

211 自变量

主题

熵与温度的函数图像通常如图 1 所示。焓与温度的函数图像也类似。

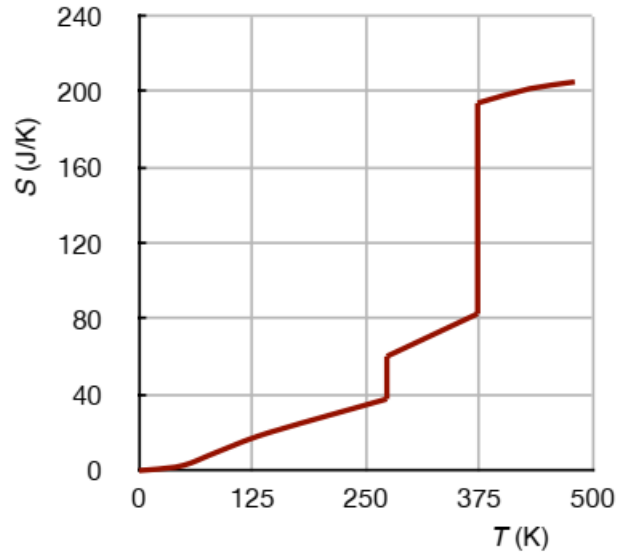


图 1. 1mol 水的熵与温度的函数图像

在温度值到达相变时的温度时，熵的值就会有一个跳跃。

动量与速度的函数图像通常如图 2 所示。

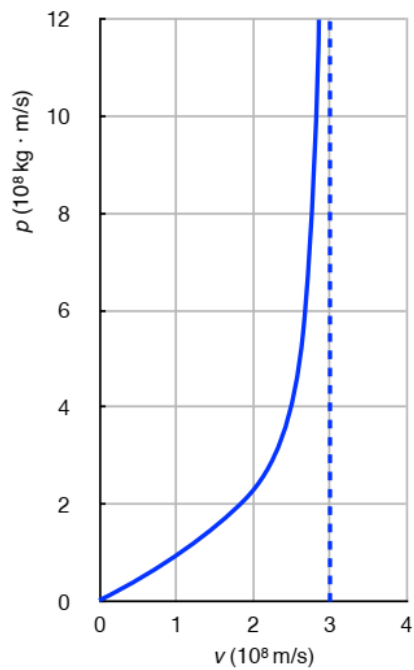


图 2. 质量为 1kg 的物体的动量与速度的函数图像

当物体的速度到达极限值 c 时，图像发生了跳跃，有一奇点 (singularity)。

负担

上面这两个图没有触及要害。也许，一直来人们有一个“自然界不会突变” (Natura non facit saltus) 的观念。然而，情况并没有这么复杂。我们只要把上面两个图的横坐标和纵坐标分别对调一下 (如图 3 和图 4)，情况就清楚了。这样，原来的自变量就变成了因变量，反过来也是。

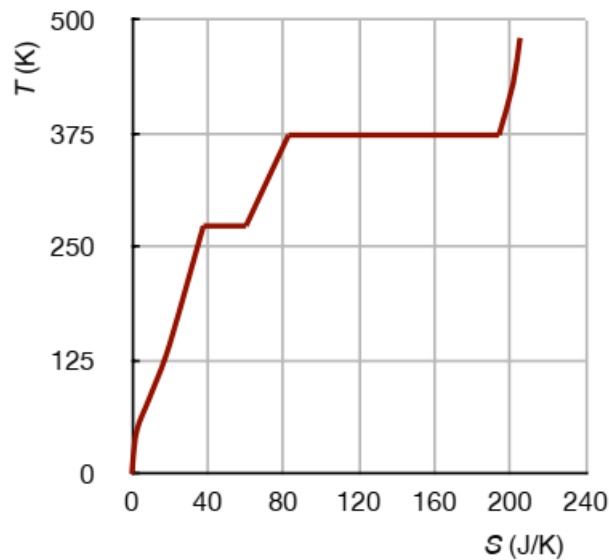


图 3. 1mol 水的温度与熵的函数图像

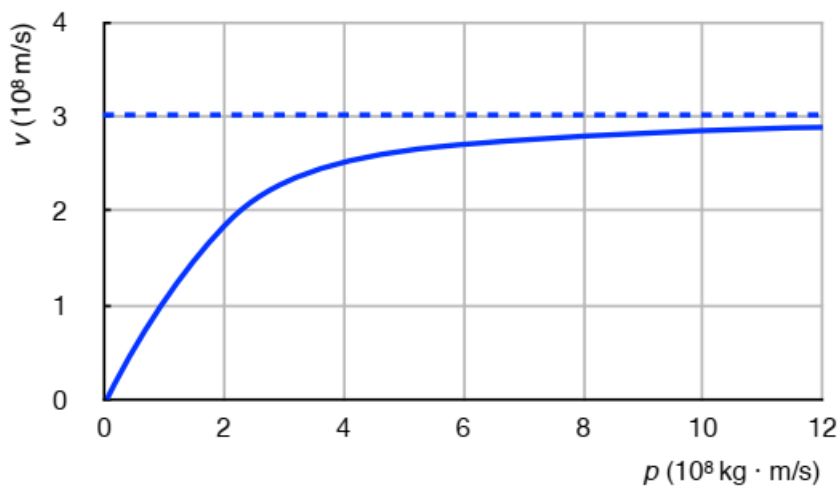


图 4. 质量为 1kg 的物体的速度与动量的函数图像

在图 3 和图 4 中，跳跃或奇点消失了。

然而，这样一种变换是不是无关紧要呢？这种变换很有意义。这两个函数图像不仅告诉我们 S 和 T 的函数关系（或 p 和 v 的函数关系），也告诉我们哪个量是“自”变量。所谓自变量，就是其值由我们来选择。我们再来讨论上面那两个例子。

图 1 告诉我们，改变温度的值，系统的熵值随之按图所示的图像变化。特别地，它告诉我们，在温度的值为 273K 时，熵的值发生突变。

图 2 告诉我们，改变速度的值，特别当速度的值接近 300000km/s 时，动量的值会变得非常大。

问题是，我们不可能将温度的值从 273K 直接变化到 274K。这简直是不可能实现的。显然，这自变量不是我们所想要的自变量。首先，我们是怎样增加温度的？我们是通过增加熵来增加温度的！我们可以做的是，给物体加入熵或取出熵。给物体加入熵或取出熵后，物体会会有相应的反应。

对于动量和速度也同样。我们容易来改变物体的动量。当我们踩下汽车的油门时，汽车中的发动机将动量从大地抽取到汽车。我们可以从速度仪看出汽车的反应。当我们给一个粒子注入动量时，这粒子开始时会加速，但后来随着动量的不断注入其加速的快慢程度会变得越来越小。在粒子“加速器”中，通常在粒子的速度值已经到达极限速度时仍然会将动量注入粒子，这时粒子的速度值几乎不再变化，不再加速。

我们再来看熵的例子。当我们给物体加热时，我们在给它加熵。给物体加了熵后，它的反应是它自己的事；它可能变得更热了，也可能没有变得更热。当我们给物体加速时，加的是动量。给物体加了动量后，它的反应是它自己的事；它可能变得更快了，也可能没有变得更快。

历史

选择某一物理量为自变量，目的是为了更好地理解。在力学中，特别是在学了三个星期的运动学后，我们自然地把速度当作自变量，并把动量降格为描述碰撞实验的一个辅助量。

在热力学中，温度被认为是一个简单的和能用来描述的物理量，而熵通常被

误解为是一个抽象的和不能用来描述的物理量。

建议

用 $T(S)$ 图像取代 $S(T)$ 图像，用 $\mathbf{v}(\mathbf{p})$ 图像取代 $\mathbf{p}(\mathbf{v})$ 图像，用 $E(p)$ 图像取代 $E(v)$ 图像。

Friedrich Herrmann

(陈敏华, 2022 年 7 月 3 日译毕于深圳)