

[基礎科目 (物理化学)]

[問題] 以下の問 A~F に答えよ. ただし  $R$  は気体定数 ( $8.31 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ ) である.

問 A 二原子分子のポテンシャルエネルギーが図 1 に示すように, 結合長無限大の極限で漸近的に  $D_e$  になるとする. ポテンシャルの深さ ( $D_e$ ) と解離エネルギーのうち大きいのはどちらか. 理由とともに述べよ.

ポテンシャルエネルギー

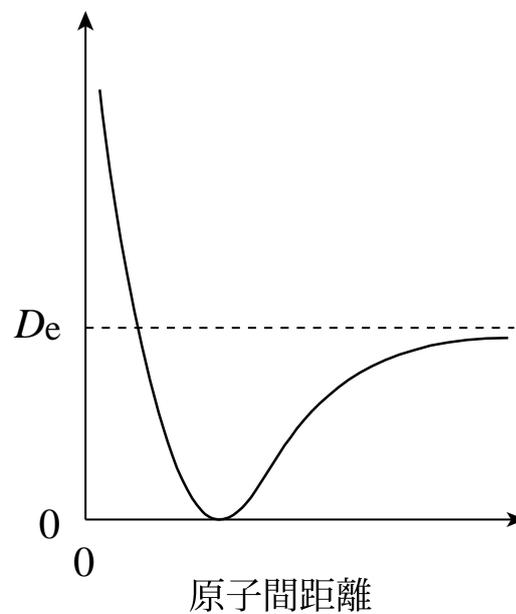


図 1 二原子分子のポテンシャル曲線

問 B 調和近似が成り立ち, かつ同位体置換によってポテンシャルエネルギー曲線は変化しないものと仮定すると,  ${}^1\text{H}{}^{35}\text{Cl}$ ,  ${}^2\text{H}{}^{35}\text{Cl}$ ,  ${}^1\text{H}{}^{37}\text{Cl}$ ,  ${}^2\text{H}{}^{37}\text{Cl}$  のうち振動エネルギー準位の間隔が最も大きくなるのはどれか. 理由とともに述べよ.

問 C ナフタレン分子 ( $C_{10}H_8$ ) には何個の振動モードがあるか.

問 D 温度 298.15 K において, ナフタレンの標準燃焼エンタルピーが  $\Delta_c H^\circ = -5160 \text{ kJ mol}^{-1}$ ,  $CO_2$  の標準生成エンタルピーが  $\Delta_f H^\circ (CO_2) = -394 \text{ kJ mol}^{-1}$ ,  $H_2O$  の標準生成エンタルピーが  $\Delta_f H^\circ (H_2O) = -286 \text{ kJ mol}^{-1}$  で与えられるとき, ナフタレンの標準生成エンタルピーを有効数字 3 桁で求めよ.

問 E 純粋な固体ナフタレンの昇華圧  $P$  [Pa] を様々な温度  $T$  [K] で測定して,  $\ln P$  を  $\frac{1}{T}$  に対してプロットするとその傾きは  $-8.74 \times 10^3$  であった.

Clausius-Clapeyron の式

$$\frac{d \ln P}{d(1/T)} = -\frac{\Delta_{\text{sub}} H}{R}$$

が成り立つと仮定して, ナフタレンの昇華エンタルピー  $\Delta_{\text{sub}} H$  を有効数字 3 桁で求めよ.

問 F 298 K におけるナフタレンの昇華圧は 11.3 Pa である. 273 K における昇華圧を有効数字 3 桁で求めよ. ただし, 昇華エンタルピーは温度に依存しないと仮定し, 計算過程も記せ.