

化 学

第1問

I 自然界には高圧下で起こる様々な化学変化や物理現象がある。例えば、地球内部での化学変化は数百万気圧に及ぶ圧力下で起こっている。近年、図1—1に示したダイヤモンドアンビルセルという簡便な装置を用いることにより、実験室においても百万気圧を超える超高压を発生させることが可能となった。この装置では、図1—1のように金属板にあけた小さな穴の中に試料を充填し、これを上下から、もっとも硬い物質であるダイヤモンドで圧縮することにより超高压を得る。

ダイヤモンドアンビルセルを用いて酸素を圧縮する実験を行った。これについて以下の問ア～エに答えよ。ただし、計算においてはその過程を明示し、答えは有効数字2桁で記すこと。また、気体定数 $R = 0.082 \text{ atm} \cdot \text{l} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$ 、アボガドロ定数 $N_A = 6.0 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ とする。

[問]

ア 実在気体は、理想気体の状態方程式

$$PV = nRT \quad (1)$$

を完全には満たさない。ここで、 P 、 V および n は気体の圧力、体積および物質量を表し、 T は温度である。理想気体からのずれを表すパラメーター Z は、

$$Z = \frac{PV}{nRT} \quad (2)$$

で与えられ、理想気体では Z は常に1である。図1—2は、メタン、酸素について、温度 300 K における P と Z の関係を示したものである。低圧において、 $Z < 1$ となる原因を 50 字程度で述べよ。

- イ 高压では $Z > 1$ となる原因を 50 字程度で述べよ。
- ウ 温度 300 K において、装置の試料空間に 10 atm の酸素を封入した。この時、対向する 2 つのダイヤモンド面間の距離 d は 0.40 mm であった。これを圧縮し、内部の圧力が 800 atm に達したときの距離 d を求めよ。ただし、試料空間は常に直径 0.40 mm の円柱であり、加圧による温度の変化はなく、酸素の漏れはないものとする。また、酸素は 10 atm では理想気体とみなす。
- エ さらに圧縮すると酸素は約 10 万気圧でオレンジ色の分子結晶となる。図 1—3 に示すように、この分子結晶は直方体の単位格子をもち、酸素分子の重心がその頂点および各面の中心に位置している。ダイヤモンド面間の距離 d が 0.0020 mm の時にこの酸素分子結晶が生成されたとして、その単位格子の体積を求めよ。

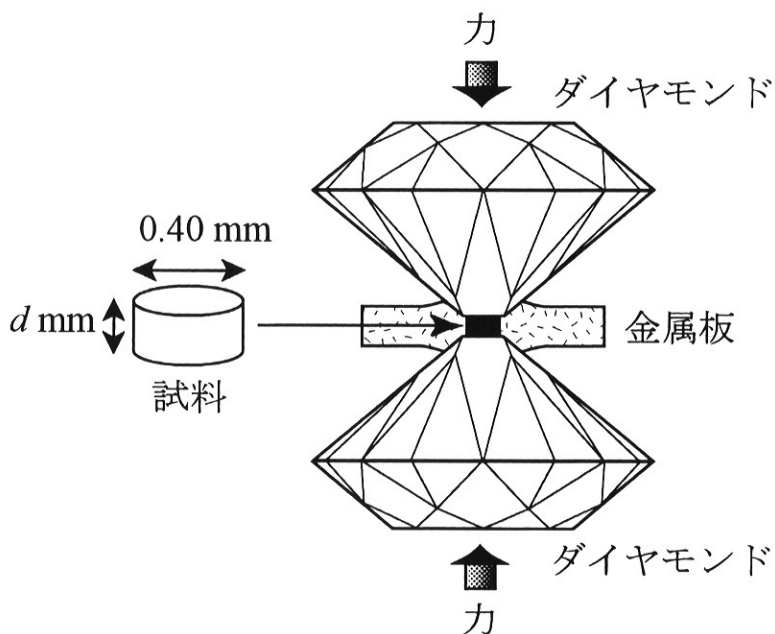


図 1—1 ダイヤモンドアンビルセル

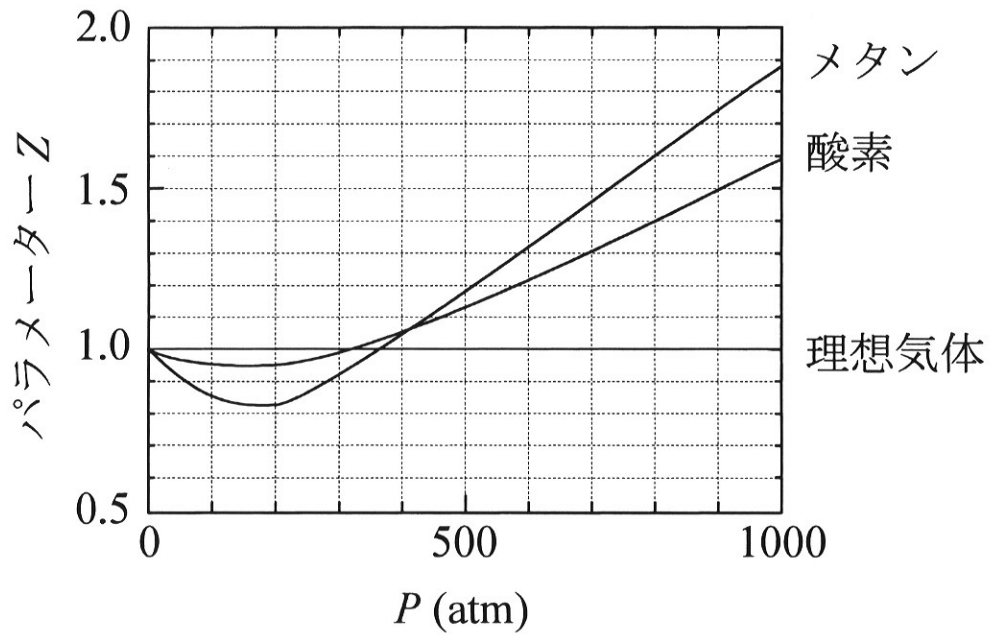


図1-2 ZとPの関係

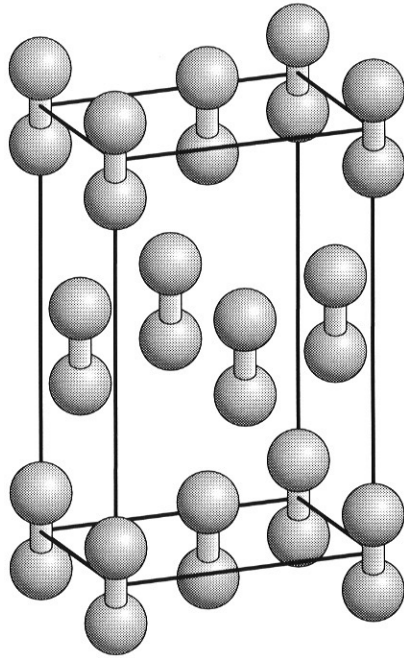


図 1—3 酸素分子結晶の構造