

和歌山県立医科大学

平成 28 年 度

理 科

問 題 冊 子

化 学

注意. 原子量が必要なときは、次の値を用いよ。H = 1.0, C = 12, N = 14, O = 16, S = 32, Cl = 35, Ca = 40, Fe = 56, Cu = 64, Pb = 207

計算を要する解答については、それを求めるのに最小限必要な計算式を解答欄に記入せよ。

第1問 次の文章を読んで、問い(問1～6)に答えよ。

中和滴定法を用いて重金属塩の定量を行う。硫酸銅(Ⅱ) CuSO_4 の濃度 a (mol/L) 水溶液 20 mL に十分な量の H_2S ガスを通じて沈殿を得た。この沈殿をろ過し、ろ液を得た。このろ液を充分に加熱した後、^①メチルオレンジを指示薬として、中和滴定を行った。中和には水酸化ナトリウム NaOH の 0.10 mol/L 水溶液が 50 mL 必要であった。この結果より、^②硫酸銅(Ⅱ)水溶液の濃度 a (mol/L) ^③を決定できる。

次に、中和滴定法を用いてアンモニウム塩の定量を行う。 b (g) の塩化アンモニウム NH_4Cl を水に溶かし、20 mL とした。この溶液に水酸化ナトリウム NaOH の 0.10 mol/L 水溶液を 50 mL 添加し、^④充分に加熱した。この溶液をフェノールフタレインを指示薬として 0.10 mol/L 塩酸で滴定すると、中和に 20 mL を要した。この結果より、^⑤塩化アンモニウム NH_4Cl の質量 b (g) を決定できる。

問 1 下線部①について、この反応の化学反応式を書け。

問 2 下線部①について、「 H_2S ガスを通じる」という実験操作を行うとき実験者が最も注意すべき点を1つ書け。

問 3 下線部②について、この操作は何のために行っているのか簡潔に説明せよ。

問 4 下線部③について、 a (mol/L) の値を有効数字2桁で求めよ。

問 5 下線部④について、もしこの操作を行わなかったら、中和に要する 0.10 mol/L 塩酸の量はどのように変化するか。また、その理由も簡潔に答えよ。

問 6 下線部⑤について、 b (g) の値を有効数字2桁で求めよ。

第2問 次の文章を読んで、問い(問1～5)に答えよ。

銅 Cu に鉛 Pb と鉄 Fe のみを不純物として含む粗銅板がある。硫酸銅(Ⅱ) CuSO_4 を含む硫酸酸性の水溶液中に、陽極としてこの粗銅板を、陰極として不純物を含まない純銅板を入れて電解精錬した。このとき粗銅板を電解精錬するのに最低限必要な電圧をかけるものとする。電解が進むにつれ、陽極付近に白色沈殿が生じ、銅のみが陰極の純銅板上に析出した。粗銅板から金属が溶け出すときは、すべて2価の陽イオンとなっていた。200時間の電解精錬で、純銅板の質量は192 g 増加し、粗銅板の質量は202 g 減少し、白色沈殿は29 g 生じた。ただし、この白色沈殿の溶液への溶解は無視できるものとする。

なお、ファラデー定数は $9.6 \times 10^4 \text{ C/mol}$ とする。

問1 下線部①について、生じた白色沈殿の化学式を書け。

問2 下線部②について、溶け出した金属イオンのうち、銅(Ⅱ)イオンのみが銅として陰極上に析出し、他の金属イオンは陰極上に析出しないのはなぜか。簡潔に説明せよ。

問3 200時間の電解精錬で粗銅板上から溶け出た鉛は何 g か。有効数字2桁で求めよ。

問4 200時間の電解精錬で流れた電気量は何 C か。有効数字2桁で求めよ。

問5 200時間の電解精錬で粗銅板上から溶け出た鉄は何 g か。有効数字2桁で求めよ。

第3問 次の文章を読んで、問い(問1～7)に答えよ。

ベンゼンは種々の試薬と反応し、さまざまな化合物をつくる。たとえば、ベンゼンに濃硫酸を加えて加熱すると(ア)基が1つ導入された(イ)が得られる。この構造を分子内にもつ化合物は、様々な用途に用いられている。

ベンゼン環に(ア)基と長い直鎖のアルキル基が結合した化合物のナトリウム塩は、LASと呼ばれ、合成洗剤として使用されている。合成洗剤LASは、セッケンと同様に疎水性部分と親水性部分をもつ界面活性剤である。LASの水溶液は(ウ)性を示し、セッケンの水溶液は(エ)性を示す。また、LASは、硬水中で使用できるのに対し、セッケンは使用に適さない。

① スチレンと

ジビニルベンゼン

を共重合した樹脂のベンゼン環に(ア)基が導入されたものは陽イオン交換樹脂と呼ばれ、溶液中にあるイオンを別のイオンと交換する機能を持つ。スチレン4個に対し

ジビニルベンゼン

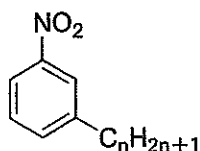
を1個の比率で含む共重合体で、そのスチレンのベンゼン環の50%に(ア)基が1つずつ導入された平均分子量 7.5×10^4 の陽イオン交換樹脂を用いて以下②の実験を行った。なお、

ジビニルベンゼン

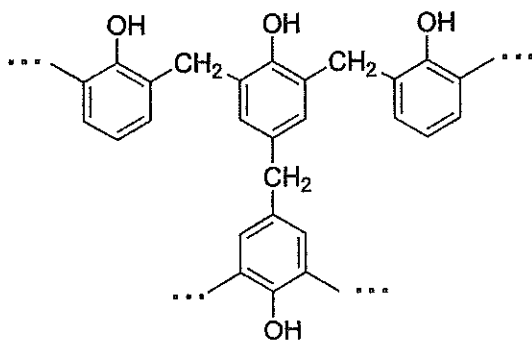
のベンゼン環には(ア)基は導入されていないものとする。この陽イオン交換樹脂を詰めたカラム(円筒)に濃度不明の塩化カルシウム水溶液10 mL③を通した後、純水で完全に水洗した。水洗液も合わせて流出液全部を0.20 mol/Lの水酸化ナトリウム水溶液で滴定したところ、中和までに16 mLを要した。

表記例

例1



例2



問 1 空欄の(ア)～(エ)にあてはまる適切な語句、物質名を書け。

問 2 LAS とセッケンの構造をそれぞれ例 1 にならって書け。どちらの炭化水素基も飽和の炭化水素基であるとし、炭素の数を n として一般式で表記せよ。また、ベンゼン環に 2 つの置換基を持つ場合、パラ異性体として表記せよ。

問 3 下線部①について、その理由を簡潔に説明せよ。

問 4 下線部②について、この陽イオン交換樹脂の構造を例 2 にならって書け。ただし、スチレンや p -ジビニルベンゼンなどの比率は構造に反映させなくてもよい。また、ベンゼン環に 2 つの置換基を持つ場合、パラ異性体として表記せよ。

問 5 下線部②について、この樹脂 1 分子中には平均して何個の(ア)基が含まれるか。高分子の末端構造は無視して、有効数字 2 桁で求めよ。

問 6 下線部③について、カラムに通した塩化カルシウム水溶液の濃度は何 mol/L か。有効数字 2 桁で求めよ。

問 7 下線部③の塩化カルシウム水溶液のカルシウムイオンのイオン交換が完全に行われるために下線部②の樹脂は少なくとも何 g 以上必要か。高分子の末端構造は無視して、有効数字 2 桁で求めよ。