

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

3 限 理 科 (75 分)

科 目	ページ
物 理	2～9
化 学	10～18
生 物	20～31

〈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. 志望学部・学科によって選択できる科目が決まっているので注意すること。

志望学部(学科)	受験科目
デザイン工学部(都市環境デザイン工・システムデザイン)	物理または化学
理工学部(機械工[機械工学専修]・応用情報工)	
生命科学部(生命機能)	物理, 化学または生物

4. 科目の選択は、受験しようとする科目の解答用紙を選択した時点で決定となる。
一度選択した科目の変更は一切認めない。
5. 問題冊子のページを切り離さないこと。

(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、説明も解答欄に記入せよ。
3. 必要であれば、簡単のために原子量は下記の値を用いよ。

元素	H	C	N	O	Na
原子量	1.00	12.0	14.0	16.0	23.0

元素	S	Cl	Ca	Cu
原子量	32.0	35.5	40.0	64.0

4. 必要であれば、下記の値を用いよ。

$$\text{アボガドロ定数 } N_A = 6.00 \times 10^{23} / \text{mol}$$

$$\text{ファラデー定数 } F = 9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$$

$$\text{気体定数 } R = 8.31 \times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{mol}\cdot\text{K})$$

$$\log_{10} 2 = 0.301, \log_{10} 3 = 0.477, \log_{10} 5 = 0.699$$

〔 I 〕 つぎの文章を読んで、以下の設問に答えよ。

2族元素には、原子番号の小さい元素から、ベリリウム(Be)、マグネシウム(Mg)、カルシウム(Ca)、ストロンチウム(Sr)、 (), およびラジウム(Ra)がある。2族元素のうち、ベリリウムとマグネシウムを除く、カルシウム、ストロンチウム、 , およびラジウムは相互によく似た性質を示し、アルカリ土類金属とよばれる。 の塩化物の水溶液に希硫酸を加えると、白色沈殿が生成する。この生成物は、水に溶けず酸とも反応しない安定な物質で、X線を通しにくいのでX線検査用の造影剤に使われている。

カルシウムは銀白色の軽くてやわらかい金属であり、塩化カルシウムの融解液を電気分解すること^(a)で得られる。この電気分解の方法を という。カルシウムは炎色反応で 色を示し、常温で水と反応し、 と

〔オ〕を生じる。〔エ〕は消石灰とも呼ばれる白色粉末で、水に溶けて強い〔B〕を示す。〔エ〕はしっくいなどの建築材料や、〔C〕土壌の改良材として用いられる。

〔エ〕の飽和水溶液に二酸化炭素を通じると、〔カ〕の白色沈殿を生じる。さらに二酸化炭素を通じ続けると白色沈殿は溶解する。〔カ〕は石灰石や大理石、卵の殻、貝殻の主成分である。〔カ〕を主成分とする石灰石を強熱することで得られる酸化カルシウムは〔キ〕ともいい、〔エ〕の原料や乾燥剤などに用いられる。

- 空欄(A)に元素名を、空欄(イ)に元素記号を記せ。
- 空欄(ウ)と(キ)に適切な名称を、空欄(エ)~(カ)に適切な物質名を日本語で記せ。
- 空欄(A)に入る適切な語句を、つぎの①~⑤の中から1つ選び、番号で記せ。
 - 黄緑
 - 橙赤
 - 赤紫
 - 青
 - 白
- 空欄(B)と(C)に入る適切な語句をつぎの①~④の中からそれぞれ1つ選び、番号で記せ。
 - 酸性
 - 中性
 - 塩基性
 - 両性
- マグネシウムの性質として正しいものをつぎの①~④の中からすべて選び、番号で記せ。
 - 炎色反応を示す。
 - 熱水と反応する。
 - 空気中で加熱すると、燃焼して酸化物となる。
 - 同じ周期のアルカリ金属と比べてイオン化傾向が大きく、陽イオンになりやすい。
- 下線部(a)の陽極および陰極での変化を電子 e^- を含むイオン反応式で記せ。
- 下線部(b)の反応を化学反応式で記せ。
- 下線部(c)の反応により発生した気体の体積を測定したところ、 $27.0\text{ }^\circ\text{C}$ 、 $1.00 \times 10^5\text{ Pa}$ で 1.25 L であった。得られた酸化カルシウムの質量は何 g か。有効数字2桁で求めよ。ただし、発生した気体は理想気体とみなす。

化学

〔Ⅱ〕 つぎの文章を読んで、以下の設問に答えよ。

銅の結晶は、下図に示すような 格子構造をもつ。純度の高い銅は、不純物を多く含む粗銅の電解精錬により製造される。銅鉱石に石灰石やケイ砂を混合して加熱することで得られた硫化銅(I) を空气中で高温処理すると粗銅となる。粗銅板を陽極、純銅板を陰極に用いて、約 0.3 V の電圧で硫酸銅(Ⅱ)の希硫酸水溶液を電気分解する。粗銅板は溶解し、純銅板に純度 99.99 % 以上の純銅が析出する。

金属イオンとして Cu^{2+} だけを含む水溶液に、常温で水酸化ナトリウム水溶液を加えると の沈殿が生成する。少量のアンモニア水を加えたときも、水酸化ナトリウム水溶液を加えたときと同様に の沈殿を生じる。この沈殿に濃いアンモニア水を加えると溶解して深青色の水溶液が得られる。この溶液を 試薬という。セルロースを 試薬に溶解すると、粘性のあるコロイド溶液となる。この溶液を希硫酸中で細孔から押し出すとセルロースが再生する。この繊維を銅アンモニア という。

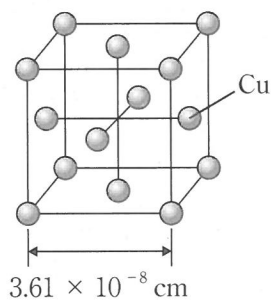


図. 銅の結晶構造

1. 空欄(ア), (エ), (オ)に適切な語句を、空欄(イ), (ウ)に化合物の組成式を記せ。
2. 銅の結晶構造の単位格子である立方体の一辺の長さは $3.61 \times 10^{-8} \text{ cm}$ である。銅の密度 [g/cm^3] を有効数字 2 桁で求めよ。 $3.61^3 = 47.0$ であることを使用してもよい。

3. 粗銅は、鉄、ニッケル、銀、金、鉛等の金属不純物を含んでいる。下線部(a)で起こる電気分解の結果、粗銅から放出された不純物は、つぎの(1)~(3)のいずれかの状態で反応槽内に存在する。

(1) イオンとして溶液中に残る。

(2) 金属塩として沈殿する。

(3) 金属として沈殿する。

(1)の状態が存在する2種の金属、(2)の状態が存在する1種の金属、(3)の状態が存在する2種の金属を、5種の金属(鉄、ニッケル、銀、金、鉛)から選び、解答欄(1)~(3)に元素記号で記せ。

4. 下線部(a)の電気分解で5.36 Aの電流を60分間通電したとき、析出する純銅の量は何gか。有効数字2桁で求めよ。ただし、通電した電流はすべて金属の溶解、および析出に使われ、気体は発生しないものとする。

5. 下線部(b)で起こる反応を化学反応式で記せ。

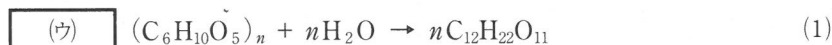
化学

〔Ⅲ〕 つぎの文章を読んで、以下の設問に答えよ。

不揮発性の物質を溶解した希薄溶液の沸点上昇度や凝固点降下度は、溶液の に比例する。その変化する割合は溶質の種類に関係ないが、電解質が溶けている場合には電解質の電離を考慮する必要がある。

直径 $10^{-9} \sim 10^{-7}$ m 程度の粒子が溶液中で分散している状態または物質をコロイドといい、コロイドは分散質や分散媒の種類によって分類される。グルコースを含むデンプン水溶液と水を半透膜で仕切って静置すると、デンプンのようなコロイド粒子は半透膜を透過できず、グルコースのような小さい溶質は透過する。このとき、水分子は半透膜を通過して水溶液側に移動する。この現象を浸透といい、溶媒の浸透を抑えるのに必要な最小の圧力を浸透圧という。希薄溶液の浸透圧は絶対温度と溶液の に比例する(ファントホッフの法則)。また、溶液中のコロイド粒子と小さい溶質を、大きさの違いおよび濃度の差を利用して半透膜で分離する操作を という。

デンプン $(C_6H_{10}O_5)_n$ 4.32 g を水 100 mL に溶解した水溶液の浸透圧が $27.0^\circ C$ で 1662 Pa であった。^(c) このデンプン水溶液を二つに分け、片方の水溶液に少量の を加えたところ、式(1)に示す反応が完全に進行して、すべてのデンプンがマルトース $C_{12}H_{22}O_{11}$ に加水分解した。



反応後に を失活させ、このマルトース水溶液と残ったもう片方のデンプン水溶液を再び混合した。この混合水溶液の凝固点降下度を $\Delta t_A [K]$ とする。次に、この混合液に少量の希硫酸を加えたところ、式(1)と式(2)に示す反応が完全に進行して、すべてのデンプンおよびマルトースがグルコース $C_6H_{12}O_6$ に加水分解した。



このグルコース水溶液の凝固点降下度を $\Delta t_B [K]$ とすると、 Δt_A の Δt_B に対する比は 0.102 であった。^(d)

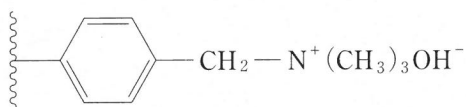
1. 空欄(A), (B)に入る適切な語句をつぎの①～⑤の中からそれぞれ1つ選び, 番号で記せ。
- ① 質量 ② 物質量 ③ 質量パーセント濃度
 ④ 質量モル濃度 ⑤ モル濃度
2. 下線部(a)について, ある二価の金属イオン M^{2+} の硝酸塩 $M(NO_3)_2$, 塩酸塩 MCl_2 , 硫酸塩 MSO_4 各 1.00 g をそれぞれ水 100 g に溶解したとき, 各水溶液の沸点上昇度の大小関係として正しいものをつぎの①～⑥の中から1つ選び, 番号で記せ。ただし, それぞれの塩は水和水(結晶水)を含まず, 水中で完全に電離するものとする。
- ① $M(NO_3)_2 > MCl_2 > MSO_4$ ② $M(NO_3)_2 > MSO_4 > MCl_2$
 ③ $MCl_2 > M(NO_3)_2 > MSO_4$ ④ $MCl_2 > MSO_4 > M(NO_3)_2$
 ⑤ $MSO_4 > MCl_2 > M(NO_3)_2$ ⑥ $MSO_4 > M(NO_3)_2 > MCl_2$
3. 下線部(b)について, 水酸化鉄(Ⅲ) $Fe(OH)_3$ のコロイド溶液の適切な分類をつぎの①～⑧の中からすべて選び, 番号で記せ。
- ① 分子コロイド ② 分散コロイド ③ 会合コロイド
 ④ 疎水コロイド ⑤ 親水コロイド ⑥ 保護コロイド
 ⑦ 正コロイド ⑧ 負コロイド
4. 空欄(ア)に入る適切な操作の名称を記せ。また, この操作が最も適当なものをつぎの①～⑥の中から1つ選び, 番号で記せ。
- ① 塩化ナトリウムからのナトリウム単体の回収
 ② 海水の淡水化
 ③ 硫酸銅(Ⅱ)水溶液からの硫酸銅(Ⅱ)五水和物の回収
 ④ 等電点の異なるアミノ酸の分離
 ⑤ 血液中に含まれる尿素の除去
 ⑥ ヨウ素ヨウ化カリウム水溶液からのヨウ素の回収
5. 下線部(c)について, デンプンの重合度 n はいくらか。有効数字2桁で求めよ。ただし, デンプンを溶解したことによる水溶液の体積変化は無視できるものとする。
6. 空欄(イ)に入る適切な酵素の名称を記せ。

化学

7. 空欄(ウ)に入る適切な係数を記せ。
8. 下線部(d)について、空欄(イ)の酵素によってマルトースに分解したデンプンの質量は何 g か。有効数字 2 桁で求めよ。ただし、加水分解反応で消費した水、および加えた酵素と希硫酸は少量であり、凝固点降下に影響しないものとする。

〔IV〕 つぎの文章を読んで、以下の設問に答えよ。

溶液中のイオンを別のイオンと交換する働きをもつ合成樹脂をイオン交換樹脂という。スチレンと少量の *p*-ジビニルベンゼンを共重合させると合成樹脂が得られる。^(a) この合成樹脂中にスルホ基を導入したものは陽イオン交換樹脂、トリメチルアンモニウム基を導入したものは陰イオン交換樹脂(図1)とよばれる。



~~~~~ は樹脂を構成する炭化水素の構造を模式的に示したもの

図1 陰イオン交換樹脂

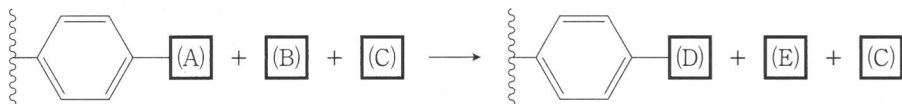
陽イオン交換樹脂を詰めた円筒に塩化ナトリウム水溶液を通すと、樹脂中の<sup>(b)</sup> (ア) イオンと水溶液中の (イ) イオンが交換される。一方、陰イオン交換樹脂を用い、塩化ナトリウム水溶液を通すと、樹脂中の (ウ) イオンと水溶液中の (エ) イオンが交換される。したがって、これら二種類のイオン交換樹脂を適切に組み合わせることで、塩化ナトリウム水溶液から塩類を含まない水が得られる。この水を (オ) という。

1. 空欄(ア)~(エ)に適切な物質名を、(オ)に適切な語句を日本語で記せ。
2. スチレン、および *p*-ジビニルベンゼンの構造式を記せ。なお、ベンゼン環は、図1にならって記せ。
3. 下線部(a)において得られる合成樹脂の特徴として、最も関係の深い語句をつぎの①~⑥の中から1つ選び、番号で記せ。
 

|          |         |           |
|----------|---------|-----------|
| ① イオン結晶  | ② 分子結晶  | ③ 五員環構造   |
| ④ 立体網目構造 | ⑤ らせん構造 | ⑥ 二重らせん構造 |
4. 陽イオン交換樹脂の合成過程において、ベンゼン環にスルホ基を導入する反応をスルホン化という。その基本となるベンゼンのスルホン化を化学反応式で記せ。

## 化学

5. 下式は、下線部(b)における変化を化学反応式で示したものである。空欄(A)～(E)に適切な化学式を記せ。なお、空欄(A)と(D)は、図1にならって記せ。



6. 陽イオン交換樹脂を詰めた円筒に 0.100 mol/L の塩化ナトリウム水溶液 20.0 mL を通し、完全にイオン交換を行った。さらに十分な量の (オ) を通し、合計 200 mL の溶液を得た。この溶液の pH を小数第一位まで求めよ。

(白 紙)