

問1 山頂で圧力 P_0 、絶対温度 T_0 、体積 V であった理想気体が、ふもとに移動して圧力 P_1 、絶対温度 T_1 、体積 V' となった。このとき、ボイル・シャルルの法則に基づき、ふもとでの体積 V' を正しく表す式はどれか。（2025年 全国公立入試 類似）

1. $V' = V \times (P_0 / P_1) \times (T_1 / T_0)$ 2. $V' = V \times (P_1 / P_0) \times (T_1 / T_0)$ 3. $V' = V \times (P_0 / P_1) \times (T_0 / T_1)$ 4. $V' = V \times (P_1 / P_0) \times (T_0 / T_1)$

問2 単原子分子理想気体を、圧力 $10p_0$ 、体積 V_0 の状態から、圧力を一定に保ったまま体積が $10V_0$ となる状態まで変化させた。この過程において、気体が外部から吸収した熱量はいくらか。（2026年 全国公立入試 類似）

1. $225p_0V_0$ 2. $135p_0V_0$ 3. $90p_0V_0$ 4. $45p_0V_0$

問3 エネルギー変換効率の定義として最も適切なものはどれか。（2013年 全国公立入試 類似）

1. 入力された全エネルギーのうち、目的とする形態のエネルギーに変換された割合
2. 入力されたエネルギーから、熱として放出されたエネルギーを差し引いた値
3. 変換過程で失われたエネルギーを、入力されたエネルギーで割った値
4. 目的とするエネルギーを、変換過程で発生した熱エネルギーで割った値

問4 大気圧が 1.013×10^5 Pa の環境下で、J字管を用いて気体の圧力を測定したところ、液面の高さの差 h が 0.20 m であった。使用した液体の密度が 1.36×10^4 kg/m³、重力加速度を 9.8 m/s² とするとき、この気体の圧力は何Paか。（2014年 全国公立入試 類似）

1. 1.28×10^5 Pa 2. 1.01×10^5 Pa 3. 1.14×10^5 Pa 4. 0.75×10^5 Pa

問5 圧力と体積の関係を示すグラフにおいて、断熱変化の曲線が等温変化の曲線よりも急峻になる理由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. 断熱変化では圧縮に伴い温度が上昇するため、圧力の増加がより顕著になるから
2. 断熱変化では外部から熱を吸収するため、体積の減少に対して圧力が低下するから
3. 断熱変化では内部エネルギーが一定に保たれるため、圧力と体積が反比例するから
4. 断熱変化では気体の分子数が減少するため、体積の変化に対して圧力が敏感に反応するから

問6 火力発電のプロセスにおいて、燃料である重油が持つ化学エネルギーが、最終的に発電機を駆動させるための力学的エネルギーに変換されるまでの過程として、最も適切なものはどれか。（2008年 全国公立入試 類似）

1. 化学エネルギーが熱エネルギーに変換され、さらに力学的エネルギーに変換される
2. 化学エネルギーが光エネルギーに変換され、さらに力学的エネルギーに変換される
3. 化学エネルギーが核エネルギーに変換され、さらに力学的エネルギーに変換される
4. 化学エネルギーが電気エネルギーに変換され、さらに力学的エネルギーに変換される

問7 理想気体の内部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。（2022年 全国公立入試 類似）

1. 内部エネルギーは絶対温度にのみ依存し、体積や圧力には依存しない。
2. 内部エネルギーは圧力に比例し、体積には反比例する。
3. 内部エネルギーは絶対温度に比例し、状態方程式を用いると圧力と体積の積に比例する。
4. 内部エネルギーは体積に比例し、絶対温度が変化しても一定に保たれる。

問8 J字管の左側に気体が封入され、右側が開放されている状態において、右側の液面が左側の液面よりも高さ h だけ高いとき、封入された気体の圧力 p_1 を表す式として最も適切なものはどれか。ただし、大気圧を p_0 、液体の密度を ρ 、重力加速度を g とする。（2014年 全国公立入試 類似）

1. $p_1 = p_0 + \rho gh$ 2. $p_1 = p_0 - \rho gh$ 3. $p_1 = \rho gh$ 4. $p_1 = p_0 + \rho h/g$

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 273 K である。
4. 熱は温度の高い方から低い方へ移動する。

問10 熱機関が一定のサイクルを繰り返すとき、圧力 P と体積 V を軸とするグラフにおいて、気体が外部へする仕事の総和はどのように表されるか。（2026年 全国公立入試 類似）

1. グラフ上の閉曲線で囲まれた領域の面積
2. グラフ上の各点における圧力と体積の積の総和
3. グラフの傾きが最大となる点での圧力と体積の比
4. グラフの始点と終点を結ぶ線分の長さ

答え合わせ・解説 No.8

問1	答え 1 $V' = V \times (P_0 / P_1) \times (T_1 / T_0)$	ボイル・シャルルの法則より、状態変化の前後で $(P_0 \times V) / T_0 = (P_1 \times V') / T_1$ という関係が成り立つ。この式をふもとでの体積 V' について解くと、 $V' = (P_0 \times V \times T_1) / (P_1 \times T_0)$ となる。したがって、 $V' = V \times (P_0 / P_1) \times (T_1 / T_0)$ という式が導かれる。圧力と体積は反比例し、体積と絶対温度は比例するという性質を反映している。
問2	答え 1 $225p_0V_0$	定圧変化において気体が外部にする仕事 W は、圧力と体積変化の積より $W = 10p_0 \times (10V_0 - V_0) = 90p_0V_0$ となります。単原子分子理想気体の内部エネルギーの変化 dU は、 $dU = 1.5 \times (10p_0 \times 10V_0 - 10p_0 \times V_0) = 135p_0V_0$ です。熱力学第一法則 $Q = dU + W$ より、吸収した熱量 Q は $135p_0V_0 + 90p_0V_0 = 225p_0V_0$ と計算されます。
問3	答え 1 入力された全エネルギーのうち、目的とする形態のエネルギーに変換された割合	エネルギー変換効率とは、あるエネルギー形態から別の形態へ変換する際、入力された全エネルギーに対して、実際に目的とするエネルギーとして取り出せた割合を指す。現実の変換過程では、摩擦や抵抗などにより一部が熱エネルギーとして散逸するため、効率は必ず100パーセント未満となる。
問4	答え 1 $1.28 \times 10^5 \text{ Pa}$	気体の圧力 p_1 は、 $p_1 = p_0 + \rho gh$ の式で求められる。大気圧 $p_0 = 1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ 、密度 $\rho = 1.36 \times 10^4 \text{ kg/m}^3$ 、高さ $h = 0.20 \text{ m}$ 、重力加速度 $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ を代入すると、液柱の圧力は $1.36 \times 10^4 \times 0.20 \times 9.8 = 0.26656 \times 10^5 \text{ Pa}$ となる。これらを合計すると約 $1.28 \times 10^5 \text{ Pa}$ となる。
問5	答え 1 断熱変化では圧縮に伴い温度が上昇するため、圧力の増加がより顕著になるから	断熱変化では外部との熱のやり取りがないため、気体が圧縮されると外部から仕事をされた分だけ内部エネルギーが増加し、気体の温度が上昇します。理想気体の状態方程式では、圧力は温度に比例するため、温度が上昇する断熱圧縮では、温度が一定に保たれる等温変化と比較して、体積減少に対する圧力の増加がより急激になります。このため、グラフ上では断熱変化の曲線は等温変化よりも急峻な傾きを持ちます。
問6	答え 1 化学エネルギーが熱エネルギーに変換され、さらに力学的エネルギーに変換される	火力発電では、重油などの燃料が燃焼することで化学エネルギーが放出され、それが熱エネルギーとなります。この熱で水を加熱して高温高圧の水蒸気を発生させ、その膨張力でタービンを回転させることで、熱エネルギーが力学的エネルギーへと変換されます。その後、タービンに直結された発電機が回転することで、最終的に電気エネルギーが取り出されます。
問7	答え 3 内部エネルギーは絶対温度に比例し、状態方程式を用いると圧力と体積の積に比例する。	理想気体の内部エネルギーは、分子間の相互作用を無視できるため、分子の運動エネルギーの総和として表され、絶対温度にのみ依存します。理想気体の状態方程式 $PV = nRT$ を用いると、絶対温度 T は PV/nR と表せるため、内部エネルギーは圧力 P と体積 V の積に比例することになります。したがって、状態の変化に伴う内部エネルギーの増減は、 PV の値の変化から判断可能です。
問8	答え 1 $p_1 = p_0 + \rho gh$	J字管内の気体の圧力は、右側の開放端にかかる大気圧 p_0 に、液面の高さの差 h によって生じる圧力を加えたものとなる。液体の密度を ρ 、重力加速度を g とすると、液柱による圧力は ρgh と表される。したがって、気体の圧力 p_1 は、大気圧と液柱の圧力を足し合わせた $p_1 = p_0 + \rho gh$ 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 グラフ上の閉曲線で囲まれた領域の面積	熱力学サイクルにおいて、気体が外部へする仕事 W は、微小変化の積 $W = \int PdV$ として定義されます。P-Vグラフ上でサイクルを一巡する過程を考えると、膨張過程での仕事と圧縮過程での仕事の差が、グラフで囲まれた領域の面積として算出されます。この面積は、サイクル全体を通じて気体が外部へ行った正味の仕事量に相当します。