

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	10～16
生 物	18～23

〈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)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。

元素	H	C	N	O
原子量	1.00	12.0	14.0	16.0

4. 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〕 文章を読み、下記の設問に答えよ。

化学結合には、イオン結合、共有結合および金属結合の三種類がある。イオン結合は陽イオンと陰イオンとが、 力によって引き合っできる結合で、共有結合は、2個の原子の間で、 電子をたがいに共有してできる結合である。金属結晶では原子の 電子が固体内を自由に移動でき、金属に含まれるすべての原子に共有されてできる結合で、この自由に移動できる電子を という。

ところで、炭素の結晶の1つであるダイヤモンドでは、すべての炭素原子が共有結合で結合していて電気を通さないが、ダイヤモンドの 体である黒鉛の結晶は、炭素原子の 電子4個のうち3個が他の炭素原子と共有結合して 形からなる網目状の平面構造をつくり、この平面構造が重なり合っている。炭素原子の残りの 電子1個はこの平面構造の中を自由に動くことができるので電気を導くことができる。

1. (ア)～(オ)に適切な語句を記せ。
2. ダイヤモンドや黒鉛のような結晶状の炭素のほか、木炭やカーボンブラックなどのような無定形炭素がある。この無定形炭素は何か，簡潔に記せ。
3. 次の選択肢から，イオン結合，共有結合あるいは金属結合で結合している物質をそれぞれ1つ選び，組成式あるいは分子式で記せ。

アンモニア，酸化アルミニウム，ナトリウム

4. ナトリウムエトキシド分子のC-O間およびO-Na間の化学結合の種類を記せ。

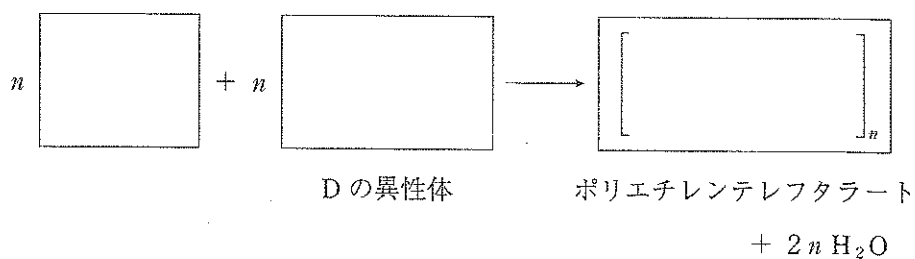
〔Ⅱ〕 つぎの文章を読み、以下の設問に答えよ。

分子中にカルボキシル基をもつ化合物をカルボン酸という。鎖状の炭化水素の末端にカルボキシル基がひとつ結合したものを脂肪酸という。そのうち、炭素原子間がすべて単結合のものを〔ア〕、炭素原子間に二重結合や三重結合を含むものを〔イ〕という。一方、ベンゼン環にカルボキシル基を1個以上置換した化合物を〔ウ〕という。また、分子内に水酸基を含むカルボン酸を〔エ〕という。

ところで、分子式 CH_2O_2 、 $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$ 、 $\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_4$ 、 $\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_2$ 、 $\text{C}_8\text{H}_6\text{O}_4$ のいずれかを持つモノカルボン酸あるいはジカルボン酸 A～F がある。A は、これらの中で最も強い酸である。B と C は、同じ分子式で表されるシス-トランス異性体である。D は〔ウ〕の一つであり、カルボキシル基の位置が異なっている複数の異性体を持つ。その異性体のうちのの一つは、ポリエチレンテレフタラートの原料である。E のメチルエステルは、メタクリル樹脂(アクリル樹脂)の原料である。C と D は、熱すると分子内の2個のカルボキシル基から水1分子が取れて環状化合物が生成する。このように2個のカルボキシル基から水1分子が取れた形の化合物を〔オ〕という。また、F は糖類の発酵により生じ、乳製品に含まれている。

1. (ア)～(オ)に適切な語句を記せ。
2. A～Fの化合物をそれぞれ示性式(シス-トランスの違いを示すこと)で記せ。
ただし、Bはトランス形で、Cはシス形の化合物である。

3. (1) C から生成する環状化合物である (オ) を構造式で記せ。
- (2) A ~ F のうち、不斉炭素原子をもつ化合物を1つ選び、記号で記せ。
- (3) A ~ F のうち、アンモニア性硝酸銀溶液を作用させると銀が析出する化合物を1つ選び、記号で記せ。
- (4) D から生成する環状化合物とグリセリンを原料とする樹脂の名称を記せ。
- (5) E のメチルエステルからメタクリル樹脂(アクリル樹脂)をつくる重合反応の名称を記せ。
4. D の異性体の一つからポリエチレンテレフタラートを合成する反応は、下記の式になる。適切な示性式を記して、反応式を完成させよ。



〔Ⅲ〕 文章を読み、下記の設問に答えよ。

ヘンリーの法則から、気体の水への溶解度は、温度が変わらなければ、水に接しているその気体の分圧に比例する。しかし気体の体積は分圧に (ア) するので、溶ける気体の体積は加えた分圧での体積で表すと (イ) となる。

次の表はそれぞれの気体が分圧 1.01×10^5 Pa で水に接しているときに、水 1.00 L に溶ける気体の物質量を表している。

気体の分圧が 1.01×10^5 Pa の時、水 1.00 L に溶ける気体の物質量 ($\times 10^{-3}$ mol)

温度(℃) \ 気体	H ₂	N ₂	O ₂
(A)	0.954	1.03	2.18
20	0.870	0.679	1.38
(B)	0.839	0.518	1.03

- (ア)~(イ)に適切な語句を記せ。
- 温度(A)として適切な温度を次の選択肢より選び、記号で記し、その理由を「気体分子の熱運動」を用いて簡潔に記せ。
a. 0℃ b. 40℃ c. 60℃ d. 100℃
- 20℃で 3.03×10^5 Pa の窒素が水に接しているとき、水 1.00 L に溶けている窒素の体積は何 mL か。また、その体積を 0℃、 1.01×10^5 Pa に換算すると何 mL になるか。有効数字 2 桁で求めよ。
- 20℃、 3.03×10^5 Pa の条件下で、窒素と酸素(体積比 3 : 1)との混合気体が水と接しているとき、水 1.00 L に溶けている窒素と酸素はそれぞれ何 mg か。有効数字 2 桁で求めよ。

[IV] 文章を読み、下記の設問に答えよ。

鉄 Fe, 亜鉛 Zn およびアルミニウム Al はよく知られた金属元素である。Zn および Al は典型元素であり, Fe は 元素である。また, 化学的性質では, Zn および Al には両性をもつ化合物がある。

三つの金属を精錬する方法は, それぞれ異なっていて, 鉄は溶鉱炉の上部から鉄鉱石を や石灰石などとともに入れ, 熱した空気を吹き込みながら製造する。主に炉内で発生した と に含まれる炭素により還元され, 溶鉱炉から出てきたものを という。また, 鉄鉱石に含まれる主な不純物である は石灰石の熱分解で生成する と反応して として取り除かれる。通常, は転炉で炭素の含有量 0.02% ~ 2% の鋼鉄とする。

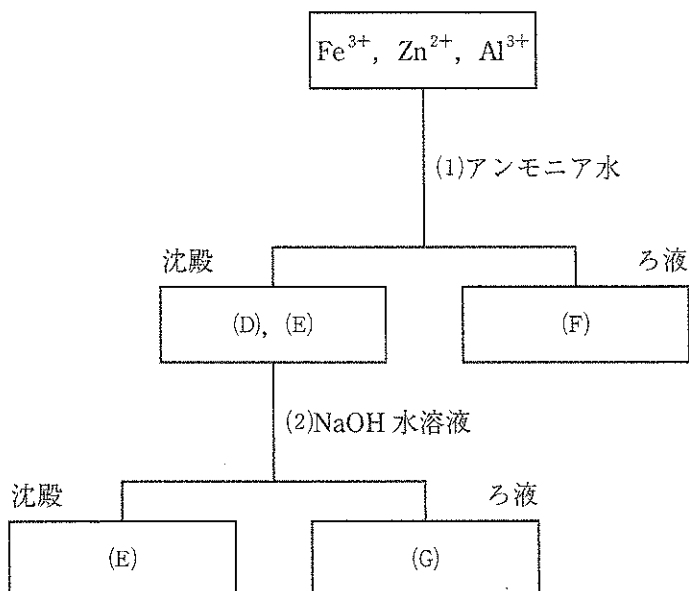
また, 亜鉛は鉱石から取り出した ZnO を硫酸に溶かし, 銅の精錬と同じように硫酸酸性の硫酸亜鉛溶液中で電気分解して純亜鉛を得ている。さらにアルミニウムは ^(a) 鉱石を NaOH 水溶液で化学処理して, 酸化アルミニウムを取り出し, これを 石と混ぜて約 1,000 °C で電気分解することで純アルミニウム ^(b) を得ている。

1. (ア)~(オ)に適切な語句を, (A)~(C)には化学式を記せ。また, 下線部(b)の製錬方法の名称を記せ。
2. Al と NaOH 水溶液とを反応させた。この反応の化学反応式を記せ。

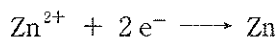
3. Fe^{3+} , Zn^{2+} および Al^{3+} の硝酸塩が溶けている水溶液からそれぞれのイオンを分離するため下図のような分離操作を行った。

まず、混合溶液に沈殿が生成するまで十分にアンモニア水を加えた。生成した沈殿をろ過し、ろ紙上の沈殿に NaOH 水溶液を注いだ。

これらの分離操作で生成した沈殿(D), (E)の化学式およびろ液中の陽イオン(F)と陰イオン(G)のイオン式を記せ。



4. 下線部(a)の硫酸亜鉛水溶液の電気分解では、次のようなイオン反応式で陰極に純亜鉛が析出する。



硫酸亜鉛水溶液を 5.00 A の定電流で 1 分 36 秒間電気分解したところ、陰極に純亜鉛が 0.163 g 析出した。Zn の原子量を 65.4 とし、次の設問に答えよ。

- (1) ファラデー定数を、有効数字 2 桁で求めよ。
- (2) アボガドロ定数を $N_A = 6.00 \times 10^{23} / \text{mol}$ とし、電子 1 個の電荷の絶対値(電気素量)を、有効数字 2 桁で求めよ。

(白 紙)