
电子图书
信息技术的结晶
人类文明的载体
网络的基本资源

热学

简单热现象

1．热学习题中，除了题中特别注明外，有关常数取以下数值：

（1）热功当量 J=4.2 焦/卡；

（2）水的比热容 c=4.2×10^3焦/（千克·开）；

（3）水的汽化热 L=2.26×10^6焦/千克；

（4）冰的熔解热λ=3.36×10^5焦/千克。

2．气体的压强单位采用帕，对其他的实用单位作如下处理：

（1）1 标准大气压=1.013×10^5帕；

（2）根据液体的压强公式 p=ρgh，可算出 1 厘米汞柱的压强=1333 帕，所以 h 厘米汞柱就等于 1333h 帕；

（3）由于各手册的饱和汽压数据表采用毫米汞柱作为压强单位，所以在涉及到饱和汽压计算的习题中仍保留毫米汞柱的数据，但在计算时化为帕。

填充题

2375．图示烧瓶中装有空气，A 为水银柱，把原来处于 20°C的烧瓶置于冰水混合物中，A 将向左移动；若烧瓶放在 70°C的水中，A 将向右移动。

2376．温度为 0°C的长 20 米的铁管，当温度升高到 40°C时，它伸长的长度将是 9.6×10^{-3}米。（α=1.2×10^{-5}开$^{-1}$）

2377．有一个金属球，还有一个具有圆孔的金属板，常温下金属球的直径比孔的直径稍大一点，以致金属球恰好不能通过圆孔，当把金属板加热后，金属球可能穿过圆孔。（填可能或不可能）

2378．体积相同的铁、水、二氧化碳，同时放在太阳下晒，经过一段时间温度升高后，二氧化碳的体积最大，水的体积其次，铁的体积最小。

2379．温度为 60°C的铁块放入 30°C的水中，热量就要从铁块传递给水并且一直继续到两者温度相等为止。

2380．冬天穿棉衣觉得暖和，是因为在棉花中有空气，空气是热的不良导体，身体不易跟外界进行热交换，棉衣本身还有防止对流的作用。夏天用小棉被包冷饮，是因为在棉花中有空气，空气是热的不良导体，冷饮和外界不易进行热交换，棉被本身还有防止对流的作用。

2381．把铝匙放在热汤中，它的柄很快也热了，这种传热方式是传导。

2382．在实际情况中，根据燃烧值计算出来的热量是大于被加热物体吸收到的热量，这是因为（1）燃料不能充分燃烧，（2）热量不可能全部传给被加热物体，总有一定的损失。

2383．人们在冬天用手摸室外的金属和木头，觉得金属比木头凉，这是因为室外的金属、木头温度虽然一样，但金属传热快，手摸上去，手中的热散失较快，所以觉得金属较凉。

2384．酒精摄氏温度计是根据酒精的热膨胀性质制的。它的刻度是这样规定的：在标准大气压下，把冰和水的混合物的温度规定为 0°C，把沸水的温度规定为 100°C，在 0°C到 100°C之间距离的 1/100 规定为 1 个单位摄氏度。

2385．一只刻度不准的温度计，在冰水混合物中读数是 4°C，放在沸水（1 个标准大气压的条件下）中读数是 96°C，如果放在室内空气中的

读数是 30℃，实际的温度是 28.3℃。

2386．把 500 克水加热到 45℃，它吸收的热量是 2.1×10^4 焦，则水原来的温度是 35℃。

2387．质量为 2 千克，温度为 75℃的水，放出 4.2×10^5 焦热量后，温度降低到 25℃。

2388．质量为 30 千克的水，吸收了 6.3×10^5 焦的热量，温度升高 5℃。

2389．燃烧 2000 克的木炭，放出的热量全部被 200 千克的水吸收，使水的温度由 10℃升高到 90℃。这种木炭的燃烧值是 3.36×10^7 焦/千克。

2390．在一个标准大气压下，3 千克 10℃的水煮沸，需要吸收的热量是 1.134×10^6 焦。

2391．实验时，需要 5 千克 60℃的水，现在有足够的 15℃和 90℃的水。那么，应该把 2 千克的 15℃和 3 千克的 90℃的水混合，才能满足实验要求。

2392．把 100 克 100℃的水倒入 4 千克 10℃的水中，最终的温度是 12.2℃。

2393．把一块铅从 10℃加热到 40℃，需要吸收热量 7.8×10^5 焦，已知铅的比热容为 0.13×10^3 焦/（千克·开），铅块的质量是 200 千克。

2394．在 1 千克的水中投入 1 千克的铜块，铜块的温度从 70℃降低到 20℃，则水的温度升高了 4.64℃。[铜的比热容 $c=0.39\times10^3$ 焦/（千克·开）]

选择题

2395．图示是由两种不同材料或同一种材料制成的双金属片，一端固定，另一端用酒精灯加热，图中哪一个向下弯？

（a）图（1）；

（b）图（2）

（c）图（3）

（d）都向下弯。

答（a）

2396．关于温度和热量的概念，下面哪一句叙述是正确的？

（a）温度高的物体，含有的热量比温度低的物体多；

（b）温度高的物体，放出的热量比温度低的物体多；

（c）物体温度升高 1℃吸收的热量大于它在任何温度下温度降低 1℃放出的热量；

（d）两个温度相同的物体放在一起，它们之间没有热量传递。

答（d）

2397．热水和冷水混合后，正确的说法是

（a）热水降低的温度一定等于冷水升高的温度；

（b）热水降低的温度一定大于冷水升高的温度；

（c）热水降低的温度一定小于冷水升高的温度；

（d）以上说法都不对。

答（d）

2398．图示是意大利物理学家伽利略根据气体膨胀的性质制造的世界上第一个温度计。它的工作原理是

（a）当玻璃球内气体的温度升高时，体积膨胀，带色液体柱下降，在外界压强相同的情况下水柱的高低反映温度的低高；

（b）水柱的液面位置越高，说明温度越高；

（c）水柱高低完全决定于温度，外界大气压不影响水柱的位置；

（d）因为玻璃也有热膨胀，所以温度变化时，液面高度不变。

答（a）

2399．在下面哪一种情况中，由同一种材料组成的两个物体放出的热量一定相等？

（a）初温度和末温度都相等；

（b）初温度不相等，降低的温度相等；

（c）质量相等，降低的温度相等；

（d）质量相等，初温度不等，末温度相等。

答（c）

2400．下列哪一种情况，物体吸收的热量最小？

（a）2 千克水，温度从 15℃升高到 35℃；

（b）2 千克水，温度从 5℃升高到 30℃；

（c）5 千克水，温度从 15℃升高到 16℃；

（d）5 千克水，温度从 5℃升高到 10℃。

答（c）

2401．质量相同、温度不同的两个物体，升高相同的温度，则正确的说法是

（a）原来温度高的物体吸收的热量多；

（b）原来温度高的物体吸收的热量少；

（c）两个物体吸收的热量一样多；

（d）比热容大的物体吸收的热量多。

答（d）

2402．A、B、C 三个杯内盛有质量和温度相同的水，分别放入质量相同，温度也相同但比水温高的铁球、铜球、铝球。已知铁的比热容是 4.6×10^2 焦/（千克·开），铜的比热容是 3.9×10^2 焦（千克·开），铝的比热容是 8.8×10^2 焦/（千克·开）。那么，达到热平衡时，哪一杯水的温度升高最高？

（a）A；（b）B；（c）C；（d）三杯水一样。

答（c）

2403．关于比热容的概念，下面哪一句说法是错误的？

（a）单位质量的某种物质，温度升高 1℃所吸收的热量叫做这种物质的比热容；

（b）单位质量的某种物质，温度降低 1℃所放出的热量叫做这种物质的比热容；

（c）比热容的大小和物体的质量有关；

（d）比热容的大小和物体的质量无关。

答（c）

2404．比热容的单位：焦/（千克·开），应该读作

需要全本请访问 www.ertongbook.com

（a）每千克每度焦耳；
（b）焦耳每千克度；
（c）焦耳每千克开尔文；
（d）焦耳千克开尔文。

答（c）

2405．把一块金属一分为二，则这种物质
（a）密度为原来的 1/2，比热容不变；
（b）密度不变，比热容为原来的 1/2；
（c）密度为原来的 1/2，比热容为原来的 1/2；
（d）密度不变，比热容不变。

答（d）

2406．质量相同的两金属块，冷却到 0℃后分别放入质量、温度都相同的 A、B 两杯水中，结果 A 杯的水温比 B 杯的高，则
（a）放入 A 杯的金属比热容大；
（b）放入 B 杯的金属比热容大；
（c）两种金属比热容一样大；
（d）无法判断。

答（b）

2407．云南昆明的气温变化较小，原因之一是滇池中有大量的水。大量的水可影响气候是因为水的
（a）密度较小；　　（b）比热容较大；
（c）水是具有流动性的液体；（d）比热容较小。

答（b）

计算题

2408．在仪器中，有时需要两种线胀系数不同的金属的长度差在任何温度下都保持不变。求在 0℃时两种棒的长度之比。（设两种金属的线胀系数分别为 α 和 α′）

[解答]　两种金属的长度差保持不变，即要求伸长相等。

$$\triangle L = \triangle L',$$

$$L_0 \alpha \triangle t = L_0' \alpha' \triangle t,$$

$$\frac{L_0}{L_0'} = \frac{\alpha'}{\alpha}。$$

2409．给火车的车轮箍上钢圈。已知轮的半径为 20 厘米，钢圈的半径为 19.8 厘米。问应将钢圈加热多少度才能箍上？（$\alpha = 1.1 \times 10^{-5}$ 开$^{-1}$）

[解答]　当温度升高 $\triangle t$ 度时钢圈从 R 增加到 R′。其中 R′=20 厘米，R=19.8 厘米。

$$R' = R(1 + \alpha \triangle t),$$

$$\triangle t = \frac{R' - R}{R\alpha} = \left(\frac{20 - 19.8}{19.8 \times 1.1 \times 10^{-5}}\right)℃ = 918℃。$$

2410．烧瓶里盛满水和水银，水的质量 m_1 为 0.5 千克，水银的质量 m_2 为 1 千克。瓶里的盛物吸收热量 Q 为 90×10^3 焦后，有质量为 m_3 为 3.5 克的水从瓶里溢出。求水银的体胀系数 β_2。[烧瓶的热膨胀不计，水的

体胀系数$\beta_1=1.5\times10^{-4}$开$^{-1}$。水的密度$\rho_1=10^3$千克/米^3，水银的密度$\rho_2=13.6\times10^3$千克/米^3。水的比热容$c_1=4.2\times10^3$焦/（千克·开），水银的比热容$c_2=140$焦/（千克·开）]

[解答] 已知$m_1=0.5$千克，$m_2=1$千克，$Q=90\times10^3$焦，$m_3=3.5$千克，$\beta_1=1.5\times10^{-4}$开$^{-1}$。$\rho_1=1\times10^3$千克/米^3，$\rho_2=13.6\times10^3$千克/米^3。$c_1=4.2\times10^3$焦/（千克·开），$c_2=140$焦/（千克·开）。

设加热时瓶里的温度升高$\triangle T$。加热前水的体积$V_1=m_1/\rho_1$，水银的体积$V_2=m_2/\rho_2$。加热后水的密度$\rho_3\approx\rho_1/(1+\beta_1\triangle T)$。水从瓶里溢出的体积

$$\triangle V_3=\frac{m_3}{\rho_3}\approx\frac{m_3(1+\beta_1\triangle T)}{\rho_1}。$$

加热时，水的体积增加了$\triangle V_1=\beta_1V_1\triangle T$，而水银的体积增加了$\triangle V_2=\beta_2V_2\triangle T$。由于瓶内盛满液体，则$\triangle V_1+\triangle V_2=\triangle V_3$。升高的温度$\triangle T$ 可以由方程$Q=c_1m_1\triangle T+c_2m_2\triangle T$求得。解上述方程得到：

$$\begin{aligned}\beta_2&=\frac{\rho_2}{\rho_1m_2Q}[m_2(m_1c_1+m_2c_2)-\beta_1Q(m_1-m_3)]\\&=\frac{13.6\times10^3}{10^3\times1\times90\times10^3}[3.5\times10^{-3}\times(0.5\times4.2\times10^3+1\times140)\\&\quad-1.5\times10^{-4}\times90\times10^3(0.5-3.5\times10^{-3})]\text{开}^{-1}\\&=1.7\times10^{-4}\text{开}^{-1}。\end{aligned}$$

2411．一根截面积为S的钢轨，制成钢轨的材料弹性模量为E，线胀系数为α。如果把钢轨两端牢牢地固定在两块大钢板之间，那么当温度升高$\triangle t$时钢轨给钢板的压力F多大？

[解答] 已知S、E、α、$\triangle t$。

根据胡克定律

$$\frac{F}{S}=E\frac{\triangle t}{l}\quad(1)$$

根据热膨胀公式

$$\triangle l=\alpha l\triangle t\quad(2)$$

由（1）、（2）式解得

$$F=SE\alpha\triangle t。$$

2412．在温度t为0°C时，铝棒长l_{01}为50厘米，铁棒长l_{02}为50.05厘米，两棒的截面积相同。温度t_1等于多少时两棒的长度相同？温度t_2等于多少时两棒的体积相同？（铝和铁的线胀系数分别是$\alpha_1=24\times10^{-6}$开$^{-1}$，$\alpha_2=12\times10^{-6}$开$^{-1}$）

[解答] 已知$l_{01}=50$厘米，$l_{02}=50.05$厘米，$\alpha_1=24\times10^{-6}$开$^{-1}$，$\alpha_2=12\times10^{-6}$开$^{-1}$。

$$l_{01}(1+\alpha_1 t_1)=l_{02}(1+\alpha_2 t_1),$$

$$t_1=\frac{l_{02}-l_{01}}{l_{01}\alpha_1-l_{02}\alpha_2}$$

$$=\frac{0.5005-0.50}{0.50\times 24\times 10^{-6}-0.5005\times 12\times 10^{-6}}℃$$

$$=83.4℃。$$

同样可以得到

$$l_{01}\cdot S(1+3\alpha_1 t_2)=l_{02}\cdot S(1+3\alpha_2 t_2),$$

$$t_2=\frac{l_{02}-l_{01}}{3(l_{01}\alpha_1-l_{02}\alpha_2)}$$

$$=\frac{0.5005-0.50}{3\times(0.50\times 0.24\times 10^{-6}-0.5005\times 12\times 10^{-6})}℃$$

$$=27.8℃。$$

2413．某种金属当温度从20℃下降到0℃时，它的密度增加1/3000，求这种金属的线胀系数α。

[解答] 已知 $t_1=20℃$，$t_2=0℃$，设这种金属0℃时体积为 V_0，20℃时体积为 V_t，在0℃时密度为 ρ_0，在20℃时密度为 ρ_t，体胀系数为β。则有

$$\rho_t=\frac{\rho_0}{1+\beta(t_1+t_2)}。$$

$$\rho_0-\rho_t=\rho_0-\frac{\rho_0}{1+\beta(t_1-t_2)}=\frac{\beta(t_1-t_2)\rho_0}{1+\beta(t_1-t_2)},$$

又 $$\rho_0-\rho_t=\frac{1}{3000}\rho_t=\frac{1}{3000}\times\frac{\rho_0}{1+\beta(t_1-t_2)},$$

所以 $$\frac{1}{3000}\times\frac{\rho_0}{1+\beta(t_1-t_2)}=\frac{\beta\rho_0(t_1-t_2)}{1+\beta(t_1-t_2)},$$

得 $$\beta=\frac{1}{3000\times 20}开^{-1}=\frac{1}{60000}开^{-1}。$$

因为 $$\beta=3\alpha_0$$

所以 $$\alpha=\frac{1}{3\times 60000}开^{-1}$$

$$=5.6\times 10^{-6}开^{-1}。$$

2414．黄铜容器加热时体积增加0.6%。如果黄铜的线胀系数α=2×10⁻⁵开⁻¹，试问容器加热了几度？

[解答] 设原来的体积为 V_0，加热的度数为△t。已知 n=0.6%，α=2×10⁻⁵开⁻¹。

根据体胀公式

$$V_0 + nV_0 \approx V_0\ (1+3\alpha\triangle t)\ ,$$

$$\triangle t = \frac{n}{3\alpha}$$

$$= \frac{0.006}{3\times 2\times 10^{-5}}\text{℃}$$

$$= 100\text{℃}。$$

2415．已知温度为 0℃时，自制水银温度计的水银恰好充满球形泡。刻度 0℃和 100℃之间的细管的容积为 3 毫米^3，求水银温度计球形泡的体积 V_0。（水银的体胀系数 $\beta=1.81\times10^{-4}$开$^{-1}$，玻璃的线胀系数 $\alpha=8.0\times10^{-6}$开$^{-1}$。）

［解答］ 已知 $t_0=0$℃，$V=3$ 毫米$^3=3\times10^{-9}$米^3，$\beta=1.81\times10^{-4}$开$^{-1}$，$\alpha=8.0\times10^{-6}$开$^{-1}$。

设在温度 $t_0=0$℃时，球形泡的容积为 V_0，这时水银的体积也为 V_0，在温度为 $t=100$℃时，水银的体积应为（V_0+V）（$1+3\alpha t$）即

$$V_0\ (1+\beta t)\ =\ (V_0+V)\ (1+3\alpha t)$$

$$V_0 = \frac{V\ (1+3\alpha t)}{(\beta-3\alpha)\ t} = \frac{3\times10^{-9}\ (1+3\times8.0\times10^{-6}\times10^{2})}{(1.81\times10^{-4}-3\times8.0\times10^{-6})\ \times10^{2}}\text{米}^3$$

$$= 1.92\times10^{-7}\text{米}^3。$$

2416．容积为 2.5 升的石英容器内，放有质量为 8.5 千克的黄铜圆柱体，容器的其余部分充满水。把容器和内部盛物一起加热，温度升高 3℃时，容器内的水面相对容器的位置不变。求水的体胀系数 β。（石英的线胀系数 $\alpha_1=0.42\times10^{-6}$开$^{-1}$，黄铜的线胀系数 $\alpha_2=0.2\times10^{-4}$开$^{-1}$，黄铜的密度 $\rho=8.5\times10^3$千克/米^3。）

［解答］ 已知 $V_1=2.5$ 升$=2.5\times10^{-3}$米^3，$m=8.5$ 千克，$\triangle t=3$℃，$\alpha_1=0.42\times10^{-6}$开$^{-1}$，$\alpha_2=0.2\times10^{-4}$开$^{-1}$，$\rho=8.5\times10^3$千克/米^3。

加热时，容器的容积增加 $\triangle V_1\approx V_1 3\alpha_1\triangle t$；黄铜圆柱的体积 $V_2=\frac{m}{\rho}$ 增加 $\triangle V_2\approx\frac{m}{\rho}3\alpha_2\triangle t$；而水的体积 $V_3=V_1-V_2$ 变化量是 $\triangle V_3\approx(V_1-V_2)\ \beta\triangle t$。由于容器内的水面不变，则 $\triangle V_1-\triangle V_2=\triangle V_3$，所以

$$\beta\approx\frac{3\ (\alpha_1 V_1\rho-\alpha_2 m)}{V_1\rho-m}$$

$$= \frac{3\times\ (0.42\times10^{-6}\times2.5\times10^{-3}\times8.5\times10^{3}-0.2\times10^{-4}\times8.5)}{2.5\times10^{-2}\times8.5\times10^{3}-8.5}\text{开}^{-1}$$

$$= -3.79\times10^{-5}\text{开}^{-1}。$$

负号表示水在这个温度变化范围内体积随温度升高而缩小。

2417．直径为 6 厘米，容积是 1 升的石英杯内倒入半杯水后，再放入一个体积为 100 厘米^{3}的硬橡胶球。水的温度由 10℃升到 70℃，杯内水面上升的高度 $\triangle h$ 等于多少？（硬橡胶球的线胀系数 $\alpha=8\times10^{-5}$开$^{-1}$，石英的热膨胀不计，水的体胀系数的平均值 $\beta=3\times10^{-4}$开$^{-1}$。）

［解答］ 已知 $d=6$ 厘米，$V_1=1$ 升$=10^{-3}$米^3，$V=100$ 厘米$^3=10^{-4}$米^3，

需要全本请访问 www.ertongbook.com

t_1=10℃，t_2=70℃，α=8×10⁻⁵开⁻¹，β=3×10⁻⁴开⁻¹，V_0=0.5×10⁻³米³。

根据体胀系数的公式可以得到

$$\triangle h \cdot \pi \left(\frac{d}{2}\right)^2 \approx (\beta V_0 + 3\alpha V)(t_2 - t_1),$$

$$\triangle h \approx \frac{4(\beta V_0 + 3\alpha V)(t_2 - t_1)}{\pi d^2}$$

$$= \frac{4\times(3\times10^{-4}\times0.5\times10^{-3} + 3\times8\times10^{-5}\times10^{-4})\times(70-10)}{3.14\times(6\times10^{-2})^2}$$

$$= 3.7\times10^{-3}\text{米} = 3.7\text{毫米}。$$

2418．用孔内装有管子的软木塞紧固在烧瓶的口上，烧瓶内的煤油灌到软木塞处，如图所示。如果烧瓶的容积为 2 升，管内煤油柱的高度为 20 厘米，管的截面积为 2 厘米²，煤油的体胀系数β=10⁻³开⁻¹，煤油的密度为 800 千克/米³（设煤油的密度不变），那末煤油温度升高 30℃时，作用在烧瓶底上的压强变化了多少？瓶的热膨胀忽略不计。

［解答］ 设压强的变化为△p。已知 V=2 升=2×10⁻³米³，h=20 厘米=0.2 米，S=2 厘米²=2×10⁻⁴米²，β=10⁻²开⁻¹，ρ=800 千克/米³，△t=30℃。温度升高后膨胀的体积

$$\triangle V = (V + hS)\beta\triangle t,$$

压强的变化

$$\triangle p = \rho g\left[\frac{(V + hS)\beta\triangle t}{S}\right]$$

$$= 800\times9.8\times\left[\frac{(2\times10^{-3} + 0.2\times2\times10^{-4})\times10^{-3}\times30}{2\times10^{4}}\right]\text{帕}$$

$$= 2399\text{帕}。$$

2419．两座相同的钢桥分别架设在南方和北方。温度变化范围：南方是-10℃到+50℃，北方是-50℃到+20℃。考虑到桥在温度变化时的热膨胀，求 0℃时所留桥缝的宽度。（0℃时的桥长 L 等于 100 米，钢的平均线胀系数α=10⁻⁵开⁻¹）

［解答］ 设南方桥留缝的宽度△L_1，北方桥留缝的宽度△L_2。已知南方-10℃≤t_1≤50℃，北方-50℃≤t_2≤20℃，l_0=100 米，α=10⁻⁵开⁻¹。

根据线胀公式

$$L_1 = L_0(1 + \alpha\triangle t_1),$$

$$\triangle L_1 = L_0\alpha\triangle t_1 = 100\times10^{-5}\times50\text{米}$$

$$= 5\times10^{-2}\text{米}。$$

$$L_1' = L_0(1 + \alpha\triangle t_2),$$

$$\triangle L_2 = L_0\alpha\triangle t_2 = 100\times10^{-5}\times20\text{米}$$

$$= 2\times10^{-2}\text{米}。$$

2420．在一空温度范围内，水的体胀系数的平均值：

0℃≤t≤4℃，β_1=-3.3×10⁻⁵开⁻¹；

4℃≤t≤10℃，β_2=4.8×10⁻⁵开⁻¹；

10℃≤t≤20℃，β_3=1.5×10⁻⁵开⁻¹。

如果水在温度 t_1=1℃时的体积 V_1=10^3 厘米 ^{3}，求水在温度 t=15℃时的体积 V。

[解答] 已知 β_1=-3.3×10^{-5}开$^{-1}$；β_2=4.8×10^{-5}开$^{-1}$；β_3=1.5×10^{-5}开$^{-1}$。t_1=1℃，V_1=10^3 厘米 ^{3}=10^{-3} 米 ^{3}，t=15℃。

由体膨胀公式可以近似地表示为

$V\approx V_1(1+\beta_1\triangle t_1+\beta_2\triangle t_2+\beta_3\triangle t_3)$

$=10^{-3}(1-3.3\times10^{-5}\times3+4.8\times10^{-5}\times6+1.5\times10^{-4}\times5)$ 米 ^{3}

$=1.0003\times10^{-3}$ 米 ^{3}。

2421．在历史上，对摄氏温标是这样规定的：假设测温属性 X 随温度 t 作线性变化，即

$$t=aX+b。$$

并规定冰点为 t=0℃，汽点为 t=100℃。

设 X_i 和 X_s 分别表示在冰点和汽点时 X 的值，试求上式中的常数 a 和 b。

[解答] 已知 t_1=0℃，X_i=X_s，t_2=100℃，X_i=X_s。

$$0=aX_i+b\quad(1)$$

$$100=aX_s+b\quad(2)$$

解得

$$a=\frac{100}{X_s-X_i}，\ b=\frac{100X_i}{X_i=X_s}。$$

2422．在什么温度下，下列一对温标给出相同的读数：（1）华氏温标和摄氏温标；（2）华氏温标和热力学温标；（3）摄氏温标和热力学温标？

[解答] （1）根据华氏温标的定义

$$t_F=32+\frac{9}{5}t。$$

当 $t=t_F$ 时，$t=32+\frac{9}{5}t$，

解得 t=-40℃。

（2）由热力学温标的定义得到

$$T=273+t。$$

而 $t_F=32+\frac{9}{5}t$，

$$T=273+(t_F-32)\times\frac{5}{9}。$$

得当 $t_F=T$ 时，

$$t_F=273+(t_F-32)\times\frac{5}{9}$$

$$t_F=574.25°F。$$

（3）根据 T=273+t。

当 t=T 时，

将出现 273 等于 0 的不合理情况。

也就是说，不存在 T=t 的读数。

2423．水银温度计浸在冰水中时，水银柱的长度为 4 厘米，这个温度计浸在沸水中时，水银柱的长度为 24 厘米。（1）在室温 22℃时，水银柱的长度为多少？（2）温度计浸在某种沸腾的化学溶液中时，水银柱的长度为 25.4 厘米，试求溶液的温度。

[解答] 要求水银柱长度 L_1 及对应的温度 t_2。已知 L_i=4 厘米，t=100℃，L_s=24 厘米，t_2=22℃，L_2=25.4 厘米。

（1）$t = aL + b = \dfrac{100}{L_s - L_i} L - \dfrac{100 L_i}{L_s - L_i}$

$= \dfrac{100}{L_s - L_i}$（$L - L_i$）。

$t_1 = \dfrac{100}{L_s - L_i}$（$L_1 - L_i$），

解得 $L_1 = \dfrac{L_s - L_i}{100} t_1 + L_i$

$= \dfrac{24-4}{100} \times 22$厘米 $+ 4$厘米

$= 8.4$厘米。

（2） $t_2 = \dfrac{100}{L_s - L_i}$（$L_2 - L_i$）

$= \dfrac{100}{24-4}$（$25.4-4$）℃

$= 107$℃。

2424．地球表面所受太阳辐射热为 75600 焦/（分·米^2），阳光经过一个直径为 10 厘米的凸透镜，会聚于铜质量热器上，量热器质量为 0.05 千克，内有质量为 0.05 千克的水，如果阳光的辐射热有 80%被量热器和水吸收，10 分钟后，量热器和水温度升高多少？[$c_{铜}$=390 焦/（千克·开）]

[解答]

设温度升高△t，$S = \dfrac{1}{4}\pi d^2 = 7.85 \times 10^{-3}$米^2，$q = 75600$焦/分·米^2，

$m_{器} = 0.05$千克，$m_{水} = 0.05$千克，$c_{铜} = 390$焦/（千克·开），$\eta = 80\%$，

$T = 10$分。$c_{水} = 4.2 \times 10^3$焦/（千克·开）。

由题意 $SqT\eta = （c_{铜} m_{器} + c_{水} m_{水}）\triangle t$，

$$\triangle t = \frac{SqT\eta}{c_{铜} m_{器} + c_{水} m_{水}} = \frac{7.85 \times 10^{-3} \times 75600 \times 10 \times 0.8}{390 \times 0.05 + 4.2 \times 10^3 \times 0.05} ℃$$

$= 20.7$℃。

2425．蒸汽机的功率为 150 马力，它工作 5 小时要烧掉 600 千克煤。求这台蒸汽机的效率 η。（煤的燃烧值为 29400 千焦/千克）

[解答] 已知 P=150×735 瓦，t=5×3600 秒，m=600 千克，q=29400

×10^3焦/千克。

5小时内蒸汽机所做的功

$$W=P\cdot t。$$

蒸汽机消耗的煤产生的热量

$$Q=mq。$$

$$\eta=\frac{W}{Q}=\frac{P\cdot t}{mq}$$

$$=\frac{150\times735\times5\times3600}{600\times29400\times10^3}$$

$$=11\%。$$

2426．小汽车以80千米/小时的速度行驶256.2千米，在这段路程上共消耗汽油48.6千克。如果小轿车发动机的效率为25%，汽油的燃烧值为46200千焦/千克，求在这段时间内汽车发动机的平均功率$\bar{P}$。

[解答] 已知s=256200米，v=80千米/小时=22米/秒，m=48.6千克，η=25%=0.25，q=46200×10^3焦/千克。

根据效率的公式，有

$$\eta=\frac{\bar{P}\cdot t}{mq}。$$

且$t=\frac{s}{t}$，

所以

$$\bar{P}=\frac{mq\eta v}{s}$$

$$=\frac{48.6\times46200\times10^3\times0.25\times22}{256200}瓦$$

$$=4.8\times10^4瓦=65.3马力。$$

2427．一个质量为M的小车，以速度v行驶，撞在前方一个静止的质量为m的另一辆小车上，然后两者一起前进。求碰撞时两车增加的内能。

[解答] 根据能的守恒和转化定律，两车在碰撞过程中机械能的减少等于两车内能的增加。

碰撞前两车的动能

$E_{k1}=\frac{1}{2}Mv^2$。

碰撞后两车的共同速度为$v_{共}$，则

$Mv=$ （$M+m$）$v_{共}$，$v_{共}=\frac{Mv}{M+m}$。

碰撞后两车的动能

$$E_{k2}=\frac{1}{2}\text{（}M+m\text{）}v_{共}^2=\frac{1}{2}\text{（}M+m\text{）}\left(\frac{M}{M+m}\right)v^2$$

$$=\frac{1}{2}\frac{M^2}{M+m}v^2。$$

碰撞中内能的增加

$$\triangle E=\frac{1}{2}Mv^2-\frac{1}{2}\frac{M^2}{M+m}v^2$$

$$=\frac{1}{2}\frac{Mm}{M+m}v^2。$$

2428．一个体重 60 千克的登山者每小时能竖直登高 500 米。问：

（1）这个登山者向上爬行 2 小时他克服重力做功 W 为多少？

（2）人的身体是一架低效率的化学——机械机器。在最好的情况下，肌肉只能提供化学能的 25%作为有用的机械能。假定登山者具有这样的效率，那么，这 2 小时内他共消耗的化学能 $E_{化}$为多少？

（3）假定除了登山外，他每 24 小时还需要 9.24×10^6 焦的热量。如果他每天早晨都做 2 小时登山运动，在每天的食物中，他应该吸收的总能量 E 是多少？

[解答] 已知 m=60 千克，H=500 米，$\eta=25\%=0.25$，t=2 小时=7200 秒，$Q=9.24\times10^6$ 焦。

（1）克服重力做的功

$W=mgH$

$=60\times9.8\times500\times2$ 焦

$=5.88\times10^5$ 焦。

（2）消耗的化学能

$$E_{化}=\frac{W}{\eta}$$

$$=\frac{5.88\times10^5}{0.25}$$

$$=2.35\times10^6\text{焦}。$$

（3）需要吸收的总能量

$E=Q+E_{化}$

$=9.24\times10^6$ 焦$+2.35\times10^6$ 焦

$=1.2\times10^7$ 焦。

2429．内燃机工作时，汽缸里气体的温度为 727℃，废气的温度为 100℃。机器运转 1 小时消耗的燃料为 36 千克，燃料的燃烧值为 4.3

×10^6焦/千克。这台机器发出的最大功率P等于多少？

［解答］ 已知t_1=727℃，t_2=100℃，t=3600秒，m=36千克，q=4.3×10^6焦/千克。

内燃机的最大效率为

$$\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1}。$$

最大功率为

$$P = \frac{m_q}{t} \cdot \frac{T_1 - T_2}{T_1}$$

$$= \frac{36 \times 43 \times 10^6}{3600} \times \frac{(273+727) - (273+100)}{(273+727)} 瓦$$

$$= 2.7 \times 10^5 瓦。$$

2430．河里行驶的船的效率为30%时，螺旋桨发出的功率为1.5×10^4瓦。设所用的燃料的燃烧值为5×10^7焦/千克，求船以7.2千米/小时的速度行驶了1千米的路程所消耗的燃料m为多少？

［解答］ 已知η=30%=0.30，P=1.5×10^4瓦，q=5×10^7焦/千克，v=7.2千米/小时=2米/秒，s=1千米=1000米。

根据效率的公式得到

$$\eta = \frac{P \cdot \frac{s}{t}}{q \cdot m},$$

$$m = \frac{Ps}{q\eta v}$$

$$= \frac{1.5 \times 10^4 \times 1000}{5 \times 10^7 \times 0.30 \times 2} 千克$$

$$= 0.5 千克。$$

2431．喷气式飞机以900千米/小时的速度飞行1800千米，消耗了4吨燃料。飞机发动机的功率为5900千瓦，效率为23%。飞机所用燃料的燃烧值q等于多少？

［解答］ 已知v=900千米/小时=250米/秒，s=1800千米=1800×10^3米，m=4吨=4×10^3千克，P=5900千瓦=5900×10^3瓦，η=23%=0.23。

根据效率的公式，得到

$$\eta = \frac{P\frac{s}{t}}{mq},$$

$$q = \frac{Ps}{m\eta v}$$

$$= \frac{5900 \times 10^3 \times 1800 \times 10^3}{4 \times 10^3 \times 0.23 \times 250} 焦/千克$$

$$= 4.6 \times 10^7 焦/千克。$$

2432.发动机功率为2×10^4瓦的汽车以72千米/小时的速度行驶100

千米路程。消耗了 10 升的汽油。求发动机的效率 η。（汽油的密度 ρ=0.7×10^3 千克/米 ^{3}，燃烧值 q=4.4×10^7 焦/千克）

［解答］ 已知 P=2×10^4 瓦，v=72 千米/小时=20 米/秒，s=100 千米=10^5 米，V=10 升=10×10^{-3} 米 ^{3}，ρ=0.7×10^3 千克/米 ^{3}，q=4.4×10^7 焦/千克。

根据效率的公式得到

$$\eta = \frac{P \cdot \frac{s}{t}}{\rho V q}$$

$$= \frac{2\times10^4\times10^5/20}{0.7\times10^3\times10\times10^{-3}\times4.4\times10^7}\times100\%$$

$$= 32\%。$$

2433．要把质量为 10^3 千克的卫星发射到地面附近的圆形轨道上，如果不计空气阻力，燃料燃烧的热有 1%转变成卫星的机械能，燃烧的液体燃料质量 m 是多少？（地球的半径 R=6400 千米，燃料的燃烧值 q=4.6×10^7 焦/千克）

［解答］ 已知 m_1=10 千克，R=6400×10^3 米，q=4.6×10^7 焦/千克，η=1%。

卫星沿半径为 R 的轨道运行的条件为

$$m_1 g = m_1 \frac{v^2}{R}，$$

$$v = \sqrt{gR}。$$

液体燃料燃烧后释放的全部能量有 1%转化为卫星运行时的动能

$$\eta qm = \frac{1}{2} m_1 v^2$$

$$m = \frac{m_1 gR}{2qn}$$

$$= \frac{10^3\times9.8\times6400\times10^3}{2\times4.6\times10^7\times0.01}\text{千克}$$

$$= 68174\text{千克}。$$

2434．质量为 2000 吨的列车，以 0.3 米/秒 ^{2} 的加速度制动后，经过 50 秒钟停止。制动时产生的热量 Q 是多少？

［解答］ 已知 m=2×10^6 千克，a=-0.3 米秒 ^{2}，t=50 秒，v_t=0。根据运动学公式可以得到

$$v_0 = -at。$$

由能量守恒定律得到

$$Q = \triangle E_k = \frac{1}{2} m v_0^2 - 0$$

$$= \frac{1}{2} m（-at）^2$$

$$= \frac{1}{2}\times2.0\times10^6\times（0.3\times50）^2\text{焦}$$

$$= 2.25\times10^8\text{焦}。$$

2435．质量为 1 千克的物体，从长为 22 米、且和水平成 30°角的斜面上滑下，到达斜面底端时的速度为 4 米/秒。如果物体的初速度是零，物体和斜面摩擦时产生的热量 Q 等于多少？

[解答]　已知 l=22 米，m=1 千克，α=30°，v_t=4 米/秒，v_0=0。

根据能量守恒定律，可以得到

$$mgl\sin\alpha = Q+\frac{1}{2}mv_t^2,$$

$$Q = mgl\sin\alpha-\frac{1}{2}mv_t^2$$

$$=1\times9.8\times22\times\sin30^\circ-\frac{1}{2}\times1\times4^2\ \text{焦}$$

$$=99.8\text{焦}。$$

2436．两个质量分别是 0.4 千克和 0.2 千克的小球，分别以 3 米/秒和 12 米/秒大小的速度作相向运动。求两球发生完全非弹性碰撞时产生的热量 Q。

[解答]　已知 m_1=0.4 千克，m_2=0.2 千克，v_1=3 米/秒，v_2=-12 米/秒（以 v_1 为正方向）。

根据动量守恒定律，得到

$$m_1v_1+m_2v_2=(m_1+m_2)v,$$

$$v=\frac{m_1v_1+m_2v_2}{m_1+m_2}。$$

根据能量守恒定律，得到

$$Q=\frac{m_1v_1^2}{2}+\frac{m_2v_2^2}{2}-\frac{(m_1+m_2)v^2}{2}$$

$$=\frac{m_1m_2(v_1-v_2)^2}{2(m_1+m_2)}$$

$$=\frac{0.4\times0.2\times(3+12)^2}{2\times(0.4+0.2)}$$

$$=15\text{焦}。$$

2437．质量为 m 的子弹，击中并穿过放在光滑桌面上的质量是 M 的立方体木块。如果子弹从木块中穿出时的速度等于 v_2，射入木块前的速度是 v_1，试问有多少机械能变为热能？

[解答]　根据动量守恒定律

$$mv_1=mv_2+Mv,$$

$$v=\frac{m}{M}(v_1-v_2)。$$

根据能量守恒定律，得到变为热能的机械能

$$W=\frac{mv_1^2}{2}-\left(\frac{Mv^2}{2}+\frac{mv_2^2}{2}\right)$$

$$=\frac{m}{2}[(v_1^2-v_2^2)-\frac{m}{M}(v_1-v_2)^2]。$$

需要全本请访问 www.ertongbook.com