

《气体的等压变化和等容变化》教案

◎ 课标要求

1. 知道什么是等压变化和等容变化。
2. 知道盖吕萨克定律和查理定律的内容和表达式。
3. 知道 $V-T$ 图像和 $p-T$ 图像及其物理意义。
4. 能利用盖吕萨克定律和查理定律处理有关的气体问题。
5. 知道理想气体及其特点，会用分子动理论定性解释气体实验定律。

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、气体的等压变化

1. 填一填

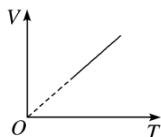
(1) 等压变化：一定质量的某种气体，在压强不变时，体积随温度变化的过程。

(2) 盖吕萨克定律

① 内容：一定质量的某种气体，在压强不变的情况下，其体积 V 与热力学温度 T 成正比。

② 表达式： $V=CT$ (其中 C 是常量)，或 $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$ 。

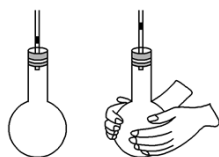
(3) 等压线(如图所示)



2. 判一判

- (1) 气体的温度升高时，体积一定增大。(×)
- (2) 一定质量的气体，在压强不变的情况下，体积与温度成正比。(×)
- (3) 一定质量的气体，在压强不变的情况下，其 $V-T$ 图像是一条过原点的直线。(√)

3. 想一想



如图所示，用双手捂住烧瓶，发现竖直细管中的液柱上升了，试分析烧瓶中的被封气体发生了怎样的变化？

提示：烧瓶中气体的压强不变，用双手捂住烧瓶，瓶内气体温度升高，体积增大，细管中的液柱上升。

二、气体的等容变化

1. 填一填

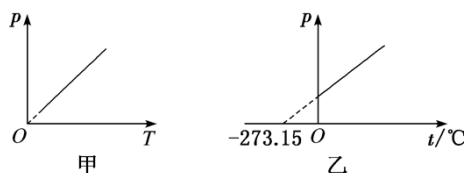
(1)等容变化：一定质量的某种气体，在体积不变时，压强随温度变化的过程。

(2)查理定律：

①文字表述：一定质量的某种气体，在体积不变的情况下，压强 p 与热力学温度 T 成正比。

②符号表达： $p=CT$ (其中 C 为常量)，或 $\frac{p_1}{T_1}=\frac{p_2}{T_2}$ 。

③图像表达



④适用条件：气体的质量不变，气体的体积不变。

2. 判一判

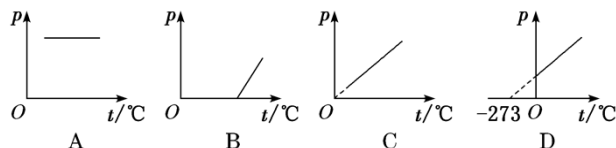
(1)一定质量的气体做等容变化时，气体的压强与温度成正比。(×)

(2)一定质量的气体在体积不变的情况下，压强 p 与摄氏温度 t 存在线性关系。(√)

(3)一定质量的某种气体在体积不变的情况下，当气体的温度由 $27\text{ }^{\circ}\text{C}$ 增加到 $54\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时，其压强将由 p_0 增加到 $2p_0$ 。(×)

3. 选一选

描述一定质量的气体在等容变化过程的图线是图中的()



解析：选 D 等容变化过程的 $p-t$ 图线在 t 轴上的交点坐标是 $(-273\text{ }^{\circ}\text{C}, 0)$ ，故 D 正确。

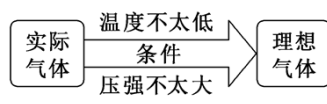
三、理想气体和气体实验定律的微观解释

1. 填一填

(1)理想气体

①定义：在任何温度、任何压强下都遵从气体实验定律的气体。

②理想气体与实际气体：



(2)气体实验定律的微观解释

玻意耳定律	一定质量的某种理想气体，温度保持不变时，分子的平均动能是一定的。在这种情况下，体积减小时，分子数密度增大，单位时间内、单位面积上碰撞器壁的分子数就多，气体的压强就增大
盖吕萨克定律	一定质量的某种理想气体，温度升高时，分子的平均动能增大。只有气体的体积同时增大，使分子数密度减小，才能保持压强不变
查理定律	一定质量的某种理想气体，体积保持不变时，分子数密度保持不变。在这种情况下，温度升高时，分子的平均动能增大，气体的压强就增大

2. 判一判

- (1)实际气体在常温常压下可看作理想气体。(√)
- (2)理想气体是为了研究问题的方便提出的一种理想化模型。(√)
- (3)一定质量的理想气体，体积增大，单位体积内的分子数减少，气体的压强一定减小。

(×)

3. 想一想



如图所示的储气罐中存有高压气体，在其状态发生变化时，还遵守气体实验定律吗？低温状态下，气体还遵守实验定律吗？为什么？

提示：在高压、低温状态下，气体状态发生改变时，将不会严格遵守气体实验定律，因为在高压、低温状态下，气体的状态可能已接近或已达到液态，故气体实验定律将不再适用。

新课程学案
让核心素养落地生根

2 提升新知能·注重综合性

突破点一

盖吕萨克定律的理解及应用

[学透活用]

1. 适用条件：气体的质量一定，压强不变且不太大(小于几个大气压)，温度不太低(不低于零下几十摄氏度)。

2. 在摄氏温标下，盖吕萨克定律的表述

一定质量的某种气体，在压强不变的情况下，温度每升高(或降低)1 ℃，增大(或减小)

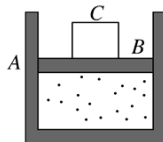
的体积等于它在 $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时体积的 $\frac{1}{273}$ 。

数学表达式为 $\frac{V_t - V_0}{t} = \frac{V_0}{273}$ 或 $V_t = V_0 \left(1 + \frac{t}{273} \right)$ 。

3. 推论：一定质量的气体，从初状态(V 、 T)开始，发生等压变化，其体积变化 ΔV 和

温度的变化 ΔT 间的关系为 $\frac{\Delta V}{\Delta T} = \frac{V}{T}$ 或 $\Delta V = \frac{\Delta T}{T} \cdot V$ 。

[典例 1]



如图所示，汽缸 A 中封闭有一定质量的气体，活塞 B 与 A 的接触是光滑的且不漏气， B 上放一重物 C ， B 与 C 的总重力为 G ，大气压为 p_0 。当汽缸内气体温度是 $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时，活塞与汽缸底部距离为 h_1 ；当汽缸内气体温度是 $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时，活塞与汽缸底部的距离是多少？

[解析] 初状态：

$$T_1 = 273\text{ K} + 20\text{ K} = 293\text{ K}, \quad V_1 = h_1 S,$$

末状态： $T_2 = 273\text{ K} + 100\text{ K} = 373\text{ K}$ ， $V_2 = h_2 S$ ，其中 S 为活塞的横截面积，根据盖吕

萨克定律： $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$

$$\text{得：} V_2 = \frac{V_1}{T_1} T_2, \text{ 即 } h_2 = \frac{h_1}{T_1} T_2 = \frac{h_1}{293} \times 373 = 1.27 h_1.$$

[答案] $1.27 h_1$

[规律方法]

应用盖吕萨克定律解题的一般步骤

- (1) 确定研究对象，即某被封闭气体。
- (2) 分析状态变化过程，明确初、末状态，确认在状态变化过程中气体的质量和压强保持不变。
- (3) 分别找出初、末两状态的温度、体积。
- (4) 根据盖吕萨克定律列方程求解。
- (5) 分析所求结果是否合理。

[对点练清]

1. 一定质量的理想气体在等压变化中体积增大了 $\frac{1}{2}$ ，若气体原来温度为 $27\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，则温度的变化是()

A. 升高了 450 K

B. 升高了 $150\text{ }^{\circ}\text{C}$

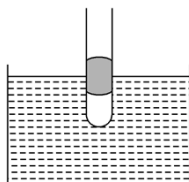
C. 升高了 $40.5\text{ }^{\circ}\text{C}$

D. 升高了 $450\text{ }^{\circ}\text{C}$

解析: 选 B 根据盖吕萨克定律, 可得 $\frac{\Delta V}{\Delta T} = \frac{V_1}{T_1}$, $\Delta T = \frac{T_1}{V_1} \Delta V = \frac{(273+27)\text{ K}}{V} \times \frac{1}{2} V = 150$

K, 升高了 150 K 和升高了 $150\text{ }^{\circ}\text{C}$ 是等效的, 故 B 正确。

2.



如图所示, 某同学用封有气体的玻璃管来测绝对零度。当容器水温是 30 刻度线时, 空气柱长度为 30 cm ; 当水温是 90 刻度线时, 空气柱的长度是 36 cm , 则该同学测得的绝对零度相当于刻度线()

A. -273

B. -270

C. -268

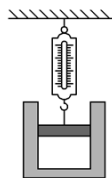
D. -271

解析: 选 B 当水温为 30 刻度线时, $V_1=30S$; 当水温为 90 刻度线时, $V_2=36S$, 设 T

$=t_{\text{刻度}}+x$, 由盖吕萨克定律得 $\frac{30S}{t_{\text{刻度}}+30} = \frac{36S}{t_{\text{刻度}}+90}$, 解得 $t_{\text{刻度}}=270$ 刻度线, 故绝对零度相

当于 -270 刻度线, 选项 B 正确。

3.



[多选]如图所示, 在一个圆柱形导热汽缸中, 用活塞封闭了一部分理想气体, 活塞与汽缸壁间是密封而光滑的。用一弹簧测力计挂在活塞上, 将整个汽缸悬挂在天花板上, 当外界温度升高(大气压不变)时()

A. 弹簧测力计示数变大

B. 弹簧测力计示数不变

C. 汽缸下降

D. 汽缸内气体压强变大

解析: 选 BC 弹簧测力计上的拉力跟汽缸和活塞总重力相等, 当气温升高时, 不影响弹簧弹力大小, 所以示数不变, 故 A 错误, B 正确; 以汽缸为研究对象可知, 最终达到平衡时, 汽缸重力与汽缸内压力之和等于大气压力, 因为重力和大气压力均不变, 所以汽缸内压力不变, 即汽缸内气体压强不变, 故 D 错误; 温度升高, 气体的体积膨胀, 汽缸下降, 故 C 正确。

1. 对查理定律的理解

(1)查理定律是实验定律,是由法国科学家查理通过实验发现的。

(2)适用条件: 气体质量一定, 体积不变, 压强不太大(小于 n 个大气压), 温度不太低(不低于零下几十摄氏度)。

(3)一定质量的某种气体在体积不变的情况下, 升高(或降低)相同的温度, 所增加(或减小)的压强是相同的。

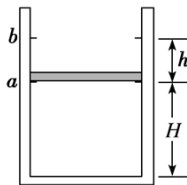
2. 液柱或活塞移动类问题分析思路

(1)先假设液柱或活塞不发生移动, 两部分气体均做等容变化。

(2)对两部分气体分别应用查理定律的分比形式 $\Delta p = \frac{\Delta T}{T} p$, 求出每部分气体压强的变化量 Δp , 并加以比较。

(3)如果液柱或活塞两端的横截面积不相等, 则应比较液柱或活塞两端的受力变化 $\Delta p S$ 。

[典例 2]



(2018·全国卷Ⅱ)如图, 一竖直放置的汽缸上端开口, 汽缸壁内有卡口 a 和 b , a 、 b 间距为 h , a 距缸底的高度为 H ; 活塞只能在 a 、 b 间移动, 其下方密封有一定质量的理想气体。已知活塞质量为 m , 面积为 S , 厚度可忽略, 活塞和汽缸壁均绝热, 不计它们之间的摩擦。开始时活塞处于静止状态, 上、下方气体压强均为 p_0 , 温度均为 T_0 。现用电热丝缓慢加热汽缸中的气体, 直至活塞刚好到达 b 处。求此时汽缸内气体的温度以及在此过程中气体对外所做的功。重力加速度大小为 g 。

[解析] 开始时活塞位于 a 处, 加热后, 汽缸中的气体先经历等容过程, 直至活塞开始运动。设此时汽缸中气体的温度为 T_1 , 压强为 p_1 , 根据查理定律有

$$\frac{p_0}{T_0} = \frac{p_1}{T_1} \quad (1)$$

根据力的平衡条件有

$$p_1 S = p_0 S + mg \quad (2)$$

$$\text{联立(1)(2)式可得 } T_1 = \left(1 + \frac{mg}{p_0 S}\right) T_0 \quad (3)$$

此后, 汽缸中的气体经历等压过程, 直至活塞刚好到达 b 处, 设此时汽缸中气体的温度为 T_2 ; 活塞位于 a 处和 b 处时气体的体积分别为 V_1 和 V_2 。根据盖吕萨克定律有

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \quad (4)$$

式中

$$V_1 = SH \text{ ⑤}$$

$$V_2 = S(H+h) \text{ ⑥}$$

联立③④⑤⑥式解得

$$T_2 = \left(1 + \frac{h}{H}\right) \left(1 + \frac{mg}{p_0 S}\right) T_0 \text{ ⑦}$$

从开始加热到活塞到达 b 处的过程中, 汽缸中的气体对外做的功为

$$W = (p_0 S + mg)h \text{ ⑧}$$

[答案] $\left(1 + \frac{h}{H}\right) \left(1 + \frac{mg}{p_0 S}\right) T_0 \quad (p_0 S + mg)h$

[规律方法]

1. 查理定律的推论

查理定律 $\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$	推论 $\Rightarrow$	$\frac{p}{T} = \frac{\Delta p}{\Delta T}$ 或 $\Delta p = \frac{p}{T} \Delta T$
--	------------------	---

2. 应用查理定律解题的一般步骤

- (1) 确定研究对象, 即被封闭的气体。
- (2) 分析被研究气体在状态变化时是否符合定律的适用条件: 质量一定, 体积不变。
- (3) 确定初、末两个状态的温度、压强。
- (4) 根据查理定律列式求解。
- (5) 求解结果并分析、检验。

[对点练清]

1. 一定质量的气体, 在体积不变的情况下, 温度由 0°C 升高到 10°C 时, 其压强的增加量为 Δp_1 , 当它由 100°C 升高到 110°C 时, 其压强的增加量为 Δp_2 , 则 Δp_1 与 Δp_2 之比是 ()

A. $10:1$

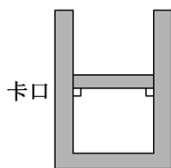
B. $373:273$

C. $1:1$

D. $383:283$

解析: 选 C 由查理定律得 $\Delta p = \frac{p}{T} \Delta T$, 一定质量的气体在体积不变的条件下 $\frac{p}{T} = \text{恒量}$, 温度由 0°C 升高到 10°C 和由 100°C 升高到 110°C , $\Delta T = 10\text{ K}$ 相同, 故压强的增量 $\Delta p_1 = \Delta p_2$, C 正确。

2.



开口向上、内壁光滑的汽缸竖直放置，开始时质量不计的活塞停在卡口处，气体温度为 $27\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，压强为 $0.9\times 10^5\text{ Pa}$ ，体积为 $1\times 10^{-3}\text{ m}^3$ 。现缓慢加热缸内气体，试通过计算判断当气体温度为 $67\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时活塞是否离开卡口。(已知外界大气压强 $p_0=1\times 10^5\text{ Pa}$)

解析：活塞刚好离开卡口时，压强为 $p_2=p_0$ ，由于气体为等容变化，根据查理定律，得 $\frac{p_1}{T_1}=\frac{p_2}{T_2}$ ，

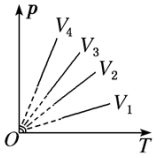
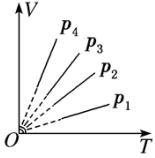
代入数据得 $T_2=333\text{ K}$ ，

因为 $67\text{ }^{\circ}\text{C}=340\text{ K}>333\text{ K}$ ，故活塞已经离开卡口。

答案：当气体温度为 $67\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时活塞已经离开卡口

突破点三	p - T 图像和 V - T 图像
[学透用活]	

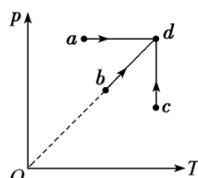
1. p - T 图像与 V - T 图像的比较

不同点	图像		
	纵坐标	压强 p	体积 V
	斜率意义	体积的倒数，斜率越大，体积越小， $V_4<V_3<V_2<V_1$	压强的倒数，斜率越大，压强越小， $p_4<p_3<p_2<p_1$
相同点	①都是一条通过原点的倾斜直线 ②横坐标都是热力学温度 T ③都是斜率越大，气体的另外一个状态参量越小		

2. 对于 p - T 图像与 V - T 图像的注意事项

- (1)首先要明确是 p - T 图像还是 V - T 图像。
- (2)不是热力学温标的先转换为热力学温标。
- (3)解决问题时要将图像与实际情况相结合。

[典例 3]



[多选]如图所示为一定质量的气体的三种变化过程，以下四种解释中，正确的是()

- A. a 到 d 的过程中气体体积增加
- B. b 到 d 的过程中气体体积不变
- C. c 到 d 的过程中气体体积增加

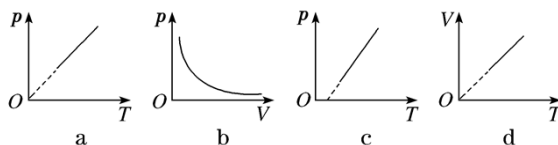
D. a 到 d 的过程中气体体积减小

[解析] 在 $p-T$ 图线上等容线的延长线是过坐标原点的直线, 且体积越大, 直线的斜率越小, 由此可知, $V_a < V_b = V_d < V_c$, 所以选项 A、B 正确。

[答案] AB

[对点练清]

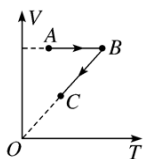
1. [多选]有甲、乙、丙、丁四位同学在做“研究气体实验定律”的实验, 分别得到如下四幅图像(如图所示)。则下列有关说法正确的是()



- A. 若甲研究的是查理定律, 则他作的图像可能是图 a
- B. 若乙研究的是玻意耳定律, 则他作的图像是图 b
- C. 若丙研究的是查理定律, 则他作的图像可能是图 c
- D. 若丁研究的是盖吕萨克定律, 则他作的图像是图 d

解析: 选 ABD 查理定律研究的是等容变化, 压强与温度成正比, 且过坐标原点, 故 A 正确, C 错误; 玻意耳定律研究的是等温变化, 压强与体积成反比, 故 B 正确; 盖吕萨克定律研究的是等压变化, 体积与温度成正比, 故 D 正确。

2.

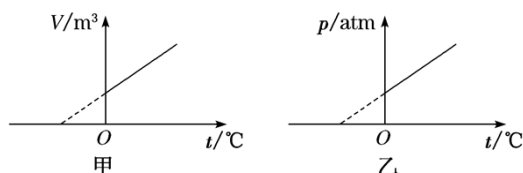


如图所示是一定质量的气体从状态 A 经 B 到状态 C 的 $V-T$ 图像, 由图像可知()

- A. $p_A > p_B$
- B. $p_C < p_B$
- C. $V_A < V_B$
- D. $T_A < T_B$

解析: 选 D 由 $V-T$ 图像可以看出由 $A \rightarrow B$ 是等容过程, $T_B > T_A$, 故 $p_B > p_A$, A、C 错误, D 正确; 由 $B \rightarrow C$ 为等压过程, $p_B = p_C$, 故 B 错误。

3. [多选]如图所示, 甲、乙为一定质量的某种气体的等容或等压变化图像, 关于这两个图像的说法正确的是()



- A. 甲是等压线, 乙是等容线
- B. 乙图中 $p-t$ 图线与 t 轴交点对应的温度是 -273.15°C , 而甲图中 $V-t$ 图线与 t 轴的交点不一定是 -273.15°C
- C. 由乙图可知, 一定质量的气体, 在任何情况下都是 p 与 t 成直线关系

D. 乙图表明温度每升高 $1\text{ }^{\circ}\text{C}$, 压强增加相同, 但甲图表明随温度的升高压强不变

解析: 选 AD 由查理定律 $p=CT=C(t+273.15)$ 及盖吕萨克定律 $V=CT=C(t+273.15)$ 可知, 甲图是等压线, 乙图是等容线, 故 A 正确; 由“外推法”可知两种图线的反向延长线与 t 轴的交点温度为 $-273.15\text{ }^{\circ}\text{C}$, 即热力学温度的 0 K , 故 B 错误; 查理定律及盖吕萨克定律是气体的实验定律, 都是在温度不太低、压强不太大的条件下得出的, 当压强很大或温度很低时, 这些定律就不成立了, 故 C 错误; 由于 $p-t$ 图线是直线, 故温度每升高 $1\text{ }^{\circ}\text{C}$, 压强增加相同, 又题图甲为等压线, 故 D 正确。

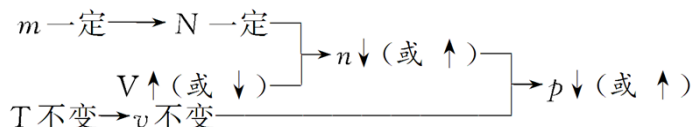
突破点四

气体实验定律的微观解释

[学透活用]

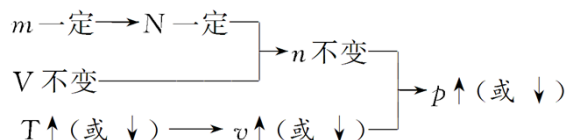
1. 用气体分子动理论解释玻意耳定律

一定质量(m)的理想气体, 其分子总数(N)是一个定值, 当温度(T)保持不变时, 则分子的平均速率(v)也保持不变, 当其体积(V)增大几倍时, 单位体积内的分子数(n)则变为原来的几分之一, 因此气体的压强也减为原来的几分之一; 反之若体积减小为原来的几分之一, 压强则增大几倍, 即压强与体积成反比。这就是玻意耳定律。



2. 用气体分子动理论解释查理定律

一定质量(m)的气体的总分子数(N)是一定的, 体积(V)保持不变时, 其单位体积内的分子数(n)也保持不变, 当温度(T)升高时, 其分子运动的平均速率(v)也增大, 则气体压强(p)也增大; 反之当温度(T)降低时, 气体压强(p)也减小。这与查理定律的结论一致。用符号简易表示为:



3. 用气体分子动理论解释盖吕萨克定律

一定质量(m)的理想气体的总分子数(N)是一定的, 保持压强(p)不变, 当温度(T)升高时, 气体分子运动的平均速率(v)会增加, 那么单位体积内的分子数(n)一定要减小(否则压强不可能不变), 因此气体体积(V)一定增大; 反之当温度降低时, 同理可推出气体体积一定减小。这与盖吕萨克定律的结论是一致的。用符号简易表示为:

$$m \text{ 一定} \rightarrow N \text{ 一定} \quad V \uparrow (\text{或 } \downarrow) \quad n \downarrow (\text{或 } \uparrow) \rightarrow p \text{ 不变} \quad T \uparrow (\text{或 } \downarrow) \rightarrow v \uparrow (\text{或 } \downarrow)$$

[典例 4] [多选]对一定质量的理想气体,下列说法正确的是 ()

- A. 体积不变,压强增大时,气体分子的平均动能一定增大
- B. 温度不变,压强减小时,气体的密度一定减小
- C. 压强不变,温度降低时,气体的密度一定减小
- D. 温度升高,压强和体积都可能不变

[解析] 根据气体压强、体积、温度的关系可知,体积不变,压强增大时,气体的温度升高,气体分子的平均动能增大,选项 A 正确;温度不变,压强减小时,气体体积增大,气体的密集程度减小, B 正确;压强不变,温度降低时,体积减小,气体的密集程度增大, C 错误;温度升高,压强、体积中至少有一个发生改变, D 错误。

[答案] AB

[规律方法]

(1)对一定质量的理想气体来说,体积不变时,分子密度不变;体积增大时,分子密度减小;体积减小时,分子密度增大。即分子总数一定时,分子密度与气体的体积有关。

(2)气体的三个状态参量如果有变化,至少有其中两个会同时变化,从微观的角度可以这样理解:压强变化时,分子密度和分子平均动能两个量中至少有一个发生了变化,即体积和温度中至少一个发生变化;压强不变时,若分子密度发生变化,则分子平均动能一定同时发生变化。

[对点练清]

1. [多选]一定质量的气体,在温度不变的情况下,其体积增大、压强减小,或体积减小、压强增大,其原因是()

- A. 体积增大后,气体分子的速率变小了
- B. 体积减小后,气体分子的速率变大了
- C. 体积增大后,单位体积的分子数变少了
- D. 体积减小后,单位时间内撞击到单位面积上的分子数变多了

解析:选 CD 温度不变,因此分子平均速率不变,体积增大后,单位体积的分子数变少,单位时间内器壁单位面积上所受的分子平均撞击力减小,气体压强减小;体积减小时,正好相反,即压强增大, C、D 正确, A、B 错误。

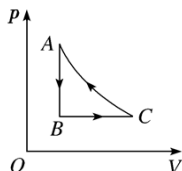
2. [多选]封闭在汽缸内一定质量的气体,如果保持气体体积不变,当温度升高时,下列说法正确的是()

- A. 气体的密度变大
- B. 气体的压强增大
- C. 分子的平均动能减小
- D. 气体在单位时间内撞击到单位面积器壁上的分子数增多

解析:

选 BD 气体的质量和体积都不发生变化,故气体的密度不变,A项错。温度是分子平均动能的标志,温度升高分子平均动能增大,C项错。分子数不变,体积不变,但分子运动的剧烈程度加剧了,故单位时间内撞击到单位面积器壁上的分子数增多,气体压强增大,故 B、D 正确。

3.



[多选]如图所示是一定质量的理想气体的 p - V 图线,若其状态为 $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow A$,且 $A \rightarrow B$ 等容变化, $B \rightarrow C$ 等压变化, $C \rightarrow A$ 等温变化,则气体在 A 、 B 、 C 三个状态时()

- A. 单位体积内气体的分子数 $n_A = n_B = n_C$
- B. 气体分子的平均速率 $v_A > v_B > v_C$
- C. 气体分子在单位时间内对器壁的平均作用力 $F_A > F_B$, $F_B = F_C$
- D. 气体分子在单位时间内对器壁单位面积碰撞的次数是 $N_A > N_B$, $N_A > N_C$

解析:选 CD 由题图可知 $B \rightarrow C$, 气体的体积增大,密度减小,A 错误; $C \rightarrow A$ 为等温变化,分子平均速率 $v_A = v_C$, B 错误; 而气体分子对器壁产生的作用力, $B \rightarrow C$ 为等压过程, $p_B = p_C$, $F_B = F_C$, 由题图知, $p_A > p_B$, 则 $F_A > F_B$, C 正确; $A \rightarrow B$ 为等容降压过程,密度不变,温度降低, $N_A > N_B$, $C \rightarrow A$ 为等温压缩过程,温度不变,密度增大,应有 $N_A > N_C$, D 正确。

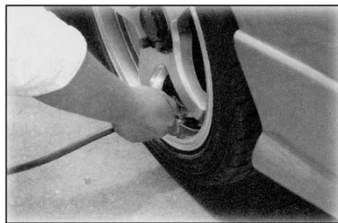
新课程学案
让核心素养落地生根

3 训练新素养·注重应用性

一、给轮胎充气(STSE 类问题)

[选自鲁科版新教材“物理聊吧”]

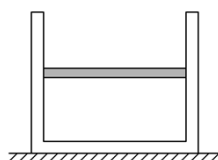
炎热的夏天,给汽车轮胎充气时(如图),一般都不能充得太足;给自行车轮胎充气时,也不能充得太足。这是为什么呢?



提示:如果气充得太足,当温度升高时,根据查理定律,可知轮胎中气体的压强将增大,容易造成爆胎。

二、典题好题发掘,练典题做一当十

[选自鲁科版新教材“例题”]



研究汽缸内气体
温度的示意图

如图所示，固定的竖直汽缸内有一个活塞，活塞的质量为 m ，活塞横截面积为 S ，汽缸内封闭着一定质量的气体。现对缸内气体缓慢加热，并在活塞上缓慢加沙子，使活塞位置保持不变。忽略活塞与汽缸壁之间的摩擦，已知汽缸内气体的初始热力学温度为 T_0 ，大气压强为 p_0 ，重力加速度大小为 g 。试求当所加沙子的质量为 M 时，汽缸内气体的温度。

[分析] 以汽缸内的气体为研究对象。活塞位置保持不变，说明汽缸内的气体为等容变化，遵循查理定律。汽缸加热前气体的状态为初态，加热到热力学温度为 T 时的状态为末态。通过活塞受力平衡可分别求出气体初、末状态的气体压强。

[解析] 用 T_1 、 p_1 和 T_2 、 p_2 分别表示汽缸内的气体在初、末状态下的温度和压强。依题意有

$$\text{初态: } T_1 = T_0, \quad p_1 = p_0 + \frac{mg}{S}$$

$$\text{末态: } T_2 = T, \quad p_2 = p_0 + \frac{(m+M)g}{S}$$

$$\text{根据查理定律} \quad \frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$$

$$\text{解得} \quad T = \frac{p_0 S + (M+m)g}{p_0 S + mg} T_0$$

$$\text{[答案]} \quad \frac{p_0 S + (M+m)g}{p_0 S + mg} T_0$$

[讨论] 本题是在活塞上缓慢加沙子，以确保汽缸的活塞位置不变。如果活塞上方是靠一根固定的轻杆顶着，当温度升高到 T 时轻杆对活塞的推力为多少？

提示：轻杆对活塞的推力等于温度升高到 T 时所加沙子的总重力，即 $F = Mg$ 。

[策略提炼]

运用气体定律分析问题，除了要选择有关的气体为研究对象，在确定气体的压强时，有时还需要选择与气体接触的物体作为研究对象。通过对这个研究对象进行受力分析，然后结合其运动状态建立压强与相关物理量的关系。

[迁移] 在上述例题中，已知最初缸内气体的高度为 h_0 。如果保持活塞上方所加的沙子不变，继续对汽缸缓慢加热，活塞缓慢向上移动距离 h ，此时汽缸内气体温度是多少？

[解析] 保持活塞上方所加的沙子不变，则缸内气体的压强保持不变，由盖吕萨克定律可得：

$$\frac{h_0 S}{T} = \frac{(h_0 + h) S}{T'}.$$

可求得活塞上移距离为 h 时, 汽缸内气体的温度

$$T' = \frac{h_0 + h}{h_0} T, \text{ 代入 } T \text{ 值可解得}$$

$$T' = \frac{(h_0 + h)[p_0 S + (M + m)g]}{h_0(p_0 S + mg)} T_0$$

[答案] $\frac{(h_0 + h)[p_0 S + (M + m)g]}{h_0(p_0 S + mg)} T_0$

[课时跟踪训练]

A 级—双基达标

1. [多选]关于理想气体的说法正确的有()

- A. 温度极低的气体也是理想气体
- B. 压强极大的气体也遵守气体实验定律
- C. 理想气体是对实际气体的抽象化模型
- D. 理想气体实际并不存在

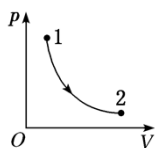
解析: 选 CD 气体实验定律是在压强不太大、温度不太低的情况下得出的, 温度极低、压强极大的情况下微观上分子间距离变小, 趋向液体, 故选项 C、D 正确。

2. 冬天的时候, 剩有半瓶热水的暖水瓶经过一个夜晚后, 第二天拔瓶口的软木塞时感觉很紧, 不易拔出来, 这主要是因为()

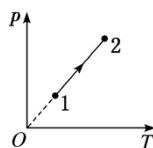
- A. 软木塞受潮膨胀
- B. 瓶口因温度降低而收缩变小
- C. 白天气温升高, 大气压强变大
- D. 瓶内气体因温度降低而压强变小

解析: 选 D 冬季气温较低, 瓶中的气体在体积 V 不变时, 因温度 T 减小而使压强 p 减小, 这样瓶外的大气压力将瓶塞位置下推, 使瓶塞盖得紧紧的, 所以拔起来就感到很吃力, 故正确答案为 D。

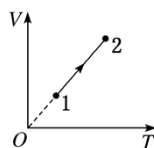
3. 若一定质量的理想气体分别按如图所示的三种情况从状态 1 变到状态 2, 下列说法正确的是()



图(a)



图(b)



图(c)

- A. 图(a)表示等温变化, 图(b)表示等容变化, 图(c)表示等压变化
- B. 图(a)表示等温变化, 图(b)表示等压变化, 图(c)表示等容变化

C. 图(a)表示等容变化, 图(b)表示等压变化, 图(c)表示等温变化

D. 图(a)表示等容变化, 图(b)表示等温变化, 图(c)表示等压变化

解析: 选 A 根据气体三大实验定律的图像可知: 图(a)表示等温变化, 图(b)表示等容变化, 图(c)表示等压变化, A 正确, B、C、D 错误。

4. 对于一定质量的气体, 以下说法正确的是()

A. 气体做等容变化时, 气体的压强和温度成正比

B. 气体做等容变化时, 温度升高 1°C , 增加的压强是原来压强的 $\frac{1}{273}$

C. 气体做等容变化时, 气体压强的变化量与温度的变化量成正比

D. 由查理定律可知, 等容变化中, 气体温度从 t_1 升高到 t_2 时, 气体压强由 p_1 增加到

$$p_2, \text{ 且 } p_2 = p_1 \left(1 + \frac{t_2 - t_1}{273} \right)$$

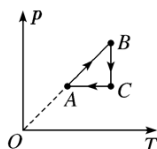
解析: 选 C 一定质量的气体做等容变化, 气体的压强跟热力学温度成正比, 跟摄氏

温度不成正比关系, 选项 A 错误; 根据查理定律 $\frac{\Delta p}{\Delta T} = \frac{p}{T}$, $T = 273^{\circ}\text{C} + t$, 所以 $\frac{\Delta p}{p} = \frac{\Delta T}{273 + t}$,

温度升高 1°C , 增加的压强 $\Delta p = \frac{1}{273 + t} p$, B 选项错误; 由公式 $\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2} = \frac{\Delta p}{\Delta T}$ 得选项 C 正确;

D 项中由 $\frac{p_1}{p_2} = \frac{273 + t_1}{273 + t_2}$, 得 $p_2 = p_1 \left(1 + \frac{t_2 - t_1}{273 + t_1} \right)$, 故 D 项错误。

5.



如图所示是一定质量的气体从状态 A 经过状态 B 到状态 C, 再到状态 A 的 p - T 图像, 由图可知()

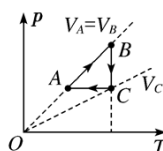
A. $V_A = V_B$

B. $V_B > V_C$

C. $V_B = V_C$

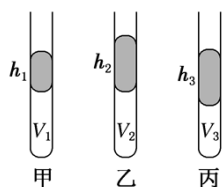
D. $V_A > V_C$

解析:



选 A 从 A 状态沿直线到 B 状态是等容过程, 因此 $V_A = V_B$, 故 A 项正确; 连接 OC 可知, 直线 OC 的斜率比直线 OB 的斜率小, 因此 $V_B < V_C$, $V_A < V_C$, 故 B、C、D 均错误。

6.



如图所示，三支粗细相同的玻璃管，中间都用一段水银柱封住温度相同的空气柱，且 $V_1 = V_2 > V_3$ ， $h_1 < h_2 = h_3$ 。若升高相同的温度，则管中水银柱向上移动最多的是()

- A. 丙管
- B. 甲管和乙管
- C. 乙管和丙管
- D. 三管中水银柱上移一样多

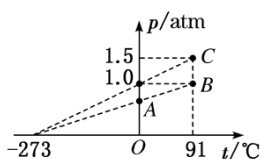
解析：选 B 三支玻璃管内的气体分别做等压变化，即气体的压强不变，故 $\Delta V = \frac{V}{T} \Delta T$ ，由于 $V_1 = V_2 > V_3$ ， T 和 ΔT 相同，故 $\Delta V_1 = \Delta V_2 > \Delta V_3$ ，即甲管与乙管中水银柱上升最多，故选项 B 正确，A、C、D 错误。

7. 下列说法正确的是()

- A. 一定质量的气体，保持温度不变，压强随体积减小而增大的微观原因是：每个分子撞击器壁的作用力增大
- B. 一定质量的气体，保持温度不变，压强随体积增大而减小的微观原因是：单位体积内的分子数减小
- C. 一定质量的气体，保持体积不变，压强随温度升高而增大的微观原因是：每个分子动能都增大
- D. 一定质量的气体，保持体积不变，压强随温度升高而增大的微观原因是：分子数的密度增大

解析：选 B 一定质量的气体，保持温度不变，体积减小时，单位体积内的分子数增多，分子数密度增大，使压强增大，故 A 错误；一定质量的气体，保持温度不变，体积增大时，单位体积内的分子数减少而使分子撞击次数减少，从而使压强减小，故 B 正确；一定质量的气体，保持体积不变，温度升高时，分子平均动能增大而使压强升高，但并不是每个分子动能都增大，故 C、D 错误。

8.



[多选]某同学利用 DIS 实验系统研究一定质量理想气体的状态变化，实验后计算机屏幕显示的 $p-t$ 图像如图所示。已知在状态 B 时气体的体积为 $V_B = 3 \text{ L}$ ，则下列说法正确的是()

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/945112221223012101>