

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	10～15
生 物	16～24

## 〈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(生命機能学科生命機能学専修)を志望する受験生のみ選択できる。デザイン工学部(都市環境デザイン工学科・システムデザイン学科)、理工学部(機械工学科機械工学専修・応用情報工学科)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。

H	C	N	O	Na	Cl	Al	Ar	Ca	Ba
1.0	12	14	16	23	35.5	27	40	40	137

4. 気体定数は、 $R = 8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol}) = 0.082 \text{ atm} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol})$ ，  
ファラデー定数は、 $F = 9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$  とする。

[ I ] 次の文章を読み、以下の設問に答えよ。

アルミニウムは (A) 族に属する典型元素で、原子は (B) 個の価電子を持ち、(B) 価の陽イオンになりやすい。アルミニウムは、単体として産出することはないが、化合物として鉱物や土壤中に広く分布する。地殻中では、酸素、(ア) に次いで、3番目に多く存在する元素である。

(イ) を原料として精製により酸化アルミニウム (C) をつくり、氷晶石とともに約  $1,000^\circ\text{C}$  で融解し、炭素電極を用いた (ウ) 法で製造される。

アルミニウムの単体は軽くて軟らかい金属であるが、アルミニウムと少量の銅などの合金は (エ) と呼ばれ、軽量で機械的にも強いいため、航空機の機体などに利用されている。

アルミニウムは、酸性および塩基性水溶液と反応して (オ) を発生する (1) (カ) 元素である。一方、濃硝酸や濃硫酸には溶けにくい。それは、表面に緻密な (キ) ができるためで、このような状態を (ク) という。

酸化アルミニウム (C) はアルミナと呼ばれ、工業的に重要な化合物である。宝石としても、赤色が特徴的な (ケ) や、青色のサファイアは、微量の

不純物元素を含む酸化アルミニウムの結晶で、きわめて硬く、酸や塩基にほとんど溶けない。

1. 文章中の(ア)~(ケ)に適切な語句を，(A)，(B)には適切な数字を，(C)には化学式を記せ。
2. 1000 kg のアルミニウムを，化合物(C)から(ウ)の方法でつくるのに要する電気を求めよ。
3. アルミニウムが，塩酸および水酸化ナトリウム水溶液に溶解するときの化学反応式を，それぞれ記せ。
4. アルミニウム以外で，下線部(1)のような反応をする元素を下の選択肢から2つ選び，元素記号で示せ。

亜鉛    鉄    スズ    銀    カルシウム

〔Ⅱ〕 以下の設問に答えよ。

1. 十分な量の水に炭酸水素ナトリウム  $0.10 \text{ mol}$  と水酸化ナトリウム  $0.10 \text{ mol}$  を溶かして混合後、溶液から水を蒸発させると、炭酸ナトリウム十水和物<sup>じゅう</sup>が残った。生成した炭酸ナトリウム十水和物の物質質量と質量をそれぞれ求めよ。
2. 設問1で生成した炭酸ナトリウム十水和物をすべて水  $71 \text{ g}$  に溶かした炭酸ナトリウム水溶液の質量パーセント濃度を求めよ。
3. 設問2の炭酸ナトリウム水溶液の密度は  $1.1 \text{ g/cm}^3$  であった。この炭酸ナトリウム水溶液のモル濃度を求めよ。
4. 質量パーセント濃度が  $4.0 \%$  の炭酸ナトリウム水溶液  $250 \text{ g}$  に十分な量の希塩酸を加えたら気体が発生した。このときの化学反応式を記せ。また、発生した気体の体積を求めよ。ただし、温度  $27^\circ\text{C}$ 、気圧  $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$  とする。

〔Ⅲ〕 次の文章 1 および 2 を読み、以下の設問に答えよ。

1. 地表面大気(空気)は、水蒸気を除くと主に次の気体がほぼ以下の比率で存在している。

窒素：78 %，酸素：21 %，アルゴン：1 %，その他微量気体

- (1) その他微量気体を除いて、この空気の平均分子量を求めよ。
- (2) 対流圏の高さを 10 km とすると、空気の密度は地表面より高くなればなる程小さくなる。しかし、その密度が高さによらず地表面のときと同じであると仮定すると、実質的な対流圏の高さは約 6000 m となる。この仮定のときの空気の地表面  $1.0 \text{ m}^2$  あたりの質量を求めよ。ただし、温度  $0^\circ\text{C}$ 、気圧  $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$  とする。

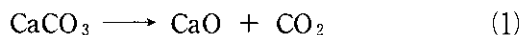
2. 空気中のその他微量気体に、温室効果ガスの二酸化炭素が含まれている。そこで、実験室の空気 5.0 L を採取し 0.010 mol/L の水酸化バリウム水溶液<sup>(a)</sup> 50 mL と振り混ぜると、空気中の二酸化炭素は炭酸バリウムとして沈殿した。その沈殿をろ過し、ろ液中の未反応の水酸化バリウムを 0.030 mol/L の塩酸<sup>(b)</sup> で完全に中和すると 28 mL を要した。ただし、温度  $0^\circ\text{C}$ 、気圧  $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$  とする。

- (1) 二酸化炭素の電子式を記せ。なお、解答欄のアンモニアの電子式を参考にせよ。
- (2) 下線部(a)および(b)の化学反応式をそれぞれ記せ。
- (3) この実験室の空気 1000 L 中に含まれる二酸化炭素の体積を求めよ。
- (4) 設問(3)で得られた二酸化炭素濃度は空気中では何% (体積) になるかを求めよ。

〔IV〕 以下の設問に答えよ。

1. デンプンを希硫酸で加水分解してグルコースを得る。さらにそれをアルコール発酵してエタノールが得られる。このデンプンのグルコースへの加水分解の化学反応式を記せ。また、触媒も化学式で記せ。
2. 工業的にエチレン(エテン)と水を触媒を用いてエタノールを合成している。この合成の化学反応式を記せ。また、触媒も化学式で記せ。
3. アセチレンに触媒を用いて水を反応させ、その生成物を還元してエタノールを合成できる。このアセチレンと水との化学反応式を記せ。また、触媒も化学式で記せ。
4. アセチレンは下記の式(1)、式(2)のように石灰岩(炭酸カルシウム)から得られた炭化カルシウム(カーバイト)から合成することができる。

カーバイトからアセチレンを生成する化学反応式を式(3)として記し、式(1)～式(3)を使い 1000 g の石灰岩から得られるアセチレンの質量を求めよ。ただし、反応はすべて完全に進行し、反応過程で生成する  $\text{CO}_2$  および  $\text{CO}$  は再利用しないものとする。



〔V〕 次の文章を読み、下記の設問に答えよ。

油脂は、ア と脂肪酸とからなるエステルである。油脂を水酸化ナトリウム水溶液とともに熱すると、一般に イ と呼ばれる脂肪酸のナトリウム塩を生じる。

近年、油脂、特に天ぷら油などの廃油がディーゼルエンジンの燃料として使用され始めた。このとき、問題になるのは、分子量が大きく粘性が高いことである。

水酸化ナトリウムを触媒として用いて、油脂 1.0 mol と過剰のメタノールを反応させると ウ mol の脂肪酸メチルエステルをつくることができる。生成物を中和し、ア、残留メタノール、および水酸化ナトリウムを除いて得られる脂肪酸メチルエステルは、粘性が低いので、ディーゼルエンジンの燃料として用いることができる。

1. ア, イ, ウに適切な語句や数値を記せ。
2. 下線部(a)の脂肪酸を  $C_{17}H_{35}COOH$  とするとき、この脂肪酸の名称を記せ。  
なお、以下の設問 3～5 の油脂および脂肪酸メチルエステルの構成脂肪酸はすべて  $C_{17}H_{35}COOH$  とする。
3. 反応が完全に進行したとき、油脂 1.0 mol から生成するイの質量を求めよ。
4. 下線部(b)の脂肪酸メチルエステルの示性式を記せ。
5. 下線部(b)の脂肪酸メチルエステル(密度  $0.89 \text{ g/cm}^3$ ) 1.0 L を燃焼させたとき生成する  $CO_2$  の質量を求めよ。