

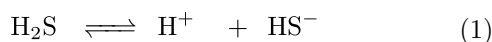
## 化 学 (前期)

必要な場合には次の値を用いよ。原子量 H : 1.00, C : 12.0, N : 14.0, O : 16.0, S : 32.0, Cu : 63.6  
ファラデー定数 :  $9.65 \times 10^4$  C/mol, 気体定数 :  $8.3 \times 10^3$  Pa·L/(mol·K)

I 次の文章を読み以下の問いに答えよ。有効数字は3桁とする。

銅 Cu は、周期表の 11 族に属す。(a)純度の高い銅は、黄銅鉱(主成分  $\text{CuFeS}_2$ ) を溶鉱炉で空気とともに加熱して粗銅とし、その粗銅に含まれる不純物を電解精錬により除いて得られる。(b)銅イオン ( $\text{Cu}^{2+}$ ) を含む水溶液に塩基 ( $\text{OH}^-$ ) を少量加えると青白色の沈殿が生じる。(c)この沈殿を加熱すると黒色に変化する。

硫化水素  $\text{H}_2\text{S}$  は水溶液中で式 (1) と式 (2) で示すように 2 段階で電離して平衡に達している。式 (1) および式 (2) の電離定数を  $K_1$  と  $K_2$  とし、2 つの電離を合わせた平衡反応は式 (3) で示され、この電離定数を  $K$  とする。



問 1 下線部 (a) で示したように、銅の純度は電解精錬で上げることができる。この時、粗銅は陽極、陰極のどちらに用いられるか答えよ。また、 $9.65 \times 10^3$  秒間、一定の電流を流して電解精錬を行ったところ、純銅の質量が 31.8 g 増加した。電解精錬において流した電流値を単位とともに答えよ。

問 2 天然の銅には質量数が 63 と 65 の 2 種類の安定な同位体が一定の比率で存在している。銅の原子量は、質量数 63 と 65 の 2 つの同位体の存在比とそれぞれの相対質量から計算された平均値である。質量数 63 の銅の存在比 (%) を求めよ。なお、2 つの同位体の相対質量は、それぞれの質量数と同じとする。

問 3 下線部 (b) と (c) の反応を化学反応式で示せ。

問 4 硫化水素  $\text{H}_2\text{S}$  の電離定数  $K$  の値を単位とともに答えよ。ただし、 $K_1 = 1.00 \times 10^{-7}$  mol/L,  $K_2 = 1.00 \times 10^{-14}$  mol/L とする。

問 5 モル濃度  $1.00 \times 10^{-1}$  mol/L の  $\text{H}_2\text{S}$  水溶液 (pH 1.000) を調製した。この時の硫化物イオン濃度  $[\text{S}^{2-}]$  を単位とともに答えよ。

問 6 問 5 で調製した  $\text{H}_2\text{S}$  水溶液を 4 本準備し、それぞれに  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$  イオンのいずれかを  $1.00 \times 10^{-2}$  mol/L になるように加えた。4 種の金属イオンのうちで沈殿するイオンがあれば、解答欄のイオンを丸で囲め。また、 $\text{H}_2\text{S}$  のモル濃度を保ちながら溶液の pH を 3.000 に上げた場合、4 種の金属イオンのうちで沈殿するイオンがあれば、解答欄のイオンを丸で囲め。

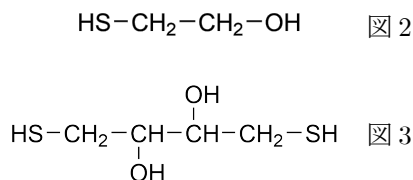
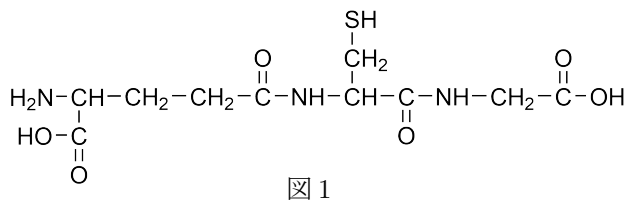
ただし、 $\text{CuS}$ ,  $\text{PbS}$ ,  $\text{ZnS}$ , および  $\text{FeS}$  の溶解度積は、それぞれ  $6.50 \times 10^{-30}$  (mol/L)<sup>2</sup>,  $3.60 \times 10^{-28}$  (mol/L)<sup>2</sup>,  $2.20 \times 10^{-18}$  (mol/L)<sup>2</sup>, および  $2.50 \times 10^{-19}$  (mol/L)<sup>2</sup> とする。

## 化 学 (前期)

II 物質が酸素を受け取ったり水素を失ったりするとその物質は ア されたといい、一方、物質が水素を受け取ったり酸素を失ったりするとその物質は イ されたという。また、酸化還元を電子の授受で考えると、物質が電子を失うとその物質は ウ されたといい、物質が電子を受け取るとその物質は エ されたという。1つの反応では、電子を失う物質があればその電子を受け取る物質もあるので、酸化と還元は必ず対になって起こる。

生体内でもさまざまな酸化還元反応が起こる。化合物 A は、グルタミン酸、システイン、グリシンからなるモル質量 307 g/mol の直鎖状トリペプチド (図 1) で、生体内で生成した有害な過酸化水素などを除去する酸化還元反応に関わる。A を穏やかに オ すると化合物 B が生じ、これを穏やかに カ すると A となった。B は、2つの A が <sup>(1)</sup>共有結合を形成して生じたものであった。

化合物 C は図 2、化合物 D は図 3 の構造をもつ。C は分子間で、D は分子内で、いずれも下線部 (1) で形成されたものと同じ種類の結合を形成することで キ 剤として働く。<sup>(2)</sup>D はこの結果、安定な環状の化合物になるため C よりも強い キ 剤となる。



問 1 ア～キに「酸化」「還元」のうち適切な語句を入れよ。

問 2 A において、酸化還元反応に関与している官能基を選び記号で答えよ。

(あ)  $-\text{COOH}$  (い)  $-\text{NH}_2$  (う)  $-\text{CO}-$  (え)  $-\text{SH}$  (お)  $-\text{NH}-$  (か)  $-\text{CH}_2-$

問 3 下線部 (1) で新たにできた共有結合を何というか。また、下線部 (1) において共有結合をするのは、A を構成するアミノ酸のうちどれか、名称を答えよ。

問 4 B のモル質量を求め、単位とともに整数で答えよ。

問 5 下線部 (2) でできた化合物の構造式を図 1～3 にならって記せ。

問 6 B と C、B と D を反応させるといずれも A ともう 1 つの化合物ができる。この反応は 2 段階でおこる。第 1 段階は、A と C、A と D が問 3 と同じ種類の結合を形成した化合物（「反応中間体」という）と A ができる反応からなる。第 2 段階は、反応中間体から A ともう 1 つの化合物ができる反応からなる。第 1 段階の反応速度を B の濃度で割ったものを  $k_1$ 、第 2 段階の反応速度を反応中間体の濃度で割ったものを  $k_2$  としたとき、B と C の反応における  $k_1$ 、 $k_2$  と C の濃度の関係、および B と D の反応における  $k_1$ 、 $k_2$  と D の濃度の関係を以下から選び記号で答えよ。ただし逆向きの反応は考慮しないものとする。

(あ) 無関係である。

(い) 比例する。

(う) 反比例する。



## 化 学 (前期)

IV タンパク質は、種々の $\alpha$ -アミノ酸が縮合重合した構造をもつ。タンパク質を構成するアミノ酸の配列順序を  構造というが、さらにタンパク質は、その分子内において形成される水素結合などによりらせん状構造の  や、ひだ状構造の $\beta$ -シートをとることがあり、これを二次構造という。アミノ酸の他に、糖、色素、リン酸などを含むタンパク質を  タンパク質という。それに対し、アミノ酸のみで構成されるタンパク質を  タンパク質という。また、タンパク質は、熱や酸などの作用で凝固や沈殿が起こる。この性質をタンパク質の  という。

問1 ア～オに適切な語句を入れよ。

問2 下線部について、アミノ酸が縮合重合する際に生じる結合と同じ種類の結合を含む化合物をすべて選び記号で答えよ。

- (あ) セルロース                      (い) ナイロン66                      (う) ナイロン6  
(え) ポリエチレン                      (お) フェノール樹脂                      (か) アセトアニリド

問3  では、あるアミノ酸単位と、そのアミノ酸から4番目のアミノ酸単位の間で水素結合を形成している。この構造をとるために、解答欄に示したポリペプチド鎖の中の四角で囲まれた水素原子と水素結合する原子を丸で囲め。ただし、解答欄の構造式のRは側鎖を表す。

問4 ある食品5.0 gを分解して、食品に含まれるタンパク質中の窒素をすべてアンモニアに変えた。このアンモニアを $1.0 \times 10^{-1}$  mol/Lの硫酸50 mLに吸収させた。吸収後の溶液はまだ酸性であり、これを中和するには $5.0 \times 10^{-2}$  mol/Lの水酸化ナトリウム水溶液が40 mL必要であった。この食品に含まれるタンパク質の質量パーセント濃度(%)を有効数字2桁で答えよ。ただし、タンパク質に含まれる窒素の質量パーセント濃度は16%とし、窒素はすべてタンパク質に由来するものとする。

問5 ヘモグロビンは、 タンパク質の1つである。ある実験に用いたヘモグロビン1.0 gは、 $1.0 \times 10^5$  Pa、27℃において1.5 mLの酸素と結合した。このヘモグロビンの分子量を $6.5 \times 10^4$ とするとき、このヘモグロビン1分子には何分子の酸素が結合しているか、有効数字2桁で答えよ。