

## 化 学

(1) 次の文章〔Ⅰ〕および〔Ⅱ〕を読んで、続く問いに答えよ。

〔Ⅰ〕

- 1) 以下の元素記号 (ア) ~ (オ) のうち、カルシウムを示すものはどれか、記号で答えよ。  
 (ア) K      (イ) Ca      (ウ) C      (エ) Cu      (オ) Cr
- 2) 以下の (ア) ~ (オ) のうち、元素の性質が、原子番号とともに周期的に変化することを示すものはどれか、記号で答えよ。  
 (ア) 元素の周期律      (イ) 元素の周期表      (ウ) 陽性  
 (エ) 陰性      (オ) 半減期
- 3) 以下の (ア) ~ (オ) のうち、元素の周期表で 18 族に属する元素を総称するものはどれか、記号で答えよ。  
 (ア) ハロゲン元素      (イ) アルカリ土類金属元素      (ウ) 典型元素  
 (エ) 遷移元素      (オ) 貴ガス元素

〔Ⅱ〕

原子は原子核と、原子核のまわりを取り巻く ( ① ) からできている。原子核は正の電荷を有する ( ② ) と、電荷をもたない ( ③ ) からできている。( ① ) は負の電荷を有し、( ② ) と互いに電荷を打ち消しあっている。( ① ) が存在する空間はいくつかの層に分かれており、これらを ( ④ ) という。原子の一番外側の ( ④ ) に入っている ( ① ) を ( ⑤ ) という。原子がイオンになる場合や、他の原子と結合する際に重要な役割を果たす ( ① ) を ( ⑥ ) といい、多くの場合は ( ⑤ ) が ( ⑥ ) となる。ヘリウムやネオンのような最大数の ( ① ) が収容された ( ④ ) を ( ⑦ ) という。原子核に含まれる ( ② ) の数を ( ⑧ ) という。また、( ② ) と ( ③ ) の数の和を ( ⑨ ) という。( ⑧ ) は同じであるが、( ⑨ ) が異なる原子を互いに ( ⑩ ) という。

- 4) 文章中の ( ① ) ~ ( ⑩ ) に最も適する語句を、それぞれ答えよ。

(2) 次の文章を読んで、続く問いに答えよ。ただし、電解質は水溶液中ですべて電離しているものとする。また、各溶液は希薄溶液とみなし、溶質間の相互作用がないものとする。

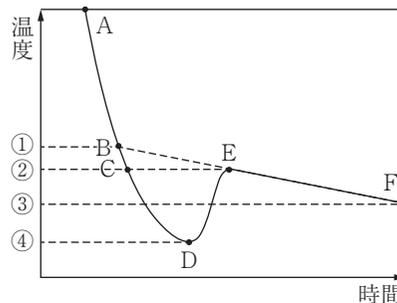
- 1) 次の溶液 A ~ C のうち、① 沸点が最も高いもの、② 沸点が最も低いもの、③ 凝固点  
が最も高いもの、④ 凝固点最も低いものを、それぞれ選び、記号で答えよ。

溶液 A : 質量モル濃度が 0.20 mol/kg のグルコース水溶液

溶液 B : 質量モル濃度が 0.15 mol/kg の塩化ナトリウム水溶液

溶液 C : 質量モル濃度が 0.08 mol/kg の塩化カルシウム水溶液

- 2) 右図の A から F までの曲線は、塩化ナトリウム水溶液を冷却していく際の、冷却時間と水溶液の温度との関係を示した冷却曲線である。B は、直線 EF を延長した際の冷却曲線との交点である。また C は、E から水平に線を引いた際の冷却曲線との交点である。続く問い (a) ~ (d) に答えよ。



- (a) 図中の C→D→E における曲線の凹みは、何が起こったためか、現象名を答えよ。
- (b) 凝固点は、図中の ① ~ ④ のどの点の温度か、記号で答えよ。
- (c) 図中の E→F で時間とともに温度が下がっているのは、以下の理由からである。  
(ア) ~ (ウ) に最も適する語句を、それぞれ答えよ。  
(ア) のみが凝固するため、溶液部分の (イ) が大きくなり、(ウ) が増大するため。
- (d) 0.40 mol の塩化ナトリウムを 500 g の水に溶かした溶液がある。水のモル凝固点降下を  $1.8 \text{ K} \cdot \text{kg/mol}$ 、水の凝固点は  $0.0^\circ\text{C}$  であるものとして、この溶液の凝固点は何 $^\circ\text{C}$ か、答えよ。なお、計算結果は有効数字 2 桁で示せ。

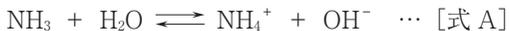
(3) 次の文章を読んで、続く問いに答えよ。

塩化水素の水溶液（塩酸）や酢酸の水溶液は、酸っぱい味がする。また、マグネシウム、亜鉛などの金属と反応し、( ① ) を発生し、青色リトマス紙を赤色に変化させる。このような性質を酸性といい、酸性を示す物質を酸という。一方で、水酸化ナトリウムや水酸化カルシウムなどの水溶液は、赤色リトマス紙を青く変化させ、酸と反応して酸性を打ち消す。このような性質を塩基性といい、塩基性を示す物質を塩基という。1887年、( ② ) は、水溶液中で生じるイオンに注目し、酸と塩基を次のように定義した。

酸：水溶液中で ( ③ ) イオンを生じる物質

塩基：水溶液中で ( ④ ) イオンを生じる物質

例えば、塩化水素は水溶液中で電離して、( ③ ) イオンを生じる。( ③ ) イオンは水溶液中では水分子  $\text{H}_2\text{O}$  と配位結合して ( ⑤ ) イオン ( $\text{H}_3\text{O}^+$ ) として存在するが、通常、省略して  $\text{H}^+$  と表されることが多い。一方、水酸化ナトリウムや水酸化カルシウムなどは水溶液中で電離して ( ④ ) イオンを生じる。アンモニアは分子中に  $\text{OH}$  を含まないが、水に溶けると一部が水と反応して  $\text{OH}^-$  が生じる。



また、酸と塩基の反応は水溶液中以外でも起こる。例えば、濃塩酸を濃アンモニア水に近づけると気体の塩化水素とアンモニアが反応し、( ⑥ ) の白煙を生じる。



この反応は、水溶液中でないため  $\text{OH}^-$  が関係しないが、 $\text{NH}_3$  は  $\text{HCl}$  から  $\text{H}^+$  を受け取って、 $\text{HCl}$  の酸性を打ち消しているため、塩基としてはたらいっている。しかし、水溶液中の反応ではないため、( ② ) の定義では説明できない。そこで、( ⑦ ) は、酸と塩基を次のように定義を広げた。

酸：( ⑧ ) イオンを ( ⑨ ) 物質

塩基：( ⑩ ) イオンを ( ⑪ ) 物質

この定義によれば、反応式 B の反応において  $\text{NH}_3$  は ( ⑩ ) イオンを ( ⑪ ) ため塩基であり、 $\text{HCl}$  は ( ⑧ ) イオンを ( ⑨ ) ため酸である。( ⑦ ) の定義では、同じ反応でも式 A の左向きの反応を考えると、 $\text{NH}_4^+$  は ( ⑫ )、 $\text{OH}^-$  は ( ⑬ ) としてはたらいっている。

1) 文章中の ( ① ) ~ ( ⑬ ) に適する語句, 人名または物質名を, 以下の (ア) ~ (セ) のうちから選び, それぞれ, 記号で答えよ。なお, 同じ語句を何度選んでもよい。

- |               |             |                  |
|---------------|-------------|------------------|
| (ア) 酸素        | (イ) 水素      | (ウ) 水            |
| (エ) 水酸化物      | (オ) オキソニウム  | (カ) プレンステッドとローリー |
| (キ) アレニウス     | (ク) 塩化ナトリウム | (ケ) 塩化アンモニウム     |
| (コ) 水酸化アンモニウム | (サ) 受け取る    | (シ) 与える          |
| (ス) 酸         | (セ) 塩基      |                  |

2) 次の (a) ~ (d) の記述について, 正しいものには○を, 誤っているものには×を, 解答欄に記入せよ。

- (a) 酸や塩基の強弱は価数の大小と無関係である。  
 (b) 同じモル濃度の酢酸水溶液と塩酸では電気の通しやすさが等しい。  
 (c) 水素イオン濃度と塩化物イオン濃度が等しいとき, 水溶液は常に中性を示す。  
 (d) 一般に弱酸の塩と強酸を反応させると弱酸が遊離する。

3) 文章中の ( ⑦ ) の定義によれば, 下記の (a) ~ (d) の反応における下線部の物質は,

① 酸, ② 塩基, ③ いずれでもない, のうちどれか, それぞれ, ① ~ ③ の記号で答えよ。

- (a)  $\text{HCl} + \underline{\text{H}_2\text{O}} \longrightarrow \text{Cl}^- + \text{H}_3\text{O}^+$   
 (b)  $\text{NH}_3 + \underline{\text{H}_2\text{O}} \longrightarrow \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$   
 (c)  $\text{CaCO}_3 + 2\text{HCl} \longrightarrow \text{CaCl}_2 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$   
 (d)  $\text{H}_2\text{S} + 2\underline{\text{NaOH}} \longrightarrow \text{Na}_2\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$



7) 【操作3】の反応について、気体 A 1.00 mol を 0.100 mol/L の希硫酸に吸収させたとき、気体 A が希硫酸中で中和する硫酸は何 mol か。以下の (ア) ~ (エ) のうちから選び、記号で答えよ。

(ア) 0.250            (イ) 0.500            (ウ) 1.00            (エ) 2.00

8) 【操作3】の反応について、0.100 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液 5.00 mL を過不足なく中和するのに必要な 0.100 mol/L の硫酸水溶液は何 mL か。以下の (ア) ~ (エ) のうちから選び、記号で答えよ。

(ア) 2.50            (イ) 5.00            (ウ) 10.0            (エ) 15.0

9) 文章中の食品のタンパク質含量 (質量パーセント) を以下の (ア) ~ (エ) のうちから選び、記号で答えよ。ただし、この食品中のタンパク質には窒素が質量パーセントで 14.0% 含まれるものとし、窒素はすべてタンパク質から由来したものとする。

(ア) 2.50            (イ) 5.00            (ウ) 10.0            (エ) 15.0