**热力学小结**

**分子动理论内容：**

**物质的组成**

**物质是由大量分子组成的**

物理中的分子：做热运动时遵从相同规律的微观粒子，包括化学意义上的原子，分子与离子

固体和液体采用小球模型描述，气体采用立方体模型

**阿伏伽德罗常数是连接微观（p,m,V,E）与宏观（P,V,T）的桥梁**

**分子运动:**

1. 分子间总存在一定的空隙
2. 分子在永不停息地做无规则热运动

Eg:扩散现象与布朗运动，注意区分概念和意义

**分子间的相互作用力**

假定分子间的相互作用力有球对称性时，分子间的相互作用（分子力）可近似地表示：

前一项为排斥力，后一项为吸引力

有平衡位置，

r>r0,分子力表现为引力；r<r0,分子力表现为斥力

气体情况： 𝑟 > 10𝑟0 分子力等于0，分子力是短程力

**结论：**

一切宏观物体都是由大量分子组成的，分子都在永不停息地作无序热运动，分子之间有相互作用的分子力。

**一、热力学概念概览**

**系统：**热力学所研究的具体对象，简称系统

**外界：**系统以外与系统状态及其变化有关的物体

**系统的分类**：

开放系统：系统与外界之间，既有物质交换，又有能量交换。

封闭系统：系统与外界之间，没有物质交换，只有能量交换。

孤立系统：系统与外界之间，既无物质交换，又无能量交换。

**气体的状态参量**

状态参量：描述热力学系统平衡态性质的物理量

温度(T )：大量分子热运动的剧烈程度

宏观上：表示物体的冷热程度

微观上：与物体内部大量微观粒子热运动的剧烈程度相关

体积(V ) ：气体分子热运动所能到达的空间的体积

压强(p )：大量分子与器壁及分子之间不断碰撞而产生的宏观效果

**平衡态**：在**没有外界影响**的情况下，系统各部分的宏观性质在长时间内不发生变化的状态。

**稳定态**：是指**不论有无外界影响**，系统的状态参数不随时间而变化的状态。

**平衡态是稳定态的一种特殊情况。**

说明：

1. 不受外界影响是指系统与外界不通过作功或传热的方式交换能量，但可以处于均匀的外力场中
2. 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。
3. 平衡态是一种理想状态。

**准静态过程**：若过程足够缓慢，在过程进行的每一时刻，系统都无限地接近平衡态。

实际过程是非准静态过程，但只要过程进行的时间远大于系统的弛豫时间，均可看作准静态过程。如：实际汽缸的压缩过程可看作准静态过程。

**可逆过程**：系统经过某一过程从状态1变到状态2之后，如果能使系统和环境都恢复到原来的状态而未留下任何永久性的变化，则该过程称为热力学可逆过程。否则为不可逆过程。

**可逆过程一定是准静态过程，准静态过程不一定是可逆过程。**

**热力学第零定律**：如果两个热力学系统同时和第三个热力学系统处于热平衡，则这两个热力学系统必然彼此平衡。

即有

表明通过热接触，不同系统必将达到共同的热平衡状态。

**温度**：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。

引入温度物理量意义：“同一热平衡状态的所有系统具有的相同的宏观性质”。温度决定一系统是否与其它系统处于热平衡的物理量。

**温标**：温度的定量描述，即数值表示方法

建立温标必须的三个要素：

A 具有测温属性的物质——某物理量随温度变化而单调的、显著的变化

B 温度的固定基点

C 对测温物质随温度的变化给出分度规定

**二、理想气体状态方程**

温度越高、压强越低，精确度越高

在常温常压下,大多数实际气体,尤其是那些不易液化的气体都可以近似地看成理想气体.

**三、功、热量、内能、热力学第一定律**

**内能（E）**：是系统分子的无规则运动能量的总和；系统内部所有粒子间的各种能量的总和。是状态量。对于给定的理想气体，其内能是温度的单值函数。

做功和传递热量均可作为内能变化的量度。

**功（A）**：系统状态变化过程中能量传递和转化的量度；是过程量。

**热量（Q）**：传热过程中所传递能量多少的量度；是过程量。

**热力学第一定律：**系统从外界吸收的热量Q，一部分使系统的内能增加ΔE，而另一部分用于系统对外界作功A。

该定律只要求系统的初、末状态是平衡态，至于过程中经历的各状态则不一定是平衡态。

若系统经历微过程，则热力学第一定律为

两边积分得**（准静态过程功的计算）**

**准静态过程中热量的计算**

摩尔热容：1 mol物体，在某一过程x中吸收（放出）热量ΔQ，温度升高（降低）ΔT时

则热量计算

定容摩尔热容和定压摩尔热容满足迈耶公式

定义比热容比

一般情况下，气体的和都近似为常量。

对于单原子分子气体

对于双原子分子气体

对于多原子分子气体

**理想气体内能计算**

**四、热力学第一定律对理想气体在准静态过程中的应用**

**1.等温过程：**

过程方程

其中C为常量，它在p-V图像上对应一条双曲线

特点：温度不变，内能不变，即

系统对外做功

数值上等于对应的p-V图中等温线下的面积

系统从外界吸收的热量

在等温膨胀过程中，理想气体吸收的热量全部用来对外作功，在等温压缩中，外界对气体所做的功，都转化为气体向外界放出的热量。

**2.等体过程：**

过程方程

特点：体积不变，系统不对外做功。即

系统内能的增量

系统从外界吸收的热量

等体过程中气体吸收的热量，全部用来增加系统的内能，使系统温度上升。

**3.等压过程：**

过程方程

系统对外做功

系统内能的增量

系统从外界吸收的热量

等压过程中系统吸收的热量，一部分用来对外作功，其余部分则用来增加其内能。

1. **绝热过程：**

定义：与外界不交换热量的过程

当过程满足：

①在良好绝热材料包围的系统内发生，

②进行的较快，因而来不及与外界发生热量交换，

中的一条可视作绝热过程

准静态绝热过程方程推导：

准静态绝热过程曲线斜率：

由于γ>1，所以绝热线要比等温线陡一些。

绝热过程中功、内能增量的计算：

系统从外界吸收的热量

系统对外做功

另一方面，由于

再利用绝热过程的状态方程可以得到

这是在CV不随温度改变的情形下采用的形式

系统内能的增量

绝热过程中，理想气体不吸收热量，系统减少的内能，等于其对外作功。

5.小结

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 过程 | 过程方程 | 系统做功 | 内能增量 | 吸收热量 | 摩尔热容量 |
| 等容 |  | 0 |  |  |  |
| 等压 |  |  |  |  |  |
| 等温 |  |  | 0 |  | ∞ |
| 绝热 |  |  |  | 0 | 0 |

**五、循环过程**

1.循环过程：系统从某一状态出发经历一系列变化后又回到了原态的整个变化过程。

由于系统状态不变，循环过程中

顺时针 正循环 热机 净功为正 系统对外作正功

逆时针 逆循环 致冷机 净功为负 外界对系统作功

热功转换关系

2.循环效率

热机的循环效率：标志循环过程中吸收的热量有多少转化为对外作功

致冷机的制冷系数：

外界对系统作功A相同时，吸收的热量Q2越多，制冷系数越大。

3.卡诺循环——两个等温、两个绝热过程构成的一种理想循环

等温膨胀-绝热膨胀-等温压缩-绝热压缩

卡诺循环的效率

高温热源温度越高，低温热源温度越低，卡诺循环效率就越大。

卡诺逆循环的制冷系数

致冷系数随着被致冷物体的温度变化而变化。被致冷物体的温度越低，则卡诺逆循环的致冷系数越小。

**利用可逆循环原理可制作冷暖双制空调。**

4．奥托循环\*

又名定体加热循环，它是四冲程汽油机的工作循环

过程：绝热压缩——等体吸热——绝热膨胀——等体放热

设在绝热压缩中理想气体的体积由V1压缩到了V2，设压缩比r，

则奥托循环的效率只由压缩比r决定，表达式为

即r愈大，效率愈高

5.迪赛尔循环