

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	10～14
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)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. 必要であれば、原子量は下記の値を用いよ。

元素	H	C	N	O	Na	Si	Cl	Ba
原子量	1.00	12.0	14.0	16.0	23.0	28.0	35.5	137

4. 必要であれば、気体定数は $R = 8.31 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol})$ を、25℃における水のイオン積は $K_w = 1.00 \times 10^{-14} (\text{mol/L})^2$ を用いよ。

〔I〕 次の文章を読み、以下の設問に答えよ。

物質の結晶は主に結合の種類によって4つに分類される。〔ア〕結合や〔イ〕の力よりもはるかに弱い力が〔ウ〕の間に働くことにより規則正しく配列してできるのが〔ウ〕結晶であり、電気を通さないものが多い。一方、〔エ〕の単体では、原子の価電子は離れやすく、特定の原子に固定されず自由に動き回ることができるため、電気を良く通す結晶ができる。このような自由電子が結晶を構成する全ての原子間に共有されてできる結合を〔エ〕結合という。また、構成粒子同士が静電的な引力で引き合う〔ア〕結合でできる結晶は固体では電気を通さないが、融解すると電気を通すようになる。

	〔ア〕結晶	〔イ〕の結晶	〔ウ〕結晶	〔エ〕の結晶
構成粒子	〔ア〕	原子	〔ウ〕	原子(自由電子を含む)
機械的性質	かたくもろい	非常にかたい	やわらかい	展性・延性がある
電気の伝導性	融解すると通す	通さないものが多い	通さないものが多い	良く通す
融点・沸点	高い	きわめて高い	低い	さまざまな値
結合の種類	〔ア〕結合	〔イ〕	〔ウ〕間力による結合	〔エ〕結合
物質の例	〔オ〕	〔カ〕	〔キ〕	〔ク〕

1. (ア)～(エ)に適切な語句を記せ。
2. それぞれの結晶の例として以下の物質があげられる。

- | | |
|-----------|------------|
| a. 二酸化ケイ素 | b. 塩化ナトリウム |
| c. ドライアイス | d. ナトリウム |

- (1) 物質 a～d から単体を選び、記号で記せ。
- (2) 物質 a～d をそれぞれ化学式で記せ。
- (3) (イ)～(ク)に当てはまる物質を a～d から選び、それぞれ記号で記せ。
- (4) 水に加えると気体を発生させながら反応して塩基性の溶液を生じる物質を a～d から選び、その化学式を記すとともに、この反応の化学反応式を記せ。
- (5) (4)で選んだ物質 4.60 g を 2.00 L の水と完全に反応させた。このとき生じる溶液の 25℃における pH を有効数字 2 桁で求めよ。ただし、反応前後における液体の体積変化は無視できるものとする。

化学

〔Ⅱ〕 次の文章を読み、以下の設問に答えよ。

水(液体)は、加熱すると水蒸気(気体)になり、冷やすと氷(固体)になる。この水の状態変化に関係する次の①～③の操作を大気圧($1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$)のもとで行った。

- ① -10°C の氷 54.0 g を加熱して、すべて 100°C の水蒸気にした。このとき 165 kJ の熱が吸収された。
- ② 0°C の氷 18 g を、お湯 100 g に入れた。最終的に 25°C の水になった。
- ③ 0°C の水 18 g を加熱してすべて 110°C の水蒸気にした。

ただし、水 1 mol あたりの蒸発熱は 41.0 kJ とする。また、氷、水、水蒸気 1 g の温度を 1°C 上げるのに必要な熱量は、それぞれ 1.90 J , 4.20 J , 2.10 J とし、 0°C の水の密度は 1.00 g/cm^3 とする。

1. 氷 1 mol あたりの融解熱は何 kJ か。有効数字2桁で求めよ。
2. 操作②で使用したお湯の温度は何 $^\circ\text{C}$ か。有効数字2桁で求めよ。ただし、他からの熱の出入りはないものとする。
3. 操作③において吸収される熱量は何 kJ か。有効数字2桁で求めよ。
4. 操作③において生成された水蒸気の体積は、もとの水の体積の何倍か。有効数字2桁で求めよ。ただし、簡単にするため大気圧を $1.00 \times 10^5 \text{ Pa}$ として計算せよ。

〔Ⅲ〕 次の文章を読み、以下の設問に答えよ。

ベンゼンの水素原子2個をそれぞれメチル基に置き換えた分子(A)には

種類の異性体が存在する。

分子(A)の2個のメチル基のうちの一つをヒドロキシ基に置き換えると、分子(B)になる。分子(B)には 種類の異性体が存在する。

ベンゼンの水素原子3個をそれぞれメチル基に置き換えた分子(C)には、

種類の異性体が存在する。この分子(C)の3個のメチル基のうちの一つをヒドロキシ基に置き換えてできる分子(D)には、 種類の異性体が存在する。

さらに分子(D)の2個のメチル基のうちの一つをエチル基に置き換えた分子(E)には、 種類の異性体が存在する。

1. 分子(A)および分子(B)の化合物名をそれぞれ記せ。
2. (ア)~(オ)に当てはまる数字をそれぞれ記せ。
3. 次の(1)~(5)のうち、分子(B)の性質として当てはまるものには○を、当てはまらないものには×を記せ。
 - (1) 塩化鉄(Ⅲ)水溶液を加えると赤紫~青紫の色に呈色する。
 - (2) 無水酢酸と反応してエステルを生成する。
 - (3) 水に溶解し、水溶液は弱塩基性を示す。
 - (4) ヨウ素と水酸化ナトリウム水溶液を加えて温めると黄色沈殿が生成する。
 - (5) ナトリウムと反応して水素を発生する。
4. 分子(B) 21.6 mg を完全燃焼させるときに消費される酸素の量、および生成する二酸化炭素と水の量はそれぞれ何 mg か。有効数字2桁で求めよ。

化学

〔IV〕 次の文章を読み、以下の設問に答えよ。

塩化ナトリウム飽和水溶液にアンモニアを十分に吸収させてから、二酸化炭素^(a)を吹き込むと比較的水に溶けにくい物質(A)が沈殿する。分離後、この沈殿を^(b)200℃で焼くと炭酸ナトリウムが得られる。このような炭酸ナトリウムの工業的製法を (ア) という。ここで、下線部(b)の化学反応で発生した気体を27℃、1気圧で、塩化カルシウム管を通過させた後、^(c)純粋な気体を捕集した。その捕集した気体200 mLを 5.00×10^{-2} mol/Lの水酸化バリウム水溶液200 mLと反応させ、生じた沈殿をろ過した。ろ液を 1.00×10^{-1} mol/Lの塩酸で中和した。

1. 物質(A)の化合物名を記せ。
2. 下線部(a)および下線部(b)の化学反応式を記せ。
3. 炭酸ナトリウムの工業的製法の名称を(ア)に記せ。通常2種類の名称があるがどちらか一方でよい。
4. 塩化ナトリウム 1.00×10^3 kgから炭酸ナトリウムが何kg製造できるか。有効数字2桁で求めよ。
5. 中和には何 mLの塩酸が必要か。有効数字2桁で求めよ。ただし、化学反応は完全に進行し、ろ液は100%回収できるものとする。
6. 下線部(c)の理由を15字以内で記せ。