

《气体的等温变化》教案

●课标要求

1. 知道什么叫作气体的等温变化。
2. 学会通过实验的手段探究气体等温变化的规律，体验科学探究过程。
3. 理解气体等温变化的 $p-V$ 图像及其意义。
4. 会用玻意耳定律进行有关计算。

新课程学案
让核心素养落地生根

1 自学新教材·注重基础性

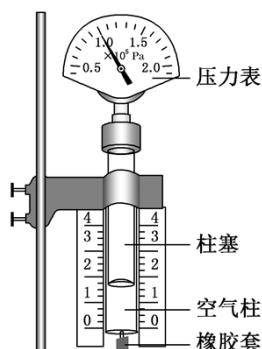
一、探究气体等温变化的规律

1. 填一填

(1)等温变化：一定质量的气体，在温度不变的条件下，其压强与体积变化时的关系。

(2)实验探究

①实验装置：如图所示。

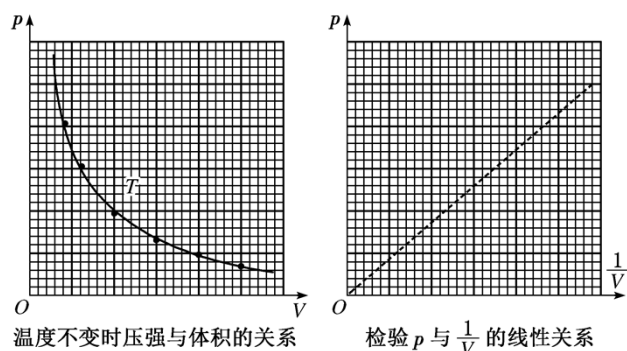


②研究对象：注射器内被封闭的空气柱。

③物理量的测量：空气柱的长度 l 可以通过刻度尺读出，体积 V 等于长度 l 与横截面积 S 的乘积。空气柱的压强 p 可以从与注射器内空气柱相连的压力表读取。

④数据分析：

以压强 p 为纵坐标，以体积 V 或 $\frac{1}{V}$ 为横坐标，做出 $p-V$ 图像和 $p-\frac{1}{V}$ 图像。



⑤实验结果：压强跟体积的倒数成正比，即压强与体积成反比。

2. 判一判

- (1)在探究气体压强、体积两个状态参量之间关系时采用控制变量法。(✓)
- (2)在保持气体温度不变的情况下，气体的压强跟体积一定成反比。(×)
- (3)要保证注射器内空气柱的温度不变，改变气柱体积时应缓慢操作。(✓)

3. 选一选

一定质量的气体在温度保持不变时，压强增大到原来的 4 倍，则气体的体积变为原来的()

- | | |
|------------------|------------------|
| A. 4 倍 | B. 2 倍 |
| C. $\frac{1}{2}$ | D. $\frac{1}{4}$ |

解析：选 D 一定质量的气体在温度保持不变时，压强与体积成反比，故当压强增大到原来的 4 倍时，气体的体积应变为原来的 $\frac{1}{4}$ ，选项 D 正确。

二、玻意耳定律

1. 填一填

- (1)内容：一定质量的某种气体，在温度不变的情况下，压强 p 与体积 V 成反比。
- (2)公式： $pV=C$ 或 $p_1V_1=p_2V_2$ 。
- (3)适用条件：气体的质量不变，温度不变。

2. 判一判

- (1)玻意耳定律是英国科学家玻意耳和法国科学家马略特各自通过实验发现的。(✓)
- (2)公式 $pV=C$ 中的 C 是常量，是一个与气体无关的参量。(×)
- (3)对于温度不同的同种气体， C 值是相同的。(×)

3. 选一选

[多选]一定质量的气体，在等温变化过程中，下列物理量发生变化的是()

- | | |
|------------|--------------|
| A. 分子的平均速率 | B. 单位体积内的分子数 |
| C. 气体的压强 | D. 分子总数 |

解析：

选 BC 由于等温变化, 温度不变, 分子的平均动能不变, 分子的平均速率不发生变化, 选项 A 错误; 由于是针对一定质量的气体, 所以气体的分子总数也不变, 选项 D 错误; 在等温变化中, p 和 V 发生变化, 单位体积内分子数也发生变化, 故选项 B、C 正确。

新课程学案
让核心素养落地生根

2

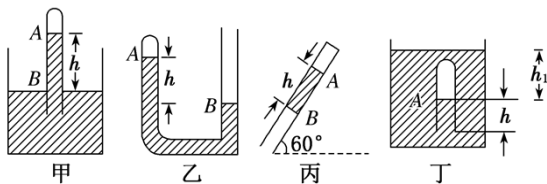
提升新能·注重综合性

突破点

封闭气体压强的计算

[学透活用]

[典例 1] 若已知大气压强为 p_0 , 下列图中各装置均处于静止状态, 图中液体密度均为 ρ , 求被封闭气体的压强。



[解析] 在题图甲中, 以高为 h 的液注为研究对象, 由二力平衡知 $p_A S = -\rho g h S + p_0 S$, 所以 $p_A = p_0 - \rho g h$

在题图乙中, 以 B 液面为研究对象, 由平衡方程 $F_{\uparrow} = F_{\downarrow}$, 有 $p_A S + \rho g h S = p_0 S$, $p_A = p_0 - \rho g h$

在题图丙中, 以 B 液面为研究对象,

有 $p_A + \rho g h \sin 60^\circ = p_B = p_0$,

所以 $p_A = p_0 - \frac{\sqrt{3}}{2} \rho g h$

在题图丁中, 以液面 A 为研究对象,

由二力平衡得 $p_A S = (p_0 + \rho g h_1) S$,

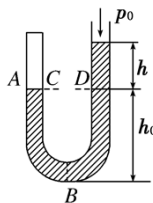
所以 $p_A = p_0 + \rho g h_1$ 。

[答案] 甲: $p_0 - \rho g h$ 乙: $p_0 - \rho g h$ 丙: $p_0 - \frac{\sqrt{3}}{2} \rho g h$

丁: $p_0 + \rho g h_1$

[规律方法]

封闭气体压强的求解方法



(1) 容器静止或匀速运动时封闭气体压强的计算:

① 取等压面法

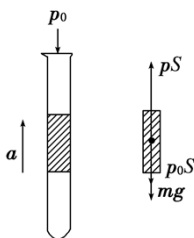
根据同种液体在同一水平液面处压强相等，在连通器内灵活选取等压面。由两侧压强相等列方程求解压强。

例如，图中同一液面 C 、 D 处压强相等，则 $p_A = p_0 + p_h$ 。

②力平衡法

选与封闭气体接触的液柱(或活塞、汽缸)为研究对象进行受力分析，由 $F_{\text{合}} = 0$ 列式求气体压强。

(2)容器加速运动时封闭气体压强的计算：



当容器加速运动时，通常选与气体相关联的液柱、汽缸或活塞为研究对象，并对其进行受力分析，然后由牛顿第二定律列方程，求出封闭气体的压强。

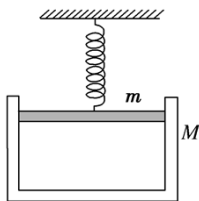
如图所示，当竖直放置的玻璃管向上加速运动时，对液柱受力分析有：

$$pS - p_0S - mg = ma$$

$$\text{得 } p = p_0 + \frac{m(g+a)}{S}.$$

[对点练清]

1.



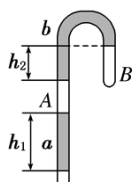
如图所示，活塞的质量为 m ，缸套的质量为 M ，通过弹簧吊在天花板上，汽缸内封有一定质量的气体，缸套和活塞间无摩擦，活塞面积为 S ，则(大气压强为 p_0)()

- A. 封闭气体的压强 $p = p_0 + \frac{mg}{S}$
- B. 封闭气体的压强 $p = p_0 + \frac{(M+m)g}{S}$
- C. 封闭气体的压强 $p = p_0 - \frac{Mg}{S}$
- D. 封闭气体的压强 $p = \frac{mg}{S}$

解析：选 C 研究缸套的受力情况，受到重力和上下气体压力的作用，根据平衡条件

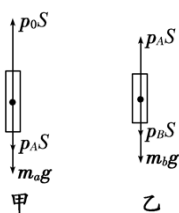
可知, $Mg + pS = p_0S$, 解得 $p = p_0 - \frac{Mg}{S}$, 选项 C 正确, A、B、D 错误。

2.



如图所示，竖直放置的 U 形管，左端开口，右端封闭，管内有 a 、 b 两段水银柱，将 A 、 B 两段空气柱封闭在管内。已知水银柱 a 长 10 cm，水银柱 b 两个液面间的高度差为 5 cm，大气压强为 75 cmHg，求空气柱 A 、 B 的压强。

解析：



设气体 A 、 B 产生的压强分别为 p_A 、 p_B ，管横截面积为 S ，取 a 液柱为研究对象进行受力分析，如图甲所示，得 $p_AS + m_ag = p_0S$ ，

$$\text{而 } p_aS = \rho gh_1S = m_ag,$$

$$\text{故 } p_AS + p_aS = p_0S$$

$$\text{所以 } p_A = p_0 - p_a = 75 \text{ cmHg} - 10 \text{ cmHg} = 65 \text{ cmHg}.$$

取液柱 b 为研究对象进行受力分析，如图乙所示，同理可得 $p_BS + p_bS = p_AS$

$$\text{所以 } p_B = p_A - p_b = 65 \text{ cmHg} - 5 \text{ cmHg} = 60 \text{ cmHg}.$$

答案：65 cmHg 60 cmHg

突破点二

玻意耳定律的理解及应用

[学透活用]

1. 成立条件：玻意耳定律 $p_1V_1 = p_2V_2$ 是实验定律，只有在气体质量一定、温度不变的条件才成立。

2. 常量 C ：玻意耳定律的数学表达式 $pV = C$ 中的常量 C 不是一个普适恒量，它与气体的种类、质量、温度有关，对一定质量的气体，温度越高，该恒量 C 越大。

3. 应用玻意耳定律的思路

(1) 确定研究对象，并判断是否满足玻意耳定律成立的条件。

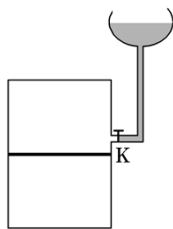
(2) 确定始末状态及状态参量 (p_1 、 V_1 ， p_2 、 V_2)。

(3) 根据玻意耳定律列方程： $p_1V_1 = p_2V_2$ ，代入数值求解(注意各状态参量要统一单位)。

(4) 注意分析题目中的隐含条件，必要时还应由力学或几何知识列出辅助方程。

(5) 有时要检验结果是否符合实际，对不符合实际的结果要舍去。

[典例 2]



(2018·全国卷 I) 如图, 容积为 V 的汽缸由导热材料制成, 面积为 S 的活塞将汽缸分成容积相等的上下两部分, 汽缸上部通过细管与装有某种液体的容器相连, 细管上有一阀门 K。开始时, K 关闭, 汽缸内上下两部分气体的压强均为 p_0 。现将 K 打开, 容器内的液体缓慢地流入汽缸, 当流入的液体体积为 $\frac{V}{8}$ 时, 将 K 关闭, 活塞平衡时其下方气体的体积减小了 $\frac{V}{6}$ 。不计活塞的质量和体积, 外界温度保持不变, 重力加速度大小为 g 。求流入汽缸内液体的质量。

[解析] 设活塞再次平衡后, 活塞上方气体的体积为 V_1 , 压强为 p_1 ; 活塞下方气体的体积为 V_2 , 压强为 p_2 。在活塞下移的过程中, 活塞上、下方气体的温度均保持不变, 由玻意耳定律得

$$p_0 \frac{V}{2} = p_1 V_1$$

$$p_0 \frac{V}{2} = p_2 V_2$$

由已知条件得

$$V_1 = \frac{V}{2} + \frac{V}{6} - \frac{V}{8} = \frac{13}{24}V$$

$$V_2 = \frac{V}{2} - \frac{V}{6} = \frac{V}{3}$$

设活塞上方液体的质量为 m , 由力的平衡条件得

$$p_2 S = p_1 S + mg$$

联立以上各式得

$$m = \frac{15p_0 S}{26g}。$$

[答案] $\frac{15p_0 S}{26g}$

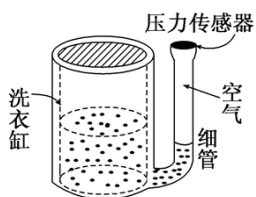
[规律方法]

运用玻意耳定律的解题关键

应用玻意耳定律求解时, 要明确研究对象, 确认温度不变, 根据题目的已知条件和求解的问题, 分别找出初、末状态的参量, 其中正确确定压强是解题的关键。

[对点练清]

1.

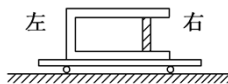


如图所示，某种自动洗衣机进水时，与洗衣缸相连的细管中会封闭一定质量的空气，通过压力传感器感知管中的空气压力，从而控制进水量。设温度不变，洗衣缸内水位升高，则细管中被封闭的空气()

- A. 体积不变，压强变小 B. 体积变小，压强变大
C. 体积不变，压强变大 D. 体积变小，压强变小

解析：选 B 水位升高，封闭气体体积减小，由玻意耳定律 $pV=C$ 可知压强变大，选项 B 正确。

2.



如图所示，一汽缸水平固定在静止的小车上，一质量为 m ，面积为 S 的活塞将一定量的气体封闭在汽缸内，平衡时活塞与汽缸底相距为 L 。现让小车以一较小的水平恒定加速度向右运动，稳定时发现活塞相对于汽缸移动了距离 d 。已知大气压强为 p_0 ，不计汽缸和活塞间的摩擦；且小车运动时，大气对活塞的压强仍可视为 p_0 ；整个过程温度保持不变。求小车加速度的大小。

解析：设小车加速度大小为 a ，稳定时汽缸内气体的压强为 p_1 ，则活塞受到汽缸内外气体的压力分别为：

$$F_1 = p_1 S, F_0 = p_0 S,$$

$$\text{由牛顿第二定律得：} F_1 - F_0 = ma,$$

小车静止时，在平衡状态下，汽缸内气体的压强应为 p_0 。

$$\text{由玻意耳定律得：} p_1 V_1 = p_0 V_0,$$

$$\text{式中 } V_0 = SL, V_1 = S(L-d),$$

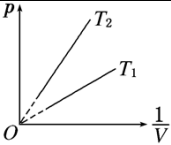
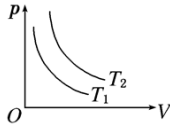
$$\text{联立以上各式得：} a = \frac{p_0 S d}{m(L-d)}.$$

$$\text{答案：} \frac{p_0 S d}{m(L-d)}$$

突破点三

等温变化的图像及应用

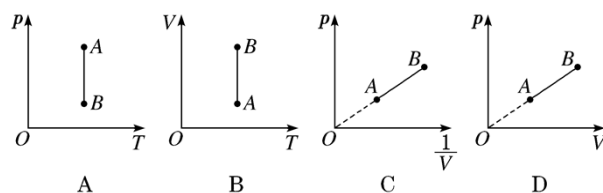
[学透活用]

两种图线 内容	$p-\frac{1}{V}$ 图线	$p-V$ 图线
图线 特点		
物理意义	一定质量的气体，温度不变时， p 与 $\frac{1}{V}$ 成正比，在 $p-\frac{1}{V}$ 图像上的等温线应是过原点的直线	一定质量的气体，在温度不变的情况下， p 与 V 成反比，因此等温过程的 $p-V$ 图线是双曲线的一支
温度高低	直线的斜率为 p 与 V 的乘积，斜率越大， pV 乘积越大，温度就越高，图中 $T_2 > T_1$	一定质量的气体，温度越高，气体压强与体积的乘积必然越大，在 $p-V$ 图上的等温线就越高，图中 $T_1 < T_2$

[典例 3]



如图所示，空的薄金属筒开口向下静止于恒温透明液体中，筒中液面与 A 点齐平。现缓慢将其压到更深处，筒中液面与 B 点齐平，不计气体分子间相互作用，且筒内气体无泄漏。下列图像中能体现筒内气体从状态 A 到状态 B 变化过程的是()



[解析] 外界温度恒定，封闭气体做等温变化，根据玻意耳定律列式： $p_A V_A = p_B V_B$ ，分析题干信息， $V_A > V_B$ ，则压强 $p_A < p_B$ ，据此可知， $p-T$ 图像为平行于 p 轴的直线，但 $p_A < p_B$ ； $V-T$ 图像为平行于 V 轴的直线，但 $V_A > V_B$ ； $p-\frac{1}{V}$ 图像为过原点的倾斜直线； $p-V$ 图像为双曲线的一支。结合参量的大小关系，选项 C 正确，A、B、D 错误。

[答案] C

[规律方法]

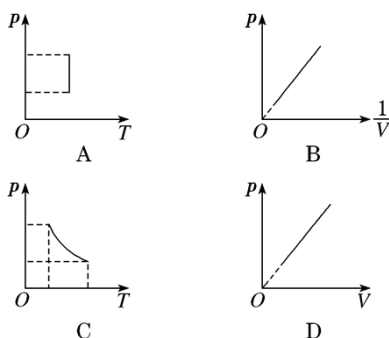
等温线问题的处理技巧

(1) p - V 图线与 p - $\frac{1}{V}$ 图线都能反映气体等温变化的规律,分析问题时一定要注意区分两个图线的不同形状。

(2) p - $\frac{1}{V}$ 图像是一条直线, p - V 图像是双曲线的一支,处理问题时,应先明确图像的具体形状,再做相应的分析。

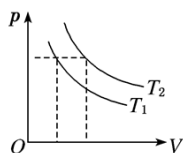
[对点练清]

1. [多选]如图所示, p 表示压强, V 表示体积, T 为热力学温度,下图中能正确描述一定质量的气体发生等温变化的是()



解析:选AB A图中可以直接看出温度不变;B图说明 $p \propto \frac{1}{V}$,即 $pV=\text{常量}$,是等温过程;C图是双曲线的一支,但横坐标是温度,温度在变化,故不是等温线;D图的 p - V 图线不是双曲线,故也不是等温线,故选项A、B正确,C、D错误。

2.



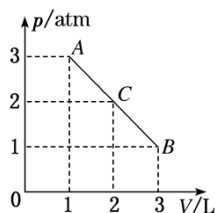
[多选]如图所示为一定质量的气体在不同温度下的两条等温线,则下列说法正确的是()

- A. 从等温线可以看出,一定质量的气体在发生等温变化时,其压强与体积成反比
- B. 一定质量的气体,在不同温度下的等温线是不同的
- C. 由图可知 $T_1 > T_2$
- D. 由图可知 $T_1 < T_2$

解析:选ABD 因为等温线是双曲线的一支,说明压强与体积成反比,A正确;一定质量的气体,体积一定时,温度越高,压强越大,所以不同温度下的等温线是不同的,B、D正确,C错误。

3. 如图所示,一定质量的封闭气体由状态A沿直线AB变化到状态B

，在此过程中气体温度的变化情况是()



- A. 一直升高 B. 一直降低
C. 先升高后降低 D. 先降低后升高

解析：选 C 由于同一等温线上的各点 pV 值相同，而 pV 值较大的点所在的双曲线离坐标原点较远，因而对应的温度也较高。由题图可知 A 、 B 两点的 pV 值相同， A 、 B 两点应在同一等温线上，而 AB 直线中点 C 对应的 pV 值比气体在 A 、 B 状态时的 pV 值大，即温度比气体在 A 、 B 状态时高，故气体由状态 A 沿直线 AB 变化到状态 B 的过程中，温度先升高后降低，C 正确。

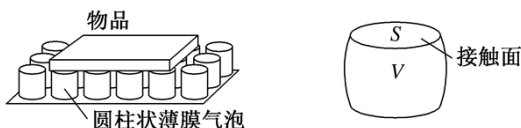
新课程学案
让核心素养落地生根

3 训练新素养·注重应用性

一、薄膜气泡减震垫(物理观念)

[选自鲁科版新教材课后练习]

一种减震垫如图所示，上面布满了圆柱状薄膜气泡，每个气泡内充满体积为 V_0 、压强为 p_0 的气体。当平板状物品平放在气泡上时，气泡被压缩。若气泡内气体温度保持不变，当体积被压缩到 V 时，气泡与物品接触面的面积为 S 。求此时每个气泡内气体对接触面处薄膜的压力。



[解析] 设压力为 F ，压缩后气体的压强为 p ，由玻意耳定律可得： $p_0V_0=pV$ 。

泡内气体对接触面处薄膜的压力 $F=pS$ 。

$$\text{解得：} F = \frac{V_0}{V} p_0 S。$$

$$\text{[答案]} \quad \frac{V_0}{V} p_0 S$$

二、典题好题发掘，练典题做一当十

[选自鲁科版新教材“例题”]

如图所示，将粗细均匀且一端开口的玻璃管放置在水平桌面上，管内用长为 h 的水银封闭着一段长度为 l_0 的空气柱。已知大气压强为 p_0 ，当把玻璃管开口朝上缓慢地竖立起来时，管内空气柱的长度变为多少？

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。

如要下载或阅读全文，请访问：

<https://d.book118.com/928040066077007032>