

2018 年度一般入学試験(前期)

理 科 (問 題)

注 意

- 1) 理科の問題冊子は全部で 35 ページあり、問題数は、物理 4 問、化学 4 問、生物 5 問である。白紙・余白の部分は計算・下書きに使用してよい。
- 2) 別に解答用紙が 3 枚ある。解答はすべてこの解答用紙の指定欄に記入すること。指定欄以外への記入はすべて無効である。
- 3) 3 枚の解答用紙のすべての所定欄に、それぞれ受験番号を記入すること。氏名を記入してはならない。なお、記入した受験番号が誤っている場合や無記入の場合は、当該科目の試験が無効となる。また、※印の欄には何も記入してはならない。
- 4) 理科は物理・化学・生物のうち 2 科目を選択して解答すること。選択しない科目の解答用紙には(受験番号は忘れず記入の上)用紙全体に大きく×印をつけて、選択しなかったことがはっきりと分かるようにすること。
- 5) 3 科目全部にわたって解答したもの、および解答用紙 3 枚のうち 1 枚に×印のないものは、理科の試験全部が無効となる。
- 6) 問題冊子、解答用紙はともに持ち出してはならない。
- 7) 試験終了時には、問題冊子の上に、解答用紙を裏返して、下から順に物理、化学、生物の解答用紙を重ねて置くこと。解答用紙、問題冊子の回収後、監督者の指示に従い退出すること。

訂正 (理科)
(試験開始時に紙で全員に配布)

物理

1 ページ 7, 12, 14 行目 2 ページ 1 行目

誤 …カーブを曲る…

↓

正 …カーブを曲がる…

化学

15 ページ IV 問5の2行目

誤 2つ構造

↓

正 2つの構造

生物

16 ページ

削除

誤 I(1) 次の生物をゲノムの総塩基対数が1番目、3番目、5番目に多いものを…

↓

正 I(1) ゲノムの総塩基対数が1番目、3番目、5番目に多いものを…

31 ページ

誤 V 問4 次の特徴に当てはまるものを、下の選択肢からすべて選び、記号を答えなさい。

↓

正 V 問4 次の特徴に当てはまるものを下の選択肢から選び、記号を答えなさい。ただし、1) については最も適当なものを3つ選び、2) については当てはまるものをすべて選びなさい。

訂正 (理科)
(試験時間中に板書で掲示)

化学

14 ページ IV 問2の補足

酸解離定数は、 H^+ を解離 (分離) する反応の平衡定数である。

化 学 (前期)

[注意] 問題を解く際に、必要ならば、次の値を用いなさい。

原子量 H = 1.0, C = 12.0, N = 14.0, O = 16.0, Na = 23.0,

S = 32.1, Cl = 35.5, Fe = 55.8, Ag = 108.0, Pt = 195.0

気体定数 $R = 8.31 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{mol} \cdot \text{K})$

$\log_{10} 2 = 0.301, \log_{10} 3 = 0.477, \log_{10} 7 = 0.845$

I 次の文章を読み、問1～問7に答えなさい。

硫酸ナトリウム、硫酸アンモニウム、塩化アンモニウムが均一に混合された試料①があった。この試料におけるそれぞれの塩の含量を調べるため、次の実験を行った。

この試料 58.0 g をビーカーに量り取り、適量の水で試料を溶解した。その水溶液を 1 L の (あ) にすべて入れ、さらに水を加えてちょうど 1.00 L とし、この溶液をよく混合した。この後、この溶液 20.00 mL を三角フラスコに (い) で正確に量り取り、十分量の物質 M を加えた後、溶液を加熱してアンモニアを発生させた。この発生したアンモニアをすべて 0.200 mol/L の塩酸 100.00 mL 中に回収した。④このアンモニアを回収した塩酸を、1.00 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液⑤で滴定したところ、中和に 6.00 mL を要した。

一方、アンモニアを発生し終えた溶液を冷却し、十分量の硝酸銀水溶液を加えたところ、白色の沈殿が生じた。この白色沈殿を回収し、水分を除いたところ、その白色沈殿の質量は 0.861 g であった。なお、この白色沈殿は、溶液に全く溶解しないものとする。

問 1 (あ), (い) に入る適切な器具の名称を、それぞれ解答欄(あ)、(い)に答えなさい。

問 2 下線部①の硫酸アンモニウムは、どのような塩か答えなさい。酸性塩であれば A と、塩基性塩であれば B と、どちらでもなければ X と解答欄に書きなさい。

問 3 下線部②の物質 M として適切なものを下から選び、(ア)~(カ)の記号で答えなさい。

- | | | |
|--------|--------------|--------------|
| (ア) 塩酸 | (イ) 炭酸ナトリウム | (ウ) 水酸化ナトリウム |
| (エ) 白金 | (オ) 酸化鉄(III) | (カ) 塩化鉄(III) |

問 4 下線部③で起こった反応を反応式で答えなさい。

問 5 下線部④で回収したアンモニアが気体として、27℃、1000 hPa 状態で存在するとき、何 L の体積を占めるか有効数字 3 桁で答えなさい。

問 6 下の(ア)~(ウ)に示す 3 種類の変色域を持つ指示薬のうち、下線部⑤の中和滴定で、最も適切な変色域を持つ指示薬を選び、(ア)~(ウ)の記号で答えなさい。

- | | | |
|----------------|----------------|-----------------|
| (ア) pH 4.5~6.5 | (イ) pH 6.5~8.5 | (ウ) pH 8.5~10.5 |
|----------------|----------------|-----------------|

問 7 試料 58.0 g 中に含まれていた硫酸ナトリウム、硫酸アンモニウム、塩化アンモニウムの質量はそれぞれ何 g か、解答欄(i)~(iii)に小数点以下 1 桁で答えなさい。

II 次の文章を読み、問1～問5に答えなさい。

炭化水素化合物では、一般に分子量が大きいほど分子間に働く(ア)が大きく沸点が高い。しかし、酢酸の沸点は、同じ程度の分子量を持つ炭化水素化合物に比べてかなり高い。これは、酢酸分子間には(ア)が働くだけでなく、(イ)により2分子からなる会合体を形成していることに起因している。

①
いま、酢酸 1.00 g を 200 g の有機溶媒 X に溶かしたところ、酢酸の電離は確認されず、この溶液の密度は 0.804 g/cm^3 であった。また、この溶液の凝固点は、
②
有機溶媒 X の凝固点よりも $5.21 T \times 10^{-2} \text{ }^\circ\text{C}$ 低かった。なお、 T は有機溶媒 X のモル凝固点降下であり、この実験を行っている温度範囲では、酢酸の会合体を形成する反応の平衡定数(濃度平衡定数)の変化は、無視できるものとする。

問 1 (ア)、(イ)に入る適切な語句を答えなさい。

問 2 下線部②の溶液中における酢酸の見かけの分子量はいくらか、有効数字 3 桁で答えなさい。

問 3 下線部②の溶液中における酢酸の単量体および会合体のモル濃度はそれぞれいくらか、解答欄(i)、(ii)に有効数字 2 桁で答えなさい。

問 4 下線部②の溶液中における酢酸の会合体を形成する反応の平衡定数(濃度平衡定数)はいくらか、有効数字 2 桁で答えなさい。

問 5 下線部①の会合体の構造を酢酸の構造式を用いて、文中の(イ)に対応するところも分かるように図示しなさい。

Ⅲ 次の有機化合物に関する文章を読み、問1～問6に答えなさい。

25℃で固体の有機化合物Aは、炭素と水素と酸素のみからできている。この有機化合物A 0.780 gを試料皿にとり、それを酸化銅(Ⅱ)が入っている燃焼管で完全に燃焼させた。この燃焼管に連続して塩化カルシウム管とソーダ石灰管を連結したところ、塩化カルシウム管の質量は0.468 g、ソーダ石灰管の質量は1.144 gそれぞれ増加した。また、この有機化合物A 0.450 gを溶かして300 mLの水溶液を作った。この水溶液の浸透圧を27℃で測ったところ、415 hPaであった。なお、水溶液中における有機化合物Aの電離および会合体形成は、無視できるものとする。

問1 有機化合物Aの燃焼熱は、 Q kJ/molである。有機化合物Aを完全燃焼させたときの熱化学方程式を書きなさい。なお、有機化合物Aの分子式を $C_xH_yO_z$ として答えなさい、また、この分子式の x と z の関係は $x \geq z$ である。

問2 有機化合物A 0.780 g中に含まれる炭素、水素、酸素の質量は何gか、それぞれ解答欄(i), (ii), (iii)に小数点以下3桁で答えなさい。

問3 実験値から求めると、有機化合物Aの分子量はいくらになるか、有効数字3桁で答えなさい。

問4 有機化合物Aの分子式を答えなさい。

問5 分子式 $C_4H_{10}O$ で表される有機化合物で、次の(ア)～(ウ)に挙げた性質をすべて満たす化合物の示性式と化合物名をそれぞれ解答欄(i), (ii)に答えなさい。なお、適切な化合物が無い場合には解答欄(i)に \times と答えなさい。

(ア) 枝分かれのあるアルキル鎖を持つ。

(イ) 金属ナトリウムを加えると、反応して気体を発生する。

(ウ) ニクロム酸カリウムの硫酸酸性溶液に入れて加熱すると、カルボン酸を生じる。

問 6 フェノールはコールタール(石炭の乾溜により生じる粘性の高い黒褐色の液体)の分留で得られるが、工業的には主にベンゼンを原料に以下の工程で製造される。

ベンゼンに化合物 X を触媒の存在下で反応させ、化合物 Y を生成する。その化合物 Y を触媒の存在下で空気酸化しクメンヒドロペルオキシドとした後、希硫酸で分解すると、フェノールと化合物 Z が得られる。

化合物 X, Y, Z の構造を、それぞれ解答欄 X, Y, Z に示性式で答えなさい。

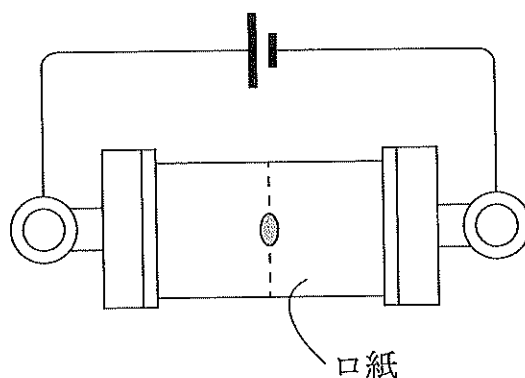
IV 次の文章を読み、問1～問6に答えなさい。

スポーツドリンクなどに配合されているBCAAは、分岐鎖アミノ酸 (branched chain amino acid) と呼ばれる種類のアミノ酸である。これらのアミノ酸は、いずれもその側鎖に枝分かれした脂肪族炭化水素基を持つ。ヒトのタンパク質を構成するアミノ酸の中では、バリン、ロイシン、イソロイシンがこれらに相当する。

問1 バリンについて分析したところ、その分子量は117であり、その窒素含量は12.0%であった。バリンの分子式を解答欄に書きなさい。

問2 アミノ酸分子全体として見かけ上電荷が無くなるpHの値を何というか、解答欄(i)に答えなさい。また、バリンにおけるその値を小数点以下2桁まで求め、解答欄(ii)に答えなさい。なお、バリンの酸解離定数を $K_1 = 4.00 \times 10^{-3}(\text{mol/L})$ 、 $K_2 = 2.70 \times 10^{-10}(\text{mol/L})$ とする。

問3 3枚の口紙をそれぞれpH 4.0、7.0、10.0の緩衝液に浸し、図に示したようにそれぞれの口紙の両側に直流電源をつないだ。バリンを溶かした試料をそれぞれの口紙の中央に置き、適当な時間通電した後、発色液を口紙に噴霧してバリンを発色させた。なお、この通電時間内では、バリンは口紙上に存在している。



それぞれpH 4.0、7.0、10.0の緩衝液に浸した口紙における発色の位置が、図に示した口紙の中央より左に動いた場合はL、右に動いた場合はR、動かなかった場合はCと、それぞれ解答欄(i)～(iii)に記入しなさい。

問 4 バリンが pH 10.0 の緩衝液中で最も多く存在している状態を、その状態が分かるように示性式または構造式などで示しなさい。ただし、光学異性体を考慮する必要はない。

問 5 ロイシンとイソロイシンはいずれも分子式が $C_6H_{13}NO_2$ で示される構造異性体である。ロイシンとイソロイシンとして考えられる 2 つ構造を、それらの構造が分かるように示性式や構造式などで解答欄に示しなさい。ただし、光学異性体は考慮しない。

また、これらの示性式や構造式の中に不斉炭素原子が存在する場合、それらの原子を○で囲んで示しなさい。

問 6 ヒトは、これら 3 種類の BCAA をいずれも食事から取り入れる必要がある。このようなアミノ酸を何というか答えなさい。