

令和 8 年度物質工学専攻科後期学力選抜試験  
基礎化学（物理化学）の出題意図

基礎化学（物理化学）（1の1）

（問1）理想的な断熱容器の中で 25°C の 0.500 mol/dm<sup>3</sup> の水酸化ナトリウム水溶液 110 cm<sup>3</sup> に 25°C の 5.00 mol/dm<sup>3</sup> の塩酸水溶液 10.0 cm<sup>3</sup> を加えると溶液の温度は何度上昇するか求めなさい。断熱容器の熱容量は 0、中和熱は  $\Delta H = -56.4$  kJ/mol、水の密度および熱容量は、それぞれ 0.997 g/cm<sup>3</sup>、4.18 J/(K g) で、これらの値は温度に依らず一定とみなす。（配点 30 点）

問1の出題意図

化学反応に伴う熱エネルギーの出入り（反応熱）の理解は、化学熱力学において系のエネルギー変化を追究する上で極めて重要な基盤である。また、発生した熱量と物質の温度変化との定量的関係を正しく捉えることは、熱量測定（カロリメトリー）などの実験科学における基本技術を身につける上で必須である。

本設問は、強酸と強塩基の中和反応を題材に、化学量論に基づく限定反応物の見極め、および溶液全体の熱容量を考慮した熱量保存の計算を通して、化学反応と熱力学的状態変化に関する定量的・論理的な理解度と、正確なデータ処理能力を確認することを意図して出題した。

（問2）20°C、1.00 atm の下で 6.55 dm<sup>3</sup> の体積を占める理想気体を断熱可逆的に圧縮した。以下の設問に解答しなさい。この気体の定積モル熱容量および定圧モル熱容量は、それぞれ 12.47 J/(K mol) および 20.79 J/(K mol) とする。

- ① 圧縮後の圧力は 1.85 atm であった。圧縮後の体積を求めなさい。（配点 10 点）
- ② 圧縮に伴う内部エネルギー変化  $\Delta U$ 、熱  $Q$ 、仕事  $W$  を求めなさい。気体定数は  $R = 0.08206$  atm dm<sup>3</sup>/mol K = 8.314 J/mol K とする。（配点 20 点）

問2の出題意図

熱力学第一法則および断熱変化の理解は、化学熱力学における気体の挙動やエネルギー変換（熱と仕事）のメカニズムを体系的に学ぶ上で不可欠な基盤である。特に、断熱可逆圧縮に代表される状態変化は、カルノーサイクルなどの熱機関の理論を理解する上でも極めて重要なプロセスである。

本設問は、理想気体の断熱可逆変化を題材に、ポアソンの法則の適用、状態方程式を用いた諸状態量の算出、および熱力学第一法則に基づくエネルギー変化 ( $\Delta U$ 、 $Q$ 、 $W$ ) の導出を通して、系の状態変化に伴う熱力学諸量の定量的・論理的な展開能力と、正確な単位ハンドリング力を確認することを意図して出題した。