

学籍番号

氏 名

以下の問いに答えよ。なお、これまで配布したプリントやノート等を見てもよい。  
電卓を用いて計算してもよい。また、 $h = 6.626 \times 10^{-34} \text{ [J s]}$  を用いてよい。

1.  $^1\text{H}^{35}\text{Cl}$  で示される塩化水素は、力の定数  $k$  が  $516 \text{ [N m}^{-1}\text{]}$  である。

- ① ( $\Delta v = v \pm 1$  となる) 振動励起エネルギー  $E_v \text{ [J]}$  を求めよ。
- ② この分子の振動数  $\nu \text{ [Hz]}$  を求めよ。
- ③ この振動が、赤外吸収スペクトルによって示される吸収波数  $\text{[cm}^{-1}\text{]}$  を求めよ。

《以下、有効数字の設定によって数値が若干変わります。》

HClの換算質量( $\mu$ )は、 $m_1 = \frac{1}{6.02 \times 10^{23}}$ ,  $m_2 = \frac{35}{6.02 \times 10^{23}}$  より、

$$\mu = \frac{\frac{1}{6.02 \times 10^{23}} \frac{35}{6.02 \times 10^{23}}}{\frac{1}{6.02 \times 10^{23}} + \frac{35}{6.02 \times 10^{23}}} = \frac{35}{36 \times (6.02 \times 10^{23})} = 1.61 \times 10^{-24} \text{ [g]} \equiv 1.61 \times 10^{-27} \text{ [kg]}$$

これを用いて、

$$\sqrt{\frac{k}{\mu}} = \sqrt{\frac{516 \text{ [N m}^{-1}\text{]}}{1.61 \times 10^{-27} \text{ [kg]}}} = \sqrt{\frac{516 \text{ [kg m s}^{-2} \text{ m}^{-1}\text{]}}{1.61 \times 10^{-27} \text{ [kg]}}} = 5.65 \times 10^{14} \text{ [s}^{-1}\text{]}$$

より、

$$E_v \text{ [J]} = h \cdot \nu = \frac{h}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{\mu}} = \frac{(6.626 \times 10^{-34} \text{ [J} \cdot \text{s]}) (5.65 \times 10^{14} \text{ [s}^{-1}\text{]})}{2 \times 3.14} = 5.96 \times 10^{-20} \text{ [J]} \dots\dots \text{①の解答}$$

$$\nu \text{ [s}^{-1}\text{]} = \frac{(5.65 \times 10^{14} \text{ [s}^{-1}\text{]})}{2 \times 3.14} = 8.99 \times 10^{13} \text{ [s}^{-1}\text{]} \equiv 8.99 \times 10^{13} \text{ [Hz]} \dots\dots \text{②の解答}$$

この波数  $\text{[s}^{-1}\text{]}$  を、波数  $\text{[cm}^{-1}\text{]}$  に変換 ( $c = 2.998 \times 10^{10} \text{ [cm s}^{-1}\text{]}$  を用いて) して、

$$\nu \text{ [cm}^{-1}\text{]} = \frac{8.99 \times 10^{13} \text{ [s}^{-1}\text{]}}{2.998 \times 10^{10} \text{ [cm s}^{-1}\text{]}} = 3.00 \times 10^3 \text{ [cm}^{-1}\text{]} \dots\dots \text{③の解答}$$

となり、赤外吸収スペクトルによる吸収波数は  $3000 \text{ [cm}^{-1}\text{]}$  となる。

【有効数字の扱いにより、得られる数値の下1桁には開きが出ます（その範囲であれば正答）。】