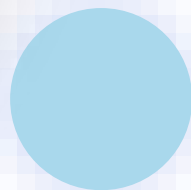




# 第14讲

## 热学

Shuai Liu



## 课标内容要求

---

1. 知道热力学第一定律。
2. 了解气体实验定律。知道理想气体模型。

Shuai Liu

# 考情分析

| 考情分析      |   |
|-----------|---|
| 命题规律及方法指导 | <p><b>1.命题重点：</b>本专题就是高考的热点问题，考察范围广，从分子动理论、固体、液体到气体实验定律、理想气体状态方程到热力学定律均有涉及，重点是理想气体状态方程与热力学定律结合的应用，解决问题时候注意分析气体的三个状态参量（<math>p</math>、<math>V</math>、<math>T</math>）</p> <p><b>2.常用方法：</b>模型法。</p> <p><b>3.常考题型：</b>选择题，填空题，计算题。</p> |
| 命题预测      | <p>1.本专题属于热点内容；</p> <p>2.高考命题考察方向</p> <p>①热学：分子动理论、固体、液体；以气缸、U型管、直管、L型管及生活生产中的器皿为背景，结合气体实验定律、理想气体状态方程和热力学定律综合应用考察</p>   |

## 核心提炼

### 热学问题的模型汇总

#### 1) 估算问题两种分子模型

①球模型:  $V_0 = \frac{1}{6}\pi d^3$ , 得直径  $d = \sqrt[3]{\frac{6V_0}{\pi}}$  (常用于固体和液体, 分子间空隙较小).

②立方体模型:  $V_0 = d^3$ , 得边长  $d = \sqrt[3]{V_0}$  (常用于气体, 分子间空隙较大).

## 核心提炼

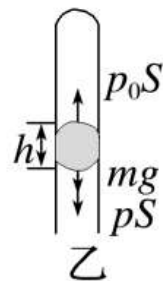
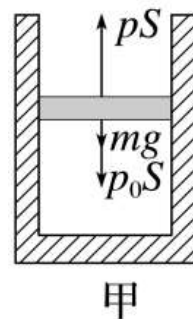
### 热学问题的模型汇总

#### 2) 气体压强计算的两种模型

① 活塞模型：如图所示是最常见的封闭气体的两种方式。

求气体压强的基本方法：先对活塞进行受力分析，然后

根据平衡条件或牛顿第二定律列方程。



图甲中活塞的质量为 $m$ ，活塞横截面积为 $S$ ，外界大气压强为 $p_0$ 。由于活塞处于平衡状态，所以  $p_0S + mg = pS$ ，

则气体的压强为  $p = p_0 + \frac{mg}{S}$ 。

图乙中的液柱也可以看成“活塞”，由于液柱处于平衡状态，

所以  $pS + mg = p_0S$ ，则气体压强为  $p = p_0 - \frac{mg}{S} = p_0 - \rho_{\text{液}}gh$ 。

## 核心提炼

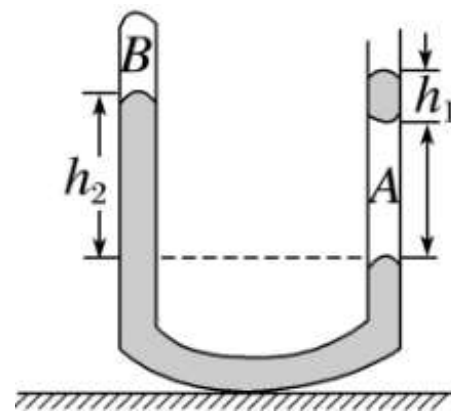
### 热学问题的模型汇总

#### 2) 气体压强计算的两种模型

②连通器模型：如图所示，U形管竖直放置。同一液体中的相同高度处压强一定相等，所以气体B和A的压强关系可由图中虚线联系起来。

则有  $p_B + \rho g h_2 = p_A$ ，而  $p_A = p_0 + \rho g h_1$ ，

所以气体B的压强为  $p_B = p_0 + \rho g(h_1 - h_2)$ 。



## 核心提炼

### 热力学第一定律

#### 1) 热力学第一定律

$$Q = \Delta U + W$$

其中， $U$ 为系统的内能， $Q$ 为系统从外界吸收的热量， $W$ 为系统对外界所做的功。

## 核心提炼

### 理想气体状态方程

| 定律      | 特点(其中C为常量)   |
|---------|--------------|
| 波义耳定律   | 等温变化 $pV=C$  |
| 查理定律    | 等容变化 $p/T=C$ |
| 盖—吕萨克定律 | 等压变化 $V/T=C$ |

理想气体状态方程  $\frac{pV}{T} = C$



## 核心提炼

### 热力学第一定律与气体实验定律综合问题的解题思路

1) 确定研究对象：①气体②气缸、活塞、液柱等

2) 两类分析：

①气体实验定律：状态量，初末态之间发生的变化

②热力学定律：做功情况，吸、放热情况，内能变化情况

3) 选择规律列方程求解：气体的三个实验定律，理想气体状态方程，热力学

第一定律

## 核心提炼

### 热力学第一定律与气体实验定律综合问题的解题思路

#### 技巧点拨

分析物体内能问题的5点提醒：

- ①内能是对物体的大量分子而言的，不存在某个分子内能的说法。
- ②内能的大小与温度、体积、物质的量和物态等因素有关。
- ③通过做功或热传递可以改变物体的内能。
- ④温度是分子平均动能的标志，相同温度的任何物体，分子的平均动能都相同。
- ⑤内能由物体内部分子微观运动状态决定，与物体整体运动情况无关。任何物体都具有内能，恒不为零。

## 核心提炼

### 热力学图像问题的综合应用及解题技巧

#### 1) 热力学第一定律与图像的综合应用

I、气体的状态变化可由图像直接判断或结合理想气体状态方程  $\frac{pV}{T} = C$  分析.

II、气体的做功情况、内能变化及吸放热关系可由热力学第一定律分析.

①由体积变化分析气体做功的情况：体积膨胀，气体对外做功；气体被压缩，外界对气体做功.

②由温度变化判断气体内能变化：温度升高，气体内能增大；温度降低，气体内能减小.

③由热力学第一定律  $\Delta U = W + Q$  判断气体是吸热还是放热.

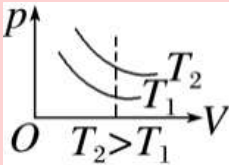
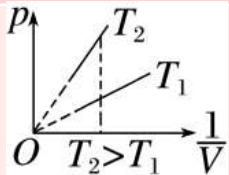
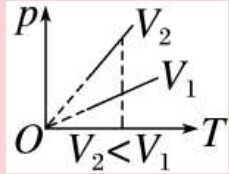
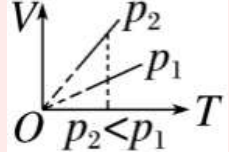
④在p—V图像中，图像与横轴所围面积表示对外或外界对气体整个过程中所做的功.

# 核心提炼

## 热力学图像问题的综合应用及解题技巧

### 2) 气体状态变化的四种图像问题及解题技巧

#### I、四种图像的比较

| 类别              | 特点(其中C为常量)   | 举例  |
|-----------------|--|---|
| $p-V$           | $pV = CT$ , 即 $pV$ 之积越大的等温线温度越高, 线离原点越远                  |    |
| $p-\frac{1}{V}$ | $p = CT \frac{1}{V}$ , 斜率 $k=CT$ , 即斜率越大, 温度越高           |    |
| $p-T$           | $p = \frac{C}{V} T$ , 斜率 $k = \frac{C}{V}$ , 即斜率越大, 体积越小 |   |
| $V-T$           | $V = \frac{C}{p} T$ , 斜率 $k = \frac{C}{p}$ , 即斜率越大, 压强越小 |  |

## 核心提炼

# 热力学图像问题的综合应用及解题技巧

## II、处理气体状态变化的图像问题的技巧

①首先应明确图像上的点表示一定质量的理想气体的一个状态，它对应着三个状态量；图像上的某一条直线段或曲线段表示一定质量的理想气体状态变化的一个过程。看此过程属于等温、等容还是等压变化，然后用相应规律求解。

②在 $V-T$ 图像(或 $p-T$ 图像)中，比较两个状态的压强(或体积)时，可比较这两个状态到原点连线的斜率的大小，斜率越大，压强(或体积)越小；斜率越小，压强(或体积)越大。

## 核心提炼

### 热力学图像问题的综合应用及解题技巧

#### 技巧点拨

合理选取气体变化所遵循的规律列方程

①若气体质量一定， $p$ 、 $V$ 、 $T$ 中有一个量不发生变化，则选用对应的气体实验定律列方程求解。

②若气体质量一定， $p$ 、 $V$ 、 $T$ 均发生变化，则选用理想气体状态方程列式求解。

1. (2022·江苏·高考真题) 自主学习活动中, 同学们对密闭容器中的氢气性质进行讨论, 下列说法中正确的是 ( **D** )

A. 体积增大时, 氢气分子的密集程度保持不变  $\Leftarrow n = \frac{N_0}{V}$

B. 压强增大是

普通气体在温度不太低, 压强不太大的情况下才能看作理想气体

气体压强产生的原因是大量气体分子对容器壁的持续的、无规则撞击产生的

C. 因为氢气分子很小, 所以氢气在任何情况下均可看成理想气体

D. 温度变化时, 氢气分子速率分布中各速率区间的分子数占总分子数的百分比会变化

温度是气体分子平均动能的标志, 大量气体分子的速率呈现“中间多, 两边少”的规律, 温度变化时, 大量分子的平均速率会变化, 即分子速率分布中各速率区间的分子数占总分子数的百分比会变化

## 真(模拟)题研析

—【考向】气体实验定律 理想气体状态方程

2. (2023·全国·高考真题) (多选) 对于一定量的理想气体, 经过下列过程, 其初始状态的内能与末状态的内能可能相等的是 (**ACD**)

A. 等温增压后再等温膨胀

对于一定质量的理想气体内能由温度决定, 故等温增压和等温膨胀过程温度均保持不变, 内能不变

B. 等压膨胀后再等温压缩

等压膨胀后气体温度升高, 内能增大, 等温压缩温度不变, 内能不变, 故末状态与初始状态相比内能增加

C. 等容减压后再等压膨胀

根据理想气体状态方程可知等容减压过程温度降低, 内能减小; 等压膨胀过程温度升高, 末状态的温度有可能和初状态的温度相等, 内能相等

D. 等容增压后再等压压缩

根据理想气体状态方程可知等容增压过程温度升高; 等压压缩过程温度降低, 末状态的温度有可能和初状态的温度相等, 内能相等

E. 等容增压后再等温膨胀

根据理想气体状态方程可知等容增压过程温度升高; 等温膨胀过程温度不变, 故末状态的内能大于初状态的内能



## 真(模拟)题研析

【考向】理想气体状态方程

4. (2023·全国·高考真题) 一高压舱内气体的压强为1.2个大气压，温度为17°C，密度为1.46kg/m<sup>3</sup>。

以释放舱内部分气体后舱内的气体为研究对象

(i) 升高气体温度并释放出舱内部分气体以保持压强不变，求气体温度升至27°C时舱内气体的密度；

$$\frac{\rho_1}{\rho_2} = \frac{\frac{m_1}{V}}{\frac{m_2}{V}} = \frac{\frac{m_1}{T_1}}{\frac{m_2}{T_2}}$$

(ii) 保持温度27°C不变，再释放出舱内部分气体使舱内压强降至1.0个大气压，求舱内气体的密度。

$$\frac{\rho_2}{\rho_3} = \frac{\frac{m_2}{V}}{\frac{m_3}{V}} = \frac{m_2 p_2}{m_3 p_3}$$

【答案】(i) 1.41kg / m<sup>3</sup>； (ii) 1.18kg / m<sup>3</sup>

## 真(模拟)题研析

—【考向】热力学定律与气体实验定律相结合

5. (2023·全国·高考真题) (多选) 在一汽缸中用活塞封闭着一定量的理想气体, 发生下列缓慢变化过程, 气体一定与外界有热量交换的过程是 ( ABD )

A. 气体的体积不变, 温度升高

气体的体积不变温度升高, 则气体的内能升高, 体积不变气体做功为零, 因此气体吸收热量

B. 气体的体积减小, 温度降低

气体的体积减小温度降低, 则气体的内能降低, 体积减小外界对气体做功, 气体对外放热

C. 气体的体积减小, 温度升高

气体的体积减小温度升高, 则气体的内能升高, 体积减小外界对气体做功,  $Q$ 可能等于零, 即没有热量交换过程

D. 气体的体积增大, 温度不变

气体的体积增大温度不变则气体的内能不变, 体积增大气体对外界做功,  $Q > 0$ , 即气体吸收热量

E. 气体的体积增大, 温度降低

气体的体积增大温度降低则气体的内能降低, 体积增大气体对外界做功,  $Q$ 可能等于零, 即没有热量交换过程

## 真(模拟)题研析

【考向】热力学图像问题

6. (2022·全国·高考真题) (多选) 一定量的理想气体从状态a经状态b变化到状态c, 其过程如图上的两条线段所示, 则气体在 (ABD)

A. 状态a处的压强大于状态c处的压强

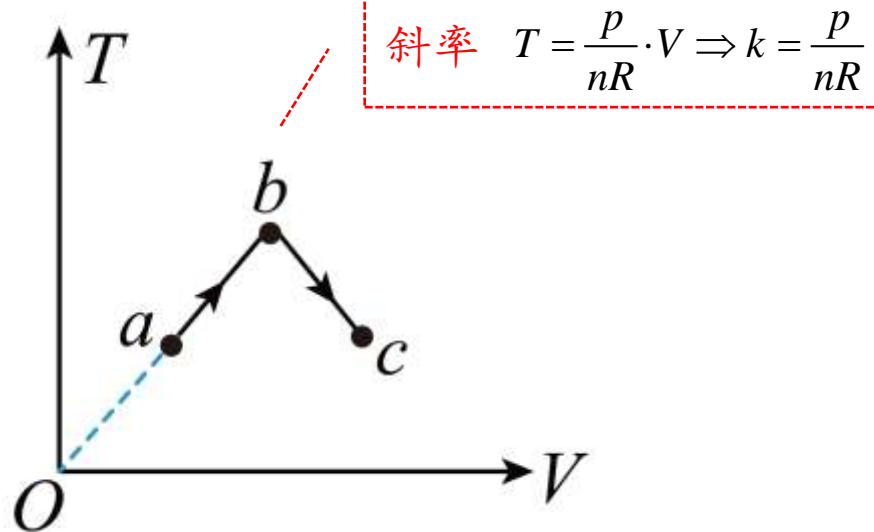
体积增大, 则气体对外做功

B. 由a变化到b的过程中, 气体对外做功

C. 由b变化到c的过程中, 气体的压强不变

D. 由a变化到b的过程中, 气体从外界吸热

E. 由a变化到b的过程中, 从外界吸收的热量等于其增加的内能



理想气体由a变化到b的过程中, 温度升高, 则内能增大,

$$\Delta U > 0, W > 0, Q = \Delta U + W \Rightarrow Q > \Delta U$$



Liu  
**THANK YOU!**