

- [1] 以下の記述を読み、設問に答えなさい。なお、文中の A, D, E, G, J, Q, R, T は特定の元素を表している。また、ある元素に対応する記号を A としたとき文中の記号表現の意味は以下のとおりである。

A-O : A の酸化物

A-H : A の水酸化物

A-S : A の硫酸塩

A^{x+} : + x 価の A イオン

A^+ : +1 価の A イオン

A(II) : 酸化数が 2 である A

A(III) : 酸化数が 3 である A

◇物質を炎の中で加熱したときに、その成分元素に特有の色が見られる現象を [語句 1] という。

A は [(あ)] 緑色, D は [(い)] 緑色, [(a)] は [(あ)] 色の [語句 1] を示す。

◇異なる金属を混ぜ合わせ融解して作られる [語句 2] は、原料となるもとの金属とは異なる性質を持つ場合が多い。

- ・D と E の [語句 2] は [(あ)] 銅または [(b)] とよばれ、多くの装飾品や楽器の材料、硬貨などの素材として用いられている。
- ・G と J の [語句 2] である [(c)] は、融点が低く金属の接合に使用される。
- ・R にニッケル、クロム、モリブデン等を加えた [語句 2] は [(d)] 鋼とよばれ、[(e)] 性に優れ、台所用品や調理器具に使用される。
- ・D と G の [語句 2] は [(い)] 銅または [(f)] とよばれ、硬貨や機械類、美術品の素材として広く用いられている。

◇単体には、同じ元素からできているにもかかわらず性質の違う複数の物質が存在することがある。このような単体を互いに [語句 3] という。

- ・硫黄の三種類の [語句 3] のうち、[(あ)] 色で結晶構造が [(g)] 結晶であるものは [(h)] 硫黄とよばれ [(i)] に溶解する。
- ・リンの [語句 3] である [(あ)] リンは [(j)] 形の分子からなり、[(k)] 性が強く空気中では自然発火する。また、空気を断って約 250 °C に加熱すると [(う)] リンに変化する。[(あ)] リンは [(i)] に溶けるが、[(う)] リンは溶けない。

◇ A-S は [(え)] 色で酸にほとんど溶けず X 線を遮断する。D(II)-S の 5 水和物は [(い)] 色であるが、加熱すると [(え)] 色の [(1)] 性を持つ固体に変化する。

◇ D^{2+} , T^{+} , J^{2+} を含む水溶液に [(m)] を通じると [(お)] 色の沈殿を生じる。一方、 A^{2+} , J^{2+} を含む水溶液に [(n)] を加えると [(あ)] 色の沈殿が生成する。

◇ [数字 1] 族の元素である E の単体は銀 [(え)] 色の固体であり、^① 高温の水蒸気と反応して [(o)] を発生する。 また、E(II)-O の粉末は [(え)] 色で塗料や絵の具の原料として広く用いられている。^② E(II)-O は、[(a)] の水溶液および塩酸のいずれとも反応し溶ける。

◇ [数字 1] 族の元素である Q の単体は、常温で唯一液体である金属でその蒸気および化合物は [(k)] 性が高い。[(う)] 色の硫化物を主成分とする [(p)] として天然に存在し、朱肉の原料として使用されている。

◇ [数字 2] 族の元素 G の単体は軟らかく、常温では銀 [(え)] 色をしていて安定だが、低温では灰色となりもろくなる。R に G をめっきしたものは [(q)] とよばれる。

◇ [数字 3] 族の元素 T の単体は、[(え)] 色の光沢を持ち、空気中ではさびにくい。[(o)] よりも [(r)] が小さく、酸化力の強い酸にしか溶けない。 T^{+} を含む水溶液に [(s)] の水溶液を加えると、暗褐色の T-O が沈殿する。さらに、^③ 過剰の [(s)] の水溶液を加えると、沈殿は無色透明の水溶液になる。

◇ R^{3+} を含む水溶液に [(t)] の水溶液を加えると濃 [(う)] 色になる。また, [(u)] と反応して, 濃 [(い)] 色の沈殿を生じる。④ R(III)の塩化物の水溶液を沸騰させた水に滴下すると R(III)-H の [(v)] 溶液が生成する。

【選択肢】

- | | | | |
|----------------------|----------------|------------|---------------|
| 1. 毒 | 2. 耐食 | 3. ゴム状 | 4. イオン化傾向 |
| 5. 針状 | 6. 辰砂 | 7. しんちゅう | 8. 正八面体 |
| 9. 耐熱 | 10. 電子親和力 | 11. 耐摩耗 | 12. 吸湿 |
| 13. 正四面体 | 14. 単斜 | 15. はんだ | 16. 球状 |
| 17. ケイ砂 | 18. 緑青 | 19. 水晶 | 20. ブロンズ |
| 21. アルマイト | 22. ステンレス | 23. アモルファス | 24. セッコウ |
| 25. ブリキ | 26. 風解 | 27. アンモニア | 28. 二硫化炭素 |
| 29. 硫化水素 | 30. 一酸化炭素 | 31. 十酸化四リン | 32. 塊状 |
| 33. ジュラルミン | 34. 王水 | 35. 窒素 | 36. イオン化エネルギー |
| 37. トタン | 38. 水素 | 39. コロイド | 40. ニクロム酸イオン |
| 41. クロム酸イオン | 42. チオシアン酸カリウム | | 43. 水酸化ナトリウム |
| 44. ヘキサシアノ鉄(II)酸カリウム | | | |

設問 1-1 A, D, E, G, J, Q, R, T に対応する元素を元素記号で答えなさい。

設問 1-2 [(a)] ~ [(v)] に当てはまる語句を, 【選択肢】 から選び数字で答えなさい。
ただし, 同じ選択肢を 2 回使用しないこと。

設問 1-3 [語句 1] ~ [語句 3] に当てはまる語句, [数字 1] ~ [数字 3] に当てはまる数字, [(あ)] ~ [(お)] に入る色を示す漢字 1 文字を答えなさい。

設問 2 下線部 ① ~ ④ に対応する化学反応式を書きなさい。② については, 塩酸および [(a)] の水溶液との反応を両方答えること。

設問 3 T と [(b)] を硝酸に溶かし、その水溶液に塩酸を加えたところ沈殿 x が生じた。ろ過により沈殿 x とろ液を分離し、そのろ液に [(m)] を通じたところ沈殿 y が生じた。さらに、ろ過により沈殿 y とろ液を分離し、そのろ液に [試薬 X] の水溶液を加えたところ沈殿 z が生じた。さらに過剰に [試薬 X] の水溶液を加えたところ沈殿 z は溶解した。

設問 3-1 [試薬 X] として、当てはまる物質すべてを【選択肢】から選び、数字で答えなさい。

設問 3-2 沈殿 x, 沈殿 y, 沈殿 z の化学式を答えなさい。

設問 4 下線部 ④ で生成した [(v)] 溶液の一部をセロハン膜にいれ、蒸留水に浸けてしばらく放置し、セロハン膜中の溶液 c と膜の外側の水溶液 d を採取した。また、溶液 c にゼラチン溶液を加えた溶液 e を作成した。以下の問いに答えなさい。

設問 4-1 水溶液 d に加えると沈殿を生じる陽イオンを、 D^{2+} , T^{+} , J^{2+} , R^{3+} の中からすべて選び答えなさい。

設問 4-2 溶液 c および溶液 e にそれぞれ硫酸ナトリウム水溶液を滴下した。[(v)] 粒子の凝集が観察される溶液を答えなさい。

設問 4-3 設問 4-2 の結果が観察される理由を、ゼラチン溶液の役割を明記し60文字以内で説明しなさい。

[2] 次の文章を読み、設問に答えなさい。

三大栄養素とは [ア], [イ], [ウ] のことであり、いずれも大きな分子であるが、体内においては [エ] によって小さな分子へと [オ] される。この反応により [ア] から生成される [カ] と、[イ] から生成される [キ] は、共に分子内に酸性を示す [ク] とよばれる置換基を有する。また、[キ] は塩基性を示す [ケ] とよばれる置換基も有している。したがって、分子式 $C_2H_5NO_2$ で表される [キ] は、水に溶解させると [a] のように [A イオン] として存在する。そして、この水溶液に酸を加えるとこの分子は [B イオン] になり、塩基を加えると [C イオン] になる。また、ある特定の [コ] において正と負の電荷がつり合い、このときの [コ] の値を [サ] とよぶ。

置換基 [ク] を有する分子式 $C_2H_4O_2$ の化合物は、[シ] とよばれる弱酸である。[シ] は水に溶かすと、反応① によりイオンと分子とが平衡状態となる。このような平衡を電離平衡とよび、この電離平衡における平衡定数を電離定数 K_a という。[シ] の水溶液においては、電離定数 K_a と濃度 c [mol/L] および電離度 α の関係は [b] となるが、電離度 α はきわめて小さく $1-\alpha \div 1$ と見なすことができるので、[c] のように簡単な式で表すことが可能となる。[シ] の 25°C における電離定数は 2.7×10^{-5} [mol/L] であるので、濃度が 2.7×10^{-1} [mol/L] の水溶液の電離度は [ス] となる。

弱酸と強塩基の塩である [シ] ナトリウムの水溶液は、弱塩基性を示す。これは、[シ] の電離で生じたイオンの一部が [オ] とよばれる 反応② により、[セ] を生じさせるためである。なお、[シ] ナトリウムに塩酸を加えると 反応③ が進行する。これは、弱酸と強塩基の塩に強酸を加えると、弱酸が [ソ] するためである。

設問 1 [ア] ～ [ソ] にあてはまる最も適切な語句あるいは数値を答えなさい。(数値は有効数字 2 桁でもとめなさい。)

設問 2 A ～ C にあてはまる語句を答え、それぞれのイオンの種類を表す語句を完成させなさい。

設問 3 反応① ～ 反応③ について、それぞれの反応式を書きなさい。

設問4 [a] の示性式を書きなさい。(電荷を持つ部分を明示しなさい。) また, [b]
および [c] の式を完成させなさい。

[3] 次の文章を読み、設問に答えなさい

合成高分子化合物は、[a] とよばれる分子量の小さい化合物から [b] や [c] によって合成される。6,6-ナイロンはアジピン酸と [あ] から [b] により合成される。また、ビニロンは [い] を [c] してポリ酢酸ビニルを合成し、加水分解してポリビニルアルコールとした後、適量のホルムアルデヒドで処理して合成する。ポリビニルアルコールの [a] は安定に存在せず、すぐに [う] へと変化してしまうため、[a] として用いることができない。ポリエチレンテレフタレートはテレフタル酸と [え] から [b] により合成される。分子量 5.0×10^4 のポリエチレンテレフタレートの重合度は [ア] であり、3.84 g を完全に加水分解すると [イ] g のテレフタル酸が得られる。

合成高分子化合物の多くは、熱や圧力を加えることによって形を変えることができる。このような性質をもつ高分子材料を [d] という。[d] には加熱・冷却により可逆的に硬化・軟化する [e] と加熱により不可逆的に硬化する [f] がある。

官能基を有し、化学的な性質を利用できる高分子化合物もある。立体網目状のポリスチレン樹脂をスルホン化すると、[g] イオン交換樹脂が得られる。この樹脂に塩化ナトリウム水溶液を通すと、流出液は [h] 性を示す。また、アルキルアンモニウム塩の構造をもつ合成樹脂は [i] イオン交換樹脂として働く。これらのイオン交換樹脂は有機化合物の分離にも利用することができる。例えば、分子式 $C_8H_{14}O_5$ のジエステル (I) を酸を用いて加水分解した後、反応溶液を中和してから [i] イオン交換樹脂をつめたカラム（筒状容器）に通し、樹脂を水で洗浄したところ、化合物 (II) は樹脂に吸着されずに流出され、化合物 (III) は樹脂に吸着された。次に、塩酸をカラムに流したところ、流出液から不斉炭素原子を 1 個もつ化合物 (III) が得られた。化合物 (III) 6.7 mg を完全に燃焼させたところ、二酸化炭素 8.8 mg および水 2.7 mg が生じたことから、化合物 (III) の分子式は [ウ] であると分かった。ジエステル (I) は 2 個のエステル結合をもち、1 分子のジエステル (I) から 2 分子の化合物 (II) が得られるから、化合物 (II) の分子式は [エ] である。化合物 (III) は [j] 基を 2 個もつことから、その構造は [お] であると分かる。以上の情報を総合的に考えると、ジエステル (I) の構造は [か] であると考えられる。

設問1 [a] ～ [j] にあてはまる最も適切な語句を答えなさい。

設問2 [ア] および [イ] にあてはまる数値を有効数字2桁で答えなさい。また, [ウ]
および [エ] にあてはまる分子式を答えなさい。

設問3 [あ] ～ [か] にあてはまる構造式を示しなさい。

設問4 下線部の反応を反応式で示しなさい。ただし樹脂は $\text{R-SO}_3\text{H}$ として示しなさい。

(注意) 必要があれば, 次の原子量を用いなさい。

$\text{H}=1.0$, $\text{C}=12.0$, $\text{O}=16.0$