

化学基礎 (その1)

必要ならば $H = 1.00$, $N = 14.0$, $O = 16.0$, $Al = 27.0$, $S = 32.0$ の原子量を用いよ。また, 1 mol の気体の体積は 0°C , $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ で 22.4 L を占めるものとする。

第1問 以下の問い(問1～5)に答えよ。

問1 原子の相対質量は質量数12の炭素原子1個の質量を12とし, これを基準として求められる。ある原子X1個の質量を $x[\text{g}]$, ^{12}C 1個の質量を $a[\text{g}]$ としたとき, 原子Xの相対質量はどのように表されるか。 x , a を用いて式で表せ。

問2 自然界の塩素には, 相対質量35.0の ^{35}Cl と相対質量37.0の ^{37}Cl のみが存在し, 塩素の原子量は35.45である。自然界の塩素のうち, ^{37}Cl の存在率[%]はいくらか。有効数字3桁で答えよ。

問3 ^{14}C は放射性同位体であり, その半減期は5730年である。ある木が枯死してから17190年経過したとき, その木に含まれる ^{14}C の量はもとの ^{14}C の量の何%になっているか。有効数字3桁で答えよ。ただし, 半減期とは放射性同位体が壊変してもとの量の半分になるまでに要する時間である。

問4 0°C , $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ における空気の密度 $[\text{g/L}]$ はいくらか。有効数字3桁で答えよ。ただし, 空気は窒素と酸素が体積比で4:1の混合気体であるとする。

問5 酸化アルミニウム Al_2O_3 の結晶 5.10 g 中に含まれる酸化物イオンの物質量 $[\text{mol}]$ はいくらか。有効数字3桁で答えよ。

化学基礎 (その2)

第2問 次の文章を読み、以下の問い(問1～6)に答えよ。

周期表は元素を原子番号の順に並べて、性質のよく似た元素が縦に並ぶようにしてつくったものであり、縦の列を族、横の行を周期という。元素の性質が周期性を示すことを元素の(ア)といい、例えば原子のイオン化エネルギーや電子親和力、原子の大きさや⁽¹⁾ イオンの大きさ、元素の⁽²⁾ 電気陰性度などに周期性がみられる。周期表の同じ族に属している元素を同族元素といい、水素を除く1族元素を(イ)元素という。(イ)元素の単体は密度が小さくて融点が低い性質をもち、また常温の水と激しく反応して水素を発生するなどの共通の反応を示す。

問1 文章中の(ア)・(イ)に当てはまる語句をそれぞれ答えよ。

問2 周期表の第1周期～第4周期の元素を分類したときに、もっとも元素の種類が多いものとしてもっとも適当なものを、①～⑤の中から1つ選び、番号で答えよ。

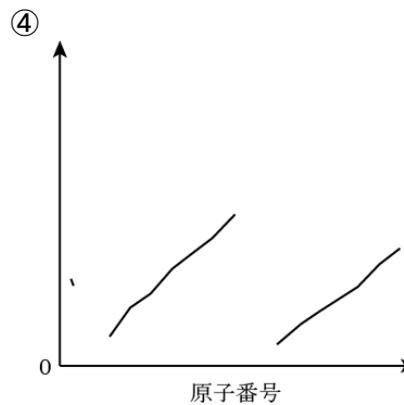
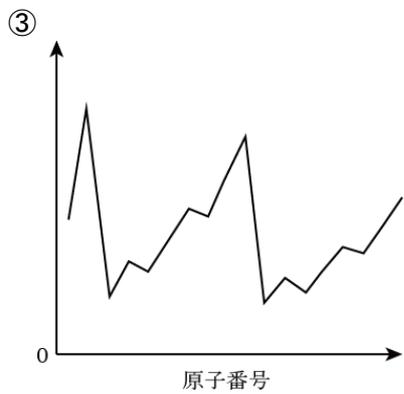
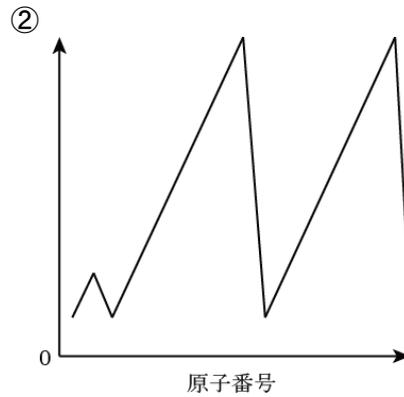
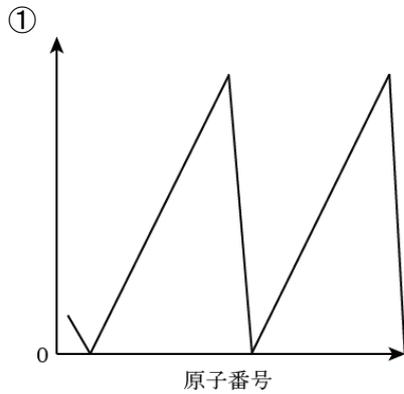
- ① 金属元素 ② 非金属元素 ③ 典型元素 ④ 遷移元素 ⑤ ハロゲン元素

問3 イオン化エネルギーと電子親和力に関する記述として誤りを含むものを、①～④の中から1つ選び、番号で答えよ。

- ① (第1)イオン化エネルギーは、原子の最外殻から電子1個を取りさって1価の陽イオンにするのに必要なエネルギーである。
- ② 一般にイオン化エネルギーが大きいほど、陽性が強い。
- ③ 電子親和力は最外殻に電子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である。
- ④ 一般に電子親和力が大きいほど、陰イオンになりやすい。

化学基礎 (その3)

問4 周期表の第3周期までの元素の原子の(第1)イオン化エネルギーの周期的な変化を示したグラフとして最も適当なものを、①～④の中から1つ選び、番号で答えよ。



問5 下線部(1)について、次のイオンのうち、もっともイオン半径の大きいものを、①～⑤の中から1つ選び、番号で答えよ。

- ① O^{2-} ② Na^+ ③ Al^{3+} ④ S^{2-} ⑤ Ca^{2+}

問6 下線部(2)について、電気陰性度とは何か。40字以内で説明せよ。

化学基礎 (その4)

第3問 次の文章を読み、以下の問い(問1～3)に答えよ。

(1) 硫酸アンモニウム(NH₄)₂SO₄を水酸化ナトリウム NaOH 水溶液に加えて加熱すると、アンモニア NH₃が発生する。この反応を(2) 弱塩基の遊離という。

問1 下線部(1)について、硫酸アンモニウムの塩の分類と水溶液の性質の組合せとしてもっとも適当なものを、①～⑥の中から1つ選び、番号で答えよ。

	塩の分類	水溶液の性質
①	正塩	酸性
②	正塩	中性
③	正塩	塩基性
④	酸性塩	酸性
⑤	酸性塩	中性
⑥	酸性塩	塩基性

問2 下線部(2)について、弱塩基の遊離と同様の反応である弱酸の遊離反応としてもっとも適当なものを、①～④の中から1つ選び、番号で答えよ。

- ① $\text{NH}_3 + \text{HCl} \longrightarrow \text{NH}_4\text{Cl}$
- ② $2\text{NH}_4\text{Cl} + \text{Ca}(\text{OH})_2 \longrightarrow \text{CaCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{NH}_3$
- ③ $2\text{CH}_3\text{COOH} + \text{Ca}(\text{OH})_2 \longrightarrow (\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Ca} + 2\text{H}_2\text{O}$
- ④ $\text{CH}_3\text{COONa} + \text{HNO}_3 \longrightarrow \text{NaNO}_3 + \text{CH}_3\text{COOH}$

問3 物質量のわからない硫酸アンモニウムの粉末を十分量の水酸化ナトリウム水溶液に加えて加熱して完全に反応させ、発生したアンモニアを 0.500 mol/L の希塩酸 100 mL に完全に吸収させた。吸収後の水溶液をメチルレッドを指示薬として 1.00 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液で滴定したところ、終点までに 40.0 mL を必要とした。次の(a)～(c)に答えよ。ただし、不純物中には水酸化ナトリウムと反応する物質は含まれておらず、アンモニアの吸収による水溶液の体積変化は起こらないものとする。

- (a) 1.00 mol の硫酸アンモニウムから発生することのできるアンモニアの物質量[mol] はいくらか。
有効数字3桁で答えよ。
- (b) アンモニア吸収後の水溶液中の水素イオンのモル濃度[mol/L] はいくらか。有効数字3桁で答えよ。
- (c) この実験に用いた硫酸アンモニウムの物質量[mol] はいくらか。有効数字3桁で答えよ。

化学基礎 (その5)

第4問 次の文章を読み、以下の問い(問1～4)に答えよ。

過酸化水素 H_2O_2 は酸化剤としても還元剤としてもはたらく。(1) 中性条件で過酸化水素水にヨウ化カリウム KI 水溶液を加えると、過酸化水素は酸化剤としてはたらく。一方、硫酸酸性条件で過酸化水素水に過マンガン酸カリウム水溶液を加えると、過酸化水素は還元剤としてはたらく。同様に、二酸化硫黄も相手によって酸化剤としても還元剤としてもはたらく。(2) 二酸化硫黄水溶液に硫化水素水溶液を加えると二酸化硫黄は酸化剤としてはたらく。(3) 二酸化硫黄水溶液に過酸化水素水を加えると過酸化水素が酸化剤としてはたらく二酸化硫黄は還元剤としてはたらく。

問1 過酸化水素中の H 原子と O 原子の酸化数をそれぞれ答えよ。

問2 下線部(1)について、この反応の化学反応式を記せ。

問3 下線部(2)について、 0.200 mol/L の二酸化硫黄水溶液 500 mL に、硫化水素水溶液を加えて完全に反応させた。次の (a)・(b) に答えよ。

(a) 二酸化硫黄と過不足なく反応する硫化水素の物質量[mol] はいくらか。有効数字3桁で答えよ。

(b) 反応によって生成した硫黄の質量[g] はいくらか。有効数字3桁で答えよ。

問4 下線部(3)について、この反応における二酸化硫黄中の S 原子の酸化数の変化としてもっとも適当なものを、①～⑤の中から1つ選び、番号で答えよ。

① -2 から $+4$

② -2 から $+6$

③ $+4$ から 0

④ $+4$ から $+2$

⑤ $+4$ から $+6$