**气体动理论小结**

**Ⅰ 气体热现象的微观意义**

**一、气体分子运动的规律**

1. 气体分子热运动可以看作是在惯性支配下的自由运动

（1）由于气体分子间距离很大，而分子力的作用范围又很小，除分子与分子、分子与器壁相互碰撞的瞬间外，气体分子间相互作用的分子力是极其微小的。

（2）由于气体分子质量一般很小，因此重力对其作用一般可以忽略。

2. 气体分子间的相互碰撞是非常频繁

一秒内一个分子和其它分子大约要碰撞几十亿次

**3. 气体分子热运动服从统计规律**

物理量M的统计平均值

测量值Ma的概率

归一化条件

* 平衡态（无外场）气体分子速度分量的**统计平均值**

平衡态下，气体分子沿各个方向运动的概率相等

* 平衡态下气体分子速度分量**平方的统计平均值**

平衡态时，气体分子沿各个方向运动的概率相等

方均根速率=

**二. 理想气体的微观模型**

(1) 不考虑分子的内部结构并忽略其大小；

(2) 分子力的作用距离很短，可以认为气体分子之间除了碰撞的一瞬间外，其相互作用力可忽略不计；

(3) 碰撞为完全弹性碰撞；

理想气体分子好像是一个个没有大小并且除碰撞瞬间外没有相互作用的弹性球。

**三. 平衡态气体分子的统计性结论**

1. 每个分子的运动速度各不相同，且通过碰撞不断发生变化

2. 分子按位置均匀分布 (重力不计)

在忽略重力情况下，分子在各处出现的概率相同，容器内各处的分子数密度相同。

3. 分子速度按方向的分布均匀

由于碰撞, 分子向各方向运动的概率相同，所以

**四、理想气体的压强公式**

1. 从气体分子运动看气体压强的形成

气体的压强是由大量分子在和器壁碰撞中不断给器壁以力的作用所引起的。

**2. 理想气体的压强公式（推导）**

3. 阿伏伽德罗定律

式中，玻尔兹曼常数

相同的温度和压强下，任何气体的分子数密度必然相等。

4. 理想气体温度与分子平均平动动能的关系

分子平均平动动能只与温度有关，与气体的种类无关。

温度是大量分子热运动平均平动动能的度量，反映了宏观量 T 与微观量ε 的统计平均值之间的关系。温度是统计的概念，是大量分子热运动的集体表现。对于单个或少数分子，温度就失去了意义。

道尔顿分压定律：混合气体的压强等于各种气体的分压强之和。

**Ⅱ 能量按自由度均分原理**

**一、自由度**：确定物体位置所需的独立坐标的数目

独立坐标数目=坐标数-关系式数

单原子分子：3个平动自由度，共3个自由度

刚性双原子分子：3个平动自由度+2个转动自由度，共5个自由度

刚性多原子分子：3个平动自由度+3个转动自由度，共6个自由度

* 分子的自由度不仅取决于其内部结构，还取决于温度。
* 实际上，双原子、多原子分子并不完全是刚性的，还有振动自由度。

**二. 能量按自由度均分定理**

气体分子的平均平动动能是平均分配在每一个平动自由度上的。

在温度为T的平衡状态下，分子的每个自由度的平均动能均为(1/2) kT。这样的能量分配原则称为能量按自由度均分定理。

能量按自由度均分是大量分子**统计平均**的结果，是分子间的频繁碰撞而致。

某种气体分子具有t个平动自由度和r个转动自由度，s个振动自由度，则每个气体分子的 平均总动能

分子内原子间的平均势能

每个气体分子的平均总能量

**三. 理想气体的内能**

内能：系统中与热现象有关的那部分能量

理想气体的内能：气体中所有分子各种形式动能和分子内原子间振动势能的总和

mol 理想气体的内能

结论：一定质量的理想气体内能完全取决于分子运动的自由度数和气体的温度，与气体的体积和压强无关。

**Ⅲ 麦克斯韦速率分布定律**

**一、速率分布函数**

设某气体处于平衡态下，总分子数为N，则在v ~ v+dv区 间内分子数dN与总分子数 N 的比值

f (v) 为速率分布函数 (概率密度函数)

**二. 气体速率分布的实验测定**

1. 实验装置

2. 测量原理：

（1）能通过细槽到达检测器D的分子所满足的条件

通过改变角速度ω的大小，选择速率v

（2）通过细槽的宽度，选择不同的速率区间的分子

（3）沉积在检测器上相应的金属层厚度必定正比相应速率下的分子数

**三、麦克斯韦速率分布定律**

1. 麦克斯韦速率分布定律

理想气体在平衡态下、温度T下分子的速率分布函数

理想气体在平衡态下、温度T下气体中分子速率在v～v+ dv区间内的分子数与总分子数的比率为

这一规律称为麦克斯韦速率分布定律。

麦克斯韦速率分布定律对处于平衡态下的混合气体中各组分分别适用。

2. 麦克斯韦速率分布曲线

* 气体中速率很小、速率很大的分子数都很少。
* 在dv间隔内, 曲线下的面积表示速率分布在v～v+ dv中的分子数与总分子数的比率。
* 在v1~v2区间内,曲线下的面积表示速率分布在v1~v2之间的分子数与总分子数的比率。
* 曲线下面的总面积，等于分布在整个速率范围内所有各个速率间隔中的分子数与总分子数的比率的总和。
* 最概然速率：f (v) 出现极大值时, 所对应的速率称为最概然速率。