

令和6年度専攻科入学者選抜検査

(学力二次) 検査問題

生物応用化学専攻

専 門 科 目

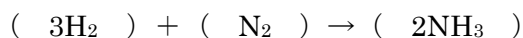
(検査時間 120分)

(注)

- 1 問題用紙は、表紙を含めて1～7ページです。
- 2 6科目(無機化学、有機化学、物理化学、分析化学、化学工学、生物化学)すべてに解答してください。
- 3 電卓は、所定のものを使用可能です。
- 4 解答は、全て解答用紙に記入してください。
- 5 検査終了後、検査問題は持ち帰ってください。

1. 以下の化学反応式を完成せよ。

(例) 水素と窒素とを反応させる。(Haber-Bosch 法)



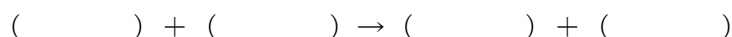
亜硫酸イオンの溶液に単体の硫黄を反応させるとチオ硫酸イオンを生じる。



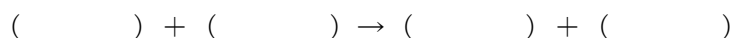
(1) 塩化ナトリウム水溶液を電気分解して水酸化ナトリウムを得る。工業的製法（電解ソーダ法）



(2) 電気炉中にて、炭素を用いて二酸化ケイ素を高温還元してケイ素（シリコン）を得る。



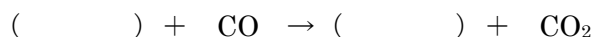
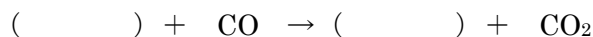
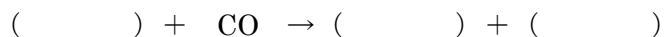
(3) 海水に塩素を導入して臭化物イオンを臭素に酸化する。(臭素の製造方法)



(4) アンモニアソーダ法（Solvay 法）にて Na_2CO_3 を得る。



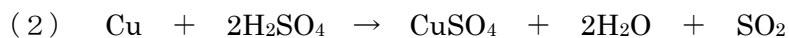
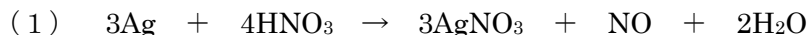
(5) 製鉄所の高炉内では、鉄鉱石である赤鉄鉱へマタイトは CO によって還元され銑鉄となる。



2. 以下の化学反応式で、酸化剤として働いているものと、還元剤として働いているものを記し、酸化数の変化で示せ。

(例) $2\text{Al} + 6\text{HCl} \rightarrow 2\text{AlCl}_3 + 3\text{H}_2$

酸化剤	還元剤
$\text{HCl} (\text{H} : +1 \rightarrow 0)$	$\text{Al} (0 \rightarrow +3)$



3. 銅 (Cu) の結晶系は立方晶で、格子定数は 0.3615 nm である。単位格子中に 4 個の Cu 原子（銅の原子量を 63.5 とする）が含まれている。銅の密度は 8.92 g/cm^3 であった。アボガドロ定数を求めよ。

科目名：有機化学（1／1）

1. 有機化合物に関する以下の問いに答えよ。

(1) 以下の原子の電子配置を答えよ。

<炭素、窒素、酸素>

(2) 炭素の電子配置について、s p³混成軌道を答えよ。

(3) IUPAC 命名法において、以下の官能基を優先順位の高い順に並べよ。

<ヒドロキシ基、カルボキシ基、アミノ基、カルボニル基、アルデヒド基>

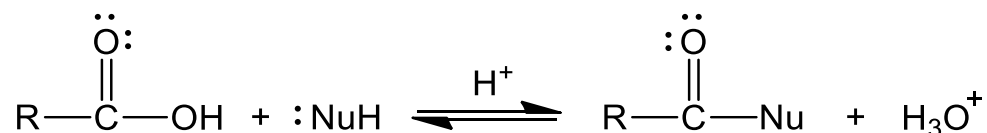
(4) 以下の官能基を電子供与性基と電子吸引性基に分類せよ。

<-OCOCH₃、-CO-、-CH₃、-X、-OCH₃、-NH₂、-COOH、-OH>

2. カルボン酸に関する以下の問いに答えよ。

(1) カルボン酸が酸としての性質を示す理由を説明せよ。また、酸としてはたらく要因は何による効果が影響しているか効果名①を答えよ。さらに、カルボン酸の酸としての強さを決める要因は何か効果名②を答えよ。

(2) 以下にカルボン酸と求核剤との反応式を示す。この反応は何反応と呼ばれているか答えよ。また、この反応の反応機構を4つに分けて書け。



3. アルキルアミンに関する以下の問いに答えよ。

(1) アルキルアミンの特徴を3つ書け。

(2) アンモニアとハロゲン化アルキルの反応によって得られる化合物の構造式を()内に書け。この反応は何反応と呼ばれているか答えよ。また、この得られた化合物を水酸化ナトリウムで処理して得られるアミン化合物の構造式と名称を答えよ。

(3) 上記(2)の反応の問題点を書き、その理由を説明せよ。

科目名：物理化学（1／1）

1. エンタルピーに関して、次の問いに答えよ。

- (1) モルエンタルピーと定圧モル熱容量の関係を数式で答えよ。
- (2) α -D-グルコース($C_6H_{12}O_6$)(固)の燃焼反応の熱化学方程式を答えよ。ただし、 α -D-グルコースの標準燃焼エンタルピー $\Delta_c H^\ominus$ は $-2808 \text{ kJ mol}^{-1}$ である。
- (3) α -D-グルコース(固)と H_2O (液)の標準生成エンタルピー $\Delta_f H^\ominus$ は、それぞれ $-1274 \text{ kJ mol}^{-1}$ と $-285.8 \text{ kJ mol}^{-1}$ である。二酸化炭素の標準生成エンタルピーを答えよ。

2. エントロピーに関して、次の問いに答えよ。

- (1) 単原子理想気体 1.00 mol を状態 I (298 K 、 $1.00 \times 10^5 \text{ Pa}$) から状態 II (500 K 、 $10.0 \times 10^5 \text{ Pa}$) まで変化させた。このときのエンタルピー変化を答えよ。
- (2) 液体の硫化水素の標準沸点は $-60.4 \text{ }^\circ\text{C}$ 、標準モル蒸発エンタルピーは 18.7 kJ mol^{-1} である。硫化水素の標準モル蒸発エンタルピー変化を答えよ。

科目名：分析化学（1／1）

1. 0.10 mol/L の CH_3COOH 水溶液 1 L について、次の問いに答えよ。 CH_3COOH の酸解離定数は 1.8×10^{-5} とする。
 - (1) この水溶液の pH はいくらか。
 - (2) この水溶液に何モルの CH_3COONa を溶かすと、pH は 4.4 になるか。ただし、溶液の体積は CH_3COONa を溶かしても 1 L のまま変化しないものとする。

2. 0.020 mol/L のクロム酸カリウム (K_2CrO_4) 水溶液 100 mL に、0.080 mol/L の硝酸銀 (AgNO_3) 水溶液 100 mL を加えたとき、溶液中の Ag^+ 、 CrO_4^{2-} 、 K^+ 、 NO_3^- の濃度を求めよ。ただし、クロム酸銀の溶解度積は 2.4×10^{-12} とする。

1. 内径 4.5 cm の管 A と内径 7.5 cm の管 B をつないでいる。管 A に空気を平均流速 5.0 m/s で流すとき、次の問いに答えよ。ただし、空気の密度と粘度を、それぞれ 1.2 kg/m^3 と $1.8 \times 10^{-5} \text{ kg/(m}\cdot\text{s)}$ とする。
 - (1) 管 A を流れる空気のレイノルズ数を求めよ。
 - (2) 管 B を流れる空気の平均流速を求めよ。ただし、管 A 内と管 B 内の空気の密度は等しいとする。

2. 向流二重管式熱交換器の内管路に $90 \text{ }^\circ\text{C}$ の熱油を質量流量 0.70 kg/s で流して $40 \text{ }^\circ\text{C}$ まで冷却する。環状路に $20 \text{ }^\circ\text{C}$ の冷媒を送入したところ、出口温度が $35 \text{ }^\circ\text{C}$ になった。次の問いに答えよ。ただし、熱油と冷媒の比熱容量を、それぞれ $2.7 \text{ kJ/(kg}\cdot\text{K)}$ と $4.2 \text{ kJ/(kg}\cdot\text{K)}$ とする。
 - (1) 冷媒の質量流量を求めよ。
 - (2) 対数平均温度差を求めよ。
 - (3) 内管側の伝熱面積が 4.8 m^2 のとき、内面積基準の総括伝熱係数を求めよ。

科目名：生物化学（1／1）

1. 炭水化物について、以下の問いに答えよ。

- (1) アルドースとケトースの違いについて説明せよ。また、それぞれの主要な官能基は常に何番目の炭素に位置するかその番号を書け。
- (2) 5あるいは6炭素原子の単糖類は生体中でみられるように水溶液中では環状型で存在しており、その構造を示す投影式名を答えよ。また、この投影式で構造を描く時の5つのきまりを書け。
- (3) D-グルコースの還元反応において、合成される化合物の構造式と化合物名を書け。
- (4) 多糖類の特徴（構造や性質など）を4つ書け。

2. アミノ酸とタンパク質に関する以下の問いに答えよ。

- (1) α -アミノ酸の低 pH 領域から高 pH 領域における構造をそれぞれ書け。
- (2) α -アミノ酸において、カルボキシ基とアミノ基のうち、どちらの方がプロトン (H^+) を放出しやすいか答えよ。また、その理由を書け。
- (3) タンパク質の二次構造において、C=O と N-H の間で形成される結合名を書け。この結合は、同じペプチド鎖の分子内で形成される場合と、異なる分子間で形成される場合がある。それぞれ形成される構造名を書け。
- (4) 以下に示す3つのアミノ酸のタンパク質中での役割を書け。
<セリン、アスパラギン酸、プロリン>
- (5) タンパク質の役割にはいくつかあるが、そのうちの4つを書け。