

## 平成30年度 入学者選抜学力検査問題

# 理 科

### 注 意 事 項

- 1 試験開始の合図があるまで、問題冊子及び解答用紙の中を見てはいけません。
- 2 出題科目、ページ及び解答用紙の枚数は、下表のとおりです。

出題科目	ページ	解答用紙枚数
物 理	1 ～ 8	4
化 学	9 ～ 16	5
生 物	17 ～ 28	5
地 学	29 ～ 39	5

- 3 試験中に問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁及び解答用紙の枚数の過不足や汚れ等に気がついた場合は、手を挙げて監督者に知らせてください。
- 4 試験開始後、すべての解答用紙に受験番号、志望学部及び氏名を記入してください。受験番号の記入欄はそれぞれ2箇所あります。
- 5 解答はすべて解答用紙の指定された解答欄に記入してください。
- 6 問題冊子の余白は適宜使用してください。
- 7 各問題の配点は100点満点としたときのものです。
- 8 試験終了後、問題冊子は持ち帰ってください。

# 化 学

必要があれば、次の値を用いなさい。

原子量：H=1.0, C=12, N=14, O=16, Fe=56

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

0℃を273 K としなさい。

1 次の文章を読んで、後の問いに答えなさい。(配点 20)

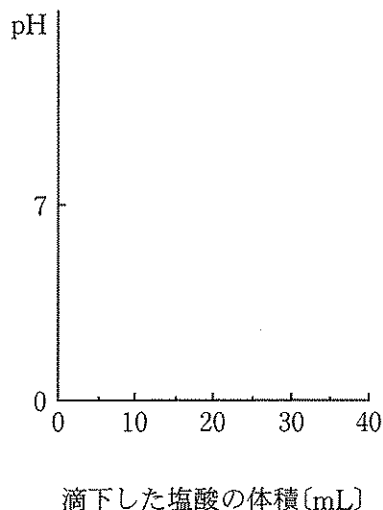
NaOH の水溶液に二酸化炭素を吹き込んで、NaOH と  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  を含む水溶液を作成した。その水溶液の 10 mL を正確に量り取り、コニカルビーカーに入れ指示薬 A を加え、0.50 mol/L の塩酸①を滴下したところ、25 mL 加えたところ②で 1 回目の中和点に達した。さらに、指示薬 B を加え、同じ濃度の塩酸を滴下したところ、1 回目の中和点からさらに 7.0 mL を加えたところで 2 回目の中和点に達した。

問 1 下線部①と下線部②の操作で用いる適切なガラス器具名を、それぞれ答えなさい。

問 2 塩酸を滴下し始めてから 1 回目の中和点までに起こる反応の反応式を、2 つ書きなさい。

問 3 1 回目の中和点から 2 回目の中和点までに起こる反応の反応式を、1 つ書きなさい。

問 4 この中和滴定における滴定曲線の模式図を描きなさい。さらにその曲線上に 1 回目の中和点と 2 回目の中和点を●印で、それぞれ示しなさい。



問 5 指示薬 A と B として適切な指示薬を、それぞれ答えなさい。

問 6 最初に作成した NaOH と  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  を含む水溶液中の NaOH と  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  の濃度 [mol/L] を、それぞれ有効数字 2 桁で求めなさい。計算過程も示しなさい。

2 次の問いに答えなさい。ただし、以下の気体は理想気体の状態方程式に完全に従うものとし、気体  
が示す圧力は  $1.0 \times 10^5$  Pa、温度は  $27^\circ\text{C}$  としなさい。(配点 20)

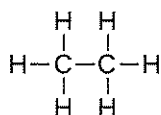
問 1 空気を、体積百分率で窒素 80 % と酸素 20 % の混合気体とみなし、空気の平均分子量を有効数  
字 2 桁で答えなさい。計算過程も示しなさい。

問 2 問 1 の空気 250 mL は何グラムになるか。有効数字 2 桁で答えなさい。計算過程も示しな  
さい。

問 3 気体 X および気体 Y をそれぞれ 250 mL 量り取り、質量を測定したところ、気体 X は 0.440 g、  
気体 Y は 0.578 g であった。それぞれの気体の分子量を有効数字 2 桁で答えなさい。計算過程も  
示しなさい。

問 4 問 3 の気体 X は地球温暖化の原因とも言われる無機分子である。また、問 3 の気体 Y は飽和  
炭化水素であり、2 つの構造異性体が考えられる。気体 X と気体 Y は、それぞれ何であると考  
えられるか。化合物名および構造式で答えなさい。気体 Y については、考えられる 2 つの異性  
体を答えなさい。なお、構造式は以下の例にならって書きなさい。

例





3 次の文章を読んで、後の問いに答えなさい。(配点 20)

琵琶湖は最大深度が約 104 メートルある日本最大の湖である。表層の水温が深層の水温より高くなる春から秋にかけては鉛直方向の混合が起こらず、その結果、琵琶湖の湖底では溶存酸素濃度が低下していく。しかし、冬になると表層の水温が低下して密度が増加するため、溶存酸素を十分に含んだ表層水が沈み、湖底に酸素が供給される。この現象は湖底の水質および湖底に住む生物に大きな影響を与えており、「琵琶湖の全循環」または「琵琶湖の深呼吸」と呼ばれている。しかし、地球温暖化等の原因により、近年では「琵琶湖の全循環」が起こる時期が遅くなる傾向にある。また、琵琶湖以外の湖では、溶存酸素濃度が飽和濃度まで増加しない「不完全循環」や湖水の一部のみが混合する「部分循環」が報告されている場合もある。

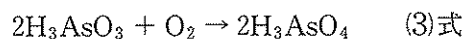
ここでは、「不完全循環」や「部分循環」に伴う湖底付近の溶存酸素濃度の低下が水質に及ぼす影響を、鉄とヒ素を例に考えてみよう。「全循環」が起こり湖底に酸素が十分に供給された春先には、(1)式に示すように、鉄(II)イオン  $\text{Fe}^{2+}$  は溶存酸素により鉄(III)イオン  $\text{Fe}^{3+}$  へと酸化される。



①  $\text{Fe}^{3+}$  は溶解度が低く、(2)式に示すように水酸化物  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  として沈殿する。



また、② 亜ヒ酸  $\text{H}_3\text{AsO}_3$  も、(3)式に示すように溶存酸素によりヒ酸  $\text{H}_3\text{AsO}_4$  へと酸化される。



$\text{H}_3\text{AsO}_4$  は沈殿した  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  に効果的に吸着される。つまり、水に溶解しているヒ素の濃度は低下する。しかし、冬に「全循環」が起こらずに「不完全循環」や「部分循環」しか起こらないと、湖底付近の溶存酸素濃度が増加せずに  $\text{Fe}^{3+}$  が還元されて  $\text{Fe}^{2+}$  となるため、水に溶解している鉄およびヒ素の濃度が増加する。つまり、「不完全循環」や「部分循環」は湖底付近の水質に影響を及ぼす。

問 1 表 1 は分圧が  $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$  のときの酸素の溶解度を示している。夏 ( $30^\circ\text{C}$ ) と冬 ( $10^\circ\text{C}$ ) それぞれにおいて、空気と接している表層水への酸素の溶解度を  $\text{mg/L}$  の単位で計算し、有効数字 2 桁で答えなさい。空気の気圧は  $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$  である。また、空気には体積百分率で 20% の酸素が含まれるとし、理想気体とみなしてよい。

表 1. 分圧が  $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$  のときの酸素の溶解度 [ $\text{mol/L}$ ]

10 °C	30 °C
$1.8 \times 10^{-3}$	$1.2 \times 10^{-3}$

問 2 問 1 で考えたように、酸素の表層水への溶解度は夏より冬の方が大きい。その理由を、酸素の熱運動の観点から答えなさい。

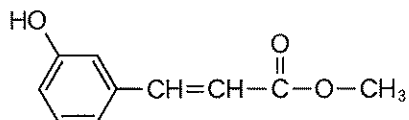
問 3 文中の ア にあてはまるイオン反応式を答えなさい。

問 4 下線部①について、 $25^\circ\text{C}$  pH 6.0 で  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  が沈殿しているとする。このとき水に溶解している  $\text{Fe}^{3+}$  の濃度を  $\text{mg/L}$  の単位で計算し、有効数字 2 桁で答えなさい。計算過程も示しなさい。なお、 $25^\circ\text{C}$  における  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  の溶解度積  $K_{\text{sp}}$  は  $1.0 \times 10^{-38} \text{ mol}^4/\text{L}^4$  であり、水のイオン積  $K_{\text{w}}$  は  $1.0 \times 10^{-14} \text{ mol}^2/\text{L}^2$  である。

問 5 下線部②について、 $\text{H}_3\text{AsO}_3$  および  $\text{H}_3\text{AsO}_4$  に含まれるヒ素の酸化数を、それぞれ答えなさい。

4 次の文章を読んで、後の問いに答えなさい。なお、化合物の構造式については以下の例にならって書きなさい。(配点 20)

構造式の書き方の例



**ア** は、一般式  $C_nH_{2n-2}$  ( $n \geq 2$ ) で表され、分子内に三重結合を1つ含む鎖式不飽和炭化水素の総称である。このうち、 $C_2H_2$  はアセチレンと呼ばれ、分子に含まれるすべての原子が **イ** 上に位置するという構造的特徴をもつ。

アセチレンは、様々な有用化合物の原料となる重要な化合物である。例えば、アセチレン1分子あたり1分子の臭素が付加すると、**化合物 A** を生じる。**化合物 A** に対して、さらに1分子の臭素を付加させると、**化合物 B** を生じる。白金を **ウ** として、アセチレン1分子に水素1分子を付加させると、**化合物 C** を生じる。適切な **ウ** を用いて、アセチレンに塩化水素、シアン化水素、酢酸を付加すると、それぞれ **化合物 D**、**化合物 E**、**化合物 F** を生じる。これらはいずれも付加重合することで高分子化合物を生じる。水銀塩を **ウ** として、アセチレンに水を付加すると、アルコールを生じる。しかし、このアルコールは不安定であるため、より安定な異性体の **化合物 G** になる。また、加熱した鉄にアセチレンを接触させると3分子が結合し、**化合物 H** を生じる。

問 1 **ア** ~ **ウ** にあてはまる適切な語句を、それぞれ書きなさい。

問 2 **化合物 A** ~ **化合物 H** の構造式を、それぞれ書きなさい。

問 3 **化合物 A** ~ **化合物 H** のうち、幾何異性体が存在する化合物を1つ選び、A ~ H の記号で答えなさい。

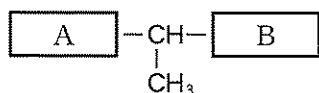


5 次の問いに答えなさい。(配点 20)

問 1 生体の主要な成分であるタンパク質は、約 20 種類の  $\alpha$ -アミノ酸が多数縮合した高分子化合物である。タンパク質中のアミノ酸は、縮合反応の結果生じるアミド結合により連なっているが、 $\alpha$ -アミノ酸どうしから生じるアミド結合を特に  という。また、多数の  $\alpha$ -アミノ酸がこの縮合により鎖状に結合した化合物を一般に  といい、タンパク質はその一種である。

- (1)  と  にあてはまる適切な語句を答えなさい。
- (2) グリシン, セリン, フェニルアラニンの 3 分子が縮合して生じる化合物の分子式と分子量を答えなさい。計算過程も示しなさい。これらのアミノ酸の分子式は、次のとおりである。グリシン  $C_2H_5NO_2$ , セリン  $C_3H_7NO_3$ , フェニルアラニン  $C_9H_{11}NO_2$
- (3) グリシンと無水酢酸  $(CH_3CO)_2O$  からアミドを生じる反応の化学反応式を書きなさい。

問 2 水溶液中では、アミノ酸が持つ電荷は水溶液の pH によって変化する。水溶液中のアミノ酸分子の正と負の電荷が等しくなり、分子全体としての電荷が 0 になる pH がある。この pH を  というが、この状態では、ほとんどのアミノ酸分子が  イオンになっている。この状態におけるアラニンの構造式は、次のとおりである。



の値はアミノ酸の種類によって異なり、アラニンでは 6.0, リシンでは 9.7, グルタミン酸では 3.2 である。

- (1)  と  にあてはまる適切な語句および、 と  にあてはまる適切な化学式を答えなさい。
- (2) アラニンの水溶液に酸を加えて、その pH を 6.0 より小さくしていくとき、それにつれて増加していくアラニンのイオンの構造式を書きなさい。
- (3) アラニン, リシン, グルタミン酸を pH が 6.0 の緩衝液に溶かして電気泳動を行ったとき、陽極側に移動するアミノ酸を答えなさい。