**第14讲 热膨胀 热效率**

**14.1 学习提要**

 **14.1.1 温度及温度计**

1. 温度

温度是表示物体冷热程度的物理量。它的国际单位是开尔文，简称开（K）。

 2. 温度计

温度计是测量温度的仪表。常用的有水银温度计、煤油温度计和酒精温度计。

1. 原理：常用温度计是利用液体热长冷缩的性质制成的。
2. 温标：温度的测量标准。

摄氏温标的分度法：把一个标准大气压下冰、水混合物的温度规定为零度，记为0℃；一标准大气压下沸水的温度规定为100度，记作100℃；把0℃和100℃分成100等分，每一等分就是1摄氏度。这种分度法还可以扩大到0℃以下和100℃以上。

热力学温标是国际单位制中所采用的的温标，也成为绝对温标，它的单位是开（K）。热力学温标选择-273.15℃为零点，即0K。热力学温标中每1度的大小与摄氏温标每1度的大小相同。通常在计算结果不要求十分精确时，热力学温标和摄氏温度关系可以写成

 T = 273 + t0

1. 正确使用温度计的方法：①不能超过温度计的测量范围；②温度计的玻璃泡要与被测物体充分接触；③不能将温度计从被测物体中拿出来读数；④读数时视线要与温度内液面相平。
2. 体温计的特点：①刻度范围为35~42℃；②最小分度值为0.1℃；③可以离开人体读数，读数后要将水银柱甩回到玻璃泡内。

**14.1.2 热膨胀**

1.物体热膨胀的一般规律

物体在温度升高时，其体积（或面积、长度）增加的现象叫做热膨胀。大多数物质在温度升高时，体积（或面积、长度）增加。在相同条件下，固体膨胀得最小，液体膨胀得较大，气体膨胀得最大。

1. 反常膨胀规律

少数物质在一定温度范围内（例如在0℃~4℃之间）温度升高时体积反而减小，这种现象叫做反常膨胀现象。水、锑、铋、灰铸铁等都有反常膨胀的现象。

1. 热膨胀在技术上的意义
2. 固体在温度改变的时候，膨胀或收缩虽然很小，但当热膨胀受到阻碍时，产生的力却很大。
3. 利用不同材料在相同条件下的热膨胀不同制成双金属片，在自动控制上能够发挥很大的作用。双金属片由两种大小相同而热膨胀系数不同的金属片（如铁片、铜片）铆在一起做成。由于铜的热膨胀系数比铁大，当加热双金属片时，虽然升高的温度相同，但铜片的伸长量大，于是双金属片向铁片一侧弯曲。待冷却后，双金属片又恢复平直。图14-1所示，双金属片在温度自动控制装置中的应用，玻璃罩内温度变化引起双金属片弯曲程度的变化，从而达到控制电路通断的目的。
4. 各种仪器、机器、建筑物通常都是用不同材料组合制成，选择材料时应考虑各种材料的热膨胀是否相同。



**14.1.3 热传递**

1.热传递

热可以从温度高的物体传到温度低的物体，或者从物体的高温部分传到低温部分。这种现象叫做热传递。

2.热传递的条件

只要物体之间或同一物体的不同部分存在温度差就会有热传递发生，并且一直持续到温度相同时为止。

3.热传递的方式

热传递的方式有传导、对流和辐射三种，见表14-1.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  方式 | 传导 | 对流 | 辐射 |
| 区别 | 传热特点 | 热沿物体传导 | 靠物质流动传热 | 沿直线传热 |
| 媒介物质 | 固体传热的主要方式 | 液体、气体传热的主要方式 | 不需要媒介物质，可在真空中进行 |
| 相同点 | 1. 必须有温度差才能进行
2. 热总是从温度高的地方传向温度低的地方
 |

**14.2 难点解释**

**温度和温标的区别**

温度反应的是物体的冷热程度。冷的物体温度低，热的物体温度高。由分子运动论可知，物体是由大量分子组成的 ，而大量分子又在永不停息地作无规则运动，这种分子永不停息的无规则运动越激烈，物体的温蒂就越高。物体分子无规则运动激烈程度是一种客观存在，所以温度本身也是一种客观存在，它是由物体自身的分子无规则运动激烈程度决定的。

要确定物体温度的高低，就需要进行测量。测量物体温度高低的仪器叫温度计。温度计是由测温器经标度而成，例如内有一定量汞的两端封闭的玻璃管就是测温器，标度后则成温度计。而对测温器进行标度，首先要确定温度的测量标准，即温标。温标的确定是人为的，它可以有不同的确定方法。对应于物体某一确定的温度，在不同温标中的示数是不同的。由此可见，对应于某一确定的温度，仅有一个读数是没有意义的，只有说明是某种温标后它的读书才有意义。例如我们说水的温度是5度没有意义，说水的温度是5摄氏度才有意义，因为它告诉我们，这是指水的温度用摄氏温标量度时是5℃。

**14.3 例题解析**

**14.3.1 计算温度计的示数**

例1 有一支没有刻度的水银温度计，当玻璃泡放在冰水混合物中时，水银柱的长度为4cm，当玻璃泡放在标准大气压下的沸水中时，水银柱的长度为24cm。求：

1. 当室温为22℃时，水银柱的长度是多少？
2. 用这支温度计测某液体温度时，水银柱长度为25.4cm，则该液体的温度是多少？

【点拨】摄氏温标把冰水混合物的温度规定为0℃，把标准大气压下沸水的温度规定为100℃，可以利用这一规定再结合题中已知条件，计算出每1℃所对应的水银柱的长度，或单位长度的水银柱所对应的温度，然后解决题中问题。

【解答一】当温度为0℃时，水银柱长4cm；当温度为100℃，水银柱长24cm，那么每1℃所对应的水银柱长度为（24-4）cm/（100-0）℃ = 0.2cm/℃

所以温度为22℃，水银柱长为L = 4 cm + 0.2cm/℃ \* 22℃ = 8.4cm

当水银柱的长度为25.4cm时，液体温度t=（25.4-4）cm/0.2 cm/℃ = 107℃

【解答二】先求出单位长度所对应的温度为（100-0）℃/（24-4）cm = 5℃/cm

所以当温度为22℃时，水银柱长度为L=4cm + 22℃/5℃/cm = 8.4cm

当水银柱的长度为25.4cm时，液体温度为 t = （25.4-4）cm \* 5℃/cm = 107℃。

【答案】8.4cm 107℃

【反思】这是一道典型的跟温度计示数有关的计算题。其实从摄氏温标的规定，可以知道水银温度计中水银柱的长度L和所测温度t之间是一个一次函数的关系：t=aL+b 。同学们可以利用这个式子把例1再做一遍。

**14.3.2 解释热膨胀现象**

例2 把沸腾的水倒入厚玻璃杯内，玻璃杯常会破裂。为什么？

【点拨】解答有关热现象的问题时，首先必须仔细审题，抓住现象的因果关系；其次，联系学过的知识，找到所要运用的概念、规律；再次，依据有关知识，说明现象的发生和变化过程；最后要有明确的结论。

【答案】因为玻璃杯厚，且玻璃杯是热的不良导体，传热慢，当沸水倒入杯中时，杯的内外壁受热不均匀，杯内壁比它的外壁膨胀大得多，这样杯内壁膨胀受阻产生很大的力造成玻璃杯破裂。

【反思】热现象是一种常见的生活现象。利用物理知识解释和说明生活中的问题，不仅可以加深对物理规律的理解，获得深刻的知识记忆，同时也有益于培养人的一种思考方式和解决实际问题的能力。

**14.3.3 热传递的应用**

例3 如图14-2所示的煤油灯，其灯罩的作用是什么？



【点拨】燃烧需要充足的氧气，加快空气对流，就增加了新鲜空气的供应量。

【解析】煤油在燃烧时要释放出大量的热量，生成高温的气体，如果这些气体一直包围在灯焰的周围，灯焰马上就会因为缺氧而熄灭。没有灯罩的煤油灯燃烧时，灯焰周围的空气会受热后膨胀，密度变小而上升，旁边新鲜空气过来填补支持燃烧。但此时由于空气流速较慢，煤油不能得到充足氧气而燃烧，油灯火焰发红，油烟也较多。

【答案】在油灯上增加一个灯罩后，加快空气的对流，保证了新鲜空气的供应，使煤油完全燃烧，发出明亮的光。

【反思】格局物体的浮沉条件，冷空气下降，热空气上升，即“冷降热升”是造成空气循环流动形成对流的重要条件。工厂屋顶上高高的烟囱，其作用犹如灯罩一样，也是为了加快对流，使燃烧更加充分并加快烟尘废气排放的速度。

**14.3.4 热膨胀与物体几何形状的关系**

例4 一厚度均匀的直角三角形铜板，均匀受热膨胀后，它保持不变的量是（）

A 铜板的面积 B 铜板各边中线的长度

C 铜板的密度 D 铜板的三个角

【解析】三角形铜板在均匀受热膨胀后，它的面积、中线长度和体积均要变大，因此它的密度要减小。而由于均匀受热，各部分膨胀的比例相同，所以三角形铜板的三个角不会发生变化。

【答案】D

【反思】格局物体的浮沉条件，冷空气下降，热空气上升，即“冷降热升”是造成空气循环流动形成对流的重要条件。工厂屋顶上高高的烟囱，其作用犹如灯罩一样，也是为了加快对流，使燃烧更加充分并加快烟尘废气排放的速度。

**14.3.5 热传递的应用问题**

例5 铝制水壶的底上，为什么会有几个凹凸不平的同心圈？

【点拨】从热传递的角度分析。

【解析】有凹凸不平的同心圈壶底比平的壶底表面积要大些。在炉火相同的情况下，壶底面积大能吸收更多的辐射热。壶底面积大与水接触面积也要大一些，这又有利于通过传导的方式把壶底的热传给水，使水沸腾的快一些。

【答案】铝制水壶底部凹凸不平的同心圈能增大壶底辐射受热的面积，也增大壶底与水的接触面积，可以加快热传递。同时凹凸不平的凹凸同心圈还有增大机械强度的作用，使铝壶耐用。



**A 卷**

1. 摄氏温标规定，\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_的温度为0℃，\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_沸水的温度为100℃。人体的正常体温为\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_℃，用热力学温标表示是\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_K。若某人由于发热，体温从正常体温升高到39℃，在这个过程中体温升高了\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_℃，升高了\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_K。

2. 在相同条件下，气体、液体和固体的热膨胀情况相比较，热膨胀现象最显著的是\_\_\_\_\_\_\_\_\_，最不显著的是\_\_\_\_\_\_\_\_。这里的相同条件指的是\_\_\_\_\_\_\_\_\_相同，\_\_\_\_\_\_\_\_\_相同。

3. 用铝和铜制成平直的双金属片，把它放在冰箱里冰冻后，发现双金属片向铝片弯曲，这说明\_\_\_\_\_\_\_\_\_比\_\_\_\_\_\_\_的热膨胀程度大，若对该双金属片加热，它将向\_\_\_\_\_\_\_片弯曲。

4. 开凿山路时，先用火烧岩石，然后在岩石上泼冷水，岩石就会裂开，这说明固体在\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_会产生很大的力。

5. 如图14-3所示，一块烧红的铁块放在地面上，铁块周围的物体会逐渐热起来，请指出A处的空气、B处的小球、C处的泥土获得热的主要方式：A处是\_\_\_\_\_\_\_\_\_；B处是\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_；C处是\_\_\_\_\_\_\_\_。A处空气的流动方向是\_\_\_\_\_\_\_\_\_；B处空气的流动方向是\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_（选填“向上”、“向下”、“向左”或“向右”）。

6. 0℃的冰与0℃的水相比较，正确的是（ ）

A. 0℃的冰比0℃的水温度低

B. 0℃的冰比0℃的水温度一样高

C. 0℃的冰比0℃的水冷一些

D. 无法比较0℃的冰比0℃的水的冷热程度

7. 有两支外形一样的常用温度计，玻璃泡内装有质量相等的染色煤油，温度计内管直径不相同，若将这两支温度计插入同一杯热水中，它们的煤油柱上升的幅度及示数是（ ）

A. 内径小的温度计液柱上升的幅度大，但两支温度计示数相同

B. 内径小的温度计液柱上升的幅度大，且示数也大些

C. 内径大的温度计液柱上升的幅度大，但两支温度计示数相同

D. 两支温度计液柱上升的幅度相等，且示数也相同

8. 哈尔滨冬天气温降得很低，若某一天气温降至—25℃，那么此时湖面上的冰面温度和冰的下表面与水相接触处的温度分别为（ ）

A. -25℃，-25℃ B. 0℃，0℃

C. -25℃，4℃ D. -25℃，0℃

9. 量程相同、最小刻度都是1℃的甲、乙、丙三支酒精温度计，玻璃泡的容积甲稍大一些，乙和丙相同，丙玻璃管的内径稍粗一些，甲和乙相同，由此可以判断相邻两条刻度线之间的距离是（ ）

A. 甲最长 B. 乙最长 C. 丙最长 D. 一样长

10. 下列各种现象中属于利用热膨胀的是（ ）

A. 在铺设铁轨时，两根铁轨的接头处一般要留有空隙

B. 用电水壶烧水时，冷水不能灌得太满

C. 瘪进去的乒乓球，用开水烫一下又会重新鼓起来

D. 电灯泡焊接在玻璃中的那部分金属丝跟玻璃的热膨胀程度相同

11. 冬天，手握钢笔，有时会有墨水流出，这主要是由于（ ）

A. 墨水受热膨胀，就流出来了

B. 笔中装墨水的橡皮管内的空气受热膨胀，把墨水挤出来了

C. 笔中装墨水的橡皮管受热膨胀，墨水就流出来了

D. 笔尖处的缝隙受热膨胀，墨水就流出来了

12. 为了把紧塞在钢瓶口的铜塞拔出，正确的方法是（ ）

A. 对钢瓶和铜塞同时加热

B. 单独加热铜塞

C. 对钢瓶和铜塞同时冷却

D. 单独冷却钢瓶

13. 用材料甲制成的刻度尺去测量用材料乙制成的物体长度，在15℃时，测得的长度为L1，在30℃时，测得的长度为L2，如果两次测量方法都正确，且L1>L2，则下列说法正确的是（ ）

A. 甲、乙两种材料膨胀程度不同，且材料乙的膨胀程度大

B. 甲、乙两种材料膨胀程度不同，且材料甲的膨胀程度大

C. 甲、乙两种材料膨胀程度相同

D. 以上三种情况都有可能

14. 体积相同的黑白两球，把它们放在阳光下晒一段时间，人们会感觉黑球比白球热，这主要是因为黑球（ ）

A. 善于传导热 B. 密度较大

C. 保温作用较好 D. 善于吸收辐射热

15. 如图14-4是热水炉的示意图，其中a为进水口，b为出水口，c为受热部位。其中画得正确的是（ ）



16. 如图14-5所示，A、B为两支不同的温度计，其中A为\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_温度计，B为\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_计。由图14-5可知，这两支温度计的测量范围分别为\_\_\_\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_\_\_；最小分度值分别为\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_；这两支温度计的不同之处还有\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。



17. 一个刻度不准确的温度计，在冰水混合物里显示的温度是4℃，在标准大气压下沸水中显示的温度是96℃，用它插在某温水中，显示的读数恰好准确，试求该温水的温度。

18. 让空的试管的关口斜向下，用酒精灯给试管底部加热，把手指放在试管口处但不与试管接触，手指会感觉热吗？为什么？若让试管口斜向上方，重复上述试验，会发生什么现象？为什么？

19. 为什么保温瓶中的开水装得过满反而不利于保温？（水的传热系数是空气的4倍）

20. 在建造规模宏大的楼房时，楼体要分段施工，且各段连接处要留有一条窄锋，并在缝里灌上沥青，这是什么原因？

**B 卷**

1. 有一宽度均匀的金属环，如图14-5所示，环上有一缺口，将环加热烧红后，由于热膨胀，缺口会\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_（选填“变小”“不变”或“变大”）。

2. 冬天用稻草来捆扎幼树和户外的自来水管，这是因为稻草是\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_，捆扎稻草能有效地防止\_\_\_\_\_\_\_\_\_，从而保护幼树和水管不致受冻。

3. 用湿手迅速将刚熟的馒头拿出笼而不觉烫手，这是因为手指上的水变成\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_填充在手指与馒头之间，它们是热的\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_起到了隔热的作用。

4. 如图14-7所示为伽利略发明的世界上第一支气体温度计，当气体温度上升时，玻璃管内的液体将\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。但当大气压增大时，会误认为气温\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。（选填“上升”或“下降”）

5. 把没有刻度的温度计放在刻度尺旁，温度计在冰水混合物中时，水银柱的上表面在玻璃泡上方8mm处，温度计在1标准大气压下的沸水中，水银柱的上表面在玻璃泡上方208mm处，那么当温度计的水银柱高度为100mm时，此时的温度是\_\_\_\_\_\_\_\_\_ ℃。

6. 下列所述现象与对流有关的是（ ）

A. 阳光下的冰雪，撒些草木灰可以加速溶化

B. 电冰箱内壁都漆白色

C. 锅铲的柄多用木柄

D. 烟囱可以帮助燃烧

7. 有一支体温计的示数是38℃，甲同学没有甩动便给乙同学测体温，在测量中，体温计的玻璃泡与乙同学充分接触一段时间后，体温计的示数还是38℃，那么乙同学的体温是（ ）

A. 一定高于38℃

B. 一定等于38℃

C. 可能低于38℃

D. 可能高于38℃

8. 甲尺在-30℃时和乙尺在30℃时的刻度都是准确的，现在用这把尺在0℃的环境中测量同一长度，则两尺的读数（ ）

A. 甲偏大，乙偏小

B. 甲偏小，乙偏大

C. 均偏大

D. 均偏小

9. 一个圆环如图14-8所示，当它均匀受热后，它的内、外半径将（ ）

A. 内、外半径都变大

B. 内、外半径都变小

C. 内半径变大，外半径变小

D. 内半径变小，外半径变大

10. 一块矩形金属板，在其右上角切掉一个小正方形如图14-9所示，当金属板被均匀加热时可以观察到下列现象（ ）

A. QR>PQ B. QR<PQ

C. QR恒等于PQ D. QR：PQ=b：c



11. 有一块厚薄均匀、圆形的金属板，从圆心处被剪取一块，如图14-10所示，板的厚度为h，半径为r，缺口的夹角为a，对金属板均匀加热的过程中，下列说法正确的是（ ）

A. h、r、a都增加 B. h不变、r增加、a减小

C. a不变，h、r都增加 D. h、r增加，a减小

12. 为了使竖直放置的正方形玻璃管内的水按图14-11中所示的方向流动，采用冷却的方法，温度降低的位置应是（ ）

A. a处 B. b处 C. c处 D. d处

13. 有一支水银温度计，水银柱最长时为40cm，现将温度计的玻璃泡放入冰水混合物中，水银柱长4cm；放入标准大气压下的沸水中，水银柱长24cm。则温度计所能测量的最高温度是（ ）

A. 180℃ B. 166℃ C. 200℃ D. 176℃

14. 把盛有冷水的铝壶放到电炉上加热，则发生热传递三种方式的先后顺序应该是（ ）

A. 热对流、热辐射、热传导

B. 热传导、热对流、热辐射

C. 热传导、热辐射、热对流

D. 热辐射、热传导、热对流

15. 如图14-12所示，金属球和金属环由同种材料制成。室温环境下，球恰好穿过环，则（ ）

A. 在同意高温环境下，同时加热短暂时间后，球不能穿过环

B. 在同意高温环境下，同时加热足够长时间后，球不能穿过环

C. 在同意高温环境下，同时冷却短暂时间后，球不能穿过环

D. 在同意高温环境下，同时冷却足够长时间后，球不能穿过环

16. 温度计插在热水中，水银柱会先稍微往下降，然后再上升，这是为什么？

17. 有一支刻度虽然均匀、但实际上并不准确的温度计。经检验得知，当用它测冰水混合物的温度时，它显示的读数是3℃；当用它测1标准气压下沸水的温度时，它显示的是93℃。若被测的实际温度用T表示，温度计显示的读数用t表示。

（1）写出T与t的关系式；

（2）试讨论：用这支温度计测温度时，是否存在显示的温度值与实际的温度值相一致的可能性？

18. 某同学取两支没有刻度的煤油温度计，他们外形相同，只是温度计内径不同，温度计A内径细些，温度计B内径粗些，该同学进行以下操作：（1）首先把它们放入冰水混合物中，测得两支温度计的煤油柱长度都是5cm；（2）然后把它们放入同一杯沸水（1个标准大气压）中，测得两支温度计的煤油柱长度分别是A为27.5cm、B为15cm；（3）最后把它们放在同一杯温度为40℃的温水中，液柱稳定后，两支温度计中煤油柱的长度分别为多少厘米？

19. 有一支不准确的温度计，当放入冰水混合物中时，示数是-0.7℃；当放入1标准气压下沸水中时，示数是102.3℃。求：当温度计示数是-6℃时，实际的温度是多少?

20. 冬季种菜，采用塑料薄膜大棚。试从热传递的利用和防止的角度，说明它的好处。

参考答案：

A 卷

1. 冰水混合物，1标准大气压下，37，310，2，2

2. 气体，固体，升高的温度，物体的体积

3. 铝，铜，铜

4. 遇冷收缩受到阻碍时

5. 对流，辐射，传导，向上，向左

6.B 7.A 8. D 9.A 10.C

11.B 12.C 13.B 14.D 15.D

16. 常用，体温计，-10℃~100℃，35℃~42℃，1℃，0.1℃，玻璃泡上是否有弯折

17. 50℃

18. 当试管口斜向下时，给试管底部空气加热时，把手指放在管口处，即使经过相当长的时间，手指也不会觉得热，这个现象一方面是因为空气是热的不良导体；另一方面是由于试管的底部在上方，虽然这部分空气受热膨胀，密度变小，但不会形成对流，即温度较高的空气不会流到管口处，若让管口斜向上方，对试管底部加热时，由于空气是热的不良导体，热传导仍不显著，但空气受热膨胀，密度变小，向上流动的现象将不可避免，因此放在管口的手指将觉得很热

19. 因为水的热传系数是空气的4倍，保温瓶中热水装得过满，水将软木塞浸湿，热量就以水作为媒介传到瓶外。若在热水和瓶塞之间保留适当的空气层，热量先以对流的方式传到瓶塞下层，然后以软木塞作为媒介传导到瓶外，热量散发就减慢了很多，保温效果就好

20. 防止墙体热胀冷缩受到阻碍时产生破坏而设计的

**B 卷**

1. 变大

2. 热的不良导体，热传导

3. 水蒸气，不良导体

4. 下降，下降

5. 46

6. D 7. C 8. B 9. A 10. C

11. C 12. A 13. A 14. D 15. C

16. 玻璃是热的不良导体，温度计插入热水中后，玻璃泡先受热膨胀，容积变大，使水银面略有下降。而后水银受热膨胀，且水银膨胀比玻璃大，从而使水银而再上升

17. T=10（t-3）/9；当显示值与实际值相同时，T=30℃

18. 14cm，9cm

19. -5.15℃

20. 薄膜透光好，利于接受太阳的辐射；大棚内空气不易流动，防止棚内外空气对流散热；空气和薄膜是热的不良导体，防止传导