# 四、能的转化和守恒定律

**热力学第一定律** 现在我们来研究功、热量跟内能变化之间的定量关系。

一个物体，如果它跟外界不发生热交换，也就是它既没有吸收也没有放出热量，那么，外界对它做多少功，它的内能就增加多少。设外界对物体所做的功为*W*，内能的增加为Δ*E*，那么，*W*＝Δ*E*。在物体对外界做功的情况下，上式同样适用，这时*W*负值，内能的增加Δ*E*也是负值，表示内能减少。

如果外界既没有对物体做功，物体也没有对外界做功，那么物体吸收了多少热量，它的内能就增加多少。设物体吸收的热量为*Q*，内能的增加为Δ*E*，那么，*Q*＝Δ*E*。在物体放出热量的情况下，上式同样适用。这时*Q*为负值，内能的增加Δ*E*也是负值，表示内能减少。

在一般情况下，如果物体跟外界同时发生做功和热传递的过程，那么，外界对物体所做的功*W*加上物体从外界吸收的热量*Q*，等于物体内能的增加Δ*E*。即

*W*＋*Q*＝Δ*E*。

上式所表示的功、热量跟内能变化之间的定量关系，在物理学中叫做**热力学第一定律**。

**能的转化和守恒定律** 现在我们从能的转化的观点来考察热力学第一定律。我们知道，功是能的转化的量度。做功使内能发生变化时，其他形式的能和内能发生相互转化。在摩擦生热的现象中，克服摩擦力做多步功，就有多少机械能转化成等量的内能。在图2-1所示的压缩气体做功的过程中，做多少功，就有多少机械能转化成等量的内能。气体膨胀做功的时候，做多少功，就有多少内能转化成等量的机械能。热传递使内能发生变化时，只是内能在物体之间的转移，而没有能量形式的转化。一个物体从外界吸收了多少热量，就有多少内能从外界转移给这个物体，这里我们看到，做功和热传递对改变物体的内能虽然等效，但从能的转化的观点来看却是有区别的。热力学第一定律表示，做功和热传递提供给一个物体多少能量，物体的内能就增加多少，能量在转化或转移中守恒。

不但机械能，其他形式的能也可以和内能相互转化。通过电流的导线变热，电能转化成内能。燃料燃烧生热，化学能转化成内能，炽热的灯丝发光，内能转化成光能，实验证明，在这种转化中能量也守恒。

大量的事实证明：各种形式的能都可以相互转化，并且在转化中守恒。

**能量既不会凭空产生，也不会凭空消失，它只能从一种形式转化为别的形式，或者从一个物体转移到别的物体**。这就是**能的转化和守恒定律**。

现在我们利用这个定律来分析一下射到地球上的太阳能的转化。太阳把地面晒热，把空气晒热，把水面晒热并使一部分水蒸发。变热的空气上升，使空气流动而形成风，大阳能转化成空气的机械能。蒸发的水蒸气上升到空中形成云，以雨雪等形式落下来，通过江河流入海洋，太阳能转化成水的机械能，太阳能的一部分被植物叶子吸收，发生光合作用，生成各种有机化合物，太阳能转化成植物的化学能，植物作为食物被动物吃掉，植物的化学能转化成动物的化学能。人们以植物和动物为食物，从中获得了维持生命活动的能量。古代的植物和动物在地质变迁中转化成煤、石油、天然气，成为我们现代工农业生产的主要能源。在水力发电站和火力发电站里，水的机械能，煤、石油和天然气的化学能转化成电能。在工厂、农村和住宅中，电能通过各种电器转化成机械能、内能、光能等等。

物质有许多不同的运动形式，每种运动形式都有一种对应的能。跟机械运动对应的是机械能，跟热运动对应的是内能，跟其他运动形式对应的还有电能、磁能、化学能、原子能等等，能的不断转化表现了物质的运动不断地由一种形式转化为另一种形式。能的转化和守恒定律就是关于自然界的这种转化过程的一条普遍定律。

**永动机不可能制成** 历史上有不少人希望设计一种机器，这种机器不消耗任何能量，却可以源源不断地对外做功。这种机器被称为永动机。虽然经过多次尝试，作了各种努力，但无一例外地归于失败。这种尝试的失败导致了能的转化和守恒定律的发现，而能的转化和守恒定律则明确指出：任何一部机器只能使能量从一种形式转化为另一种形式，要对外界做功必须消耗能量，不消耗能量便无法对外界做功，因而永动机不可能制成。我们利用自然，必须遵循自然界的规律，违反这种规律，就要失败。制造永动机只能是一种永远无法实现的幻想。

【例题】一定量的气体从外界吸收热量6.36×104卡，内能增加4.25×105焦，气体对外界做了功，还是外界对气体做了功？做多少功？

利用热力学第一定律的公式进行计算，*W*、*Q*和Δ*E*要统一用焦耳作单位。*Q*＝6.36×104卡＝2.66×105焦。由于*W*＋*Q*＝Δ*E*，所以

*W*＝Δ*E*－*Q*＝4.25×105焦－2.66×105焦＝1.59×105焦。

*W*为正值，表示外界对气体做了1.59×105焦的功。

## 练习三

（1）做功和热传递对改变物体的内能虽然等效，但从能的转化的观点来看是有区别的，这种区别是什么？

（2）在图2-2所示的焦耳测定热功当量的实验中，什么其他形式的能转化成了水的内能？在历史上，热功当量的确定为建立能的转化和守恒定律提供了坚实的实验基础。你怎样理解这句话？讨论一下这个问题。

（3）用活塞压缩气缸里的空气，对空气做了900焦的功，同时气缸向外散热210焦，空气的内能改变了多少？

（4）空气压缩机在一次压缩中，活塞对空气做了2×105焦的功，同时空气的内能增加1.5×105焦。遮时空气向外界传递的热量是多少？

（5）如果用*Q*表示物体吸收的热量，用*W*表示物体对外界所做的功，热力学第一定律也可以表达为下式：

*Q*＝Δ*E*＋*W*。

怎样解释这个表达式的物理意义？试根拓课文中的表达式推导出这个表达式。