

答え合わせ・解説 No.1

問1	答え 1 熱平衡	熱平衡とは、温度の異なる物体同士が接触し、熱の移動の結果として最終的に温度が等しくなる状態を指す。外部との熱の出入りが無い断熱状態であれば、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るという熱量保存の法則が成り立つ。
問2	答え 1 原点を通る右上がりの直線	圧力が一定のとき、気体の体積Vと絶対温度Tの間には $V=kT$ という比例関係が成り立つ。この関係をグラフに描くと、縦軸をV、横軸をTとした場合、傾きkの原点を通る直線となる。絶対温度が0 Kに近づくにつれ体積も0に近づくという性質から、グラフは原点を通る右上がりの直線として示される。
問3	答え 2 気体の体積が増加し、圧力は減少する。	栓を開くことで気体が占める空間（体積）は容器Aと容器Bの合計分まで増加します。このとき、気体は外部に対して仕事を行わず、内部エネルギーも変化しないため温度は一定に保たれます。ボイルの法則（ $PV = \text{一定}$ ）に基づき、温度が一定の状態では体積が増加すれば、気体の圧力は減少することになります。
問4	答え 1 熱機関において、吸収した熱のすべてを仕事に変換することは不可能である。	熱力学第二法則は、熱機関が吸収した熱エネルギーをすべて仕事に変換し、他に何の変化も残さないような過程は存在しないことを示している。これはエネルギー保存の法則（熱力学第一法則）とは異なり、エネルギーの変換効率に物理的な限界があることを意味する。したがって、熱機関の熱効率は常に100パーセント未満となる。
問5	答え 1 絶対温度 T は、積 PV に比例する。	理想気体の状態方程式 $PV = nRT$ を変形すると $T = PV / (nR)$ となる。物質質量 n と気体定数 R が一定であれば、絶対温度 T は圧力 P と体積 V の積 PV に比例する関係にある。したがって、 PV の値が大きくなれば絶対温度 T も高くなり、 PV の値が小さくなれば絶対温度 T も低くなる。
問6	答え 3 CA < CB	熱量保存の法則より、 $CA \times (50 - 30) = CB \times (30 - 18)$ が成り立つ。これを整理すると $20CA = 12CB$ となり、 $CA = 0.6CB$ という関係が得られる。したがって、物体Aの熱容量CAは物体Bの熱容量CBよりも小さいことがわかる。温度変化の幅が小さい物体ほど、より大きな熱容量を持つ。
問7	答え 1 断熱容器内では、高温物体が失った熱量と低温物体が得た熱量の総和はゼロになる。	熱量の保存は、エネルギー保存の法則の熱現象における一形態である。断熱された系において、高温物体が放出する熱量を負、低温物体が吸収する熱量を正と定義すれば、その総和はゼロとなる。比熱は物質の温まりにくさを示す指標であり、比熱が大きいほど同じ熱量を与えたときの温度上昇は小さくなる。また、蒸発熱などの潜熱も熱量の一部として保存則に含まれる。
問8	答え 1 $(1/3)P_0S$	ボイルの法則より、気体が全体に広がった後の圧力Pは、 $P_0 \cdot V_0 = P \cdot (V_0 + V_0/2)$ から、 $P = (2/3)P_0$ となります。ピストンの右側からは大気圧 P_0 が左向きに、左側からは気体の圧力 $(2/3)P_0$ が右向きに働いています。ピストンを静止させるには、力の釣り合いから、左向きに $(P_0 - (2/3)P_0) \cdot S = (1/3)P_0S$ の力を加える必要があります。
問9	答え 1 圧力は2倍になる。	気体の圧力Pは、気体分子の数密度をn、分子の質量をm、平均二乗速度を v^2 とすると、 $P = (1/3)nmv^2$ と表されます。ここで、分子の平均運動エネルギー $K = (1/2)mv^2$ は絶対温度Tに比例します。平均運動エネルギーが2倍になることは絶対温度が2倍になることを意味し、ボイル・シャルルの法則（ $PV=nRT$ ）より、体積一定の条件下では圧力Pは温度Tに比例するため、圧力も2倍となります。
問10	答え 1 内部エネルギーは減少し、温度は低下する	熱力学第一法則（ $\Delta U = Q + W$ ）において、断熱変化では外部との熱のやり取りがないため $Q = 0$ となります。気体が外部へ仕事をする（ $W < 0$ ）とき、内部エネルギーの変化量 ΔU は負となり、内部エネルギーは減少します。理想気体において内部エネルギーは絶対温度に比例するため、内部エネルギーの減少は温度の低下を意味します。