

1. 次の赤外分光法に関する文章を読み、以下の問いに答えよ。

分子の運動には、分子の重心が移動する〔ア〕運動、重心のまわりの〔イ〕運動、平衡構造に対して原子の相対的な配置が変わる振動運動がある。分子が赤外線（光）を吸収すると、分子がより高いエネルギー状態に〔ウ〕され、分子の振動や分子の〔イ〕が変化する。この〔ウ〕に必要な光エネルギーは、分子の化学構造によって異なるため、照射した赤外線の〔エ〕を横軸に、〔オ〕を縦軸にとることで得られるスペクトルから、分子構造の解析などを行うことができる。また、〔カ〕の法則を利用して、定量分析を行うこともできる。

赤外線を吸収する分子は、分子の振動モード（基準振動）のうち、双極子モーメントをもつものに限られる。N 原子分子の振動モードの数は、以下のように考えることができる。N 原子分子中の一つ一つの原子に着目すると、これらは x, y, z 方向に運動できるため、一つの原子がもつ自由度は 3 である。したがって、N 原子分子の全体の自由度は〔キ〕となる。このうち、原子の相対的な配置が変わらない運動には、分子全体が移動する〔ア〕運動と、〔イ〕する運動であり、〔ア〕運動の自由度は〔ク〕、〔イ〕運動の自由度は、直線分子では〔ケ〕、非直線分子では〔コ〕である。したがって、相対的な配置が変わる振動運動の自由度は、直線 N 原子分子では〔サ〕、非直線 N 原子分子では〔シ〕となり、これが振動モードの数になる。

問1 〔ア〕～〔カ〕にあてはまる最も適切な語句を記せ。

問2 〔キ〕～〔シ〕にあてはまる最も適切な数や数式を記せ。

問3 水 H_2O で観測される振動モード（基準振動）の数はいくつか。また、そのすべての振動モードを、以下のキーワードを組み合わせで答えよ。

キーワード：「対称」「変角」「振動」「逆（非）」「伸縮」

2. 次の反応速度論に関する文章を読み，以下の問いに答えよ．

ある物質 A が出発物質となり反応が進行するとき，その反応の速度 v は，時間 t とその時の物質 A の濃度 $[A]$ を用いて，式(2.1)の反応速度式（微分方程式）で表すことができる．

$$v = [\text{ア}] \quad \cdots \cdots (2.1)$$

また，一般に， v と反応物の濃度（ここでは $[A]$ ）の間には，式(2.2)の関係式が成り立つ．

$$v = k[A]^n \quad \cdots \cdots (2.2)$$

ここで， n は反応次数， k は速度定数であり，実験的に求めることができる． k は式(2.3)で表される経験式に従うことが知られている．

$$k = C \exp\left(-\frac{E_a}{k_B T}\right) \quad \cdots \cdots (2.3)$$

この式を [イ] の式といい， C は温度に依存しない定数， E_a は [ウ]， k_B はボルツマン定数， T は温度である．

問 1 [ア] にあてはまる最も適切な数式を記せ．

問 2 [イ]，[ウ] にあてはまる最も適切な語句を記せ．

問 3 A の濃度 $[A]$ が，反応の進行にしたがい小さくなると，反応速度 v はどのようなになるか．0 次反応 ($n = 0$) の場合と 1 次反応 ($n = 1$) の場合についてそれぞれ答えよ．

問 4 A の濃度 $[A]$ は時間に伴いどのように減少するか．0 次反応 ($n = 0$) の場合と 1 次反応 ($n = 1$) の場合についてそれぞれ答えよ．

問 5 式(2.3)を用いて実験的に E_a をもとめるには，どのような測定を行いどのような解析を行えばよいかを述べよ．