

問1 気体分子運動論において、絶対温度 T が一定の理想気体について、気体分子の平均運動エネルギー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. 分子の種類によらず、絶対温度 T に比例する一定の値をとる。
2. 分子の質量が大きいほど、平均運動エネルギーは大きくなる。
3. 分子の速さの2乗に反比例し、絶対温度 T には依存しない。
4. 分子の種類によって異なり、分子量が大きいほど値は小さくなる。

問2 熱力学第一法則において、系が外部から吸収した熱量を Q 、系が外部に対して行った仕事を W 、系の内部エネルギーの変化量を ΔU としたとき、エネルギー保存の法則を表現する式として正しいものはどれか。（2005年 全国公立入試 類似）

1. $\Delta U = Q + W$
2. $\Delta U = Q - W$
3. $\Delta U = W - Q$
4. $\Delta U = Q + W$ の2乗

問3 熱力学第一法則に基づき、気体が吸収した熱量を Q 、気体が外部にした仕事を W 、気体の内部エネルギーの変化を ΔU とするとき、これらの関係を表す式として正しいものはどれか。（2025年 全国公立入試 類似）

1. $\Delta U = Q - W$
2. $\Delta U = Q + W$
3. $Q = \Delta U - W$
4. $W = Q + \Delta U$

問4 気体分子運動論において、密閉容器内の気体が示す圧力を微視的な視点で説明した記述として最も適切なものはどれか。（2004年 全国公立入試 類似）

1. 気体分子が容器の壁面に絶えず衝突を繰り返すことで生じる力の総和である。
2. 気体分子同士の化学的な結合が容器の壁面に伝わることで生じる力である。
3. 気体分子の大きさが容器の容積に対して無視できなくなることで生じる斥力である。
4. 気体分子の種類が異なる場合に発生する分子間力の総和である。

問5 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6 火力発電におけるエネルギー変換の過程として、最も適切な順序はどれか。（2006年 全国公立入試 類似）

1. 化学エネルギー → 熱エネルギー → 力学的エネルギー → 電気エネルギー
2. 化学エネルギー → 力学的エネルギー → 熱エネルギー → 電気エネルギー
3. 熱エネルギー → 化学エネルギー → 力学的エネルギー → 電気エネルギー
4. 熱エネルギー → 力学的エネルギー → 化学エネルギー → 電気エネルギー

問7 断熱された容器内の気体をピストンで静かに圧縮する過程において、気体の状態変化として正しい記述はどれか。（2005年 全国公立入試 類似）

1. 外部から仕事が行われ、内部エネルギーが増加し、温度と圧力が上昇する。
2. 外部へ仕事をし、内部エネルギーが減少し、温度と圧力が低下する。
3. 外部から仕事が行われるが、内部エネルギーは変化せず、温度と圧力が一定に保たれる。
4. 外部へ仕事をし、内部エネルギーが増加し、温度と圧力が上昇する。

問8 ある理想気体が、圧力一定の状態ですべての温度が 27°C から 127°C 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. 1.33倍
2. 4.70倍
3. 0.75倍
4. 2.00倍

問9 熱力学における潜熱の性質に関する説明として誤っているものはどれか。（2020年 全国公立入試 類似）

1. 潜熱は物質の相転移に伴う熱量である。
2. 融点において固体が液体になる際に潜熱が吸収される。
3. 水の沸点は絶対温度で約 273K である。
4. 熱は温度の高い方から低い方へ移動する。

問10 熱量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。（2022年 全国公立入試 類似）

1. 外部との熱のやり取りがない系において、高温物体が失った熱量と低温物体が得た熱量は等しい。
2. 熱の移動は常に温度が高い物体から低い物体へ向かい、熱量は保存されない。
3. 熱平衡状態では、すべての物体の温度は必ず 0°C になる。
4. 熱量はエネルギーの一種ではなく、物質の温度そのものを指す指標である。

答え合わせ・解説 No.5

問1	答え 1 分子の種類によらず、絶対温度Tに比例する一定の値をとる。	理想気体の平均運動エネルギーは、等分配則により絶対温度Tのみに依存し、分子の種類や質量には関係なく、 $3/2kT$ (k はボルツマン定数) で表されます。したがって、温度が一定であれば、分子の種類に関わらず平均運動エネルギーは一定となります。
問2	答え 2 デルタU = Q - W	熱力学第一法則は、系が吸収した熱量Qの一部が内部エネルギーの増加デルタUに充てられ、残りが外部への仕事Wとして放出されることを示している。エネルギー保存の法則に基づき、 $Q = \text{デルタ}U + W$ という関係が成立するため、これを变形した $\text{デルタ}U = Q - W$ が正しい式となる。
問3	答え 1 デルタU = Q - W	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。系が外部から吸収した熱量Qは、その一部が内部エネルギーの増加デルタUに充てられ、残りが外部への仕事Wとして消費される。したがって、 $Q = \text{デルタ}U + W$ という関係が成り立ち、これを变形すると $\text{デルタ}U = Q - W$ となる。内部エネルギーは状態量であり、経路によらず始点と終点の状態のみで決まる。
問4	答え 1 気体分子が容器の壁面に絶えず衝突を繰り返すことで生じる力の総和である。	気体の圧力は、熱運動を行う無数の気体分子が容器の壁面に衝突する際に与える力積によって生じます。気体分子運動論では、分子を質点とみなし、分子間の相互作用や分子自身の体積を無視する理想気体モデルを用いることで、圧力や温度といった巨視的な物理量を分子の運動エネルギーから説明します。化学変化や分子の大きさは、この基本的な圧力の定義には含まれません。
問5	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6	答え 1 化学エネルギー → 熱エネルギー → 力学的エネルギー → 電気エネルギー	火力発電では、まず化石燃料が持つ化学エネルギーを燃焼によって熱エネルギーへ変換します。この熱で水を高温高圧の水蒸気に変え、その膨張力でタービンを回転させることで力学的エネルギーを得ます。最後に、タービンに直結した発電機で電磁誘導を利用し、力学的エネルギーを電気エネルギーへと変換します。この一連のエネルギー変換の順序を理解することが重要です。
問7	答え 1 外部から仕事が行なわれ、内部エネルギーが増加し、温度と圧力が上昇する。	熱力学第一法則によれば、断熱変化では外部との熱の出入りがないため、気体が外部から仕事を受けると、その分だけ内部エネルギーが増加します。理想気体において内部エネルギーは温度の関数であるため、内部エネルギーの増加は温度の上昇を意味します。また、ボイル・シャルルの法則に基づき、体積が減少して温度が上昇すれば、気体の圧力は元の状態よりも高くなります。
問8	答え 1 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9	答え 3 水の沸点は絶対温度で約273Kである。	水の沸点は摂氏100度であり、絶対温度に換算すると約373Kである。273Kは水の凝固点 (融点) 付近の温度である。潜熱は相転移の際に温度を変化させずにやり取りされる熱であり、熱力学第二法則により熱は自発的に温度の高い方から低い方へ移動する。
問10	答え 1 外部との熱のやり取りがない系において、高温物体が失った熱量と低温物体が得た熱量は等しい。	熱量保存の法則は、孤立した系内において、高温物体が放出する熱量と低温物体が吸収する熱量が等しくなるというエネルギー保存則の一形態です。熱はエネルギーの移動形態であり、温度差がある限り移動しますが、系全体でエネルギーの総量は保存されます。熱平衡とは、熱の移動が停止し、系内の各物体の温度が等しくなった状態を指します。