

选修3-3 气体实验定律的应用

◆陈凤梅

(剑川县民族中学)

摘要:通过对高中物理人教版选修3-3中近年来气体实验定律的应用考点进行分析,总结出气体实验定律的应用分类。每个类型附加一个典型例题进行剖析,进而总结出气体实验定律的规律方法及有关气体问题的易出错点。

关键词:理想气体;气体实验定律;图象类;气缸类;液柱类;变质量问题

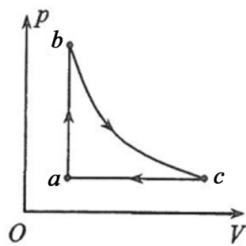
理想气体,是在任何温度、任何压强下都遵从气体实验定律的气体,是分子和分子之间没有相互作用的气体。实际气体特别是那些不易液化的气体在压强不太大,温度不太低时都可以当做理想气体来处理。一定质量的理想气体,内能仅由温度决定。一定质量的理想气体状态方程 $\frac{PV}{T} = C$ (恒量); 即 $\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$ 。一定质量的理想气体,当温度发生变化时(等温变化,又叫玻意耳定律),气体状态方程为 $P_1 V_1 = P_2 V_2$ 或 $PV = C$ (常数); 一定质量的理想气体,当体积发生变化时(等容变化,又叫查理定律),气体状态方程为 $\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$ 或 $\frac{P}{T} = C$ (常数); 一定质量的理想气体,当压强发生变化时(等压变化,又叫盖-吕萨克定律),气体状态方程为 $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$ 或 $\frac{V}{T} = C$ (常数)。

要理解气体实验定律的图象及同一气体的两条图线在同一图象中的应用情况。根据气体质量是否发生变化,分为一定质量的理想气体和变质量问题,根据研究对象可分为“气缸类”和“液柱类”,近年高考中还会以图象的形式结合热力学第一定律考查气体实验定律的应用。将其归纳如下:

图象类:【例1】(2017年全国Ⅲ卷).33.(1)(5分)如图,一定质量的理想气体从状态a出发,经过等容过程ab到达状态b,再经过等温过程bc到达状态c,最后经等压过程ca回到状态a。下列说法正确的是()。

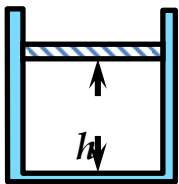
- A. 在过程ab中气体的内能增加
- B. 在过程ca中外界对气体做功
- C. 在过程ab中气体对外界做功
- D. 在过程bc中气体从外界吸收热量
- E. 在过程ca中气体从外界吸收热量

本题考查了理想气体的三种特殊状态变化,等容变化、等压变化和等温变化,考查了其中气体与外界的能量交换情况及热力学第一定律,解题时要分析清楚图象,根据理想气体状态方程与热力学第一定律解题。



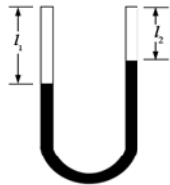
气缸类:【例2】[2014•新课标全国卷I, 33(2)]一定质量的理想气体被活塞封闭在竖直放置的圆柱形气缸内。气缸壁导热良好,活塞可沿气缸壁无摩擦地滑动。开始时气体压强为 p , 活塞下表面相对于气缸底部的高度为 h , 外界的温度为 T_0 。现取质量为 m 的沙子缓慢地倒在活塞的上表面, 沙子倒完后, 活塞下降了 $h/4$ 。若此后外界的温度变为 T , 求重新达到平衡后气体的体积。已知外界大气的压强始终保持不变, 重力加速度大小为 g 。

选取活塞为研究对象, 计算压强从受力分析, 二力平衡入手。本题的特点是“单气体对应多过程”。沙子倒在活塞上后, 气缸内压强增加, 温度不变, 玻意耳定律适用; 外界的温度改变后, 气缸内压强不变, 盖-吕萨克定律适用。不是所有的气缸类中都考虑活塞的重力, 如竖直

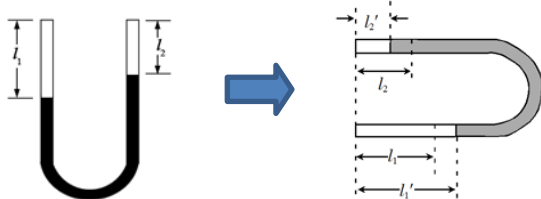


放置的活塞, 轻质活塞。对于一头大, 一头小的活塞“工型活塞”, 通过刚性杆连接, 控制两个气缸的情况, 要注意活塞的横截面积的变化。

液柱类:【例3】(2018年全国Ⅲ卷).33(2). 在两端封闭、粗细均匀的U形细玻璃管内有一股水银柱, 水银柱的两端各封闭有一段空气。当U形管两端竖直朝上时, 左、右两边空气柱的长度分别为 $l_1=18.0\text{ cm}$ 和 $l_2=12.0\text{ cm}$, 左边气体的压强为 12.0 cmHg 。现将U形管缓慢平放在水平桌面上, 没有气体从管的一边通过水银逸入另一边。求U形管平放时两边空气柱的长度。在整个过程中, 气体温度不变。



本题的特点是“多个研究对象对应单个过程”。对左管和右管中的封闭气体分别用玻意耳定律进行求解。将U形管由竖直放置变为缓慢平放在水平桌面上后, 两管内的气体压强相等, 由等温变化找出放平后两管的气长度的变化关系。对于粗细不均匀的U形管应考虑管的横截面积不同, 导致两管中升降的液柱的长度是不一样的。



变质量问题: 分析变质量问题(充气、抽气、分装、漏气问题)时, 可以通过巧妙地选择合适的研究对象, 使这类问题转化为一定质量的气体问题, 用相关规律进行解题。

【例4】: 容积为 $5 \times 10^{-3} \text{ m}^3$ 的容器内盛有理想气体, 若用最大容积为 $0.1 \times 10^{-3} \text{ m}^3$ 的活塞抽气筒抽气, 在温度不变的情况下抽气10次, 容器内剩余气体的压强是最初压强的几分之几?

气体实验定律必须是一定质量的理想气体才能使用, 所以本题可把抽气过程等效成容器与抽气筒相通, 所以每次抽气可视为质量一定的气体体积增大 ΔV (抽气筒容积为 ΔV), 用玻意耳定律列出相关方程即可。

在高考考题中, 气体实验定律的应用一般会以选择题和计算题的形式出现。通过教学, 总结出分析气体状态变化问题的三个要点(1)阶段性: 弄清一个物理过程分为哪几个阶段, 分别找出这部分气体状态发生变化前后的 P 、 V 、 T 数值或表达式, 其中压强的确定是关键; (2)联系性: 找出几个阶段之间是由什么物理量联系起来的; (3)规律性: 明确哪个阶段应遵循什么实验定律。

学生暴露出的有关气体问题的易出错点: (1)不能正确地分析气体的状态参量, 特别是压强参量。(2)对于多过程的问题不能恰当地选取两个状态列方程。(3)对于两部分气体不能正确地建立起它们之间状态参量的关系。(4)不能挖掘关键词语的隐含条件, 如“绝热”、“导热”、“缓慢”的含义等。(5)不能根据气体体积的变化判断做功的正负, 从而不能应用热力学第一定律正确地求解。

我们经常说的要活用知识点, 其本质是在于情境的转化, 把问题中的实际情境转化成解决问题的物理情境, 建立相应的物理模型, 培养学生用物理观念思考问题, 应用物理知识分析解决问题。

参考文献:

- [1]普通高中课程标准实验教科书物理选修3-3 课本; 人民教育出版社 课程教材研究所 物理课程研究开发中心 编著; 人民教育出版社 2010.04