

## 第二节 内能

当我们用手去碰一杯滚烫的热水时，刚一接触就缩了回来，生物课上我们学过这一过程的神经传导，现在我们看一下在接触的那一瞬间到底发生了什么，很明显只靠眼睛看是无法得知的，触觉只能告诉我们手指被烫了一下，这里的“烫”到底是什么呢？我们已经知道物质由分子构成，且在不停地无规则运动，其温度越高，运动的剧烈程度越大，我们可以猜测到，应该是手指接触滚烫的杯子的时候，杯子的分子剧烈冲击了手指皮肤的分子，皮肤的感受器接收到了强烈的信号，进而通过神经信号传导引发了缩手的动作。

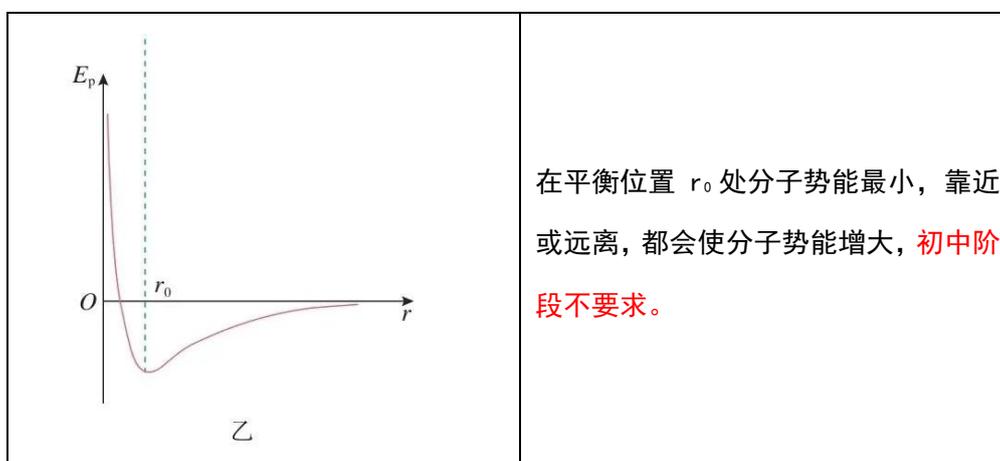
在宏观上我们知道运动的物体具有动能，那么这些运动剧烈的分子也应该具有很高的动能，所以我们需要研究一下物质内部的能量。

### 1. 分子动能和分子势能

每一个单独的分子都具有一个速度，也就意味着具有一个动能，虽然很小，但是在庞大数量的加持下，整体的总和应该是挺可观的，我们可以用“分子动能”来描述。

**分子动能：**构成物质的分子由于做热运动而具有的能量。每个分子都有一个分子动能，物体内每个分子运动的速度不同，且一直在变化，可以所有分子取平均值，平均分子动能仅和温度有关，**温度越高，平均分子动能越大**。需要注意的是，**分子动能和物体的宏观速度是无关的**。我们学习过晶体熔化或者凝固的过程，这一过程晶体处于固液共存的状态，温度是不变的，因此平均分子动能也是不变的。

我们还知道分子间存在相互作用的引力和斥力，且随着分子距离的变化而变化，在这个距离变化时，引力或者斥力会做功，会引起能量的变化，这里涉及到的能量我们称之为“分子势能”，在目前的知识储备下，我们无法很好地解释它，只需要知道物质内部有“分子势能”，受分子间距离的影响。下个定义的话就是，**分子势能：分子之间由于存在相互作用力（引力和斥力）而具有的能量**。分子势能的大小和分子间距有关，用图像表示为：



在高中阶段学习更具体的功能关系之后，就可以很好地理解这个图像了。目前我们只需要知道几个具体的例子即可。首先就是**晶体熔化的过程**，这一过程**晶体分子间距变大，分子势能会变大**，但是有一个例外的情况，就是在冰熔化的过程中，分子势能依然是增大的，但分子间距是变小的，因为冰的微观结构生成许多空隙，熔化的过程中，空隙被水分子填充，分子间距变小，密度增大，直到温度升高到  $4^{\circ}\text{C}$ ，分子间距最小，密度最大。然后是在**气体被压缩的过程中**，**分子间距变小，分子势能增大**。

## 2. 内能

物质内部和分子有关的能量就是分子动能和分子势能，所以我们提出一个内能的概念，即**内能是物体内所有分子热运动的动能和分子势能的总和**。任何物体都有内能，无论物体处于任何温度，任何时刻。 $0^{\circ}\text{C}$ 的物体也有内能。

内能是微观分子的能量总和，机械能是宏观物体的能量，**内能和机械能没有直接的关系**。内能和整个物体的机械运动情况无关。

目前我们对于一个物体的内能到底是多少并不很关心，因为会涉及非常高深的物理知识和思想，所以主要是研究内能是如何变化的，受哪些因素的影响，如何让内能发生变化。

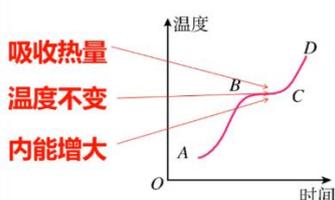
内能有三个主要的影响因素：

(1) 分子个数（宏观表现为质量或体积），同种物质同样外界条件（温度、压强）下，质量或体积越大，**分子个数越多，内能越大**。因此**温度越高的物体内能不一定越大**，这和物体的质量有关系，也就是和分子的个数有关系，比如燃烧的煤块和一座煤山相比，应该一座煤山的内能更大。再比如一杯  $100^{\circ}\text{C}$ 的水和一座冰山相比，也应该是一座冰山的内能更大。

(2) 物质种类和运动速度（宏观表现为材料和温度）。对于一个特定的物体（种类和质量都不变），**温度越高，分子运动越剧烈，内能越大**。

(3) 物质种类和分子间距（宏观表现为材料和体积）。**物体温度不变，内能也可能改变**，比如**晶体在熔化的过程中，温度不变，但是会吸热，内能增大**，如图所示：

晶体熔化时发生了什么?



原因是分子间距变大，导致分子势能增大，所以  $1\text{kg}0^{\circ}\text{C}$ 的水和  $1\text{kg}0^{\circ}\text{C}$ 的冰相比，**内能是不同的，水的内能较大**。反过来，在晶体凝固的过程中，放出热量，温度不变，内能减小。

### 3. 物体内能的改变

改变内能就是改变分子动能或分子势能，在这件事情上，我们不再具体区分分子动能和分子势能，只看内能的变化。经过大量的实践和观察，我们总结出了两种改变内能的方式：热传递和做功。

#### (1) 热传递可以改变物体的内能。

热量总是自发地从高温物体向低温物体传递，直到两个物体温度相等，比如冬天手捧热水杯取暖，发烧时用凉毛巾敷额头，夏天把冰块放在饮料中制成冷饮，等。注意传递的不是温度，是热量，温度变化是传递热量导致的结果。

热量：热传递过程中传递的能量，是一个过程量，单位是焦耳（J）。不能说物体含有或具有热量，在热传递过程中，可以说放出或吸收热量，热量的大小等于温度高的物体。在只有热传递的情况下，物体吸收热量时内能增大，放出热量内能减小。

在冰箱和空调的帮助下，热量可以从低温物体向高温物体传递，但是此过程不是自发。

#### (2) 做功可以改变物体的内能。

双手摩擦生热、钻木取火、陨石燃烧、划火柴、反复弯折铁丝、铁锤锻打工件、锯条锯断木头、打气筒打气、磨砂轮磨刀等都是通过对物体做功来增大物体的内能。

活塞压缩，硝化棉燃烧，是因为活塞压缩内部空气对其做功，使空气内能增大，温度升高，达到硝化棉的燃点（ $40^{\circ}\text{C}$ ），加速分解而自燃。

反过来，气体膨胀对外做功，温度降低，内能减小。

总结：

在没有热传递时，对物体做功，物体内能增大；物体对外做功，物体内能减小。

在没有做功时，物体吸收热量，内能增大；物体放出热量，内能减小。