

# 十年真题 2015-2024

## 专题 21 理想气体综合计算

### 十年考情·探规律

考点	十年考情 (2015-2024)	命题趋势
考点 理想气体综合计算 (10 年 10 考)	2024·甘肃·高考真题、2024·浙江·高考真题、2024·山东·高考真题、2024·广东·高考真题、2024·江西·高考真题、2024·广西·高考真题、2024·湖南·高考真题、2024·湖北·高考真题、2024·全国·高考真题、2024·安徽·高考真题、2024·浙江·高考真题、2023·河北·高考真题、2023·广东·高考真题、2023·浙江·高考真题、2023·湖北·高考真题、2023·海南·高考真题、2023·湖南·高考真题、2023·全国·高考真题、2022·重庆·高考真题、2022·海南·高考真题、2022·广东·高考真题、2022·河北·高考真题、2022·山东·高考真题、2022·全国·高考真题、2021·重庆·高考真题、2021·江苏·高考真题、2021·湖北·高考真题、2021·辽宁·高考真题、2021·广东·高考真题、2021·全国·高考真题、2021·河北·高考真题、2021·湖南·高考真题、2020·海南·高考真题、2020·江苏·高考真题、2020·山东·高考真题、2020·全国·高考真题、2019·海南·高考真题、2019·江苏·高考真题、2019·全国·高考真题、2018·全国·高考真题、2018·海南·高考真题、2018·江苏·高考真题、2017·全国·高考真题、2017·海南·高考真题、2016·全国·高考真题、2016·上海·高考真题、2016·海南·高考真题、2015·全国·高考真题、2015·重庆·高考真题、2015·山东·高考真题、2015·海南·高考真题	命题分析：通过对近几年高考的分析，本专题中分子动理论、热力学定律及理想气体状态方程的应用仍然是高考命题的热点，题型有选择题、实验题以及计算题。 趋势分析：在复习过程中应加强对分子动理论以及热力学定律相关的选择题或计算题的练习，加强对综合考查气体实验定律及热力学定律的计算题的训练。

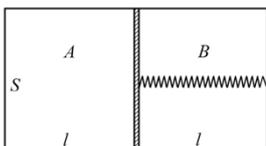
### 分考点·精准练

#### 考点 理想气体综合计算

##### 一、单选题

1. (2024·甘肃·高考真题) 如图, 刚性容器内壁光滑、盛有一定量的气体, 被隔板分成  $A$ 、 $B$  两部分, 隔板与容器右侧用一根轻质弹簧相连 (忽略隔板厚度和弹簧体积)。容器横截面积为  $S$ 、长为  $2l$ 。开始时系统处于平衡态,  $A$ 、 $B$  体积均为  $Sl$ , 压强均为  $p_0$ , 弹簧为原长。现将  $B$  中气体抽出一半,  $B$  的体积变为原来的  $\frac{3}{4}$ 。整个过程系统温度保持不变, 气体视为理想气体。求:

- (1) 抽气之后  $A$ 、 $B$  的压强  $p_A$ 、 $p_B$ 。
- (2) 弹簧的劲度系数  $k$ 。



【答案】(1)  $p_A = \frac{4}{5}p_0$ ,  $p_B = \frac{2}{3}p_0$ ; (2)  $k = \frac{8p_0S}{15l}$

【详解】(1) 设抽气前两体积为  $V = SL$ ，对气体 A 分析：抽气后

$$V_A = 2V - \frac{3}{4}V = \frac{5}{4}SL$$

根据玻意耳定律得

$$p_0V = p_A \frac{5}{4}V$$

解得

$$p_A = \frac{4}{5}p_0$$

对气体 B 分析，若体积不变的情况下抽去一半的气体，则压强变为原来的一半即  $\frac{1}{2}p_0$ ，则根据玻意耳定律得

$$\frac{1}{2}p_0V = p_B \frac{3}{4}V$$

解得

$$p_B = \frac{2}{3}p_0$$

(2) 由题意可知，弹簧的压缩量为  $\frac{l}{4}$ ，对活塞受力分析有

$$p_A S = p_B S + F$$

根据胡克定律得

$$F = k \frac{l}{4}$$

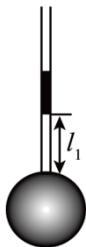
联立得

$$k = \frac{8p_0S}{15l}$$

2. (2024·浙江·高考真题) 如图所示，测定一个形状不规则小块固体体积，将此小块固体放入已知容积为  $V_0$  的导热效果良好的容器中，开口处竖直插入两端开口的薄玻璃管，其横截面积为  $S$ ，接口用蜡密封。容器内充入一定质量的理想气体，并用质量为  $m$  的活塞封闭，活塞能无摩擦滑动，稳定后测出气柱长度为  $l_1$ ，将此容器放入热水中，活塞缓慢竖直向上移动，再次稳定后气柱长度为  $l_2$ 、温度为  $T_2$ 。已知  $S=4.0 \times 10^{-4} \text{m}^2$ ， $m=0.1 \text{kg}$ ， $l_1=0.2 \text{m}$ ， $l_2=0.3 \text{m}$ ， $T_2=350 \text{K}$ ， $V_0=2.0 \times 10^{-4} \text{m}^3$ ，大气压强  $p_0=1.0 \times 10^5 \text{Pa}$ ，环境温度  $T_1=300 \text{K}$ 。

(1) 在此过程中器壁单位面积所受气体分子的平均作用力\_\_\_\_\_ (选填“变大”“变小”或“不变”)，气体分子的数密度\_\_\_\_\_ (选填“变大”“变小”或“不变”);

- (2) 求此不规则小块固体的体积  $V$ ；  
 (3) 若此过程中气体内能增加  $10.3\text{ J}$ ，求吸收热量  $Q$ 。



**【答案】**(1) 不变，变小；(2)  $4 \times 10^{-5} \text{ m}^3$ ；(3)  $14.4\text{ J}$

**【详解】**(1) [1][2]温度升高后，活塞缓慢上升，受力不变，故封闭气体的压强不变，根据  $p = \frac{F}{S}$  可知器壁单位面积所受气体分子的平均作用力不变；由于体积变大，故气体分子的数密度变小。

(2) 气体发生等压变化，根据盖—吕萨克定律

$$\frac{V_0 - V + l_1 S}{T_1} = \frac{V_0 - V + l_2 S}{T_2}$$

解得

$$V = 4 \times 10^{-5} \text{ m}^3$$

(3) 整个过程中外界对气体做功为

$$W = -p_1 S (l_2 - l_1)$$

对活塞受力分析

$$p_1 S = mg + p_0 S$$

解得

$$W = -4.1\text{ J}$$

根据热力学第一定律

$$\Delta U = Q + W$$

其中

$$\Delta U = 10.3\text{ J}$$

解得

$$Q = 14.4\text{ J}$$

故气体吸收热量为  $14.4\text{ J}$ 。

3. (2024·山东·高考真题) 图甲为战国时期青铜汲水器，根据其原理制作了由中空圆柱形长柄和储液罐组成的汲水器，如图乙所示。长柄顶部封闭，横截面积  $S_1 = 1.0\text{ cm}^2$ ，长度  $H = 100.0\text{ cm}$ ，侧壁有一小孔 A。储液罐的横截面积  $S_2 = 90.0\text{ cm}^2$ ，高度  $h = 20.0\text{ cm}$ ，罐底有一小孔 B。汲液时，将汲水器竖直浸入液体，液体从孔 B 进入，空气由孔 A 排出；当内外液面相平时，长柄浸入液面部分的长度为  $x$ ；堵住孔 A，缓慢地将汲水器竖直提出液面，储液罐内刚好储满液体。已知液体密度  $\rho = 1.0 \times 10^3\text{ kg/m}^3$ ，重力加速度大小  $g = 10\text{ m/s}^2$ ，大气压

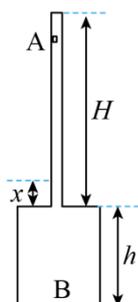
$p_0=1.0\times 10^5\text{Pa}$ 。整个过程温度保持不变，空气可视为理想气体，忽略器壁厚度。

(1) 求  $x$ ;

(2) 松开孔 A，从外界进入压强为  $p_0$ 、体积为  $V$  的空气，使满储液罐中液体缓缓流出，堵住孔 A，稳定后罐中恰好剩余一半的液体，求  $V$ 。



图甲



图乙

**【答案】** (1)  $x=2\text{cm}$ ; (2)  $V=8.92\times 10^{-4}\text{m}^3$

**【详解】** (1) 由题意可知缓慢地将汲液器竖直提出液面过程，气体发生等温变化，所以有

$$p_1(H-x)S_1 = p_2HS_1$$

又因为

$$p_1 = p_0$$

$$p_2 + \rho gh = p_0$$

代入数据联立解得

$$x = 2\text{cm}$$

(2) 当外界气体进入后，以所有气体为研究对象有

$$p_0V + p_2HS_1 = p_3\left(HS_1 + \frac{h}{2}S_2\right)$$

又因为

$$p_3 + \rho g \cdot \frac{h}{2} = p_0$$

代入数据联立解得

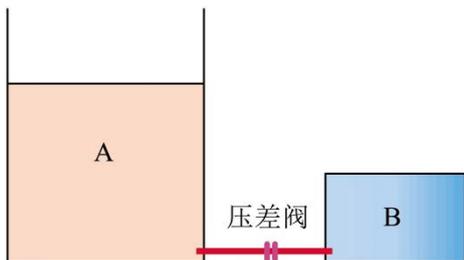
$$V = 8.92\times 10^{-4}\text{m}^3$$

4. (2024·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 两个导热良好的气缸通过差压阀连接，A 内轻质活塞的上方与大气连通，B 内气体体积不变。当 A 内气体压强减小 B 内气体压强大于  $\Delta p$  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  $\Delta p$  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，忽略活塞与气缸间的摩擦、差压阀与连接管内的气体体积不计。当环境温度降到  $T_2 = 270\text{K}$  时：

(1) 求 B 内气体压强  $p_{B2}$ ；

(2) 求 A 内气体体积  $V_{A2}$ ；

(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  $m$ 。



**【答案】** (1)  $9 \times 10^4 \text{ Pa}$ ；(2)  $3.6 \times 10^2 \text{ m}^3$ ；(3)  $1.1 \times 10^2 \text{ kg}$

**【详解】** (1、2) 假设温度降低到  $T_2$  时，差压阀没有打开，A、B 两个气缸导热良好，B 内气体做等容变化，

初态

$$p_{B1} = p_0, T_1 = 300\text{K}$$

末态

$$T_2 = 270\text{K}$$

根据

$$\frac{p_{B1}}{T_1} = \frac{p_{B2}}{T_2}$$

代入数据可得

$$p_{B2} = 9 \times 10^4 \text{ Pa}$$

A 内气体做等压变化，压强保持不变，初态

$$V_{A1} = 4.0 \times 10^2 \text{ m}^3, T_1 = 300\text{K}$$

末态

$$T_2 = 270\text{K}$$

根据

$$\frac{V_{A1}}{T_1} = \frac{V_{A2}}{T_2}$$

代入数据可得

$$V_{A2} = 3.6 \times 10^2 \text{ m}^3$$

由于

$$p_0 - p_{B2} < \Delta p$$

假设成立，即

$$p_{B2} = 9 \times 10^4 \text{ Pa}$$

(3) 恰好稳定时，A 内气体压强为

$$p'_A = p_0 + \frac{mg}{S}$$

**B 内气体压强**

$$p'_B = p_0$$

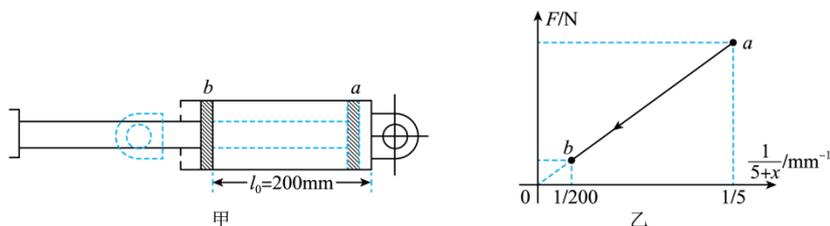
此时差压阀恰好关闭，所以有

$$p'_A - p'_B = \Delta p$$

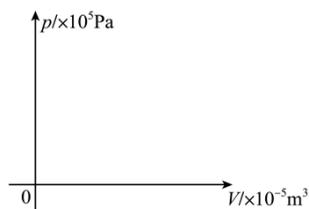
代入数据联立解得

$$m = 1.1 \times 10^2 \text{ kg}$$

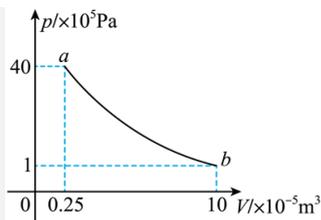
5. (2024·广西·高考真题) 如图甲，圆柱形管内封装一定质量的理想气体，水平固定放置，横截面积  $S = 500 \text{ mm}^2$  的活塞与一光滑轻杆相连，活塞与管壁之间无摩擦。静止时活塞位于圆管的  $b$  处，此时封闭气体的长度  $l_0 = 200 \text{ mm}$ 。推动轻杆先使活塞从  $b$  处缓慢移动到离圆柱形管最右侧距离为  $5 \text{ mm}$  的  $a$  处，再使封闭气体缓慢膨胀，直至活塞回到  $b$  处。设活塞从  $a$  处向左移动的距离为  $x$ ，封闭气体对活塞的压力大小为  $F$ ，膨胀过程  $F - \frac{1}{5+x}$  曲线如图乙。大气压强  $p_0 = 1 \times 10^5 \text{ Pa}$ 。



- (1) 求活塞位于  $b$  处时，封闭气体对活塞的压力大小；
- (2) 推导活塞从  $a$  处到  $b$  处封闭气体经历了等温变化；
- (3) 画出封闭气体等温变化的  $p-V$  图像，并通过计算标出  $a$ 、 $b$  处坐标值。



**【答案】** (1) 50N；(2) 见解析；(3)



**【详解】** (1) 活塞位于  $b$  处时，根据平衡条件可知此时气体压强等于大气压强  $p_0$ ，故此时封闭气体对活塞的压力大小为

$$F = p_0 S = 1 \times 10^5 \times 500 \times 10^{-6} \text{ N} = 50 \text{ N}$$

(2) 根据题意可知  $F - \frac{1}{5+x}$  图线为一条过原点的直线，设斜率为  $k$ ，可得

$$F = k \cdot \frac{1}{5+x}$$

根据  $F = pS$  可得气体压强为

$$p = \frac{k}{(5+x)S} (\text{SI})$$

故可知活塞从  $a$  处到  $b$  处对封闭气体得

$$pV = \frac{k}{(5+x)S} \cdot S \cdot (x+5) \times 10^{-3} (\text{SI}) = k \cdot 10^{-3} (\text{SI})$$

故可知该过程中对封闭气体的  $pV$  值恒定不变，故可知做等温变化。

(3) 分析可知全过程中气体做等温变化，开始在  $b$  处时

$$pV = p_0 S l_0$$

在  $b$  处时气体体积为

$$V_b = S l_0 = 10 \times 10^{-5} \text{ m}^3$$

在  $a$  处时气体体积为

$$V_a = S l_a = 0.25 \times 10^{-5} \text{ m}^3$$

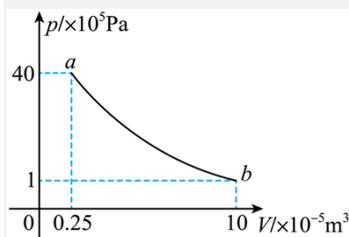
根据玻意耳定律

$$p_a V_a = p_b V_b = p_0 S l_0$$

解得

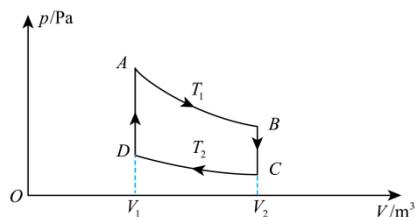
$$p_a = 40 \times 10^5 \text{ Pa}$$

故封闭气体等温变化的  $p-V$  图像如下



6. (2024·江西·高考真题) 可逆斯特林热机的工作循环如图所示。一定质量的理想气体经  $ABCD$  完成循环过程， $AB$  和  $CD$  均为等温过程， $BC$  和  $DA$  均为等容过程。已知  $T_1 = 1200\text{K}$ ,  $T_2 = 300\text{K}$ ，气体在状态  $A$  的压强  $p_A = 8.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ ，体积  $V_1 = 1.0 \text{ m}^3$ ，气体在状态  $C$  的压强  $p_C = 1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ 。求：

- (1) 气体在状态  $D$  的压强  $p_D$ ；
- (2) 气体在状态  $B$  的体积  $V_2$ 。



**【答案】** (1)  $2 \times 10^5 \text{ Pa}$ ；(2)  $2.0 \text{ m}^3$

**【详解】** (1) 从  $D$  到  $A$  状态，根据查理定律

$$\frac{p_A}{T_1} = \frac{p_D}{T_2}$$

解得

$$p_D = 2 \times 10^5 \text{ Pa}$$

(2) 从 C 到 D 状态, 根据玻意耳定律

$$p_C V_2 = p_D V_1$$

解得

$$V_2 = 2.0 \text{ m}^3$$

7. (2024·湖南·高考真题) 一个充有空气的薄壁气球, 气球内气体压强为  $p$ 、体积为  $V$ 。气球内空气可视为理想气体。

(1) 若将气球内气体等温膨胀至大气压强  $p_0$ , 求此时气体的体积  $V_0$  (用  $p_0$ 、 $p$  和  $V$  表示);

(2) 小赞同学想测量该气球内气体体积  $V$  的大小, 但身边仅有一个电子天平。将气球置于电子天平上, 示数为  $m = 8.66 \times 10^{-3} \text{ kg}$  (此时须考虑空气浮力对该示数的影响)。小赞同学查阅资料发现, 此时气球内气体压强  $p$  和体积  $V$  还满足:  $(p-p_0)(V-V_{B0}) = C$ , 其中  $p_0 = 1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$  为大气压强,  $V_{B0} = 0.5 \times 10^{-3} \text{ m}^3$  为气球无张力时的最大容积,  $C = 18 \text{ J}$  为常数。已知该气球自身质量为  $m_0 = 8.40 \times 10^{-3} \text{ kg}$ , 外界空气密度为  $\rho_0 = 1.3 \text{ kg/m}^3$ , 求气球内气体体积  $V$  的大小。

【答案】(1)  $\frac{pV}{p_0}$ ; (2)  $5 \times 10^{-3} \text{ m}^3$

【详解】(1) 理想气体做等温变化, 根据玻意耳定律有

$$pV = p_0 V_0$$

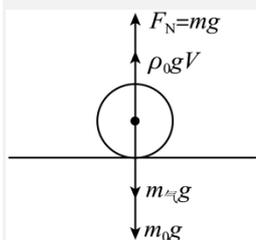
解得

$$V_0 = \frac{pV}{p_0}$$

(2) 设气球内气体质量为  $m_{\text{气}}$ , 则

$$m_{\text{气}} = \rho_0 V_0$$

对气球进行受力分析如图所示



根据气球的受力分析有

$$mg + \rho_0 g V = m_{\text{气}} g + m_0 g$$

结合题中  $p$  和  $V$  满足的关系为

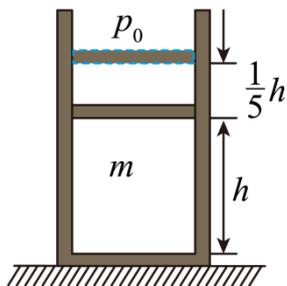
$$(p - p_0)(V - V_{B0}) = C$$

解得

$$V = 5 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

8. (2024·湖北·高考真题) 如图所示, 在竖直放置、开口向上的圆柱形容器内用质量为  $m$  的活塞密封一部分理想气体, 活塞横截面积为  $S$ , 能无摩擦地滑动。初始时容器内气体的温度为  $T_0$ , 气柱的高度为  $h$ 。当容器内气体从外界吸收一定热量后, 活塞缓慢上升  $\frac{1}{5}h$  再次平衡。已知容器内气体内能变化量  $\Delta U$  与温度变化量  $\Delta T$  的关系式为  $\Delta U = C\Delta T$ ,  $C$  为已知常数, 大气压强恒为  $p_0$ , 重力加速度大小为  $g$ , 所有温度为热力学温度。求

- (1) 再次平衡时容器内气体的温度。
- (2) 此过程中容器内气体吸收的热量。



【答案】(1)  $\frac{6}{5}T_0$ ; (2)  $\frac{1}{5}h(p_0S + mg) + \frac{1}{5}CT_0$

【详解】(1) 气体进行等压变化, 则由盖吕萨克定律得

$$\frac{V_0}{T_0} = \frac{V_1}{T_1}$$

即

$$\frac{hS}{T_0} = \frac{(h + \frac{1}{5}h)S}{T_1}$$

解得

$$T_1 = \frac{6}{5}T_0$$

- (2) 此过程中气体内能增加

$$\Delta U = C\Delta T = \frac{1}{5}CT_0$$

气体对外做功大小为

$$W = pS\Delta h = \frac{1}{5}h(p_0S + mg)$$

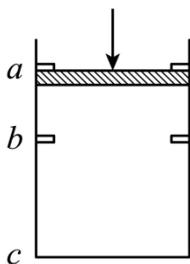
由热力学第一定律可得此过程中容器内气体吸收的热量

$$Q = \Delta U + W = \frac{1}{5}h(p_0S + mg) + \frac{1}{5}CT_0$$

9. (2024·全国·高考真题) 如图, 一竖直放置的汽缸内密封有一定量的气体, 一不计厚度的轻质活塞可在汽缸内无摩擦滑动, 移动范围被限制在卡销  $a$ 、 $b$  之间,  $b$  与汽缸底部的距离  $\overline{bc} = 10\overline{ab}$ , 活塞的面积为  $1.0 \times 10^{-2} \text{m}^2$ 。初始时, 活塞在卡销  $a$  处, 汽缸内气体的压强、温度与活塞外大气的压强、温度相同, 分别为  $1.0 \times 10^5 \text{Pa}$  和  $300\text{K}$ 。在活塞上施加竖直向下的外力, 逐渐增大外力使活塞缓慢到达卡销  $b$  处 (过程中气体温度视为不变), 外力增加到  $200\text{N}$  并保持不变。

(1) 求外力增加到  $200\text{N}$  时, 卡销  $b$  对活塞支持力的大小;

(2) 再将汽缸内气体加热使气体温度缓慢升高, 求当活塞刚好能离开卡销  $b$  时气体的温度。



**【答案】** (1)  $100\text{N}$ ; (2)  $327\text{K}$

**【详解】** (1) 活塞从位置  $a$  到  $b$  过程中, 气体做等温变化, 初态

$$p_1 = 1.0 \times 10^5 \text{Pa}, V_1 = S \cdot 11\overline{ab}$$

末态

$$p_2 = ?, V_2 = S \cdot 10\overline{ab}$$

根据

$$p_1 V_1 = p_2 V_2$$

解得

$$p_2 = 1.1 \times 10^5 \text{Pa}$$

此时对活塞根据平衡条件

$$F + p_1 S = p_2 S + N$$

解得卡销  $b$  对活塞支持力的大小

$$N = 100\text{N}$$

(2) 将汽缸内气体加热使气体温度缓慢升高, 当活塞刚好能离开卡销  $b$  时, 气体做等容变化, 初态

$$p_2 = 1.1 \times 10^5 \text{Pa}, T_2 = 300\text{K}$$

末态, 对活塞根据平衡条件

$$p_3 S = F + p_1 S$$

解得

$$p_3 = 1.2 \times 10^5 \text{Pa}$$

设此时温度为  $T_3$ ，根据

$$\frac{p_2}{T_2} = \frac{p_3}{T_3}$$

解得

$$T_3 \approx 327\text{K}$$

10. (2024·江苏·高考真题) 某科研实验站有一个密闭容器，容器内有温度为 300K，压强为  $10^5\text{Pa}$  的气体，容器内有一个面积 0.06 平方米的观测台，现将这个容器移动到月球，容器内的温度变成 240K，整个过程可认为气体的体积不变，月球表面为真空状态。求：

- (1) 气体现在的压强；
- (2) 观测台对气体的压力。

**【答案】** (1)  $8 \times 10^4\text{Pa}$ ；(2)  $4.8 \times 10^3\text{N}$

**【详解】** (1) 由题知，整个过程可认为气体的体积不变，则有

$$\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$$

解得

$$p_2 = 8 \times 10^4\text{Pa}$$

- (2) 根据压强的定义，观测台对气体的压力

$$F = p_2 S = 4.8 \times 10^3\text{N}$$

11. (2024·安徽·高考真题) 某人驾驶汽车，从北京到哈尔滨，在哈尔滨发现汽车的某个轮胎内气体的压强有所下降（假设轮胎内气体的体积不变，且没有漏气，可视为理想气体）。于是在哈尔滨给该轮胎充入压强与大气压相同的空气，使其内部气体的压强恢复到出发时的压强（假设充气过程中，轮胎内气体的温度与环境相同，且保持不变）。已知该轮胎内气体的体积  $V_0 = 30\text{L}$ ，从北京出发时，该轮胎气体的温度  $t_1 = -3^\circ\text{C}$ ，压强  $p_1 = 2.7 \times 10^5\text{Pa}$ 。哈尔滨的环境温度  $t_2 = -23^\circ\text{C}$ ，大气压强  $p_0$  取  $1.0 \times 10^5\text{Pa}$ 。求：

- (1) 在哈尔滨时，充气前该轮胎气体压强的大小。
- (2) 充进该轮胎的空气体积。

**【答案】** (1)  $2.5 \times 10^5\text{Pa}$ ；(2) 6L

**【详解】** (1) 由查理定律可得

$$\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$$

其中

$$p_1 = 2.7 \times 10^5\text{Pa}, T_1 = 273 - 3(\text{K}) = 270\text{K}, T_2 = 273 - 23(\text{K}) = 250\text{K}$$

代入数据解得，在哈尔滨时，充气前该轮胎气体压强的大小为

$$p_2 = 2.5 \times 10^5\text{Pa}$$

- (2) 由玻意耳定律

$$p_2V_0 + p_0V = p_1V_0$$

代入数据解得，充进该轮胎的空气体积为

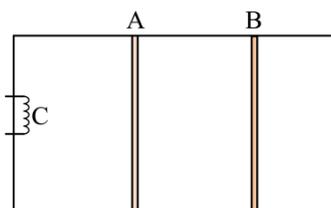
$$V = 6L$$

12. (2024·浙江·高考真题) 如图所示, 一个固定在水平面上的绝热容器被隔板 A 分成体积均为  $V_1 = 750\text{cm}^3$  的左右两部分。面积为  $S = 100\text{cm}^2$  的绝热活塞 B 被锁定, 隔板 A 的左侧为真空, 右侧中一定质量的理想气体处于温度  $T_1 = 300\text{K}$ 、压强  $p_1 = 2.04 \times 10^5\text{Pa}$  的状态 1。抽取隔板 A, 右侧中的气体就会扩散到左侧中, 最终达到状态 2。然后解锁活塞 B, 同时施加水平恒力  $F$ , 仍使其保持静止, 当电阻丝 C 加热时, 活塞 B 能缓慢滑动(无摩擦), 使气体达到温度  $T_2 = 350\text{K}$  的状态 3, 气体内能增加  $\Delta U = 63.8\text{J}$ 。已知大气压强  $p_0 = 1.01 \times 10^5\text{Pa}$ , 隔板厚度不计。

(1) 气体从状态 1 到状态 2 是\_\_\_(选填“可逆”或“不可逆”)过程, 分子平均动能\_\_\_(选填“增大”、“减小”或“不变”);

(2) 求水平恒力  $F$  的大小;

(3) 求电阻丝 C 放出的热量  $Q$ 。



**【答案】**(1) 气体从状态 1 到状态 2 是不可逆过程, 分子平均动能不变; (2) 10N; (3) 89.3J

**【详解】**(1) 根据热力学第二定律可知, 气体从状态 1 到状态 2 是不可逆过程, 由于隔板 A 的左侧为真空, 可知气体从状态 1 到状态 2, 气体不做功, 又没有发生热传递, 所以气体的内能不变, 气体的温度不变, 分子平均动能不变。

(2) 气体从状态 1 到状态 2 发生等温变化, 则有

$$p_1V_1 = p_2 \cdot 2V_1$$

解得状态 2 气体的压强为

$$p_2 = \frac{p_1}{2} = 1.02 \times 10^5\text{Pa}$$

解锁活塞 B, 同时施加水平恒力  $F$ , 仍使其保持静止, 以活塞 B 为对象, 根据受力平衡可得

$$p_2S = p_0S + F$$

解得

$$F = (p_2 - p_0)S = (1.02 \times 10^5 - 1.01 \times 10^5) \times 100 \times 10^{-4}\text{N} = 10\text{N}$$

(3) 当电阻丝 C 加热时, 活塞 B 能缓慢滑动(无摩擦), 使气体达到温度  $T_2 = 350\text{K}$  的状态 3, 可知气体做等压变化, 则有

$$\frac{2V_1}{T_1} = \frac{V_3}{T_2}$$

可得状态 3 气体的体积为

$$V_3 = \frac{T_2}{T_1} \cdot 2V_1 = \frac{350}{300} \times 2 \times 750 \text{cm}^3 = 1750 \text{cm}^3$$

该过程气体对外做功为

$$W = p_2 \Delta V = p_2 (V_3 - 2V_1) = 1.02 \times 10^5 \times (1750 - 2 \times 750) \times 10^{-6} \text{J} = 25.5 \text{J}$$

根据热力学第一定律可得

$$\Delta U = -W + Q'$$

解得气体吸收的热量为

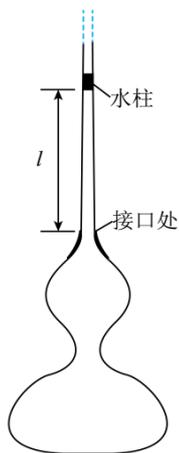
$$Q' = \Delta U + W = 63.8 \text{J} + 25.5 \text{J} = 89.3 \text{J}$$

可知电阻丝 C 放出的热量为

$$Q = Q' = 89.3 \text{J}$$

13. (2023·河北·高考真题) 如图, 某实验小组为测量一个葫芦的容积, 在葫芦开口处竖直插入一根两端开口、内部横截面积为  $0.1 \text{cm}^2$  的均匀透明长塑料管, 密封好接口, 用氮气排空内部气体, 并用一小段水柱封闭氮气。外界温度为  $300 \text{K}$  时, 气柱长度  $l$  为  $10 \text{cm}$ ; 当外界温度缓慢升高到  $310 \text{K}$  时, 气柱长度变为  $50 \text{cm}$ 。已知外界大气压恒为  $1.0 \times 10^5 \text{Pa}$ , 水柱长度不计。

- (1) 求温度变化过程中氮气对外界做的功;
- (2) 求葫芦的容积;
- (3) 试估算被封闭氮气分子的个数 (保留 2 位有效数字)。已知  $1 \text{mol}$  氮气在  $1.0 \times 10^5 \text{Pa}$ 、 $273 \text{K}$  状态下的体积约为  $22.4 \text{L}$ , 阿伏伽德罗常数  $N_A$  取  $6.0 \times 10^{23} \text{mol}^{-1}$ 。



**【答案】** (1)  $0.4 \text{J}$ ; (2)  $119 \text{cm}^3$ ; (3)  $2.9 \times 10^{21}$

**【详解】** (1) 由于水柱的长度不计, 故封闭气体的压强始终等于大气压强。设大气压强为  $p_0$ , 塑料管的横截面积为  $S$ , 初、末态气柱的长度分别为  $l_1$ 、 $l_2$ , 气体对外做的功为  $W$ 。根据功的定义有

$$W = p_0 S (l_2 - l_1)$$

解得

$$W = 0.4\text{J}$$

(2) 设葫芦的容积为  $V$ ，封闭气体的初、末态温度分别为  $T_1$ 、 $T_2$ ，体积分别为  $V_1$ 、 $V_2$ ，根据盖—吕萨克定律有

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

$$V_1 = V + Sl_1$$

$$V_2 = V + Sl_2$$

联立以上各式并代入题给数据得

$$V = 119\text{cm}^3$$

(3) 设在  $1.0 \times 10^5 \text{Pa}$ 、 $273\text{K}$  状态下， $1\text{mol}$  氮气的体积为  $V_0$ 、温度为  $T_0$ ，封闭气体的体积为  $V_3$ ，被封闭氮气的分子个数为  $n$ 。根据盖—吕萨克定律有

$$\frac{V + Sl_1}{T_1} = \frac{V_3}{T_0}$$

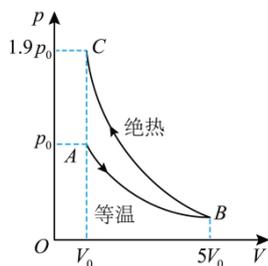
其中

$$n = \frac{V_3}{V_0} N_A$$

联立以上各式并代入题给数据得

$$n = 2.9 \times 10^{21} \text{ 个}$$

14. (2023·广东·高考真题) 在驻波声场作用下，水中小气泡周围液体的压强会发生周期性变化，使小气泡周期性膨胀和收缩，气泡内气体可视为质量不变的理想气体，其膨胀和收缩过程可简化为如图所示的  $p-V$  图像，气泡内气体先从压强为  $p_0$ 、体积为  $V_0$ 、温度为  $T_0$  的状态 A 等温膨胀到体积为  $5V_0$ 、压强为  $p_B$  的状态 B，然后从状态 B 绝热收缩到体积为  $V_0$ 、压强为  $1.9p_0$ 、温度为  $T_C$  的状态 C，B 到 C 过程中外界对气体做功为  $W$ 。已知  $p_0$ 、 $V_0$ 、 $T_0$  和  $W$ 。求：



- (1)  $p_B$  的表达式；
- (2)  $T_C$  的表达式；
- (3) B 到 C 过程，气泡内气体的内能变化了多少？

**【答案】** (1)  $\frac{1}{5}p_0$ ; (2)  $1.9T_0$ ; (3)  $W$

**【详解】** (1) 由题可知, 根据玻意耳定律可得

$$p_A V_A = p_B V_B$$

解得

$$p_B = \frac{1}{5} p_0$$

(2) 根据理想气体状态方程可知

$$\frac{p_B V_B}{T_B} = \frac{p_C V_C}{T_C}$$

解得

$$T_C = 1.9T_0$$

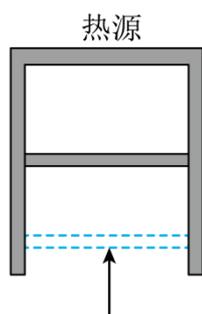
(3) 根据热力学第一定律可知

$$\Delta U = W + Q$$

其中  $Q = 0$ , 故气体内能增加

$$\Delta U = W$$

15. (2023·浙江·高考真题) 如图所示, 导热良好的固定直立圆筒内用面积  $S = 100\text{cm}^2$ , 质量  $m = 1\text{kg}$  的活塞封闭一定质量的理想气体, 活塞能无摩擦滑动。圆筒与温度  $300\text{K}$  的热源接触, 平衡时圆筒内气体处于状态  $A$ , 其体积  $V_A = 600\text{cm}^3$ 。缓慢推动活塞使气体达到状态  $B$ , 此时体积  $V_B = 500\text{cm}^3$ 。固定活塞, 升高热源温度, 气体达到状态  $C$ , 此时压强  $p_C = 1.4 \times 10^5\text{Pa}$ 。已知从状态  $A$  到状态  $C$ , 气体从外界吸收热量  $Q = 14\text{J}$ ; 从状态  $B$  到状态  $C$ , 气体内能增加  $\Delta U = 25\text{J}$ ; 大气压  $p_0 = 1.01 \times 10^5\text{Pa}$ 。



(1) 气体从状态  $A$  到状态  $B$ , 其分子平均动能\_\_\_\_\_ (选填“增大”、“减小”或“不变”), 圆筒内壁单位面积受到的压力\_\_\_\_\_ (选填“增大”、“减小”或“不变”);

(2) 求气体在状态  $C$  的温度  $T_C$ ;

(3) 求气体从状态  $A$  到状态  $B$  过程中外界对系统做的功  $W$ 。

**【答案】** (1) 不变; 增大; (2)  $350\text{K}$ ; (3)  $11\text{J}$

**【详解】** (1) 圆筒导热良好, 则气体从状态  $A$  缓慢推动活塞到状态  $B$ , 气体温度不变, 则气体分子平均动能不变; 气体体积减小, 则压强变大, 圆筒内壁单位面积受到的压力增大;

(2) 状态 A 时的压强

$$p_A = p_0 - \frac{mg}{S} = 1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$$

温度  $T_A=300\text{K}$ ； 体积  $V_A=600\text{cm}^3$ ；

C 态压强  $p_C=1.4 \times 10^5 \text{ Pa}$ ； 体积  $V_C=500\text{cm}^3$ ；

根据

$$\frac{p_A V_A}{T_A} = \frac{p_C V_C}{T_C}$$

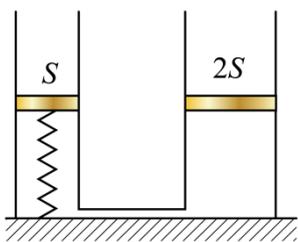
解得

$$T_C=350\text{K}$$

(3) 从 B 到 C 气体进行等容变化，则  $W_{BC}=0$ ，因从 B 到 C 气体内能增加 25J 可知，气体从外界吸热 25J，而气体从 A 到 C 从外界吸热 14J，可知气体从 A 到 B 气体放热 11J，从 A 到 B 气体内能不变，可知从 A 到 B 外界对气体做功 11J。

16. (2023·湖北·高考真题) 如图所示，竖直放置在水平桌面上的左右两汽缸粗细均匀，内壁光滑，横截面积分别为  $S$ 、 $2S$ ，由体积可忽略的细管在底部连通。两汽缸中各有一轻质活塞将一定质量的理想气体封闭，左侧汽缸底部与活塞用轻质细弹簧相连。初始时，两汽缸内封闭气柱的高度均为  $H$ ，弹簧长度恰好为原长。现往右侧活塞上表面缓慢添加一定质量的沙子，直至右侧活塞下降  $\frac{1}{3}H$ ，左侧活塞上升  $\frac{1}{2}H$ 。已知大气压强为  $p_0$ ，重力加速度大小为  $g$ ，汽缸足够长，汽缸内气体温度始终不变，弹簧始终在弹性限度内。求：

- (1) 最终汽缸内气体的压强。
- (2) 弹簧的劲度系数和添加的沙子质量。



**【答案】** (1)  $\frac{18}{17} p_0$ ； (2)  $k = \frac{2p_0 S}{17H}$ ；  $m = \frac{2p_0 S}{17g}$

**【详解】** (1) 对左右汽缸内所封的气体，初态压强

$$p_1 = p_0$$

体积

$$V_1 = SH + 2SH = 3SH$$

末态压强  $p_2$ ， 体积

$$V_2 = S \cdot \frac{3}{2}H + \frac{2}{3}H \cdot 2S = \frac{17}{6}SH$$

根据玻意耳定律可得

$$p_1 V_1 = p_2 V_2$$

解得

$$p_2 = \frac{18}{17} p_0$$

(2) 对右边活塞受力分析可知

$$mg + p_0 \cdot 2S = p_2 \cdot 2S$$

解得

$$m = \frac{2p_0 S}{17g}$$

对左侧活塞受力分析可知

$$p_0 S + k \cdot \frac{1}{2} H = p_2 S$$

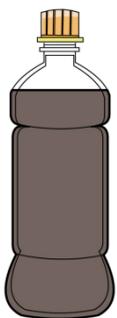
解得

$$k = \frac{2p_0 S}{17H}$$

17. (2023·海南·高考真题) 某饮料瓶内密封一定质量理想气体,  $t = 27^\circ\text{C}$  时, 压强  $p = 1.050 \times 10^5 \text{ Pa}$ 。

(1)  $t' = 37^\circ\text{C}$  时, 气压是多大?

(2) 保持温度不变, 挤压气体, 使之压强与 (1) 时相同时, 气体体积为原来的多少倍?



**【答案】** (1)  $1.085 \times 10^5 \text{ Pa}$ ; (2) 0.97

**【详解】** (1) 瓶内气体的始末状态的热力学温度分别为

$$T = (27 + 273)\text{K} = 300\text{K}, \quad T' = (37 + 273)\text{K} = 310\text{K}$$

温度变化过程中体积不变, 故由查理定律有

$$\frac{p}{T} = \frac{p'}{T'}$$

解得

$$p' = 1.085 \times 10^5 \text{ Pa}$$

(2) 保持温度不变, 挤压气体, 等温变化过程, 由玻意耳定律有

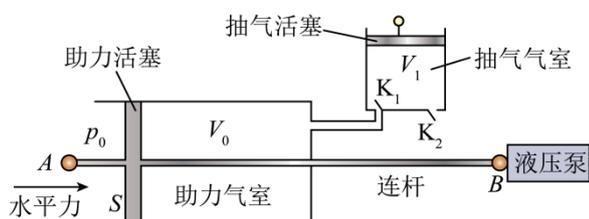
$$pV = p'V'$$

解得

$$V' \approx 0.97V$$

18. (2023·湖南·高考真题) 汽车刹车助力装置能有效为驾驶员踩刹车省力. 如图, 刹车助力装置可简化为助力气室和抽气气室等部分构成, 连杆  $AB$  与助力活塞固定为一体, 驾驶员踩刹车时, 在连杆  $AB$  上施加水平力推动液压泵实现刹车. 助力气室与抽气气室用细管连接, 通过抽气降低助力气室压强, 利用大气压与助力气室的压强差实现刹车助力. 每次抽气时,  $K_1$  打开,  $K_2$  闭合, 抽气活塞在外力作用下从抽气气室最下端向上运动, 助力气室中的气体充满抽气气室, 达到两气室压强相等; 然后,  $K_1$  闭合,  $K_2$  打开, 抽气活塞向下运动, 抽气气室中的全部气体从  $K_2$  排出, 完成一次抽气过程. 已知助力气室容积为  $V_0$ , 初始压强等于外部大气压强  $p_0$ , 助力活塞横截面积为  $S$ , 抽气气室的容积为  $V_1$ . 假设抽气过程中, 助力活塞保持不动, 气体可视为理想气体, 温度保持不变.

- (1) 求第 1 次抽气之后助力气室内的压强  $p_1$ ;  
 (2) 第  $n$  次抽气后, 求该刹车助力装置为驾驶员省力的大小  $\Delta F$ 。



**【答案】** (1)  $p_1 = \frac{p_0 V_0}{V_0 + V_1}$ ; (2)  $\Delta F = [1 - (\frac{V_0}{V_0 + V_1})^n] p_0 S$

**【详解】** (1) 以助力气室内的气体为研究对象, 则初态压强  $p_0$ , 体积  $V_0$ , 第一次抽气后, 气体体积

$$V = V_0 + V_1$$

根据玻意耳定律

$$p_0 V_0 = p_1 V$$

解得

$$p_1 = \frac{p_0 V_0}{V_0 + V_1}$$

(2) 同理第二次抽气

$$p_1 V_0 = p_2 V$$

解得

$$p_2 = \frac{p_1 V_0}{V_0 + V_1} = \left( \frac{V_0}{V_0 + V_1} \right)^2 p_0$$

以此类推.....

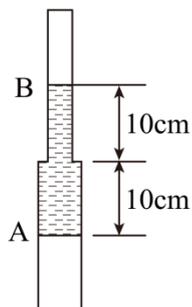
则当  $n$  次抽气后助力气室内的气体压强

$$p_n = \left( \frac{V_0}{V_0 + V_1} \right)^n p_0$$

则刹车助力系统为驾驶员省力大小为

$$\Delta F = (p_0 - p_n)S = \left[1 - \left(\frac{V_0}{V_0 + V_1}\right)^n\right] p_0 S$$

19. (2023·全国·高考真题) 如图, 竖直放置的封闭玻璃管由管径不同、长度均为 20cm 的 A、B 两段细管组成, A 管的内径是 B 管的 2 倍, B 管在上方。管内空气被一段水银柱隔开。水银柱在两管中的长度均为 10cm。现将玻璃管倒置使 A 管在上方, 平衡后, A 管内的空气柱长度改变 1cm。求 B 管在上方时, 玻璃管内两部分气体的压强。(气体温度保持不变, 以 cmHg 为压强单位)



【答案】  $p_A = 74.36\text{cmHg}$ ,  $p_B = 54.36\text{cmHg}$

【详解】 设 B 管在上方时上部分气压为  $p_B$ , 则此时下方气压为  $p_A$ , 此时有

$$p_A = p_B + 20$$

倒置后 A 管气体压强变小, 即空气柱长度增加 1cm, A 管中水银柱减小 1cm, A 管的内径是 B 管的 2 倍, 则

$$S_A = 4S_B$$

可知 B 管水银柱增加 4cm, 空气柱减小 4cm; 设此时两管的压强分别为  $p'_A$ 、 $p'_B$ , 所以有

$$p'_A + 23 = p'_B$$

倒置前后温度不变, 根据玻意耳定律对 A 管有

$$p_A S_A L_A = p'_A S_A L'_A$$

对 B 管有

$$p_B S_B L_B = p'_B S_B L'_B$$

其中

$$L'_A = 10\text{cm} + 1\text{cm} = 11\text{cm}$$

$$L'_B = 10\text{cm} - 4\text{cm} = 6\text{cm}$$

联立以上各式解得

$$p_A = 74.36\text{cmHg}$$

$$p_B = 54.36\text{cmHg}$$

20. (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  $17^\circ\text{C}$ , 密度为  $1.46\text{kg/m}^3$ 。

- (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  $27^\circ\text{C}$  时舱内气体的密度;
- (ii) 保持温度  $27^\circ\text{C}$  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。

**【答案】** (i)  $1.41\text{kg/m}^3$ ; (ii)  $1.18\text{kg/m}^3$

**【详解】** (i) 由摄氏度和开尔文温度的关系可得

$$T_1 = 273 + 17\text{K} = 290\text{K}, T_2 = 273 + 27\text{K} = 300\text{K}$$

理想气体状态方程  $pV = nRT$  可知

$$nR = \frac{pV}{T}$$

其中  $n$  为封闭气体的物质的量，即理想气体的  $\frac{pV}{T}$  正比于气体的质量，则

$$\frac{\rho_1}{\rho_2} = \frac{\frac{m_1}{V}}{\frac{m_2}{V}} = \frac{\frac{p_1 V}{T_1}}{\frac{p_2 V}{T_2}}$$

其中  $p_1 = p_2 = 1.2p_0$ ,  $\rho_1 = 1.46\text{kg/m}^3$ , 代入数据解得

$$\rho_2 = 1.41\text{kg/m}^3$$

(ii) 由题意得  $p_3 = p_0$ ,  $T_3 = 273 + 27\text{K} = 300\text{K}$  同理可得

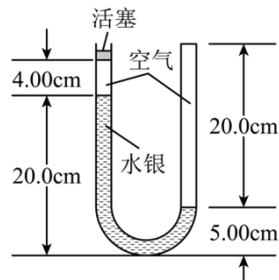
$$\frac{\rho_2}{\rho_3} = \frac{\frac{m_2}{V}}{\frac{m_3}{V}} = \frac{\frac{p_1 V}{T_2}}{\frac{p_3 V}{T_3}}$$

解得

$$\rho_3 = 1.18\text{kg/m}^3$$

21. (2016·全国·高考真题) 一 U 形玻璃管竖直放置，左端开口，右端封闭，左端上部有一光滑的轻活塞。初始时，管内汞柱及空气柱长度如图所示。用力向下缓慢推活塞，直至管内两边汞柱高度相等时为止，已知玻璃管的横截面积处处相同；在活塞向下移动的过程中，没有发生气体泄漏；大气压强  $p_0 = 75.0\text{cmHg}$ ，环境温度不变。求：

- (1) 此时右侧管内气体的压强
- (2) 活塞向下移动的距离。(保留三位有效数字)



**【答案】** (1)  $144\text{cmHg}$ ; (2)  $9.42\text{cm}$

**【详解】** (1) 设初始时，右管中空气柱的压强为  $p_1$ ，长度为  $l_1$ ；左管中空气柱的压强为

$$p_2 = p_0$$

长度为  $l_2$ ，活塞被下推  $h$  后，右管中空气柱的压强为  $p_1'$ ，长度为  $l_1'$ ；左管中空气柱的压强为  $p_2'$ ，长度为

$l_2'$ ，以 cmHg 为压强单位，由题给条件可得

$$p_1 = p_0 + (h_2 - h_1)\text{cmHg} = 90\text{cmHg}$$

$$l_1 = 20.0 \text{ cm}$$

$$l_1' = (20.0 - \frac{20.0 - 5.00}{2})\text{cm} = 12.5\text{cm}$$

由玻意耳定律得

$$p_1 l_1 S = p_1' l_1' S$$

解得

$$p_1' = 144\text{cmHg}$$

(2) 依题意

$$p_2' = p_1'$$

$$l_2' = 4.00\text{cm} + \frac{20.0 - 5.00}{2}\text{cm} - h = 11.5\text{cm} - h$$

由玻意耳定律得

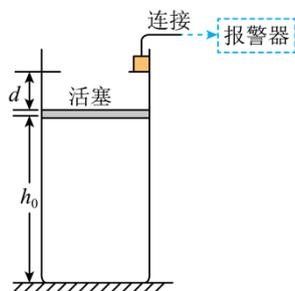
$$p_2 l_2 S = p_2' l_2' S$$

解得活塞向下移动的距离为

$$h \approx 9.42\text{cm}$$

22. (2023·浙江·高考真题) 某探究小组设计了一个报警装置，其原理如图所示。在竖直放置的圆柱形容器内用面积  $S = 100\text{cm}^2$ 、质量  $m = 1\text{kg}$  的活塞密封一定质量的理想气体，活塞能无摩擦滑动。开始时气体处于温度  $T_A = 300\text{K}$ 、活塞与容器底的距离  $h_0 = 30\text{cm}$  的状态 A。环境温度升高时容器内气体被加热，活塞缓慢上升  $d = 3\text{cm}$  恰好到达容器内的卡口处，此时气体达到状态 B。活塞保持不动，气体被继续加热至温度  $T_C = 363\text{K}$  的状态 C 时触动报警器。从状态 A 到状态 C 的过程中气体内能增加了  $\Delta U = 158\text{J}$ 。取大气压  $p_0 = 0.99 \times 10^5 \text{ Pa}$ ，求气体。

- (1) 在状态 B 的温度；
- (2) 在状态 C 的压强；
- (3) 由状态 A 到状态 C 过程中从外界吸收热量  $Q$ 。



【答案】(1) 330K；(2)  $1.1 \times 10^5 \text{ Pa}$ ；(3) 188J

【详解】(1) 根据题意可知，气体由状态 A 变化到状态 B 的过程中，封闭气体的压强不变，则有

$$\frac{V_A}{T_A} = \frac{V_B}{T_B}$$

解得

$$T_B = \frac{V_B}{V_A} T_A = 330\text{K}$$

(2) 从状态 A 到状态 B 的过程中, 活塞缓慢上升, 则

$$p_B S = p_0 S + mg$$

解得

$$p_B = 1 \times 10^5 \text{ Pa}$$

根据题意可知, 气体由状态 B 变化到状态 C 的过程中, 气体的体积不变, 则有

$$\frac{p_B}{T_B} = \frac{p_C}{T_C}$$

解得

$$p_C = \frac{T_C}{T_B} p_B = 1.1 \times 10^5 \text{ Pa}$$

(3) 根据题意可知, 从状态 A 到状态 C 的过程中气体对外做功为

$$W = p_B S \Delta h = 30\text{J}$$

由热力学第一定律有

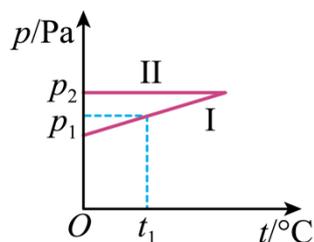
$$\Delta U = -W + Q$$

解得

$$Q = \Delta U + W = 188\text{J}$$

23. (2022·重庆·高考真题) 某同学探究一封闭汽缸内理想气体的状态变化特性, 得到压强  $p$  随温度  $t$  的变化如图所示。已知图线 I 描述的是体积为  $V_1$  的等容过程, 当温度为  $t_1$  时气体的压强为  $p_1$ ; 图线 II 描述的是压强为  $p_2$  的等压过程。取  $0^\circ\text{C}$  为  $273\text{K}$ , 求

- ① 等容过程中, 温度为  $0^\circ\text{C}$  时气体的压强;
- ② 等压过程中, 温度为  $0^\circ\text{C}$  时气体的体积。



【答案】①  $p_0 = \frac{273p_1}{t_1 + 273}$ ; ②  $V_2 = \frac{273p_1V_1}{p_2(t_1 + 273)}$

【详解】① 在等容过程中, 设  $0^\circ\text{C}$  时气体压强为  $p_0$ ; 根据查理定律有

$$\frac{p_1}{t_1 + 273} = \frac{p_0}{273}$$

解得

$$p_0 = \frac{273p_1}{t_1 + 273}$$

②当压强为  $p_2$ ，温度为  $0^\circ\text{C}$  时，设此时体积为  $V_2$ ，则根据理想气体状态方程有

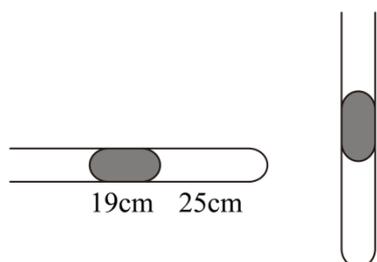
$$\frac{p_1 V_1}{t_1 + 273} = \frac{p_2 V_2}{273}$$

解得

$$V_2 = \frac{273 p_1 V_1}{p_2 (t_1 + 273)}$$

24. (2022·海南·高考真题) 足够长的玻璃管水平放置，用长19cm的水银封闭一段长为25cm的空气柱，大气压强为76cmHg，环境温度为300K，将玻璃管缓慢顺时针旋转到竖直，则：

- ①空气柱是吸热还是放热
- ②空气柱长度变为多少
- ③当气体温度变为360K时，空气柱长度又是多少？



【答案】①放热；②20cm；③24cm

【详解】①②以封闭气体为研究对象，气体做等温变化，设玻璃管横截面积为  $S$ ，玻璃管水平时

$$p_1 = 76\text{cmHg}$$

$$V_1 = 25S$$

玻璃管竖起来后

$$p_2 = 19\text{cmHg} + 76\text{cmHg} = 95\text{cmHg}$$

$$V_2 = LS$$

根据

$$p_1 V_1 = p_2 V_2$$

解得

$$L = 20\text{cm}$$

气体体积减小，外界对气体做功，但其温度不变，内能不变，根据热力学第一定律可知气体向外放热；

③空气柱长度为20cm；由等压变化得

$$\frac{V_2}{T_1} = \frac{V_3}{T_2}$$

其中

$$T_1 = 300\text{K}$$

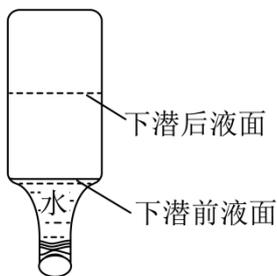
$$V_2 = 20S$$

$$V_3 = LS$$

解得

$$L = 24\text{cm}$$

25. (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 $g$ 取 $10 \text{ m/s}^2$ , 水的密度 $\rho$ 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】**  $p = 2.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ ,  $10 \text{ m}$

**【详解】** 对瓶中所封的气体, 由玻意耳定律可知

$$p_0 V_0 = pV$$

即

$$1.0 \times 10^5 \times (380 - 80) = p \times (380 - 230)$$

解得

$$p = 2.0 \times 10^5 \text{ Pa}$$

根据

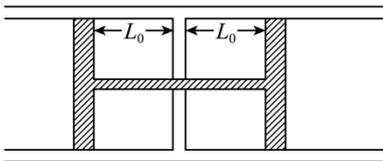
$$p = p_0 + \rho gh$$

解得

$$h = 10 \text{ m}$$

26. (2022·河北·高考真题) 水平放置的气体阻尼器模型截面如图所示, 汽缸中间有一固定隔板, 将汽缸内一定质量的某种理想气体分为两部分, “H”型连杆活塞的刚性连杆从隔板中央圆孔穿过, 连杆与隔板之间密封良好。设汽缸内、外压强均为大气压强 $p_0$ 。活塞面积为 $S$ , 隔板两侧气体体积均为 $SL_0$ , 各接触面光滑。连杆的截面积忽略不计。现将整个装置缓慢旋转至竖直方向, 稳定后, 上部气体的体积为原来的 $\frac{1}{2}$ , 设整个过程温度保持不变, 求:

- (i) 此时上、下部分气体的压强；  
 (ii) “H”型连杆活塞的质量（重力加速度大小为  $g$ ）。



**【答案】** (1)  $2p_0$ ,  $\frac{2}{3}p_0$ ; (2)  $\frac{4p_0S}{3g}$

**【详解】** (1) 旋转前后，上部分气体发生等温变化，根据玻意尔定律可知

$$p_0 \cdot SL_0 = p_1 \cdot \frac{1}{2}SL_0$$

解得旋转后上部分气体压强为

$$p_1 = 2p_0$$

旋转前后，下部分气体发生等温变化，下部分气体体积增大为  $\frac{1}{2}SL_0 + SL_0 = \frac{3}{2}SL_0$ ，则

$$p_0 \cdot SL_0 = p_2 \cdot \frac{3}{2}SL_0$$

解得旋转后下部分气体压强为

$$p_2 = \frac{2}{3}p_0$$

(2) 对“H”型连杆活塞整体受力分析，活塞的重力  $mg$  竖直向下，上部分气体对活塞的作用力竖直向上，下部分气体对活塞的作用力竖直向下，大气压力上下部分抵消，根据平衡条件可知

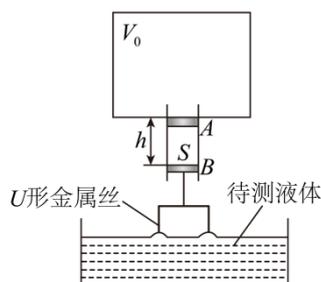
$$p_1S = mg + p_2S$$

解得活塞的质量为

$$m = \frac{4p_0S}{3g}$$

27. (2022·湖南·高考真题) 如图，小赞同学设计了一个液体拉力测量仪。一个容积  $V_0 = 9.9L$  的导热汽缸下接一圆管，用质量  $m_1 = 90g$ 、横截面积  $S = 10cm^2$  的活塞封闭一定质量的理想气体，活塞与圆管壁间摩擦不计。活塞下端用轻质细绳悬挂一质量  $m_2 = 10g$  的 U 形金属丝，活塞刚好处于 A 位置。将金属丝部分浸入待测液体中，缓慢升起汽缸，使金属丝从液体中拉出，活塞在圆管中的最低位置为 B。已知 A、B 间距离  $h = 10cm$ ，外界大气压强  $p_0 = 1.01 \times 10^5 Pa$ ，重力加速度取  $10m/s^2$ ，环境温度保持不变，求：

- (1) 活塞处于 A 位置时，汽缸中的气体压强  $p_1$ ；  
 (2) 活塞处于 B 位置时，液体对金属丝拉力  $F$  的大小。



**【答案】** (1)  $p_1 = 10^5 \text{ Pa}$  ; (2)  $F = 1 \text{ N}$

**【详解】** (1) 将活塞与金属丝视为一整体，因平衡则有

$$p_0 S = p_1 S + (m_1 + m_2)g$$

代入数据解得

$$p_1 = 10^5 \text{ Pa}$$

(2) 当活塞在 B 位置时，汽缸内压强为  $p_2$ ，则有

$$p_1 V_0 = p_2 (V_0 + Sh)$$

代入数据解得

$$p_2 = 9.9 \times 10^4 \text{ Pa}$$

将活塞与金属丝视为一整体，因平衡则有

$$p_0 S = p_2 S + (m_1 + m_2)g + F$$

联立解得

$$F = 1 \text{ N}$$

28. (2022·山东·高考真题) 某些鱼类通过调节体内鱼鳔的体积实现浮沉。如图所示，鱼鳔结构可简化为通过阀门相连的 A、B 两个密闭气室，A 室壁厚、可认为体积恒定，B 室壁薄，体积可变；两室内气体视为理想气体，可通过阀门进行交换。质量为  $M$  的鱼静止在水面下  $H$  处。B 室内气体体积为  $V$ ，质量为  $m$ ；设 B 室内气体压强与鱼体外压强相等、鱼体积的变化与 B 室气体体积的变化相等，鱼的质量不变，鱼鳔内气体温度不变。水的密度为  $\rho$ ，重力加速度为  $g$ 。大气压强为  $p_0$ ，求：

(1) 鱼通过增加 B 室体积获得大小为  $a$  的加速度、需从 A 室充入 B 室的气体质量  $\Delta m$ ；

(2) 鱼静止于水面下  $H_1$  处时，B 室内气体质量  $m_1$ 。



**【答案】** (1)  $\Delta m = \frac{Mma}{V\rho g}$  ; (2)  $m_1 = \frac{\rho g H_1 + p_0}{\rho g H + p_0} m$

**【详解】** (1) 由题知开始时鱼静止在  $H$  处，设此时鱼的体积为  $V_0$ ，有

$$Mg = \rho g V_0$$

且此时 B 室内气体体积为  $V$ ，质量为  $m$ ，则

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/396124110005011003>