

## 高3 化学総合 S・SA～前期第1回～ <解答>◆結合と結晶◆

### <予習問題>

#### 【1】

(1) (ア) アンモニア

(イ) 高

①・②とも吸熱反応であるから、高温ほど平衡は右に進む。

(ウ) 面心立方

(エ) 4

図1は面心立方格子であるから、図2の水素原子は

$$\frac{1}{4} \times 12 + 1 = 4 \text{ [個]}$$

(オ)  $1.2 \times 10^3$

結晶中の4個の水素原子は、2個の水素分子になって放出されるから、標準状態の水素 ( $\text{H}_2$ ) の体積は

$$\frac{2}{6.0 \times 10^{23}} \times 22.4 \times 10^3 \text{ [cm}^3\text{]}$$

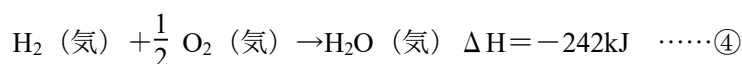
$$\therefore \frac{\frac{2 \times 22.4}{6.0} \times 10^{-20}}{(4.0 \times 10^{-8})^3} = 1.16 \times 10^3 \approx 1.2 \times 10^3 \text{ [倍]}$$

(2) ③

反応の前後で気体の体積の和が変わらないのは③である。

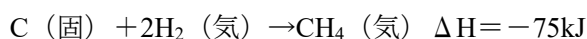
(3)  $-803\text{kJ}$

$\text{CH}_4$  (気) +  $2\text{O}_2$  (気)  $\rightarrow$   $\text{CO}_2$  (気) +  $2\text{H}_2\text{O}$  (気)  $\Delta H = Q\text{kJ}$  の反応エンタルピー  $Q$  を (反応熱) = (生成物の生成エンタルピー) - (反応物の生成エンタルピー) の関係を使って求める。そのためには、反応エンタルピーを付した反応式①～③と

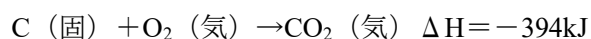


を用いて、 $\text{CH}_4$  (気) と  $\text{CO}_2$  (気) の生成エンタルピーを求めればよい。

$\text{CH}_4$  (気) の生成エンタルピーは、②-①より



$\text{CO}_2$  (気) の生成エンタルピーは②+③+④×2より

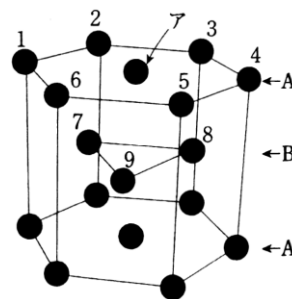


したがって

$$Q = -394 + (-242) \times 2 + 75 = -803 \text{ [kJ]}$$

【2】

(1) 六方最密構造では、右図の B 層の上下に A 層があり、この配列が繰り返される。図のアの粒子に注目すると同じ A 層内に 6 個の最近接粒子があり、さらに下の B 層の 3 個だけでなく、上の B 層にも同じように 3 個最近接粒子が存在するので、合計 12 個である。

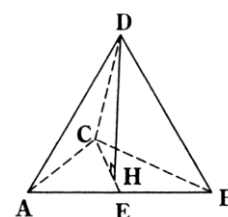
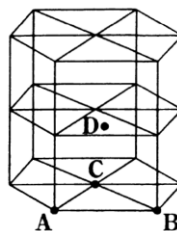


(2) 右上図の六角柱内で上下の A 層には O 原子の  $\frac{1}{6}$  が 12 個

と  $\frac{1}{2}$  が 2 個含まれ、B 層には合計 3 個存在するので、合計 6 個の O 原子が存在する。

$\text{Al}_2\text{O}_3$  の組成式から Al 原子は 4 個含まれる。

(3) 右図の A, B, C, D の 4 個の粒子に注目すると、A, B, C, D を頂点とする一辺の長さ  $a$  の正四面体となっている。この正四面体の高さは



$\frac{c}{2}$  に相当する。

図で  $\triangle ABC$  に D から下ろした垂線の足を H とすると、H は  $\triangle ABC$  の重心であるため、 $\text{CH} : \text{HE} = 2 : 1$  となり  $\text{AE} = \text{EB}$  である。

$$\text{よって、} \text{CE} = \sqrt{a^2 - \left(\frac{a}{2}\right)^2} = \frac{\sqrt{3}}{2}a \quad , \quad \text{CH} = \frac{\sqrt{3}}{2}a \times \frac{2}{3} = \frac{\sqrt{3}}{3}a$$

$$\triangle \text{DCH} \text{ において } \text{DH} = \sqrt{a^2 - \left(\frac{\sqrt{3}}{3}a\right)^2} = \frac{\sqrt{6}}{3}a \quad \therefore c = \text{DH} \times 2 = \frac{2\sqrt{6}}{3}a$$

(4) 六角柱の体積は、 $a \times \frac{\sqrt{3}}{2}a \times \frac{1}{2} \times 6 \times \frac{2\sqrt{6}}{3}a = 3\sqrt{2}a^3$

また、六角柱内に  $\text{Al}_2\text{O}_3$  が 2 組あるので、密度を  $d [\text{g}/\text{cm}^3]$  とすると

$$d = \frac{102 \times 2}{6.0 \times 10^{23} \times 3\sqrt{2}a^3} \quad a = 2.7 \times 10^{-8} \text{cm} \text{ を代入すると } d \doteq 4.0 \text{g}/\text{cm}^3$$

【3】 問1 a : 6    b 12    c 4    d 12

問2 0.41

問3 結晶格子の辺の長さの半分を  $a$  とすると、 $\frac{\sqrt{3}}{2}a = r^+ + r^-$  かつ、 $\sqrt{2}a = r^-$

$$\text{よって整理すると、} \frac{r^+}{r^-} = \frac{\sqrt{3}}{\sqrt{2}} - 1 \doteq 0.22$$

<演習問題>

【1】

<解答>

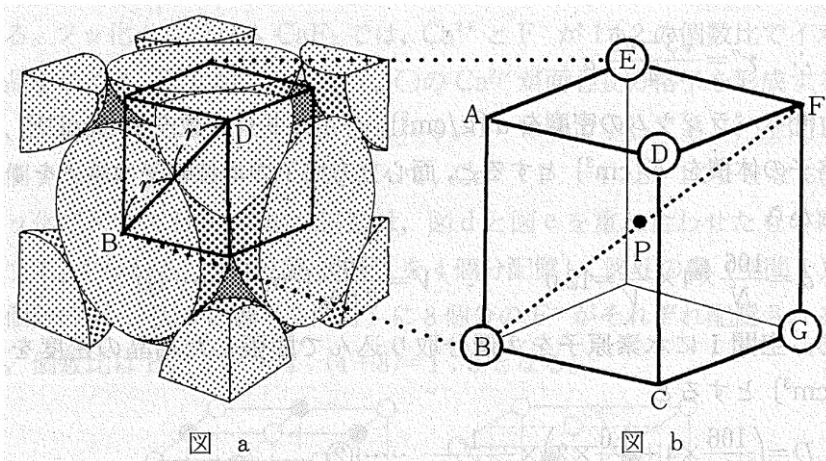
問1 (ア)  $\frac{\sqrt{2}}{4}$  (イ)  $\frac{2-\sqrt{2}}{4}$  (ウ)  $\frac{\sqrt{3}-\sqrt{2}}{4}$

問2 (エ) あ (オ) え (カ) あ (キ) お (ク) く (ケ) き

問3 (コ) 2 (サ) 11.0 (シ) 34

<解説>

(A)



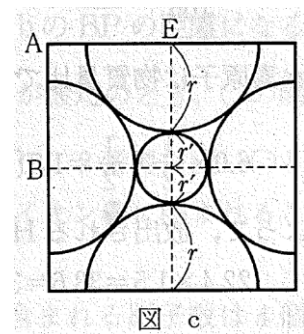
(ア) 単位格子の1辺が  $a$  であるから、図bにおいて  $AB = \frac{1}{2}a$

原子半径を  $r$  とすると、図a・bより  $BD = 2r = \sqrt{2}AB = \frac{\sqrt{2}}{2}a \quad \therefore r = \frac{\sqrt{2}}{4}a$

(イ) 図aの単位格子を  $ABE$  の面で切ったときの図が図cである。空間Iは、上下・前後・左右の6原子に囲まれた空間であり、その空間Iに入りうる球の最大半径  $r'$  は図cより  $2r + 2r' = a$

$$2r' = a - 2r = a - 2 \times \frac{\sqrt{2}}{4}a = \frac{2 - \sqrt{2}}{2}a$$

$$\therefore r' = \frac{2 - \sqrt{2}}{4}a$$



(ウ) 空間IIは、図bの4個の球B, D, E, Gが接してP点につくる空間のことである。F点には球は存在しないが、B~Gの球と同じ大きさの球があると考えて空間IIの大きさを求めればよい。

$$BF = \sqrt{3}AB = \frac{\sqrt{3}}{2}a$$

求める最大半径を  $r''$  とすると、 $BF = 2r + 2r''$  より

$$2r'' = BF - 2r = \frac{\sqrt{3}}{2}a - 2 \times \frac{\sqrt{2}}{4}a = \frac{\sqrt{3} - \sqrt{2}}{2}a \quad \therefore r'' = \frac{\sqrt{3} - \sqrt{2}}{4}a$$

(C) (サ) パラジウムを密度を  $d$  [g/cm<sup>3</sup>], アボガドロ定数を  $N$  [mol<sup>-1</sup>], 単位格子の体積を  $V$  [cm<sup>3</sup>]とすると, 面心立方格子の単位格子は原子を 4 個含むから

$$d = \frac{106}{N} \times 4 \div V = 12.0 \quad \therefore V = \frac{106}{3.0N} \text{ [cm}^3\text{]} \quad \dots\text{①}$$

一方, 空間 I に水素原子を 2 個分取り込んで膨張した結晶の密度を  $D$  [g/cm<sup>3</sup>]とすると

$$D = \left( \frac{106}{N} \times 4 + \frac{1.0}{N} \times 2 \right) \times \frac{1}{1.10V} \quad \dots\text{②}$$

②へ①を代入すると  $D = 10.96 \doteq 11.0$  [g/cm<sup>3</sup>]

(シ) パラジウムを密度は 12.0g/cm<sup>3</sup> であるので, その 53cm<sup>3</sup> の物質量は  $\frac{12 \times 53}{106} = 6.0$  [mol]

水素原子は物質質量比で  $\frac{1}{2}$  だけ取り込まれるので, 放出される水素分子は

$$6.0 \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = 1.5 \text{ [mol]}$$

よって, 放出される H<sub>2</sub> の標準状態での体積は  $22.4 \times 1.5 = 33.6 \doteq 34$  [l]