

1. 容積 V の容器 A と容積 $2V$ の容器 B がコックのついた細い管でつながれている。容器 A に 27°C , 圧力 200kPa の理想気体を満たし, 容器 B を真空にした。コックを開き, 容器 A, B を連結し, 全体を加熱して 127°C にしたときの容器内の圧力を求めよ。

2. 5°C のエタノール 3.0kg を断熱容器に入れて, 消費電力 900W の電熱線で熱した。このエタノールが 30°C に達するまでに要する時間はおよそ何秒か。有効数字 2 桁で答えよ。

ただし, エタノールの比熱を $2.4\text{ J/(g}\cdot\text{K)}$ とし, 電気エネルギーはすべてエタノールの加熱のために使用されるものとする。

1 まず, コックを開いた場合の変化を考えよう。この場合, 体積は増加しているが, 相手側は真空であるため圧力は 0 である。また, コックを開いただけであり, 気体に対して何ら仕事はなされていない。さらに外部から熱量も与えられていないので, 結局気体の内部エネルギーは変化しないので, 絶対温度も変化しない。つまりコックを開いて連結した状態では 27°C である。ただし, 体積が 3 倍となったので, 圧力は $1/3$ 倍となる。

この状態で, 加熱して絶対温度を 300K から 400K に上げたので, ここで圧力は $4/3$ 倍となる。つまり, 全体として圧力は,

$$200 \times \frac{1}{3} \times \frac{4}{3} = \frac{800}{9} = 88.9\text{ kPa}$$

2 エタノールを 25°C 加熱するために必要な熱量は,

$$25 \times 3000 \times 2.4 = 180000\text{ J}$$

したがって, 求める時間は,

$$180000 \div 900 = 200\text{ 秒}$$

1 で, コックを開いて連結する場合を「自由膨張」といいます。結果だけをみれば等温変化と同じ結果になっていきますが, 一切熱を与えないわけですから, 途中は等温変化とは異なります。この場合, 膨張中には釣り合い状態になく, 気体の各部分によって圧力が異なりますので, P - V 線図では表すことができません。

2 は, 基本的な熱量の問題で, 国家 II 種, 地方上級のみならず, 最近では国家 I 種でも類題が出題されています。