

平成25年度入学試験問題

理 科

注 意

1. 問題冊子は、物理：1～6ページ，化学：7～10ページ，生物：11～18ページである。問題冊子は、指示があるまで開かないこと。
2. 解答紙は計3枚で、物理：1枚，化学：1枚，生物：1枚である。
3. 解答開始前に、試験監督者の指示にしたがって、選択しない科目も含めすべての解答紙それぞれ2カ所に受験番号を記入すること。
4. 試験監督者の指示にしたがって、選択しない科目の解答紙に×印を大きく2カ所記入すること。
5. 「始め」の合図があったら、問題冊子のページ数を確認すること。
6. 解答は、黒色鉛筆(シャープペンシルも可)を使用し、すべて所定の欄に記入すること。欄外および裏面には記入しないこと。
7. 試験終了後、監督者の指示にしたがって、解答紙の順番をそろえること。
8. 下書き等は、問題冊子の余白および草稿用紙を利用すること。
9. 解答紙は持ち帰らないこと。

化 学

[1] 周期表の第 1 周期から第 4 周期に属する元素およびその化合物について、次の間に答えなさい。

問 1 18 族の中で第 1 イオン化エネルギーが最も大きい元素の元素記号を書きなさい。

問 2 第 2 周期 1 族から 17 族の中で原子半径が最も大きい元素の元素記号を書きなさい。

問 3 K^+ 、 Ca^{2+} 、 Cl^- 、 S^{2-} をイオン半径の大きい順に左から並べなさい。

問 4 次の化合物の中で、非共有電子対を持たないもの全てを、化学式ではなく物質名で答えなさい。



〔2〕 次の文を読み、以下の間に答えなさい。

a 酢酸水溶液に水を加えると、平衡は電離する方向に移動する。このとき、水素イオン H^+ 量は増加するが、溶液の pH は大きくなる。この平衡移動を以下の希釈操作から定量的に考察する。濃度 c mol/L の酢酸水溶液 10 mL をホールピペットで取り、1 L のメスフラスコに入れ、標線まで水を加え混合した。最初の酢酸 10 mL 中の H^+ の物質量は で、希釈した酢酸水溶液 1 L 中の H^+ の物質量は と近似できる。従って、この希釈操作で H^+ の物質量は約 倍になる。この希釈した酢酸水溶液の pH は、b 最初の酢酸水溶液の pH より約 1 大きくなる。

酢酸の電離定数を K_a とし、最初の酢酸水溶液の濃度 c は 1 mol/L 以上で、この濃度での電離度を α とする。

問 1 下線 a の平衡移動が起こることを示す式を書きなさい。

問 2 , の量を c , α を用いた式で答えなさい。また、 に当てはまる数値を答えなさい。

問 3 下線 b の理由を K_a , c , α を用いて説明しなさい。

[3] 次の問に答えなさい。原子量は、 $H = 1.00$, $C = 12.0$, $N = 14.0$, $O = 16.0$, $I = 127$ とする。

問 1 質量パーセント濃度が 28.0 % で、その密度が 0.900 g/cm^3 のアンモニア水がある。このアンモニア水を 6.75 mL 取り、水を加えてメスフラスコで 1 L にした。この溶液を水でさらに 10 倍に希釈したアンモニア水の濃度と pH を有効数字 3 桁で答えなさい。ただし、アンモニアの電離定数 $K_b = 1.60 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$ として計算しなさい。必要があれば、以下の値を用いなさい。 $\log 2 = 0.300$, $\log 3 = 0.477$, $\log 5 = 0.700$

問 2 $27 \text{ }^\circ\text{C}$, $1.04 \times 10^5 \text{ Pa}$ で 1.5 L の密閉容器に満たされた酸素がある。この容器中で放電したところ、オゾンが生じ、容器内の圧力は $0.874 \times 10^5 \text{ Pa}$ に下がった。反応前後の密閉容器の体積及び温度は同じとして、放電により生成したオゾンの物質量を求めなさい。ただし、気体定数 $= 8.30 \times 10^3 \text{ (Pa} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol}))$ として計算しなさい。

問 3 ある油脂は、グリセリン 1 分子に 3 分子の脂肪酸がエステル結合した構造であり、含まれている脂肪酸は 2 種類のみであることが分かった。構成脂肪酸の 2 種類は、パルミチン酸 ($\text{C}_{15}\text{H}_{31}\text{COOH}$, 分子量 256) とリノール酸 ($\text{C}_{17}\text{H}_{31}\text{COOH}$, 分子量 280) で、そのモル比は 2 : 1 であった。この油脂 0.415 g にヨウ素を完全に付加させた。このとき付加したヨウ素の重量を有効数字 3 桁で求めなさい。

〔4〕 次の文を読み、以下の間に答えなさい。

二糖類であるスクロース、マルトース、ラクトース、セロビオースのいずれかとカルボン酸がエステル結合のみで結合した化合物 A がある。化合物 A は、炭素、水素、酸素から構成されていた。42.4 mg の化合物 A を完全燃焼させると、74.8 mg の二酸化炭素と 25.2 mg の水が生じた。化合物 A に塩酸を加えて加水分解すると、グルコースとガラクトースと不斉炭素を一つ含むカルボン酸が生成した。化合物 A の分子量は 600 以下であった。原子量は、 $H = 1.0$ 、 $C = 12.0$ 、 $O = 16.0$ とする。

問 1 化合物 A の分子式を書きなさい。

問 2 化合物 A に含まれていた二糖類は何か答えなさい。

問 3 下線部で生成したカルボン酸の構造式を書きなさい。不斉炭素は C^* で示しなさい。