

平成 26 年度 入学 試験 問題 (前期)

理 科

注 意

1. 合図があるまで表紙をあけないこと。
2. 物理, 化学, 生物のうちから 2 科目を選択し, 別紙解答用紙に受験番号, 氏名を記入すること。
(ただし受験票, 入学願書に記入した 2 科目に限る。)
3. 選択した科目以外の科目(例えば物理, 化学を選択した場合は生物)の解答用紙にも受験番号, 氏名を記入し, 全体に大きく×印をすること。
4. 解答は解答用紙の枠内に記入すること。
5. 選択した科目以外の解答用紙に解答を記入した場合, 及び解答用紙に解答以外のことを書いた場合, その答案は無効とする。
6. 問題冊子は 1 冊, 別紙解答用紙は各科目それぞれ 1 枚である。
7. 受験票は机に出しておくこと。

化 学 (前 期)

(その1)

必要ならば次の値を用い、有効数字に注意して答えよ。ファラデー定数： $9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$ 、アボガドロ定数： $6.02 \times 10^{23}/\text{mol}$ 、銅の密度： 8.94 g/cm^3 、水のモル凝固点降下： $1.85 \text{ K}\cdot\text{kg/mol}$ また、原子量は次の通りとする。H：1.00、C：12.0、N：14.0、O：16.0、Na：23.0、Cu：63.6

I 試料溶液中の塩化物イオンの濃度を測定するために試料溶液を硝酸銀溶液で滴定すると、塩化物イオンは銀イオンと反応して塩化銀の白色の沈殿を生じる。塩化物イオンと等しい物質量の硝酸銀を加えたところが滴定の終点であるが、白色沈殿の量の変化を観察しても終点はわかりにくい。そこで、モール法とよばれる方法では、試料溶液に少量のクロム酸カリウム(K_2CrO_4)を加え、銀イオン濃度が上昇すると銀イオンがクロム酸イオンと反応して赤褐色のクロム酸銀となり、沈殿がわずかに色づくところを滴定の終点と考え、塩化物イオンの濃度を計算している。

溶解度積は次の通りである。

$$\text{塩化銀： } K_{sp} = [\text{Ag}^+][\text{Cl}^-] = 2.00 \times 10^{-10} (\text{mol/L})^2$$

$$\text{クロム酸銀： } K_{sp} = \boxed{\text{ア}} = 1.00 \times 10^{-12} (\text{mol/L})^n$$

以下の設問において、硝酸銀は完全に解離し、硝酸銀溶液を加えたことによる体積変化は無視できるものとして答えよ。なお、濃度はすべて単位とともに答えよ。また、必要があれば $\sqrt{2} = 1.41$ を用いよ。

問 1 $\boxed{\text{ア}}$ に式を入れ、また n の数値を答えよ。

問 2 下線部①における銀イオンの濃度を求めよ。

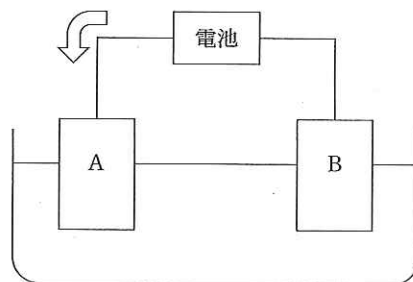
問 3 滴定を始める前のクロム酸イオンの濃度を 0.00250 mol/L とする。下線部①から下線部②までの間に銀イオンと塩化物イオンの濃度はそれぞれどれだけ変化したか。増加する場合は+、減少する場合は-を付けて答えよ。

問 4 問 3 の条件で下線部①から下線部②までの間に硝酸イオンの濃度はどれだけ変化したか。増加する場合は+、減少する場合は-を付けて答えよ。

問 5 問 3 の条件で下線部②を滴定の終点と考えて求めた試料溶液中の塩化物イオンの濃度から実際の塩化物イオンの濃度を引くとどのような値になるか。

問 6 モール法を用いて塩化物イオンの濃度をなるべく正確に求めたい。どのようにすればよいか、その方法を述べよ。またそのとき問 5 の濃度の差はどうなるか。

II 図のように、硝酸銀の水溶液に白金の電極 A と B を浸してある。電極 A と B は、銅でできた断面積 1.00 mm^2 の導線で電池に接続されているが、電池の正極、負極のいずれに接続されているのかは不明である。一定の電流で電気分解を行うと、電極 A では毎時 0.597 g の酸素が発生した。電極 A で発生する酸素が水に溶けて失われる量は無視できるものとして、以下の問に答えよ。



問 1 電極 A、B で起こっている反応を反応式で表せ。

問 2 導線を通る電流は何アンペアか。ただし、電流が図中の矢印の向きに流れる場合には正の値で、反対の向きの場合には負の値で表すものとする。

問 3 銅の原子 1 個当たり 1 個の自由電子を出すと仮定するならば、導線 1.00 m 当たり、何個の自由電子が存在するか。

問 4 問 2 の条件で電流が流れている時、導線内を移動する電子の平均の速さは何 m/秒 になるか。ただし、電子の移動の方向が図中の矢印の向きと同じ場合には速さを正の値で表し、反対の向きの場合には負の値で表すものとする。

III C, H, O, Na でできたカルボン酸の正塩 A があり, 1 mol あたりナトリウムを 1 mol 含む。A の 2.73 g を水 100 g に溶かして凝固点を測定すると, -1.23°C であった。この水溶液を蒸発皿に取って放置したところ, 結晶 B が生成した。結晶 B の一部を取り出し, 室温で乾燥させて質量を測ると 1.51 g であった。1.51 g の結晶 B に含まれるナトリウムの物質量は 2.73 g の A に含まれるナトリウムの物質量のちょうど 3 分の 1 であった。結晶 B を蒸発皿に取ってガスバーナーで徐々に加熱したところ, 固体から液体に変化した。さらに加熱を続けながら蒸発皿に塩化コバルト紙をかざすと, 青色から赤色へ変化した。やがて蒸発皿の中身は固体に変化した。このときには蒸発皿に塩化コバルト紙をかざしても色は変化しなかった。さらに加熱を続けていると, 再び液体になった。さらに強く加熱すると燃えた。

- 問 1 下線部①で塩化コバルト紙をかざした目的は何か。
- 問 2 下線部②で液体から固体に変化した理由は何か。
- 問 3 下線部③で固体から再び液体に変化した理由は何か。
- 問 4 下線部④で燃えたときの炎の色は何色か。
- 問 5 結晶 B は 1 つの化学式で表される物質である。その式量を求めよ。
- 問 6 問 5 の物質の名称を正確に書け。

IV 【実験 1】試験管に濃硝酸と濃硫酸を 1 mL ずつ取り, 試験管を冷水で冷やしながら混ぜたのち, ベンゼン 1 mL を 1 滴ずつ, よく混ぜながら加えた。さらに 60°C の温浴で 5 分間振り混ぜながら熱したのち, 放置した。試験管中の液体が 2 層に分離した後, ア 層の液体をピペットで取り除いた。さらにこの試験管に水を 1 mL 加え, よく振り混ぜたのち静置した。イ 層の液体をピペットで取り除いたのち, 残った液体に塩化カルシウムを 5 粒入れた。液体の濁りが取れて透明になるまでよく振り混ぜ, ニトロベンゼンを得た。

【実験 2】試験管にニトロベンゼン 1 mL とスズ 3 g を取り, よく混ぜながら濃塩酸 5 mL を加えたのち, 油滴がなくなるまで 60°C の温浴で熱した。その後, 溶液を三角フラスコに移し, リトマス紙で液が塩基性になるのを確認できるまで水酸化ナトリウム水溶液を加えた。さらにここにジエチルエーテル 5 mL を加え, 分液漏斗に入れてよく振り混ぜた。ウ 層を蒸発皿に取り, 通風の良いところに放置しアニリンを得た。

- 問 1 ア ~ ウ に「上」および「下」のうちふさわしいものを入れよ。
- 問 2 下線部①において反応を 60°C で行うのは, 高温 ($90\sim 100^{\circ}\text{C}$) では目的外の化合物 (分子量 168) が生成する可能性があるためである。この化合物には 3 つの異性体が考えられるがそのうち 1 つの構造式を記せ。
- 問 3 本実験における下線部 A ~ C の役割の組み合わせとして最もふさわしいものを (a) ~ (f) のうちから選び記号で答えよ。
- (a) A : 酸化剤 B : 還元剤 C : 酸化剤 (b) A : 還元剤 B : 触媒 C : 触媒
- (c) A : 乾燥剤 B : 酸化剤 C : 触媒 (d) A : 触媒 B : 乾燥剤 C : 還元剤
- (e) A : 還元剤 B : 乾燥剤 C : 酸化剤 (f) A : 触媒 B : 触媒 C : 触媒
- 問 4 下線部②の油滴は何か。名称を記せ。
- 問 5 下線部②で起きる変化を化学反応式で記せ。
- 問 6 最終的にアニリンが生成したかどうかは, 生成物に酸化剤を加え, その色の変化より確認する方法が一般的である。適当な酸化剤の名称を一つあげ, その時に呈する色を答えよ。