

第一章 温度

§ 1-1 平衡态 状态参量

§ 1-2 热力学第零定律和温度

§ 1-3 温标的建立

§ 1-4 理想气体状态方程

§1-1 平衡态 状态参量

一、平衡态

1、经验表明，一个**孤立系统**经过足够长的时间，将会达到这样一种状态，系统将趋于均匀，各种宏观性质在长时间内不再发生变化，这种状态称为**热力学平衡态**，不符合以上条件的状态称为**非平衡态**。

2、说明：

- 1) **热力学平衡态**是一种**动态平衡**，常称为**热动平衡**。
- 2) 在平衡态下，系统宏观量的数值仍会发生**涨落**，但对于宏观物质系统，一般情况下，涨落极其微小，因而可以忽略的。
- 3) 对于**封闭系和开放系**，在不变的外界条件下，经过一定的时间后，系统也必将达到一个宏观上不随时间变化的状态，这样的状态称为**稳定态**。
- 4) 系统处于平衡态时，各种宏观性质不再随时间改变，所以可用一组具有**确定值的宏观物理量**来表征系统平衡态的特征。

5) 过程和准静态过程。



状态 1 到状态 2 是一个状态变化的过程。若此过程足够缓慢，这个过程中每一状态都可近似看作平衡态，则叫准静态过程。

6) 热力学平衡态系统必须同时满足三种平衡条件：**力学平衡，热平衡，化学平衡。**

7) 热力学平衡态是理想概念：**无严格意义孤立系，且有涨落现象客观存在。**

二、状态参量

1、 被选作能够确定系统平衡态的独立的宏观物理量，称为**状态参量**。通常可测量的物理量都可选作状态参量，如压强、体积、温度、电场强度、磁感应强度、磁化强度等。
气体：压强和体积可独立改变，为状态参量。

2、**状态函数**：表示为状态参量函数的其他宏观量。

3、说明

- 1) 系统需要的独立状态参量个数是由系统的性质和外界条件决定。
- 2) 状态参量可分为内参量和外参量两种。内参量表示系统内部的状态，外参量表示系统周围环境的状况。
- 3) 热力学量可分为强度量和广延量。强度量与系统的质量无关，广延量则与系统的质量成正比。
- 4) 平衡态对应 $P-V$ 、 $p-T$ 图上的一点。

5) 四类参量

力学参量：力、表面张力、应力

几何参量：体积、面积、长度

化学参量：质量、物质的量、分子数

电磁参量：电场强度、磁感应强度、磁化强度

(以上4类参量不能直接表示物体的冷热程度，但**可以间接表示。**)

热学参量：温度

在初级物理中，温度常被定义为表示物理冷热程度的物理量。如何科学定义和量度？

二、状态参量: 描述系统状态的变数

1、P—V图 P—T图

2、平衡态与状态参量

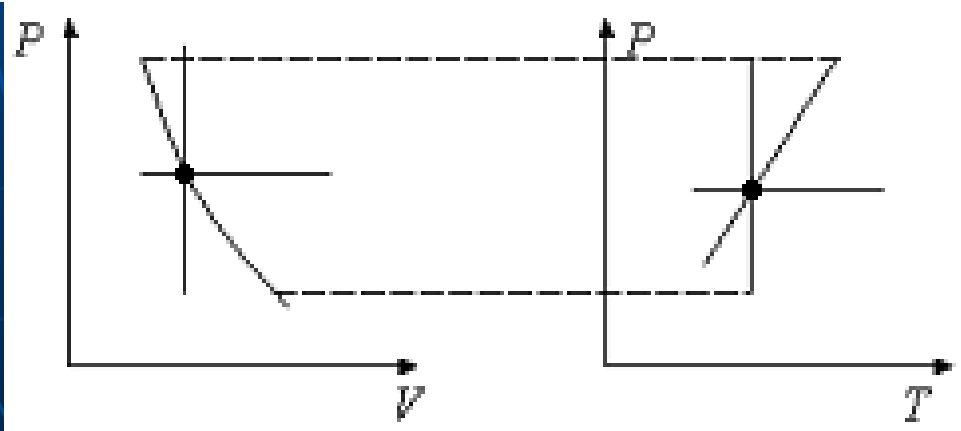
3、参量分类:

力学参量: P 、 σ

化学参量: M 、 mol 、 μ

几何参量: V 、 S 、 l

电磁参量: $\overset{\vee}{E}$ 、 $\overset{\vee}{P}$ 、 $\overset{\vee}{H}$ 、 $\overset{\vee}{M}$



§1-2 热力学第零定律和温度

一、热力学第零定律

1. 绝热壁、导热壁、热接触、热平衡。
如图1.2

2. 热力学第零定律

如果两个热力学系统中的每一个都与第三个热力学系统的同一个状态处于热平衡，则这两个热力学系统彼此也必定处于热平衡。

这表明：通过热接触，不同的系统必将达到共同的热平衡状态。

二、温度的概念

为了表征“同一热平衡状态的所有系统具有的相同的宏观性质”，引入了温度这个物理量。

1、 **温度的概念**：描述处于同一热平衡状态的所有系统具有相同宏观性质的物理量。

温度决定一系统是否与其它系统处于热平衡的物理量。它的基本特征在于一切互为热平衡的系统都具有相同的温度值。

2、说明

- 1) 温度概念的建立基于热力学第零定律。
- 2) 为制造温度计和判断温度的高低提供理论根据。
- 3) 温度决定于**系统内部热运动状态**，是**宏观状态函数**。
- 4) 物体的冷热程度，微观上反映热运动的剧烈程度。

$$\bar{\varepsilon}_K = \frac{1}{2} m \overline{v^2} = \frac{3}{2} kT$$

- 5) 温度是不可加量——强度量。

§1-3 温标的建立

温标：温度的数值表示方法

一、经验温标

1、建立温标必须的三个要素：

1) 选择测温质和测温参量 X ；

2) 规定测温参量 X 随温度 T 的变化关系： $T(X) = ax$, $\frac{T(X_1)}{T(X_2)} = \frac{X_1}{X_2}$

3) 选定标准温度点并规定其数值。

$$T(X_{tr}) = 273.16K, T(X) = 273.16K \frac{X}{X_{tr}}$$

2、经验温标：利用特定测温物质的特定测温属性建立的温标。

摄氏温标与华氏温标 $t^{\circ}F = 32 + \frac{9}{5}t^{\circ}C$

二、理想气体温标

1、气体温度计

1) 定体气体温度计: $T(P) = 273.16\text{K} \frac{P}{P_{tr}}$

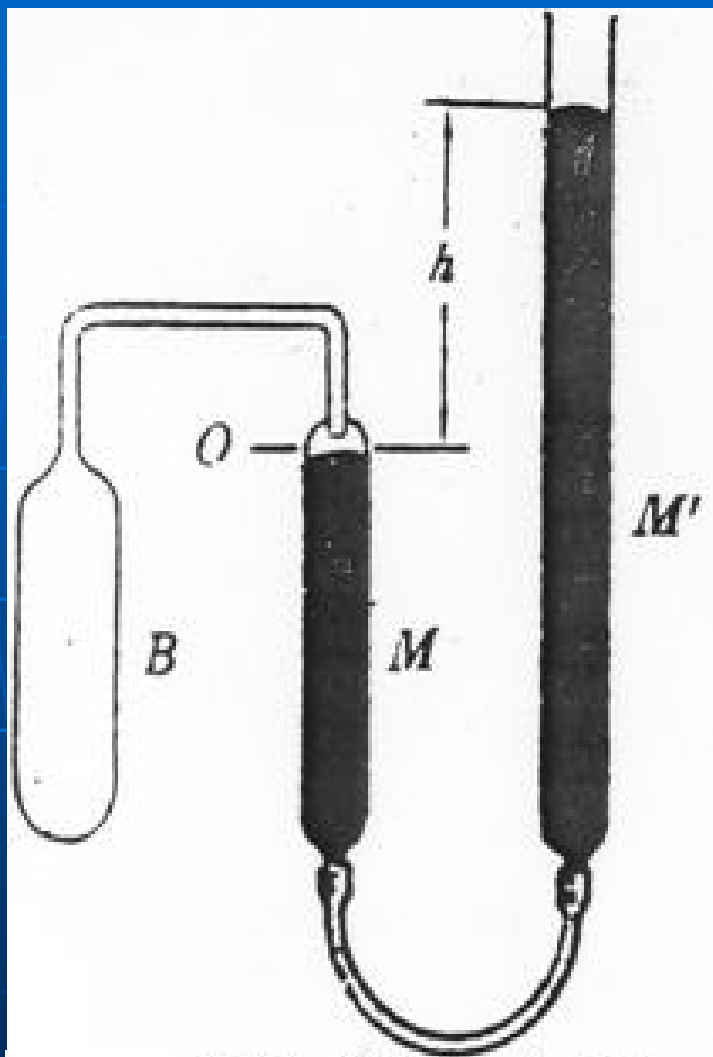
2) 定压气体温度计: $T(V) = 273.16\text{K} \frac{V}{V_{tr}}$

2、理想气体温标

1) 在压强极低的极限情况下，气体温标只取决于气体的共同性质，而与特定气体的特定性质无关。

$$\lim_{P_{tr} \rightarrow 0} T(P) = \lim_{p \rightarrow 0} T(V)$$

2) 对极低温及高温不适用



定体气体温度计示意图

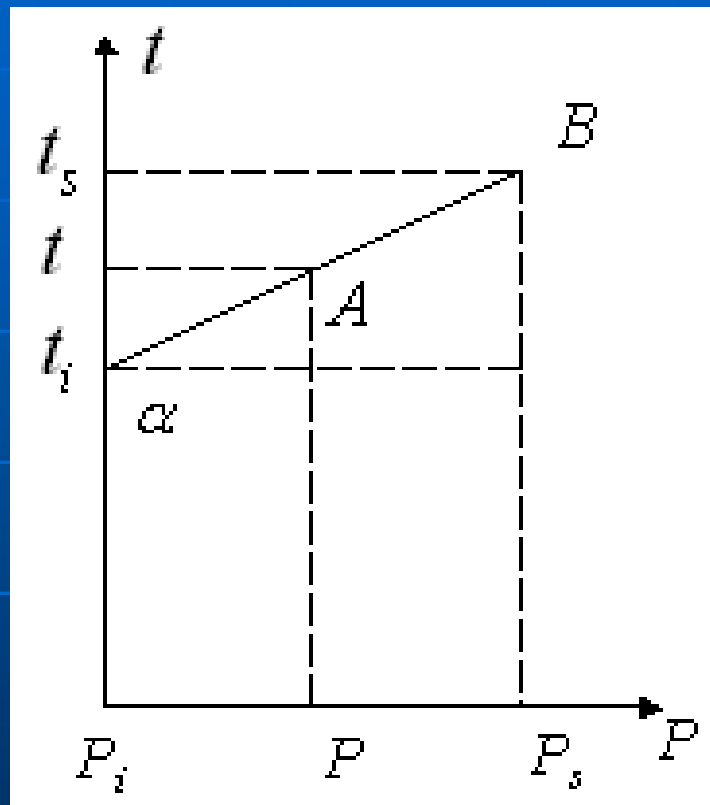


图1-8 定容气体温标的 $t-P$ 曲线

(1)不同气体温度计(定容、定压), 相同的 P_{tr} , 测量同一系统其结果将出现差异。

(2)同一气体温度计, 不同的 P_{tr} 测量同一系统结果亦有差异。

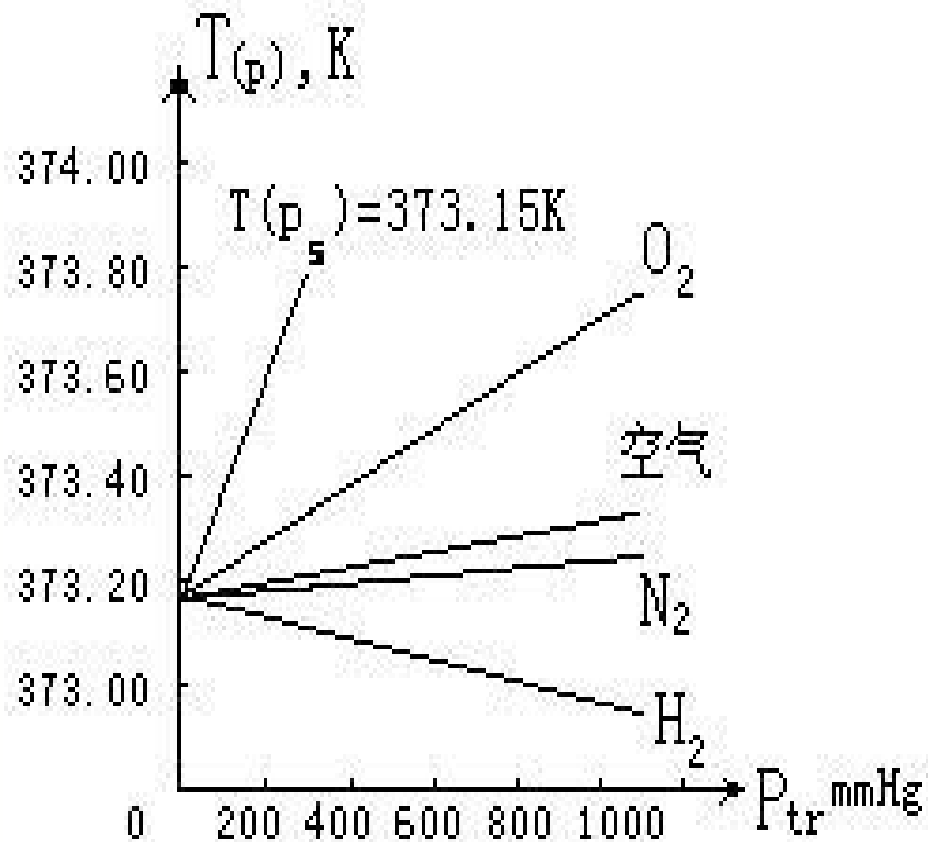


图 1.9 不同气体温度计的 $T-P_{tr}$ 曲线

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/565141344323011130>