

問1 力学的エネルギーが熱運動に変換される現象として、最も不適切なものはどれか。（2005年 全国公立入試 類似）

- | | | | |
|-------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|
| 1. 電気ストーブのプラグを抜いた瞬間に、コンセント付近で火花が飛ぶ。 | 2. 空気入れの筒を急激に圧縮すると、筒の壁面が温くなる。 | 3. グラインダーで金属を削ると、火花とともに削り屑が高温になる。 | 4. 手を激しくこすり合わせると、手のひらが温くなる。 |
|-------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|

問2 ピストン付きシリンダー内に封入された単原子分子理想気体について、温度を一定に保ったまま体積を2倍に膨張させたとき、気体の圧力はどのように変化するか。（2020年 全国公立入試 類似）

- | | | | |
|-------------|-------------|---------------|---------------|
| 1. 圧力は2倍になる | 2. 圧力は変わらない | 3. 圧力は1/2倍になる | 4. 圧力は1/4倍になる |
|-------------|-------------|---------------|---------------|

問3 ある熱機関が、高温熱源から1000 Jの熱を受け取り、外部へ400 Jの熱を放出した。このとき、この熱機関が外部に対して行った仕事は何Jか。また、この結果が熱力学第二法則と矛盾しない理由として適切なものはどれか。（2006年 全国公立入試 類似）

- | | | | |
|--------------------------------|------------------------------------|-------------------------------|---------------------------------------|
| 1. 400 Jであり、温度変化が伴っているため矛盾しない。 | 2. 1400 Jであり、エネルギーが保存されているため矛盾しない。 | 3. 600 Jであり、熱容量が一定であるため矛盾しない。 | 4. 600 Jであり、熱効率が100パーセント未満であるため矛盾しない。 |
|--------------------------------|------------------------------------|-------------------------------|---------------------------------------|

問4 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無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5 水槽の底に沈んだ容器が受ける垂直抗力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。（2020年 全国公立入試 類似）

- | | | | |
|--|---|---|---|
| 1. 容器の断面積が大きくなるほど、容器内の気体圧力は深さに関わらず一定に保たれる。 | 2. 容器内の気体圧力が大気圧と等しいとき、容器が受ける垂直抗力は常にゼロになる。 | 3. 容器底面が水槽の底に密着している場合、底面下側の水圧が作用しないため、浮力の定義式であるアルキメデスの原理をそのまま適用することはできない。 | 4. 水槽の底からの垂直抗力は、容器の質量に関わらず、容器が排除した水の重さと常に等しくなる。 |
|--|---|---|---|

問6 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7 気体が外部に対して仕事をする現象に関する記述として、最も適切なものはどれか。（2024年 全国公立入試 類似）

- | | | | |
|--------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------|---------------------------------------|
| 1. 気体が外部に対して行う仕事は、体積変化量に関わらず常に一定である。 | 2. 気体が収縮して体積が減少する場合、気体は外部に対して正の仕事をする。 | 3. 気体が外部に対して行う仕事は、圧力の二乗に比例する。 | 4. 気体が膨張して体積が増加する場合、気体は外部に対して正の仕事をする。 |
|--------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------|---------------------------------------|

問8 気体が外部から熱を吸収しながら膨張し、内部エネルギーが変化しない等温変化を行う場合、この過程において気体が外部へした仕事と吸収した熱量の関係として正しいものはどれか。（2013年 全国公立入試 類似）

- | | | | |
|-------------------------------|----------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|
| 1. 吸収した熱量は、気体が外部へした仕事の2倍に等しい。 | 2. 吸収した熱量は、気体が外部へした仕事に等しい。 | 3. 吸収した熱量は、気体が外部へした仕事の半分に等しい。 | 4. 吸収した熱量は、気体が外部へした仕事に関係なく常に0である。 |
|-------------------------------|----------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|

問9 ある教室で20人の生徒が1時間あたり合計で 2.4×10^6 Jのエネルギーを消費している。このエネルギーがすべて室内の水の蒸発に使われると仮定したとき、蒸発する水の水質は何gか。ただし、水1gを蒸発させるのに必要な蒸発熱を2400Jとする。

（2004年 全国公立入試 類似）

- | | | | |
|----------|--------|---------|--------|
| 1. 1000g | 2. 50g | 3. 120g | 4. 15g |
|----------|--------|---------|--------|

答え合わせ・解説 No.2

問1	答え 1 電気ストーブのプラグを抜いた瞬間に、コンセント付近で火花が飛ぶ。	手をこすり合わせる摩擦、空気入れの圧縮、金属を削る際の摩擦は、いずれもマクロな力学的エネルギーが分子の不規則な運動である熱運動に変換される過程である。一方、電気ストーブのプラグを抜く際に生じる火花は、回路の遮断に伴う誘導起電力による空気の絶縁破壊（放電）であり、電気的な現象であるため熱運動への変換とは直接関係がない。
問2	答え 3 圧力は1/2倍になる	ボイル・シャルルの法則に基づき、温度が一定のとき、理想気体の圧力Pと体積Vの積は一定（ $PV = \text{一定}$ ）となります。したがって、体積Vが2倍になると、圧力Pは1/2倍になります。これはボイルの法則として知られる現象であり、気体分子の衝突頻度が体積の増大によって減少することに起因します。
問3	答え 4 600 Jであり、熱効率が100パーセント未満であるため矛盾しない。	熱力学第一法則より、受け取った熱量Q1から放出した熱量Q2を引いた値が、外部へ行った仕事Wとなる。すなわち、 $W = 1000 \text{ J} - 400 \text{ J} = 600 \text{ J}$ である。この熱機関の熱効率は $600/1000 = 0.6$ （60パーセント）であり、100パーセント未満であるため、熱力学第二法則に反することはない。
問4	答え 2 $CA < CB$	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 ΔT 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5	答え 3 容器底面が水槽の底に密着している場合、底面下側の水圧が作用しないため、浮力の定義式であるアルキメデスの原理をそのまま適用することはできない。	アルキメデスの原理は、物体が流体に完全に囲まれている場合に適用される。容器の底が水槽の底に密着し、底面下に水が入り込まない状況では、底面から上向きの圧力を受けないため、通常の浮力の計算式が成立しない。したがって、力のつり合いを考える際には、個別の圧力による力を考慮する必要がある。
問6	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7	答え 4 気体が膨張して体積が増加する場合、気体は外部に対して正の仕事をする。	熱力学において、気体が膨張して体積変化 ΔV が正の値をとるとき、気体は外部を押し出すため正の仕事をしたとみなされます。逆に、外部から圧縮されて体積が減少する場合は負の仕事をした、あるいは外部から仕事をされたと表現します。仕事は圧力と体積変化の積であり、圧力の二乗には依存しません。
問8	答え 2 吸収した熱量は、気体が外部へした仕事に等しい。	理想気体の内部エネルギーは温度のみに依存する。等温変化では温度が変化しないため、内部エネルギーの変化量 ΔU は0となる。熱力学第一法則 $Q = \Delta U + W$ に $\Delta U = 0$ を代入すると、 $Q = W$ となる。つまり、吸収した熱量はすべて外部へした仕事に変換されることになる。
問9	答え 1 1000g	物質が液体から気体へ状態変化する際に吸収する熱量を蒸発熱と呼ぶ。本問では、消費された総エネルギーを水1gあたりの蒸発熱で割ることで、蒸発した水の質量を算出できる。計算式は $2.4 \times 10^6 \text{ J} \div 2400 \text{ J/g} = 1000 \text{ g}$ となる。エネルギー保存の法則に基づき、消費された熱エネルギーがそのまま水の相転移に利用されたと考える物理的な状況である。