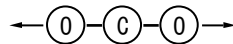


## 平成 27 年度 エネルギー変換 学期末試験問題

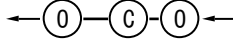
関数電卓のみ、持込可。その他は持込不可。

1. 地球温暖化の原因は何であると考えられているか。「大気」「温室効果」「二酸化炭素」「化石燃料」「森林破壊」「太陽放射」「赤外吸収」等の語句を全て用いて、200 字程度で説明しなさい。必要に応じて、数式や図を用いても良い。
2. 熱機関について、カルノーサイクルを例として説明しなさい。ただし、横軸を体積、縦軸を圧力とする等温線と断熱線に関するグラフを用いること。
3. 原子力発電において、不測の事態により原子炉が緊急に運転停止しウランの核分裂が止まった後も、原子炉の冷却機構がしばらく動いている必要がある。その理由を説明しなさい。また、全ての冷却機構が失われた場合には、最終的にどのような深刻な事故が想定されるだろうか。以上について 200 字程度で述べなさい。
4. 二酸化炭素,  $\text{CO}_2$ には、以下に示すような 3 つの振動モードがある。

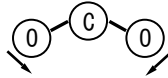
全対称伸縮振動,  $\nu_1$



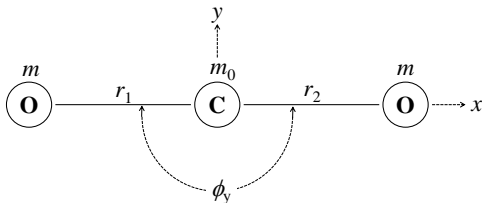
逆対称伸縮振動,  $\nu_2$



変角振動,  $\nu_3$



二酸化炭素,  $\text{CO}_2$ , の分子内座標を下図に示す。



振動の運動エネルギー  $T_v$ , 位置エネルギー  $V$  は以下のように与えられる。

$$T_v = \frac{1}{2}m \left( \frac{\Delta \dot{r}_1 + \Delta \dot{r}_2}{\sqrt{2}} \right)^2 + \frac{1}{2}\mu \left( \frac{\Delta \dot{r}_1 - \Delta \dot{r}_2}{\sqrt{2}} \right)^2 + \frac{1}{2} \frac{\mu}{2} \left[ (r_0 \Delta \dot{\phi}_y)^2 + (r_0 \Delta \dot{\phi}_z)^2 \right]$$

$$V = \frac{1}{2}(K+k) \left( \frac{\Delta r_1 + \Delta r_2}{\sqrt{2}} \right)^2 + \frac{1}{2}(K-k) \left( \frac{\Delta r_1 - \Delta r_2}{\sqrt{2}} \right)^2 + \frac{1}{2}H \left[ (r_0 \Delta \phi_y)^2 + (r_0 \Delta \phi_z)^2 \right]$$

ここで、酸素原子の質量を  $m$ 、炭素原子の質量を  $m_0$  とする。 $K$  は結合伸縮に関するバネ定数、 $H$  は結合角  $\phi$  の変化に関するバネ定数、 $k$  は 2 つの結合の間の相互作用を表す定数である。また、換算質量  $\mu$  は以下のように与えられる。

$$\frac{1}{\mu} = \frac{2}{m_0} + \frac{1}{m}$$

- (1) Lagrange の運動方程式は以下のように与えられる。

$$L = T - V$$

$$\frac{d}{dt} \left[ \frac{\partial L}{\partial \dot{S}} \right] - \frac{\partial L}{\partial S} = 0$$

これを用いて、各振動モードの振動数が、下式で与えられることを示しなさい。

$$\begin{aligned} \nu_1 &= \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{K+k}{m}} \\ \nu_2 &= \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{K-k}{\mu}} \\ \nu_3 &= \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{2H}{\mu}} \end{aligned}$$

- (2) 各振動モードの振動数を以下に示す。

$$\nu_1 = 4.01 \times 10^{13} (\text{S}^{-1}), \nu_2 = 7.05 \times 10^{13} (\text{S}^{-1}), \nu_3 = 2.00 \times 10^{13} (\text{S}^{-1})$$

また、酸素原子の質量  $m$  と炭素原子の質量  $m_0$  は以下のとおりである。

$$m = 2.66 \times 10^{-26} (\text{kg}), m_0 = 1.99 \times 10^{-26} (\text{kg})$$

バネ定数,  $K, k, H$  を計算しなさい。ただし、単位は  $\text{kgs}^{-2}$  で算出すること。

5. 今日、現代文明は曲がり角に直面している。今後、環境問題やエネルギー問題を解決するために、我々は個人としてどのような貢献ができるだろうか。あなたの思うところを 200 字程度で述べなさい。