。 | 2. 化石燃料が持つ化学エネルギーは、すべて電気エネルギーに変換することが可能である。 | 3. タービンを回転させる力学的エネルギーは、すべて電気エネルギーに変換される。 | 4. 熱エネルギーから力学的エネルギーへの変換過程で、エネルギーの一部は必ず外部へ放出される。 |
|--|---|--|---|

問3 断熱された容器Aに気体が封入され、隣接する真空の容器Bとの間の栓を開いて気体が全体に広がったとき、気体の状態変化について述べたものとして正しいものはどれか。（2005年 全国公立入試 類似）

- | | | | |
|-----------------------|------------------------|-----------------------|------------------------|
| 1. 気体の体積が増加し、圧力は上昇する。 | 2. 気体の体積は変化せず、圧力は減少する。 | 3. 気体の体積が増加し、圧力は減少する。 | 4. 気体の体積は変化せず、圧力は上昇する。 |
|-----------------------|------------------------|-----------------------|------------------------|

問4 理想気体を閉じ込めた円筒容器において、ピストンを動かして気体を圧縮する過程を考える。等温変化と断熱変化のそれぞれについて、圧力Pと体積Vの関係を示すPVグラフ上の曲線の傾きを比較したとき、正しい記述はどれか。（2021年 全国公立入試 類似）

- | | | | |
|------------------------------|------------------------------|-------------------|--------------------------|
| 1. 断熱変化の曲線の方が等温変化の曲線よりも急峻である | 2. 等温変化の曲線の方が断熱変化の曲線よりも急峻である | 3. 両者の曲線の傾きは常に等しい | 4. 圧縮の速さによってどちらが急峻かは変化する |
|------------------------------|------------------------------|-------------------|--------------------------|

問5 ある物質の加熱曲線において、固体状態の温度上昇の傾きが液体状態の傾きよりも大きい場合、この物質の比熱について言えることはどれか。（2017年 全国公立入試 類似）

- | | | | |
|----------------------------|----------------------------|-------------------------------|-----------------------------|
| 1. 固体状態の比熱の方が液体状態の比熱よりも大きい | 2. 固体状態の比熱の方が液体状態の比熱よりも小さい | 3. 固体と液体の比熱は等しく、傾きの差は融解熱に起因する | 4. 比熱と温度上昇の傾きには直接的な関係は存在しない |
|----------------------------|----------------------------|-------------------------------|-----------------------------|

問6 熱容量160 J/Kの容器に、温度80度のスープ160 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 J/(g・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 J/(g・K) | 2. 8.0 J/(g・K) | 3. 6.0 J/(g・K) | 4. 4.0 J/(g・K) |
|----------------|----------------|----------------|----------------|

問7 ある理想気体が状態Aから状態Bへ変化する過程において、圧力Pが2倍になり、体積Vが3倍になった。このとき、状態Bにおける内部エネルギーは状態Aの何倍になるか。（2022年 全国公立入試 類似）

- | | | | |
|-------|-------|---------|-------|
| 1. 6倍 | 2. 5倍 | 3. 1.5倍 | 4. 9倍 |
|-------|-------|---------|-------|

問8 ある熱機関のサイクルにおいて、圧力Pと体積Vのグラフで囲まれる領域の面積を計算したところ、定圧変化や定積変化を含む過程の合計として $73p_0V_0$ という値が得られた。このサイクルにおいて気体が外部へする仕事の総和はいくらか。（2026年 全国公立入試 類似）

- | | | | |
|---------------|-----------------|---------------|------------------|
| 1. $17p_0V_0$ | 2. $49/2p_0V_0$ | 3. $73p_0V_0$ | 4. $131/2p_0V_0$ |
|---------------|-----------------|---------------|------------------|

問9 理想気体を閉じ込めた円筒容器において、ピストンをゆっくりと動かして体積を膨張させる過程を考える。このとき、外部との熱のやり取りを遮断した断熱変化と、温度を一定に保つ等温変化を比較した場合、圧力pと体積Vの関係について最も適切な記述はどれか。（2021年 全国公立入試 類似）

- | | | | |
|--|--|---|-------------------------------------|
| 1. 等温変化の方が断熱変化よりも、体積変化に対する圧力の減少が急激である。 | 2. 断熱変化の方が等温変化よりも、体積変化に対する圧力の減少が急激である。 | 3. 断熱変化と等温変化のいずれにおいても、圧力の減少率は体積に対して常に一定である。 | 4. 断熱変化では圧力が一定に保たれるが、等温変化では圧力が減少する。 |
|--|--|---|-------------------------------------|

答え合わせ・解説 No.9

問1	答え 2 発生した熱エネルギーの一部が、ポットの容器自体の温度上昇や周囲の空気への熱放散に費やされるため。	電気ポットに電流が流れるとジュール熱が発生するが、この熱エネルギーのすべてが水に伝わるわけではない。一部の熱はポットのヒーターや容器自体の温度上昇に使われ、さらに容器の表面から周囲の空気へと熱伝導や熱放射によって散逸する。このため、水の温度上昇に利用される熱エネルギーの割合（熱効率）は100%未満となる。
問2	答え 4 熱エネルギーから力学的エネルギーへの変換過程で、エネルギーの一部は必ず外部へ放出される。	熱力学の第二法則により、熱エネルギーを他のエネルギーに変換する際には、必ず一部が熱として外部に放出されるため、変換効率を100%にすることはできません。火力発電では、燃焼熱から水蒸気、タービン回転、発電機という複数の変換段階を経るため、各段階でエネルギーの損失が生じます。したがって、投入した化学エネルギーのすべてを電気エネルギーとして取り出すことは不可能です。
問3	答え 3 気体の体積が増加し、圧力は減少する。	栓を開くことで気体が占める空間（体積）は容器Aと容器Bの合計分まで増加します。このとき、気体は外部に対して仕事を行わず、内部エネルギーも変化しないため温度は一定に保たれます。ボイルの法則（ $PV = \text{一定}$ ）に基づき、温度が一定の状態では体積が増加すれば、気体の圧力は減少することになります。
問4	答え 1 断熱変化の曲線の方が等温変化の曲線よりも急峻である	断熱変化では、気体が外部へ仕事をする際に内部エネルギーが減少するため、温度が低下します。等温変化では温度が一定に保たれるのに対し、断熱変化では温度低下が圧力の減少を加速させるため、 PV グラフにおける圧力の低下がより顕著になります。その結果、断熱変化の曲線は等温変化の曲線よりも急な傾きを持つことになります。
問5	答え 2 固体状態の比熱の方が液体状態の比熱よりも小さい	加熱曲線における温度上昇の傾きは、単位熱量あたりの温度変化の大きさを示しており、比熱の逆数に比例する。傾きが大きいほど比熱は小さく、傾きが小さいほど比熱は大きい。したがって、固体状態の傾きが液体状態より大きい場合、固体状態の比熱の方が小さいことになる。
問6	答え 4 $4.0 \text{ J}/(\text{g} \cdot \text{K})$	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 $4.0 \text{ J}/(\text{g} \cdot \text{K})$ と求められる。
問7	答え 1 6倍	理想気体の内部エネルギー U は絶対温度 T に比例し、 $U = kT$ (k は定数) と書けます。状態方程式 $PV = nRT$ より、 $T = PV / nR$ です。これを代入すると $U = k'PV$ (k' は定数) となり、内部エネルギーは圧力 P と体積 V の積に比例します。状態Aの積を $P_A \times V_A$ とすると、状態Bの積は $(2 \times P_A) \times (3 \times V_A) = 6 \times P_A \times V_A$ となるため、内部エネルギーは6倍になります。
問8	答え 3 73p0V0	熱機関のサイクルにおいて、気体が外部へする仕事の総和は、 P - V グラフ上で囲まれた領域の面積に等しいという物理法則に基づきます。問題文において面積が73p0V0と与えられているため、このサイクルで気体が外部へする仕事の総和もそのまま73p0V0となります。面積の計算過程で定圧・定積変化の矩形や曲線下の面積を考慮する手法は、熱力学における仕事の定義を具体的に適用する典型的な手法です。
問9	答え 2 断熱変化の方が等温変化よりも、体積変化に対する圧力の減少が急激である。	理想気体の断熱変化では、内部エネルギーの減少がそのまま外部への仕事となるため、等温変化と比較して温度が低下し、圧力の減少がより急激に進みます。 p - V グラフ上で比較すると、断熱変化の曲線は等温変化の曲線よりも傾きが急になります。このため、同じ体積膨張であっても、断熱変化の方が最終的な圧力が低くなります。