受験番号

令和９年度（２０２７年度）　工学部第３年次編入学（一般入試）試験
熊本大学工学部 材料・応用化学科　（応用生命化学／応用物質化学教育プログラム）
専門分野に関する試験

－ 試験時間 60 分 －

次頁以降の６つの科目『物理化学』、『分析化学』、『無機化学』、『有機化学』、『化学工学』、『生化学』に関する問題から４科目を選択して解答してください。

全ての頁の右上の欄に受験番号を記入してください。

選択した４つの科目に〇をつけてください。

物理化学	分析化学	無機化学	有機化学	化学工学	生化学

受験番号

令和９年度（２０２７年度）工学部第３年次編入学（一般入試）試験 問題・解答用紙

物理化学

（問１）以下の文章の空欄（　ア　）～（　オ　）に適当な語句、または式を入れなさい。

分子 A_2 と分子 B_2 が反応して分子 AB が生成する。このような原子の組み替えが生むエネルギー変化を（　ア　）変化といい、その差は ΔH で表される。発熱反応の場合、ΔH は負となる。一方、粒子（物質）の集合状態（乱雑さ）は（　イ　）という量で表され、その変化は ΔS で表される。化学反応の進行方向を決めるのは ΔG であり、（　ウ　）とよばれる。ΔG、これは（　ア　）変化と（　イ　）変化を用いて次の式で表される。

（　エ　）

ΔG が負であればその反応は（　オ　）に進行し、正であればその逆反応となる。ΔG がゼロのとき、その反応は可逆的であり、正逆反応が（　カ　）状態にある。

ア	エンタルピー	イ	エントロピー	ウ	ギブス（自由） エネルギー変化	エ	$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$
オ	自発的 （右向き）	カ	釣り合った				

（問２）25℃、1 bar において水素（*g*）と酸素（*g*）から水（*ℓ*）1 mol が生成する反応式を示し、この反応の $\Delta G°$ を求めなさい。ただし、(*g*) は気体、(*ℓ*) は液体を示す。水素と酸素は理想気体として取り扱い、この生成反応の $\Delta H° = -285.83\ \mathrm{kJ\ mol^{-1}}$、$\Delta S° = -163.31\ \mathrm{J\ K^{-1}\ mol^{-1}}$ である。また、0 ℃ = 273.15 K とする。計算過程を示し、有効数字を考慮して解答すること。

反応式

$H_2\,(g) + 1/2O_2\,(g) \rightarrow H_2O\,(l)$

計算過程

$\Delta G° = \Delta H° - T\Delta S°$ の関係が成り立つので、

$T = 298.15$ K、$\Delta H° = -285.83\ \mathrm{kJ\ mol^{-1}}$、$\Delta S° = -163.31\ \mathrm{J\ mol^{-1}\ K^{-1}}$ より、

$\Delta G° = -285.83 - 298.15 \times (-163.31 \times 10^{-3}) = -237.1391 \fallingdotseq -237.14$

答：　$\Delta G° =$　-237.14　$\mathrm{kJ\ mol^{-1}}$

受験番号

令和９年度（２０２７年度）工学部第３年次編入学（一般入試）試験 問題・解答用紙

分析化学

以下の問いに答えなさい。必ず計算過程も書くこと。必要であれば、log2＝0.30、log3＝0.48、log5＝0.70 を使いなさい。

（問１）次の値を計算しなさい。

（a）pH 5.0 の水溶液の水素イオン濃度

（b）弱酸 HB（pK_a＝5.0）0.001 M 水溶液の pH

（c）弱酸 HB（pK_a＝5.0）とその塩 NaB、それぞれ 0.01、0.02 M からなる緩衝液の pH

(a) $pH = -\log[H^+]$

$[H^+] = 10^{-5}$ M //

(b) $K_a = \frac{[H^+][B^-]}{[HB]}$

$= \frac{[H^+]^2}{C_B}$

$10^{-5} = \frac{[H^+]^2}{10^{-3}}$

$[H^+] = 10^{-4}$

$pH = 4$ //

(c) $pH = pK_a - \log\frac{[HB]}{[B^-]}$

$= 5.0 - \log\frac{1}{2}$

$= 5.3$ //

（問２）ある水酸化物 $M(OH)_2$ を水に懸濁させ、飽和溶液を調製した。溶解平衡に到達したときの上澄み液の pH を計算しなさい。ただし、$M(OH)_2$ の $K_{sp} = 5.0 \times 10^{-7}$ とする。

$K_{sp} = [M^{2+}][OH^-]$

$M(OH)_2$ のモル溶解度を S とすると

$K_{sp} = S(2S)^2$

$4S^3 = 5.0 \times 10^{-7}$

$S = 0.005$

$[OH^-] = 2S = 0.01$

$pOH = 2$

$pH = 12$ //

（問３）金属錯体 MY の絶対安定度定数 K_{abs} は 10^9 である。pH 2.0、および pH 9.0 の溶液における条件（有効）安定度定数 K_{eff} を求めなさい。ただし、モノプロトン酸 HY の pK_a は 7.0 とする。

$K_{eff} = \alpha \cdot K_{abs}$

$\alpha = \frac{[Y^-]}{C_Y} = \frac{K_a}{[H^+] + K_a}$

pH 2 : $\alpha = \frac{10^{-7}}{10^{-2} + 10^{-7}} \approx 10^{-5}$

$K_{eff} = 10^{-5} \cdot 10^9 = 10^4$ //

pH 9 : $\alpha = \frac{10^{-7}}{10^{-9} + 10^{-7}} \approx 1$

$K_{eff} = 1 \cdot 10^9 = 10^9$ //

受験番号

令和９年度（２０２７年度）工学部第３年次編入学（一般入試）試験 問題・解答用紙

無機化学

（問１） 基底状態のアルミニウム原子について、例にならって電子配置を示しなさい。

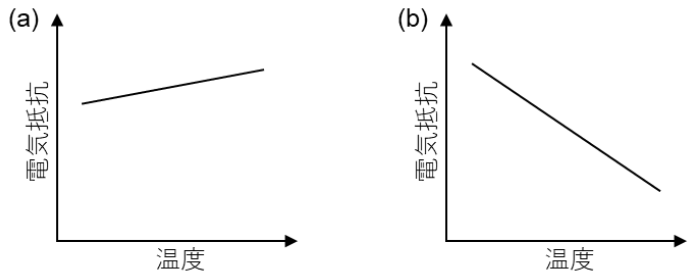
例）炭素原子　$1s^2 2s^2 2p^2$

（問２） アルミニウムの結晶構造は面心立方格子である。下記の情報を用い、アルミニウム結晶の単位格子の体積を nm^3（立方ナノメートル）で示しなさい。（有効数字２桁）

アルミニウムの原子量＝27、結晶密度＝2.7 $g \cdot cm^{-3}$、アボガドロ定数＝6.0×10^{23} mol^{-1}

（問３） 金属、半導体、絶縁体のフェルミ準位近傍のバンド構造について、その違いが分かるように図示しなさい。その時、図中に「価電子帯」、「伝導帯」という言葉を適切に挿入すること。

（問４） 下のグラフは、金属および半導体の電気抵抗と温度との関係を示している。金属に対応するグラフを(a)、(b)から選び、その理由を説明しなさい。



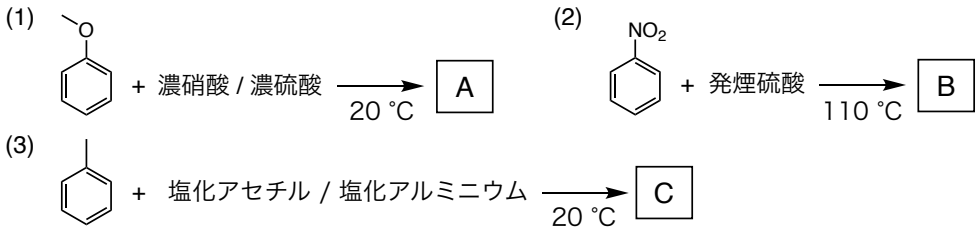
（問１）	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$	
（問２）	導出過程 単位格子の体積を V nm^3 とすると、1.0 cm^3（1.0×10^{21} nm^3）の体積中には、単位格子が$(1.0 \times 10^{21})/V$ 個含まれる。面心立方格子には、原子が 4.0 個含まれるため、1.0 cm^3 の体積中には原子が$\{(1.0 \times 10^{21}) \times 4.0\}/V$ 個含まれる。アボガドロ定数から、1.0 cm^3 の体積のモル数を計算すると$\{(1.0 \times 10^{21}) \times 4.0\}/(V \times 6.0 \times 10^{23})$ mol となり、原子量から 1.0 cm^3 のあたりの重さ（結晶密度）は$\{(1.0 \times 10^{21}) \times 4.0 \times 27\}/(V \times 6.0 \times 10^{23})$ $g \cdot cm^{-3}$ となる。これが、2.7 $g \cdot cm^{-3}$ となるため、方程式を解くと V は 6.7×10^{-2} nm^3 となる。 答：　6.7×10^{-2}　nm^3	
（問３）	金属　半導体　絶縁体 伝導帯 フェルミ準位 伝導帯 価電子帯 価電子帯	
（問４）	答： (a)	理由 温度の上昇に伴って格子振動が激しくなり、電子が散乱されるため（電子の動きが妨げられるため）、電気抵抗は温度の増加と共に増加する。

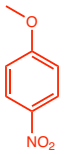
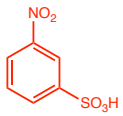
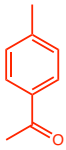
受験番号

令和９年度（２０２７年度）工学部第３年次編入学（一般入試）試験 問題・解答用紙

有機化学

（問1） 次の反応(1)～(3)で得られる主生成物(A、B、C)の名称および化学構造式を答えなさい。



	A	B	C
名称	*p*–ニトロアニソール or 1-メトキシ-4-ニトロベンゼン	*m*–ニトロベンゼンスルホン酸	*p*-メチルアセトフェノン
化学構造式			

（問2） フェノール(D)、4–ニトロフェノール(E)、シクロヘキサノール(F)の水溶液中における酸性度が高い順に並べ、記号で答えなさい。また、その理由を簡潔に説明しなさい。

酸性度の高い順	理由
E ＞ D ＞ F	フェノール誘導体(D, E)は、脱プロトン化して生じるフェノキシドイオンがベンゼン環と共鳴安定化するため、脂肪族アルコール(F)よりも強い酸性を示す。さらに、E は強い電子吸引性基であるニトロ基(–NO_2)がパラ位に結合しているため、共鳴効果と誘起効果によって負電荷が非局在化し、アニオンが最も安定化するため。

（問3） 2-ブロモブタンに水酸化ナトリウムを作用させると、主生成物として 2-ブタノールが得られた。

（1） この反応は S_N1 反応と S_N2 反応のどちらの機構で進行するか、解答欄から選択(○で囲み)し、その理由について述べなさい。

（2） 絶対配置(立体配置)が R 配置の 2-ブロモブタンを用いた場合、主生成物の絶対配置は R 配置 と S 配置のどちらになるか、解答欄から選択(○で囲み)し、その理由について述べなさい。

(1)	S_N1 反応　(S_N2 反応)	(2)	R 配置　(S 配置)
	理由 2級のハロゲン化アルキルでは生成するカルボカチオン中間体が不安定であり、中間体を経由しない(一段階で進行する)S_N2 反応が起こるため。		理由 反応は求核剤が脱離基の背面から攻撃する S_N2 機構で進行するため、立体配置が反転する(ワルデン反転)ため。

受験番号

令和９年度（２０２７年度）工学部第３年次編入学（一般入試）試験 問題・解答用紙

化学工学

計算問題に関しては計算過程も採点の対象となり、計算過程が記されていなければ採点されない。

成分 A が関与する均一液相反応 A→C（反応速度定数 k）を管型反応器（PFR）または連続槽型反応器（CSTR）を用いて行った。成分 A の反応速度を $(-r_A)$、初期モル濃度を C_{A0}、初期モル流量を F_{A0}、反応器内滞在時間を τ、反応器の有効容積を V、成分 A の反応率を x_A とする。以下の問いに答えなさい。$\ln(0.2) = -1.6$、$\ln(0.04) = -3.2$ とする。

（問１）CSTR および PFR の設計方程式として正しいものをそれぞれ選び、解答欄に数式を答えなさい。

① CSTR： $\tau = \dfrac{V}{F_{A0}} = -\dfrac{\ln(1-x_A)}{k}$　　$\tau = \dfrac{V}{F_{A0}} = \dfrac{1}{k}\cdot\dfrac{x_A}{1-x_A}$

② PFR ： $\tau = \dfrac{V}{F_{A0}} = -\dfrac{\ln(1-x_A)}{k}$　　$\tau = \dfrac{V}{F_{A0}} = \dfrac{1}{k}\cdot\dfrac{x_A}{1-x_A}$

（問２）この反応を PFR を用いて行ったところ $x_A = 0.80$ となった。同じ反応を同一反応条件で CSTR を用いて行ったとき、A 成分の反応率を求めなさい。

（問３）同じ PFR を用いて、他の条件は変えずに反応率を 0.96 にするためには、流量 F_{A0}'を最初の条件（F_{A0}）の何倍にすればよいか答えなさい。

（問１）	① CSTR：$\tau = \dfrac{V}{F_{A0}} = \dfrac{1}{k}\cdot\dfrac{x_A}{1-x_A}$
	② PFR ：$\tau = \dfrac{V}{F_{A0}} = -\dfrac{\ln(1-x_A)}{k}$
（問２）	計算過程 管型反応器の設計方程式より、$k\tau = -\ln(1-x_A) = -\ln(0.2) = 1.6$ 連続槽型反応器の設計方程式 $k\tau = x_A/(1-x_A)$ を x_A について整理し、$k\tau = 1.6$ を代入すると、$x_A = k\tau/(1+k\tau) = (1.6)/(1+1.6) = 0.6154.. = 0.62$ 答： 0.62 または 62% (0.615, 61.5%でも可とする)
（問３）	計算過程 $x_A = 0.80$ のとき、$V/F_{A0} = -\ln(0.2)/k$ …① $x_A' = 0.96$ のとき、$V/F_{A0}' = -\ln(0.04)/k$ …② ②÷①より、$(V/F_{A0}')/(V/F_{A0}) = F_{A0}/F_{A0}' = \{-\ln(0.04)\}/\{-\ln(0.2)\} = (3.2)/(1.6) = 2.0$ ∴ $F_{A0}' = 0.5F_{A0}$ 答. 0.5 倍 (1/2 でも可)

受験番号

令和９年度（２０２７年度）工学部第３年次編入学（一般入試）試験 問題・解答用紙

生化学

以下の問いに答えなさい。

（問１）各アミノ酸(a)～(c)と側鎖のタイプ(1)～(3)とを対応させ、解答欄に (1)～(3)の表記で示しなさい。

側鎖の特徴： (1) 無極性芳香族が存在する。
(2) 硫黄を含む。
(3) ヒドロキシ基がある。

アミノ酸	(a) Cys	(b) Ser	(c) Trp
側鎖のタイプ	（２）	（３）	（１）

（問２）(a)~(c)と下記の説明を対応させ、解答欄に (1)~(3)で示しなさい。

説明： (1) 生物圏で最も豊富な有機分子。
(2) 植物でのグルコースの貯蔵形態。
(3) 動物でのグルコースの貯蔵形態。

物質	(a) グリコーゲン	(b) デンプン	(c) セルロース
説明	（３）	（２）	（１）

（問３）ある長さの DNA 配列を使ってゲノム中の特定の場所を検出したい。配列が短すぎると、確率的に同じ配列がゲノム中の別の場所にも現れ、その場所だけを見分けることが難しくなる。逆に長すぎると、その配列はゲノム中には一つも存在しないことになる。この前提を踏まえて、下記の問いに答えなさい。

SV40 ウイルスのゲノムは約 5,200 塩基対からなる。ゲノム中の一方の鎖のみを考え、4 種類の塩基 A、T、G、C が等しい確率で現れると仮定すると、SV40 ウイルスのゲノム中の特定の場所を理論上、1 か所に絞り込むためには、最短で何塩基の DNA 配列が必要か考え方とともに示しなさい。

４種類の塩基が等確率で出現するので、長さ n の特定の DNA 配列が現れる確率は、4^n 通りとなる。SV40 ウイルスを約 5200 塩基とするとその配列がゲノム中に現れる期待回数は n ＝ 7 で約 5200 塩基を上回る。