

借助质量守恒速解 2016 年高考 全国新课标 II 卷第 33 题

董刚

(永昌县第一高级中学 甘肃 金昌 737200)

(收稿日期:2016-06-12)

摘要:以 2016 年高考全国新课标 II 卷第 33 题为例,找到理想气体的 3 个状态参量与质量之间的关联,借助质量守恒定律快速准确解答变质量理想气体的问题.

关键词:质量守恒 理想气体 变质量 高考

一定质量的理想气体从状态 1 变化到状态 2 过程中满足

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}$$

或

$$\frac{pV}{T} = C$$

式中 C 是与 p, V, T 无关的常量,上面两个式子都叫做一定质量的某种理想气体的状态方程.普通高中课程标准实验教科书《物理·选修 3-3》中未提及克拉珀龙方程

$$pV = nRT = \frac{m}{M}RT$$

其中 m 表示理想气体的质量, M 表示该气体的摩尔质量, n 表示该气体的物质的量, R 为理想气体常数,不过我们可以借鉴该方程得出

$$C = \frac{m}{M}R$$

在 M 一定的情况下 $C \propto m$, 即 $\frac{pV}{T} \propto m$. 这样一来我们就可以把理想气体的 3 个状态参量 p, V, T 与气体质量 m 直接关联起来,从而借助质量守恒定律快速准确地解决此类变质量气体问题^[1].

【题目】(2016 年高考全国卷第 33 题)

(2)(10 分)一氧气瓶的容积为 0.08 m^3 ,开始时瓶中氧气的压强为 20 个大气压.某实验室每天消耗 1 个大气压的氧气 0.36 m^3 .当氧气瓶中的压强降低

到 2 个大气压时,需重新充气.若氧气的温度保持不变,求这瓶氧气重新充气前可供该实验室使用多少天.

分析:瓶中的氧气的质量越用越少,理想气体状态方程不适用变质量气体问题,但从整个过程来看,气体可以看做 3 部分,即原来的、消耗掉的和剩余的,且原来瓶中的氧气质量等于消耗的氧气质量与瓶中剩余氧气质量之和,也就是说整个过程中氧气的总质量是不变的.由前所述, $\frac{pV}{T} \propto m$, 3 部分氧气的质量都可与其相对应的状态参量结合起来,这样我们就可以借助质量守恒定律把各部分气体的状态参量联系起来.

解:设开始时瓶中氧气质量为 m ,当氧气瓶中的压强降低到 2 个大气压时瓶中氧气质量为 m_1 ,每天消耗的氧气质量为 m_2 ,重新充气前可供该实验室使用 N 天,由质量守恒定律可得

$$m = m_1 + Nm_2$$

即

$$\frac{pV}{T} = \frac{p_1 V_1}{T_1} + N \frac{p_2 V_2}{T_2}$$

由于氧气的温度保持不变,所以上式可化为

$$pV = p_1 V_1 + N p_2 V_2$$

化简可得

$$N = \frac{pV - p_1 V_1}{p_2 V_2}$$

上面各式中

$$p = 20 \text{ atm}$$

$$p_1 = 2 \text{ atm}$$

$$p_2 = 1 \text{ atm}$$

$$V = V_1 = 0.08 \text{ m}^3$$

$$V_2 = 0.36 \text{ m}^3$$

代入数据可得 $N = 4$ 天

点评:此方法简洁明了,适用于一切同种气体变质量问题,比如气体分装问题、充气问题、两部分同种气体混合问题等.

参考文献

- 董刚,守恒思想在变质量气体中的应用.湖南中学物理,2015(6):73