

12.3 研究物质的比热容

与教材不同之处

更详细描述什么是吸热能力；更详细描述比热容概念；更详细描述如何科学解释生活中与比热容有关的现象；更详细分析了比热容的坐标图像；更详细描述吸收热量公式的应用；更详细描述燃烧效率。

如何比较不同物质的吸热能力

什么是吸热能力？

吸热能力，即物质吸收热量的能力，可以通过类比人的饭量来理解。

比较不同人的饭量可以通过两种方法：一是吃同样多的饭，比较吃饱的程度；二是吃到一样的饱度，比较吃饭的数量。

类似的，比较不同物体的吸热能力也可以通过两种方法：一是吸收相同的热量，比较物体升高的温度，物体升高的温度更多的，吸热能力弱；二是升高相同的温度，比较吸收热量的多少，物体吸收热量多的，吸热能力强。

实验探究不同物质的吸热能力

如图 12-2-1 所示，取相同质量水和油让，用完全相同的热源对它们加热，加热相同的时间，比较它们升高的温度。

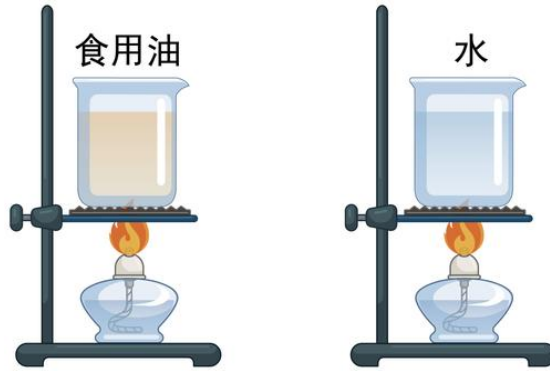


图 12-3-1

需要强调的是，本实验的加热时间其实代表的是物质的吸收热量的多少。因为热量无法直接测量出来，但可以通过加热时间的长短来间接知道吸收热量的多少。这里采用的物理方法叫做转换法。

完成实验后，将数据填入下表 1 中。

加热时间 (min)	0	1	2	3	4	5
水	20℃	25℃	31℃	38℃	46℃	56℃
食用油	20℃	27℃	35℃	45℃	56℃	65℃

表 1

通过表格数据的分析，有如下几个实验事实：

(1) 水和食用油均加热 5 分钟，水升高的温度是 $56^{\circ}\text{C} - 20^{\circ}\text{C} = 36^{\circ}\text{C}$ ，油升高的温度是 $65^{\circ}\text{C} - 20^{\circ}\text{C} = 45^{\circ}\text{C}$ ，油升高的温度比水多。

这说明，相同质量的不同物质，吸收相同的热量，温度变化的多少是不相同的。由于油的温度变化大，所以油的吸热能力弱；水的温度变小，所以水的吸热能力强。

(2) 水和食用油均由 20°C 至 56°C 时，水用了 5 分钟的加热时间，油只用了 4 分钟的加

热时间，水的加热时间更长，意味着水吸收的热量更多。

这说明，相同质量的不同物质，升高的温度相同时，吸收的热量是不相同的。由于水吸收的热量多，所以水的吸热能力强；油吸收的热量少，所以油的吸热能力弱。

因此，无论是从“相同的吸收热量比温度升高的多少”的角度，还是从“相同升温比吸收热量多少”的角度，都得到相同的结论：水的吸热能力比油强。

什么是比热容

为了反映物质的吸热能力，物理学提出比热容概念。若某种物质的比热容越大，则反映该物质的吸热能力强。

由于水的吸热能力比油强，因此水的比热容一定比油大。

由于吸收热量越多，温度变化越小，可以表示物质的吸热能力越强，所以，物理学上规定，某种物质吸收的热量与质量、温度的变化量的比值，叫做这种物质的比热容，用符号 c 表示。

根据定义，求解比热容的公式为

$$c = \frac{Q}{m \cdot \Delta t}$$

其中， c 表示比热容， Q 表示吸收或放出的热量， m 表示物体的质量， Δt 表示该物质温度的变化量。

根据公式，便可知比热容的单位是 $\text{J}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$ 。

经过科学测定，水的比热容的大小为 $4.2 \times 10^3 \text{J}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$ 。水的比热容的大小具有什么样的物理意义呢？

这表示 1kg 的水每升高（或降低） 1°C 时将吸收（或放出）的热量是 $4.2 \times 10^3 \text{J}$ 。

需要强调的是，水的比热容跟水的密度一样，是同学们需要记住的一个数值。

从前面的实验事实可以看出，比热容类似密度一样，都是反映物质的一种属性或能力。也就是说，比热容与物质的种类，状态等内在因素有关，而与吸收或放出的热量的多少无关，与质量无关，与温度的变化量等外在因素无关。

比如说，水的比热容比油大，这种性质与水的质量多少，水的温度变化的多少，水吸收热量的多少是无关的。即使是一滴水，它的比热容也比一杯油的比热容大。

需要强调的是：某种物质的比热容大，并不只是指该物质的吸热能力强，也代表该物质的放热能力也很强。所以，比热容反映的是物质吸热能力（或放热能力）的强弱。

有时，物体的吸（放）热能力也被描述为吸（放）热性能、吸（放）热属性等字眼。

比热容的图像分析

根据表 1 的数据，我们还可以作出有关比热容的坐标图像，如图 12-3-2 所示。

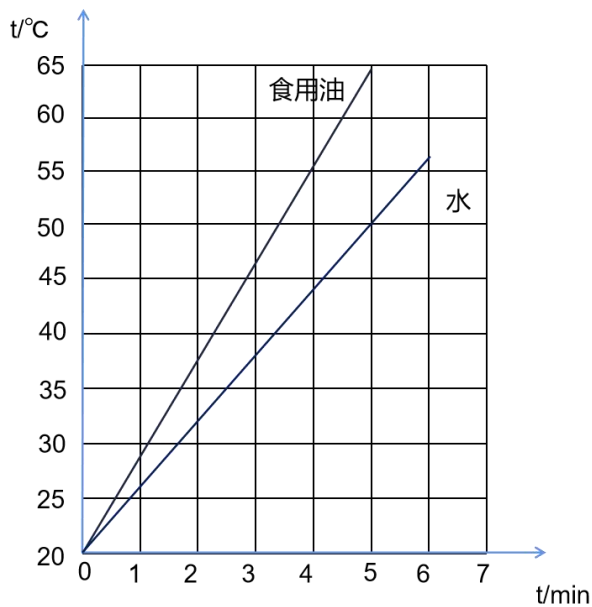


图 12-3-2

由图可知，两条倾斜的直线就代表了水和食用油两种物质的比热容。

显然，代表水的比热容的直线的倾斜程度比较平缓，代表油的比热容的直线的倾斜程度比较陡峭。

这说明，比热容越大的物质，对应的比热容坐标中的直线的倾斜程度将更平缓；代表比热容越小的物质，对应的比热容坐标中的直线的倾斜程度将更陡峭。

几种物质的比热容

分析下面的物质比热容的表格 2，我们可以获得哪些信息呢？

水	4.2×10^3	铝	0.88×10^3
酒精	2.4×10^3	干泥土	0.84×10^3
煤油	2.1×10^3	铁、钢	0.46×10^3
冰	2.1×10^3	铜	0.39×10^3
蓖麻油	1.8×10^3	水银	0.14×10^3
砂石	0.92×10^3	铅	0.13×10^3

表 2

从表中的信息可知：

(1) 一般地，不同物质的比热容是不相同的。但也有例外，比如煤油与冰，它们的比热容是相同的。

(2) 相同物质，不同状态，比热容一般是不相同的。比如，水的比热容比冰大。

(3) 固体的比热容一般比液体的比热容小。比如，水的比热容比砂石大。

(4) 表格中，水的比热容是最大的。水银和铅的比热容最小。

生活中有关比热容的现象解释

如图 12-3-3 所示，白天中午的时候，海水凉而沙滩烫脚；到了傍晚时分，海水相比沙滩更温暖，这是为什么呢？



图 12-3-3

这种现象与比热容有关。

白天，相同的日照时间，说明水和砂石吸收了相同的热量。由于水的比热容比砂石大，当物体的质量和吸收的热量相同时，水升高的温度少，而砂石升高的温度多，所以，白天时，我们会感觉到海水凉而沙滩烫脚。

当傍晚时分，水和砂石开始放热，由于水的比热容比砂石大，当物体的质量和放出的热量相同时，水降低的温度少，而砂石降低的温度多，所以，傍晚时分，我们会感觉到海水比沙滩更温暖。

看来，由于水的比热容大，白天升温时的温度变化小，晚上降温时的温度变化也小，于是，海面上的白天与晚上的温度变化小（即温差小）。这就是为什么沿海地区的城市的气候有“四季如春”的美誉。

对于砂石而言，情况相反，由于它的比热容小，白天升温时的温度变化大，晚上降温时的温度变化也很大，所以，在只有砂石的沙漠地区，白天与晚上的温度变化是非常大的。也就是，白天热得可能要中暑，晚上冷得可能打哆嗦。

比如，在砂石较多的西藏地区，西藏人民的穿衣一般只穿一半，如图 12-3-4 所示，并

不是为了独出心裁地漂亮，而是为了适应由于砂石比热容小，早晚温差大的特殊环境。白天热，为了降温就露出半个胳膊出来，晚上冷，为了御寒就又套上半个衣袖包裹严实。



图 12-3-4

在新疆地区，也因为砂石较多且砂石比热容小，有“早穿棉袄午穿纱，围着火炉吃西瓜”的民族谚语。

运用控制变量法来描述与比热容有关的现象

需要强调的是，当我们完整性解释跟比热容有关的现象时，一定要记得要运用控制变量法，即首先要说明“哪些因素是相同的”，再来说明“当某物质比热容是大或小时，温度会如何变化”，最后说明“出现什么现象”。

我们用几个例子来运用控制变量法来描述与比热容有关的现象。

例 1：沿海地区经常会“海陆风”现象，试运用比热容知识分析一下，白天时，风是由海面吹向陆地，还是陆地吹向海面？

【分析】在分析过程，必须强调“水和砂石的质量和吸收的热量相同”。

解：如图 12-3-5 所示，白天时，当水和砂石的质量和吸收的热量相同时，由于水的比

热容比砂石大，升温后，水的温度较低，砂石的温度较高。根据热胀冷缩的原理，陆地的空气受热膨胀更明显，空气密度变小，往上升，地面附近的空气由海面上的空气来补充，从而形成由海面吹向陆地的“海风”。

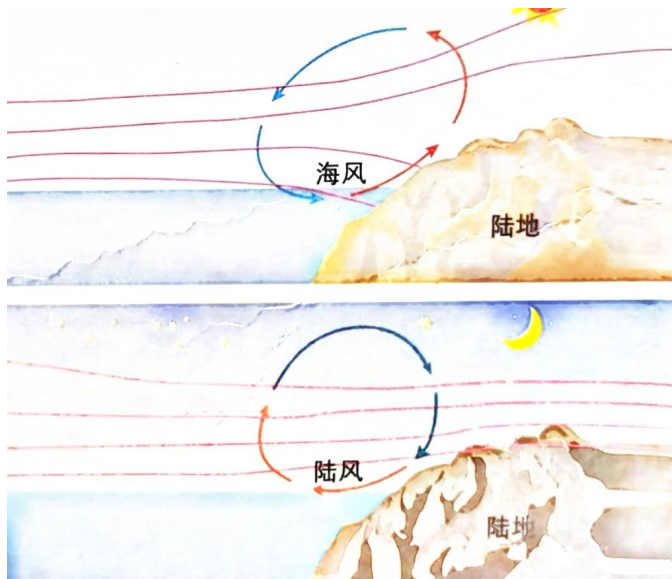


图 12-3-5

需要强调的是，在夜晚时，当水和砂石的质量和放出的热量相同时，由于砂石小，降温后，砂石的温度更低。根据热胀冷缩的原理，陆地的空气变冷收缩更明显，空气密度变大，空气向海面排挤过去，地面附近的空气向海面上运动，从而形成由陆地吹向海面的“陆风”。

例 2：初春育秧时，傍晚时向田里注些水，白天天晴时再把水放掉，为什么？

【分析】注意强调夜晚放出相同热量，白天吸收相同热量。

解：初春的夜晚气温较低，向秧田里注些水后，相比没注入水情况，虽然放出的热量是相同，但由于水的比热容较大，水的温度降低后，不会很低，使秧苗保持较高的温度，不致受冻；白天，由于同一个太阳辐射，相同时间内吸收的热量是相同的，把水放掉后，由于泥土的比热容较小，温度升高后，温度较高，利于使秧苗在较高的温度下发育成长。所以，育秧时，傍晚时向田里注些水，白天天晴时再把水放掉。

比热容的应用

在常见的物质中，水的比热容是最大的。所以，在生活中，经常要利用要水的比热容较大的特点。

比如，汽车发动机的冷却液是水。由于水的比热容较大，在质量和升高相同的温度的情况下，水能吸收更多的热量，冷却效果比油好。

又如，北方的房间里大多都有取暖器，如图 12-3-6 所示，取暖器的传热介质一般采用水。原因是水的比热容较大，在质量和降低相同温度的情况下，水能放出更多的热量，供暖效果比油好。



图 12-3-6

现在都市普遍存在“热岛效应”现象，所谓热岛效应，是指城市和路面大多是以砂石为主（砂石比热容比较小），再加高楼林立，空气流通不畅，所以，相比水域比较多的农村，城市的夏天温度更高的现象。为了减弱热岛效应，城市里都会建造一些人工湖，如图 12-3-7 所示，这是为什么呢？

显然，人工湖能增大城市水域面积，水的比热容较大，在吸收相同的热量时，温度升高后，温度不会太高，从而起到减弱热岛效应的影响，调节气候的作用。

需要注意的是，人工湖降温的原理与在地面上洒水降温的原理是不一样的，洒水降温是

利用地面上的水汽化吸热来使周围环境的温度降低。



图 12-3-7

有关比热容的计算

根据公式

$$c = \frac{Q}{m \cdot \Delta t}$$

我们可以变形为

$$Q_{\text{吸}} = c \cdot m \cdot \Delta t$$

其中， $Q_{\text{吸}}$ 表示某物质在热传递过程中吸收的热量， c 表示某物质的比热容， m 表示某物体的质量， Δt 表示该物质温度的变化量。

如果要计算某物质在热传递过程放出的热量，则公式为

$$Q_{\text{放}} = c \cdot m \cdot \Delta t$$

例题：10kg、初温为 20°C 的水，在一个标准大气压下温度升高到 100°C 时，请问水在此过程吸收的热量是多少？

解： $Q_{\text{吸}} = c \cdot m \cdot \Delta t = 4.2 \times 10^3 \text{ J}/(\text{kg} \cdot ^{\circ}\text{C}) \times 10 \text{ kg} \times (100^{\circ}\text{C} - 20^{\circ}\text{C}) = 3.36 \times 10^6 \text{ J}$

答：水在此过程吸收的热量是在常见的物质 $3.36 \times 10^6 \text{J}$ 。

需要强调的是，通过上面的公式的变形，我们还可以用来求解热传递过程中温度的变化量 Δt ，公式如下：

$$\Delta t = \frac{Q_{\text{吸}}}{m \cdot c}$$

例题：10kg、初温为 20°C 的水，在一个标准大气压下吸收的热量为 $3.78 \times 10^6 \text{J}$ ，水的温度升高到多少 $^\circ\text{C}$ ？

【分析】需要注意的是，在一个标准大气压下，此题的最高温度是 100°C 。如果求得的最终温度大于 100°C ，则需要将最终的温度设定为 100°C 。

解：

根据比热容求温差的公式，可得

$$\Delta t = \frac{Q_{\text{吸}}}{m \cdot c} = \frac{3.78 \times 10^6 \text{J}}{10 \text{kg} \times 4.3 \times 10^3 \text{J}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})} = 90^\circ\text{C}$$

则，末温 $t = 90^\circ\text{C} + 20^\circ\text{C} = 110^\circ\text{C}$

因为一个标准大气压下最高温度是 100°C ， $110^\circ\text{C} > 100^\circ\text{C}$

所以，最终的末温是 100°C

答：水的温度升高到 100°C 。

有关燃烧效率的计算

现在我们有了解物质吸收热量的公式，也有了解燃料完全燃烧时放出热量的公式，因此，我们现在可以来学习计算解燃烧效率的大小。

什么是燃烧效率？

某种燃烧放出的热量并不能完全被有效利用，所以，物理学上，将被有效吸收的热量与

燃料完全燃烧放出的热量的比值称为燃烧效率，用百分数表示，公式如下：

$$\eta = \frac{Q_{\text{吸}}}{Q_{\text{放}}} \times 100\%$$

我们用一个例题来了解燃烧效率的求解。

例题：完全燃烧 210g 汽油，放出的热量是多少？若放出的热量用来加热水，使 20kg 的水的温度从 30℃ 升至 55℃，求汽油的燃烧效率是多少？（汽油的热值 $q=4.6 \times 10^7 \text{J}$ ）

【分析】建议写一下已知，求出汽油的质量 210g 换算成 0.21kg，温度变化 $\Delta t=55^\circ\text{C}-30^\circ\text{C}=25^\circ\text{C}$ 。

已知： $m_{\text{汽}}=210\text{g}=0.21\text{kg}$ $\Delta t=55^\circ\text{C}-30^\circ\text{C}=25^\circ\text{C}$

解：

汽油完全燃烧放出的热量

$$Q_{\text{放}} = q \cdot m_{\text{汽}} = 4.6 \times 10^7 \text{J/kg} \times 0.21 \text{kg} = 9.66 \times 10^6 \text{J}$$

水吸收的热量

$$Q_{\text{吸}} = c \cdot m \cdot \Delta t = 4.2 \times 10^3 \text{J}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}) \times 20 \text{kg} \times 25^\circ\text{C} = 2.1 \times 10^6 \text{J}$$

则燃烧效率

$$\eta = \frac{Q_{\text{吸}}}{Q_{\text{放}}} \times 100\% = \frac{2.1 \times 10^6 \text{J}}{9.66 \times 10^6 \text{J}} \times 100\% = 21.7\%$$

答：汽油的燃烧效率是 21.7%。