

第十三章：温度与热量

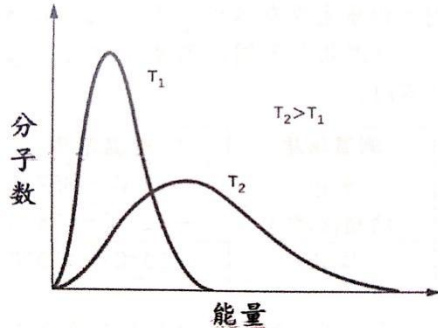
13.1 温度

1. _____ 是表示物体 _____ 的物理量。
2. 凭人的主观冷热感觉来判断物体温度的高低是不准确的，甚至可能判断错误。
3. 因此，要正确地表示出物体的温度，必须对温度的测量给出客观的依据。

内能

1. 分子动能

- 一切物体的分子因做 _____ 而具有动能。
- 温度是分子平均动能的标志，温度越高，_____。
- 分子的平均动能是物体内所有分子动能的_____。



2. 分子势能

- 由于分子间的 _____，物体内部还存在着分子势能。
- 分子势能的大小微观上由分子间距离决定，宏观上与物体的体积有关。

3. 物体的内能

- 内能是物体中所有 _____ 和 _____ 的总和。
- 物体的内能还跟物体内分子的数量有关。

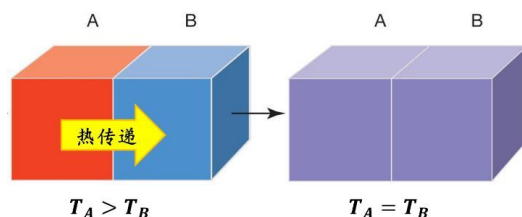
- 一切物体，不论温度高低。都具有内能；物体温度降低时内能将减少，温度升高时内能将增加。

例子：

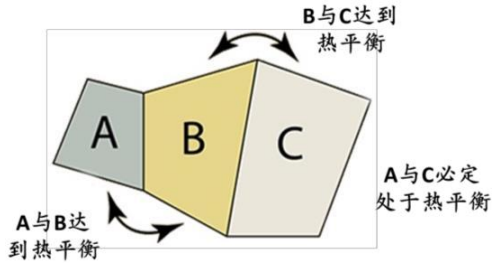
1. 关于气体分子的速率，下列说法正确的是
 - A. 气体温度升高时，每个气体分子的运动速率一定都增大。
 - B. 气体温度降低时，每个气体分子的运动速率一定都减少。
 - C. 气体温度升高时，每个气体分子的平均速率必定增大。
 - D. 气体温度降低时，每个气体分子的平均速率可能增大。
2. 下列关于物体内能的说法，正确的是
 - A. 一个分子的动能和分子势能的总和叫做该物体的内能。
 - B. 物体中所有分子的热运动动能与分子势能的总和叫做物体的势能。
 - C. 当一个物体的机械能发生变化时，其内能也一定发生变化。
 - D. 温度高的物体一定比温度低的物体内能大。

热平衡与热力学第零定律

1. 温度不同的两个物体接触时，高温物体的热能传给低温物体，于是高温物体的温度 _____，低温物体的温度 _____。
2. 最后两者的温度相同，它们之间没有热传递，这种状态叫作热平衡。

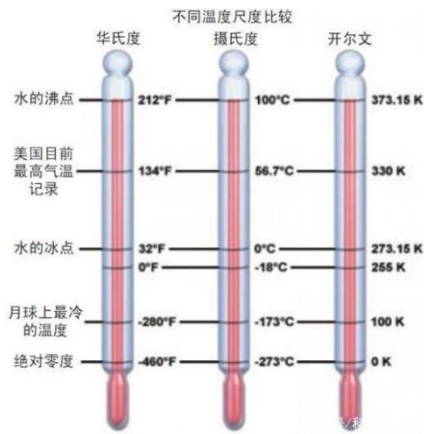


3. 两个物体分别与第三个物体达到热平衡，那么这两个物体彼此之间也必定处于热平衡，这种规律叫作_____。



测温物质与温标

1. 利用_____测量温度，主要是利用它的某些物理量随温度变化的性质，这种性质叫_____。例如，可以根据水银或酒精的热胀冷缩这一性质来制造水银温度计或酒精温度计。
2. _____是以量化数值，配以温度单位来表示温度的方法。



3. _____，这种温标是一种基于水的特性的温标。规定在一个标准大气压下纯水的冰点和沸点分别为 0°C 和 100°C 。在 0°C 和 100°C 之间，温度均匀标度。
4. _____（热力温标）的概念是把理论上最低温度定位_____，并定绝对零度等于 -273.15°C 。

5. 绝对温标与摄氏温标的换算公式

$$T = \text{绝对温标} \quad \theta = \text{摄氏温标}$$

例子：

1. 天气预报某地某日最高气温是 27°C ，它是多少凯尔文？进行低温物理实验时，测到的热力学温度是 2.5K ，它是多少摄氏度？
[300K ; -270.5°C]
2. 铅的熔点和沸点分别为 660°C 和 2467°C ，它是多少凯尔文？
[933K ; 2740K]

13.2 温度计

液体温度计

1. 液体温度计是利用液体的_____的性质来显示温度的、
2. 测温物质主要有水银、酒精（乙醇）、煤油等。测温物质不同，温度计的测温范围也不同。

测温物质	测温范围
水银	$-39^{\circ}\text{C} \sim 357^{\circ}\text{C}$
酒精（乙醇）	$-117^{\circ}\text{C} \sim 78^{\circ}\text{C}$
煤油	$-30^{\circ}\text{C} \sim 150^{\circ}\text{C}$

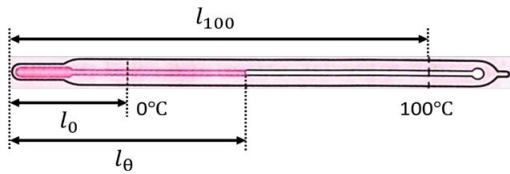
3. 温度计在划分刻度时，需要先确定它 0°C 和 100°C 时对应的刻度线，再把这两点间的距离均分为 100 等分，每一等分就是 1°C 。

$\theta =$ 温度 ($^{\circ}\text{C}$)

$l_{\theta} =$ 测量某一温度时液柱的长度

$l_0 = 0^{\circ}\text{C}$ 时液柱的长度

$l_{100} = 100^{\circ}\text{C}$ 时液柱的长度



4. 使用温度计时需要注意的事项：
- 选择测温范围合适的温度计。
 - 温度计必须与被测物质有充分接触。
 - 必须等到温度计与物质达到热平衡后再读数。

例子：

- 一支没有刻度的温度计在冰水时水银柱长 1cm，在蒸汽时水银柱长 17cm。当水银柱长为 14cm 时，温度是多少？ [81.25 $^{\circ}\text{C}$]

- 一支刻度不清楚的水银温度计，它在冰水时水银柱长 0.5cm，在沸水中时水银柱长 25.5cm。当它置于温水中时水银柱长 12.0cm，求温水的温度。 [46 $^{\circ}\text{C}$]

统考题：

一个没有刻度的温度计当置于水蒸气时水银柱长 9.5cm，而置于溶解的冰中时水银柱长 0.5cm。若将它置于一杯的 20 $^{\circ}\text{C}$ 的水中时，水银柱应有多长？

A. 2.4cm B. 2.3cm C. 1.9cm D. 1.8cm

1998 年

统考题：

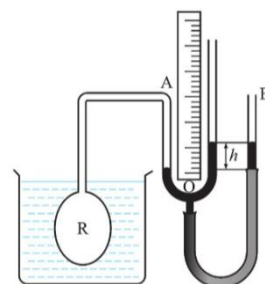
利用等容气体温度计测得某气体在温度 0 $^{\circ}\text{C}$ 和 100 $^{\circ}\text{C}$ 时的压强分别为 $1.2 \times 10^5 \text{Pa}$ 和 $1.8 \times 10^5 \text{Pa}$ 。求该气体的压强为 $1.65 \times 10^5 \text{Pa}$ 时的温度。

A. 19 $^{\circ}\text{C}$ B. 25 $^{\circ}\text{C}$ C. 27.5 $^{\circ}\text{C}$ D. 75.0 $^{\circ}\text{C}$

2020 年

气体温度计

- 气体温度计的测温物质是气体，可分为定容气体温度计和定压气体温度计。
- _____ 是保持气体的体积不变，根据气体的压强随温度的变化来测定温度。_____ 则是保持气体的压强不变，根据气体的体积随温度的变化来测量温度。



3. 把测温泡放进待测的物体中，调节压强计右臂 B 的高低，使左臂 A 的水银面总保持在标尺的零点，以使测温泡中气体的体积保持不变，即实现定容。

$T =$ 温度 (K)

$P =$ 气体在温度为 T 时的压强

$P_{tr} =$ 气体在水的三相点时的压强

4. 气体温度计有很宽的测温范围和比较大的精确度。但它的缺点是体积大，比较笨重，并且反应迟缓。

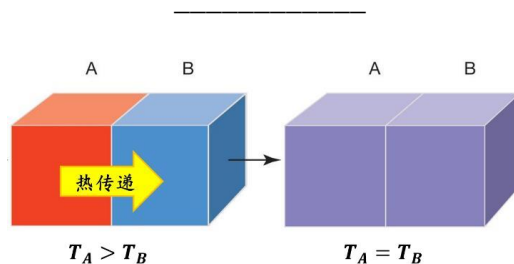
例子：

1. 用定容气体温度计量某种物质的沸点。测温泡在水的三相点时，其中气体的压强为 500mmHg；当测温泡浸入待测物质中时，测得的压强值为 643mmHg，求物质的沸点。 [351. 1K]
2. 某定容气体温度计在水的三相点时，其中气体的压强为 80cmHg。将测温泡放入待测液体中时，测温泡压力变为 100cmHg，求此液体的温度。 [341. 3K]

3. 定容气体温度计的测温泡在水的三相点槽内时，其气体的压强为 50mmHg。
- a) 用温度计测量 300K 的温度时，气体的压强是多少？ [54. 9mmHg]
- b) 当气体的压强为 68mmHg 时候，待测温度是多少？ [371. 3K]

13.3 热量的测量

1. 两个温度不同的物体相互接触时，高温物体的一部分内能将通过热传递的方式传给低温物体。
2. 在热传递过程中，物体放出或吸收能量的多少，叫作_____。
3. 如果热量为_____，表示物体_____；如果热量为_____，表示物体_____。
4. 在没有_____的情况下，高温物体放出的热量将等于低温物体吸收的热量，它们的总能量保持不变。



热容量

1. 不同的物质吸收同样的热量后，升高的温度却不同。为了描述物体的这种性质，物理学引入了一个物理量，叫作热容量。
2. _____是某物体温度升高（或降低）1K所需要吸收（或放出）的热量。

比热容量

1. 物体热容量的大小不仅跟组成物体的物质有关，而且跟物质的多少有关。

项目	比热容量/比热
定义	1kg 的某种物质温度升高（或降低）1K 所需要吸收（或放出）的热量。
公式	$c = \frac{Q}{m\Delta T} / c = \frac{Q}{m\Delta\theta}$ c = 物质的比热 Q = 吸收或放出的热量 m = 物质的质量 ΔT = 末温度 - 初温度 (K) Δθ = 末温度 - 初温度 (°C)
单位	$Jkg^{-1}K^{-1} / Jkg^{-1}^{\circ}C^{-1}$
标矢性	标量

例子：

1. 下面有关比热容量的说法，正确的是
 - A. 夏天的河边游玩，感觉河水凉，但河边的岩石却很烫，原因是水的比热容量比岩石小。
 - B. 铜的比热容量比铝小，所以在吸收相同的热量后铜升高的温度一定比铝高。
 - C. 比热容量是物质的一种特性，只与物质的质量有关。
 - D. 汽车发动机用水来冷却，是因为水具有较大的比热容量。

2. 要将质量为 500g 的水从 10°C 加热到 90°C 需要吸收多少的热量？（水的比热为 $4200Jkg^{-1}K^{-1}$ ）
[1.68×10^5J]
3. 2.5kg 的铁从 100°C 降温到 30°C 需要释放多少的热量？（铁的比热为 $460Jkg^{-1}K^{-1}$ ） [-8.05×10^4J]
4. 在标准大气压下，1.5kg 初温为 30°C 的水吸收 6.93×10^4J 的热量后，它的末温是摄氏多少度？（水的比热为 $4200Jkg^{-1}K^{-1}$ ）
[41°C]
5. 质量为 2kg，温度为 80°C 的铜放出了 1.17×10^4J 的热量后，温度降低到多少°C？（铜的比热为 $390Jkg^{-1}K^{-1}$ ） [65°C]
6. 一个容量为 1.2 公升的电热水壶，装满了温度为 25°C 的水，通电 7min 后水开始沸腾。求电热水壶的功率。
[900W]
（水的比热为 $4200Jkg^{-1}K^{-1}$ ）

7. 一个电功率为 500W 的加热器，要将 1 公升、30°C 的水加热至 100°C，需要多少时间？ [588s]
(水的比热为 $4200\text{Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$)

统考题：

有一个太阳炉，它的收集能量的凹面镜具有 0.8m^2 的收集面积。太阳能在地球表面上的平均辐射率是 750Wm^{-1} 。今有一个比热容量是 $2000\text{Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$ 、质量是 0.05kg 的小球由此太阳炉加热后，它的温度由 20°C 升至 50°C。试求加热所需的时间。

- A. 50s B. 20s C. 10s D. 5s

2003 年

8. 把 200g 的铜加热到 100°C 后，立即投入到温度为 12°C，质量是 700g 的水里，混合后水的温度为 14.2°C。求铜的比热容。
(水的比热为 $4200\text{Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$) [377Jkg⁻¹K⁻¹]

9. 把质量为 200g、温度为 500K 的铅块放入质量为 1kg，温度为 300K 的水中。
a) 热平衡后，水的温度是多少？ [301.23K]
b) 在计算过程中，你做了什么假设？
(水的比热为 $4200\text{Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$ ，铅的比热为 $130\text{Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$)

10. 把质量为 4kg 的冷水和 3kg、80°C 的热水相混合后的温度为 40°C，若不计热量损失，求冷水的温度是多少？ [10°C]
(水的比热为 $4200\text{Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$)

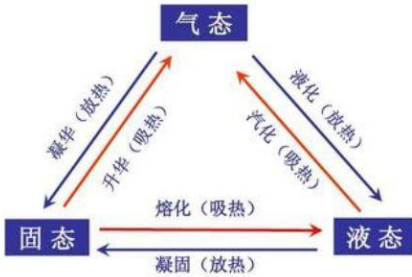
摩尔热容量

1. _____ 是指 1mol 的某种物质温度升高（或降低）1K 所需要吸收（或放出）的热量。摩尔热容量在研究气体时应用较多。

13.4 热效应与物态变化

1. 液态的水放出热量，温度降低，将变成固态的冰；吸收热量，温度升高，将变成水蒸气。

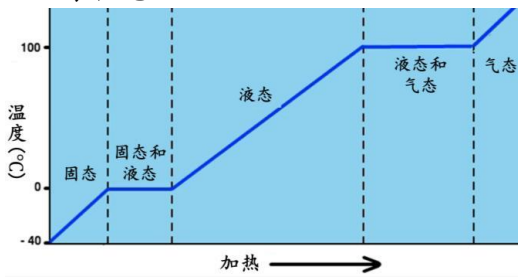
2. 可见，物体_____或_____热量时，不仅会发生_____，而且在一定条件下会引起物质状态的变化（_____）。



3. 物质在等温等压的情况下，相变过程所吸收或释放的热量，称为_____。

熔化和凝固

1. 物质从_____的过程叫_____。熔化的过程需要_____。
2. 晶体吸热后温度上升，达到_____时开始熔化，此时温度不变。晶体完全熔化成液体后，温度继续上升。熔化过程中晶体是_____共存状态。

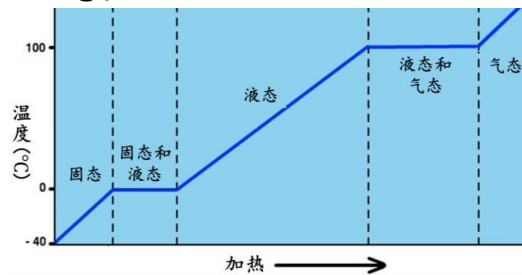


项目	熔化热
定义	1kg 的晶体在完全熔化成同温度的液态物质所吸收的能量。
公式	$L_f = \frac{Q}{m}$ $L_f = \text{熔化热}$ $Q = \text{吸收的热量}$ $m = \text{物体的质量}$
单位	Jkg^{-1}
标矢性	标量

3. 物质从_____的过程叫_____。凝固的过程需要_____。
4. _____是指 1kg 的液体在完全凝固成同温度的固态物质所放出的热量。
5. 同种物质在方向相反的相变过程中所吸收或放出的潜热，其量值必定相等，如熔化热总是等于凝固热。

气化与液化

1. 物质从_____的过程叫_____。气化的过程需要_____。
2. 气化有两种形式，蒸发、沸腾。_____只发生在_____，并且液体温度低于沸点。_____发生在_____，温度必须达到沸点。
3. 液体吸热后温度上升，达到_____时开始气化，此时温度不变。液体完全气化成气体后，温度继续上升。气化过程中是_____共存状态。



项目	气化热
定义	1kg 的液态物质完全气化成同温度的气态物质所吸收的热量。
公式	$L_v = \frac{Q}{m}$ $L_v = \text{熔化热}$ $Q = \text{吸收的热量}$ $m = \text{物体的质量}$
单位	Jkg^{-1}
标矢性	标量

4. 物质从_____的过程叫_____。液化的过程需要_____。
5. _____是指 1kg 的气体在完全液化成同温度的液态物质所需放出的热量。

升华和凝华

1. 物质从_____的过程叫_____。升华的过程需要_____。
2. _____是指 1kg 的物质升华时所吸收的热量，也等于同种物质的_____和_____之和。
3. 物质从_____的过程叫_____。凝华的过程需要_____。

例子:

1. 物体放出热量，它的温度_____。
- A. 一定降低
B. 一定升高
C. 一定不变
D. 可能降低也可能不变
2. 在铅熔化的过程中，_____。
- A. 铅的温度升高，同时吸热。
B. 铅的温度降低，同时放热。
C. 铅的温度不变，不吸热也不放热。
D. 铅的温度不变，同时吸热。
3. 要将质量为 1.5kg 的冰熔化需要吸收多少的热量? [5.01 × 10⁵J]
(冰的熔化热为 3.34 × 10⁵Jkg⁻¹)
4. 使 230g 的酒精气化需要多少热量? [1.98 × 10⁵J]
(酒精的气化热为 8.6 × 10⁵Jkg⁻¹)

5. 100°C 的水蒸气熏到手上，形成 5g、100°C 的水，放出多少热量?
(水的汽化热为 2.26 × 10⁶Jkg⁻¹)
[-1.13 × 10⁴J]

6. a) 使 200g 水由 20°C 上升到 100°C，需要吸收多少热量? [6.72 × 10⁴J]
b) 由 100°C 的水变成 100°C 的水蒸气，又需要吸收多少热量? [4.52 × 10⁵J]
(水的比热为 4200Jkg⁻¹K⁻¹，水的汽化热为 2.26 × 10⁶Jkg⁻¹)

7. 要使质量为 500g、35°C 的水变成 0°C 的冰需要释放多少的热量?
(水的比热为 4200Jkg⁻¹K⁻¹，冰的熔化热为 3.34 × 10⁵Jkg⁻¹)
[-2.41 × 10⁵J]

8. 使 100g 冰由 -10°C 熔化为 20°C 的水，需要吸收多少热量?
(冰的比热为 2100Jkg⁻¹K⁻¹，水的比热为 4200Jkg⁻¹K⁻¹，冰的熔化热为 3.34 × 10⁵Jkg⁻¹)
[4.39 × 10⁴J]

9. 一冰箱能在 3 小时内使 0.5kg、 20°C 的水变为 0°C 的冰。试计算这台冰箱的功率。 [19.35W]
(水的比热为 $4200\text{Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$, 冰的熔化热为 $3.34 \times 10^5\text{Jkg}^{-1}$)

10. 一个 12kW 的热水壶, 装了 0.8kg、 25°C 的水加热至完全气化, 需要多长时间。 [171.66s]
(水的比热为 $4200\text{Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$, 水的汽化热为 $2.26 \times 10^6\text{Jkg}^{-1}$)

统考题:

一个内阻为 120Ω 的加速器, 接入端电压为 240V 的电路中, 要将 1 公升、 60°C 的水加热至完全气化, 需用多少时间? (水的比热为 $4200\text{Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$, 水的汽化热为 $2.26 \times 10^6\text{Jkg}^{-1}$)

- A. 64 分钟 B. 78 分钟
C. 84 分钟 D. 93 分钟

2016 年

统考题:

一个质量为 800g 的铜壶, 装了质量为 1.2kg 及温度为 30°C 的纯水后, 以电功率为 750W 的电热器加热。若不计热量的损失, 在 40 分钟的持续加热后, 有多少水变成了水蒸气?

(铜的比热: $390\text{Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$, 水的比热: $4200\text{Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$, 水的汽化热: $2.26 \times 10^6\text{Jkg}^{-1}$)

2014 年

11. 向 10kg、 20°C 的水中加入 0.1kg 处在熔点的液态铅。液态铅凝固成铅丸, 最终水的温度变为多少摄氏度? [20.16°C]
(水的比热为 $4200\text{Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$, 铅的比热为 $130\text{Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$, 铅的熔化热为 $2.65 \times 10^4\text{Jkg}^{-1}$, 铅的熔点为 328°C)

12. 水的质量是 200g、温度是 50°C , 需要添加多少 0°C 的冰, 才能使水温降到 10°C ? [0.089kg]
(水的比热为 $4200\text{Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$, 冰的熔化热为 $3.34 \times 10^5\text{Jkg}^{-1}$)

统考题:

小明约小华到家里看曼联对皇马的现场足球直播赛事，期间小明端了一杯热开水给笑话。假设热开水温度是 90°C 、质量是 240 克，则小华须加入多少 0°C 的冰，才可使开水温度降为 40°C ?

(水的比热为 $4200\text{Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$ ，冰的熔化热为 $3.34 \times 10^5\text{Jkg}^{-1}$)

- A. 50g B. 100g
C. 150g D. 200g

2007 年

统考题:

在一次测量冰的熔化热的实验中，测得量热器的铜杯的质量为 120g，装入 30°C 的水 200g 后，再把 25g、 0°C 的碎冰装入铜杯中，均匀搅拌直到全部碎冰融化。若杯内的水温最后降至 18.5°C ，求冰的熔化热。

(铜的比热: $390\text{Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$ ，水的比热: $4200\text{Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$)

2017 年

统考题:

某学生进行测量冰的熔化潜热的实验。他首先在质量为 150g 的量热器中倒入 65g 的水，并测得热平衡后的水温为 32°C 。接着将 0°C 的冰块用布擦干后放入量热器中，再测得热平衡后水的最后温度为 14°C ，此时量热器和水的总质量为 235g。已知量热器的热容量为 150JK^{-1} 。

- a) 实验中所测得的冰熔化潜热是多少?
b) 若冰的熔化潜热的标准值为 $3.34 \times 10^5\text{Jkg}^{-1}$ ，则实验系统与外界的热传递是多少?
c) 依据物理知识与原理给出两项建议，以减少实验误差。

2021 年

13.5 固体的热膨胀

热膨胀现象

1. 清晨温度较低，电线_____，而中午温度较高，电线会_____。这现象称作_____。
2. 固体、液体和气体都会产生热膨胀现象。

热膨胀的成因

1. 物体吸收热量后，温度_____，分子的热运动_____。
2. 分子间的平均距离增大，表现出来的现象是体积增大（膨胀）。
3. 固体的膨胀按照维度的不同，可以分为_____、_____和_____。

线膨胀

1. 固体的长度因温度升高而伸长的现象，叫作_____。

项目	线胀系数
定义	固体物质的温度每升高 1 K 时，其单位长度的伸长量。
公式	$\alpha = \frac{l_2 - l_1}{l_1(T_2 - T_1)}$ α = 线胀系数 l_2 = 温度为 T_2 时固体的长度 l_1 = 温度为 T_1 时固体的长度
单位	$K^{-1}/^{\circ}C^{-1}$
标矢性	标量

例子：

1. 铁线在 $30^{\circ}C$ 时长度是 25m，在 $500^{\circ}C$ 时铁线的长度则是 25.14m。求铁的线胀系数。 [$1.2 \times 10^{-5}K^{-1}$]

2. 长 100m 的铝线，温度由 $-10^{\circ}C$ 上升到 $30^{\circ}C$ 时，铝线的长度是多少？ [100.1m]
(铝的线胀系数是 $2.6 \times 10^{-5}K^{-1}$)

3. 用铸铁铸造一个机器部件， $30^{\circ}C$ 时这个部件的长度是 1.25m，铸铁凝固时的温度是 $1200^{\circ}C$ 。这个铸件的铸模的长度应是多少？ (铸铁的线胀系数是 $1.0 \times 10^{-5}K^{-1}$) [1.26m]

4. 原长为 85m 的锡棒受热后，温度由 $30^{\circ}C$ 上升到 $150^{\circ}C$ 时，锡棒伸长了多少？ [0.275m]
(锡棒的线胀系数是 $2.7 \times 10^{-5}K^{-1}$)

5. 10m 长的钢轨，从冬季到夏季，温度升高 $30^{\circ}C$ ，伸长的长度是多少？ [$3.3 \times 10^{-3}m$]
(钢的线胀系数是 $1.1 \times 10^{-5}K^{-1}$)

面膨胀

1. 固体的面积因温度升高而增大的现象，叫作_____。

项目		面胀系数
定义	固体物质的温度每升高 1 K 时，其单位面积的增大量。	
公式	$\beta = \frac{A_2 - A_1}{A_1(T_2 - T_1)} / \beta \approx 2\alpha$ $\beta = \text{面胀系数}$ $A_2 = \text{温度为 } T_2 \text{ 时固体的面积}$ $A_1 = \text{温度为 } T_1 \text{ 时固体的面积}$	
单位	$K^{-1}/^{\circ}C^{-1}$	
标矢性	标量	

例子:

1. 温度为 $20^{\circ}C$ ，面积为 $15m^2$ 的铁片，在 $100^{\circ}C$ 时铁片的面积为 $15.03m^2$ 。求铁的面胀系数和线胀系数。
 $[2.5 \times 10^{-5}K^{-1}; 1.25 \times 10^{-5}K^{-1}]$

2. 铜板中有一个半径为 $2.5cm$ 的圆孔，温度升高时，圆孔是变大还是变小？如果温度由 $20^{\circ}C$ 上升到 $300^{\circ}C$ ，那么圆孔的面积将变为多大？
 $[\text{变大}; 19.82cm^2]$
 (铜的线胀系数是 $1.7 \times 10^{-5}K^{-1}$)

3. 直径为 $30mm$ 的铜币，加热后温度升高 $80^{\circ}C$ ，铜币增大了多少？
 (铜的线胀系数是 $1.7 \times 10^{-5}K^{-1}$)
 $[1.92mm^2]$

体膨胀

1. 固体的体积因温度升高而增大的现象，叫作_____。

项目		体胀系数
定义	固体物质的温度每升高 1 K 时，其单位体积的增大量。	
公式	$\gamma = \frac{V_2 - V_1}{V_1(T_2 - T_1)} / \gamma \approx 3\alpha$ $\gamma = \text{体胀系数}$ $V_2 = \text{温度为 } T_2 \text{ 时固体的体积}$ $V_1 = \text{温度为 } T_1 \text{ 时固体的体积}$	
单位	$K^{-1}/^{\circ}C^{-1}$	
标矢性	标量	

例子:

1. $95cm^3$ 的银块冷却后，温度从 $900^{\circ}C$ 降到 $30^{\circ}C$ ，银块的体积是多少？
 $[90.3cm^3]$
 (银的线胀系数是 $1.9 \times 10^{-5}K^{-1}$)

2. 一块铁板， $800^{\circ}C$ 时，长 $2m$ ，宽 $1m$ ，厚 $5cm$ 。冷却到 $20^{\circ}C$ 时，它的体积缩小了多少？
 (铁的线胀系数是 $1.2 \times 10^{-5}K^{-1}$)
 $[2.81 \times 10^{-3}m^3]$

统考题:

固体的体膨胀系数 γ 与其面膨胀系数 β 的比值 $\frac{\gamma}{\beta}$ 是:

- A. 0.5 B. 1.0 C. 1.5 D. 2.0

2007 年

热膨胀的危害和防范

1. 固体的热膨胀虽然很小，但阻碍固体的热膨胀会产生很大的内应力，甚至使物体遭到破坏。
2. 修建铁路和钢桥时，要设法使钢轨或钢桥留有足够的空间，否则在夏天钢轨或钢桥发生热膨胀，就会变形或损坏。



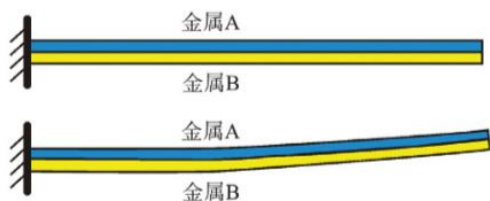
(a) 因热膨胀而损毁的铁轨

(b) 桥面上的伸缩缝

3. 工厂中运输蒸气的管道，每隔一段距离就要装一段波纹管，也是为了防止管道热胀冷缩时产生的巨大破坏力。

热膨胀的应用

1. _____由两种不同线胀系数的金属焊接或铆合在一起。
2. 双金属片在室温时是直的。加热后，因铜的膨胀系数较大，它就向膨胀系数较小的铁那一边弯曲。冷却后它又恢复平直。



3. 双金属片可制成恒温器的自动开关。当恒温器的温度超过预定温度时，由于双金属片弯曲，触点自动断开，于是加热器的电路被切断，停止加热。
4. 当恒温器的温度低于预定温度时，双金属片向反方向弯曲，使触点接通，于是加热器又开始工作。

这样双金属片起了自动开关的作用，使恒温器保持一定的温度。

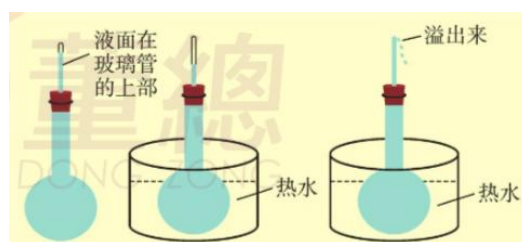
13.6 液体的热膨胀

液体的热膨胀

1. 液体没有一定的形状，讨论它的线膨胀和面膨胀没有实际意义，因此我们只讨论它的_____。

项目	体胀系数
定义	液体物质的温度每升高 1 K 时，其单位体积的增大量。
公式	$\gamma = \frac{V_2 - V_1}{V_1(T_2 - T_1)} / \gamma = \gamma_a + \gamma'$ $\gamma = \text{体胀系数}$ $V_2 = \text{温度为 } T_2 \text{ 时液体的体积}$ $V_1 = \text{温度为 } T_1 \text{ 时液体的体积}$ $\gamma_a = \text{视体胀系数}$ $\gamma' = \text{容器的体胀系数}$
单位	$K^{-1}/^{\circ}C^{-1}$
标矢性	标量

2. 在液体的热膨胀实验中可以看到：开始时，液体先稍稍下降，然后又上升到一定高度。
3. 开始时烧瓶受热体积膨胀，于是液面下降。后来瓶中液体的温度升高，液体的体积逐渐增大，最后液面上升到比原来更高的位置。
4. 从实验中看到的液体的热膨胀，是对于容器的相对膨胀，叫作_____，液体的实际膨胀叫_____。



例子:

1. 在 0°C 时, 一水银温度计内所装的水银体积为 0.5cm^3 。当水银的温度上升至 95°C 时, 水银的体积是多少? [0.51cm³]
(水银的体胀系数是 $1.82 \times 10^{-4}\text{K}^{-1}$)
2. 容器里装了温度为 85°C 、体积为 500ml 的纯水。当水温降至 25°C , 水的体积缩小了多少? [6.24ml]
(纯水的体胀系数是 $2.08 \times 10^{-4}\text{K}^{-1}$)

3. 把液体装在量筒中, 在 0°C 时液面处于 50cm^3 处, 20°C 时液面处于 51cm^3 处。求此液体的体胀系数。 [$1.027 \times 10^{-3}\text{K}^{-1}$]
(量筒玻璃的线胀系数是 $0.9 \times 10^{-5}\text{K}^{-1}$)
4. 玻璃的线胀系数是 $0.1 \times 10^{-4}\text{K}^{-1}$, 水的体胀系数是 $0.6 \times 10^{-3}\text{K}^{-1}$ 。如果开口玻璃的容积是 800cm^3 , 装满水后温度由 10°C 上升到 30°C , 在这个过程中将有多少水溢出。 [9.12cm³]

统考题:

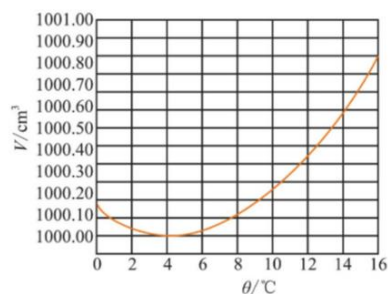
一耐热容器在 30°C 的室温时, 刚好能盛满 100ml 的 0°C 的冷水。当容器内的水被加热至 80°C 时, 有多少水会溢出? (水的体胀系数是 $4.6 \times 10^{-4}\text{K}^{-1}$)

- A. 2.30ml B. 3.68ml
C. 10.24ml D. 16.24ml

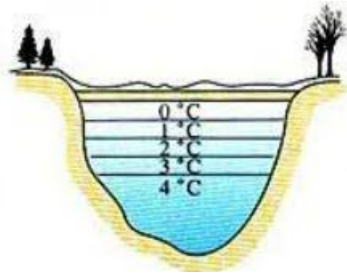
2010 年

水的反常膨胀

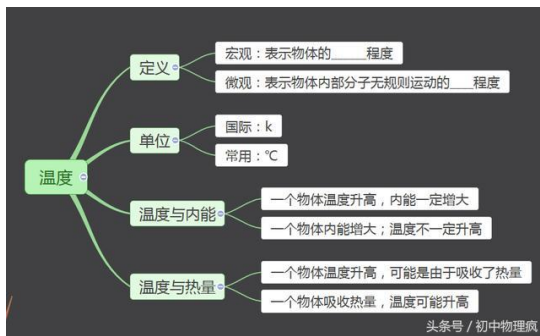
1. 通常物体都是热胀冷缩, 然而, 水在冷却凝固时, 体积反而更大。
2. 在温度 4°C 以上, 水与大部分的物质一样, 随着温度的下降, 体积减小, 密度增大。
3. 可是在 0°C 上升到 4°C , 水的体积反而随着温度的下降而上升, 密度减少。



4. 水在 4°C 时密度最大，这个性质对寒冷地区的水族生物的生存有重要意义。
5. 当天气变冷，气温降低，水面的温度也开始下降。
 - a) 当水面温度逐渐降到 4°C 时，则表面的冷水因密度增大而下沉。
 - b) 当温度下降到 4°C 以下时，由于密度减少而浮到水面上，故由表面开始结冰，使底层的水仍能保持在 4°C 左右，让水中的生物维持生命，度过寒冬。



总结:



知识拓展:

温度计的故事

1593 年，意大利科学家伽利略（1564~1642）在实验中发现了气体的热胀冷缩现象，他提出了利用气体的这种特性来测量温度的设想。经反复思考、实验，伽利略发明了最早的温度计。



他的第一只温度计是一根一端敞口的玻璃管，另一端带有核桃大的玻璃泡；使用时先给玻璃泡加热，再把玻璃管倒插入水中，随着温度变化管中水面会上下移动，根据移动的多少即可判定温度的变化和高低。因这个温度计受大气压和温度的共同影响，故它实际上是一个温度气压计。所有早期温度计的管泡内都含有空气，并且管上的刻度是任意刻画的，按现代标准来看它们都不够完善。

1632 年，法国医生让·莱伊对温度计作了一个重大改进。他倒转了伽利略温度计，将水注入玻璃泡内而将空气留在玻璃管中，即用水的膨胀来指示温度；但让·莱伊没有封闭玻璃管上端，水的蒸发使测量经常出现误差。1641 年，意大利托斯卡纳大公费迪南德二世用有色酒精代替水作为测温液体，并将螺旋状玻璃管上端密封，同时把刻度附在玻璃管上，制成了不依赖大气压的液体温度计。

