

【Problem 4 : 解答】

4-1.  $1\text{cm}^3$  の質量 (158 g) のうち  $^1\text{H}$  が36%、 $^4\text{He}$  が64%ゆえ、質量は  $^1\text{H}$  が56.88 g、 $^4\text{He}$  が101.12 g。mol にすれば、 $^1\text{H}$  が 56.88 mol、 $^4\text{He}$  が25.28 mol。 電子は56.88 + 25.28×2=107.44 mol。 合計189.6 mol。

4-2. 体積： $^1\text{H}$  原子： $(4/3)\pi(0.53\times 10^{-8})^3 = 6.24\times 10^{-25}\text{cm}^3$   
 $\text{H}_2$  分子： $1.25\times 10^{-24}\text{cm}^3$   
 $^1\text{H}$  原子核： $(4/3)\pi(1.4\times 10^{-13})^3 = 1.15\times 10^{-38}\text{cm}^3$   
 $^4\text{He}$  原子核： $(4/3)\pi(1.4\times 10^{-13}\times 4^{1/3})^3 = 4.60\times 10^{-38}\text{cm}^3$   
電子：ゼロ

①300 K・1 atm の水素は、2 g が  $22.4\times(300/273.15) = 24.6\text{L} = 24600\text{cm}^3$  を占める。  
分子だけの体積は  $1.25\times 10^{-24}\text{cm}^3\times 6.02\times 10^{23} = 0.75\text{cm}^3$  だから、粒子が空間を  
占めている割合は  $3.05\times 10^{-5}$ 。(答え) 0.003%

②0.09 g の  $\text{H}_2$  は 0.045 mol だから、分子だけの体積は  $1.25\times 10^{-24}\text{cm}^3\times 6.02\times 10^{23}$   
 $\times 0.045 = 0.034\text{cm}^3$ 。(答え) 3%

③4-1 の答えから、

$1\text{cm}^3$  中に $^1\text{H}$  の占める体積： $1.15\times 10^{-38}\text{cm}^3\times 6.02\times 10^{23}\times 56.88 = 3.94\times 10^{-13}\text{cm}^3$   
 $1\text{cm}^3$  中に $^4\text{He}$  の占める体積： $4.60\times 10^{-38}\text{cm}^3\times 6.02\times 10^{23}\times 25.28 = 7.21\times 10^{-13}\text{cm}^3$   
合計で $1.115\times 10^{-12}\text{cm}^3$ 。(答え)  $1\times 10^{-10}\%$

4-3. 状態方程式  $pV = nRT$  に  $p = 2.5\times 10^{11}\text{atm}$ 、 $V = 0.001\text{L}$ 、 $n = 189.6\text{mol}$ 、 $R = 0.082\text{L}\cdot\text{atm}/(\text{mol}\cdot\text{K})$  を代入して、 $T = 1.61\times 10^7\text{K}$ 。所要温度 ( $1.5\times 10^7\text{K}$ ) より少し高い。