# 六、克拉珀龙方程

**摩尔气体恒量** 上一节讲的气体状态方程

＝恒量

是一定质量的理想气体状态方程，其中的恒量跟气体的质量有关系。在体积和温度相同的情况下，气体的质量越多，气体的压强就越大，因而上式中的恒量就越大。自行车车胎里打进的空气越多，车胎胀得越硬，这是大家都知道的。

实验表明，上式中的恒量还跟气体的种类有关系。在体积和温度相同的情况下，质量相同的不同种类气体，它们的压强并不相同，因而上式中的恒量也不相同。

那么，怎样在一般情况下应用上式呢？我们先把上式用于一定量的各种气体，而且就限定为1摩尔。这是因为，在标准状态下，即*p*0＝1标准大气压，*T*0＝273K，1摩的任何气体的体积都是*V*0＝22.4L，由此我们可以求得一个适用于l摩尔任何气体的恒量，叫做摩尔气体恒量，它通常用*R*来表示，即

*R*＝。

*R*的数值跟*p*，*V*，*T*的单位有关，在国际单位制中，*p*0＝1.013×105Pa = 1.013×105N/m2，*V*0＝22.4×10-3m3/mol，*T*0＝273K，代入上式得到

*R*＝＝8.31焦/（摩·开）。

对于1摩的理想气体，因为*pV*/*T*＝*p*0*V*0/*T*0＝*R*，所以

*pV*＝*RT*。

这就是1摩的理想气体的状态方程，它对任何气体都适用。

摩尔气体恒量是热学中又一个重要常数。不仅在研究气体的热学性质中，而且在研究其他热现象中，它与阿伏伽德罗常数共同起着重要作用。

**克拉珀龙方程** 知道了1摩的理想气体的状态方程，我们不难得到任意质量的理想气体的状态方程。设有质量为*m*千克的某种理想气体，它的摩尔质量为*M*千克/摩，它的摩尔数*n*＝*m*/*M*摩，既然1摩的理想气体在标准状态下占有体积*V*0（＝22.4升），那么*n*摩的理想气体在标准状态下占有的体积应为*V*0ʹ＝*nV*0。由理想气体的状态方程可得：

＝

＝*n*

＝*nR*。

由此得到 *pV*＝*nRT*，

或 *pV*＝*RT*。

这就是任意质量的理想气体的状态方程，又叫做**克拉珀龙方程**。只要温度不太低，压强不太大，这个方程对一切气体都适用。这个方程在实际中有广泛的应用，可以用来解决有关气体的各种问题。

【例题】容积为30L的瓶内装有氢气。假定在气焊过程中，温度保持27℃不变，当瓶内压强由4.9×106Pa降为9.8×105Pa时，共用去多少氢气？

用国际单位制来计算，把已知各个量的数值用相应的单位表示出来。*p*1＝4.9×106Pa；*V*＝30L＝30×10-3m3；*p*2＝9.8×105Pa；*T*＝（27＋273）K＝300K；*M*＝2×10-3kg/mol。

这个例题可以这样来解：根据克拉珀龙方程先计算瓶内原有氢气的质量*m*1，再计算气体状态改变后瓶内氢气的质量*m*2，二者之差*m*1－*m*2就是用去的氢气的质量。

气体的初状态和末状态的体积*V*和温度*T*保持不变，压强*p*和质量*m*发生了变化，压强由*p*1变到*p*2，质量由*m*1变到*m*2。

由*p*1*V*＝*RT*得到 *m*1＝，

由*p*2*V*＝*RT*得到 *m*2＝，

所以

*m*1－*m*2＝（*p*1－*p*2）。

代入数值得到

*m*1－*m*2＝（4.9×106－9.8×105）kg＝9.4×10-2kg。

如果就一定质量的气体来考虑气体的状态变化，即压强由*p*1降低到*p*2，而体积由*V*1胀到*V*2，能不能解出这个题目？你来试一下，并把两种解法加以比较。

利用理想气体状态方程解题，首先要明确我们所研究的对象是哪部分气体，以及气体状态发生变化时它的初状态和末状态，然后才能用状态方程来求解。计算时要注意物理量的单位。T必须采用热力学温度。根据*p*1*V*1/*T*1＝*p*2*V*2/*T*2解题时，公式两边的*p*和*V*的单位必须统一。根据*pV*＝*mRT*/*M*解题时，*R*的单位必须与*p*、*V*的单位相适应。

## 练习五

（1）如果压强用标准大气压作单位，体积用升作单位，试通过计算证明：*R*＝0.082标准大气压·升/（摩·开）。

（2）一个容器内装有氧气100g，压强为10标准大气压，温度为47℃，容器的容积是多少米3？

（3）1g的气体，温度为27℃、压强为600mmHg时，体积为5L。2g的同种气体，温度为127℃、压强为400mmHg时，体积是多少升？

（4）容积是10L的钢筒里盛有90标准大气压、－13℃的氧气，求钢筒中氧气的质量。巳知氧气在标准状态下的密度*ρ*0＝1.43kg/m3。

（5）有0.612g的某种氮氧化合物，在293K和1标准大气压时体积为480cm3。这是一种什么气体？写出它的分子式。

（6）给汽车轮胎打气，使胎内空气达到所需的压强，冬天和夏天打入胎内的空气质量是否相同？冬天还是夏天打入的空气质量多？

（7）有两种不同种类的气体，它们的温度和体积都相同。如果它们的质量也相同，气体的压强是否相同？如果它们的质量不同，但摩尔数相同，气体的压强是否相同？

（8）理想气体的状态方程可写成*pV*/*T*＝C（恒量）。对于这个恒量C，下面哪种说法正确，哪种说法错误，并说明理由。

①对质量相同的任何气体，C都相同。

②对质量不同的同种气体，C都相同。

③对摩尔数不同的同种气体，C都相同。

④对摩尔数相同的任何气体，C都相同。