



第14讲

热学



课标内容要求

1. 了解气体实验定律。知道理想气体模型。
2. 知道热力学第一定律。
3. 理解能量守恒定律，能用能量守恒定律的观点解释自然现象
4. 通过自然界宏观过程的方向性，了解热力学第二定律

核心提炼

热学问题的模型汇总

1) 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

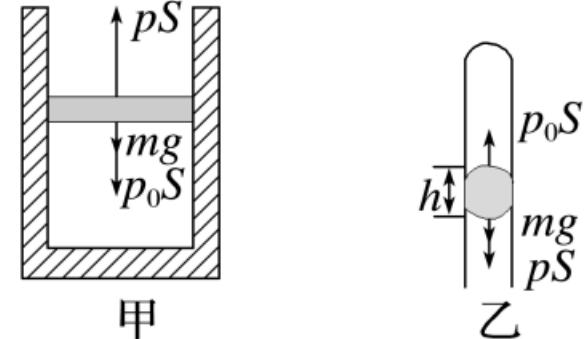
根据平衡条件或牛顿第二定律列方程。

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 $p_0S + mg = pS$ ，

$$\text{则气体的压强为 } p_0 = p_0 + \frac{mg}{S}.$$

图乙中的液柱也可以看成“活塞”，由于液柱处于平衡状态，

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



核心提炼

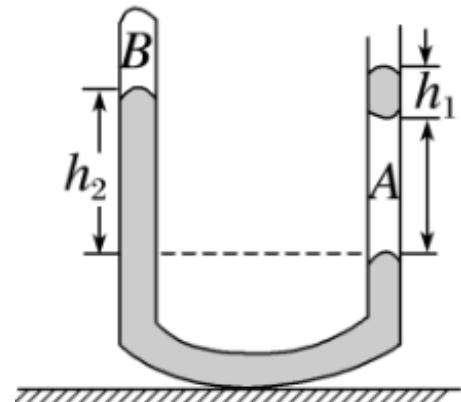
热学问题的模型汇总

1) 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。

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

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



核心提炼

热力学第一定律

$$Q = \Delta U + W$$

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

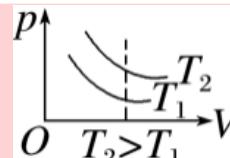
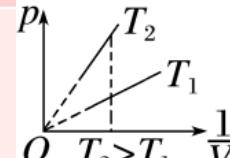
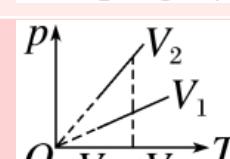
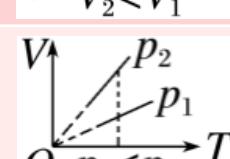
3) 选择规律列方程求解: 气体的三个实验定律, 理想气体状态方程, 热力学

第一定律

核心提炼

热力学图像问题的综合应用

1) 气体状态变化的四种图像

| 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

2) 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.

真题研析

(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^3 。

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。

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

【答案】(i) 1.41kg/m^3 ； (ii) 1.18kg/m^3

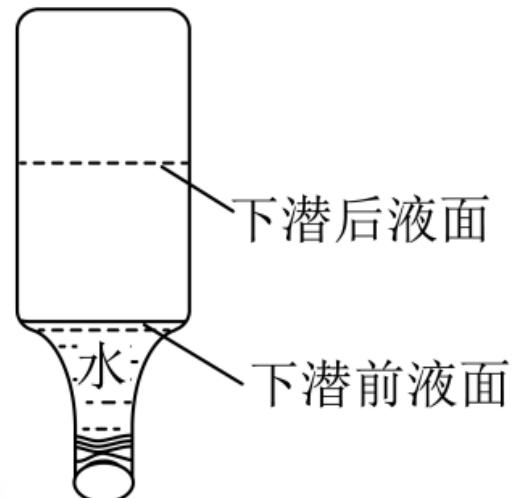
真题研析

(2022·广东·高考真题)如图,一封闭着理想气体的绝热汽缸置于水平地面上,用轻弹簧连接的两绝热活塞将汽缸分为 f 、 g 、 h 三部分,活塞与汽缸壁间没有摩擦。初始时弹簧处于原长,三部分中气体的温度、体积、压强均相等。现通过电阻丝对 f 中的气体缓慢加热,停止加热并达到稳定后(AD)

- A. h 中的气体内能增加
- B. f 与 g 中的气体温度相等
- C. f 与 h 中的气体温度相等
- D. f 与 h 中的气体压强相等

真题研析

(2022·广东·高考真题)玻璃瓶可作为测量水深的简易装置。如图所示，潜水员在水面上将80mL水装入容积为380mL的玻璃瓶中，拧紧瓶盖后带入水底，倒置瓶身，打开瓶盖，让水进入瓶中，稳定后测得瓶内水的体积为230mL。将瓶内气体视为理想气体，全程气体不泄漏且温度不变。大气压强 p_0 取 $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ ，重力加速度 $g=10\text{m/s}^2$ ，水的密度 ρ 取 $1.0 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ 。求水底的压强 p 和水的深度 h



【答案】 $p = 2.0 \times 10^5 \text{ Pa}$, $h = 10\text{m}$

真题研析

(2022·广东·高考真题)差压阀可控制气体进行单向流动，广泛应用于减震系统。如图所示，A、B两个导热良好的汽缸通过差压阀连接，A内轻质活塞的上方与大气连通，B的体积不变。当A内气体压强减去B内气体压强大于 Δp 时差压阀打开，A内气体缓慢进入B中；当该差值小于或等于 Δp 时差压阀关闭。当环境温度 $T_1=300\text{K}$ 时，A内气体体积 $V_{A1}=4.0 \times 10^{-2}\text{m}^3$ ；B内气体压强 p_{B1} 等于大气压强 p_0 。已知活塞的横截面积 $S=0.10\text{m}^2$ ， $\Delta p=0.11p_0$ ， $p_0=1.0 \times 10^5\text{Pa}$ 。重力加速度大小取 $g=10\text{m/s}^2$ ，A、B内的气体可视为理想气体，忽略活塞与汽缸间的摩擦，差压阀与连接管道内的气体体积不计，当环境温度降低到 $T_2=270\text{K}$ 时：

(1) 求B内气体压强 p_{B2} 【答案】(1) $p_{B2} = 0.9p_0$, (2) $V_{A2} = 3.6 \times 10^{-2}\text{m}^3$,

(2) 求A内气体体积 V_{A2} (3) $m=110\text{kg}$

(3) 在活塞上缓慢倒入铁砂，若B内气体压强回到 p_0 并保持不变，求已倒入铁砂的质量 m

