

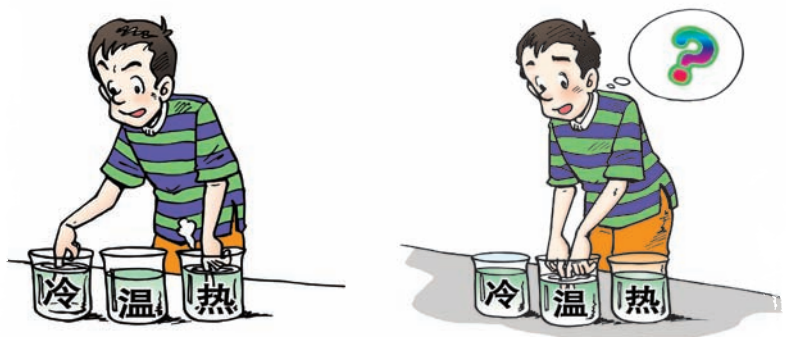


## 第三章 物态变化

初冬。一夜之间，小城变成了冰清玉洁的银色世界。落光了叶子的树枝上挂满了毛茸茸、亮晶晶的银色冰花，在阳光下耀人眼目。树上的枝条在风中摇曳，不时飘下点点冰晶，宛如晨雾漫卷。

自然界中这样奇特的现象举不胜举，真可谓千姿百态。那么你知道物质通常有几种状态，这些状态之间如何转化吗？让我们一起来探知这形态各异的物质世界吧。

# 第1节 温度



温度和人们的生活息息相关。物理学中通常把物体的冷热程度叫做**温度** (temperature)，热的物体温度高，冷的物体温度低。人们有时凭感觉判断物体的冷热，这种感觉真的可靠吗？

如上图所示，把两只手分别放入热水和冷水中。过一会，再把双手同时放入温水中。两只手对“温水”的感觉相同吗？

## 温度计

要准确地判断温度的高低，就要用测量温度的工具——温度计进行测量。



### 想想做做

#### 自制温度计

在小瓶里装满带颜色的水。给小瓶配一个橡皮塞，橡皮塞上插进一根细玻璃管，使橡皮塞塞住瓶口，如图3.1-1。

将小瓶放入热水中，观察细管中水柱的位置，然后把



图3.1-1

小瓶放入冷水中，观察水柱的位置。

想想看，自制的温度计是根据什么道理来测量温度的？为什么要用小瓶？为什么要用细管？怎样用自制温度计测量温度？

家庭和实验室里常用的温度计是根据液体热胀冷缩的规律制成的，里面的液体有的用酒精，有的用水银，有的用煤油。图3.1-2是各种常用的温度计：甲为实验室用温度计，乙为体温计，丙为寒暑表。

## 摄氏温度

温度计上的符号 $^{\circ}\text{C}$ 表示的是摄氏温度。摄氏温度是这样规定的：把在标准大气压下冰水混合物的温度定为0摄氏度，沸水的温度定为100摄氏度，分别用 $0^{\circ}\text{C}$ 和 $100^{\circ}\text{C}$ 表示； $0^{\circ}\text{C}$ 和 $100^{\circ}\text{C}$ 之间分成100个等份，每个等份代表 $1^{\circ}\text{C}$ 。例如，人的正常体温是“ $37^{\circ}\text{C}$ ”左右（口腔温度），读做“37摄氏度”；北京一月份的平均气温是“ $-4.7^{\circ}\text{C}$ ”，读做“负4.7摄氏度”或“零下4.7摄氏度”。

下表是自然界的一些温度，你能将括号中的空白填上吗？

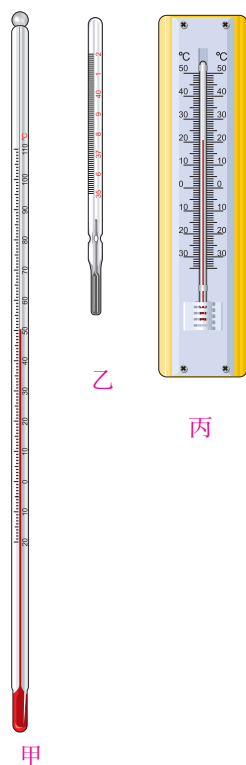


图3.1-2 实验室用的温度计、体温计和寒暑表。

## 小资料

### 自然界的一些温度

氢弹爆炸中心	$5 \times 10^7^{\circ}\text{C}$	压力锅内的沸水	( ) $^{\circ}\text{C}$	我国最低气温	( ) $^{\circ}\text{C}$
太阳表面	约 $6000^{\circ}\text{C}$	我国最高气温	( ) $^{\circ}\text{C}$	地球表面最低气温	$-88.3^{\circ}\text{C}$
金的熔点	$1064^{\circ}\text{C}$	人的正常体温	( ) $^{\circ}\text{C}$	酒精的凝固点	$-117^{\circ}\text{C}$
铅的熔点	$328^{\circ}\text{C}$	水银的凝固点	$-39^{\circ}\text{C}$	绝对零度	$-273.15^{\circ}\text{C}$

## 温度计的使用

使用温度计时，首先要看清它的量程，即温度计所能测量温度的范围。如果所要测的温度过高或过低，超出了温度计所能测量的范围，就要换用一支量程合适的温度计，否则温度计里的液体可能将温度计胀破，或者读不出温度。其次，需要看清温度计的分度值，也就是一个小格代表的值，以保证读数的正确。

观察图3.1-2中的各种温度计，说出它们的量程和分度值各是多少。为什么这样设计它们的量程和分度值？

### 实验

#### 用温度计测量水的温度

在测量水的温度前，思考图3.1-3中哪些做法和读数方法是正确的，哪些是错误的，错误的错在哪里。

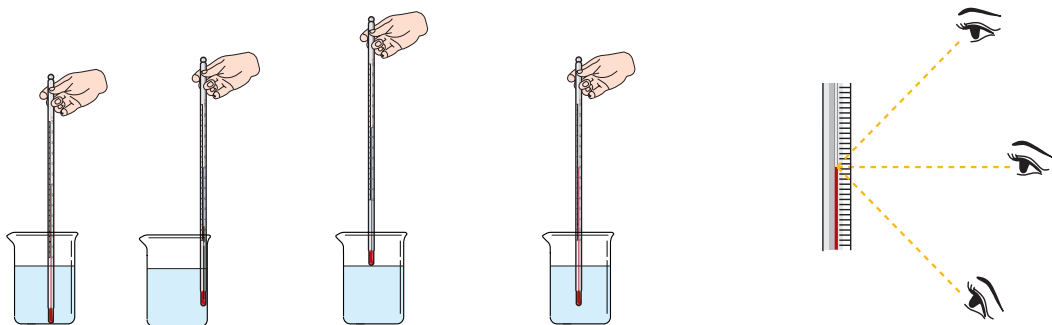


图3.1-3 哪种使用温度计的方法正确？

分别向烧杯中倒入冷水、温水和热水，用温度计测量它们的温度，记录测量结果。

通过以上实验可以发现，正确使用温度计应该注意以下几点。

1. 温度计的玻璃泡应该全部浸入被测的液体中，不要碰到容器底或容器壁。

2. 温度计的玻璃泡浸入被测液体后要稍微等一会，待温度计的示数稳定后再读数。

3. 读数时温度计的玻璃泡要继续留在液体中，视线要与温度计中液柱的液面相平。

## 体温计

体温计用于测量人体温度。根据人体温度的变化情况，体温计的刻度范围通常为 $35\sim 42\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。用体温计测量体温，读数时要把它从腋下或口腔中拿出来，这时它下面玻璃泡的温度会改变。为了使读数不变，仍能代表体温，体温计的玻璃泡和直玻璃管之间的管做得很细，水银不会自动流回玻璃泡内（图3.1-4）。

测体温时，玻璃泡内的水银随着温度升高，发生膨胀，通过细管挤到直管；当体温计离开人体时，水银变冷收缩，细管内的水银断开，直管内的水银不能退回玻璃泡内，所以它表示的是人体的温度。要使已经升上去的水银再回到玻璃泡里，可以拿着体温计用力向下甩，把水银甩下去（其他温度计不允许甩）。



图3.1-4 体温计  
（细管处水银柱断开）



### 从体温计说起

我们看病的时候常常要检查体温，实际上人体各部分的温度并不一样。医生检查病人的体温时，常选三个地方的温度：直肠温度正常时为 $36.9\sim 37.9\text{ }^{\circ}\text{C}$ ；口腔舌下温度正常时为 $36.7\sim 37.7\text{ }^{\circ}\text{C}$ ；腋窝的温度正常时为 $36.0\sim 37.4\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。直肠温度最稳定，但是腋窝温度测量起来最方便。

通过体温诊断疾病的方法是1858年德国医生冯德利希创造出来的：让病人用嘴含着水银温度计，他不时低头去看上边的温度。他不敢让病人把温度计拿出来，因为

温度计出来一遇冷空气，指示的温度就降下来了。后来，英国医生阿尔伯特想出了一个好办法：在温度计的水银管里造一处狭道。这样，体温计放在嘴里水银柱可以上升到实际体温的刻度，取出体温计以后水银柱并不下落，而是在狭道那里断开，使狭道以上的部分始终保持体温读数。这样便诞生了专用的体温计。

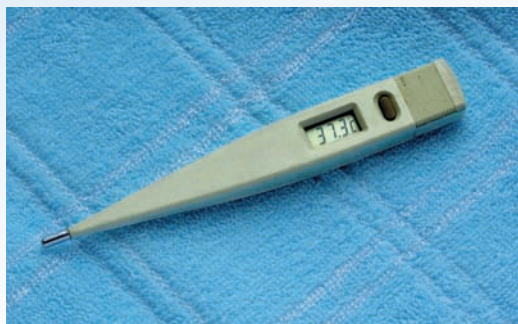


图3.1-5 电子体温计

随着电子技术的发展，20世纪70年代出现了电子体温计（图3.1-5），现在的电子体温计通过液晶直接显示体温，有的可以精确到 $0.01\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

温度的测量看起来简单，实际上在很多场合需要一些技巧。体温计只是一例。又如，炼铁时的温度高达 $1\ 000\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以上，这时不能使用通常的温度计，因为玻璃会熔化。应该使用什么样的温度计呢？



图3.1-6 热电偶温度计

1821年，人们发现：两根不同的金属线组成的闭合环路中，如果有一个接头被加热，环路里就会产生电流；两个接头的温度差越大，电流越强。此后，有人根据这个道理制造出了热电偶温度计，它能直接放入高温炉里测温（图3.1-6）。辐射温度计也能测量上千摄氏度甚至上万摄氏度的高温。它通过光学方法测定物

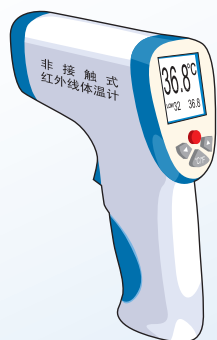


图 3.1-7 测温枪

体的辐射，进而得知那个物体的温度。新式“非接触红外线温度计”又叫“测温枪”（图3.1-7），只要把“枪口”对准待测物体，“枪尾”的显示屏里就能用数字直接报告那个物体的温度。除了可以方便地测量体温，这种奇妙的“手枪”还可以测量零下几十摄氏度到上千摄氏度范围内的温度呢！

## 动手动脑学物理

1. 图 3.1-8 中各个温度计的示数分别是多少 (每个温度计的单位都是摄氏度)?

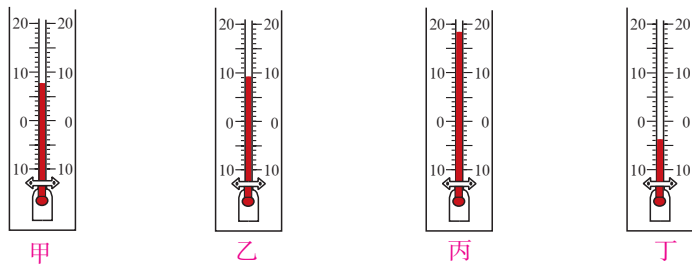


图3.1-8

2. 在教室挂一只寒暑表, 在每个课间测出教室的温度, 将数据记录在表格中。以横轴为时间、纵轴为温度, 分别在图 3.1-9 上描点并画出晴天及阴天两种天气的温度—时间图象。通过比较, 你能看出这两种天气温度变化的规律吗?

测量时刻	第1节前	第2节前	第3节前	第4节前	第5节前	第6节前	第7节前
晴天温度/°C							
阴天温度/°C							

3. 根据科学研究, 无论采用什么方法降温, 温度也只能非常接近  $-273.15\text{ }^{\circ}\text{C}$ , 但不可能比它更低。能不能以这个温度为零度来规定一种表示温度的方法呢? 如果它每一度的大小与摄氏度相同, 那么这两种温度应该怎样换算?

4. 不同物质在升高同样温度时, 膨胀的多少通常是不同的。如果把铜片和铁片铆在一起, 当温度变化时这样的双金属片就会弯曲。怎样用它制成温度计? 画出你的设计草图。市场上有一种指针式寒暑表 (图 3.1-10), 就是用双金属片做感温元件的。到商店去看一看, 有没有这样的寒暑表。

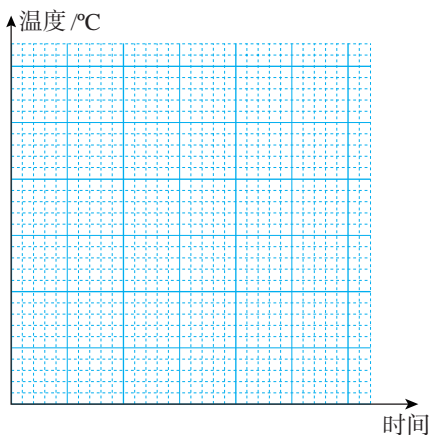


图 3.1-9 温度—时间变化曲线



图3.1-10 指针式寒暑表

# 第2节 熔化和凝固

## 物态变化

固态、液态和气态是物质常见的三种状态。天气热的时候，从冰柜中拿出的冰，一会儿就变成了水，再过一段时间水干了，变成看不见的水蒸气，跑得无影无踪。随着温度的变化，物质会在固、液、气三种状态之间变化。通常呈固态的铝、铜、铁等金属，在温度很高时也会变成液态、气态；通常呈气态的氧气、氮气、氢气等，在温度很低时也会变成液态、固态。物质各种状态间的变化叫做物态变化。

## 熔化和凝固

物质从固态变成液态的过程叫做**熔化**（melting），从液态变成固态的过程叫做**凝固**（solidification）。

结合生活中冰的熔化过程，想一想，冰的熔化需要什么条件，不同的物质熔化时温度将会如何变化？

## 实验


### 探究固体熔化时温度的变化规律

#### 提出问题

不同物质在由固态变成液态的过程中，温度的变化规律相同吗？

#### 猜想和假设

请同学们根据生活经验提出自己的猜想。

 任何科学猜想都不是凭空产生的，它需要根据所观察到的现象，运用学过的知识和已有经验，对问题的可能答案作出假定。



## 设计实验

研究海波（硫代硫酸钠）和蜡的熔化过程。参照图3.2-1选择需要的实验器材。

## 进行实验与收集证据

将温度计插入试管后，待温度升至40℃左右开始，每隔大约1 min记录一次温度；在海波或者蜡完全熔化后再记录4~5次。

时间/min	0	1	2	3	4	...
海波的温度/℃						
蜡的温度/℃						

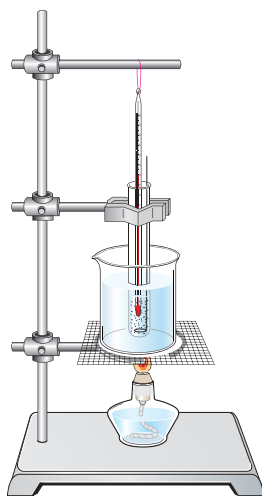


图3.2-1 观察熔化现象的实验装置

## 分析与论证

图3.2-2和图3.2-3中的纵轴表示温度，温度的数值已经标出；横轴表示时间，请你自己将数值写上。根据表中各个时刻的温度在方格纸上描点，然后将这些点连接起来，便得到熔化时温度随时间变化的图象。

图象可以用来表示一个物理量（如温度）随另一个物理量（如时间）变化的情况，很直观。

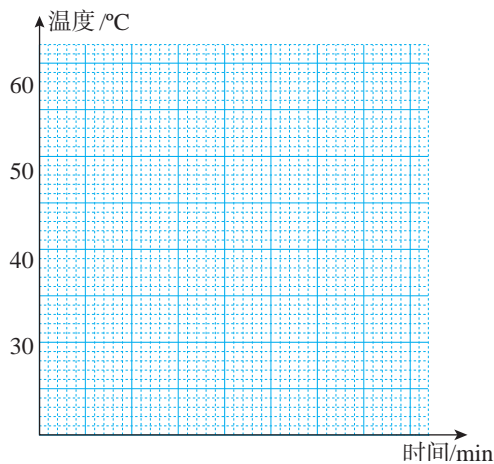


图3.2-2 绘制海波熔化时温度随时间变化的图象

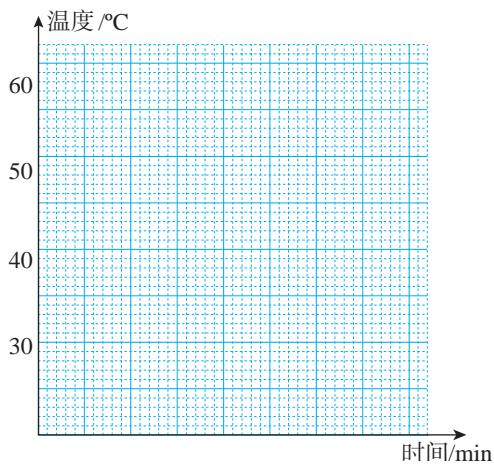


图3.2-3 绘制蜡熔化时温度随时间变化的图象

根据你对实验数据的整理和分析，总结海波和蜡在熔化前、熔化中和熔化后三个阶段的温度特点。

## 评估

回想实验过程，有没有可能在什么地方发生错误？进行论证的根据充分吗？实验结果可靠吗？

## 交流与合作

与同学进行交流。你们的结果和别的小组的结果是不是相同？如果不同，怎样解释？

写出实验报告。

## 熔点和凝固点

有些固体在熔化过程中尽管不断吸热，温度却保持不变，有固定的熔化温度，例如冰、海波、各种金属。这类固体叫做**晶体**（crystal）；有些固体在熔化过程中，只要不断地吸热，温度就不断地上升，没有固定的熔化温度，例如蜡、松香、玻璃、沥青。这类固体叫做**非晶体**（noncrystal）。晶体熔化时的温度叫做**熔点**（melting point）。非晶体没有确定的熔点。

晶体和非晶体熔化时温度的变化曲线分别如图3.2-4甲和乙所示。

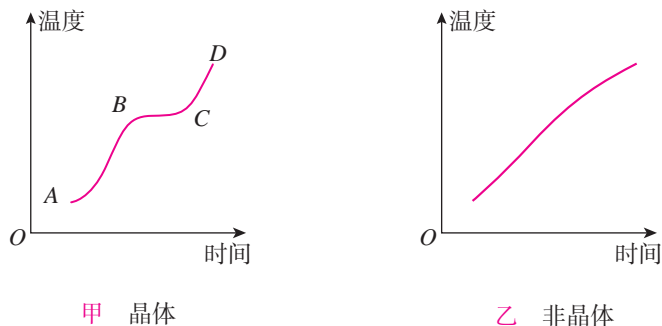


图 3.2-4 物质熔化时的温度变化曲线

液体凝固形成晶体时也有确定的温度（图3.2-5甲），这个温度叫做**凝固点**（solidifying point）。同一种物质的凝固点和它的熔点相同。非晶体没有确定的凝固点（图3.2-5乙）。

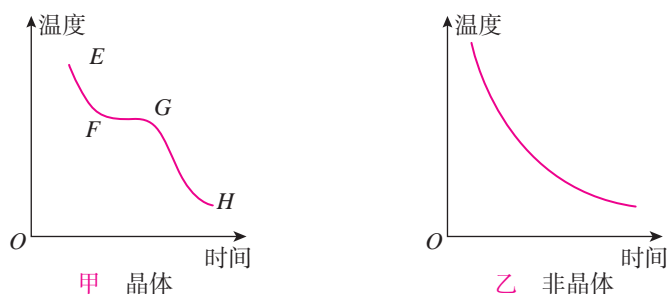


图 3.2-5 物质凝固时的温度变化曲线

### 小资料



#### 几种晶体的熔点 (标准大气压)

晶体	熔点/ $^{\circ}\text{C}$	晶体	熔点/ $^{\circ}\text{C}$	晶体	熔点/ $^{\circ}\text{C}$
钨	3410	铝	660	固态水银	-39
铁	1535	铅	328	固态甲苯	-95
钢	1515	锡	232	固态酒精	-117
灰铸铁	1177	萘	80.5	固态氮	-210
铜	1083	海波	48	固态氧	-218
金	1064	冰	0	固态氢	-259



### 想想议议

1. 在图 3.2-5 甲中,  $EF$ 、 $FG$ 、 $GH$  各段分别表示温度怎样变化? 吸热、放热情况如何? 物质处于什么状态?
2. 黑龙江省北部最低气温曾经达到  $-52.3\text{ }^{\circ}\text{C}$ , 这时还能使用水银温度计吗? 应该使用什么样的液体温度计?

## 熔化吸热 凝固放热

晶体在熔化过程中虽然温度不变, 但是必须继续加热, 熔化过程才能完成, 这表明晶体在熔化过程中吸热。反过来, 液体在凝固成晶体的过程中放热, 但是温度不变。非晶体在熔化或凝固过程中也吸热或放热, 但是温度改变。

夏天, 如果我们要喝冰凉的饮料, 往往会在饮料中加上几个冰块, 而不是

直接加冷水。一方面是因为冰块的温度更低，另一方面是因为冰块融化成水的过程中吸热，从而使饮料的温度下降得更多。

在北方的冬天，为了很好地保存蔬菜，人们通常会在菜窖里放几桶水，这样可以利用水结冰时放出的热使窖内的温度不会太低。

### 动手动脑学物理

1. 日常生活中有哪些利用熔化吸热、凝固放热的例子？熔化吸热、凝固放热会给我们带来哪些不利的影响？请各举一个例子。

2. 在探究固体熔化过程温度的变化规律时，如果记录温度的时间间隔过长，可能会带来什么问题？

3. 图3.2-6是某种物质熔化时温度随时间变化的图象。根据图象的什么特征可以判断这种物质是一种晶体？它的熔点是多少？从晶体开始熔化到所有晶体完全熔化，大约持续了多长时间？

4. 小明想从酒精和水的混合液体中把酒精分离出来。他想，水的凝固点是 $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，酒精的凝固点是 $-117\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，只要把混合液体放入电冰箱的冷冻室（冷冻室温度可达 $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ）中就可以了。小明按照这样的想法进行了实验，但是经过相当长的时间后，从冷冻室取出酒精和水的混合液体时，却发现水和酒精并没有分离。就这个现象你能提出什么问题？针对你提出的问题能做出的合理猜想是什么？

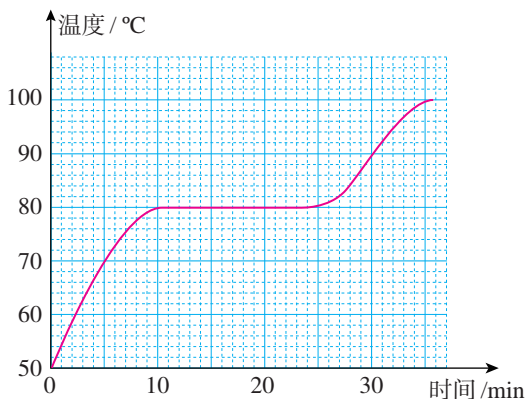


图 3.2-6

## 第3节 汽化和液化

生活中我们会发现，洒在地上的水过一会就不见了，晾在太阳下的湿衣服不久后也干了。地上和衣服上的水到哪里去了呢？



### 想想做做

如图 3.3-1，在透明塑料袋中滴入几滴酒精，将袋挤瘪，排尽空气后用绳把口扎紧，然后放入热水中。你会看到什么变化？

从热水中拿出塑料袋，过一会又有什么变化？

怎样解释这些变化？



甲 在塑料袋中滴入酒精



乙 把袋挤瘪，把口扎紧



丙 放到热水里面

图 3.3-1 观察塑料袋的变化

从实验中我们可以看到，塑料袋中的液态酒精受热后变成了气态酒精，降温后气态酒精又变成了液态酒精。物质的液态和气态可以相互转化。物质从液态变为气态的过程叫做**汽化**（vaporization），从气态变为液态的过程叫做**液化**（liquefaction）。

### 沸腾

生活中我们常将冷水烧开以便饮用，所谓烧开就是将冷水加热到有大量的

气泡冒出。“水开了”这一生活用语在物理学中叫做**沸腾**（boiling），沸腾是液体内部和表面同时发生的剧烈汽化现象。

## 实验

### 探究水沸腾时温度变化的特点

你认真观察过水的沸腾吗？水在沸腾时有什么特征？

水沸腾后如果继续加热，是不是温度会越来越高？

按图 3.3-2 安装实验仪器。

用酒精灯给水加热至沸腾。当水温接近  $90\text{ }^{\circ}\text{C}$  时每隔  $0.5\text{ min}$  记录一次温度。仿照绘制晶体熔化图象的做法，在图 3.3-3 上绘制水沸腾时温度和时间关系的图象。

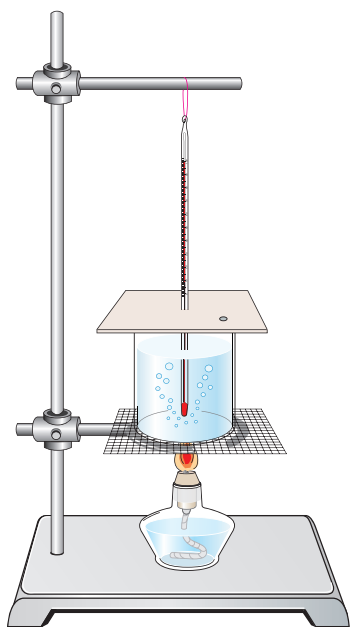


图 3.3-2 观察水沸腾的装置

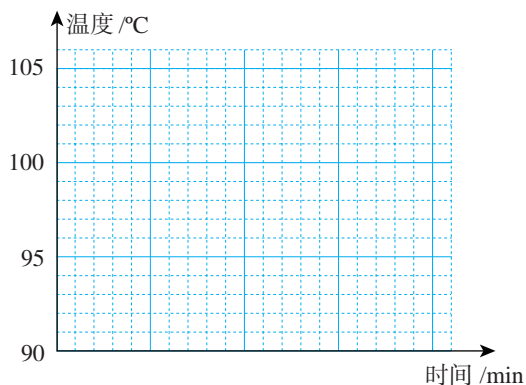


图 3.3-3 绘制水沸腾时温度变化的图象

时间/min	0	0.5	1	1.5	2	2.5	3	...
温度/ $^{\circ}\text{C}$								

从实验中可以看到，水的沸腾是一种剧烈的汽化现象。这时形成的大量气泡不断上升、变大，到水面破裂开来，里面的水蒸气散发到空气中。在沸腾的过程中，虽然水的温度保持不变，但酒精灯要持续加热，所以说液体在沸腾的过程中不断吸热。

各种液体沸腾时都有确定的温度，这个温度叫做**沸点**（boiling point）。不同液体的沸点不同。

## 小资料

### 几种液体的沸点 (标准大气压)

液体	沸点/°C	液体	沸点/°C	液体	沸点/°C
液态铁	2750	甲苯	111	液态氧	-183
液态铅	1740	水	100	液态氮	-196
水银	357	酒精	78	液态氢	-253
亚麻仁油	287	液态氨	-33.4	液态氦	-268.9

## 想想做做

### 纸锅烧水

着火点是物质可以燃烧的最低温度。纸的着火点大约是 $183\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，就是说，只要它的温度达到 $183\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，它就会自动燃烧起来。

普通煤炉的火焰温度约 $600\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。酒精灯的火焰温度约 $400\sim 500\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。那么，能用纸做的锅在火上把水烧开吗？

取一张光滑的厚纸，照图3.3-4那样做成一个小纸锅。纸锅里装些水，放到火上加热。注意不要让火苗烧到水面以上的纸。过一会水就会沸腾，而纸锅不会燃烧。

实际做一做，说明纸锅为什么不会燃烧。

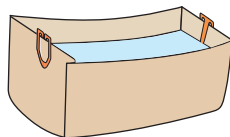


图 3.3-4 烧开水用的小纸锅

## 蒸发

洒了水的地面、晾在阳光下的湿衣服，温度没有达到水的沸点也会变干。这是由于水汽化，变成了气体。这种在任何温度下都能发生的汽化现象叫做蒸发 (evaporation)。蒸发只发生在液体的表面。

蒸发和沸腾是汽化的两种方式。

## 想想做做

1. 把酒精擦在手背上，手背有什么感觉？
2. 把酒精反复涂在温度计的玻璃泡上，用扇子扇，温度计读数有什么变化？如果温度计上不涂酒精，用扇子扇，温度计读数会变化吗？

手背擦上酒精后，随着酒精的蒸发，擦酒精的位置会感到凉。这是因为液体在蒸发过程中吸热，致使液体及与液体接触的物体温度下降。夏天在地面上洒水会感到凉快，是利用水蒸发吸热来降低温度。人们在高温的天气里大汗淋漓，是人体自我保护的生理现象，汗液蒸发吸热，使体温不致升得太高。

图 3.3-5 中，人游泳之后刚从水中出来，感觉特别冷；天热时，狗常把舌头伸出来。你能解释这些现象吗？

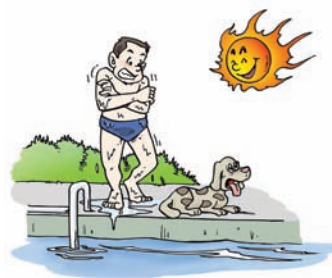


图 3.3-5

## 液化

北方的冬天，可以看到户外的人不断呼出“白气”，这是呼出的水蒸气遇到冷空气凝结成了小雾滴；戴眼镜的人从寒冷的室外进入温暖的室内，镜片会蒙上一层小水珠，这是室内空气中的水蒸气遇到冷镜片凝结成的。清晨，人们有时会看到路边的草或树叶上结有露珠（图 3.3-6），这是空气中的水蒸气遇冷凝结成小水滴而形成的。

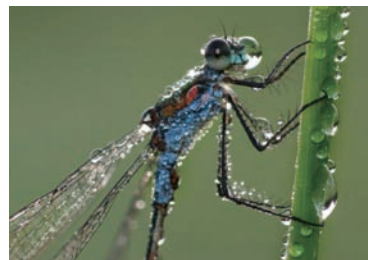


图 3.3-6 昆虫和植物上的露珠

实验表明，所有气体在温度降到足够低时都可以液化。另外，在一定的温度下，压缩气体的体积也可以使气体液化。将气体液化的最大好处是体积缩小，便于储存和运输。火箭中用做燃料和助燃剂的氢和氧，都是以液体状态装在火箭里的。有些家庭用石油加工时产生的可燃气体做饭，这些气体也是液化后储存在钢瓶内的，称做液化石油气（图 3.3-7）。

液体汽化时要吸热，与此相反，气体液化时要放热。烧水、做饭的时候，水蒸气引起的烫伤往往比开水烫伤更严重，这是因为水蒸气和开水的温度虽然差不多，但是水蒸气液化的时候还要放出一部分热。



图 3.3-7 液化石油气



## 电冰箱与臭氧层

过去常用的电冰箱利用了一种叫做氟利昂的物质作为热的“搬运工”，把冰箱里的“热”“搬运”到冰箱的外面。氟利昂是一种既容易汽化又容易液化的物质，汽化时它吸热，液化时它放热。图3.3-8表示出了电冰箱的构造和原理。液态的氟利昂经过很细的毛细管进入冰箱内冷冻室的管子，在这里汽化、吸热，使冰箱内温度降低。之后，生成的蒸气又被电动压缩机压入冷凝器，在这里液化并把从冰箱内带来的热通过冰箱壁上的管子放出。氟利昂这样循环流动，冰箱冷冻室里就可以保持相当低的温度。

太阳辐射来的过量紫外线对于地球上的生命是有害的。在距地面20~50 km的高层大气中，有一种叫做臭氧的物质，它具有吸收紫外线的功能，这是地球上的生物得以生存和进化的重要条件。传统的冰箱制冷剂使用氯氟烃类的氟利昂如R12，当电冰箱损坏后，这种氟利昂扩散到大气中会破坏臭氧层，对地球的生态环境构成威胁。为了保护人类生存的环境，1987年在世界范围内签署了限量生产和使用这类物质的《蒙特利尔议定书》。我国在1991年签署了《蒙特利尔议定书》，目前我国主要使用对臭氧层破坏较小的R134a、R600a等新型物质作为冰箱的制冷剂。

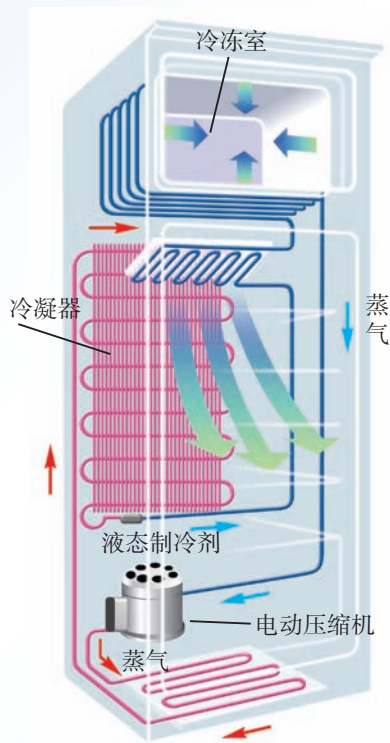


图3.3-8 电冰箱原理图

读过这篇文章后你认为下表中介绍的电冰箱会破坏臭氧层吗？其中的“能效等级”你知道是什么意思吗？

××××型电冰箱主要技术参数

冷冻能力 (kg/24h)	制冷剂	重量 (kg)	外形尺寸 深×宽×高 (mm)	额定 电压 (V~)	输入总 功率 (W)	额定耗 电量 (kW·h/24h)	能效 等级	总有效 容积 (L)	冷冻室有 效容积 (L)
3.0	R600a 42g	60	624×525 ×1439	220	110	0.46	1级	176	68

## 动手动脑学物理

1. 盛一盆水，在盆里放两块高出水面的砖头，砖头上搁一只比盆小一点的篮子。篮子里有剩饭、剩菜，再把一个纱布袋罩在篮子上，并使袋口的边缘浸入水里（图3.3-9），就做成了一个简易冰箱。把它放在通风的地方，即使经过一天时间里面的饭菜也不会变质。试着分析简易冰箱的工作原理。

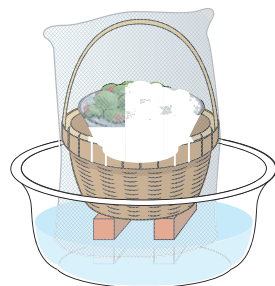


图3.3-9

2. 一块金属在冰箱中被冷冻后，取出放一会儿，可以发现变湿了。如果马上用干毛巾擦，能擦干吗？为什么？

3. 吐鲁番是全国有名的“火炉”，常年高温少雨，水贵如油。当地流行使用坎儿井，大大减少了输水过程中水的蒸发和渗漏。坎儿井由明渠、暗渠、竖井组成（图3.3-10）。暗渠即地下水道，是坎儿井的主体，宽约1.2 m。井的深度因地势和地下水位高低不同而有深有浅，最深的井可达90 m以上，井内的水在夏季约比外界低5~10℃。请你分析一下坎儿井是如何减少水的蒸发的。

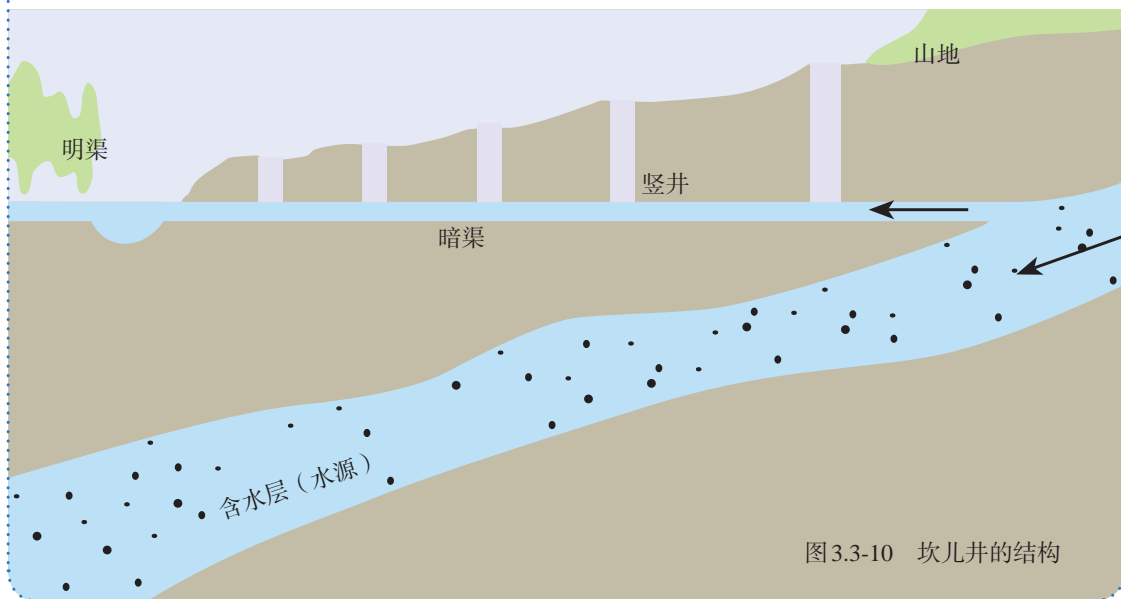


图3.3-10 坎儿井的结构

## 第4节 升华和凝华

冰块吸热后融化成水，再继续吸热就变成水蒸气，这是生活中常见的现象。物质吸热后能不能从固态直接变为气态呢？反过来，气态能不能直接变为固态呢？



### 想想做做

在试管中放少量碘，塞紧盖子后放入热水中。当固态的碘变为紫色的碘蒸气并充满试管后，将试管从热水中拿出，再放入凉水中，碘蒸气又会变为固态的碘。

物质从固态直接变成气态的过程叫做**升华**（sublimation），从气态直接变成固态的过程叫做**凝华**（deposition）。

衣柜里防虫用的樟脑片，过一段时间就会变小，最后不见了，这就是一种升华现象。冬天，晾在室外的湿衣服会结成冰，但结冰的衣服也会慢慢变干，这也是因为冰直接升华为水蒸气了。

北方秋、冬两季，早晨出现霜、窗玻璃上出现冰花（图3.4-1）、树枝上出现雾凇（章首图），这些都是凝华现象。

像熔化和汽化一样，升华也需要吸热；像凝固和液化一样，凝华也会放热。因此，在运输食品的时候，为了防止食品腐烂变质，可以利用干冰（固态二氧化碳）的升华来吸热降温。



图3.4-1 水蒸气在寒冷的玻璃上凝华形成的花纹



## 想想议议

水的三种状态分别是冰、水和水蒸气。给图3.4-2填字，说明它们三者之间转化过程的名称以及吸热、放热的关系。

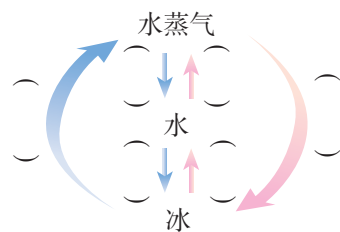


图 3.4-2 水的三态联系



## 科学·技术·社会

### 水循环

水是人类环境的重要组成部分。通过水的三态变化，地球上的水在不停地循环：阳光晒暖了海洋，海水吸热蒸发成为水蒸气上升到空中；当水蒸气上升到高空以后，与冷空气接触，水蒸气便液化成为小水滴，大量的小水滴悬浮在高空中，就形成了云；小水滴相互聚集，就会凝结成大水滴下降成为雨；如果在高空遇到更加寒冷的气流，小水滴就会凝固成小冰珠，最后有可能形成冰雹降落到地面；冬天，水蒸气在寒冷的高空急剧降温，从而凝华成微小的冰晶，这些冰晶聚集起来，就变成雪花飘落大地；这些天空的降水落到地面，一部分直接变为小溪，另一部分渗入地下，涌出地表后变成股股清泉，许多小溪汇合，形成江河，又注入大海。

地球表面的70%以上是海洋。虽然地球表面大部分被水覆盖，但是其中海水约占97%，江河湖泊、土壤、岩层和冰川中的淡水仅占约3%，而能够供人类直接利用的淡水资源更是仅占淡水资源的0.3%。水资源与人类的关系非常密切，是维持人类生活



图3.4-3 水循环造就了雪山和湖泊

的源泉。在历史发展中人类总是向有水的地方集聚、生活。随着社会的发展、技术的进步，人类对水的依赖程度越来越大。除了日常的生活用水以外，工业生产也必须用水，在电力、纺织、印染、造纸、钢铁、石油、化工以及食品工业等各个领域都需要大量的水资源，农业生产更需要大量的水进行灌溉。此外，城市的消防、绿化、公共场所的清洁卫生都少不了水。随着人口的膨胀和经济的快速增长，水资源已经出现了严重的危机。我国是严重缺水的国家，水资源人均占有量只是世界平均值的25%，是世界上人均水资源最贫乏的国家之一。全国有一半以上的城市存在不同程度的缺水，有些城市因地下水过度开采，造成地下水位下降，甚至地面沉降。人们不仅直接消耗了大量水资源，在生产和生活中还造成了水的污染，进一步加剧了水资源危机，这已经敲响了影响人类生存的警钟。因此，我们不仅需要在技术上使用节水器具、优化用水系统的运行，更需要每个人提高节水意识、养成良好的用水习惯，共同保卫我们的蓝色家园。



图3.4-4 因缺水而龟裂的稻田

### 动手动脑学物理

1. 使用樟脑丸可以让棉毛织物等免受虫蚁的侵害。经过一段时间以后，打开存放衣服的箱子，就会闻到刺鼻的气味，还会观察到樟脑丸变小了，甚至变没了。请你分析樟脑丸变小的原因。

2. 冻肉出冷库时比进冷库时重，这是为什么？

3. 二氧化碳气体若被加压、降温到一定程度，就会形成白色的、像雪一样的固体。这种固体在常温下不经融化就会直接变成气体，所以叫干冰。干冰具有很好的致冷作用，可用于人工降雨。这是由于干冰在常温下会迅速变为气体，吸收热量，促使水蒸气遇冷凝结成水滴或小冰晶，从而达到降雨的条件。

你能试着分析上面一段描述中包含了哪些物态变化吗？

4. 美丽的树挂、霜都是怎样形成的？请你动手做一做下面的实验，并思考形成霜的条件。

如图3.4-5，将冰块放于易拉罐中并加入适量的盐。用筷子搅拌大约半分钟，用温度计测量罐中冰与盐水混合物的温度，可以看到冰水混合物的温度低于 $0^{\circ}\text{C}$ 。这时观察

易拉罐的下部和底部，就会发现白霜（图3.4-6）。



图3.4-5



图3.4-6

5. 调查学校和家庭水的使用状况，提出在生活中节约用水的若干建议。



## 学到了什么

### 1. 温度

物体的冷热程度叫做温度。测量温度的工具是温度计。常用的温度计是根据液体热胀冷缩的规律制成的。

### 2. 物态变化

固态、液态和气态是物质常见的三种状态。在一定条件下，物质会在各种状态之间变化，叫做物态变化。

### 3. 熔化和凝固

物质从固态变成液态的过程叫做熔化，从液态变成固态的过程叫做凝固。熔化的过程需要吸热，而凝固的过程要放热。固体分为晶体和非晶体。晶体熔化和凝固都有确定的温度，分别叫做熔点和凝固点。

### 4. 汽化和液化

物质从液态变为气态的过程叫做汽化，从气态变为液态的过程叫做液化。汽化有蒸发和沸腾两种方式，这两种方式都需要吸热。液体沸腾时有确定的温度，这个温度叫做沸点。液化的过程会放出热量，使气体液化可以采用降低温度和压缩体积两种方法。

### 5. 升华和凝华

物质从固态直接变成气态的过程叫做升华，从气态直接变成固态的过程叫做凝华。升华需要吸热，而凝华会放热。