

12.1 内能

与教材不同之处

更详细描述内能和影响内能的影响因素，更详细描述内能的变化量的意义，更详细描述了热传递和做功方式对内能的改变，更详细阐述了两种方式的等效性，更详细阐述了内能、热量和温度的联系与区别。

什么是内能

什么是内能？

内能是指物体所有分子的能量的总和。分子的能量包含两种：分子动能与分子势能。

分子动能是指由于分子的远无规则运动而具有的能量。

分子势能是指由于分子之间有相互作用力而具有的能量。

由于内能是一种能量，它的单位也是焦耳，简称为焦，用符号J表示。

根据分子动理论，分子的无规则的运动不可能停息的，所以，分子动能不可能为零，因此，任何一个物体的内能不可能为零。

物体的机械能是可能为零的，比如，一辆静止在水平面的汽车，由于车的速度为零，被举高的高度为零，因此车的动能和重力势能都为零，即机械能为零，但这辆车的内能不为零。

内能与什么因素有关

由于内能是所有分子的动能与势能的总和，因此，从微观看，内能与分子的数量，分子动能的大小、分子势能大小有着直接的关系。

从宏观上看，分子数量的不同决定着物体的质量不同。因此，只改变物体的质量，就可以改变物体的内能。

从分子动理论可知，分子的无规则运动越剧烈，物体的温度越高。因此，从宏观上看，分子的平均动能不同，意味着物体的温度不同。

物体的温度越高，说明分子平均动能就越大；物体的温度不变，说明分子平均动能没有发生改变。

分子势能是由于分子间的相互作用力产生的，相互作用力又与分子的空间位置等因素有关。因此，从宏观上看，分子势能不同，可能反映出物体的状态、体积的不同。

综上所述，从宏观上看，物体的内能与物体的质量、温度、体积、状态都有关系。

如图中 12-1-1 所示，两杯温度相同的水，它们的内能相同吗？



图 12-1-1

虽然两杯水的温度和状态相同，但由于它们的质量不同，所以它们的内能并不相同。质量大的杯子中的水的内能更大。

内能的变化量

每个确定的物体，它所具有内能的大小肯定也是确定的，但由于分子动能与分子势能非常复杂，所以，一个物体确切具有多少内能是无法测量出来的。

虽然每个确定物体的内能大小的确切值无法测量，但物体的内能变化量却可以测量的。

研究内能的变化量往往更有实际意义，因为一个物体的内能的变化量可以反映出我们可以有效利用的能量是多少。

内能的变化量如何来测量的？

热传递与内能的变化量

什么是热传递？

从字面上看，热传递是指“热”在两个物体之间传递。这个“热”指的温度吗？

比如，把一个烧红的铁块放入水中，如图 12-1-2 所示，一会儿后，冷水的温度会升高，铁块的温度会降低。看起来，热传递的过程是果真是“温度”在传递。



图 12-1-2

然而，当我们把烧红的铁块放入冰水混合物中，却发现，铁块的温度降低了，可是冰水混合物的温度却不变。如果传递的是“温度”，那么，铁块把“温度”传递给冰水后，冰水的温度就应该上升，而不是温度不变，造成了“温度”莫名地消失。

因此，热传递过程中传递的绝不是“温度”，而是一种能量，这种能量我们称为热量。

当一个物体吸收热量，那么这个物体的内能就一定增大。物体的内能增大后，一般会出现一些现象：比如物体的温度上升或者物体的状态发生变化。

反之，当一个物体放出热量后，这个物体的内能就减小，也会出现一些现象：比如物体的温度降低或物体的状态发生变化。

因此，内能的变化量可通过热量的多少来衡量。

热传递的方式

如图 12-1-3 所示，热传递共有三种形式，分别是热传导、热对流和热辐射。



图 12-1-3

对于固体而言，传递热量的方式属于热传导；

对于液体和气体而言，因为具有流动性，传递热量的方式属于热对流；

由于高温物体会发出较强的辐射，这种方式不依靠任何介质，在真空中也能传播，这种通过辐射传递热量的方式属于热辐射。

关于热量

所谓热量，是指在热传递过程，两个物体间传递的能量。热量的符号用 Q 表示，热量的单位是焦耳，简称为焦，单位符号用 J 表示。

比如，一个生鸡蛋大约需要吸收 $10000J$ 的热量后，就可以变熟了。

由于热量是描述“过程”的，因此，我们在描述热量时，只能说“吸收”或“放出”热量，不能说“具有”或“包含”热量。比如，“一个物体具有 $100J$ 的热量”的说法是错误的，只能说“一个物体吸收了 $100J$ 的热量”。

做功与内能的变化量

在外力作用下，如果两个物体间在克服摩擦做功，则说明物体的内能在增大。

为什么物体克服摩擦，物体的内能就会增大呢？



图 12-1-4

比如，我们常通过双手的摩擦来取暖，如图 12-1-4 所示。双手在摩擦过程中，会使皮肤分子的运动剧烈程度增强，即皮肤分子的平均动能增大，因此，手的温度升高了，手的内

能增大。

因此，只要物体克服摩擦做功，物体的内能就会增加。

而且，物体克服摩擦做的功越多，则物体的内能增加得就越多。

比如，汽车紧急制动时，这时候汽车克服地面摩擦做功非常大，则轮胎的内能瞬间增加了许多，轮胎的温度急剧上升，以致于轮胎的橡胶发生炭化现象，地面上留下一道黑色的轮胎炭化痕迹，如图 12-1-5 所示。



图 12-1-5

所以，内能的变化量可通过做功的多少来衡量。

压缩体积

外力不一定总是对固体做功，也可以是对气体做功。比如，在外力作用下，压缩气体就是一个外力对气体做功的过程。

手用力拍活塞，瓶内的易燃物（浸有乙醚的硝化棉）瞬间会点燃起来，有火光出现，如图 12-1-6 的右图所示。

拍活塞，易燃物为什么会点燃呢？

瓶中有被封闭的空气，当向下拍活塞，其实在压缩空气，是外力对气体做功的过程，因此空气的内能增大，温度升高。当温度超过易燃物的着火点时，易燃物就会瞬间燃烧起来，

发出火光了。



图 12-1-6

物体对外界做功的举例

克服摩擦做功和压缩气体做功，其实都是外界对物体做功，使物体内能增加的情形。

有没有物体对外界做功的，使物体的内能减小的情形？

如图 12-1-7 中左图所示，试管里装一些水，用软木塞塞紧，用酒精灯对试管加热使水沸腾，不一会儿，你会看到水蒸气把木塞“蹦”一声顶开。

对于水蒸气而言，木塞是外界的物体，水蒸气把木塞顶开时，其实水蒸气对活塞做功的过程，活塞获得了机械能。

为什么水蒸气能对活塞做功呢？

水蒸气此时是高温高压的气体，大于外界的气压。当水蒸气的气压足够大时，就会将木塞顶开。

如果仔细观察，我们会发现，当活塞被顶开的同时，瓶口有白雾出现。为什么瓶口会有白雾出现呢？

白雾其实是水蒸气的温度降低后发生了液化过程形成的小水滴悬浮在空气形成了白雾。

水蒸气的温度为什么会降低？

水蒸气的温度降低，说明了水蒸气的内能减小了。水蒸气的内能之所以减小，是因为水蒸气对活塞做功，水蒸气的内能转化为了活塞的机械能。

所以，整个现象说明了当物体对外界做功，物体的内能减小。

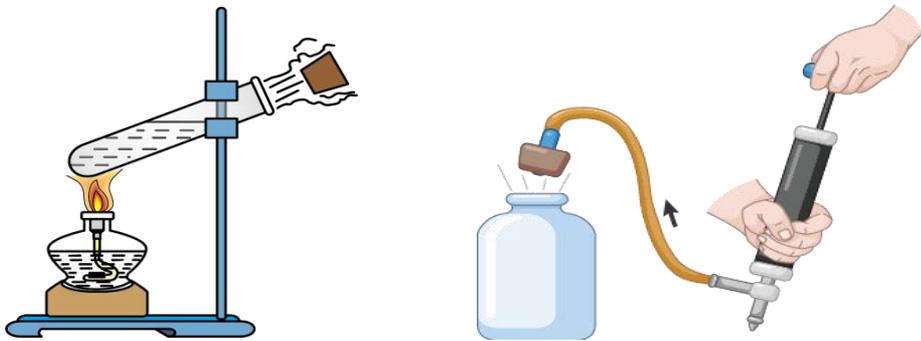


图 12-1-7

如图 12-1-7 中右图所示，先通过打气筒对瓶内气体加压，对气体做功，使气体的内能增大，变为高温高压的气体，当压强达到一定程度时，瓶内气体开始对外界（活塞）做功，将活塞弹起，同时瓶内气体的内能减小，温度降低，这时瓶内与瓶口处的水蒸气遇冷而发生液化现象在瓶口处形成白雾。

改变内能的两种方式是等效的

某个同学将一个铁块从外面拿到教室外，过了一会儿，拿回教室时，我们发现铁块变热了。我们是否可以判断出铁块的内能变大是由哪种方式实现的吗？

显然，铁块变热，可以通过热传递方式实现，比如在阳光底下晒一晒。此时内能的变化量等于吸收的热量，公式表示为：

$$\Delta E = Q$$

其中， ΔE 表示内能的变化量， Q 表示物体吸收的热量（或放出的热量）。

当然，铁块变热，也可以是通过克服摩擦做功的方式实现。此时内能的变化量等于做功的大小，公式表示为：

$$\Delta E = W$$

其中， ΔE 表示内能的变化量， W 表示功的大小。

因此，只凭最初和最终的现象，我们无法判断铁块内能的变大是通过哪种方式来实现的。

这说明，通过热传递和做功的方式在改变物体的内能方面是等效的。

需要说明的是，热传递的本质是**内能的转移**（内能从高温物体转移到低温物体的过程）。做功的本质是内能与其他形式的**能量的相互转化**（其他形式能转化为内能、内能转化为其他形式的能）。

关于内能、热量和温度的区别

内能与热量都是一种能量，内能是物体所**具有**的能量；热量是指在热传递过程中**转移**的能量。如果内能类比为池中的水，则热量相当于正在通过管道流入的水。如图 12-1-8 所示。

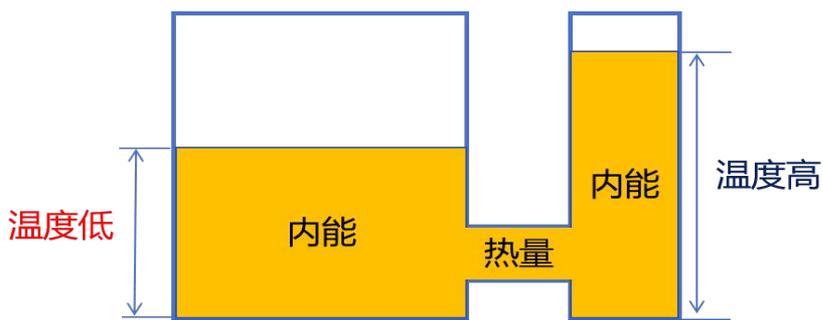


图 12-1-8

温度不是能量，温度的高低反映分子无规则运动的剧烈程度。温度的高低也能反映物体内分子平均动能的大小。如果物体的状态、体积等因素没有发生改变，温度可以类比水池中的水位的高低。

这三者之间的变化关系分析如下：

（1）对于内能与温度、热量的关系

如果是温度升高或吸收了热量，则物体的内能是一定增加的。

如果知道内能增大，温度不一定升高或不一定吸收了热量。比如，冰熔化成水的过程中，内能是增大的，但温度却不变。又比如，摩擦后的铁块，内能增大了，温度也升高了，但并没有吸收热量，因为内能的获得来自做功方式（克服摩擦做功）。

（2）对于热量与温度的关系

如果吸收了热量，温度不一定会升高。比如，冰熔化成水的过程中，一直在吸收热量，但温度却不变。

如果温度升高了，不一定是吸收了热量。摩擦后的铁块，温度升高了，但并没有吸收热量。



本节我们学习的物理规律

1、什么是内能

物体内所有分子的动能与势能的总和，称为物体的内能。

2、内能与什么有关

(1) 质量；(2) 状态；(3) 温度。

3、改变内能的方式有哪两种

做功与热传递。

4 这两种改变内能的方式的本质分别是什么

(1) 热传递的本质是内能的转移或传递。传递的内能叫做热量，内能总是从温度高的物体传递给温度低的物体，得到内能的叫吸收热量；失去内能的叫放出热量。

(2) 做功的本质是内能与其他形式的能量的相互转化。当物体对外界做功，物体内能减少；当外界对物体做功，物体的内能增加。



自我检测与巩固

1、下列现象中，通过热传递改变内能的是（ ）

- A. 太阳照射沙子，沙子变热 B. 反复弯折铁丝，铁丝变热
C. 两手相互摩擦，手掌变热 D. 钢锯锯断木头，钢锯变热

2、物体内所有分子无规则运动的动能，以及分子势能的总和叫做物体的内能，关于内能，下列说法错误的是（ ）

- A. 因为分子在永不停息的做无规则运动，所以分子动能不可能为零
B. 因为分子间存在相互作用的引力和斥力，所以分子势能不可能为零
C. 等质量的热水的内能比冷水的内能大
D. 冰熔化为水的过程中，分子动能和分子势能都变大

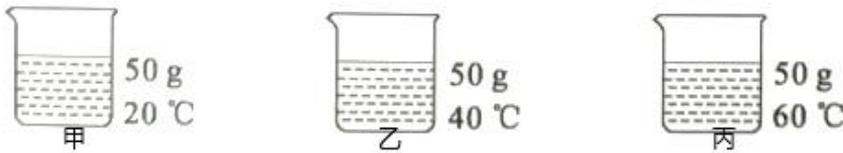
3、图为注射器，小芳迅速下压活塞，注射器内密封的气体温度升高。此过程密封气体

的（ ）

- A. 内能增加
- B. 压强减小
- C. 分子热运动速度减小
- D. 内能转化为活塞动能

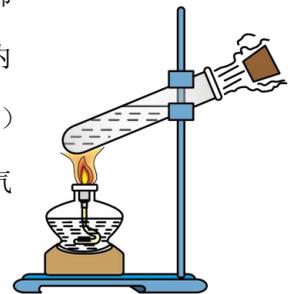


4、三杯已知质量和温度的水如图所示，这三杯水的内能（ ）



- A. 甲最多
- B. 乙最多
- C. 丙最多
- D. 一样多

5、试管里装一些水，用软木塞塞紧，用酒精灯对试管加热使水沸腾，会看到蒸汽把木塞顶开。酒精燃烧时，将_____能转化为内能，给试管内的水加热是通过_____（选填“做功”或“热传递”）的方式，使水的内能增大，温度升高。当水蒸气把木塞顶开时，水蒸气的内能_____（选填“增大”、“减小”或“不变”）。



6、寒冷的冬天，我们可以坐在电火箱内取暖，也可以跳绳使身体发热。前者是通过_____的方式改变人体的内能，后者是通过_____的方式改变人体的内能。（选填“做功”或“热传递”）。

7、如图所示，这是我国古老的医疗技法—刮痧，当刮痧板在身体上刮动时，身体会感觉到热，这是通过_____方式增加身体的内能；刮痧时要在皮肤上涂一些药油，当体表温度升高后，药油渗入人体的速度加快，这说明分子的热运动与_____有关。

