

2021 年度 エネルギー変換 学期末試験問題

持込不可。

1. 地球温暖化について、以下の問いに答えなさい。

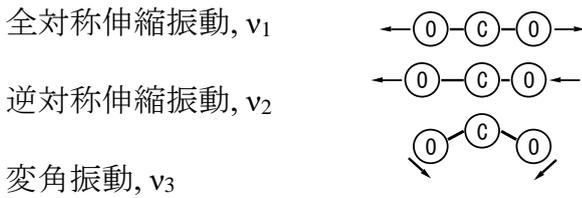
- 問1. 地球大気の主成分である窒素、酸素などの分子は赤外線を吸収しない。一方、水蒸気、二酸化炭素、メタンなどの分子は赤外線を吸収する。その理由について簡単に説明しなさい。
- 問2. 現在の地球の平均気温は+15°Cで、太陽放射と地球放射との輻射平衡になっている。仮に、大気成分が窒素と酸素だけから構成されている場合には、地球は-40°Cで輻射平衡になると予想される。その理由について簡単に説明しなさい。
- 問3. 地球温暖化は、人間の産業活動から排出された二酸化炭素、メタンなどの分子によって引き起こされている、と考えられている。地球温暖化の機構について、図を描いて説明しなさい。
- 問4. IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) 気候変動に関する政府間パネルについて、簡単に説明しなさい。

2. 熱機関について下記の問いに答えなさい。

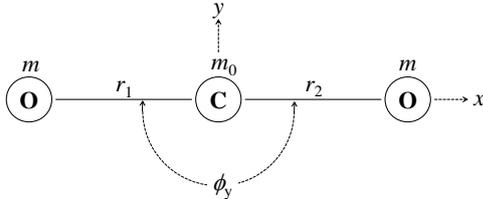
- 問1. 内燃機関・外燃機関のそれぞれの長所・短所を簡単に説明しなさい。
- 問2. オットーサイクル（自動車のガソリンエンジン）について、エンジンの構造図、および横軸を体積、縦軸を圧力とする等温線と断熱線に関するグラフを描いて説明しなさい。
- 問3. 熱機関の発明によって産業革命が起こったのはなぜか。その結果、人類全体へどのような影響がもたらされたのか。以上について簡単に説明しなさい。
- 問4. 我々は熱機関に大きく依存して生活している。熱機関への依存する生活について、その長所・短所を簡単に説明しなさい

3. U や Pu が原子核分裂を起こすと、質量数が 80~100、130~150 の 2 つの非対称な核分裂片に分かれる。それらの核分裂片は不安定な核である。それはなぜか？核分裂片が不安定な核である理由について、簡単に説明しなさい。

4. 二酸化炭素, CO_2 , には、以下に示すような 3 つの振動モードがある。



二酸化炭素, 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。

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

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

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 ϕ 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 μ は以下のように与えられる。

$$\frac{1}{\mu} = \frac{2}{m_0} + \frac{1}{m} \quad - (2)$$

Lagrange の運動方程式は以下のように与えられる。

$$L = T - V$$

$$\frac{d}{dt} \left[\frac{\partial L}{\partial \dot{S}} \right] - \frac{\partial L}{\partial S} = 0 \quad - (3)$$

また、振動座標は以下のように与えられる。

$$S_1 = \frac{\Delta r_1 + \Delta r_2}{\sqrt{2}}, S_2 = \frac{\Delta r_1 - \Delta r_2}{\sqrt{2}} \quad - (4)$$

$$S_{3y} = r_0 \Delta \phi_y, S_{3z} = r_0 \Delta \phi_z$$

(4)式の S に $S = S_1, S_2, S_{3y}, S_{3z}$ と代入して全対称伸縮振動 ν_1 、逆対称伸縮振動 ν_2 、変角振動 ν_3 の振動数について、 m, μ, K, k, H を用いて示しなさい。