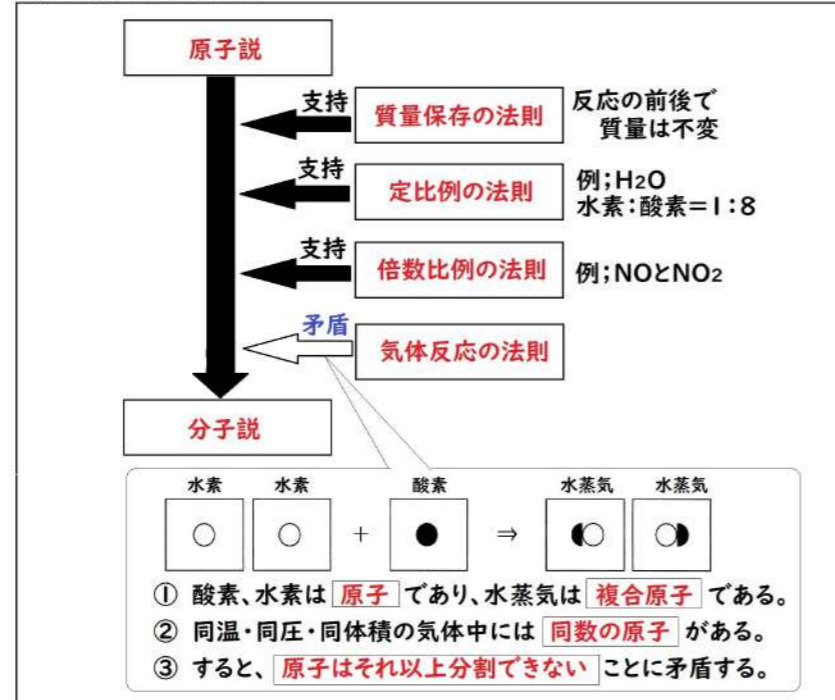
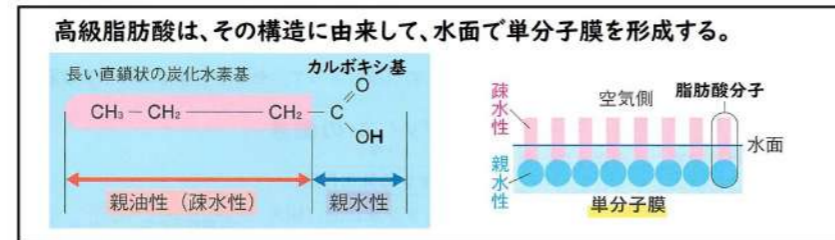


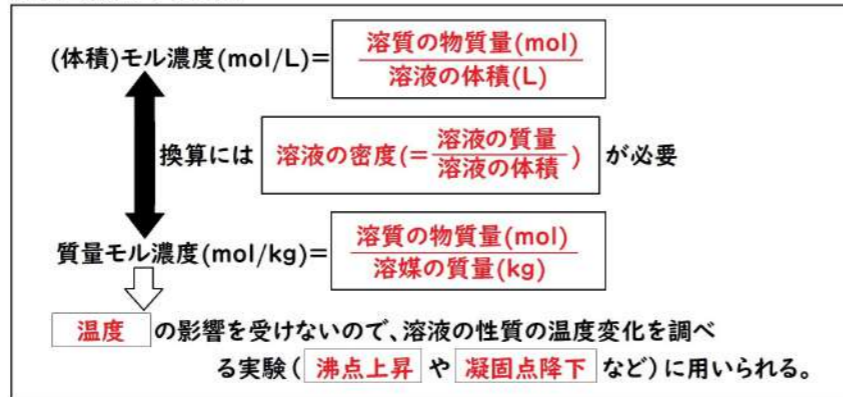
【現代化学の基礎法則】



【高級脂肪酸による単分子膜の形成】



【溶液の濃度の表し方】



【固体の溶解度の計算】

沈殿が生じているとき(飽和溶液であるとき)、必ず次式が成立する。

$$\frac{\text{最初の溶質 (g) } \pm \text{ 溶質の変化量 (g)}}{\text{最初の溶液 (g) } \pm \text{ 溶液の変化量 (g)}} = \frac{\text{最終温度での溶解度}}{100 + \text{最終温度での溶解度}}$$

または、

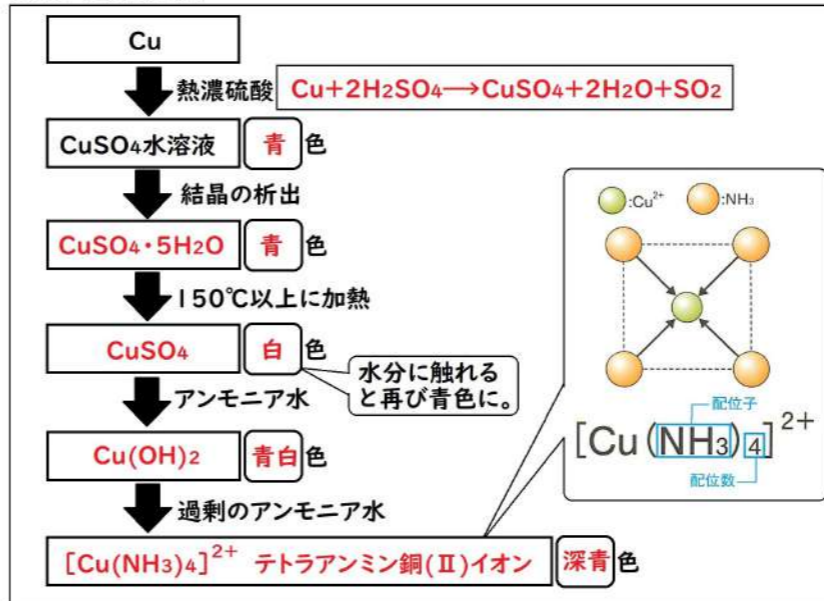
$$\frac{\text{最初の溶質 (g) } \pm \text{ 溶質の変化量 (g)}}{\text{最初の溶媒 (g) } \pm \text{ 溶媒の変化量 (g)}} = \frac{\text{最終温度での溶解度}}{100}$$

【CuSO<sub>4</sub>・5H<sub>2</sub>Oの析出量の計算(邪道だけれど...)】

『60℃で硫酸銅(II)の飽和水溶液がW[g]あった。これを20℃まで冷却した。析出する結晶硫酸銅(II)五水和物はx[g]であった。x[g]を求めよ。ただし、Cu=64、溶解度は60℃で40、20℃で20(g/100g水)とする』のとき、

**x=0.251W**

【Cuとその化合物】

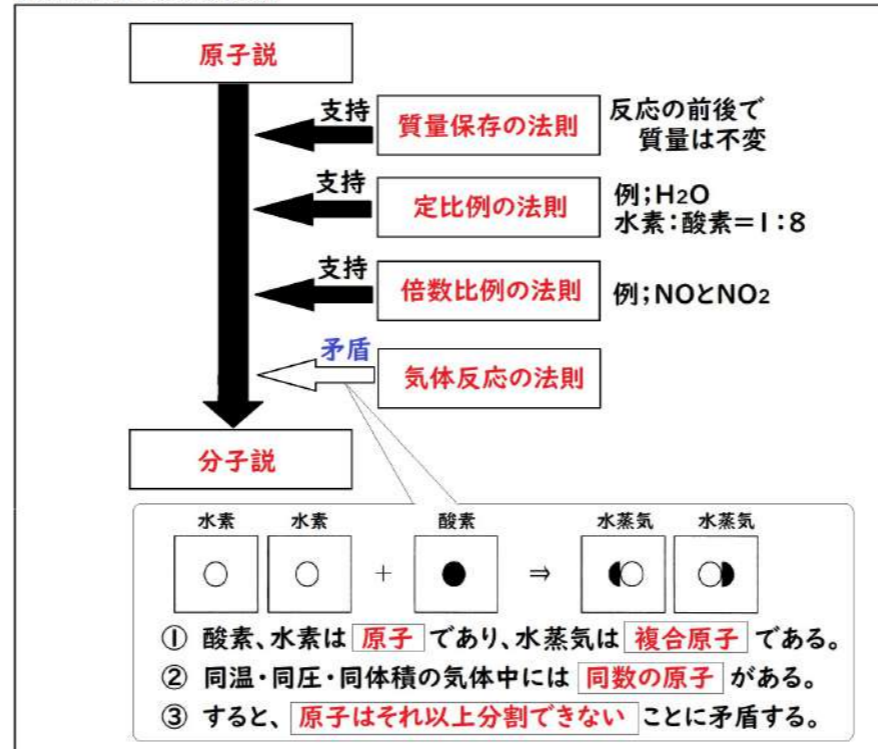


【溶解度積】

(沈殿が開始する瞬間を含めて) 難溶性塩MX(固)の沈殿が存在するとき、必ず次の等式が成立する。

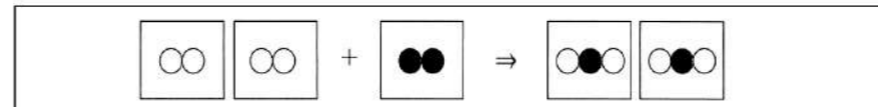
溶解度積  $K_{sp}(MX) = \text{イオン積} [M^+] [X^-]$

【現代化学の基礎法則】

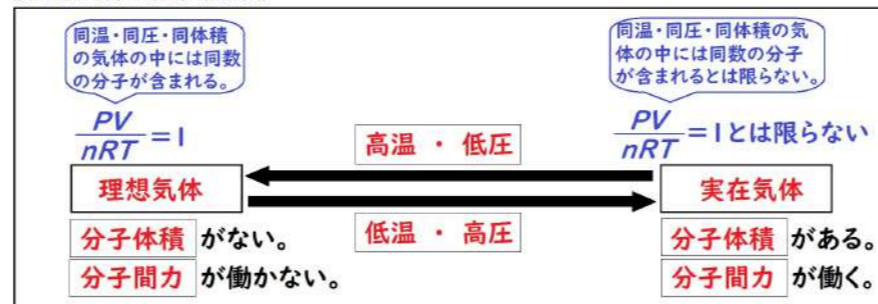


問1 図1はドルトンの原子説(ア)の(A)~(D)のどれと矛盾するか。 (A)

問2 水素も酸素も2原子でできている分子として、アボガドロの分子説(エ)で問1の反応を説明しようとする、どのようになるか。図1にならって図示せよ。



【理想気体と実在気体】

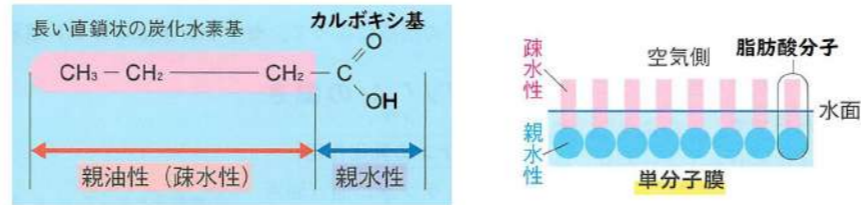


問3 アボガドロの分子説(エ)は高圧や低温では成り立たなくなる。その理由を2つあげ、それぞれ20字以内で記せ。

高圧では主に分子体積を無視できなくなる。  
低温では分子間力を無視できなくなる。

【高級脂肪酸による単分子膜の形成】

高級脂肪酸は、その構造に由来して、水面で単分子膜を形成する。



この実験の原型は、ミリスチン酸1分子あたりの断面積が与えられて、実験の結果からアボガドロ定数を算出するという実験であろうと思われる。

ここでは単に、『文章の読解と情報の整理』の練習問題として解いてみよう。

2. 次の文を読み、以下の各問いに答えよ。

高級脂肪酸をシクロヘキサンに溶解して水面に滴下すると、下図に示すように高級脂肪酸分子が水面上に直立して一層に並んだ膜を形成する。この膜は単分子膜と呼ばれる。高級脂肪酸であるミリスチン酸( $C_{13}H_{27}COOH$ )0.0241gをシクロヘキサンに溶かして100mLの溶液を調製した。水が張られた水槽上にビュレットを用いてこの溶液を10滴滴下したところ、面積  $229cm^2$  の単分子膜を形成した。また、ビュレットから滴下した溶液1滴の体積は  $0.0214mL$  であった。

最初に用意したミリスチン酸溶液の濃度は?  $C_{13}H_{27}COOH$  0.0241g 100mL

$$M=228 \quad \frac{0.0241}{228} \times \frac{1000}{100} = 1.057 \times 10^{-3} \text{ (mol/L)}$$

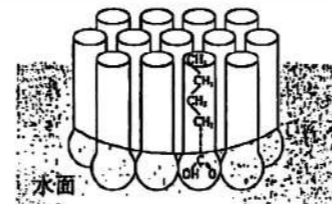
滴下したミリスチン酸の物質量は? 10滴 1滴の体積は  $0.0214mL$

$$1.057 \times 10^{-3} \times \frac{0.0214 \times 10}{1000} = 2.261 \times 10^{-7} \text{ (mol)}$$

↓ ×アボガドロ数( $6.02 \times 10^{23}$ )

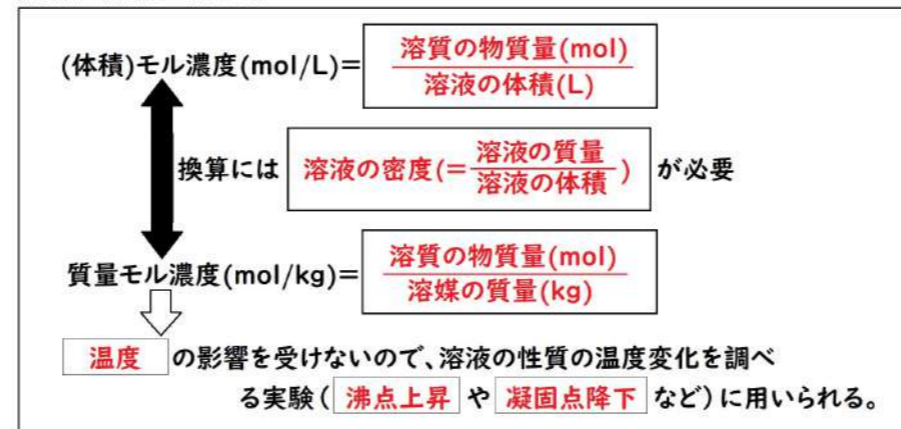
$$1.361 \times 10^{17} \text{ (個)}$$

ミリスチン酸1分子の断面積は? 面積  $229cm^2$  の単分子膜を形成



$$\frac{229}{1.361 \times 10^{17}} = 1.682 \times 10^{-15} \text{ (cm}^2\text{)}$$

【溶液の濃度の表し方】



3. 次の文を読んで、設問に答えよ。  
 溶媒 1 kg に溶けている溶質の (㉗ 物質質量) で表した濃度を質量モル濃度 (mol/kg) という。溶媒、溶質ともに (㉘ 質量) で表されたこの濃度は、溶液の体積を基準として求められた (㉙ (体積)モル濃度) (mol/L) と異なり、(㉚ 温度) により値が変化しない特徴をもつ。よって、質量モル濃度 (mol/kg) は、溶液の (㉛ 温度) 変化を調べる (㉜ 沸点上昇) や (㉝ 凝固点降下) で用いられる。

問2 炭酸ナトリウム十水和物の結晶 28.6g を水 71.4g に溶解した。この溶液の密度を 1.06g/cm<sup>3</sup> として、質量パーセント濃度 (%), ( ㉞ ) (mol/L), 質量モル濃度 (mol/kg) を求めよ。数値は、有効数字 3 桁で答えよ。

情報の整理

① 題意の結晶について。  

$$\begin{array}{c} \text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O} \\ \underbrace{\quad\quad\quad}_{106} \quad \underbrace{\quad\quad\quad}_{180} \\ \quad\quad\quad 286 \\ \frac{28.6}{286} = 0.10 (\text{mol}) \end{array}$$

② 溶質の物質質量は?  
 0.10 mol

③ 溶媒の質量は?  

$$\frac{180 \times 0.10 + 71.4}{1000} = 0.0894 (\text{kg})$$
  
 または、  

$$\frac{28.6 + 71.4 - 106 \times 0.10}{1000} = 0.0894 (\text{kg})$$

④ 溶液の質量や体積は?  

$$28.6 + 71.4 = 100 (\text{g}), \quad \frac{100}{1.06} = 94.33 (\text{cm}^3)$$

式への代入

質量 =  $\frac{106 \times 0.10}{100} \times 100 = 10.6$  (%)

質量モル濃度 =  $\frac{0.10}{0.0894} = 1.118$  (mol/kg)

(体積)モル濃度 =  $\frac{0.10}{0.09433} = 1.060$  (mol/L)

【固体の溶解度の計算】

沈殿が生じているとき(飽和溶液であるとき)、必ず次式が成立する。

$$\frac{\text{最初の溶質(g)} \pm \text{溶質の変化量(g)}}{\text{最初の溶液(g)} \pm \text{溶液の変化量(g)}} = \frac{\text{最終温度での溶解度}}{100 + \text{最終温度での溶解度}}$$

または、

$$\frac{\text{最初の溶質(g)} \pm \text{溶質の変化量(g)}}{\text{最初の溶媒(g)} \pm \text{溶媒の変化量(g)}} = \frac{\text{最終温度での溶解度}}{100}$$

4 硫酸銅(II)溶液について、下記のグラフを参照して問いに答えなさい。

Cu=64とする。60°Cでの溶解度=40、20°Cでの溶解度=20

ただし、冷却によって析出する硫酸銅(II)は五水和物である。

問2 問1の溶液20gを別の容器に採り20°Cまで冷却した。硫酸銅(II)五水和物は何グラム析出するか。

情報の整理

最初の溶液(g) = 20 g      最初の溶質(g) =  $20 \times \frac{40}{100+40}$  (g)

溶液の変化量(g) =  $-x$  [g]      溶質の変化量(g) =  $-x \times \frac{160}{250}$  [g]

最終温度での溶解度 = 20 g/100g水

式への代入  $\frac{\text{最初の溶質(g)} \pm \text{溶質の変化量(g)}}{\text{最初の溶液(g)} \pm \text{溶液の変化量(g)}} = \frac{\text{最終温度での溶解度}}{100 + \text{最終温度での溶解度}}$

$$\frac{20 \times \frac{40}{100+40} - x \times \frac{160}{250}}{20 - x} = \frac{20}{100+20} \quad x = 5.03 \text{ (g)}$$

【CuSO<sub>4</sub>·5H<sub>2</sub>Oの析出量の計算(邪道だけれど・・・)】

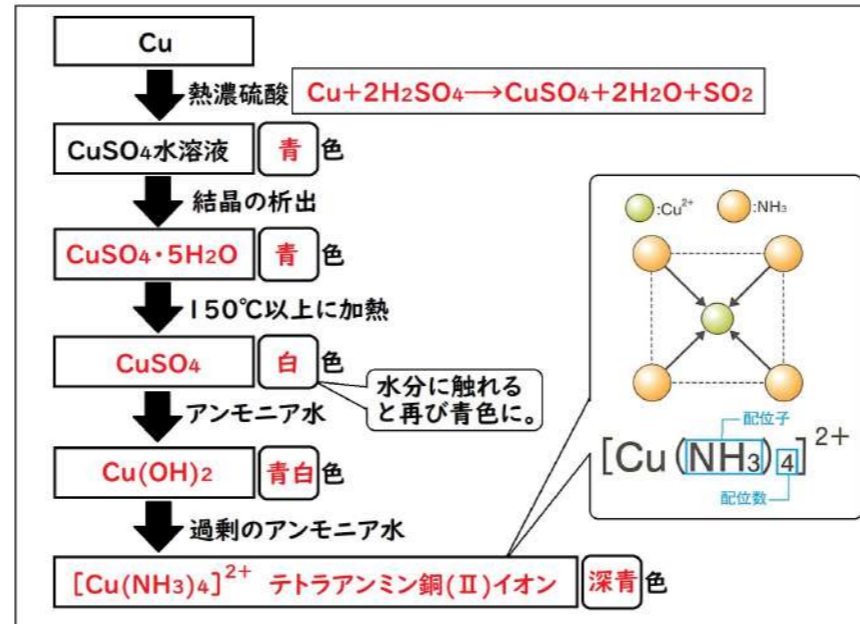
『60°Cで硫酸銅(II)の飽和水溶液がW[g]あった。これを20°Cまで冷却した。析出する結晶硫酸銅(II)五水和物はx[g]であった。x[g]を求めよ。ただし、Cu=64、溶解度は60°Cで40、20°Cで20(g/100g水)とする』のとき、  
 $x = 0.251W$

上記の問題もこれに当てはまり、解答は  $20 \times 0.251 = 5.02$  (g)となる。

問1 60°Cの飽和溶液の質量パーセント濃度を求めなさい。

$$\frac{\text{溶質(g)}}{\text{溶液(g)}} \times 100 = \frac{40}{100+40} \times 100 = 28.57 \text{ (\%)}$$

【Cuとその化合物】



5. 硫酸銅(Ⅱ)に関する次の文を読み、以下の問いに答えよ。

㉔硫酸銅(Ⅱ)は、銅を熱濃硫酸に溶かすと得られる。硫酸銅(Ⅱ)の水溶液から結晶を析出させると、硫酸銅(Ⅱ)5水和物の(ア青)色結晶が得られる。この結晶を150℃以上に加熱すると、水和水をすべて失って(イ白)色の硫酸銅(Ⅱ)無水塩が粉末状で得られる。無水塩は水を吸収すると再び(ア青)色となるので、有機溶媒中の水分の検出や除去などに利用される。

硫酸銅(Ⅱ)を含む水溶液にアンモニア水を加えると、(ウ青白)色の沈殿が生じる。㉕この沈殿はアンモニア水を過剰に加えると錯イオンを形成して溶ける。

問1 下線部(a)の反応の化学反応式を書け。省略。

問2 空欄(ア)～(ウ)に当てはまる色はどれか。次の中から1つずつ選び、答えよ。解説済み。

【白・黒・赤・青・黄・青・青白】

問3 下線部(b)で形成される錯イオンの化学式と名称を、解答欄に書きなさい。省略。

再掲 【 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ の析出量の計算(邪道だけれど・・・)】

『60℃で硫酸銅(Ⅱ)の飽和水溶液がW[g]あった。これを20℃まで冷却した。析出する結晶硫酸銅(Ⅱ)5水和物はx[g]であった。x[g]を求めよ。ただし、Cu=64、溶解度は60℃で40、20℃で20(g/100g水)とする』のとき、  
 $x=0.251W$

問4 硫酸銅(Ⅱ)の水への溶解度[g/水100g]は60℃で40、20℃で21である。60℃の硫酸銅(Ⅱ)飽和溶液100gを20℃に冷却すると、析出する硫酸銅(Ⅱ)5水和物は何gか。次の中から最も近いものを一つ選んで、解答欄の記号にマークしなさい。  
 A. 12g B. 15g C. 18g D. 21g E. 24g F. 27g

20℃での溶解度が21で上記で想定している20より大きく、より溶けるので、およそ  $100 \times 0.251 = 25.1$  (g) よりは少ない。⇒E  
 ☆きちんと計算すると24.0gとなる。

### 【溶解度積】

(沈殿が開始する瞬間を含めて)  
難溶性塩MX(固)の沈殿が存在するとき、必ず次の等式が成立する。  
溶解度積  $K_{sp}(MX) = \text{イオン積} [M^+] [X^-]$

- 問5 温度 25°Cで、硫酸銅(Ⅱ)5水和物0.25mgを希硫酸に溶かして100mLとした。  
この水溶液に濃い水酸化ナトリウム水溶液を滴下していくと、 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ が沈殿した。  
25°Cにおける $\text{Cu}(\text{OH})_2$ の溶解度積  $K_{sp}$  は  $1.0 \times 10^{-20} (\text{mol/L})^3$ 、水イオン積  $K_w$  は  $1.0 \times 10^{-14} (\text{mol/L})^2$  である。はじめて沈殿が生じるpHはいくらか。次の中から最も近いものを一つ選んで、解答欄の記号にマークしなさい。ただし、水酸化ナトリウム水溶液を滴下した溶液の体積変化は無視してよい。  
A. 4.1    B. 5.1    C. 6.1    D. 7.1    E. 8.1    F. 9.1

#### 情報の整理

$$\text{沈殿開始時の} [\text{Cu}^{2+}] = \frac{\frac{0.25 \times 10^{-3}}{250}}{\frac{100}{1000}} = 1.00 \times 10^{-5} \quad (\text{mol/L})$$

$$\text{沈殿開始時の} [\text{OH}^-] = x \quad (\text{mol/L})$$

#### 式への代入

溶解度積  $K_{sp}(\text{Cu}(\text{OH})_2) = \text{イオン積} [\text{Cu}^{2+}] [\text{OH}^-]^2$  に代入する。

$$1.0 \times 10^{-20} = 1.00 \times 10^{-5} \times x^2 \quad \therefore x = 1.0 \times 10^{-7.5}$$

$$[\text{H}^+] = \frac{K_w}{[\text{OH}^-]} = \frac{1.0 \times 10^{-14}}{1.0 \times 10^{-7.5}} = 1.0 \times 10^{-6.5} \quad \text{mol/L}$$

結論  $\text{pH} = 6.5$ よりは塩基性側  $\Rightarrow$  D