

問1 温度が一定に保たれた気体において、ボイルの法則が示す圧力と体積の関係として最も適切なものはどれか。（2014年 全国公立入試 類似）

1. 圧力は体積の二乗に反比例する 2. 圧力は体積に比例する 3. 圧力と体積の積は一定である 4. 圧力と体積の和は一定である

問2 断熱容器に閉じ込められた理想気体のピストンを動かし、体積をVから2Vまで膨張させた。このとき、断熱変化における圧力の変化として正しい説明はどれか。（2021年 全国公立入試 類似）

1. 気体が外部から熱を吸収するため、内部エネルギーが増加し、圧力は等温変化の場合よりも高く維持される。
2. 気体が外部へ仕事をするため、内部エネルギーが減少し、圧力は等温変化の場合よりも大きく低下する。
3. 断熱変化では温度が上昇するため、圧力は等温変化の場合よりも高く維持される。
4. 気体が外部へ仕事をするが、内部エネルギーは変化しないため、圧力は等温変化と等しくなる。

問3 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4 ある理想気体が、圧力一定の状態で温度が27℃から127℃まで上昇した。このとき、気体の体積は何倍になるか。最も適切なものを選び。（2020年 全国公立入試 類似）

1. 2.00倍 2. 4.70倍 3. 0.75倍 4. 1.33倍

問5 シャルルの法則が理想気体に対して成立する物理的な背景として、最も適切な説明はどれか。（2020年 全国公立入試 類似）

1. 分子の熱運動による壁面への衝突頻度と強さが温度上昇に伴い変化し、圧力を一定に保つために体積が拡大するから
2. 気体分子同士の引力が温度上昇によって打ち消され、分子の占有体積が減少するから
3. 気体分子の質量が温度上昇に伴って変化し、運動エネルギーの総和が一定に保たれるから
4. 容器内の気体分子の数が温度変化によって増減し、状態方程式を補正する必要があるから

問6 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. 固体と液体の比熱は等しく、傾きの差は融解熱に起因する
2. 固体状態の比熱の方が液体状態の比熱よりも大きい
3. 固体状態の比熱の方が液体状態の比熱よりも小さい
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7 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8 気体の分子運動論の観点から、ボイルの法則が成り立つ理由として最も適切なものはどれか。（2010年 全国公立入試 類似）

1. 気体分子の平均運動エネルギーが、体積の変化に応じて変化するため。
2. 気体分子が壁面に衝突する回数が、体積の減少に伴い単位時間・単位面積あたりで増加するため。
3. 気体分子同士の衝突頻度が、圧力の変化に関わらず一定に保たれるため。
4. 気体分子の大きさが、体積の減少に伴い無視できなくなるため。

問9 理想気体の状態変化において、温度が一定に保たれる等温変化の過程で、気体の内部エネルギーの変化量について述べたもの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. 変化しない 2. 外部から吸収した熱量に等しい 3. 常に正の値をとる 4. 気体が外部に対して行った仕事の量に等しい

答え合わせ・解説 No.6

問1	答え 3 圧力と体積の積は一定である	ボイルの法則は、温度一定の条件下で、気体の圧力Pと体積Vの間に $PV = \text{一定}$ という関係が成り立つことを示す法則である。これは圧力が体積に反比例することを意味しており、気体の状態変化を扱う熱力学の基礎となる重要な法則である。
問2	答え 2 気体が外部へ仕事をするため、内部エネルギーが減少し、圧力は等温変化の場合よりも大きく低下する。	断熱変化では熱の出入りがないため、気体が外部へ仕事を行うと、その分だけ内部エネルギーが減少します。理想気体の内部エネルギーは温度に依存するため、温度が低下します。一方、等温変化では外部から熱を吸収して温度を一定に保つため、断熱変化に比べて圧力の低下が抑えられます。したがって、断熱変化の方が圧力の減少幅は大きくなります。
問3	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4	答え 4 1.33倍	シャルルの法則を用いる際は、温度を絶対温度（K）に換算する必要がある。27℃は300K、127℃は400Kである。圧力一定のとき体積Vは絶対温度Tに比例するため、体積比は $400/300$ となり、約1.33倍となる。
問5	答え 1 分子の熱運動による壁面への衝突頻度と強さが温度上昇に伴い変化し、圧力を一定に保つために体積が拡大するから	理想気体において、温度上昇は分子の平均運動エネルギーの増大を意味する。圧力を一定に保つためには、壁面への衝突の強まりを緩和する必要があり、その結果として体積が膨張する。これがシャルルの法則の微視的な解釈である。
問6	答え 3 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7	答え 4 4.0 J/(g・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 J/(g・K) と求められる。
問8	答え 2 気体分子が壁面に衝突する回数が、体積の減少に伴い単位時間・単位面積あたりで増加するため。	気体の圧力は、気体分子が容器の壁面に衝突することで生じる力によって発生する。温度が一定であれば、分子の平均運動エネルギー（速度の二乗平均）は一定である。この状態で体積を小さくすると、単位体積あたりの分子数が増加し、壁面に衝突する回数が増えるため、結果として圧力が増大する。これがボイルの法則の微視的な根拠である。
問9	答え 1 変化しない	理想気体の内部エネルギーは、気体の温度のみに依存する状態量である。したがって、温度が一定に保たれる等温変化においては、気体の温度変化がないため、内部エネルギーの変化量はゼロとなる。熱力学第一法則（ $\Delta U = Q - W$ ）において $\Delta U = 0$ となるため、気体が外部に対して行った仕事Wと、外部から吸収した熱量Qは等しくなる。