

試験開始時に答案用紙 + 問題用紙に必ず記名せよ。

平常点 0 でも $\{M - (\sigma/2)\}$ 以上得点すれば、単位を与える; M = 本試験の平均点, σ = その標準偏差

平常点 (80% 宿題, 20% 出席) 満点ならば、試験得点 0 でも単位を与える; 平常点満点 = $\{M - (\sigma/2)\}$ に設定し加点

宿題は努力で評価され、全提出で宿題合計点 ≈ 0 の例も多い。減点 (偽装出席, 授業妨害など) で平常点は負ともなりうる。

答案用紙 (1 人 1 枚, 裏面も可) は縦折り後, 左右 2 段に記せ。大問単位で解答順不問。
有効数字は断りのない限り 3 桁とし, 下記以外の定数は必ず誘導して用いよ。

Avogadro 数 $N_A = 6.0220 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

Faraday 定数 $F = 9.6485 \times 10^4 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1}$

Boltzmann 定数 $k_B = 1.3807 \times 10^{-23} \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$

Planck 定数 $h = 6.6261 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$

慣用圧力単位 $1 \text{ atm} = 1.0133 \times 10^5 \text{ N} \cdot \text{m}^{-2}$

1. 仮想のメタン誘導体 CH_2XY について永久双極子モーメントの大きさ $\text{C} \cdot \text{m}$ を求め, そのベクトル方向も図示せよ。ただし, 結合距離がすべて 110 pm の正四面体型 5 原子分子を仮定し, 結合電子の偏りは H 上で $+0.1e$, X 上で $-0.1e$, Y 上で $-0.2e$ とせよ (e は素電荷)。[16 点]

2. 金属結晶とイオン結晶 [計 20 点]

- 2.1 等大球の立方最密充填と六方最密充填の相違を図示 (単色不可) せよ。 [4 点]

- 2.2 立方最密充填に対して, 充填率 = [球の体積]/[全空間体積] を導け。 [8 点]

- 2.3 アニオンが立方最密充填され, それらの 6 配位空隙にカチオンが侵入するイオン結晶に対して, 限界イオン半径比 $(R_+/R_-)_{\min}$ を導け。 [8 点]

3. 金属と半導体の電気伝導 [計 12 点]

- 3.1 金属の伝導率の温度変化について述べよ。 [3 点]

- 3.2 真性半導体の伝導率の温度変化について述べよ。 [3 点]

- 3.3 不純物半導体である n-Si と p-Si の相違点を記せ。 [6 点]

4. 実在気体に対する van der Waals の状態方程式 [計 18 点]

- 4.1 気体定数 $R/\text{dm}^3 \cdot \text{atm} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$ を導け (有効数字 5 桁)。 [4 点]

- 4.2 内容積 2.00 dm^3 のボンベに充填された 10.0 mol の HCl (g) が示す 298 K での圧力を, van der Waals の状態方程式で計算せよ。ただし, その van der Waals 定数 a, b はそれぞれ $3.67 \text{ atm} \cdot \text{dm}^6 \cdot \text{mol}^{-2}$, $0.0410 \text{ dm}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$ とする。 [8 点]

- 4.3 定数 a, b がどのように非理想性を記述するかを説明せよ。 [各 3 点]

5. 水素-酸素燃料電池から 298 K , 1 atm で 150.00 または $200.00 \text{ kJ} \cdot \text{mol}(\text{H}_2)^{-1}$ の電気仕事を取り出せた。これらの場合, 外界から系へ移動する熱量 Q_{150} と $Q_{200}/\text{kJ} \cdot \text{mol}(\text{H}_2)^{-1}$ を求め, 可逆過程での熱量 $Q_{\text{rev}}/\text{kJ} \cdot \text{mol}(\text{H}_2)^{-1}$ と比較して論述せよ。ただし, 化学変化 $\text{H}_2(\text{g}) + (1/2) \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{liq})$ に対する熱力学的変化量は $\Delta C_p^\circ/\text{J} \cdot \text{mol}(\text{H}_2)^{-1} \cdot \text{K}^{-1} = 31.78$, $\Delta G^\circ_{298}/\text{kJ} \cdot \text{mol}(\text{H}_2)^{-1} = -237.13$, $\Delta S^\circ_{298}/\text{J} \cdot \text{mol}(\text{H}_2)^{-1} \cdot \text{K}^{-1} = -163.16$ である。 [20 点]

6. ある 1 次反応の速度定数 k/s^{-1} は 10°C で 3.22×10^{-4} , 90°C では 7.45×10^{-2} であった。Arrhenius の式を用いて, 活性化エネルギー E_a と頻度因子 (前指数項) S を決定し, 50°C での速度定数も求めよ。 [14 点]

以上

4.1 に自信ある解答ができない場合には, 必ずその旨を明記し, $R/\text{dm}^3 \cdot \text{atm} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} \approx 0.1$ の近似値を用いよ。4.2 で部分点を与える用意がある。