

平成26年度
山梨大学 大学院医学工学総合教育部 修士課程 工学領域

入 学 試 験 問 題

No 1 / 2

専攻等	グリーンエネルギー変換工学 特別教育プログラム	試験科目	化学 A
-----	----------------------------	------	------

解答過程、単位を明記し、必要があれば、気体定数 $R = 8.31 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ 、または気体定数 $R = 0.0831 \text{ L bar K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ を用いよ。

問1 次の問に答えよ。

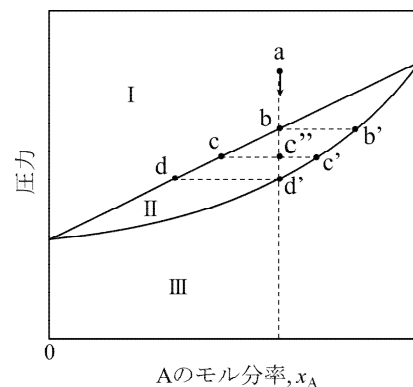
(1) 25°C において、 2 mol の理想気体が等温可逆的に膨張し、体積が2倍になった。このとき、外界からなされた仕事、外界から吸収する熱量、系および全体のエントロピー変化をそれぞれ計算せよ。

(2) 25°C において、 $\text{CH}_3\text{OH} (l)$ の標準燃焼エンタルピーは $-726.4 \text{ kJ mol}^{-1}$ で、 $\text{CO}_2 (g)$ および $\text{H}_2\text{O} (l)$ の標準生成エンタルピーは -393.5 および $-285.8 \text{ kJ mol}^{-1}$ である。これらの値を用いて $\text{CH}_3\text{OH} (l)$ の標準生成エンタルピーを計算せよ。また、 $\text{CH}_3\text{OH} (l)$ 、 $\text{C} (\text{graphite})$ 、 $\text{H}_2 (g)$ 、 $\text{O}_2 (g)$ の標準エントロピーがそれぞれ 126.8 、 5.7 、 130.7 、 $205.2 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ であるとき、 $\text{CH}_3\text{OH} (l)$ の標準生成 Gibbs 自由エネルギーを計算せよ。

問2 A と B の二成分から成る理想溶液について、次の問に答えよ。

(1) A のモル分率が $x_A=0.350$ のとき、 20°C においてこの理想溶液と平衡にある蒸気の全圧力とその蒸気中の A のモル分率を計算せよ。ただし、 20°C における純液体 A および純液体 B の蒸気圧は、それぞれ 0.821 bar および 0.688 bar とする。

(2) ある一定温度での A と B から成る理想溶液の蒸気圧—組成図を模式的に右に示す。領域 I の点 a から矢印の方向に領域 III まで圧力を下げたときの相変化について、図中の記号を用い、それぞれの相の組成および相対量の変化にも触れながら説明せよ。また、領域 I、II、III のそれぞれの自由度の数について、その理由とともに述べよ。



平成26年度
山梨大学 大学院医学工学総合教育部 修士課程 工学領域

入 学 試 験 問 題

No 2 / 2

専攻等	グリーンエネルギー変換工学 特別教育プログラム	試験科目	化学 A
-----	----------------------------	------	------

問3 次の問に答えよ。

- (1) $\text{CS}_2 \rightarrow \text{CS} + \text{S}$ の解離反応は1次反応であり、その速度定数は1000 Kにおいて $k_1 = 3 \times 10^{-7} \text{ s}^{-1}$ である。1000 K で10時間加熱すると、 CS_2 の何%が解離するか答えよ。また、この反応の半減期を求めよ。
- (2) ある反応において300 K から310 K に変化させたとき反応速度が2倍になったとすると、この反応の活性化エネルギーはいくらか答えよ。ただし、気体定数 $R = 8.31 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ とせよ。

問4 次の文の () 内に入る適当な語句、記号、数値、図などを答えよ。

水素原子の波動関数 ψ は、極座標 (r, θ, ϕ) を用いて $\psi(r, \theta, \phi) = R(r)Y(\theta, \phi)$ と表される。動径波動関数 $R(r)$ は二つの量子数 (n, l) で指定され、 n を (①) 量子数、 l を (②) 量子数と呼ぶ。球面調和関数 $Y(\theta, \phi)$ は (n, l) のうちひとつの (③) と (④) 量子数と呼ばれる m で指定される。各準位のエネルギーはこれらの量子数のうち (⑤) のみで決まり、(⑤) の (⑥) 乗に比例する。

電子が2個以上入った多電子原子の電子状態も水素様原子の波動関数をもとに考えることができる。ただし、電子間相互作用が存在するため、上記の量子数のうち (⑦) についての縮退が解ける。これらの準位に、低エネルギーの準位から (⑧) の原理と (⑨) の規則に従って電子を詰めていくことにより各元素の基底状態の電子配置が得られる。例えば酸素原子 (^8O) については (⑩) のような電子配置が得られる。ただし (⑩) については原子軌道の名前も含めてエネルギー準位図で示せ。

平成26年度
山梨大学 大学院医学工学総合教育部 修士課程 工学領域

入 学 試 験 問 題

No 1 / 2

専 攻 等	グリーンエネルギー変換工学 特別教育プログラム	試 験 科 目	化 学 B
-------	----------------------------	---------	-------

問 1 立方晶のハロゲン化アルカリのイオン結晶(アルカリ:ハロゲン=1:1)に関して以下の問いに答えよ。ただし、文章中の値はおおよそその値となっている。

- (1) この結晶の格子定数は 4.06 \AA であった。この結晶の(220)面を図で示し、面間隔を求めよ。
- (2) 以下に示したイオン半径を用いて、このイオン結晶が何であるかを決定し、組成式で答えよ。ただし、それぞれのイオンは剛体球であるとみなせるものとする。また、必要に応じて以下の平方根の値を使用してもよい。 $\sqrt{2} = 1.41$ 、 $\sqrt{3} = 1.73$ 、 $\sqrt{5} = 2.23$
Na : 0.95 \AA 、K : 1.33 \AA 、Rb : 1.48 \AA 、Cs : 1.70 \AA
F : 1.36 \AA 、Cl : 1.81 \AA 、Br : 1.95 \AA

問 2 真性半導体であるゲルマニウムについて、以下の問いに答えよ。

- (1) この半導体を加熱すると、電気伝導率はどのように変化するか？
- (2) ゲルマニウムに、アルミニウムおよびヒ素をそれぞれドーピングした二種類の試料を作製した。それぞれの多数キャリアの種類、および半導体の形(p型もしくはn型)を答えよ。

平成26年度
山梨大学 大学院医学工学総合教育部 修士課程 工学領域

入 学 試 験 問 題

No 2 / 2

専 攻 等	グリーンエネルギー変換工学 特別教育プログラム	試 験 科 目	化 学 B
-------	----------------------------	---------	-------

必要があれば、気体定数 $R=8.31 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ 、Faraday 定数 $F=9.65 \times 10^4 \text{ C mol}^{-1}$ を利用せよ。

問3 反応式 $\text{Sn}^{2+}(\text{aq})+2\text{Fe}^{3+}(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{Sn}^{4+}(\text{aq})+2\text{Fe}^{2+}(\text{aq})$ について次の問いに答えよ。

なお、温度は全て 25°C とする。

- (1) この反応が生じる電池式を示し、標準起電力(E°)を求めよ。
なお、 $\text{Pt}|\text{Sn}^{2+},\text{Sn}^{4+}$, $\text{Pt}|\text{Fe}^{2+},\text{Fe}^{3+}$ の標準電極電位はそれぞれ $+0.140 \text{ V}$, $+0.771 \text{ V}$ である。
- (2) この反応の標準 Gibbs 自由エネルギー変化(ΔG°)を求め、自発的に進行するか説明せよ。
- (3) 上記の反応式の平衡定数(K)を求めよ。

問4 電解質水溶液における電気伝導に関し、以下の問いに答えよ。なお、温度は全て 25°C とする。

- (1) 酢酸ナトリウム、塩酸、塩化ナトリウムの極限モル伝導率は、 $0.0091 \text{ S} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$, $0.0425 \text{ S} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$, $0.0128 \text{ S} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$ である。酢酸の極限モル伝導率を求めよ。
- (2) $4.00 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{m}^{-3}$ の酢酸水溶液の解離度は 0.0322 であった。この水溶液の伝導率を求めよ。
- (3) $4.00 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{m}^{-3}$ の酢酸水溶液の pH を求めよ。