

2012 年度 入学 試験 問題

理 科 (問 題)

注 意

- 1) 理科の問題冊子は全部で 26 ページあり，問題数は，物理 5 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。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) 途中退場または試験終了時には，解答が他の受験生の目に触れないよう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，監督者の許可を得た後に退出すること。

化学 問題Ⅱの【実験1】の文章を以下のように変更する。

【実験1】_(ア) 濃度 0.04mol/l の硫酸銅(Ⅱ)水溶液があった。この溶液 50ml をビーカーにとり、水を 50ml 加えた。この溶液に水酸化ナトリウム水溶液を少量 (100ml に対して無視することができる量) 加えただけで沈殿が生じた。さらに水酸化ナトリウム水溶液を加えてよく混合しても沈殿が溶解することはなかったが、この沈殿にアンモニア水を加えてよく混ぜると _(イ) 沈殿は溶解した。

化 学

〔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 $H = 1.0$, $C = 12.0$, $N = 14.0$, $O = 16.0$, $Mg = 24.3$,

$Al = 27.0$, $S = 32.1$, $Cu = 63.5$, $Zn = 65.4$

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

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

I 次の問1～問4に答えなさい。

問1 下に示した4種類の気体(ア)～(エ)をそれぞれ得たい。それぞれの気体を発生させるために適切な試薬を下の【試薬群】の中からそれぞれ2種類ずつ選び、解答欄(ア)～(エ)にそれぞれA～Mの記号で答えなさい。なお、同じ試薬を何度選んでもかまわない。

(ア) アンモニア (イ) 二酸化硫黄 (ウ) 二酸化窒素 (エ) 硫化水素

【試薬群】

- | | | |
|----------------|--------------|--------------|
| (A) 亜鉛 | (B) アルミニウム | (C) 銅 |
| (D) 酸化マンガン(IV) | (E) 硫化鉄(II) | (F) 食塩 |
| (G) 炭酸カルシウム | (H) 水酸化カルシウム | (I) 塩化アンモニウム |
| (J) 希塩酸 | (K) 濃硝酸 | (L) 濃硫酸 |
| (M) 過酸化水素水 | | |

問2 下に示した気体の分子式において、非共有電子対が最も少ないものを選び、A～Eの記号で答えなさい。なお、最小のものがいくつある場合は、すべて選びなさい。

- | | | |
|-----------|-----------|--------|
| (A) アンモニア | (B) 塩化水素 | (C) 酸素 |
| (D) 窒素 | (E) 二酸化炭素 | |

問 3 下の(A), (B)2つの群にあるそれぞれ4種類の化合物の内, それぞれ沸点の最も低い化合物を選び, 解答欄(A), (B)に, その化合物の分子式を答えなさい。

(A) 塩化水素, 臭化水素, フッ化水素, ヨウ化水素

(B) エタン, ブタン, プロパン, メタン

問 4 下に示した化合物で, 同種分子間で水素結合を形成することができるものをすべて選び, A~Fの記号で答えなさい。

(A) アセトン

(B) エタノール

(C) 酢酸

(D) ジエチルエーテル

(E) トルエン

(F) ニトロベンゼン

II 硫酸銅(II)について次の2つの実験を行った。これらの実験に関連して、下の問1～問6に答えなさい。

【実験1】 濃度 0.04 mol/l の硫酸銅(II)水溶液があった。この溶液 50 ml をビーカーにとり、水を 50 ml 加えて、その溶液の pH を測定すると 5.0 であった。この溶液に水酸化ナトリウム水溶液を微量 (50 ml に対して無視することができる量) ずつ加えていくと、pH 7.0 を越えた状態では沈殿を生じた。この沈殿にアンモニア水を加えてよく混ぜると沈殿は溶解した。

【実験2】 青色の硫酸銅(II)の結晶があった。この結晶の水和水の状態を調べるために、この結晶を細かく砕いてから 1.66 g 量り取り、その結晶をシャーレ上に薄く広げて 115°C に保たれた乾燥機に入れた。平衡に達した後に白色になった粉末を乾燥機から取り出し、注意深く室温まで冷却し、粉末の重さを測定したところ、 1.19 g になっていた。この粉末をさらに乾燥機に入れ、温度を 250°C まで上げて十分な時間放置した後、同様に室温まで冷却し、白色の粉末の重さを測定した。その重さは 1.07 g であり、無水塩になっていることが分かった。

問1 【実験1】の下線部(i)で起こっている反応を反応式で書きなさい。

問2 【実験1】の下線部(a)の水溶液を 5 ml ずつ7本の試験管にとり、それぞれの試験管に下に示した7種類の化合物が 0.20 mol/l の濃度に調整された水溶液を別々に 5 ml ずつ加えてよく混合した。そのときに沈殿を生じる水溶液は7種類の化合物のうちどれか、沈殿が生じるものをすべて選び、A～Gの記号で答えなさい。

- (A) 酢酸 (B) 硫酸 (C) 酢酸ナトリウム
(D) 炭酸ナトリウム (E) 硫酸ナトリウム (F) 炭酸水素ナトリウム
(G) 硫酸水素ナトリウム

問 3 【実験 1】の下線部(ア)の水溶液を 10 ml ずつ 6 本の試験管にとり、それぞれの試験管に下に示した 6 種類の物質の小片を別々に入れたとき、銅が析出するものがあつた。銅が析出するのはどの小片を加えたときか、銅が析出するものをすべて選びなさい。答えは、A～F の記号で書きなさい。

- (A) 亜鉛 (B) アルミニウム (C) 硫黄
(D) 銀 (E) 黒鉛 (F) 鉛

問 4 【実験 2】の下線部(カ)の粉末に含まれる硫酸銅(Ⅱ)の物質量を有効数字 3 桁で答えなさい。

問 5 【実験 2】の下線部(エ)または(オ)で冷却するときに、十酸化四リン(五酸化二リン)を用いた。これを用いてどのように冷却すればよいか簡単に説明しなさい。また、なぜそのようにしないといけないのか、その理由も合わせて答えなさい。

問 6 【実験 2】の結果から、下線部(ウ)の硫酸銅(Ⅱ)の組成式を示すとともに、この結晶の水和水の結合状態などについてどのようなことがわかるかを答えなさい。

Ⅲ 次の文章を読み、問 1～問 5 に答えなさい。

エチレン(エテン)の 2 個の水素が置換基で置き換えられた化合物 A がある。この化合物 A の 2 個の置換基は、それぞれ異なっているが、それらを同じものであると見なすと、この化合物 A はトランス形であり、水素と炭素以外に酸素のみを含んでいることがわかっている。そこで、この化合物 A を 0.570 g 量り取り、完全に燃焼させたところ、0.630 g の水と 1.540 g の二酸化炭素が生成した。また、触媒としてのニッケルの存在下で、0.570 g の化合物 A を気体の水素と反応させ^(ア)た。この反応で、1013 hPa、27 °C の状態の水素が 123 ml 消費され、化合物 A は化合物 B になった。この化合物 B は、化合物 A と同様に金属ナトリウムと反応^(イ)し、気体を発生した。また、化合物 B を酸化すると化合物 C が生成し、その化合物 C を水酸化ナトリウム水溶液中でヨウ素を加えて温めると、黄色の結晶が生じた。なお、化合物 A、B、C にはそれぞれ光学異性体が存在することもわかった。

問 1 化合物 A の組成式を答えなさい。

問 2 化合物 A の分子量を有効数字 3 桁で求めなさい。

問 3 下線部(ア)の反応で、反応を進めるためにニッケルを用いているが、ニッケルを用いているとなぜ反応が進みやすくなるのか簡単に答えなさい。

問 4 下線部(イ)の反応で発生した気体を分子式で答えなさい。

問 5 化合物 A、B、C の構造式を解答欄 A、B、C にそれぞれ一つずつ書き、不斉炭素原子の右上に * 印を記入しなさい。なお、それぞれの光学異性体の構造を立体的に書く必要はない。

IV 次の文章を読み、問1～問6に答えなさい。

私達ヒトは、外界から栄養を摂取することにより、その生命の維持に必要なエネルギーを獲得している。

一般に三大栄養素といわれる成分には、(ア)、(イ)、(ウ)がある。(ア)の一種であるデンプンは、世界中ほとんどの民族の主食として利用されており、摂取した食物に含まれているデンプンはまずだ液に含まれる酵素^(a)により分解される。また、三大栄養素の中で1gあたりの熱量が最も多い(イ)は、水に溶けないために、胆汁に含まれる成分と混合して水に分散した状態^(b)で、すい液に含まれる酵素^(c)により分解される。

(ウ)は、(ア)、(イ)が主にエネルギーとして利用されるのに対して、「身体をつくる」、「化学反応の手助けをする」といった重要な役割を担う物質の構成要素としても利用される。(ウ)は、(エ)種類の(オ)を構成単位としており、このうちヒトには自分自身で合成することのできない(オ)があり、これらは食品から摂取する必要がある。摂取された(ウ)は、胃液による酸性条件^(d)下で胃の中の酵素によりまず分解され、さらに、弱アルカリ性の小腸内にて、別の酵素により分解を受ける。その後小腸の粘膜上にある酵素により分解を受け、(オ)や(オ)が2、3単位つながった(カ)の状態^(d)で吸収される。

問1 (ア)～(カ)に入る最も適切な語句や数字を、解答欄(ア)～(カ)にそれぞれ答えなさい。

問2 下線部(a), (c), (d)において働く酵素の名称の組み合わせとして正しいものをすべて選び、①～⑧の記号で答えなさい。ただし、正しい組み合わせが無ければ×を記入しなさい。

- | | | |
|-------------|----------|-----------|
| ① (a) マルターゼ | (c) チマーゼ | (d) ペプシン |
| ② (a) マルターゼ | (c) チマーゼ | (d) トリプシン |
| ③ (a) マルターゼ | (c) リパーゼ | (d) ペプシン |
| ④ (a) マルターゼ | (c) リパーゼ | (d) トリプシン |

- ⑤ (a) アミラーゼ (c) チマーゼ (d) ペプシン
⑥ (a) アミラーゼ (c) チマーゼ (d) トリプシン
⑦ (a) アミラーゼ (c) リパーゼ (d) ペプシン
⑧ (a) アミラーゼ (c) リパーゼ (d) トリプシン

問 3 下線部(b)のように、(イ)などの水に溶けない成分を水中に分散させた状態の粒子を何というか解答欄(i)に答えなさい。また、このような状態の液体に横から細い光線を当てるとその光が通る道筋を観察することができる。このような現象を何というか、解答欄(ii)に答えなさい。

問 4 あるヒトの胃液を採取して、胃酸の濃度を求めたところ、 0.0200 mol/l であった。この胃液の pH を小数点以下 2 桁で求めなさい。なお、胃液は塩酸そのものであると見なし、胃酸の電離度は 1.00 であるとして答えなさい。

問 5 胃の調子が悪い場合に、胃酸の量が多くなっている胃酸過多という状態になることがある。このような場合、胃酸を中和するために水酸化アルミニウムや酸化マグネシウムが制酸剤として投与されている。水酸化アルミニウムが胃酸(塩酸)を中和する際の反応を反応式で解答欄(i)に書きなさい。また、問 4 で採取したヒトの胃液 10.0 ml を中和するのに必要な酸化マグネシウムの質量は何 g か、有効数字 3 桁で解答欄(ii)に答えなさい。

問 6 胃の内視鏡や X 線造影による検査の際に、胃の粘膜をよく観察できるようにするため、顆粒状の炭酸水素ナトリウムと酒石酸($\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_6$ 、ヒドロキシ基を持つ 2 価カルボン酸)の混合物を服用し、胃を大きく膨らませて検査を行っている。この薬剤を服用することにより胃が大きく膨らむ現象のもととなる化学反応を反応式で書きなさい。