

## 国際環境工学部 化学

### 【注 意】

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。
2. 時間は9時30分から11時00分までの90分、配点は300点です。
3. この問題冊子は、表紙以外に5ページあり、解答用紙は3枚あります。
4. 試験中に問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁および解答用紙の汚れ等に気付いた場合は、手を挙げて監督者に知らせてください。
5. 解答用紙には、解答箇所以外に受験番号記入欄(各解答用紙2箇所)、氏名記入欄(各解答用紙1箇所)があるので、受験番号と氏名を正しく記入してください。正しく記入されていない場合には採点できないことがありますので、十分注意してください。
6. 解答はすべて指定した解答用紙に記入してください。
7. 解答用紙を持ち出してはいけません。持ち出した場合、試験をすべて無効とします。
8. 試験終了後、問題冊子は持ち帰ってください。

必要があれば、次の原子量、物理定数を使うこと。

水素 (H) 1.0 炭素 (C) 12.0 酸素 (O) 16.0

気体定数  $8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol})$

## 第1問 (化学, 配点 100 点)

次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

原子の中心には  が存在し、この  のまわりを取り巻くように負の電荷を持つ電子が存在している。電子が存在できる空間はいくつかの層に分かれ、これらを電子殻という。各電子殻は  に近い内側から順に K 殻, L 殻, M 殻などと呼ばれ、これらの電子殻に収容することのできる電子の最大数は内側の K 殻から順に  個,  個,  個である。一番外側の電子殻にある電子は最外殻電子と呼ばれる。

電子殻に最大数の電子が収容された状態を  という。貴ガス (希ガス) である  の K 殻や  の L 殻のように最外殻が  の場合、あるいは、他の貴ガスのように最外殻電子が 8 個の場合、その電子配置は安定となる。そのため、貴ガスの原子はほかの原子と結びつきにくい。原子が他の原子と結合するとき重要な役割を果たす電子を  と呼ぶ。多くの場合  の数は最外殻電子の数と等しいが、貴ガスでは  の数はいずれも  個とする。

原子は、原子番号が最も近い貴ガスの原子と同じ電子配置をとる傾向がある。例えば、ナトリウム原子は 1 個の電子を失いナトリウムイオンになると  原子と同じ電子配置をとり、塩素原子は 1 個の電子を受け取り  になると  原子と同じ電子配置をとる。原子から電子 1 個を取り去って 1 価の陽イオンにするのに必要なエネルギーを  という。また、原子が電子 1 個を受け取って 1 価の陰イオンになるときに放出されるエネルギーを  という。一般に、 が  
① { 大きい ・ 小さい } 原子ほど陽イオンになりやすく、 が  
② { 大きい ・ 小さい } 原子ほど陰イオンになりやすい。

イオンが球形であるとみなしたとき、その半径をイオン半径という。陽イオンのイオン半径はもとの原子の半径より ㉔ { 大きく ・ 小さく } なり、陰イオンのイオン半径はもとの原子の半径よりも ㉕ { 大きく ・ 小さく } なる。① 同じ電子配置をもつイオンで比べると、原子番号が大きくなるほどイオン半径は小さくなる。一方、② 同族元素のイオンを比べると、原子番号が大きくなるほどイオン半径は大きくなる。

固体の塩化ナトリウム中では、多数のナトリウムイオンと クと同じ が ③ ある引力で結合している。このような結合をイオン結合という。イオン結合によって陽イオンと陰イオンが規則正しく配列した結晶を ④ イオン結晶という。イオンからなる物質は、一般に水溶液中で陽イオンと陰イオンにわかれる。このような現象を サ という。水などの液体に溶けて、サと同じ する物質を電解質、サと同じ しない物質を ⑤ 非電解質という。

問1 文中の ア ~ サ に最も適する語句、数字を答えよ。ただし、元素記号を用いてはならない。

問2 文中の A ~ D に最も適する元素名を元素記号で答えよ。

問3 文中の ㉔ ~ ㉕ の { } 内から適する方を選び、答えよ。

問4 下線部 ① および ② の理由を答えよ。

問5 下線部 ③ の引力は何と呼ばれるか答えよ。

問6 下記の物質の結晶のうち、下線部 ④ にあてはまるものをすべて選び、答えよ。

二酸化ケイ素    二酸化炭素    炭酸カルシウム    塩化カルシウム

問7 下記の物質のうち、下線部 ⑤ にあてはまるものをすべて選び、答えよ。

スクロース    アルミニウム    エタノール    ダイヤモンド    ヨウ化カリウム

問8 塩化ナトリウムの結晶の単位格子は図 1.1 のように表すことができる。

(1) 単位格子中に含まれる陽イオンおよび陰イオンの数をそれぞれ答えよ。

(2) 陽イオンおよび陰イオンの配位数をそれぞれ答えよ。

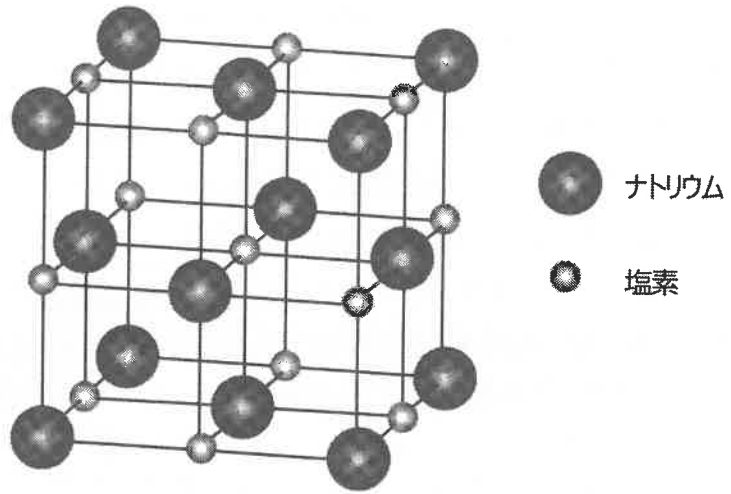


図 1.1

## 第2問 (化学, 配点 100 点)

次の文章を読み, 以下の問いに答えよ。

酸化還元反応において物質が電子を  とき, その物質は酸化されたといい, 物質が電子を  とき, その物質は還元されたという。物質が何個の電子を授受して酸化あるいは還元されているかを明確にするための指標として, 酸化数という数値が用いられる。次の酸化還元反応では, 酸素は  され, 酸素原子の酸化数は 0 から  に変化する。



この反応での硫化水素 ( $\text{H}_2\text{S}$ ) のように, 相手の物質を  する物質を  という。

酸化還元反応を用いて溶液中の物質の濃度や物質量を求める方法に酸化還元滴定がある。酸化還元滴定により過酸化水素水中の過酸化水素の濃度を決定するために, 次の (1) ~ (2) の手順で実験を行った。

- (1) 過酸化水素水 200 mL を計量し, 三角フラスコに加えた。
- (2) 同じフラスコに希硫酸を適量加えて酸性にした後,  $8.0 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$  の過マンガン酸カリウム水溶液を 4.0 mL 滴下したところ, フラスコ内の水溶液は薄い赤紫色になった。

- 問1 文中の  ~  に最も適する語句, 数字を答えよ。
- 問2 この酸化還元滴定で酸化剤としてはたらく物質を答えよ。
- 問3 水溶液中での過マンガン酸カリウムおよび過酸化水素のはたらきを電子  $e^-$  を用いたイオン反応式で表せ。
- 問4 過酸化水素水中の過酸化水素のモル濃度  $[\text{mol/L}]$  を有効数字2桁で答えよ。なお, 解答は途中の計算過程を記すこと。

### 第3問 (化学, 配点 100 点)

問1 炭素, 水素, 酸素からなる有機化合物 A について, 次の文章を読み, 以下の問いに答えよ。

92.0 mg の A を完全燃焼させると, 水 108 mg と二酸化炭素 176 mg が生成した。A は水に良く溶解し, 23 mg の A を溶解させた 1.0 L の水溶液の温度 27 °C での浸透圧は  $1.245 \times 10^3$  Pa であった。浸透圧はファントホッフの法則に従うと仮定する。

- (1) 化合物 A の組成式を答えよ。なお, 解答は途中の計算過程を記すこと。
- (2) 化合物 A の分子量を答えよ。なお, 解答は途中の計算過程を記すこと。
- (3) 化合物 A として最も適切と考えられる構造式を記せ。

問2 次の文章を読み, 以下の問いに答えよ。

$C_8H_{10}O$  の分子式で表される互いに異なる芳香族化合物 A, B, C, D, E がある。A, B, C はベンゼン環に2つの置換基をもち, いずれも2つの置換基の位置はオルト位である。また, D と E はベンゼン環に1つの置換基をもつ。A と B は金属ナトリウムと反応して水素を発生したが, C は反応しなかった。B を酸化すると2価のカルボン酸である F が生じた。また, D を穏やかに酸化すると還元性を示す G が生じた。E は不斉炭素を有し, 酸化すると H が生じた。

- (1) A ~ E の構造式を記せ。
- (2)  $FeCl_3$  水溶液で青から赤紫の呈色反応をしめす化合物を A ~ H の記号で答えよ。
- (3) F の異性体とエチレングリコールを縮合重合させたポリエステルは身の回りや工業材料として広く使われている。このポリエステルの構造式を記せ。

2024（令和6）年度 個別学力検査（一般選抜・後期日程）

国際環境工学部 ※該当学科に○をつけてください。

環境化学工学科 ・ 機械システム工学科  
情報システム工学科 ・ 建築デザイン学科 ・ 環境生命工学科

## 問題訂正

科目名：【化学】

訂正内容

### 第1問 問8 2ページ 下から3行目

（誤）塩化ナトリウムの結晶の単位格子は図1.1のように表すことができる。

↓

（正）塩化ナトリウムの結晶の単位格子は図1.1のように表すことができる。ただし、図中のイオンの大きさが実際の大きさを反映するとは限らない。

### 第1問 問8 3ページ 図1.1

（誤）ナトリウム

（誤）塩素

↓

↓

（正）ナトリウムイオン

（正）塩化物イオン

### 第3問 問2 5ページ 下から6行目

（誤）Eは不斉炭素を有し、酸化するとHが生じた。

↓

（正）Eは不斉炭素原子を有し、酸化するとHが生じた。