

令和 9 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〕天然の塩素には ^{35}Cl と ^{37}Cl の2種類の同位体が存在する。これらの相対質量がそれぞれ 35.0, 37.0 であり、これらの天然存在比（モル分率）はそれぞれ 0.75 および 0.25 であるとして、以下の問い（1）～（3）に答えよ。

- （1）Cl 原子の原子量を求めよ。
- （2）天然の塩素分子 (Cl_2) の中には、質量の異なる分子が何種類存在するかを答えよ。
- （3）（2）で考えた天然の塩素分子のうち最も相対質量が大きな分子の天然存在比（モル分率）を求めよ。

〔2〕黒鉛 C(s) 、水素ガス $\text{H}_2(\text{g})$ 、およびメタンガス $\text{CH}_4(\text{g})$ の標準燃焼エンタルピー $\Delta_c H^\circ$ は 298 K で、それぞれ $-393.51 \text{ kJ mol}^{-1}$, $-285.83 \text{ kJ mol}^{-1}$, $-890.36 \text{ kJ mol}^{-1}$ であるとして、以下の問い（1）～（3）に答えよ。なお、これらの燃焼反応で水が生成する場合、水は液体になるものとする。

- （1） C(s) , $\text{H}_2(\text{g})$, および $\text{CH}_4(\text{g})$ の標準燃焼エンタルピー $\Delta_c H^\circ$ は、それぞれどのような反応のエンタルピー変化に対応するかを、化学反応式で示せ。
- （2） $\text{CH}_4(\text{g})$ の標準生成エンタルピー $\Delta_f H^\circ(\text{CH}_4)$ は、どのような反応のエンタルピー変化に対応するかを、化学反応式で示せ。
- （3） $\text{CH}_4(\text{g})$ の標準生成エンタルピー $\Delta_f H^\circ(\text{CH}_4)$ を計算せよ。

〔3〕ある溶液中の一次反応 $\text{A} \rightarrow \text{B}$ を考える。200 K における化合物 A の初期濃度が $[\text{A}]_0 = 4.00 \times 10^{-2} \text{ mol dm}^{-3}$ 、反応開始 240 min 後の A の濃度が $[\text{A}]_{240} = 1.00 \times 10^{-2} \text{ mol dm}^{-3}$ であるとして、以下の問い（1）～（3）に有効数字3桁で答えよ。

- （1）この反応 $\text{A} \rightarrow \text{B}$ の 200 K における一次反応速度定数を求めよ。
- （2）この反応の 200 K における A の半減期を求めよ。
- （3）この反応 $\text{A} \rightarrow \text{B}$ の 250 K における一次反応速度定数が 200 K に比べて 300 倍大きかった。この反応の温度依存性がアレニウスの式に従うとして、この反応の活性化エネルギーがいくらかになるかを求めよ。

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)～(3)に答えよ.

アルカリ金属元素には,リチウム(Li),ナトリウム(Na),カリウム(K),ルビジウム(Rb), (①) (Cs)などが該当する.これらのアルカリ金属では,最外殻電子が(②)軌道に存在する.そのため, (③)イオン化エネルギーは他の元素よりも(④).そのため,多くの無機化合物中でアルカリ金属元素は(⑤)結合を形成することが知られている.アルカリ金属のハロゲン化物には,NaClやCsClがある. Cs⁺はNa⁺よりもイオン半径が(⑥)ため,これらの結晶は異なる構造をとる.

(⑦)族の元素には,窒素(N),リン(P),ヒ素(As),アンチモン(Sb)などが該当する.窒素の水素化物の1つである_{a)}アンモニア(NH₃)は,水に溶けると(⑧)性を示す._{b)}リンの(⑨)酸にはリン酸がある.

(1) 上記の文章中の(①)～(⑨)に当てはまる適切な語などを以下の語群から選び,答えよ.

語群: 13, 14, 15, 酸, 塩基, 大きい, 小さい, 等しい, セシウム, スカンジウム, セリウム, s, p, d, f, 第一, 第二, 第三, 共有, イオン, 配位, 金属, オキソ, ルイス

(2) 下線 a)の記述に関して, $1.00 \times 10^{-2} \text{ mol L}^{-1}$ のアンモニア水溶液の pH を求めよ. ただし, アンモニアの塩基解離定数 (K_b) は $10^{-4.76} \text{ mol L}^{-1}$ とする.

(3) 下線 b)の記述に関して, $1.00 \times 10^{-2} \text{ mol L}^{-1}$ のリン酸水溶液の pH を求めよ. ただし, リン酸の第1段階の酸解離定数 (K_{a1}) は $10^{-2.15} \text{ mol L}^{-1}$, 第2段階の酸解離定数 K_{a2} は $10^{-7.21} \text{ mol L}^{-1}$, 第3段階の酸解離定数 K_{a3} は $10^{-12.35} \text{ mol L}^{-1}$ とする.

〔2〕次の文章を読み,問い(1)～(4)に答えよ.

物質 X のモル濃度 c の水溶液を光路長 l の石英セルに入れ, 一定の波長で強度 I_0 の光を入射することで透過光の強度 I を測定した. その際の吸光度を A とし, ε をモル吸光係数とすると,

$$A = -\log(I/I_0) = \varepsilon cl \quad \cdots \textcircled{1}$$

の式が成り立つ.

(1) 式①で表される法則名を答えよ.

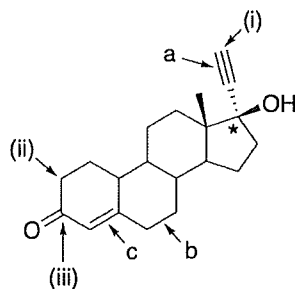
(2) 吸光度 A を, 透過率 T を用いて表せ.

(3) $6.60 \times 10^{-5} \text{ mol L}^{-1}$ の物質 X の水溶液を光路長 1.00 cm の石英セルに入れ, A を測定したところ 0.330 であった. 物質 X のモル吸光係数を求めよ.

(4) 光路長 2.00 cm の石英セルを用いて $1.00 \times 10^{-4} \text{ mol L}^{-1}$ の物質 X の水溶液を測定した際の透過率 T を求めよ.

第3問 以下の〔1〕～〔4〕の問いに答えよ。

〔1〕次の分子 norethisterone 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、それらの炭素原子を中心とする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

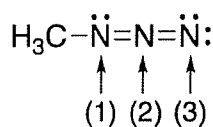
結合角: (E) 180° (F) 120° (G) 109.5° (H) 90°

- (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) アスタリスク (*) で示された不斉炭素の絶対配置を *R* または *S* で答えよ。
 (4) 結合 c の幾何異性が *E* 体であるか *Z* 体であるか答えよ。

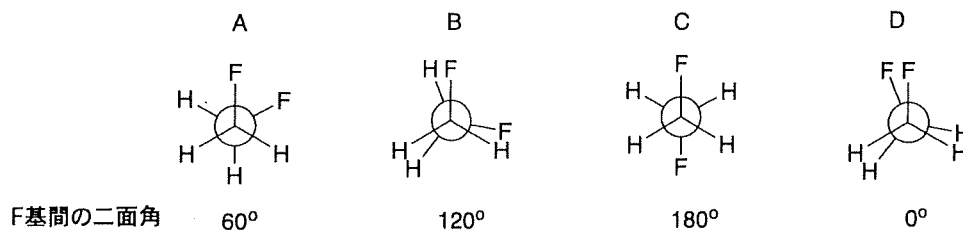
〔2〕次に示す化合物群 (1) ～ (3) のそれぞれについて、記載されている化合物を沸点の高い順に左から記号で書け。

- (1) (a) *n*-butane (b) *n*-heptane (c) *n*-pentane (d) *n*-hexane
 (2) (a) $\text{CH}_3\text{CON}(\text{CH}_3)_2$ (b) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CONHCH}_3$ (c) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CONH}_2$
 (3) (a) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ (b) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$ (c) $\text{CH}_3\text{COOCH}_3$ (d) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$

〔3〕次の分子中の矢印で指示された N 原子 (1) ～ (3) の形式電荷をそれぞれ答えよ。
 ただし、この分子には電荷は示していない。



〔4〕次の A ～ D は 1,2-difluoroethane 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、重なり形配座、ゴーシュ形配座のいずれかでそれぞれ答えよ。
 (2) 配座 A ～ D を安定性の高い順に左から記号で書け。

第4問 以下の〔1〕～〔4〕の問いに答えよ.

〔1〕以下に挙げる化合物をアミノ酸, 脂肪酸, 糖に分類せよ.

グルコース, グリシン, グルタミン酸, ステアリン酸, アスパラギン酸, オレイン酸, リノール酸, リボース, アスパラギン, ラクトース

〔2〕以下に挙げる酵素について, それぞれが触媒する反応の観点から簡潔に説明せよ.

キナーゼ, デヒドロゲナーゼ, イソメラーゼ, リパーゼ, ポリメラーゼ

〔3〕植物細胞における光合成について, 以下の(1)～(4)の問いに答えよ.

(1) 光合成が行われる細胞小器官を答えよ.

(2) 光合成の明反応(光反応)で生成されるエネルギー担体(高エネルギー化合物)を2つ挙げよ.

(3) カルビン・ベンソン回路において, CO_2 固定を触媒する酵素の名称を答えよ.

(4) カルビン・ベンソン回路が行われる細胞小器官内の部位を答えよ.

〔4〕セントラルドグマについて, 以下の(1)～(4)の問いに答えよ.

(1) DNA の情報から mRNA が合成される過程を何というか答えよ. また, この反応を触媒する酵素名を答えよ.

(2) DNA の鋳型鎖(アンチセンス鎖)が

3'-ATA CGG GTA-5'

であるとき, 合成される mRNA 配列を答えよ(5'→3'方向で示すこと).

(3) mRNA の情報からタンパク質が合成される過程を何というか答えよ. また, この過程においてアミノ酸を運搬する分子の名称を答えよ.

(4) HIV などのレトロウイルスが持つ例外的なセントラルドグマの流れの名称を挙げ, その特徴を簡潔に説明せよ.

第1問の出題意図および解答例

[1]

【出題意図】

同位体の相対質量，天然存在比などに関する知識を問う．

【解答例】

(1) 求める原子量は $35.0 \times 0.75 + 37.0 \times 0.25 = 35.5$

(2) $^{35}\text{Cl}^{35}\text{Cl}$, $^{37}\text{Cl}^{37}\text{Cl}$, $^{35}\text{Cl}^{37}\text{Cl}$, の3種類存在する．

(3) 最も相対質量の大きな分子は $^{37}\text{Cl}^{37}\text{Cl}$ であり，その存在比は， $0.25 \times 0.25 = 0.063$

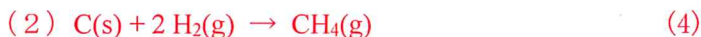
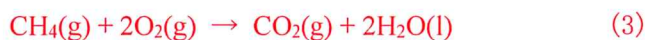
[2]

【出題意図】

標準燃焼エンタルピーおよび標準生成エンタルピーに関する知識を問う．

【解答例】

(1)



(3) 式(4) = 式(1) + 2 × 式(2) - 式(3) より

$$\Delta_f H^\circ(\text{CH}_4) = -393.51 \text{ kJ mol}^{-1} + 2(-285.83 \text{ kJ mol}^{-1}) - (-890.36 \text{ kJ mol}^{-1}) = -74.81 \text{ kJ mol}^{-1}$$

[3]

【出題意図】

反応速度および活性化エネルギーに関する知識を問う．

【解答例】

(1) $[A]_t = [A]_0 e^{-kt}$ であるから，求める反応速度定数は

$$k = \frac{\ln([A]_0/[A]_t)}{t} = \frac{\ln 4}{240 \text{ min}} = \frac{2 \times \ln 2}{240 \text{ min}} = 5.78 \times 10^{-3} \text{ min}^{-1}$$

(2) 240 min で元の濃度の4分の1になっているから，半減期は $t_{1/2} = 240 \text{ min}/2 = 120 \text{ min}$.

$$(\text{別解}) \quad t_{1/2} = \ln 2/k = 0.693/(5.78 \times 10^{-3} \text{ min}^{-1}) = 120 \text{ min}.$$

$$(3) \quad 300 = \frac{k^{250\text{K}}}{k^{200\text{K}}} = \frac{k_0 \exp(-E_a/250R)}{k_0 \exp(-E_a/200R)} = \exp\left(\frac{E_a}{R} \times \left(\frac{1}{200} - \frac{1}{250}\right)\right) = \exp\left(\frac{E_a}{1000R}\right)$$

$$\text{従って, } E_a = 1000R \times \ln 300 = 1000R \times (2 \times \ln 10 + \ln 3)$$

$$= 1000 \times 8.31 \times (2 \times 2.30 + 1.10) = 4.74 \times 10^4 \text{ J mol}^{-1} = 47.4 \text{ kJ mol}^{-1}$$

第2問の出題意図および解答例

[1]

【出題意図】

周期表と元素の性質および pH の計算について問う。

【解答例】

(1) ①セシウム, ②s, ③第一, ④小さい, ⑤イオン, ⑥大きい, ⑦15, ⑧塩基, ⑨オキソ

(2) $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$

この式より, $[\text{NH}_4^+] = [\text{OH}^-]$ となるので, K_b は以下のように表せる。

$$K_b = [\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]/[\text{NH}_3] = [\text{OH}^-]^2/[\text{NH}_3]$$

上式の両辺に $-\log$ を取ると, 以下のようになる。

$$-\log K_b = -\log([\text{OH}^-]^2/[\text{NH}_3])$$

$\text{p}K_b = 4.76$, $[\text{NH}_3] = 1.00 \times 10^{-2}$ を上式に代入し, 変形すると, 以下のようになる。

$$4.76 = -2\log[\text{OH}^-] + \log(1.00 \times 10^{-2})$$

$$-\log[\text{OH}^-] = \text{pOH} \text{ より,}$$

$$\text{pOH} = 3.38$$

$$\text{pH} = 14 - 3.38 = 10.62$$

(3) $K_{a1} \gg K_{a2}$ なので, 大部分が1段階目の H^+ の解離のみとなる。



この式より, $[\text{H}^+] = [\text{H}_2\text{PO}_4^-]$ となるので, K_{a1} は以下のように表せる。

$$K_{a1} = [\text{H}^+][\text{H}_2\text{PO}_4^-]/[\text{H}_3\text{PO}_4] = [\text{H}^+]^2/[\text{H}_3\text{PO}_4]$$

上式の両辺に $-\log$ を取ると, 以下のようになる。

$$-\log K_{a1} = -\log([\text{H}^+]^2/[\text{H}_3\text{PO}_4])$$

$\text{p}K_a = 2.15$, $[\text{H}_3\text{PO}_4] = 1.00 \times 10^{-2}$ を上式に代入し, 変形すると, 以下のようになる。

$$2.15 = -2\log[\text{H}^+] + \log(1.00 \times 10^{-2})$$

$$-\log[\text{H}^+] = \text{pH} \text{ より,}$$

$$\text{pH} = 2.08$$

[2]

【出題意図】

機器分析で重要なランベルト・ベールの法則に関する知識について問う。

【解答例】

(1) ランベルト・ベールの法則

(2) $A = -\log T$

(3) $A = \epsilon cl$ にそれぞれの値を代入すると

$$0.330 = \epsilon \times 6.60 \times 10^{-5} \times 1.00$$

$$\epsilon = (0.330/6.60) \times 10^5$$

$$\epsilon = 5.0 \times 10^3 \text{ L mol}^{-1} \text{ cm}^{-1}$$

(4) $-\log T = \epsilon cl$ にそれぞれの値を代入すると

$$-\log T = 5.0 \times 10^3 \times 1.00 \times 10^{-4} \times 2.00$$

$$-\log T = 1.00$$

$$\log T = -1.00$$

$$T = 0.1$$

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

(2) $b > c > a$

(3) S

(4) Z

[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) b, d, c, a

(2) c, b, a

(3) b, a, c, d

[3]

【出題意図】

有機化合物の形式電荷に関する理解度を問う。

【解答例】

(1) 0

(2) +1

(3) -1

[4]

【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。

(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】

生体分子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理解しているかを問う。

【解答例】

アミノ酸: グリシン, グルタミン酸, アスパラギン酸, アスパラギン

脂肪酸: ステアリン酸, オレイン酸, リノール酸

糖: グルコース, リボース, ラクトース

[2]

【出題意図】

酵素の名称と、それぞれが有する触媒機能について理解しているかを問う。

【解答例】

キナーゼ: ATP などからリン酸基を基質に転移し、リン酸化する酵素。

デヒドロゲナーゼ: 基質を酸化し、水素 (電子) を NAD^+ や FAD に受け渡す酵素。

イソメラーゼ: 同一分子式の異性体間の構造変換を触媒する酵素。

リパーゼ: 脂質を加水分解し、脂肪酸とグリセロールに分解する酵素。

ポリメラーゼ: ヌクレオチドを重合して DNA や RNA を合成する酵素。

[3]

【出題意図】

光合成について理解しているかを問う。

【解答例】

(1) 葉緑体 (クロロプラスト, chloroplast)

(2) ATP, NADPH

(3) RuBisCO (ルビスコ, リブローズ-1,5-ビスリン酸カルボキシラーゼ/オキシゲナーゼ)

(4) ストロマ (stroma)

[4]

【出題意図】

セントラルドグマとその例外的な遺伝情報の流れである逆転写について理解しているかを問う。

【解答例】

(1) 名称: 転写 (トランスクリプション, transcription)

酵素: RNA ポリメラーゼ (RNA polymerase)

(2) 5'-UAU GCC CAU-3'

(3) 名称: 翻訳 (トランスレーション, translation)

分子: tRNA (トランスファーRNA, 転移 RNA)

(4) 名称: 逆転写

特徴: (逆転写酵素により) RNA を鋳型として DNA を合成する