# 三、气体的压强跟温度的关系

在日常生活中，我们常会遇到这样一些情况：夏天给旧的自行车车胎打气，不宜打得很足，不然，在太阳下骑行，车胎容易爆裂；卡车在运输汽水等饮料时，由于太阳曝晒，一些质地较差的汽水瓶往往会爆裂。这些现象都表明气体压强的大小跟温度的高低有关。

我们可以用实验的方法来研究一定质量的气体，在体积不变时，它的压强跟温度的关系。

## 查理定律

通过实验探索，我们初步得出一定质量气体在体积不变时，它的压强随着温度的升高而增大的结论。从实验数据描绘出的*p*-*t*图象，基本上是一条倾斜的直线（图2-7），但是这样还没有反映出压强和温度间确切的关系。

**图2-7**

*t*

*p*

*O*

·

·

·

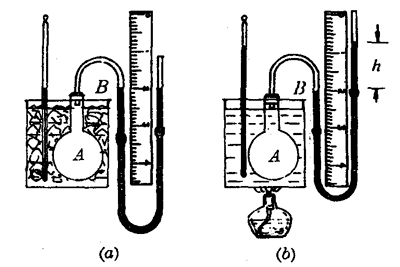
·

·

·

·

最早定量研究气体压强跟温度的关系的是法国物理学家查理（1746-1823）。我们为了精确测量一定质量气体在体积不变时，不同温度下的压强，采用了图2-8所示的实验装置。容器A中有一定质量的空气，空气的温度可由温度计读出，空气的压强可由跟容器A连在一起的水银压强计读出。但温度升高后，容器A中的空气会膨胀，由于压强计两臂间是用橡皮管相连的，它的右臂可以上下移动。移上时，受热膨胀后的空气就能被压缩到原来的体积。



**图2-8**

**控制变量法**

自然界发生的各种现象，往往是错综复杂的。决定某一个现象的产生和变化的因素常常也很多。为了弄清事物变化的原因和规律，必须设法把其中的一个或几个因素用人为的方法控制起来，使它保持不变，然后来比较、研究其他两个变量之间的关系，这是一种研究问题的科学方法。

例如物体吸收热量温度会升高，温度升高多少是由多个因素决定的，跟吸收的热量、物体的质量以及组成物体的物质性质有关。在研究时，可以先使一些因素保持不变，如在物质相同、质量相同的情况下，观察物体温度升高跟所吸收热量的关系；接着再研究同种物质，不同质量的物体吸收相等热量时，温度升高跟质量的关系等等，从而得出物体温度升高跟所吸收的热量、物体的质量和组成物体的物质性质的关系。控制变量的科学方法在物理学的研究中是经常使用的。

这个实验是按以下步骤进行的：

先把容器A浸没在冰水混和物中，这时容器A中的空气温度为0℃，调节压强计右臂的位置．使两臂内水银面位于同一高度，这时容器A中的空气压强就等于大气压强，记下压强计左臂内水银面的位置B，这就是0℃时容器A内空气体积*V*0的一个标记[图2-8（a）]。

然后将烧杯中的冰水混和物倒去，换成热水，经搅拌器搅拌后，读取热水温度，即为容器A中空气的温度。容器A中的空气受热后压强增大，体积也变大，这时压强计两臂内的水银面的高度差并不表示气体体积不变时的压强增加量，必须提起压强计的可动臂（右臂），使左臂内水银面回到位置B，增大容器A内空气的压强，以保持原来的空气体积*V*0，这时，压强计两臂内的水银面的高度差将变大，读出这一高度差*h*，如图2-8（b）所示，就可根据*p*＝*p*0＋*ρgh*，算出这一温度下容器A中空气的压强。

实验时每一次改变热水温度后，都必须重新调节压强计可动臂的高度，使容器A中的空气体积保持不变，并应记录每一次改变温度后，容器中空气的温度值和相应的压强值。

查理用各种气体进行实验，结果表明，**一定质量的各种气体在体积不变时，温度升高（或降低）1℃，压强的增加量（或减小量）等于它在0℃时压强的[[1]](#footnote-1)**。这个实验结论叫做**查理定律**。

## 热力学温标

根据查理定律可知，一定质量的气体在体积不变时，它的温度从0℃降低到－1℃，气体压强将减小0℃时压强的。若把这个结论进行合理外推，便可得出当温度降低到－273℃时，气体压强将减小到零的推论（图2-9）。

*p*（Pa）

0

－273

*t*（℃）

**图2-9**

英国物理学家、数学家开尔文（1824-1907）认为，既然－273℃时气体的压强为零，就意味着这时气体分子的运动已停顿，这是绝对的零度，因此－273℃被称为绝对零度。1848年，开尔文提出了建立以－273℃为零点的温标，叫做开氏温标，现称做热力学温标，用热力学温标表示的温度，叫做**热力学温度**。热力学温度用*T*表示，它的单位是开尔文，简称为开，符号是K。就每一开和每一度的大小来说，热力学温度和摄氏温度是相等的。热力学温度*T*和摄氏温度*t*之间的换算关系是

*T*＝*t*＋273，*t*＝*T*－273。

我们从图2-9的*p*-*t*图象可以看出，如果把直角坐标系的横坐标由摄氏温*t*变为热力学温度*T*，将坐标轴的原点取在热力学温度的零开（即－273℃）处。这样，气体压强*p*和热力学温度*T*之间就有了正比关系（图2-10）。于是，查理定律的表述就可以简化为：

**一定质量的气体在体积不变时，它的压强跟热力学温度成正比。**

若气体压强用*p*表示，热力学温度用*T*表示，查理定律可用以下公式表示

＝。

*p*

*O*

*T*

*T*0

*T*1

*T*2

*T*3

*T*4

*p*4

*p*3

*p*2

*p*1

*p*0

**图2-10**

【例题1】

室温为20℃时，把一只空瓶盖紧，当时的大气压强为1.0×105帕。把这只瓶移到炉灶旁，当瓶内空气温度升高到40℃时，它的压强是多大？

【解】把瓶子盖紧时，瓶内空气压强*p*1＝*p*0＝1.0×105帕，温度*T*1＝（20＋273）开。移到炉灶旁，温度*T*2＝（40＋273）开，瓶内空气的压强发生了变化，但它的质量和体积都保持不变。

根据查理定律 ＝，

瓶内空气压强

*p*2＝＝帕＝×105帕＝1.07×105帕。

【例题2】

钢瓶内贮有一定质量的氧气，在温度为20℃时，瓶内氧气压强为6.0×106帕。如钢瓶的耐压值为14×106帕，则存放这瓶氧气的环境温度不得高于几度？

【解】由于钢瓶的容积不变，当环境温度升高时，瓶内氧气的压强会增大，钢瓶的耐压值也就是瓶内氧气允许达到的压强最大值。

根据查理定律＝，已知*T*1＝（20＋273）开，*p*1＝6.0×106帕，*p*2＝14×106帕，所以

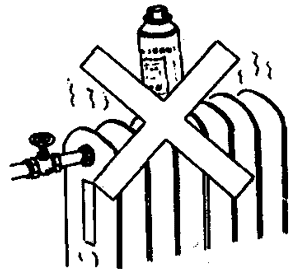
*T*2＝＝开≈684开，

即环境温度不得超过*t*2＝*T*2－273＝（684－273）℃＝411℃。

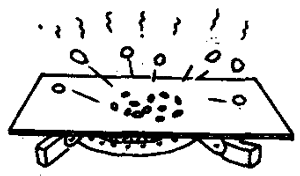
所以在常温下使用或存放这瓶氧气是安全的，但不可把它放在十分靠近锅炉等温度很高的地方。工厂或医院发生火灾时，消防人员十分注意火区中是否存放氧气瓶。如果有，则首先要控制住这些地方的火势，迅速将氧气瓶转移到安全的地方。不然，温度过高引起氧气瓶爆炸，会造成更大的破坏。

## 思考

1．上海地区1990年7～8月份的平均气温比1989年相同月份的平均气温高出4.8℃，怎样用热力学温度来表示？



**图2-11**



**图2-12**

2．采用密封式罐装、使用助推剂喷雾的杀虫药水，说明书上写明“本品切勿放置在温度高于50摄氏度的地方”。因此，即使把用完了的药水罐随手搁在暖气片上（图2-11），也是不允许的。这是什么道理？

3．在炉灶上放一块铁板，烧热后，将一些带壳的干稻谷放在铁板上。过一会儿只听到稻谷“噼”“啪”作响，同时有一些就变成了爆米花（图2-12）。试说明原因。

## 练习四

1．在固定容积的容器里有一定质量的氧气，当温度从30℃上升到60℃时，有的同学说，容器里的氧气压强将会增大到原来压强的2倍。这样的考虑对吗？如果要使它的压强增大到原来压强的2倍，则容器里的氧气温度必须从30℃升高到几度？

2．盛在钢瓶中的氢气，在0℃时，测得其压强为910千帕。当温度升高到27℃时，压强将变为多大？

3．盛在钢瓶中的氧气，在17℃时，测得其压强为9.0兆帕。把它搬到环境温度为37℃的高温车间内，钢瓶内氧气的压强变为9.3兆帕。钢瓶中的氧气是否有泄漏？为什么？

4．在大气压强为1.0×105帕、温度为30℃时，把一只空瓶用橡皮塞塞住，然后把这只瓶子放在－18℃的冰箱冷冻室内，过一会儿取出瓶子。如果要计算橡皮塞所受压力的大小，还必须知道什么条件？

5．白炽灯泡内充有氮和氩的混合气体，要使灯泡内的混合气体在100℃时压强不超过1.0×105帕，那么在室温20℃制作灯泡时，所充混合气体的压强至多只能多大？

1. 精确值应是1/278.15 [↑](#footnote-ref-1)