

化 学

(1) 次の文章を読んで、続く問いに答えよ。

原子は、正の電荷を帯びた (①) と、その周りに存在する負の電荷を帯びた電子から構成される。(①) は (②) と (③) と呼ばれる粒子から構成される。(②) は正の電荷を有する粒子であり、(③) は電荷をもたない粒子である。(②) と (③) の合計数のことを (④) という。電子は (⑤) と呼ばれるいくつかの層に分かれて、(①) の周囲に存在する。電子がどの (⑤) に存在するかを示したものを電子配置という。

物質を構成している基本的な成分のことを (⑥) という。1種類の (⑥) からできている純物質を (⑦) , 2種類以上の (⑥) からできている純物質を (⑧) という。

- 1) 文章中の (①) ~ (⑧) に適する語句を、それぞれ答えよ。
- 2) 文章中の (②) と (③) のうち、原子の化学的性質に関与するのはどちらかを選び、数字で答えよ。
- 3) 以下の (ア) ~ (エ) の各原子の電子配置を、例にならって答えよ。

例 : C · · · K (2) L (4)

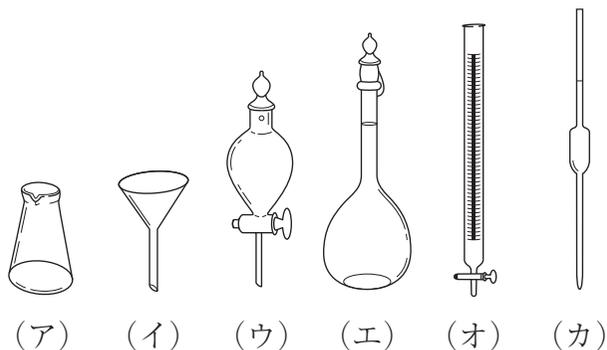
- (ア) O
- (イ) Mg
- (ウ) Ar
- (エ) Ca

(2) 次の文章を読んで、続く問いに答えよ。

市販の食酢中の酢酸の濃度を測定するために、以下の実験操作を行った。なお、食酢の密度は 1.00 g/cm^3 とする。

市販の食酢 10.0 mL を (①) で正確に量り取り、これを 100 mL の (②) に移し、標線まで純水を加えてよく混合した。次に、この希釈溶液 10.0 mL を (①) で量り取り、(③) に入れて、指示薬を 2～3 滴加えた。これを、(④) に入れた 0.100 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液で滴定したところ、溶液がわずかに赤くなり、振り混ぜても色が消えなくなるまでに 7.40 mL を要した。

1) 上記の実験で、(①) ～ (④) に入る適切な器具を、以下の図 (ア) ～ (カ) のうちから、それぞれ選び、記号で答えよ。また、その名称を答えよ。



2) 上記の実験で使用した (①) と (③) の器具は、純水で洗浄した後、直ちに使用する場合、どのように使用すればよいか。最も適当なものを、以下の (ア) ～ (エ) のうちから、それぞれ選び、記号で答えよ。

- (ア) 純水でぬれたまま使用する。
- (イ) 使用する溶液で数回洗ってから、ぬれたまま使用する。
- (ウ) 乾燥器で加熱乾燥してから使用する。
- (エ) 自然乾燥してから使用する。

3) この中和反応を、化学反応式で答えよ。

4) 文章中の下線部に当てはまる指示薬は、フェノールフタレインとメチルオレンジのどちらが適当か。その理由を示す以下の文章の (A) および (B) に適当なものを、以下の (ア) ~ (オ) のうちから、それぞれ選び、記号で答えよ。

中和点が (A) となるため、変色域が (A) 領域にある (B) を用いる。

(ア) 酸性

(イ) 塩基性

(ウ) 中性

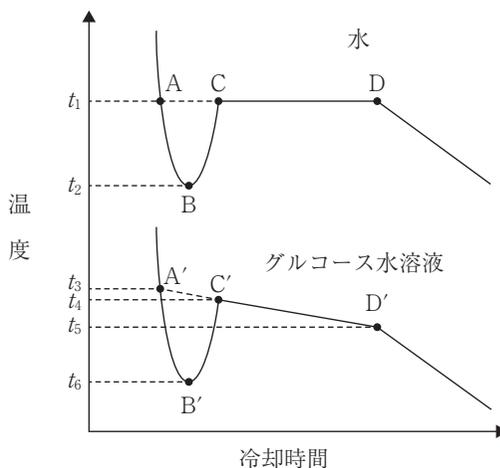
(エ) フェノールフタレイン

(オ) メチルオレンジ

5) 実験に使用した市販の食酢中の酢酸のモル濃度 [mol/L] と、質量パーセント濃度 [%] を、それぞれ答えよ。なお、計算結果は有効数字 3 桁で示せ。また、必要があれば、原子量は $H=1.00$, $C=12.0$, $O=16.0$ を用いよ。

(3) 次の I および II の文章を読んで、続く問いに答えよ。なお、計算結果は有効数字 3 桁で示せ。また、必要があれば、原子量は $H=1.00$, $C=12.0$, $O=16.0$, $Na=23.0$, $Cl=35.5$ を用いよ。

I. 純溶媒である水と、水にグルコースが溶解しているグルコース水溶液の冷却曲線は、右図のようになる。これらの液体を冷却していくと、時間経過と共に、液体の温度は低下し、B 点または B' 点まで温度が低下した後、C 点または C' 点まで温度が上昇する。さらに冷却すると、水は C 点から D 点まで温度は変化しないが、グルコース水溶液は、C' 点から D' 点までゆるやかに温度が低下する。D 点または D' 点を過ぎると大きく温度が低下する。



- グルコース水溶液の冷却曲線において、固体と液体が共存している領域を、以下の (a) ~ (e) のうちから、該当するものをすべて選び、記号で答えよ。
 - A' 点まで
 - A' 点から B' 点まで
 - B' 点から C' 点まで
 - C' 点から D' 点まで
 - D' 点以降
- 実験に用いたグルコース水溶液の凝固点は、図中の $t_3 \sim t_6$ のどの温度か、答えよ。
- 凝固点より低い温度になっても凝固が起こらず、液体のまま存在していることがある。この状態を (①) という。この溶液を、さらに冷却し続けると、やがて急激に凝固し始める。このとき、(②) が放出され、温度は凝固点まで上昇する。

(①), (②) に当てはまる語句を、それぞれ答えよ。
- グルコース水溶液の冷却曲線の C' 点から D' 点の範囲で、徐々に温度が下がる理由としては、水のみが凝固するため、溶液の濃度が (③) がり、溶液の凝固点が (④) がるからである。

(③), (④) には「上」または「下」の文字が当てはまる。それぞれ、いずれかの文字を答えよ。
- グルコース水溶液の凝固点降下度 Δt [K] を、 $t_1 \sim t_6$ の適当なものを用いて、式で答えよ。

II. 水 100 g にグルコース $C_6H_{12}O_6$ 9.00 g を溶かした溶液の凝固点は、水の凝固点に比べて 0.930 K 低かった。なお、水の凝固点は 0°C とし、溶液はすべて希薄溶液とする。

6) 水 100 g に、ある非電解質 0.100 mol を溶かした溶液の凝固点降下度は何 K か、答えよ。

7) 水 100 g に、塩化ナトリウム 0.200 g を溶かした溶液の凝固点は何 $^\circ\text{C}$ か、答えよ。なお、水溶液中では、塩は完全に電離するものとする。

8) 水 100 g に、ある物質 0.100 mol を溶かした溶液を冷却したとき、凝固点降下がグルコースよりも大きくなる溶質を、以下の (a) ~ (e) のうちから、該当するものをすべて選び、記号で答えよ。

(a) フルクトース (b) 塩化カリウム (c) 酢酸ナトリウム

(d) グリセリン (e) 塩化カルシウム

(4) 次の文章を読んで、続く問いに答えよ。

一般に、溶液中に存在するイオンを別の種類のイオンととり換える働きをもつ樹脂をイオン交換樹脂という。主にスチレン $C_6H_5CH=CH_2$ と少量の *p*-ジビニルベンゼン $C_6H_4(CH=CH_2)_2$ の共重合体を母体として、そのベンゼン環の水素原子 H を酸性基や塩基性基で置換した構造をしている。

共重合体を濃硫酸でスルホン化すると、水素原子 H が、酸性基である (①) 基で置換される。このように酸性基を多く含む樹脂は、これらの基の電離により (②) イオンを生じ、この樹脂に電解質水溶液を通すと、酸性基の (②) イオンと電解質の陽イオンが交換される。このような樹脂を (③) イオン交換樹脂という。また、イオン交換樹脂の分子中に $-N^+R_3OH^-$ (R はアルキル基) などの塩基性基を多く含むものは、これに電解質水溶液を通すと、 $-N^+R_3OH^-$ の部分の (④) イオンと電解質の陰イオンが交換される。このような樹脂を (⑤) イオン交換樹脂という。

イオン交換樹脂は、筒型容器につめ、その中に処理液を流して使用される。塩の水溶液を (③) イオン交換樹脂と (⑤) イオン交換樹脂の両方に通すと、塩の電離したものがそれぞれの樹脂で捕えられ、(②) イオンと (④) イオンに交換され、水 (純水) となる。このように、イオン交換樹脂でイオンを除いた水を特に (⑥) といい、化学実験などで使われる。

また、(⑤) イオン交換樹脂を筒型容器につめ、pH 11 の緩衝液に溶解した数種のアミノ酸が含まれる混合液を流すと、含まれるすべてのアミノ酸が樹脂に吸着する。この筒型容器に流す緩衝液の pH を 11 から順次下げていくと、pH が各アミノ酸の (⑦) に達し、そのアミノ酸は筒型容器から流れ出るので、分離することができる。

- 1) 文章中の (①) ~ (⑦) に適する語句または物質名を、それぞれ答えよ。
- 2) (①) 基を含む (③) イオン交換樹脂 ($X-SO_3H$, X は樹脂基材を示す) に、濃度不明の塩化ナトリウム水溶液 25 mL を通した。流出液を過不足なく中和するのに、0.10 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液 10 mL を要した。元の塩化ナトリウム水溶液の濃度は何 mol/L か、答えよ。なお、計算結果は有効数字 2 桁で示せ。また、この化学反応を、(③) イオン交換樹脂を $X-SO_3H$ として、化学反応式で答えよ。
- 3) スチレン 312 g に、スチレンと *p*-ジビニルベンゼンの物質質量比が 30 : 1 になるように混合して共重合させてポリスチレン樹脂を合成した。それを濃硫酸で処理し、ポリスチレンのベンゼン環の *p*-位のみが 50.0% スルホン化されるとすると、得られるポリスチレンスルホン酸樹脂は何 g か、答えよ。なお、原子量は $H=1.00$, $C=12.0$, $O=16.0$, $S=32.0$ を用い、計算結果は有効数字 3 桁で示せ。