

理 科

科目：化学基礎・化学

注 意 事 項

1. 試験開始の合図があるまで、この問題用紙を開いてはいけません。
2. 問題用紙は表紙を含めて5枚、解答用紙は4枚、下書用紙は1枚です。
試験開始の合図があってから確かめなさい。
3. 解答用紙に受験番号を記入しなさい。ただし、氏名を書いてはいけません。
4. 文字などの印刷に不鮮明なところがあった場合は、手を挙げて監督者に知らせなさい。
5. 解答はすべて解答用紙に記入しなさい。ただし、「総得点欄」「採点欄」「得点欄」に記入してはいけません。また、裏面を使用してはいけません。
6. 問題用紙の余白は、下書きとして利用してかまいません。
7. 配付された問題用紙、下書用紙は持ち帰りなさい。
8. 計算問題は、有効数字2桁で解答しなさい。
必要があれば以下の値を用いなさい。
原子量：H = 1.0, C = 12.0, O = 16.0
アボガドロ定数 $N_A = 6.0 \times 10^{23} / \text{mol}$, ファラデー定数 $F = 9.6 \times 10^4 \text{ C/mol}$

問題用紙

(化学基礎・化学)

問題1 以下の(1)～(5)の問いに答えなさい。

(1) 次の(a)～(d)の文章の下線部が正しければ○を、正しくなければ正しい語を記入しなさい。

- (a) 水素を燃料とする自動車の排気ガスには主に二酸化炭素が含まれている。
- (b) ペットボトルはプラスチックの一種であるポリスチレンでできている。
- (c) アスコルビン酸(ビタミンC)は市販の緑茶飲料に還元剤として添加されている。
- (d) 冬の道路に塩化カルシウムを散布すると蒸気圧降下によって凍結防止効果が現れる。

(2) 次の文章を読み、以下の(a)～(e)の問いに答えなさい。

イオン結晶からなる物質は (i) 融点が高く硬い傾向がある。しかし、この結晶は (ii) 割れやすくてもろく、外部から強い力が加わると (iii) 特定の面に沿って割れる性質がある。また、(iv) 高温にして融解させると電気を通す。

- (a) イオン結晶からなる物質を2つ挙げ、物質名と組成式をそれぞれ書きなさい。
- (b) 下線部 (i) の理由について説明しなさい。
- (c) 下線部 (ii) の理由について説明しなさい。
- (d) 下線部 (iii) の性質を何というか、答えなさい。
- (e) 下線部 (iv) の理由について説明しなさい。

(3) 砂を含んだ食塩水から塩化ナトリウムの結晶を取り出すにはどのようにすればよいか、説明しなさい。

(4) 体積 V の容器に入れた気体A(理想気体とする)の分子量 M を求める実験を行いたい。気体Aの質量 m と温度 T を測定し、気体定数 R は文献で調べることとした。この実験では気体Aについてこれら以外に何を測定する必要があるか、説明しなさい。根拠となる式も示すこと。

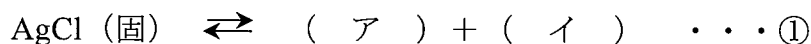
(5) 大雨の後の河川の水は泥が混じって濁っている。これは主に負に帯電したコロイド粒子からなる。この河川水を浄化するのに、塩化ナトリウム、塩化マグネシウム、硫酸ナトリウム、硫酸アルミニウムのうちのどれを加えるのが最もよいか、理由とともに答えなさい。

問題用紙

(化学基礎・化学)

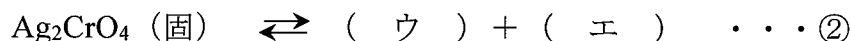
問題2 次の文章を読み、以下の(1)～(6)の問いに答えなさい。ただし、塩化銀の溶解度積は 1.0×10^{-10} (mol/L)²、クロム酸銀の溶解度積は 4.0×10^{-12} (mol/L)³とする。また、各操作(溶解および溶液添加)による水溶液の体積変化および温度変化はないものとする。計算は、途中の過程も示しなさい。

塩化銀(AgCl)は難溶性の塩であり、水には、そのごく一部が溶解する。塩化銀を水に加えて、塩化銀の固体が溶け残った場合、その水溶液では①の化学平衡が成立している。



純水に、塩化水素ガスを吹き込むことによってpHを下げていくと、その水への塩化銀の溶解度は 。

塩化銀と同様に、クロム酸銀(Ag₂CrO₄)も難溶性の塩である。クロム酸銀を水に加えて、クロム酸銀の固体が溶け残った場合、その水溶液では②の化学平衡が成立している。



クロム酸銀の溶解度積は、クロム酸銀の飽和水溶液中における陽イオンのモル濃度の二乗と陰イオンのモル濃度との積で表される。塩化カリウムとクロム酸カリウムをそれぞれ 1.0×10^{-2} mol含む水溶液1.0 Lに硝酸銀水溶液を徐々に添加すると、塩化銀とクロム酸銀の溶解度積の違いから、先に が沈殿する。この性質は、水溶液中の塩化物イオンを定量するためのモール法に応用されている。

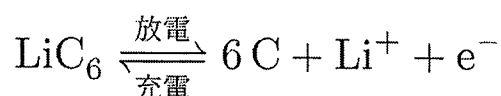
- (1) (ア)～(エ)に適切な化学式を記入しなさい。必要に応じて、化学式に係数をつけること。
- (2) 純水に塩化銀を溶解して飽和水溶液にした。この飽和水溶液のモル濃度を計算しなさい。
- (3) に適切な語句を、次の[]から選び記入しなさい。また、その理由も書きなさい。 [増加する ・ 減少する ・ 一定の値に保たれる]
- (4) 1.0×10^{-2} molの塩化カリウムを含む水溶液1.0 Lに硝酸銀水溶液を添加した。この水溶液中の銀イオンのモル濃度がある値より大きくなったとき、塩化銀が沈殿した。その銀イオンのモル濃度を計算しなさい。
- (5) 1.0×10^{-2} molのクロム酸カリウムを含む水溶液1.0 Lに硝酸銀水溶液を添加した。この水溶液中の銀イオンのモル濃度がある値より大きくなったとき、クロム酸銀が沈殿した。その銀イオンのモル濃度を計算しなさい。
- (6) に適切な語を、次の[]から選び記入しなさい。また、その理由も書きなさい。 [塩化銀 ・ クロム酸銀 ・ 硝酸銀]

問題用紙

(化学基礎・化学)

問題3 次の文章を読み、以下の(1)～(6)の問いに答えなさい。

炭素は周期表の(ア)族に属する典型元素で、原子は(イ)個の価電子を持ち、他の原子と共有結合を形成する。炭素からなる物質には黒鉛、ダイヤモンド、フラーレンの他にカーボンナノチューブ、活性炭などがある。ダイヤモンドは立方体の単位格子中に8個の原子が含まれている。活性炭は無定形炭素の一種で脱臭剤に用いられる。黒鉛はリチウムイオン電池の負極に用いられており、充電および放電における反応は次式で示され、充電時には黒鉛の層間にリチウムイオンが入り込み、完全充電の状態で LiC_6 を形成する。また、放電時には層間からリチウムが離脱する。



- (1) (ア)および(イ)に適切な数字を記入しなさい。
- (2) 黒鉛、ダイヤモンドおよびフラーレンの電気伝導性の有無を答えなさい。
- (3) 活性炭以外の無定形炭素を1つ書き、無定形炭素の構造について説明しなさい。
- (4) 活性炭が脱臭剤として機能する理由を説明しなさい。
- (5) ダイヤモンドの密度を求めなさい。

ただし、単位格子の一辺の長さは 3.5×10^{-8} cm とする。

- (6) 1.0 L の黒鉛を負極に用いたリチウムイオン電池を完全に充電した。この電池を用いて走行に50 Aを必要とする電気自動車が連続走行できる最大の時間を求めなさい。ただし、黒鉛の密度は 2.3 g/cm^3 とする。

問題用紙

(化学基礎・化学)

問題4 次の文章を読み、以下の(1)～(8)の問いに答えなさい。

アルキンは分子中に三重結合を1個もつ鎖式不飽和炭化水素である。アルキンの三重結合は、反応性に富み、(i)さまざまな物質と付加反応する。例えば、白金やニッケルを触媒としてアセチレンに水素を段階的に付加すると、(ア)を経て(イ)となる。触媒を用いてアセチレンに塩化水素を付加すると(ウ)が生成し、酢酸を付加すると酢酸ビニルが生成する。酢酸ビニルは付加重合により(エ)となる。

(ii)(エ)は、エステル結合を有するので、水酸化ナトリウム水溶液で(オ)することによりポリビニルアルコールが得られる。

(1) (ア)～(オ)に適切な語を記入しなさい。

(2) 下線部(i)の反応において、アセチレンと水の反応では、不安定な生成物を経て安定な生成物が得られる。不安定な生成物と安定な生成物の示性式と名称をそれぞれ答えなさい。

(3) (2)で得られた安定な生成物は、塩基性条件下、ヨウ素を加えることにより特異臭をもつ黄色沈殿を生じる。この反応における生成物の示性式と名称を答えなさい。

(4) 下線部(ii)の反応式を書きなさい。

(5) 酢酸ビニル 86.0 g から得られるポリビニルアルコールの質量を求めなさい。ただし、酢酸ビニルは全てポリビニルアルコールの合成に使用されたものとする。

(6) 下線部(ii)の反応で、0.50 mol/Lの水酸化ナトリウム水溶液を用いて、ポリビニルアルコール 132 g を合成する。この反応に必要な0.50 mol/L水酸化ナトリウム水溶液の最小体積を求めなさい。ただし、水酸化ナトリウムは全てポリビニルアルコールの合成に使用されたものとする。

(7) 化合物(ア)は付加重合により高分子となる。生成する高分子の構造式と名称を答えなさい。

(8) 縮合重合は、付加重合とともに、高分子の典型的な合成法である。例えば、ナイロン66やポリエチレンテレフタレートは縮合重合により合成される。ナイロン66およびポリエチレンテレフタレートの原料を下の語群から選び、それぞれ示性式を示しなさい。

語群

1-ブテン ・ *cis*-2-ブテン ・ プロペン ・ エタノール ・ 1,2-エタンジオール ・ 1,2,3-プロパントリオール ・ ジエチルエーテル ・ マレイン酸 ・ フマル酸 ・ アジピン酸 ・ *p*-フェニレンジアミン ・ イソフタル酸 ・ テレフタル酸 ・ ヘキサメチレンジアミン ・ フタル酸 ・ エチレンジアミン ・ サリチル酸 ・ 安息香酸 ・ エチレン ・ アセトアニリド ・ ホルムアルデヒド