

令和8年度  
室蘭工業大学理工学部  
編入学試験(一般入試)

## 学力試験問題

システム理化学科

化学生物システムコース

### 専門科目

### 基礎化学

#### 注意事項

1. 試験開始の合図があるまで、この冊子を開いてはいけません。
2. 問題冊子は、この表紙を含め合計5枚あります。試験開始後、問題用紙の不足や印刷の不良に気づいた場合は、直ちに監督員に申し出てください。
3. 第1問～第4問の4問中から2問を選択し、解答してください。
4. 選択した1つの問題に対して1枚の答案用紙を使用し、解答してください(計2枚使用)。答案用紙の所定の欄に受験番号、選択した問題の番号を必ず記入してください。氏名を記入してはいけません。解答スペースが不足する場合は、裏面にも記載があることを明記した上で、裏面を使ってください。
5. 試験終了後、答案用紙2枚を提出してください。問題冊子は持ち帰って構いません。

第1問 以下の [1] ~ [3] の問いに答えよ. なお, 必要があれば, 気体定数  $R = 8.31 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$  とするとともに,  $\ln 2 = 0.693$ ,  $\ln 3 = 1.10$ ,  $\ln 5 = 1.61$ ,  $\ln 10 = 2.30$  として計算せよ.

[1]  $0.800 \text{ dm}^3$  の容積を  $2.00 \text{ bar}$  の圧力で満たしている理想気体を考える. 以下の問い (1) ~ (3) に有効数字 3 桁で答えよ.

- (1) この気体を, 一定の外圧  $P_{\text{ext}}$  で最終容積  $0.400 \text{ dm}^3$  になるまで等温圧縮することが可能な  $P_{\text{ext}}$  の最小値  $P_{\text{ext}}^{\text{min}}$  はいくらになるか答えよ.
- (2) この気体を, (1) で求めた一定の外圧  $P_{\text{ext}}^{\text{min}}$  を加えて最終容積  $0.400 \text{ dm}^3$  になるまで等温圧縮する場合の仕事はいくらになるか, J の単位で答えよ. ただし,  $1 \text{ bar dm}^3 = 100 \text{ J}$  である.
- (3) この気体を, 最終容積  $0.400 \text{ dm}^3$  になるまで可逆的な準静的過程で等温圧縮する場合の仕事はいくらになるか, J の単位で答えよ.

[2]  $250 \text{ K}$  における化合物 A の半減期が  $20.0 \text{ min}$  である溶液中の一次反応  $A \rightarrow B$  を考える. 以下の問い (1) ~ (4) に有効数字 3 桁で答えよ.

- (1) この反応  $A \rightarrow B$  の  $250 \text{ K}$  における一次反応速度定数を求めよ.
- (2) 初期濃度  $[A]_0 = 4.00 \times 10^{-2} \text{ mol dm}^{-3}$  であるとき,  $250 \text{ K}$  で反応開始から  $40.0 \text{ min}$  後の A の濃度  $[A]_{40}$  を求めよ.
- (3) この反応  $A \rightarrow B$  の  $200 \text{ K}$  における化合物 A の半減期が  $1.00 \times 10^5 \text{ min}$  であった. この反応の温度依存性がアレニウス型に従うとして, この反応の活性化エネルギーはいくらになるかを求めよ.
- (4) 初期濃度  $[A]_0 = 4.00 \times 10^{-2} \text{ mol dm}^{-3}$  であるとき,  $200 \text{ K}$  で反応を開始してから A の濃度が (2) で求めた  $[A]_{40}$  と同じ値になるまでの時間を求めよ.

[3] 密閉した容器にジクロロメタン (DC) とクロロホルム (CF) を入れ, 容器内を  $298 \text{ K}$  に保った状態で十分混合し, 気液平衡状態とした. この容器内に存在する液体中には DC と CF がそれぞれ  $1.0 \text{ mol}$  および  $3.0 \text{ mol}$  存在していた.  $298 \text{ K}$  における純粋な DC および CF の蒸気圧はそれぞれ  $P_{\text{DC}}^* = 0.59 \text{ bar}$ ,  $P_{\text{CF}}^* = 0.27 \text{ bar}$  であるとして, 以下の問い (1) ~ (3) に有効数字 2 桁で答えよ. ただし, 気相 (DC と CF の混合気体) 中の DC および CF は理想気体とみなせるとし, DC と CF との混合溶液は理想溶液と考えてよい.

- (1) 混合溶液中の DC のモル分率を求めよ.
- (2) ここで得られた混合溶液と平衡にある気相 (DC と CF の混合気体) 中の DC の分圧を求めよ.
- (3) ここで得られた混合溶液と平衡にある気相 (DC と CF の混合気体) 中の DC のモル分率を求めよ.

第2問 以下の [1], [2] の問いに答えよ.

[1] 次の文章を読み, 問い (1) ~ (5) に答えよ.

通常, 有機硫黄化合物を燃焼させると, ( A ) の分子構造を有する  $\text{SO}_2$  が得られる. この  $\text{SO}_2$  中の S 原子は ( B ) 混成軌道をとる. Pt や  $\text{V}_2\text{O}_5$  を触媒として  $\text{SO}_2$  を  $\text{O}_2$  で酸化すると,  $\text{SO}_3$  が得られる. この  $\text{SO}_3$  を水と反応させることで, 硫酸 ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) が生成する.  $\text{H}_2\text{SO}_4$  中の S 原子は ( C ) 混成軌道をとるため,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  が水に溶解して生成する硫酸イオン ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) は ( D ) の分子構造を有する.

(1) 上記文章中の空欄 ( A ) に当てはまる適切な語を下記①~④の中から選び, 番号で答えよ.

①直線型, ②平面三角形型, ③折れ線型, ④四面体型

(2) 上記文章中の空欄 ( B ) に当てはまる適切な語を答えよ.

(3)  $\text{SO}_2$  における O-S-O の結合角に最も近いものを下記①~④から選び, 番号で答えよ.

① $180^\circ$ , ② $60^\circ$ , ③ $120^\circ$ , ④ $109.5^\circ$

(4) 上記文章中の空欄 ( C ) に当てはまる適切な語を答えよ.

(5) 上記文章中の空欄 ( D ) に当てはまる適切な語を下記①~④の中から選び, 番号で答えよ.

①直線型, ②平面三角形型, ③折れ線型, ④四面体型

[2] 次の文章を読み, 問い (1) ~ (4) に答えよ.

アレニウスの定義によると, 酸は水溶液中で電離した際に ( A ) を放出する物質であり, 塩基は ( B ) を放出する物質である. 一方で, この定義では, 水溶液中での反応に限られてしまう. これに対して, ブレンステッド・ローリーの定義では, ( A ) の授受のみで酸と塩基を判断できるため, 水溶液中であることを条件とする必要がなくなった. この定義にしたがうと, 気相中で  $\text{HCl}$  と  $\text{NH}_3$  から  $\text{NH}_4\text{Cl}$  が生成する場合は,  $\text{HCl}$  が酸としてはたらくと言える. ルイスの定義では, ( C ) の授受により酸と塩基の判断をしている.  $\text{Ag}^+$  と  $\text{NH}_3$  から  $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$  のような錯イオンが生成する場合, ルイスの定義にしたがうと  $\text{Ag}^+$  は ( D ) となる.

(1) 上記文章中の空欄 ( A ) ~ ( D ) に当てはまる適切な語を答えよ.

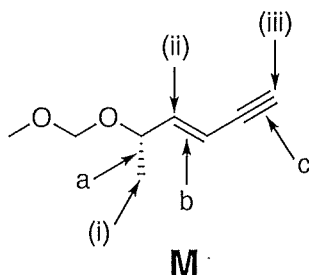
(2)  $0.20 \text{ mol L}^{-1}$  酢酸水溶液の pH を求めよ. なお, 酢酸の酸解離定数  $K_a$  を  $10^{-4.8} \text{ mol L}^{-1}$ ,  $\log 2$  は  $0.3$  とする.

(3) 酢酸を水酸化ナトリウムにより中和すると得られる酢酸ナトリウムが加水分解する際の化学反応式を書き, 酢酸イオンの塩基解離定数  $K_b$  を求めよ. なお, 酢酸の酸解離定数  $K_a$  は  $10^{-4.8} \text{ mol L}^{-1}$ , 水のイオン積  $K_w$  は  $10^{-14.0} \text{ mol}^2 \text{ L}^{-2}$  とする.

(4) 塩化アルミニウムは, ルイス酸性の触媒として広く使用される. Al の電子配置を書き, 塩化アルミニウムがルイス酸性を示す理由を「最外殻」および「オクテット則」という語をすべて用いて答えよ.

第3問 以下の [1] ~ [3] の問いに答えよ。

[1] 次の分子 **M** について以下の (1) ~ (4) の問いに答えよ。



(1) 矢印で示された炭素原子 (i) ~ (iii) の混成状態を次の (A) ~ (D) からそれぞれ選べ。また、それぞれの原子の周りのおおよその結合角を (E) ~ (H) からそれぞれ選べ。

混成状態: (A)  $sp^3$  混成    (B)  $sp^2$  混成    (C)  $sp$  混成    (D) 混成していない  
 結合角: (E)  $180^\circ$     (F)  $120^\circ$     (G)  $109.5^\circ$     (H)  $90^\circ$

(2) a, b, c の結合について、結合距離の長い順に左から記号で書け。

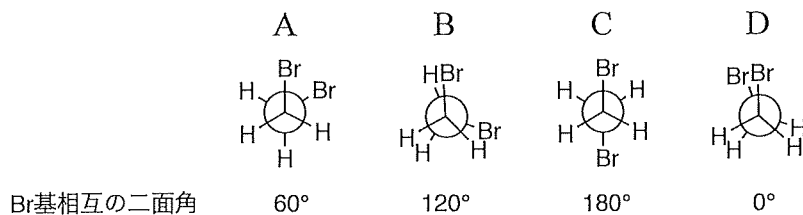
(3) 分子 **M** が有する不斉炭素の絶対配置を *R* または *S* で答えよ。

(4) 結合 b の幾何異性が *E* 体であるか *Z* 体であるか答えよ。

[2] つぎの化合物群 (a)~(d) のそれぞれについて、酸性度が高い方から順に左から並べよ。

(1) (a)  $CF_3CO_2H$     (b)  $CHF_2CO_2H$     (c)  $CH_2FCO_2H$     (d)  $CH_3CO_2H$   
 (2) (a) HF    (b) HCl    (c) HBr    (d) HI  
 (3) (a)  $CH_3CH_2CH_3$     (b)  $ClCH_2CH_2OH$     (c)  $CH_3CH_2CH_2OH$     (d)  $CH_3CH_2CH_2NH_2$

[3] 次の A~D は 1,2-dibromoethane のいくつかの配座を Newman 投影式で示したものである。以下の問い (1), (2) に答えよ。



(1) 配座 A~D はそれぞれ何と呼ばれているか。アンチ形配座(anti conformation), 重なり形配座(eclipsed conformation), ゴーシュ形配座(gauche conformation)のいずれかでそれぞれ答えよ。

(2) 配座 A~D を安定な順に左から書け。

第4問 以下の〔1〕～〔3〕の問いに答えよ。

〔1〕ピルビン酸の代謝について下記空欄 (A) ～ (H) にはいる適切な語を語群より選択せよ。

ピルビン酸は解糖系によって生成される重要な代謝産物であり、酸素の有無に応じて異なる代謝経路をたどる。酸素が存在する場合 (好氣的条件) において、ピルビン酸は (A) に取り込まれ、(B) に変換された後、(C) で代謝されて、ATP、(D)、 $FADH_2$  を生成する。生成した補酵素は、呼吸鎖によって形成されたプロトン濃度勾配を利用する (E) の過程で使用され、その結果大量の ATP が合成される。一方、酸素が不足している場合 (嫌氣的条件) には、ピルビン酸は (A) に入ることなく、細胞質内で (F) に変換されるか、(G) を経て (H) に変わる。この過程では、少量の ATP が生成される。

(語群)

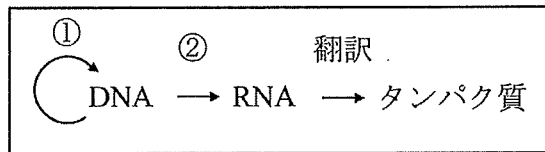
酢酸、ミトコンドリア、カルビン回路、カルボキシラーゼ、脂肪酸-CoA、アセチル-CoA、クエン酸回路、酸化リン酸化、乳酸、アルコール発酵、エタノール、NADH、脂肪酸、 $\beta$ 酸化、リボソーム

〔2〕糖はその化学構造に基づいて、単糖、二糖、多糖に分類される。それぞれの分類に該当する糖を語群からすべて選び、分類ごとに示せ。

(語群)

グリコーゲン、デンプン、グルコース、フルクトース、スクロース、ラクトース、セルロース、ガラクトース

〔3〕生物における遺伝情報の流れは、セントラルドグマと呼ばれ、以下の図のように①、②、翻訳の3つの過程からなる。以下の問いに答えよ。



(1) ①、②に入る適切な語をそれぞれ答えよ。

また、①、②、および翻訳の過程に関与する酵素を、下記の語群からそれぞれ1つずつ選べ。

【語群】DNA ポリメラーゼ、RNA ポリメラーゼ、アミノアシル tRNA 合成酵素

(2) RNA をもつレトロウイルスは、上に示したセントラルドグマとは異なる遺伝情報の流れを持つことが知られている。レトロウイルスにおける遺伝情報の流れを、簡潔に説明せよ。

(3) 次の文中の空欄 (A) ～ (D) に当てはまる最も適切な語を、下記の語群からそれぞれ1つずつ選べ。同じ語を繰り返し使ってもよい。

大腸菌のような原核生物では、①、②の過程が (A) で、翻訳の過程は (B) で行われる。真核生物では、①と②の過程は (C) で、翻訳の過程は (D) で行われる。

【語群】細胞質、核、ミトコンドリア、リソソーム、リボソーム、ゴルジ体、細胞膜

(4) ②の過程において真核生物ではスプライシングが行われる。スプライシングについて下記の語をすべて用いて簡潔に説明せよ。

【語群】イントロン、エクソン、mRNA

令和8年度  
室蘭工業大学理工学部  
編入学試験(一般入試)(第1次募集)

システム理化学科  
化学生物システムコース

専門科目  
基礎化学

出題意図と解答例

第1問の出題意図および解答例

[1]

【出題意図】

外力が気体にした仕事を求められるかを問う。

【解答例】

(1) 気体の状態方程式より,  $P_f V_f = P_i V_i$ . 最終容積  $V_f = 0.400 \text{ dm}^3$  の時の圧力  $P_f$  は

$$P_f = \frac{P_i V_i}{V_f} = \frac{2.00 \text{ bar} \times 0.800 \text{ dm}^3}{0.400 \text{ dm}^3} = 4.00 \text{ bar}. \text{ 従って, } P_{\text{ext}}^{\text{min}} = P_f = 4.00 \text{ bar}.$$

(2) 外力がした仕事  $w_{\text{ext}} = -P_{\text{ext}}^{\text{min}} \Delta V = -4.00 \text{ bar} \times (-0.400 \text{ dm}^3) = 1.60 \text{ bar dm}^3$ , 従って, 160 J.

(3) 等温可逆的な準静的圧縮で外力がした仕事は,

$$w_{\text{ext}} = - \int_{V_i}^{V_f} P dV = -P_i V_i \int_{V_i}^{V_f} \frac{dV}{V} = P_i V_i \ln \left( \frac{V_i}{V_f} \right) = 160 \text{ J} \times \ln 2. \text{ 従って, } 111 \text{ J}.$$

[2]

【出題意図】

反応速度に関する基礎的知識を問う。

【解答例】

(1) 求める反応速度定数は  $k = \frac{\ln 2}{t_{1/2}} = \frac{0.693}{20 \text{ min}} = 3.47 \times 10^{-2} \text{ min}^{-1}$

(2) 一次反応なので半減期は濃度に依存しない。したがって 40.0 min が半減期の二倍であることから,

$$[A]_{40} = [A]_0 / 4 = 4.00 \times 10^{-2} \text{ mol dm}^{-3} / 4 = 1.00 \times 10^{-2} \text{ mol dm}^{-3}$$

$$(3) \frac{t_{1/2}^{200 \text{ K}}}{t_{1/2}^{250 \text{ K}}} = \frac{k^{250 \text{ K}}}{k^{200 \text{ K}}} = \frac{k_0 \exp(-E_a/250R)}{k_0 \exp(-E_a/200R)} = \exp \left( \frac{E_a}{R} \times \left( \frac{1}{200} - \frac{1}{250} \right) \right) = \exp \left( \frac{E_a}{1000R} \right) = \frac{1.00 \times 10^5 \text{ min}}{20.0 \text{ min}} = 5000$$

$$\text{従って, } E_a = 1000R \times \ln 5000 = 1000R \times (3 \times \ln 10 + \ln 5)$$

$$= 1000 \times 8.31 \times (3 \times 2.30 + 1.61) = 7.07 \times 10^4 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1} = 70.7 \text{ kJ mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$$

(4) もとの濃度の 1/4 になるまでの時間は半減期の2倍なので, 求める時間は

$$1.00 \times 10^5 \text{ min} \times 2 = 2.00 \times 10^5 \text{ min}$$

[3]

【出題意図】

単純な混合物の気液平衡に関する基礎的知識を問う。

【解答例】

(1) DC のモル分率は  $x_{\text{DC}} = \frac{1.0 \text{ mol}}{1.0 \text{ mol} + 3.0 \text{ mol}} = 0.25$

(2) 理想溶液とみなせるのでラウールの法則から, 求める DC の分圧は

$$P_{\text{DC}} = x_{\text{DC}} P_{\text{DC}}^* = 0.25 \times 0.59 \text{ bar} = 0.15 \text{ bar}$$

(3) 求める DC の気相中のモル分率は

$$Y_{\text{DC}} = \frac{P_{\text{DC}}}{p_{\text{total}}} = \frac{0.25 \times 0.59 \text{ bar}}{0.25 \times 0.59 \text{ bar} + 0.75 \times 0.27 \text{ bar}} = 0.42$$

第2問の出題意図および解答例

[1]

【出題意図】

分子の構造と分子中での原子の混成軌道についての知識を問う

【解答例】

- (1) ③
- (2)  $sp^2$
- (3) ③
- (4)  $sp^3$
- (5) ④

[2]

【出題意図】

酸と塩基の定義に関する知識と pH の計算について問う

【解答例】

(1) A : プロトン ( $H^+$ も可), B : 水酸化物イオン ( $OH^-$ も可), C : 非共有電子対, D : 酸

(2)  $CH_3COOH \rightleftharpoons H^+ + CH_3COO^-$

この式より,  $[H^+] = [CH_3COO^-]$ となるので,  $K_a$ は以下のように表せる.

$$K_a = \frac{[H^+][CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]} = \frac{[H^+]^2}{[CH_3COOH]}$$

上式の両辺に  $-\log$  を取ると, 以下のようなになる.

$$-\log K_a = -\log([H^+]^2/[CH_3COOH])$$

$pK_a = 4.8$ ,  $[CH_3COOH] = 0.20$  を上式に代入し, 変形すると, 以下のようなになる.

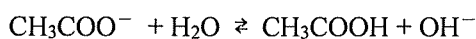
$$4.8 = -2\log[H^+] + \log(0.20)$$

$$-\log[H^+] = \text{pH より,}$$

$$2\text{pH} = 4.8 - 0.3 + 1 = 5.5$$

$$\text{pH} \doteq 2.8$$

(3)  $CH_3COONa \rightleftharpoons CH_3COO^- + Na^+$



$$K_b = \frac{[CH_3COOH][OH^-]}{[CH_3COO^-]}$$

$$K_b = K_w / K_a \quad \text{なので, } 10^{-14.0} / 10^{-4.8} = 10^{-9.2} \text{ mol L}^{-1}$$

(4) Al の電子配置は,  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$  である. これより, Al の最外殻電子の数は 3 個となり, 3 つの Cl と 3 本の共有結合を作っても, Al 周辺の電子数は 6 個となる. よって,  $AlCl_3$  中の Al は オクテット則 を満たせず, 非共有電子対を受け入れることができるため,  $AlCl_3$  はルイス酸としてはたらくことができる.

第3問の出題意図および解答例

[1]

【出題意図】

有機化合物の結合及び立体化学に関する理解度を問う。

【解答例】

(1) (i) A, G (ii), B, F. (iii) C, E

(2)  $a > b > c$

(3) *S*

(4) *E*

[2]

【出題意図】

有機化合物の官能基と酸性度との関係に関する理解度を問う。

【解答例】

(1) a, b, c, d

(2) d, c, b, a

(3) b, c, d, a

[3]

【出題意図】

有機化合物の立体構造の記述方法、および立体配座と立体障害との関係に関する理解度を問う。

【解答例】

(1) A; ゴーシュ形配座      B; 重なり形配座      C; アンチ形配座      D; 重なり形配座

(2) C, A, B, D

#### 第4問の出題意図および解答例

[1]

##### 【出題意図】

好氣的条件と嫌氣的条件におけるピルビン酸の代謝の過程と、それに関連する酵素や生成物を理解しているかを問う

##### 【解答例】

(A) ミトコンドリア, (B) アセチル-CoA, (C) クエン酸回路, (D) NADH, (E) 酸化的リン酸化, (F) 乳酸, (G) アルコール発酵, (H) エタノール

[2]

##### 【出題意図】

糖に関する基本的な知識を試し、分類を通じてその構造や性質を正確に理解しているかを問う

##### 【解答例】

単糖: グルコース, フルクトース, ガラクトース

二糖: スクロース, ラクトース

多糖: セルロース, グリコーゲン, デンプン

[3]

##### 【出題意図】

生物化学の基本となる遺伝情報の流れ、DNA・RNA・タンパク質という「生体高分子」の合成経路についての基礎的な知識を問う。

##### 【解答例】

(1) ①複製, ②転写

①: DNAポリメラーゼ, ②: RNAポリメラーゼ, 翻訳: アミノアシル tRNA 合成酵素

(2) 感染した細胞において RNA から DNA を合成する逆転写の遺伝情報の流れを示す

(3) (A) 細胞質, (B) リボソーム, (C) 核, (D) リボソーム

(4) DNA から転写された前駆体 mRNA からイントロンを取り除き, エクソンをつなぎ合わせる過程