

化学 問題Ⅲ

次の文章を読んで、設問(1)～(5)に答えよ。

金 Au, 銀 Ag, および銅 Cu は、周期表の 11 族に属する金属元素である。Au の単体は化学的に安定で反応性に乏しく、古くから装飾品として利用されてきた。Ag の単体も装飾品として利用されるが、湿った空気中では硫化水素 H_2S と反応し、硫化銀 Ag_2S を生じる。Cu の単体は、銅鉱石から得られる粗銅の電解精錬で製造する。銀(I)イオン Ag^+ と銅(II)イオン Cu^{2+} は、塩化物イオン Cl^- による塩化銀 AgCl の沈殿生成を利用して分離できる。AgCl は、光が当たると分解して Ag を析出する性質をもつ。

設問(1)：Au, Ag, および Cu に関する次の(ア)～(オ)の文章のうち、誤りを含むものをすべて選び、記号で答えよ。

- (ア) Au は典型元素である。
- (イ) Ag の単体と Cu の単体は王水に溶けない。
- (ウ) Ag 原子の原子半径は、Cu 原子の原子半径よりも大きい。
- (エ) Au の単体の展性は、Ag の単体の展性よりも大きい。
- (オ) Au の原子番号は、Ag の原子番号よりも 18 大きい。

設問(2)：下線①の物質が水に溶けて生じる硫化物イオン S^{2-} は、多くの金属陽イオンと反応して沈殿を生成する。亜鉛イオン Zn^{2+} を 0.10 mol/L 含む 25℃ の水溶液を H_2S で飽和させたとき、硫化亜鉛 ZnS の沈殿生成の有無は pH に依存していた。この理由について述べた次の文章中の空欄 ア ～ エ にあてはまる最も適切な数式、数値、または語句を記せ。

H_2S は水溶液中で次のように 2 段階で電離する。



ここで、(Ⅰ)式および(Ⅱ)式の電離定数はそれぞれ K_1 , K_2 である。

(Ⅰ)式および(Ⅱ)式の反応を組み合わせると



となり、(Ⅲ)式の電離定数 K は、 K_1 および K_2 を用いて

$$K = \boxed{\text{ア}}$$

と表される。水溶液中における H_2S , S^{2-} , 水素イオン H^+ , および Zn^{2+} のモル濃度[mol/L]をそれぞれ $[\text{H}_2\text{S}]$, $[\text{S}^{2-}]$, $[\text{H}^+]$, および $[\text{Zn}^{2+}]$ とすると, $[\text{S}^{2-}]$ は K , $[\text{H}_2\text{S}]$, および $[\text{H}^+]$ を用いて次式で表される。

$$[\text{S}^{2-}] = \boxed{\text{イ}}$$

ここで、 ZnS の溶解度積 K_{sp} は、 25°C において $\log_{10} K_{\text{sp}} = -17.7$ とする。
 $\log_{10} K_1 = -7.0$, $\log_{10} K_2 = -13.9$, $[\text{H}_2\text{S}] = 0.10 \text{ mol/L}$, $[\text{Zn}^{2+}] = 0.10 \text{ mol/L}$ であるとき, $[\text{Zn}^{2+}]$ と $[\text{S}^{2-}]$ の積が K_{sp} と等しくなる pH は, 有効数字を2桁として $\boxed{\text{ウ}}$ である。pH が $\boxed{\text{ウ}}$ よりも低ければ, $[\text{Zn}^{2+}]$ と $[\text{S}^{2-}]$ の積は K_{sp} よりも $\boxed{\text{エ}}$ になるので, ZnS は沈殿しない。

(次頁に続く)