

デザイン工学部A方式Ⅱ日程・理工学部A方式Ⅱ日程  
生命科学部A方式Ⅱ日程

## 3 限 理 科 (75分)

科 目	ページ
物 理	2～9
化 学	10～16
生 物	18～24

## 〈注意事項〉

1. 試験開始の合図があるまで、問題冊子を開かないこと。
2. 解答はすべて解答用紙に記入しなさい。
3. **生物**は生命科学部(生命機能学科植物医科学専修・環境応用化学科)を志望する受験生のみ選択できる。デザイン工学部(建築学科)、理工学部(電気電子工学科・経営システム工学科・創生科学科)を志望する受験生は選択できない。
4. 試験開始後の科目の変更は認めない。

# (化 学)

- 注意 1. 解答は、すべて解答用紙の指定された解答欄に記入せよ。
2. 計算問題では、必要な式や計算も解答欄に記入せよ。
3. 原子量は下記の値を用いよ。

元素	H	C	N	O	Cl	Cu	Ag
原子量	1.00	12.0	14.0	16.0	35.5	63.6	108

4. ファラデー定数は、 $F = 9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$  とする。
5. 気体定数は、 $R = 8.31 \times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{K}\cdot\text{mol})$  とする。

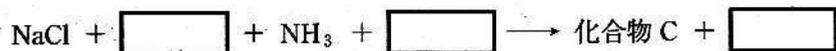
〔I〕 次の化合物の特徴を述べた文章を読み、以下の設問に答えよ。

【化合物 A】 化合物 A は工業的にイオン交換膜を用いて塩化ナトリウム水溶液を電気分解することにより得られ、同時に塩素と水素が生成する。化合物 A の固体は空気中に放置すると水分を吸収して溶ける。また、<sup>(a)</sup>化合物 A はセッケン、パルプ、繊維の製造などに多量に用いられている。

【化合物 B】 化合物 B は、工業的にアンモニアソーダ法で合成される。化合物 B に塩酸を加えると反応して二酸化炭素が発生する。化合物 B の水溶液からの再結晶により得られた無色透明な十水和物は、乾いた空気中に放置すると水和水の一部が失われて一水和物の白色粉末になる。<sup>(b)</sup>また、化合物 B はガラスなどの原料として多量に用いられている。

【化合物 C】 化合物 C は、工業的に上記の化合物 B と同じアンモニアソーダ法<sup>(c)</sup>で合成される。水に少し溶け、弱い塩基性を示す。この化合物 C を加熱すると分解して二酸化炭素を発生する。<sup>(d)</sup>また、化合物 C は、ベキニングパウダーや胃腸薬(制酸剤)などに用いられている。

1. 化合物 A, 化合物 B および化合物 C を化学式で記せ。
2. 下線部(a)の現象を何というか。適切な語句を記せ。
3. 下線部(b)のように, 水和水を失って粉末になる現象を何というか。適切な語句を記せ。
4. 下線部(c)の合成法では, 下記の化学反応式で示される反応により, 化合物 C が合成される。  に適切な化学式を記して, この化学反応式を完成せよ。



5. 下線部(d)の反応を化学反応式で記せ。

〔Ⅱ〕 下記の設問に答えよ。

1. 次の文章の(ア)には適切な数字を、(イ)～(カ)に適切な語句を記せ。

二酸化炭素( $\text{CO}_2$ )は、1個の炭素原子の  個の  電子と、2個の酸素原子の  電子によって、炭素原子と酸素原子がそれぞれ  結合によって結びつけられており、 の形状をしている。酸素原子は炭素原子に比べると  が大きいいため、酸素原子が負の電荷を帯び、炭素原子が正の電荷を帯びているが、分子全体の電荷分布を考えると、 $\text{CO}_2$  は  分子といえる。

2. 窒素と  $\text{CO}_2$  のモル比(5 : 1)の混合気体が、温度  $20^\circ\text{C}$ 、圧力  $1.40 \times 10^5 \text{ Pa}$  で、水に接して平衡になっている。ここでは、 $\text{CO}_2$  は水と反応せず、 $\text{CO}_2$  の分圧に比例して水に溶けるものとする。また、 $\text{CO}_2$  は分圧が  $1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$  ( $1.00 \text{ atm}$ ) のとき、 $20^\circ\text{C}$  の水  $1.00 \text{ L}$  に  $38.9 \times 10^{-3} \text{ mol}$  溶けるとする。

- (1) このとき、 $\text{CO}_2$  の分圧はいくらか。有効数字2桁で記せ。
- (2) この水溶液の  $\text{CO}_2$  のモル濃度を計算し、有効数字2桁で記せ。
- (3) 設問(2)の水  $1.00 \text{ L}$  に溶けている  $\text{CO}_2$  をすべて気体として取り出した。取り出した  $\text{CO}_2$  の標準状態における体積(L)を計算して、有効数字2桁で記せ。

3. 実際には  $\text{CO}_2$  は水に溶けると一部が水と反応して次の電離平衡が生じる。



式(ii)の電離はほとんど起きないので無視できる。式(i)の電離平衡における酸の電離定数  $K_a$  は水の濃度  $[\text{H}_2\text{O}]$  が一定と見なせるので、次の式になる。

$$K_a = \frac{[\text{HCO}_3^-][\text{H}^+]}{[\text{CO}_2]}$$

$K_a$  は  $20^\circ\text{C}$  で  $K_a = 4.50 \times 10^{-7} \text{ mol/L}$  である。式(i)において、 $\text{CO}_2$  の電離度を  $\alpha$  とする。ただし、この  $\alpha$  は 1 に比べて非常に小さいので、 $(1 - \alpha)$  を 1 と見なす。また、水に溶けている  $\text{CO}_2$  の濃度を  $9.18 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$  とするとき、以下の設問に答えよ。

- (1)  $\alpha$  の値を有効数字 2 桁で記せ。
- (2) この  $\text{CO}_2$  水溶液の水素イオン濃度  $[\text{H}^+]$  (モル濃度) を計算し、有効数字 1 桁で記せ。

〔Ⅲ〕 下記の文章を読み、以下の設問に答えよ。

アルキン(A)の気体を、標準状態で1.12Lとると、その質量は2.00gであった。さらに、このアルキン(A)1molに対して水素を1mol付加させると、化合物(B)が得られた。

1. アルキン(A)の分子量を計算し、有効数字2桁で記せ。
2. アルキンの一般式から適切なアルキン(A)の分子式を求め、それからアルキン(A)の示性式を記し、その化合物名を記せ。
3. 化合物(B)を直接酸化してケトン(C)を得ることができる。実験室では、酢酸カルシウムを乾留するとケトン(C)が得られる。この下線部の反応を化学反応式で記せ。
4. 設問3のケトン(C)の水溶液にヨウ素と水酸化ナトリウムを少量加えて温めると黄色結晶が生成した。この反応の名称を記せ。さらに下記の選択肢から同様の反応を呈する化合物を1つ選び、解答欄に記号で記せ。

(選択肢)

(ア) エタノール

(イ) ステアリン酸

(ウ) 1-プロパノール

(エ) 2-メチルプロパン

〔IV〕 次の文章を読み、以下の設問に答えよ。

銀(Ag)は、宝飾品として広く利用されてきた。宝飾品として利用する場合、純銀では柔らか過ぎて傷つきやすいため、銅との合金の形で利用されることが多い。銀の単体は、 伝導性と  伝導性がすべての金属の中で最大である。銀の結晶構造は図1に示すような  格子である。

銀はイオン化傾向が小さく塩酸、希硫酸には溶けないが、硝酸、熱濃硫酸のように強い  力を持つ酸には溶けて  $\text{Ag}^+$  イオンを含む水溶液が生成する。この  $\text{Ag}^+$  イオンを含む水溶液に  $\text{NaOH}$  水溶液を加えると褐色の  の沈殿が生成する。アンモニア水を加えたときも、 $\text{NaOH}$  水溶液を加えたときと同様に  の沈殿を生じるが、過剰にアンモニア水を加えると無色の水溶液が得られる。この水溶液に  性を持つ化合物を加えると銀が析出する。

図2のように白金電極を用いて硝酸銀水溶液を電気分解すると、 極 (b)に銀が析出した。また、 極には、気体の  が発生した。

1. (ア)~(キ)には適切な語句を、(A)、(B)には適切な化学式を記せ。
2. 下線部(a)で起こる化学反応を化学反応式で記せ。
3. (1) 下線部(b)の電気分解で、(カ)極での反応を  $e^-$  を含むイオン反応式で記せ。  
(2) 図2の電気分解装置に  $4.00\text{ A}$  で30分間通電した。この時に流れた電子の物質量を計算し、有効数字2桁で記せ。  
(3) 設問(2)の電流を流した結果、析出した銀の量(g)を計算し、有効数字2桁で記せ。  
(4) 下線部(b)の電気分解で、(キ)極での反応を  $e^-$  を含むイオン反応式で記せ。  
(5) 設問(2)の電流を流した結果、(キ)極で発生した気体(B)の標準状態における体積(L)を計算し、有効数字2桁で記せ。

4. ある銀と銅の合金 20.0 g を濃硝酸に溶解し、これに純水を加えて希釈した後、希塩酸を少量加えると  $\text{AgCl}$  の白色沈殿が生じた。 $\text{AgCl}$  の沈殿が新たに生じなくなるまで希塩酸をさらに加えて得られた沈殿をろ過し、蒸留水でよく洗った後、乾燥させると質量が 6.67 g であった。この合金中の銀と銅の原子数の比を計算し、整数比で記せ。

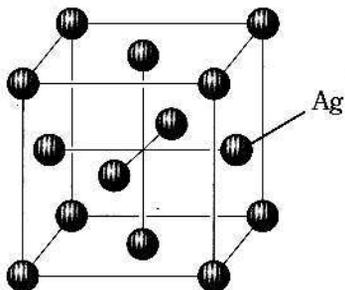


図 1

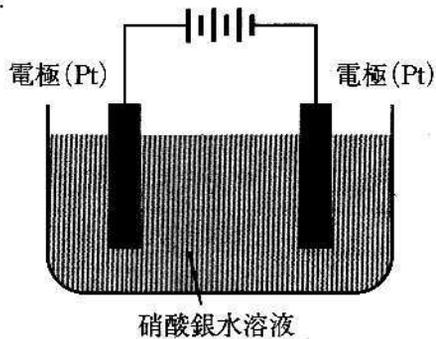


図 2