

热学 第一次作业

1. 什么是热学最简单的研究对象?

答：最简单的研究对象是孤立的、单元的、单相的、处于平衡态的系统，例如理想气体等。

2. 内燃机活塞运动的频率可以达到3000转/分钟以上，此时气缸内的气体还可以认为是平衡态吗?判断的依据是什么?如果不能,应该如何描述?

平衡态：处处均匀 传播：波动（声波） $10^2 \sim 10^3 \text{ m/s} \times 0.02 \text{ s} = 1 \sim 10 \text{ m}$ 输运过程：随机碰撞：不定向

答：

1. 气缸中的气体仍然可以认为是平衡态。
2. 判断的依据需要看气体达到平衡的所需的弛豫时间与内燃机一个冲程的时间的相对大小。气体达到平衡态的弛豫时间的量级与平均碰撞时间相当，为 10^{-9} s 的量级。然而活塞运动一个周期用时为 $\frac{1}{3000} \text{ min} = 0.02 \text{ s}$ ，远大于弛豫时间的量级，所以可以认为是平衡态。（助教认为不正确）

3. 如何测量大气温度? 如何测量过去几千年的大气温度? 如何测量过去几亿年的大气温度?

答：

1. 对于现代大气温度的测定：
大气温度可以直接由气象站中地温计测定，为了避免阳光直射的干扰，需要将温度计放置在百叶箱（黑箱）中，可以更加准确地测定大气温度。也可以可以由气象卫星测定，通过大气地热辐射地信息读取大气地温度。
2. 对于过去几千年的大气温度的测定：
对于这一时间段的温度不能直接进行测量，可以借助生物化石或者冰层冰芯的情况推断。例如，由于树木年轮与温度之间存在对应关系，可以通过树木化石的年轮生长状况反推大气温度；在极地冰层中，冰芯中同位素 O^{18} 的比例与冰芯形成时的温度有关，通过同位素测定可以反推形成时大气的温度。
3. 对于过去几亿年的大气温度测定：
对于这一时期的温度数据需要通过岩层的物理化学性质分析进行测定。同时，岩层中残留的有机质的化学性质也可以作为分析的依据。

4.

定义温标 t^* 与理想气体的压强 p 之间满足测温属性，

$$t^* = \ln(kp)$$

式中 k 为常数，假定在水的三相点， $t^* = 273.16^\circ$ 。

- (1) 试确定 t^* 与热力学温标 T 之间的关系。
- (2) 在温标 t^* 中，冰点和汽点各为多少度？
- (3) 在温标 t^* 中，是否存在 0 度。

答：

1. 对于理想气体，热力学温标与压强之间存在关系：

$$\frac{p}{p_0} = \frac{T}{T_0}$$

所以温标 t^* 与热力学温标之间的关系表示为:

$$t^* = \ln(cT)$$

由定标条件, $T = 273.16K$ 时 $t^* = 273.16$, 得到:

$$t^* = \ln\left(\frac{e^{273.16}}{273.16K} \cdot T\right) = 273.16 + \ln\left(\frac{T}{273.16K}\right)$$

2. 水的冰点为 $0^\circ\text{C} = 273.15K$

对应温度

$$t^* = 273.16 + \ln\left(\frac{273.15K}{273.16K}\right) \approx 273.16$$

汽点为 $100^\circ\text{C} = 373.15K$

对应温度

$$t^* = 273.16 + \ln\left(\frac{373.15K}{273.16K}\right) \approx 273.47$$

3. 在这一温标中, 不存在“0度”的概念。对应于热力学温标 $T \rightarrow 0K$, $t^* \rightarrow -\infty$, 显然不可到达, 所以不存在不可到达的“0度”的概念。