

令和 7 年度

兵庫県立大学大学院工学研究科（博士前期課程）

化学工学専攻入学試験問題

化学工学専門 （問題冊子）

- 本紙を含めて 7 枚あることを確認すること。
- 問題 1 ～ 5 の中から、4 問を選択して解答すること。
- 解答は、別紙解答用紙に記入すること。
- 解答用紙の注意事項をよく読むこと。
- 関数電卓はプログラム機能のないものに限り使用可。
- 時計は通信や計算機能のないものに限り使用可。

(化学工学専門, 問題 1)

問題 1 湿り材料の熱風乾燥に関する以下の問いに答えよ。 (50 点)

1. 1. 次の①および②をそれぞれ簡潔に説明せよ。

① 定率乾燥期間

② 平衡含水率

1. 2. 乾量基準の含水率を w [kg-水/kg-乾き材料]、湿量基準の含水率を w_w [kg-水/kg-湿り材料] とするとき、 w を用いて w_w を表せ。

1. 3. 湿量基準の含水率 w_{w1} [kg-水/kg-湿り材料] の湿り材料 m_1 [kg] を熱風乾燥すると、湿量基準の含水率 w_{w2} [kg-水/kg-湿り材料] の湿り材料 m_2 [kg] が得られた。この過程で除去された水分の量を x [kg] として以下の 2 つの物質収支式を完成させよ。

(湿り材料と水分を合計した全量について) $m_1 =$ _____

(水分のみについて) $m_1 \times w_{w1} =$ _____

1. 4. 1. 3 において $m_1 = 100$ kg、 $w_{w1} = 0.300$ kg-水/kg-湿り材料、 $w_{w2} = 0.200$ kg-水/kg-湿り材料、であったとき、1. 3 の乾燥過程の後での湿り材料の質量 m_2 [kg] と、この過程で除去された水分の量 x [kg] を有効数字 3 桁で求めよ。

1. 5. 1. 3 の過程に続いてさらに乾燥を続けると、湿り材料の質量は m_3 [kg] まで減少し、 $w_{w3} = 0.100$ kg-水/kg-湿り材料、まで含水率は低下した。このとき、 m_3 [kg] と、この過程で除去された水分の量 y [kg] を有効数字 3 桁で求めよ。計算過程も記すこと。

解答用紙（化学工学専門，問題１）

受験番号：_____

１． １

① 乾燥過程で <u>乾燥速度</u> （単位時間あたりの質量変化）が <u>一定</u> となる時間帯
② <u>乾燥速度が見かけ上ゼロ</u> になる時間での <u>最終的な</u> 含水率

１． ２

$$w_w = \underline{w / (1 + w)}$$

１． ３

$$m_1 = \underline{m_2 + x}$$

$$m_1 \times w_{w1} = \underline{m_2 \times w_{w2} + x}$$

１． ４

$$m_2 = \underline{87.5} \text{ kg}$$

$$x = \underline{12.5} \text{ kg}$$

１． ５

（計算過程）

$$m_3 = \underline{77.8} \text{ kg}$$

$$y = \underline{9.72} \text{ kg}$$

(化学工学専門, 問題 2)

問題 2 円管の内側 $120\text{ }^{\circ}\text{C}$ の飽和水蒸気が流れている。円管の内径は 42.0 mm 、外径は 48.0 mm 、熱伝導率は $16.4\text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ で、円管の外部は $20.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ の大気と接している。円管外壁側の熱伝達係数 h_2 を $8.40\text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$ とする。

以下の問いに有効数字 3 桁で答えよ。なお円周率は 3.14 とし、計算過程も記すこと。 (50 点)

2. 1. この系における伝熱抵抗は、円管壁での伝導伝熱抵抗(R_1)と円管外壁側の対流伝熱抵抗(R_2)の和と考えることが出来る。円管壁での伝導伝熱抵抗が全抵抗(R_1+R_2)に占める割合を求めよ。ただし、円管壁での伝熱面積(A_{ave1})は円管内側面積(A_1)と円管外側面積(A_2)の単純平均により求める。
2. 2. 円管内壁温度 (= 水蒸気温度) と円管外壁温度が等しいとみなした場合、円管の長さ 1.00 m あたりの円管外部での対流伝熱により移動する伝熱速度 $Q_{\text{out1}}\text{ [W]}$ を求めよ。
2. 3. 円管外部へ移動した熱量は全て飽和水蒸気の蒸発潜熱 2.25 MJ/kg によるものとする。円管の長さ 1.00 m あたりの水凝縮速度 $V_{\text{H}_2\text{O}}\text{ [kg/h]}$ を求めよ。
2. 4. 断熱性を高めるために、円管の外側に厚さ 20.0 mm 、熱伝導率 $3.60 \times 10^{-2}\text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ の断熱材を巻き付けた。この場合の円管外壁側の熱伝達係数 h_2 を $4.10\text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$ とする。断熱材外側温度 $T_{\text{out2}}\text{ [}^{\circ}\text{C]}$ および円管の長さ 1.00 m あたりの円管外部での対流伝熱により移動する伝熱速度 $Q_{\text{out2}}\text{ [W]}$ を求めよ。ただし、断熱材での伝熱面積(A_{ave2})は断熱材内側面積(A_2)と断熱材外側面積(A_3)の単純平均により求める。

解答用紙（化学工学専門，問題2）

受験番号：_____

2. 1

伝導伝熱抵抗の割合： 0.164 %

2. 2

伝熱速度： 127 W

2. 3

水凝縮速度： 0.203 kg/h

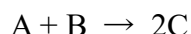
2. 4

断熱材外側温度： 45.3 °C, 伝熱速度： 28.7 W

(化学工学専門, 問題 3)

問題 3 以下の文章を読み、下記の各問いに解答せよ。(50 点)

等温等圧の回分式反応器を用い、次の反応式で示される液相反応により C を生産したい。反応は A について 1 次、B について 1 次の計 2 次反応である。ただし、原料には A および A に対して 2 倍の物質量の B が含まれており、C は含まれないものとする。



3. 1.

- (a) 反応過程における A の反応速度 r_A を反応速度定数 k 、A の濃度 C_A ならびに B の濃度 C_B を用いて表せ。
- (b) 反応過程における A の濃度 C_A を A の初期濃度 C_{A0} ならびに反応率 x_A を用いて表せ。
- (c) 反応過程における B の濃度 C_B を A の初期濃度 C_{A0} ならびに反応率 x_A を用いて表せ。
- (d) 反応過程における C の濃度 C_C を A の初期濃度 C_{A0} ならびに反応率 x_A を用いて表せ。
- (e) 反応過程における A の反応速度 r_A を反応速度定数 k 、A の初期濃度 C_{A0} ならびに反応率 x_A を用いて表せ。

3. 2. 反応率を 0.900 とし、1 日 3 バッチの運転を行い 30 日間運転したとき、生産される C は何 kg であるか、有効数字 3 桁で答えよ。ただし、反応液には A が 1000 mol 含まれる。また C のモル質量は $0.250 \text{ kg}\cdot\text{mol}^{-1}$ であるものとする。

3. 3. 反応率 $x_{Af}[-]$ を得るために必要な反応時間 $t_R[\text{s}]$ を反応速度定数 $k[\text{m}^3\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}]$ 、A の初期濃度 $C_{A0}[\text{mol}\cdot\text{m}^{-3}]$ を用いて表せ。導出過程も示せ。

3. 4. 小問 3. 2. で示した運転を可能とするため 1 バッチ当たりの反応時間を 6.25 時間としたい。必要となる反応速度定数 $k[\text{m}^3\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}]$ を有効数字 3 桁で答えよ。ただし、反応液体積は 4.00 m^3 とする。

解答用紙（化学工学専門，問題3）

受験番号：_____

3. 1.

(a) $r_A = -kC_A C_B$	(b) $C_A = C_{A0}(1-x_A)$
(c) $C_B = C_{A0}(2-x_A)$	(d) $C_C = 2C_{A0}x_A$
(e) $r_A = -kC_{A0}^2(1-x_A)(2-x_A)$	

3. 2.

4.05 × 10⁴ kg

解答用紙（化学工学専門，問題3つづき）

受験番号：_____

3. 3.

$$t_R = \frac{1}{kC_{A0}} \ln \frac{2-x_{Af}}{2(1-x_{Af})} \quad \text{_____} [\text{s}]$$

3. 4.

$$k = \underline{3.03 \times 10^{-7}} \quad [\text{m}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}]$$

(化学工学専門, 問題 4)

問題 4 物質の構造解析に関する下記の問いに解答せよ。 (50 点)

4. 1. 無電解ニッケル－リン合金 (Ni-P) めっき膜中の Ni と P の濃度を ICP 発光分光法で分析し、Ni と P の二成分として P 濃度を原子百分率 (at.%) で求めると 20 at.% であった。この Ni-P めっき膜には炭素 (C) も含まれており、燃焼 - 赤外吸収法で分析した C の濃度は質量百分率 (mass%) で 0.24 mass% であった。Ni、P と C の三成分として C 濃度を原子百分率 (at.%) で計算過程も示して有効数字 2 桁で答えよ。ただし、Ni-P めっき膜の質量を 0.50 g、原子量を Ni = 60、P = 30、C = 12 とする。
4. 2. 単純立方格子中に $(2\bar{2}0)$ 面を図示し、その面間隔 d から格子定数 a を求める式を書け。
4. 3. X 線を照射した時の単位格子中の各原子からの散乱波の振幅は原子散乱因子 f で与えられ、それらの和は、単位格子中の原子の位置 (三方向の座標 (uvw) とミラー指数 (hkl)) がわかっているならば、その原子に散乱された X 線の位相 $2\pi(hu + kv + lw)$ を用いて次式で与えられる。

$$F_{hkl} = \sum_{j=1}^N f_j e^{2\pi i(hu_j + kv_j + lw_j)}$$

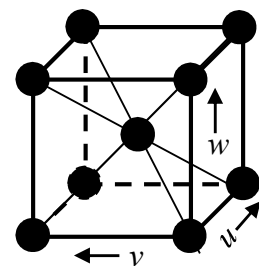
ここで F は構造因子と呼ばれ、X 線の回折強度は $|F|^2$ に比例する。 N は単位格子中の原子の数、 i は虚数単位である。単位格子中に 2 個の原子を含む体心立方格子の場合、原点の原子 $(uvw) = (0 \ 0 \ 0)$ と体心の原子 $(uvw) = (1/2 \ 1/2 \ 1/2)$ から次式により回折強度を見積もることができる。

$$F = fe^{2\pi i(0+0+0)} + fe^{2\pi i(h/2+k/2+l/2)} = f \{1 + e^{\pi i(h+k+l)}\}$$

この式により $hkl = 100, 110, 111, 200, 211, 220$ について X 線の回折強度が増幅されて反射が現れるか、反射が現れないか判定せよ。

なお、 $e^{\pi i} = e^{3\pi i} = e^{5\pi i} = -1$ 、 $e^{2\pi i} = e^{4\pi i} = e^{6\pi i} = 1$ である。

体心立方格子



(化学工学専門, 問題 4 つづき)

4. 4. 一般的な X 線回折装置の X 線源である Cu K α 線 (波長 $\lambda = 0.154 \text{ nm}$) を純鉄板に対して垂直に照射した時の侵入深さ $x[\mu\text{m}]$ を計算過程も示して有効数字 2 桁で求めよ。ただし、純鉄の密度 ρ を 7.9 g/cm^3 、Cu K α 線に対する純鉄の質量吸収係数 μ/ρ を $308 \text{ cm}^2/\text{g}$ とする。また、この時に起こる現象について純鉄の K 吸収端波長 ($\lambda = 0.174 \text{ nm}$) を用いて説明せよ。
4. 5. 次の文章の (1) ~ (10) に適する用語を記入せよ。(3)、(5) および (9) については括弧内の適する語句を選択して記入せよ。

走査電子顕微鏡 (SEM) は試料に電子線を照射し、試料表面から放出される (1) 電子を検出して表面形態を観察する。この時に試料から同時に放出される (2) 電子の量は構成元素の原子番号が大きいほど (3: 多く／少なく) なる。透過電子顕微鏡 (TEM) は試料に電子線を照射し、透過電子を用いて結像することで試料の内部構造を観察する。その像のコントラストの成因は主に三つあり、試料の厚さと構成元素に依存する (4) コントラストでは構成元素の原子番号が大きくなるほど像は (5: 明るく／暗く) なる。観察する試料が多結晶体の場合には (6) コントラストが現れて、結晶粒がモザイク模様のように見える。100 万倍以上の倍率で観察される格子像は (7) コントラストに由来する。SEM および TEM では観察と同時に試料から放出される (8) X 線を検出して元素分析を行うことができる。構成元素の原子番号が大きくなるに従って (8) X 線のエネルギーは (9: 大きく／小さく) なる。この関係を表す (10) の法則を利用して元素を同定できる。

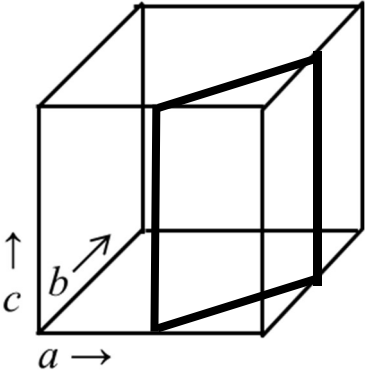
解答用紙（化学工学専門，問題4）

受験番号：_____

4. 1

答え 1.1 at.%

4. 2

単純立方格子 	格子定数 a を求める式 $a = d\sqrt{2^2 + (-2)^2 + 0^2} = d\sqrt{8}$
---	---

4. 3.

反射が現れる hkl	110, 200, 211, 220
反射が現れない hkl	100, 111

解答用紙（化学工学専門，問題4つづき）

受験番号：

4. 4

X 線の侵入深さ x

答え 4.1 μm

説明

純鉄の K 吸収端波長 $\lambda = 0.174 \text{ nm}$ は Cu K α 線の波長 $\lambda = 0.154 \text{ nm}$ よりも大きい。そのため Cu K α 線のほとんどは純鉄板に吸収され、純鉄からは蛍光 X 線 (Fe K α 線など) が発生する。

4. 5

(1) 二次	(2) 反射または後方散乱
(3) 多く	(4) 散乱
(5) 暗く	(6) 回折
(7) 位相	(8) 特性
(9) 大きく	(10) モーゼリー (Moseley)

(化学工学専門, 問題 5)

問題 5 応用力学に関する以下の問題に解答せよ。

(50 点)

5. 1. 図 A のような水門があり、門の下端を止めておくのに必要な力を求めたい。門の上端には蝶番 (ちょうつがい) があり、門はそれを中心として回転できるものとする。せき止められている流体は密度 $1000 \text{ [kg/m}^3]$ の水である。門は高さ 2.0 [m] 、紙面に垂直な方向の幅は 1.5 [m] であり、蝶番までの水深が 3.0 [m] である。蝶番は無視できるほど小さく、門の質量および大気圧は無視できる。重力加速度を $g = 9.8 \text{ [m/s}^2]$ として、以下の問に答えよ。

- (a) 門にかかる全圧力 F を求めよ。
- (b) 圧力の中心 (着力点) の深さ z_c を求めよ。
- (c) 門を止めておくための力 K を求めよ

5. 2. 図 B のような水槽の小孔から噴流が大気中に水平に放出されている。水槽内には密度 $\rho=1000 \text{ [kg/m}^3]$ の水が入っており、重力加速度は $g = 9.8 \text{ [m/s}^2]$ とする。水面から小孔までの深さが 2.0 [m] 、小孔から地面までの高さが 1.5 [m] の時、次の問に答えよ。なお水槽は大気開放されており、水槽断面積は小孔に比べて十分に大きい。また、噴出時や噴流に働く摩擦などの影響は無視できる。

- (a) 容器内の水面を 1、出口を 2 とし、流速、圧力、鉛直方向高さをそれぞれ V_1, P_1, z_1 、および、 V_2, P_2, z_2 として、ベルヌーイ式を示せ。
- (b) 噴出速度 V_2 を z_1, z_2 など で表す式を導出し、その値を求めよ。
- (c) 噴流が地表に到達する水平距離 L を求めよ。

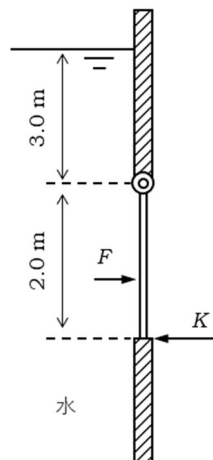


図 A

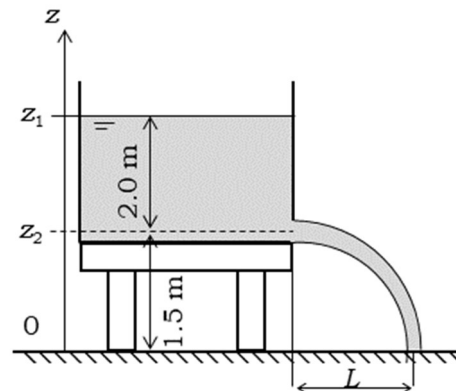


図 B

解答用紙（化学工学専門，問題5）

受験番号：_____

5. 1. (a) - (c)を解答せよ。

(a) 117.6 kN

(b) 4.1 m

(c) 64.7 kN

解答用紙（化学工学専門，問題5つづき）

受験番号：_____

5. 2. (a) - (c)を解答せよ。

(a)

$$\frac{V_1^2}{2g} + \frac{P_1}{\rho g} + z_1 = \frac{V_2^2}{2g} + \frac{P_2}{\rho g} + z_2$$

(b) 6.26 m/s

(c) 3.5 m

令和 7 年度

兵庫県立大学大学院工学研究科（博士前期課程）

化学工学専攻入学試験問題

基礎化学
(問題冊子)

- 本紙を含めて 6 枚あることを確認すること。
- 問題 1 ～ 3 の中から、2 問を選択し解答すること。
- 解答は、別紙解答用紙に記入すること。
- 解答用紙の注意事項をよく読むこと。
- 関数電卓はプログラム機能のないものに限り使用可。
- 時計は通信や計算機能のないものに限り使用可。

(基礎化学, 問題 1)

問題 1 物理化学に関する以下の各問いに解答せよ。(50 点)

1. 1. 理想気体の等温過程と断熱過程の体積変化について、下線①～⑤に入る最も適切なものを選択肢 a から 1 つだけ選んで答えよ。次に、下線の関係式 A、B を導出せよ。下線 C に入る最も適切な語句を選択肢 b から選んで答えよ。

1 mol の理想気体(完全気体)の体積変化 dV では、等温過程と断熱過程がよく知られている。等温過程は恒温槽の中などで変化の初めから終わりまで温度が変わらない過程であり、必要に応じて熱は自由に出入りする。理想気体の内部エネルギー U は温度 T のみの関数であり体積 V や圧力 p によらないので、等温過程では、($dU = \text{①}$) である。したがって、系に供給される熱 dq と系になされる仕事 dw のみの場合では、熱力学第 1 法則より ($dq = \text{②}$) となる。等温過程にともなう理想気体の仕事に関して可逆仕事と不可逆仕事があるが、可逆仕事では系内の圧力 p で表せば ($dw = \text{③}$) である。

一方、断熱過程は、熱が系に出入りしない条件での体積変化であり、断熱材に包まれた容器内で起こる過程である。実際には急激な膨張や圧縮の場合にも近似的に断熱過程となる。断熱過程では、熱力学第 1 法則では ($dU = \text{④}$) である。1 mol の理想気体の内部エネルギー変化は、温度変化 dT があるので、定容モル熱容量 C_v 、あるいは定圧モル熱容量 C_p で表すと、($dU = \text{⑤}$) である。

理想気体の状態方程式からモル熱容量を一定として、状態 1 (T_1, V_1) から状態 2 (T_2, V_2) まで積分すると、関係式 (A) が得られる。この関係を温度と圧力の関係に変形すれば、関係式 (B) が得られる。つまり、断熱膨張で圧力を低下させれば、温度は下がる。

これとは別に、理想気体ではできないが、実在気体を液化する方法として重要で、分子間引力を強制的に切り離す操作を併用すると、より効果的に低温が得られる。この操作を断熱 (C) 効果と呼び、連続作動で利用される。

選択肢 a

0	R	RT	V	p	T	C_v	C_p	dC_v	dC_p
dV	dp	dT	Vdp	$p dV$	$-Vdp$	$-p dV$	dw	$-dw$	dq
$-dq$	$C_v dT$	$C_p dT$	TdC_v	TdC_p	$-C_v dT$	$-C_p dT$	$-TdC_v$	$-TdC_p$	

選択肢 b

Corresponding state, Boyle, Charle, Maxwell-Boltzmann, Joule-Thomson, Kelvin Gibbs-Duhem, Gibbs-Helmholtz, Gibbs-Thomson

(基礎化学, 問題 1 つづき)

1. 2. LNG の成分であるメタンの蒸気圧は, 温度 100 K、120 K でそれぞれ 34.5 kPa、191.9 kPa である。クラジウス–クラペイロンの関係が成立する場合、この温度範囲におけるメタンの蒸発熱 (蒸発エンタルピー) を求めよ。また、メタンの標準沸点を求めよ。なお、気体定数 $R = 8.314 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ として、計算式も記述し、有効数字 4 桁で示せ。
1. 3. A が n_A モル、B が n_B モルからなる混合物の体積を V として、A、B それぞれの部分モル体積 V_A 、 V_B を用いて Gibbs-Duhem の関係式 $n_A dV_A + n_B dV_B = 0$ を導出し、その意味を説明せよ。

解答用紙（基礎化学，問題 1）

受験番号：_____

1. 1.

① 0	② $-dw$ or $p dV$
③ $-p dV$	④ dw or $-p dV$
⑤ $C_v dT$	A $\ln(T_2/T_1) = -R/C_v \ln(V_2/V_1)$
B $T_2/T_1 = (p_2/p_1)^{(R/(R+C_v))}$	C Joule – Thomson

1. 2.

8560 J·mol⁻¹, 111.9 K

1. 3.

$$V = n_A V_A + n_B V_B$$

$$dV = V_A dn_A + V_B dn_B$$

$$dV = V_A dn_A + V_B dn_B + n_A dV_A + n_B dV_B$$

$$n_A dV_A + n_B dV_B = 0$$

意味：A 成分の部分モル体積の変化と B 成分の部分モル体積の変化は符号は逆になること。

(基礎化学, 問題 2)

問題 2 無機化学に関する以下の各問いに解答せよ。 (50 点)

2. 1. 17 族元素に関する次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

17 族元素に属するフッ素、塩素、臭素、ヨウ素、アスタチンは (ア) と呼ばれ、(イ) 個の価電子を持つ元素群である。(ウ) の値が大きく、すなわち、電子を一つ取り込んで (エ) の電子配置を取りやすい。単体は 2 原子分子として存在する。17 族元素の化合物としては、2 種類の (ア) 元素 (X, Y) から形成される XY , XY_3 , XY_5 , XY_7 等の① (ア) 間化合物や、 $=O$ 基を持つ② (オ) 酸などが重要である。

(1) 文中の (ア) から (オ) に入る最も適切な数字や語句を以下の語群より選び、(a)~(k)の記号で答えよ。

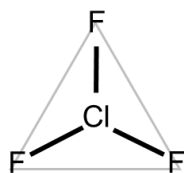
【語群】

- | | | |
|-------------|-----------------|-----------|
| (a) 第一電子親和力 | (b) 第一イオン化エネルギー | (c) 電気陰性度 |
| (d) ハロゲン | (e) 貴ガス | (f) カルコゲン |
| (g) 6 | | |
| (h) 7 | (i) 8 | (j) ルイス |
| | | (k) オキシ |

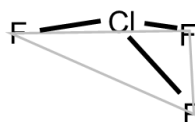
(2) 2 原子分子において、一般には原子半径が小さいほど結合距離が短く、結合エネルギーは大きくなるが、17 族元素の中で最も原子半径の小さいフッ素は例外であり、 F_2 は Cl_2 よりも結合エネルギーが小さい。その原因は何か。

(3) 下線①の一つである ClF_3 のルイス構造と、VSEPR 理論から予測される形を示せ。形については下記の(A)~ (C)のうちから近いものを選び、記号で答えよ。

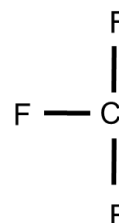
(A) 平面正三角形



(B) 三角錐型



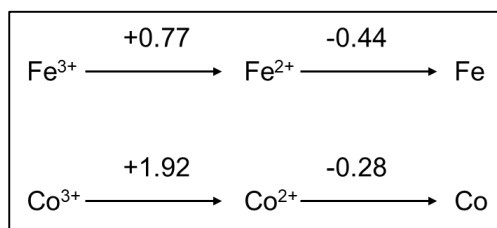
(C) T字型



(4) 下線②に属する $HClO$, $HClO_2$, $HClO_3$, $HClO_4$ の pK_a 値は、この順に小さくなり、 $HClO_4$ は最も大きな負の値をとる。そのような傾向になる理由を説明せよ。また、ポーリングの規則から $HClO_4$ の pK_a の値を予測せよ。

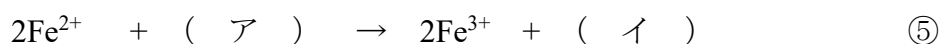
(基礎化学, 問題 2 つづき)

2. 2. pH = 0 の塩酸水溶液中に Fe および Co の固体粉末を溶解させる実験を行った。実験はあらかじめ塩酸水溶液に窒素を十分に吹き込み、溶存酸素を完全に除去した後に行った。必要に応じて以下の半反応式の標準電極電位 E° のデータを用いよ。SHE は標準水素電極のことである。 E° が大きな値をとるほど還元反応が、小さな値 (または負に大きな値) をとるほど酸化反応が進行し易いことを踏まえ、以下の問いに答えよ。ファラデー定数は 96500 C mol^{-1} とせよ。



酸性溶液中のラティマー図 (酸化数 3 までを示す)

- (1) Fe の溶解反応を酸化還元反応と捉え、酸化、還元各反応の半反応式を組み合わせた全反応式を示したい。反応式④および⑤は、進行する可能性のある反応式 (酸化・還元半反応式の組み合わせ) を示したものである。空欄を埋めよ。



- (2) 式④および⑤の反応のギブズの自由エネルギー変化 $\Delta G^0 [\text{kJ mol}^{-1}]$ をそれぞれ求めよ。その結果をもとに、この実験で鉄が最終的にとる酸化数を予測せよ。
- (3) 問(1)の実験後、溶液中に酸素を吹き込んだ。新たに進行する反応式 (酸化・還元半反応式の組み合わせ) を示せ。反応が起こらない場合は×と答えよ。
- (4) 次に、新しい塩酸水溶液に酸素を吹き込みながら Co の固体粉末を溶解させた。この実験でコバルトが最終的にとる酸化数を予測せよ。またそのように考えた理由を述べよ。

解答用紙（基礎化学，問題2）

受験番号：_____

2. 1.

(1)	(ア)	(d)	(イ)	(h)
	(ウ)	(a)	(エ)	(e)
	(オ)	(k)		

(2)	F₂分子は小さく、非共有電子対間の反発が強いため
-----	--

(3)	ルイス構造		VSEPR 理論から 予測され る形	(C)
-----	--------------	---	---------------------------------------	------------

(4)	理由	オキシ基の数が増えるほど電子求引性が増し、脱プロトンした共役塩基がより安定となるため	ポーリングの規則から予測される pKa の値	-7
-----	-----------	---	-------------------------------	-----------

解答用紙（基礎化学，問題 2 つづき）

受験番号：_____

2. 2.

(1)	(ア)	2H^+	(イ)	H_2
-----	-----	---------------	-----	--------------

(2)	④式の DG°	$-84.9 \text{ kJ mol}^{-1}$
	⑤式の DG°	149 kJ mol^{-1}
	酸化数	2

(3)	$4\text{Fe}^{2+} + \text{O}_2 + 4\text{H}^+ \rightarrow 4\text{Fe}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O}$
-----	--

(4)	酸化数	2
	理由	溶解した Co^{2+} が O_2 によって Co^{3+} へ酸化する反応の DG° は正の値をとるため

(基礎化学, 問題 3)

問題 3 ゴム材料の物性の熱力学的理解に関する下記の文章中の括弧①～⑩に適切な文字や言葉を解答せよ。但し、異なる番号の括弧内に同じ文字や言葉が入る場合もある。(50 点)

ゴムに一定温度で外力(張力) F を加えて $d\ell$ だけ伸びたとする。この時、ゴムに対してなされる仕事は (①) である。その際の熱量変化を dQ (与えられた熱) とすると、内部エネルギー U の増加 dU は熱力学第一法則によれば次式で表される。

$$dU = (\text{①}) + (\text{②}) \quad (\text{式 1})$$

また、ここで絶対温度を T 、エントロピーを S としたとき、熱力学第二法則によれば $dS = (\text{③})$ であるので、これを(式 1)に代入すると、(式 2)となる。

$$dU = (\text{①}) + (\text{④}) \quad (\text{式 2})$$

この時、ゴムのポアソン比 ν は概ね 0.5 であり、すなわち体積変化がない。ここで、ヘルムホルツの自由エネルギー A の変化を考える。

A の定義 ($A = U - TS$) の下で、

$$dA = dU - (\text{④}) - (\text{⑤}) \quad (\text{式 3})$$

ここに(式 2)を代入すると

$$dA = (\text{①}) - (\text{⑤}) \quad (\text{式 4})$$

となる。したがって、等温条件の下では

$$dA = (\text{①}) \quad (\text{一定温度}) \text{ となり、} \\ (\text{式 2}) \text{ と組み合わせると、}$$

$$F = (\partial A / \partial \ell)_T = (\text{⑥}) - T (\text{⑦}) \quad (\text{式 5})$$

となる。

つまり、張力 F を表す(式 5)の右辺は伸長による内部エネルギー変化を示す項と (⑧) 変化を示す項から成り立つ。

絶対温度 T がゴム材料のガラス転移温度 T_g より十分高い環境においては、分子は著しく運動し、分子鎖は様々な形態をとり得る。つまり、張力 F への (⑨) 変化項の寄与が大きい。(式 5) 右辺の第 2 項を温度の偏微分の形に書き換えたものが(式 6)である。

$$F = (\text{⑥}) + T (\partial F / \partial T)_\ell \quad (\text{式 6})$$

(式 6) が示唆するようにゴム材料を一定伸長長さに保った状態で環境温度 T を上げていくとゴム材料に発生する張力 F は (⑩)。

解答用紙（基礎化学，問題3）

受験番号：_____

① $Fd\ell$ ② dQ

③ dQ/T ④ TdS

⑤ SdT ⑥ $(\partial U/\partial \ell)_T$

⑦ $(\partial S/\partial \ell)_T$ ⑧ エントロピー

⑨ エントロピー ⑩ 増加する

令和 7 年度

兵庫県立大学大学院工学研究科（博士前期課程）

化学工学専攻入学試験問題

小論文

- 本紙を含めて 2 枚あることを確認すること。
- 解答は、別紙解答用紙に記入すること。
- 解答用紙と問題用紙を回収するが、解答用紙の記述内容のみ採点するので注意すること。
- 時計は通信や計算機能のないものに限り使用可。

受験番号_____

(小論文)

問題 下に示した国連の「持続可能な開発目標(SDGs)」17 項目のうち自身に取り組んでいる研究課題と関連の深いものを 3 項目以内で選択し、研究課題とそれらとの関連性について具体的に記述せよ。(別紙解答用紙に字数 600 字以内で横書きに記述すること。)

「SDGs17 の目標」

- 1 貧困をなくそう
- 2 飢餓をゼロに
- 3 すべての人に健康と福祉を
- 4 質の高い教育をみんなに
- 5 ジェンダー平等を実現しよう
- 6 安全な水とトイレを世界中に
- 7 エネルギーをみんなに。そしてクリーンに
- 8 働きがいも経済成長も
- 9 産業と技術革新の基盤を作ろう
- 10 人や国の不平等をなくそう
- 11 住み続けられるまちづくりを
- 12 つくる責任、つかう責任
- 13 気候変動に具体的な対策を
- 14 海の豊かさを守ろう
- 15 陸の豊かさも守ろう
- 16 平和と公正をすべての人に
- 17 パートナリーシップで目標を達成しよう

=====以下のスペースは下書きに使用してもよい=====

令和 7 年度 兵庫県立大学大学院工学研究科（博士前期課程）

化学工学専攻入学試験問題

小論文「出題の意図」

以下の 3 点について、論理的かつ合理的に説明できるか、正しい日本語で記述できるかをみた。

1. 自身の研究課題
2. SDGs に関する理解
3. 1 と 2 の関連性