

問1 理想気体の状態方程式 $PV=nRT$ に基づき、物質質量 n が一定の気体が定積変化を行うとき、圧力 P と絶対温度 T の関係を示すグラフの形状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. 原点を通る曲線 2. 原点を通る直線 3. 圧力軸に平行な直線 4. 温度軸に平行な直線

問2 理想気体の状態変化において、定積変化と定圧変化を組み合わせたサイクルを考える。圧力 P を縦軸、絶対温度 T を横軸にとったグラフ上で、このサイクルが描く図形の性質として正しいものはどれか。（2019年 全国公立入試 類似）

1. 原点を通る曲線で囲まれる 2. 各辺が双曲線の一部になる 3. 各辺が直線で構成される多角形になる 4. 圧力と温度が反比例する曲線になる

問3 熱と仕事相互に変換される過程において、エネルギー保存の法則が成立する物理的背景として最も適切な説明はどれか。

（2005年 全国公立入試 類似）

1. 熱は分子の不規則な運動エネルギーの一形態であり、仕事と熱はエネルギーの変換形態として等価であるため 2. 熱は物質固有の質量に依存する量であり、仕事を行うことで質量がエネルギーに変換されるため 3. 熱は運動量と密接に関係しており、仕事を行うことで運動量が保存されるため 4. 熱は温度が高い物体から低い物体へ移動する性質のみを持ち、仕事への変換は不可能であるため

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 ΔU 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. 気体が外部から熱を全く受け取らない場合 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. 吸収した熱量が外部にした仕事より大きい場合

問5 熱力学第一法則に基づき、単原子分子理想気体の定積変化において内部エネルギーが変化する物理的な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. 気体の体積が変化し、分子間のポテンシャルエネルギーが変化するため。 2. 気体の絶対温度が変化し、分子の平均運動エネルギーが変化するため。 3. 気体の圧力が変化し、分子の衝突回数が減少するため。 4. 気体が外部に仕事を行い、エネルギーが散逸するため。

問6 一定量の単原子分子理想気体を定圧変化させたとき、気体が外部から吸収した熱量に対する、気体が外部にした仕事の割合はいくらか。（2026年 全国公立入試 類似）

1. $2/3$ 2. $3/5$ 3. $2/5$ 4. $1/3$

問7 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8 気体の温度と分子運動の関係について、最も適切な説明はどれか。（2006年 全国公立入試 類似）

1. 気体の内部エネルギーは、分子の平均運動エネルギーとは無関係である。 2. 気体の温度が低いほど、分子の平均運動エネルギーは大きくなる。 3. 気体の温度が高いほど、気体分子の運動は静かになり、内部エネルギーは減少する。 4. 気体の温度は、分子の平均運動エネルギーの大きさを表す指標である。

問9 水中で手足を動かして運動を続けると、水温がわずかに上昇することがある。この現象に関する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. 手足の運動によって水分子の化学結合が切断され、その際に発生した化学エネルギーが熱として放出されたためである。 2. 手足が水に対して行った仕事、水の分子の運動エネルギーを増加させ、熱エネルギーに変換されたためである。 3. 水中で運動を行うことで、水分子が光合成を行い、その過程で熱が発生したためである。 4. 手足の運動が水の蒸発を促進し、蒸発熱が周囲の温度を上昇させたためである。

答え合わせ・解説 No.4

問1	答え 2 原点を通る直線	理想気体の状態方程式 $PV=nRT$ において、体積 V が一定（定積変化）であるとき、 V は定数とみなせます。したがって、 $P = (nR/V)T$ となり、圧力 P は絶対温度 T に比例します。比例関係にある二変数をグラフに描くと、原点を通る直線となります。定圧変化の場合は P が一定となるため、圧力と温度のグラフでは温度軸に平行な直線となります。
問2	答え 3 各辺が直線で構成される多角形になる	P - T グラフにおいて、定積変化（ V 一定）は $P = (nR/V)T$ となり、傾き nR/V の直線となります。一方、定圧変化（ P 一定）は $P = \text{定数}$ となり、温度軸に平行な直線となります。このサイクルは定積変化と定圧変化の組み合わせであるため、グラフ上の各辺はすべて直線となり、全体として多角形（平行四辺形など）の形状を描きます。
問3	答え 1 熱は分子の不規則な運動エネルギーの一形態であり、仕事と熱はエネルギーの変換形態として等価であるため	熱が分子の不規則な運動エネルギーであるという認識が定着したことで、熱と仕事は共にエネルギーの形態であることが理解された。ジュールによる実験等を通じて、熱と仕事は互いに変換可能であり、その変換の前後でエネルギーの総量が変化しないことが確認され、熱力学第一法則として確立された。
問4	答え 4 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 ΔU 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	答え 2 気体の絶対温度が変化し、分子の平均運動エネルギーが変化するため。	理想気体では分子間の相互作用を無視できるため、内部エネルギーは分子の運動エネルギーの総和として定義される。単原子分子理想気体の場合、分子の平均運動エネルギーは絶対温度に比例する。定積変化で熱を吸収して温度が上昇すると、分子の熱運動が激しくなり平均運動エネルギーが増大するため、結果として内部エネルギーが増加する。
問6	答え 3 2/5	定圧変化において、気体が外部にする仕事は $W = p \cdot dV = n \cdot R \cdot dT$ と表されます。単原子分子理想気体の内部エネルギーの変化は $dU = 1.5 \cdot n \cdot R \cdot dT$ です。熱力学第一法則より、吸収した熱量は $Q = dU + W = 2.5 \cdot n \cdot R \cdot dT$ となります。したがって、仕事の割合 W/Q は $(n \cdot R \cdot dT) / (2.5 \cdot n \cdot R \cdot dT) = 2/5$ と求まります。
問7	答え 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。	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8	答え 4 気体の温度は、分子の平均運動エネルギーの大きさを表す指標である。	気体の温度は、その気体を構成する分子の平均運動エネルギーの大きさと直接的に対応しています。温度が上昇すると分子の平均運動エネルギーが増大し、分子の運動はより激しくなります。気体の内部エネルギーは、これら分子の運動エネルギーの総和であるため、温度が高いほど内部エネルギーも大きくなります。
問9	答え 2 手足が水に対して行った仕事、水の分子の運動エネルギーを増加させ、熱エネルギーに変換されたためである。	物体に対して外部から仕事を行うと、そのエネルギーは物体の内部エネルギーを変化させる。水中で手足を動かすことは、水に対して仕事を行うことに相当し、このエネルギーが水分子の不規則な運動（熱運動）を激しくさせることで、結果として水の温度上昇として観測される。