

核スピンのフェルミ粒子からなる同核 2 原子分子を考える。分子が剛体回転子と見なせるとき、温度 T を充分低くした極限で、分子 1 個の回転とスピンの分配関数 j の最初の 3 つの項 を書きなさい。ただし、それぞれの項は、

$$A \exp\left[-B \frac{\Theta}{T}\right] \quad (1)$$

の形をしている。(最初の項は $B=0$ 。) ここで、 $\Theta = \hbar^2/2Ik_B$ で、プランク定数を 2π で割ったものを \hbar 、分子の慣性モーメントを I 、 k_B をボルツマン定数として、 A は、 s_A と実数を含み、 B は文字を含まない実数を表す。最終的な解答には、 Θ は使って良いが、 A と B の文字は使ってはいけない。

回転の固有関数について、粒子を入れかえた時に符号が変わらないものから計算した分配関数を r_e 、変わるものから計算した分配関数を r_o として、解答の途中で r_e と r_o を使っても良い。(最終的な解答には使ってはいけない。) また、次の公式を使いなさい。

1. 異核 2 原子分子の回転の分配関数は、

$$j_{\text{rot}} = \sum_{l=0}^{\infty} (2l+1) \exp\left[-l(l+1) \frac{\Theta}{T}\right] \quad (2)$$

ただし、最終的な解答には l を使ってはいけない。

2. スピンの固有関数について、粒子を入れかえた時に符号が変わらないものから計算した分配関数を z_S 、変わるものから計算した分配関数を z_A とすると、

$$z_S = (s_A + 1)(2s_A + 1) \quad (3)$$

$$z_A = s_A(2s_A + 1) \quad (4)$$