

平成27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
-----	----------------------------	------	------

問題1 次の問に答えよ。

(1) 高熱源 327°C と低熱源 177°C の間で作動する熱機関の最大効率を求めよ。その熱機関が高熱源から 30.0 kJ の熱を得たとき、外部にする最大の仕事 w と、その際に熱機関と低熱源との間で出入りする熱量 q_L を求めよ (符号をはっきり答えること。)

(2) 温度 298 K における次の反応 $\text{CH}_4(\text{g}) + 2\text{O}_2(\text{g}) = \text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ での熱力学的数値は以下のとおりである。なお、気体定数 $R = 8.314\text{ J K}^{-1}\text{ mol}^{-1}$ であり、下付文字 f は生成を、上付文字 0 は標準状態を意味する。

$\Delta H_f^{\circ} [\text{kJ mol}^{-1}]$ $\text{CH}_4(\text{g}) : -74.9$ $\text{CO}_2(\text{g}) : -393.5$ $\text{H}_2\text{O}(\text{l}) : -285.8$
 $S^{\circ} [\text{J K}^{-1}\text{ mol}^{-1}]$ $\text{CH}_4(\text{g}) : 186.2$ $\text{O}_2(\text{g}) : 205.2$ $\text{CO}_2(\text{g}) : 213.8$ $\text{H}_2\text{O}(\text{l}) : 70.0$

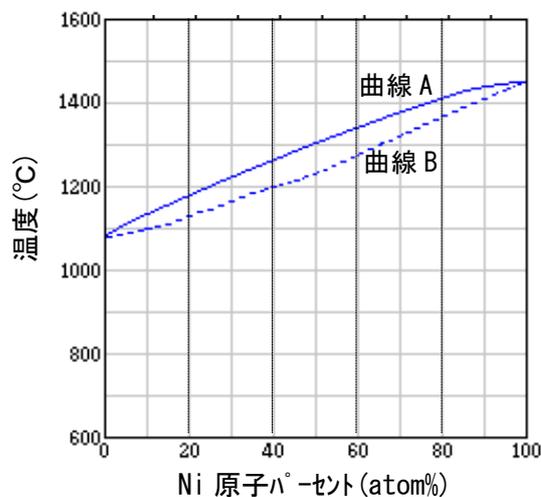
298 K での反応の ΔH° , ΔS° , ΔU° , ΔG° 、反応の平衡定数 K を計算せよ。

問題2 右図は Ni-Cu 系の 1 気圧での状態図である。次の問に答えよ。

(1) 図中の曲線 A、曲線 B は一般に何と呼ばれるか?

(2) 30 atom%-Ni を含む 1.0 モルの Ni-Cu 合金が 1200°C で平衡に達した。存在する物質の組成と物質量を答えよ。

(3) Ni と Cu は何型の合金を形成するか? その理由を簡略に答えよ。



平成27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
-----	----------------------------	------	------

問題3 次の問に答えよ。

- (1) 反応速度式 $v = k[A]^3[B][C]^2$ であらわされる反応は、A、B、C についてそれぞれ何次反応か。また、全反応次数はなにか。
- (2) 気体 G の、反応開始前の圧力は 96.8 kPa だった。G が 5 % 反応した時点での分解速度は 571 Pa s^{-1} 、20 % 反応した時点では 405 Pa s^{-1} となった。G の分解反応の反応次数と速度定数を求めよ。また、反応開始時の分解速度を求めよ。

問題4 次の問に答えよ。

- (1) 水素原子の次の原子軌道における電子密度の分布を、それぞれ図示せよ。

1s、2s、 $2p_x$ 、 $2p_y$ 、 $2p_z$

- (2) 以下の A~E に、適切な語句を当てはめよ。

炭素原子の基底状態は $1s^2 2s^2 2p_x 2p_y$ であり、これをもとにすると水素原子が接近した時 (A) 個の結合が出来ることとなる。しかしながら電子が昇位し (B) になると、結合に使える軌道は4個になる。この4つの原子軌道は (C) の頂点を向いた (D) 混成軌道を作ることが出来る。したがって、この原子価状態の炭素原子と4つの水素原子から作られる分子である (E) の構造は (C) である。

平成27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
-----	----------------------------	------	------

問題1 酸化マグネシウム (MgO) 結晶について以下の問に答えよ。ただし、MgO 結晶は塩化ナトリウム型、単位格子中に4つの基本組成を含む ($Z = 4$)。

- 単位格子を描け。
- 密度を計算せよ。格子定数 0.420 nm、酸素の原子量 16、アボガドロ数 $6.022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ とせよ。また必要ならば以下の数値を使用せよ。

Mg 同位体	天然存在比 / %
^{24}Mg	79.7
^{25}Mg	10.1
^{26}Mg	10.2

- 波長 $\lambda = 0.154 \text{ nm}$ の Cu K α 線を用いた場合、(110)回折は何度にあらわれるか計算せよ。

問題2 以下の問に答えよ。

- n型半導体のバンド図を描け。ただし、このn型半導体の仕事関数 ϕ_s 、電子親和力 χ 、伝導帯下端 E_c 、価電子帯上端 E_v 、ドナー準位 E_d 、フェルミ準位 E_f 、バンドギャップ E_g を図中に明示せよ。
- (1)のn型半導体と金属(仕事関数 ϕ_m) を接合したときのバンド図を描け。ただし、 $\phi_s < \phi_m$ とする。

平成27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
-----	----------------------------	------	------

温度はすべて25°Cとし、必要なら、気体定数 $R = 8.31 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ 、Faraday定数 $F = 96500 \text{ C mol}^{-1}$ を用いよ。また、 $S = \Omega^{-1}$ である。

問題3 次の問に答えよ。

- (1) 強電解質および弱電解質の希薄水溶液の濃度とモル伝導率の関係について説明せよ。また、弱電解質である酢酸水溶液の極限モル伝導率を求める方法について、その理由とともに述べよ。
- (2) 水自身の伝導率を差し引いた飽和 BaSO_4 水溶液の伝導率を測定すると、 $2.95 \times 10^{-4} \text{ S m}^{-1}$ であった。この値から難溶性塩である BaSO_4 の溶解度積を求めよ。ただし、 Ba^{2+} および SO_4^{2-} の極限モルイオン伝導率はそれぞれ 0.0127 、 $0.0160 \text{ S m}^2 \text{ mol}^{-1}$ とする。
- (3) 0.002 M CuSO_4 水溶液のイオン強度を求めよ。また、Debye-Hückel による希薄溶液の極限法則を用いて、この水溶液の平均活量係数を計算せよ。

問題4 反応式 $\text{Zn (s)} + \text{Cl}_2 \text{ (g)} \rightleftharpoons \text{Zn}^{2+} \text{ (aq)} + 2\text{Cl}^- \text{ (aq)}$ を利用した電池について次の問に答えよ。

- (1) この電池の電池式、カソード反応、アノード反応を記せ。また、標準起電力を求めよ。ただし、電極 $\text{Zn} | \text{Zn}^{2+}$ および $\text{Pt} | \text{Cl}_2 | \text{Cl}^-$ の標準電極電位はそれぞれ -0.763 V および 1.359 V とする。
- (2) この電池についてNernstの式を示せ。また、 $\text{Cl}_2 \text{ (g)}$ の圧力が 1 bar (標準状態)、 ZnCl_2 電解質水溶液の濃度が 0.2 mol kg^{-1} のとき、電池の起電力を求めよ。ただし、 0.2 mol kg^{-1} の ZnCl_2 水溶液の平均活量係数は 0.465 とする。