

高1甲陽 2学期中間直前対策(化学)

1 物質質量と化学反応式について、次の各問いに答えよ。

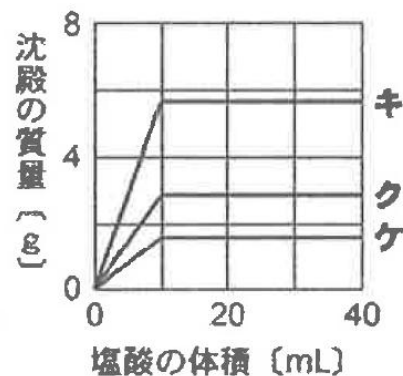
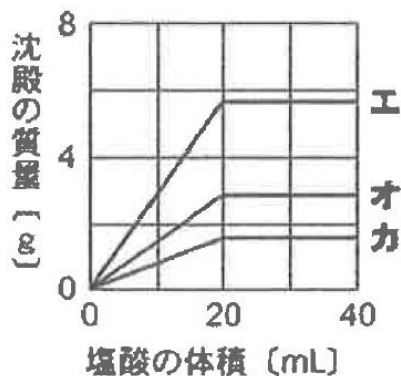
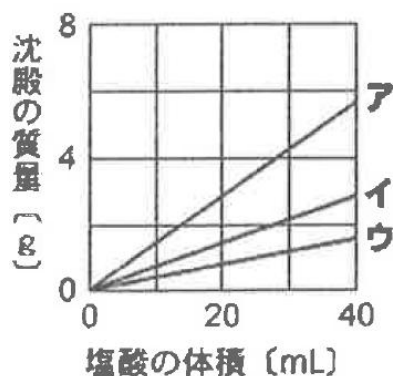
問1 窒素とアルゴンの混合気体がある。この気体の密度は、標準状態で 1.7 g/L である。この混合気体中の窒素とアルゴンの物質質量の比を簡単な整数比で表せ。ただし、原子量 $\text{N}=14$, $\text{Ar}=40$ とする。

問2 質量パーセント濃度 8.0% の水酸化ナトリウム水溶液（密度 1.1 g/cm^3 ）のモル濃度は何 mol/L か。有効数字2桁で答えよ。ただし、原子量 $\text{H}=1.0$, $\text{O}=16$, $\text{Na}=23$ とする。

問3 硫酸銅(II)の溶解度は、 20°C で $20 \text{ g}/100 \text{ g}$ 水、 60°C で $40 \text{ g}/100 \text{ g}$ 水である。硫酸銅(II)五水和物 125 g を 60°C の水に溶かして飽和溶液とし、これを 20°C に冷却すると、何 g の硫酸銅(II)五水和物の結晶が得られるか。整数で答えよ。ただし、式量 $\text{CuSO}_4=160$, 分子量 $\text{H}_2\text{O}=18$ とする。

問4 $w_1 [\text{g}]$ の金属 M を空気中で完全燃焼させたところ、 $w_2 [\text{g}]$ の M_3O_4 の化学式で表される酸化物が生成した。金属 M の原子量はいくらか。 w_1 , w_2 を用いて表せ。ただし、原子量 $\text{O}=16$ とする。

問5 3.4 g の硝酸銀を純水 50 mL に溶かした溶液に 2.0 mol/L 塩酸を加えていくと、白色沈殿が生じた。この変化を化学反応式で表せ。またこのとき、加えた塩酸の体積 $[\text{mL}]$ と生じた沈殿の質量 $[\text{g}]$ との関係を表したグラフとして最も適当なものを、次のア～ケから1つ選び、記号で答えよ。ただし、原子量 $\text{N}=14$, $\text{O}=16$, $\text{Cl}=35.5$, $\text{Ag}=108$ とする。



問 6 ある濃度の塩酸 100 mL に、粉末状の炭酸カルシウム CaCO_3 を少量ずつ加えていき、加えた CaCO_3 の質量と発生した気体の標準状態での体積との関係を調べると、下表のようになった。この気体の発生を化学反応式で表せ。また、この実験に関する記述として正しいと考えられるものを、後のア～カからすべて選び、記号で答えよ。ただし、原子量 $\text{C}=12$ 、 $\text{O}=16$ 、 $\text{Ca}=40$ とする。

CaCO_3 の質量 [g]	2.0	4.0	6.0	8.0	10.0
気体の体積 [mL]	224	448	672	840	840

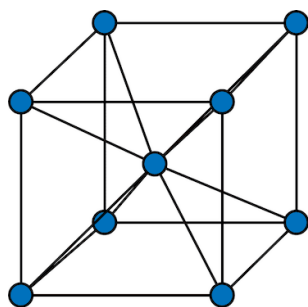
- ア 5.0 g の CaCO_3 を加えたときに発生した気体の質量は 2.2 g である。
 イ 9.0 g の CaCO_3 を加えると、1.5 g の CaCO_3 が反応せずに残る。
 ウ 2.5 g の CaCO_3 を加えたとき、反応後の溶液の塩化水素濃度が反応前の 3 分の 1 になる。
 エ 6.0 g の CaCO_3 を加えたとき、反応後の溶液に $6.0 \times 10^{-2} \text{ mol}$ の Ca^{2+} が存在する。
 オ 濃度が 2 倍の塩酸 100 mL に 10.0 g の CaCO_3 を加えると、発生する気体の体積は 1.68 L になる。
 カ 用いた塩酸の濃度は 0.75 mol/L である。

問 7 メタン、エタン C_2H_6 、および水素原子のすべてが重水素原子 ^2H (D で表す) で置き換えられたプロパン C_3D_8 の混合気体 16.8 L をとって完全燃焼させた。このとき、67.2 L の酸素が消費され、重水 D_2O が 32.0 g 生成した。次の問いに答えよ。ただし、気体の体積は標準状態における値とし、原子量 $\text{H}=1.0$ 、 $\text{D}=2.0$ 、 $\text{O}=16.0$ とする。

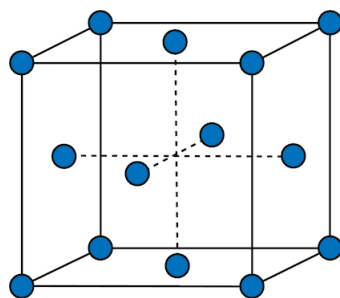
- (1) エタンの完全燃焼を化学反応式で表せ。
- (2) 混合気体に含まれていたプロパン C_3D_8 の体積は何 L か。有効数字 3 桁で答えよ。
- (3) プロパン C_3D_8 の燃焼で消費された酸素の体積は何 L か。有効数字 3 桁で答えよ。
- (4) 混合気体に含まれていたメタンとエタンの物質量をそれぞれ $n_1 [\text{mol}]$ 、 $n_2 [\text{mol}]$ とする。これらの間に成り立つ関係式を 2 つ答えよ。
- (5) 混合気体に含まれていたメタンとエタンの物質量はそれぞれ何 mol か。有効数字 3 桁で答えよ。
- (6) この燃焼で生じた二酸化炭素の体積は何 L か。有効数字 3 桁で答えよ。

2 次の金属結晶の結晶格子 A～C について、後の問いに答えよ。

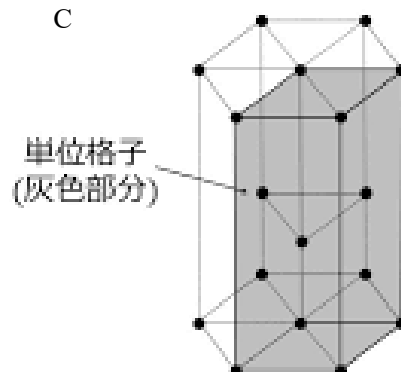
A



B



C



A と B は全体が単位格子，C は六角柱の 1/3 が単位格子

問 1 A, B, C の構造の名称をそれぞれ答えよ。

問 2 A, B, C の構造の配位数をそれぞれ答えよ。

問 3 A の結晶格子について、次の問いに答えよ。

- (1) 単位格子に含まれる原子の数は何個か。
- (2) 原子半径を r [cm]，格子定数（単位格子の一边の長さ）を a [cm] とする。 a を r を用いて表せ。
- (3) この単位格子の充填率[%] を円周率 π を用いて表せ。（無理数はそのまま）

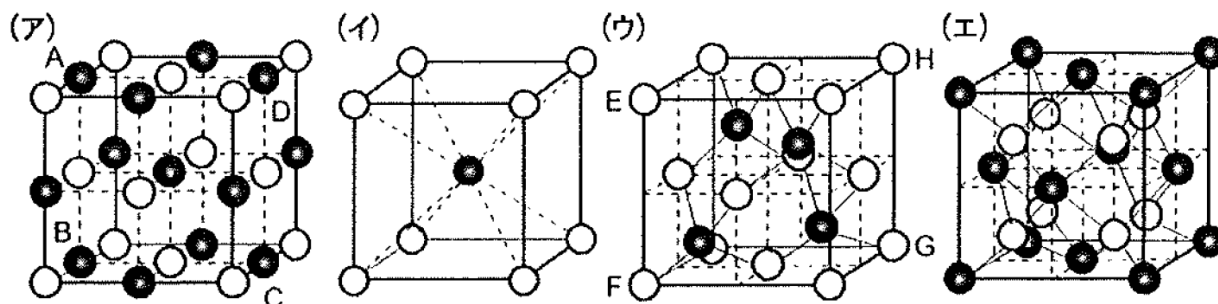
問 4 B の結晶格子について、次の問いに答えよ。

- (1) 単位格子に含まれる原子の数は何個か。
- (2) 原子半径を r [cm]，格子定数（単位格子の一边の長さ）を a [cm] とする。 a を r を用いて表せ。
- (3) この単位格子の充填率[%] を円周率 π を用いて表せ。（無理数はそのまま）

問 5 C の結晶格子について、次の問いに答えよ。

- (1) 単位格子の含まれる原子の数は何個か。
- (2) 原子半径を r [cm] とする。単位格子の高さ c [cm] を r を用いて表せ。
- (3) 単位格子の体積 V [cm³] を原子半径 r を用いて表せ。

3 次のイオン結晶の結晶格子(ア)～(エ)について、後の問いに答えよ。



これらの図はいずれも単位格子を示したもので、●が陽イオン，○が陰イオンを表す。

問 1 結晶格子(ア)と(ウ)の陰イオンの配位数をそれぞれ答えよ。

問 2 結晶格子(ア)～(エ)に含まれる陽イオンの元素を X, 陰イオンの元素を Y で表すとき, 組成式が XY でないものはどれか。1 つ選び, 記号で答えよ。また, その結晶格子の組成式を X, Y を用いて答えよ。

問 3 結晶格子(ア)について, 次の問いに答えよ。

- (1) 単位格子断面 ABCD の様子を図で描け。ただし, 一般にイオンどうしが接しているもの, 接していないものを区別して描き, 陽イオンは斜線を引いて示すこと。
- (2) 酸化マグネシウムは結晶格子(ア)をとる。次の文章の あ ～ う に入る文字式または整数を答えよ。ただし, $1\text{ nm}=1\times 10^{-7}\text{ cm}$ であることに注意すること。

結晶格子(ア)において, 陽イオンの半径を r_X [cm], 陰イオンの半径を r_Y [cm] とすると, 単位格子の体積は あ³ [cm³] と表される。また, 陽イオンの原子量を M_X , 陰イオンの原子量を M_Y , アボガドロ定数を N_A [/mol] とすると, 単位格子の質量は い [g] と表される。よって, 密度は $d = \frac{\text{い}}{\text{あ}^3}$ [g/cm³] となる。

この式を用いると, 酸化マグネシウムの場合, 単位格子の一边の長さは 0.421 nm で, $(0.421)^3=0.0746$, 原子量 $O=16$, アボガドロ定数 $N_A=6.0\times 10^{23}/\text{mol}$, 密度 $d=3.6\text{ g/cm}^3$ より, マグネシウムの原子量は う と求められる。

- (3) 陰イオンから 2 番目に近い陽イオンまでの中心間距離は, 単位格子の一边の長さの何倍か。また, その数は何個か。なお, 答えの $\sqrt{\quad}$ はそのままよい。

問 4 結晶格子(イ)において, 最も近い距離にある陽イオンと陰イオン, 陰イオンどうしが接しているものとする, 陽イオンと陰イオンの半径比を求めることができる。その比を $x:1$ の形で表したとき, x の値はいくらか。なお, 答えの $\sqrt{\quad}$ はそのままよい。

問 5 結晶格子(ウ)について, 次の問いに答えよ。ただし, $\sqrt{2}=1.41$, $\sqrt{3}=1.73$ とする。

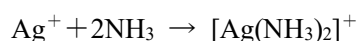
- (1) 単位格子の断面 EFGH の様子を図で描け。なお, 問 3 と同様に示すこと。
- (2) 結晶格子(ウ)をとる硫化亜鉛の単位格子は一边の長さが 0.540 nm である。硫化物イオンの半径を 0.170 nm とすると, 亜鉛イオンの半径は何 nm か。有効数字 2 桁で答えよ。
- (3) (2)のとき, 亜鉛イオンから最も近い亜鉛イオンまでの中心間距離は何 nm か。有効数字 3 桁で答えよ。また, その距離にある亜鉛イオンは何個か。

4 次の文章は、酸と塩基の定義について述べたものである。後の問いに答えよ。

酸と塩基については、いくつかの定義が知られている。アレニウスの定義では、酸とは水に溶かしたときに **A** または **B** を生じる化合物である。たとえば、①硫酸や酢酸の水溶液中には、**A** (**B**) が生じている。また、塩基とは水に溶けたときに **C** を生じる化合物で、酸の性質を打ち消すことができるもののことである。水酸化ナトリウムや水酸化バリウムのように **C** を含む化合物のほか、②アンモニアのように水中で **C** を生じる化合物も、アレニウスの定義において塩基に分類される。

一方、③ **D** ・ローリーの定義では、酸とは **A** を **E** ことができる物質であり、塩基とは **A** を **F** ことができる物質である(これらをそれぞれ **D** 酸、**D** 塩基という)。この定義では、水酸化銅(Ⅱ)や水酸化鉄(Ⅲ)のように水に **G** ものや、塩化水素分子と直接反応する場合のアンモニア分子なども、塩基と定義される。また、④酸化物も酸あるいは塩基と定義され、酸性酸化物、塩基性酸化物、**H** に分類される。

さらに⑤ルイスは、非共有電子対を受け取る物質を酸(ルイス酸)、非共有電子対を与える物質を塩基(ルイス塩基)と定義した。**D** 塩基は、**A** を **F** 際に非共有電子対を **A** に与えて結合を形成することから、**D** 塩基である物質はルイスの定義において **I** であるとも言える。また、ルイスの酸・塩基の定義では、次の式で示すような錯イオンを形成する反応も、酸と塩基の反応に含めることができる。ここでは、配位子であるアンモニアがルイス **J** としてはたらいっている。



なお、アレニウスの定義において、一分子の酸から生じる **A** の数を **K** といい、塩酸のように濃度に関係なく **L** が 1 とみなせる酸を **M** という。これに対して、酢酸のように **L** の小さい酸を **N** という。このように⑥酸や塩基は **K** と **L** に基づき分類できる。

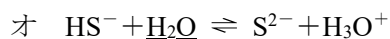
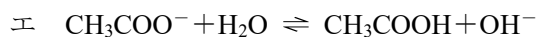
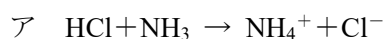
また、 $\text{X}-\text{O}-\text{H}$ の部分構造をもつ酸はオキソ酸と呼ばれる。⑦オキソ酸のうち、硫酸は亜硫酸より酸として強く、またリン酸、硫酸、過塩素酸の順に酸として強くなることがわかっている。これらの物質が酸性を示す理由や酸としての強さの違いは、電子対を引き付ける強さを表す指標である **O** の大小によって説明できる。

問 1 **A** ～ **O** に入る語句を答えよ。ただし、化学式を用いずに名称を答えること。また、同じ記号の空欄には同じ語句が入ることを考えて答えよ。

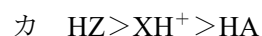
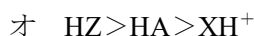
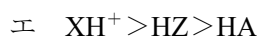
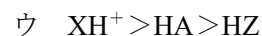
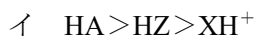
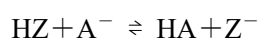
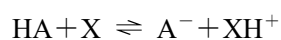
問 2 下線部①について、硫酸は二段階に分けて **A** を生じる。この二段階の変化および下線部②の変化をそれぞれイオン反応式で表せ。

問3 下線部③について、次の問いに答えよ。

(1) 下線を引いた物質またはイオンが D 塩基であるものを、次のア～オからすべて選び、記号で答えよ。



(2) 次の反応式において、下線を引いた物質またはイオンはすべて D 酸である。これらの反応はすべて右向きに進みやすいものとする、物質やイオンを酸として強いものから並べることができる。その順として適当なものを後のア～カから1つ選び、記号で答えよ。



問4 下線部④について、酸化物に関する記述として誤りを含むものを次のア～オからすべて選び、記号で答えよ。

ア CaO は水と反応して塩基の Ca(OH)_2 を生じるので、塩基性酸化物である。

イ CO_2 は塩基である石灰水と反応するので、酸性酸化物である。

ウ SiO_2 は金属元素の酸化物であり、塩基性酸化物に分類される。

エ SnO_2 は塩酸と反応するので、塩基性酸化物である。

オ Al_2O_3 は H で、酸と反応すると Al^{3+} 、強塩基と反応すると $[\text{Al(OH)}_4]^-$ となる。

問5 下線部⑥について、酸や塩基の分類に関する記述として誤りを含むものを次のア～オからすべて選び、記号で答えよ。

ア フッ化水素は塩酸と同じハロゲン化水素で、一価の M である。

イ シュウ酸は二価の N である。

ウ リン酸は三価の N である。

エ 水酸化カリウムや水酸化ナトリウムは、一価で L がほぼ1の塩基である。

オ 水酸化マグネシウムと水酸化カルシウムは二価の塩基で、L がともに小さい

問6 下線部⑦を参考にして、オキソ酸に関する記述 a～c のうち、正しいと考えられるものの組み合わせを後のア～キから1つ選び、記号で答えよ。

a 酸素との O の差は、水素より X の方が大きいため、O—H 結合が切断される。

b X 原子に結合した酸素原子の数が多い方が酸として強い。

c X 原子の O が大きい方が酸として強い。

ア a イ b ウ c エ a・b オ a・c カ b・c キ a・b・c

高1甲陽 2学期中間直前対策(化学)【解答】

1

問1 混合気体のモル質量（≒平均分子量）は $1.7 \times 22.4 = 38.08 \approx 38$

物質質量比を $x : 1-x$ とすると, $N_2=28$, $Ar=40$ より

$$28x + 40(1-x) = 38 \quad , \quad x = 1/6 \quad \therefore N_2 : Ar = 1 : 5 \quad (4 : 21 \text{ も可とする})$$

問2 $NaOH=40$ より $1000 \times 1.1 \times \frac{8.0}{100} \times \frac{1}{40} = 2.2 \quad \therefore 2.2 \text{ mol/L}$

問3 $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ 125 g のうち, $CuSO_4$ は 80 g

60 °C でつくった飽和溶液のうち, 水は $80 \times \frac{100}{40} = 200 \text{ g}$

$$\text{冷却で得られた結晶を } w \text{ [g] とすると } \frac{80 - \frac{160}{250}w}{200 - \frac{90}{250}w} = \frac{20}{100} \quad \text{より } w = 70.4 \quad \therefore 70 \text{ g}$$

問4 M_3O_4 中の M は w_1 [g], O は $w_2 - w_1$ [g] 原子数は M : O = 3 : 4 より

$$\text{原子量比 } M : O = \frac{w_1}{3} : \frac{w_2 - w_1}{4} = x : 16 \quad \text{よって } x = \frac{64w_1}{3(w_2 - w_1)}$$

問5 $AgNO_3$ は $\frac{3.4}{108 + 14 + 16 \times 3} = 2.0 \times 10^{-2} \text{ mol}$

$$HCl \text{ も } 2.0 \times 10^{-2} \text{ mol より } \frac{2.0 \times 10^{-2}}{2.0} \times 1000 = 10 \text{ mL}$$

$$AgNO_3 \text{ も } 2.0 \times 10^{-2} \text{ mol より } 2.0 \times 10^{-2} \times (108 + 35.5) = 2.87 \text{ g} \quad \therefore \text{ク}$$

問6 ア 5.0 g のとき 560 mL $\frac{560 \times 10^{-3}}{22.4} \times (12 + 16 \times 2) = 1.1 \text{ g} \Rightarrow \times$

イ 過不足なく反応するのは 7.5 g $9.0 - 7.5 = 1.5 \text{ g}$ 残る $\Rightarrow \bigcirc$

ウ $\frac{2.5}{7.5} = \frac{1}{3}$ より消費された HCl が全体の $\frac{1}{3}$ 濃度は $\frac{2}{3}$ になる $\Rightarrow \times$

エ $\frac{6.0}{40 + 12 + 16 \times 3} = 6.0 \times 10^{-2} \text{ mol}$ の $CaCO_3$ より Ca^{2+} は $6.0 \times 10^{-2} \text{ mol} \Rightarrow \bigcirc$

オ 濃度を 2 倍にすると, $CaCO_3$ が $7.5 \times 2 = 15 \text{ g}$ 必要

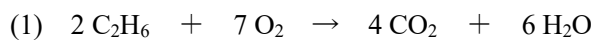
$$10 \text{ g では } \frac{10}{7.5} \times 840 = 1120 \text{ mL しか発生しない} \Rightarrow \times$$

カ $\frac{840 \times 10^{-3}}{22.4} \times 2 \times \frac{1000}{100} = 1.5 \text{ mol/L} \Rightarrow \times$

問7 メタンの燃焼 $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$

エタンの燃焼 $2\text{C}_2\text{H}_6 + 7\text{O}_2 \rightarrow 4\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$

プロパン C_3D_8 の燃焼 $\text{C}_3\text{D}_8 + 5\text{O}_2 \rightarrow 3\text{CO}_2 + 4\text{D}_2\text{O}$



(2) D_2O は $\frac{32.0}{2.0 \times 2 + 16.0} = 1.6 \text{ mol}$ より, $1.6 \times \frac{1}{4} \times 22.4 = 8.96 \text{ L}$

(3) $1.6 \times \frac{5}{4} \times 22.4 = 44.8 \text{ L}$

(4) 混合気体について $n_1 + n_2 = \frac{16.8 - 8.96}{22.4} = 0.350$, 酸素について $2n_1 + \frac{7}{2}n_2 = \frac{67.2 - 44.8}{22.4} = 1.00$

(5) (4)を解いて メタン : 0.150 mol , エタン : 0.200 mol

(6) $(0.150 \times 1 + 0.200 \times 2 + 1.6 \times \frac{3}{4}) \times 22.4 = 39.2 \text{ L}$

2

問1 A: 体心立方格子 B: 面心立方格子 C: 六方最密充填

問2 A: 8 B: 12 C: 12

問3 (1) 2個 (2) $a = \frac{4\sqrt{3}}{3}r$ (3) $\frac{\frac{4}{3}\pi r^3 \times 2}{a^3} \times 100 = \frac{\sqrt{3}\pi}{8} \times 100 = \frac{25\sqrt{3}\pi}{2} [\%]$

問4 (1) 4個 (2) $a = 2\sqrt{2}r$ (3) $\frac{\frac{4}{3}\pi r^3 \times 4}{a^3} \times 100 = \frac{\sqrt{2}\pi}{6} \times 100 = \frac{50\sqrt{2}\pi}{3} [\%]$

問5 (1) 2個 (2) $c = \frac{4\sqrt{6}}{3}r$ (3) $V = \frac{\sqrt{3}}{4}a^2 \times 6 \times c = 24\sqrt{2}r^3$

3

問1 (ア) 6 (イ) 4 問2 (エ), XY_2

問3 (1) 略 (2) $\boxed{あ} \quad 2(r_X + r_Y) \quad \boxed{い} \quad \frac{4(M_X + M_Y)}{N_A}$

$\boxed{う} \quad d = 3.6, \quad 2(r_X + r_Y) = 0.421 \times 10^{-7} \quad \text{より} \quad 3.6 = \frac{4(M_X + 16)}{(0.421 \times 10^{-7})^3 \times 6.0 \times 10^{23}} \quad M_X = 24.284 \div 24$

(3) $\frac{\sqrt{3}}{2}$ 倍, 8個

問4 $x = \sqrt{3} - 1$

問5 (1) 略 (2) $0.540 \times \sqrt{3} = (r^- + r^+) \times 4 \quad \text{より} \quad r^+ = 0.06355 \div 0.064 \text{ nm}$

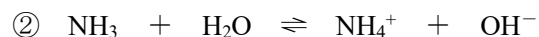
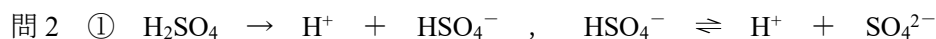
(3) $\frac{a}{2} = 0.270 \text{ nm}, 12 \text{ 個}$

4

問1 A: 水素イオン B: オキシニウムイオン C: 水酸化物イオン D: ブレンステッド

E: 与える F: 受け取る G: 溶けない H: 両性酸化物 I: 塩基 J: 塩基

K: 価数 L: 電離度 M: 強酸 N: 弱酸 O: 電気陰性度



問3 (1) ア, ウ, エ, オ (2) オ 問4 ウ, エ 問5 ア, ウ, オ 問6 カ