

令和7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

- 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。
- 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。
- 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。
- 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。
- 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〕の問い合わせに答えよ。

〔1〕298 K, 1.0×10^5 Paにおいて1 mol の固体の硝酸アンモニウム ($\text{NH}_4\text{NO}_3(s)$) を水に溶解してアンモニウムイオン ($\text{NH}_4^+(aq.)$) と硝酸イオン ($\text{NO}_3^-(aq.)$) を生成させたい。 $\text{NH}_4\text{NO}_3(s)$, $\text{NH}_4^+(aq.)$ および $\text{NO}_3^-(aq.)$ の 298 K における標準生成エンタルピー $\Delta_f H^\circ$ をそれぞれ -365.6 , -132.5 , および $-205.0 \text{ kJ mol}^{-1}$ として以下の問い合わせ (1)～(4) に答えよ。

- (1) この溶解反応の標準反応エンタルピー $\Delta_r H^\circ$ を求めよ。
- (2) この溶解反応は発熱反応か吸熱反応か、(1) の解答に基づいて答えよ。
- (3) この溶解反応の標準反応エントロピーは $\Delta_r S^\circ = +105 \text{ J K}^{-1}\text{mol}^{-1}$ である。この溶解反応の標準反応ギブズエネルギー $\Delta_r G^\circ$ を求めよ。
- (4) この溶解反応は自発的に進行する可能性があるかどうかを (3) の解答に基づいて答えよ。

〔2〕ある溶液中の化合物 S から化合物 P が生成する化学反応 $S \rightarrow P$ を考える。反応開始時 (時間 $t = 0 \text{ min}$) における S の濃度が $[S]_0 = 6.0 \times 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3}$ であり、反応開始から 300 min 後の S の濃度が $[S]_{300} = 3.0 \times 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3}$ であった。以下の問い合わせ (1), (2) に答えよ。計算に必要であれば $\ln 2 = 0.693$ を用いよ。

- (1) この反応が S についての一次反応である場合、この反応の一次反応速度定数を求めよ。
- (2) この反応が S についての二次反応である場合、この反応の二次反応速度定数を求めよ。

〔3〕天然のホウ素には ^{10}B と ^{11}B の二種類の同位体が存在する。これらの相対質量はそれぞれ 10.0 および 11.0 であり、ホウ素の原子量は 10.8 である。天然に存在する水素が相対質量 1.0 の ^1H のみであると仮定して、以下の問い合わせ (1)～(3) に答えよ。

- (1) ^{10}B の存在度 (モル分率) を求めよ。
- (2) 天然に存在するジボラン分子 (B_2H_4) には相対質量の異なる分子が何種類存在するか。また、それぞれの分子の相対質量がいくらになるかを答えよ。
- (3) (2) で解答した各分子の存在度を相対質量の小さいほうから順に答えよ。

第2問 以下の問い合わせ [1], [2] に答えよ.

[1] 以下の問い合わせ (1) ~ (4) に答えよ. ただし $\sqrt{2} = 1.41$, $\sqrt{3} = 1.73$, $\pi = 3.14$ とする.

(1) 1~4族元素の水素化物, CH_4 , SiH_4 , GeH_4 , SnH_4 を沸点が高い方から順に並べよ.

(2) 沸点が問い合わせ (1) の順になる理由を説明せよ.

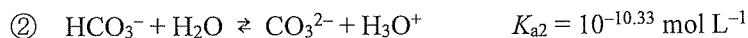
(3) 面心立方格子の充填率を答えよ.

(4) 金 (Au) は面心立方構造をとり, その格子定数は 0.4 nm (4 \AA) である. Au の原子量を 197, アボガドロ数を 6.02×10^{23} として金の密度 (g cm^{-3}) を求めよ.

[2] 酸および塩基に関する以下の問い合わせ (1) ~ (3) に答えよ.

(1) 塩化アルミニウム (AlCl_3) はルイス酸としてはたらくため, 触媒として用いられる. AlCl_3 がルイス酸となる理由について, Al の電子配置とオクテット則を踏まえて解答せよ.

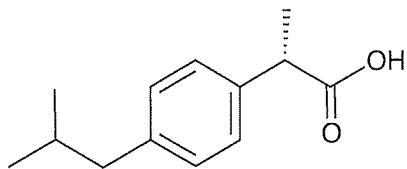
(2) ある地点の大気中に含まれる CO_2 が飽和した水溶液の CO_2 濃度を計測すると $1.00 \times 10^{-5} \text{ mol L}^{-1}$ であった. 下記①および②の反応式を参考にし, この水溶液の pH を求めよ.



(3) $2.00 \times 10^{-2} \text{ mol L}^{-1}$ の酢酸水溶液を, $2.00 \times 10^{-2} \text{ mol L}^{-1}$ の水酸化ナトリウム水溶液で滴定した. この際の当量点における pH を計算により求めよ. なお, 酢酸の酸解離定数 K_a は $10^{-4.76} \text{ mol L}^{-1}$, 水のイオン積 K_w は $1.00 \times 10^{-14} \text{ mol}^2 \text{ L}^{-2}$ とする.

第3問 以下の [1] ~ [4] の問い合わせに答えよ.

[1] 以下の分子、イブプロフェンについて以下の問い合わせ (1) ~ (3) に答えよ.

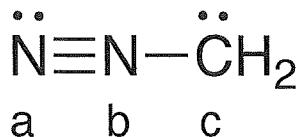


- (1) この分子がもつ炭素原子と水素原子の数をそれぞれ書け.
- (2) この分子がもつ不斉炭素の絶対配置を *R* または *S* で示せ.
- (3) この分子がもつ sp^3 混成炭素と sp^2 混成炭素の数をそれぞれ書け.

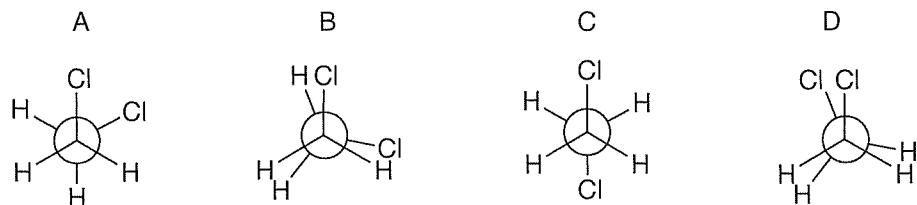
[2] 次の化合物群 (1) ~ (3) について、(1) は酸性度の高いものから、(2) は沸点の高いものから、(3) は炭素数の多いものから順に化合物の記号を左から並べよ.

- | | | |
|---------------|----------|--------------|
| (1) (a) アセチレン | (b) エチレン | (c) エタン |
| (2) (a) エタノール | (b) 酢酸 | (c) ジメチルエーテル |
| (3) (a) ヘキサン | (b) オクタン | (c) プロパン |

[3] 次に示す分子について、原子 a~c の形式電荷はそれぞれいくつか書け.



[4] 次の A~D は 1,2-dichloroethane のいくつかの配座を Newman 投影式で示したものである。以下の問い合わせ (1) と (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 以下の問い合わせ [1] ~ [5] に答えよ.

[1] 以下の【化合物一覧】に示す化合物を、アミノ酸、脂肪酸、核酸に分類せよ。

【化合物一覧】アラキドン酸、アスパラギン酸、アルギニン、アデノシン三リン酸、オレイン酸、グリシン、グルタミン酸、チミジン-リリン酸、メチオニン、リノール酸

[2] 以下の文章の空欄 (1) ~ (10) に入る適切な語を【語群】より選べ。

タンパク質は (1) が直鎖状に結合したもので、(1) どうしの間の結合を (2) 結合と呼ぶ。この直鎖状の主鎖が部分的にとる規則構造を (3) 構造と呼び、その代表的なものに (4) や β シートがある。タンパク質が折りたたまれて立体構造を形成することを (5) と呼ぶ。

(6) は主にタンパク質から構成されている触媒であり、反応の (7) エネルギーを低下させることで反応速度を (8) させる。(6) 反応において、最も活性が高くなる温度条件を (9) と呼ぶ。(9) は温度上昇に伴う反応速度の増加と、タンパク質の (10) による失活のバランスにより決まる。

【語群】 α -ヘリックス、アミロース、活性化、ドメイン、アミノ酸、アミロペクチン、酵素、核酸、フォールディング、ペプチド、最適（至適）pH、最適（至適）温度、増加、減少、変性、分解、一次、二次、三次、四次、ジスルフィド、アグリゲーション

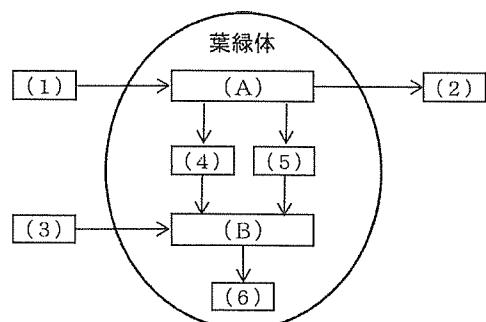
[3] 細胞へ取り込まれたグルコースは、3段階の異化経路を経て分解される。この3段階の異化経路とそれが行われる場所について、正しい組み合わせを示せ。

【異化経路】解糖系、クエン酸回路（TCA回路）、電子伝達系

【場所】ミトコンドリアの内膜、ミトコンドリアのマトリックス、細胞質

[4] 右の図は、葉緑体で行われる光合成を簡潔にまとめたものである。(1) ~ (6) に入る適切な化合物を【化合物一覧】から選べ。また、(A) および (B) に入る反応名を答えよ。

【化合物一覧】グリセルアルデヒド3-リン酸、 CO_2 、 O_2 、 H_2O 、GTP、ATP、NADH、NADPH、 FADH_2



[5] 脂質代謝に関する以下の文を読み、問い合わせ (1) ~ (3) に答えよ。

食事により体内に取り込まれたトリアシルグリセロールは (A) によってグリセロールと脂肪酸に分解される。脂肪酸はミトコンドリアのマトリックスに取り込まれ、(B) によってアセチル-CoA に分解される。

(1) (A) に入る適切な酵素名を答えよ。

(2) (B) に入る異化経路の名称を答えよ。

(3) 脂肪酸の一種であるパルミチン酸 ($\text{C}_{16}\text{H}_{32}\text{O}_2$) が (B) の経路で完全分解されると何分子のアセチル-CoA が生じるか答えよ。

令和7年度
室蘭工業大学理工学部
編入学試験(一般入試) (第2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

基礎化学 第1問

[1]

【出題意図】

溶解反応の熱力学に関する基礎的な理解を問う。

【解答例】

- (1) $\Delta_rH^\circ = +28.1 \text{ kJ mol}^{-1}$
- (2) 吸熱反応
- (3) $\Delta_rG^\circ = -3.19 \text{ kJ mol}^{-1}$
- (4) $\Delta_rG^\circ < 0$ であるから、自発的に進行する可能性がある。

[2]

【出題意図】

化学反応速度に関する基礎的な理解を問う。

【解答例】

- (1) $k = 2.3 \times 10^{-3} \text{ min}^{-1}$
- (2) $k = 5.6 \times 10^{-1} \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ min}^{-1}$

[3]

【出題意図】

同位体に関する基礎的な理解を問う。

【解答例】

- (1) 0.20
- (2) $^{10}\text{B}^{10}\text{B}^1\text{H}_4$, $^{10}\text{B}^{11}\text{B}^1\text{H}_4$, $^{11}\text{B}^{11}\text{B}^1\text{H}_4$, の3種類存在し、それぞれの分子の相対質量は 24.0, 25.0, 26.0.
- (3) 質量の小さいほうからそれぞれ 0.04, 0.32, 0.64.

基礎化学 第2問

[1]

【出題意図】

無機化合物の沸点と金属の結晶構造に関する基礎知識を問う

【解答例】

(1) SnH₄, GeH₄, SiH₄, CH₄

(2) 分子の分子量が大きくなると、その分子間に働くファンデルワールス力は大きくなるため、沸点が高くなる。

(3) 格子定数を a とすると原子半径 r は $r = \frac{\sqrt{2}}{4}a$ となる。原子一個の体積 V は $V = \frac{\sqrt{2}}{24}\pi a^3$ となり、単位格子に 4 個の原子が入るので充填率は $4V/a^3 = \frac{\sqrt{2}}{6} \times \pi = 0.7379$ となる。よって答えは 73.8%。

(4) 金原子一個の質量は $\frac{197}{N_A}$ 、単位格子あたり 4 個の原子なので $\frac{4 \times \frac{197}{N_A}}{a^3} = 20.45 \text{ g cm}^{-3}$

[2]

【出題意図】

酸と塩基の定義および水溶液中での酸と塩基の基本的な反応に関する理解を問う

【解答例】

(1) AlCl₃ 中の Al は、3 つの Cl と結合を作っても 6 個の共有電子対しか有していない状態である。したがって、AlCl₃ はオクテット則を満たしていないため、2 個の非共有電子対を受け入れることができるため、ルイス酸となる。

(2) $K_{a1} \gg K_{a2}$ より、2 段目の H⁺の解離はほとんど起こらないと判断できるため、1 段目の H⁺の解離のみで pH の計算をする。

$$[\text{H}^+] = [\text{HCO}_3^-] \text{ より,}$$

$$K_{a1} = \frac{[\text{H}^+][\text{HCO}_3^-]}{[\text{H}_2\text{CO}_3]} = \frac{[\text{H}^+]^2}{[\text{H}_2\text{CO}_3]} = \frac{[\text{H}^+]^2}{1.00 \times 10^{-5}} = 10^{-6.38}$$

$$[\text{H}^+]^2 = 10^{-11.38}$$

$$[\text{H}^+] = 10^{-5.69}$$

$$\text{pH} = -\log [\text{H}^+] = -\log 10^{-5.69} = 5.69 \doteq 5.7$$

(3) 中和した段階では、CH₃COOH はすべて CH₃COONa になる。

すなわち、[CH₃COO⁻] = 1.00 × 10⁻² mol L⁻¹ となる。

この際、CH₃COO⁻の加水分解反応により、CH₃COOH と OH⁻が生成する。



これらの反応生成物の係数は等しいため、[CH₃COOH] = [OH⁻] となる。

加水分解反応の平衡(塩基解離)定数 K_b は $K_b = K_w/K_a$ となる。

なお、酢酸の K_a は 10^{-4.76} mol L⁻¹ であることから、

$$K_b = 1.00 \times 10^{-14}/10^{-4.76} = 1.00 \times 10^{-9.24} = [\text{OH}^-]^2/[\text{CH}_3\text{COO}^-] = [\text{OH}^-]^2/1.00 \times 10^{-2}$$

$$[\text{OH}^-]^2 = 1.00 \times 10^{-9.24} \times 1.00 \times 10^{-2} \\ = 1.00 \times 10^{-11.24}$$

$$2\text{pOH} = 11.2$$

$$\text{pOH} = 5.62$$

$$\text{pH} = 14 - 5.62 = 8.38 \doteq 8.4$$

基礎化学 第3問

[1]

【出題意図】

有機化合物の構造と混成軌道について問う。

【解答例】

- (1) C; 13, H; 18
- (2) S
- (3) sp^3 ; 6, sp^2 ; 7

[2]

【出題意図】

有機化合物の構造と性質について問う。

【解答例】

- (1) a>b>c
- (2) b>a>c
- (3) b>a>c

[3]

【出題意図】

有機化合物の形式電荷について問う。

【解答例】

a; 0 b; +1 c; -1

[4]

【出題意図】

飽和炭化水素の立体配座について問う。

【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

基礎化学 第4問

[1]

【出題意図】

主要な生体分子の名称と分類に関する知識を問う。

【解答例】

アミノ酸：アスパラギン酸，アルギニン，グリシン，グルタミン酸，メチオニン

脂肪酸：アラキドン酸，オレイン酸，リノール酸

核酸：アデノシン三リン酸，チミジン一リン酸

[2]

【出題意図】

タンパク質の構造と酵素の性質について問う。

【解答例】

(1) アミノ酸，(2) ペプチド，(3) 二次，(4) α -ヘリックス，(5) フォールディング，

(6) 酵素，(7) 活性化，(8) 増加，(9) 最適（至適）温度，(10) 変性

[3]

【出題意図】

グルコースの3段階の異化経路に関する知識を問う。

【解答例】

解糖系：細胞質

クエン酸回路（TCA回路）：ミトコンドリアのマトリックス

電子伝達系：ミトコンドリアの内膜

[4]

【出題意図】

葉緑体における光合成に関する知識を問う。

【解答例】

(1) H_2O ，(2) O_2 ，(3) CO_2 ，(4) ATP（または NADPH），

(5) NADPH（または ATP），(6) グリセルアルデヒド 3-リン酸

(A) 明反応，(B) 暗反応

[5]

【出題意図】

脂質代謝に関する酵素および β 酸化に関する知識を問う。

【解答例】

(1) リバーゼ

(2) β 酸化

(3) 8分子