

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	10～17
生 物	18～27

## (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)

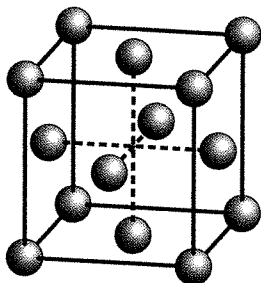
- 注意 1. 解答は、すべて解答用紙の指定された解答欄に記入せよ。  
2. 計算問題では、必要な式や計算も解答欄に記入せよ。  
3. 原子量は、以下の値を用いよ。

H	C	N	O	Na	Mg	Cl	S	Ca
1.0	12	14	16	23	24.3	35.5	32	40

4. 気体定数は、 $R = 8.3 \times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{K}\cdot\text{mol}) = 0.082 \text{ atm}\cdot\text{L}/(\text{K}\cdot\text{mol})$ 、  
アボガドロ定数は、 $N_A = 6.0 \times 10^{23}/\text{mol}$  およびファラデー定数は、  
 $F = 9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$  とする。

〔 I 〕 次の文章 1 および 2 を読み、下記の設問に答えよ。

1. 下図に銅の結晶格子の原子配列を示す。



- (1) この結晶構造の名称を記せ。
- (2) この結晶の単位格子中に含まれる原子の数を求めよ。
- (3) この結晶の単位格子の1辺の長さを  $3.6 \times 10^{-8} \text{ cm}$  および密度を  $9.0 \text{ g/cm}^3$  として、計算により、銅の原子量を求めよ。

2. 実験室で、金属銅は以下の方法で得ることができる。硫酸銅(Ⅱ)五水和物を蒸留水に溶かし、水酸化ナトリウム水溶液を加えると沈殿物<sup>(a)</sup>が生成する。この沈殿物<sup>(b)</sup>をろ過し、ろつばに移してバーナーで加熱すると黒色の物質が得られる。この物質を炭素粉末と混合し、試験管中に入れ、バーナーで加熱することにより金属銅が得られる。

- (1) 下線部(a)および(b)の化学反応式を記せ。
- (2) 上記の方法により、硫酸銅(Ⅱ)五水和物 100 g から最大量の金属銅を得るために、必要最小限の水酸化ナトリウムの質量を求めよ。ただし、銅の原子量は文章 1 の(3)で求めた値を使用せよ。

〔Ⅱ〕 次の文章 1 および 2 を読み、下記の設問に答えよ。

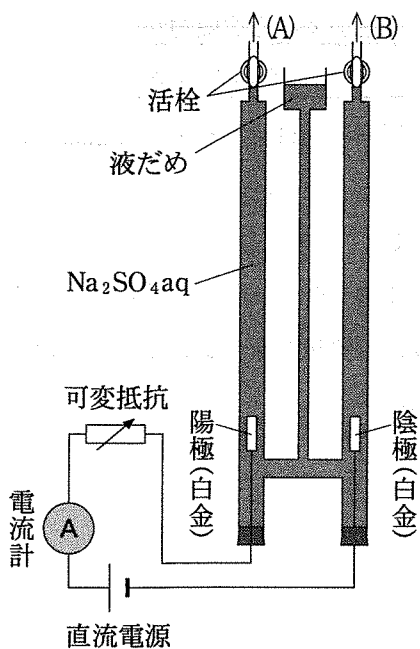


図1 電解装置

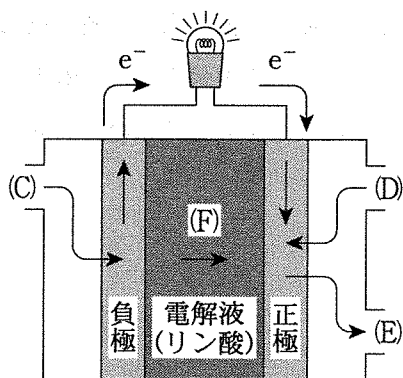


図2 リン酸型の燃料電池

1. 図1の電解装置に1.00 mol/Lの硫酸ナトリウム水溶液100 mLを満たし、活栓を開けた状態で100 mAの一定電流を $1.93 \times 10^4$ 分間流した。陽極から気体(A)が、陰極から気体(B)が生成した。ただし、水の蒸発は無視できるものとし、水および硫酸ナトリウム水溶液の密度は $1.0 \text{ g/cm}^3$ とする。
  - (1) 気体(A)および(B)の化学式を記せ。
  - (2) 生成する気体(A)および(B)の体積比((A)の体積/(B)の体積)を記せ。
  - (3) はじめに100 mLあった硫酸ナトリウム水溶液は何 mL になったかを求めよ。
  - (4) 設問(3)の硫酸ナトリウム水溶液のモル濃度を求めよ。

2. 図1の電解装置で生成した気体を燃料として、図2のリン酸型の燃料電池による発電を200℃で行った。負極に気体(C)を、正極に気体(D)を導入すると、気体(C)は負極で電子を放出してイオン(F)を生成する。イオン(F)は電解液中を移動し、正極で気体(D)と反応し、電子を受け取り、気体(E)として排出される。
- (1) 気体(C), (D), (E)およびイオン(F)の化学式を記せ。
  - (2) 図2の負極、正極で起こる電子 $e^-$ を含むそれぞれの反応式、および燃料電池で起こる全体の化学反応式を記せ。

〔Ⅲ〕 次の文章を読み、下記の設問に答えよ。

家族で温泉に行ったとき、表1に示す温泉成分表が脱衣場に掲示されていた。そこで、家庭用浴槽で、同じ成分比となるように表2に示す試薬を調製して入浴剤を作製した。なお、試薬としてCaおよびMgの炭酸水素塩は使えないものとする。また、 $1\text{ mmol} = 1 \times 10^{-3}\text{ mol}$ である。

表1 温泉成分表

陽イオン	(mg/kg)	(mmol/kg)	陰イオン	(mg/kg)	(mmol/kg)
Na <sup>+</sup>	1150	(ア)	Cl <sup>-</sup>	1136	(ウ)
Ca <sup>2+</sup>	60.0	1.5	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	(エ)	22.0
Mg <sup>2+</sup>	(イ)	1.0	HS <sup>-</sup>	33.0	1.0

表2 入浴剤成分の内訳(試薬量の多い順)

試薬	入浴剤(浴槽200Lの試薬量(g))
(A)	369.6
NaCl	(D)
(B)	33.3
(C)	19.1
NaHS	11.2
合計量	(E)

1. 表1の(ア)～(エ)に、温泉水1 kg 当たりの陽イオンおよび陰イオンの物質量または質量をそれぞれ記せ。
2. 表1の陽イオンと陰イオンは電気(電荷)的中性が保たれていることを示せ。
3. 温泉水を一部試験管にとり、塩酸を加えたとき、2種類の気体が発生することが予想される。それらの気体(HClは除く)は何か、名称をそれぞれ記せ。
4. 表1と同じ温泉成分を有する200 Lの浴槽水を家庭でつくる時、表2に示す5種類の試薬を、試薬量(質量)の多い順に(A), NaCl, (B), (C), および NaHS を混合して入浴剤を調製した。試薬(A)～(C)の化学式を記し、試薬量(D)および合計量(E)をそれぞれ求めよ。ただし、溶解する試薬の量は浴槽水の量に比較して無視できるものとし、浴槽水の密度は  $1.0 \text{ g/cm}^3$  とする。

[IV] 次の実験について、下記の設問に答えよ。

[操作 1] 試験管にニトロベンゼン、粒状スズ、濃塩酸をはかり取り、ニトロベンゼンの油滴が見えなくなるまでゆるやかに加熱した。

[操作 2] 試験管の溶液をビーカーに移し、水酸化ナトリウム水溶液を加え、よくかき混ぜると、表面に淡黄色の油層を生じた。

[操作 3] 放冷後、ジエチルエーテルを加えよくかき混ぜ、静置した。

[操作 4] ジエチルエーテル層を時計皿にとり、しばらく放置したところ、臭気をもつ油状物質(A)が残った。

[操作 5] ビーカーに油状物質(A)を移し、希塩酸を加え溶解させた。

[操作 6] 操作 5 の溶液に氷浴中で亜硝酸ナトリウム水溶液を少しずつ加え、よくかき混ぜた。

[操作 7] 別のビーカーで、固体(B)を水酸化ナトリウム水溶液を加えて、溶解させた。

[操作 8] 操作 7 の溶液に操作 5 の溶液を加えると、固体(C)の沈殿が生じた。

1. 操作 1 において、油滴がなくなるのはなぜか。理由を記せ。
2. 操作 2 における反応を、化学反応式で記せ。
3. 油状物質(A)の生成を確かめるため、 水溶液を加えたところ、 色に呈色した。,  に適切な語句を記せ。
4. 操作 6 を氷浴中で反応を行う理由を記せ。
5. 固体(B)は、分子式  $C_7H_8O$  で表される芳香族化合物で、構造異性体のうち 2 つの置換基の位置が互いに最も近い。(B)の名称を記せ。
6. 操作 8 における反応の化学反応式およびその反応の名称を記せ。



〔V〕 次の文章を読み、下記の設問に答えよ。

水 90.0 g にグルコース( $C_6H_{12}O_6$ ) 14.4 g、さらにドライイースト(酵母菌)を少量加えて室温でエタノール発酵を行った。しばらくすると、この水溶液から二酸化炭素が発生してきた。100 時間経過後に、発生してきた二酸化炭素の体積を測定したら 2.49 L であった。このときの圧力および温度は、それぞれ  $1.0 \times 10^5$  Pa および 300 K とする。

1. グルコースからエタノールが生ずる化学反応式を記せ。
2. 発生してきた二酸化炭素の物質量を求めよ。
3. 100 時間後の水溶液中のエタノールおよびグルコースの質量を求めよ。
4. 100 時間後のエタノールの濃度を質量%で求めよ。ただし、ドライイーストは水にほとんど溶けないので、溶液の組成に含めない。さらに二酸化炭素のエタノール水溶液に対する溶解度は非常に小さいことから、水溶液に溶けている二酸化炭素の量も無視できるものとする。
5. 糖類には還元性を示す物質と、示さない物質がある。下記の選択肢から還元性を示さない物質を 2 つ選び、記号で記せ。  
a. マルトース    b. スクロース    c. セロビオース    d. ラクトース  
e. フルクトース    f. マンノース    g. セルロース