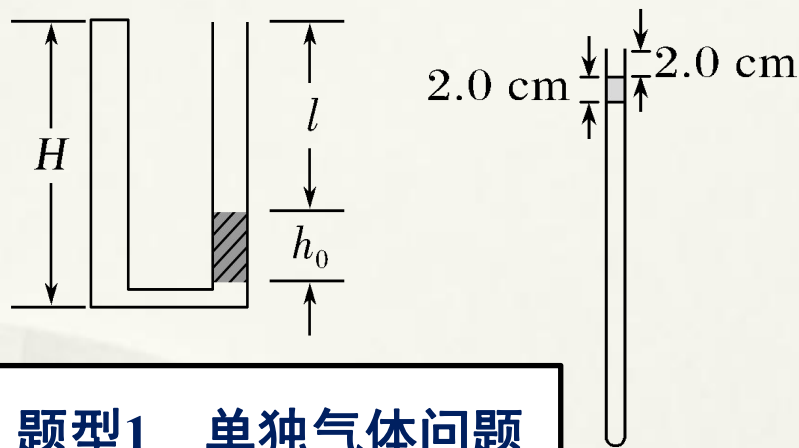


应用气体实验定律

解决“三类模型”问题

(二)

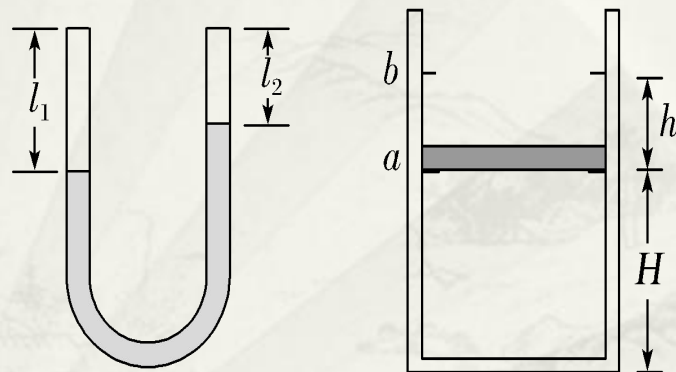
一 “玻管水银柱” 类型



题型1 单独气体问题

题型2 关联气体问题

二 “汽缸活塞类” 类型



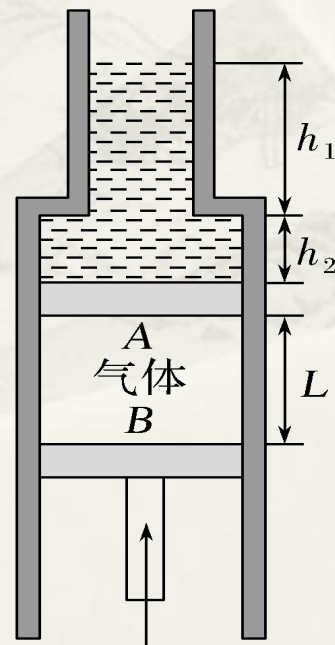
三 “变质量气体” 类型

1.打气 2.抽气 3.灌气 4.漏气

【变式】 (2020山东淄博4月模拟)图中竖直圆筒固定不动，粗筒横截面积是细筒的4倍，筒足够长，粗筒中A、B两轻质活塞间封有一定量的理想气体，两活塞与筒壁间的摩擦不计，用外力向上托住活塞B，使之处于平衡状态。气柱长 $L = 17\text{ cm}$ ，活塞A的上方细筒中的水银深 $h_1 = 20\text{ cm}$ ，粗筒中水银深 $h_2 = 5\text{ cm}$ ，现使活塞B缓慢向下移动，直至水银恰好全部进入粗筒中，设在整个过程中气柱的**温度不变**，大气压强 P_0 相当于75 cm高水银柱产生的压强。

求：

- (1)此时气柱的长度；
- (2)活塞B向下移动的距离。

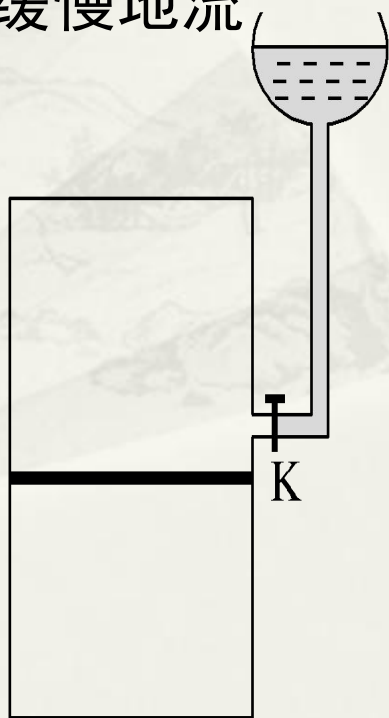


答案 (1)20 cm (2)8 cm



题型2 关联气体问题

【典例4】 [2018·全国卷I，33(2)] 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 $V/8$ 时，将 K 关闭，活塞平衡时其下方气体的体积减小了 $V/6$ 。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。

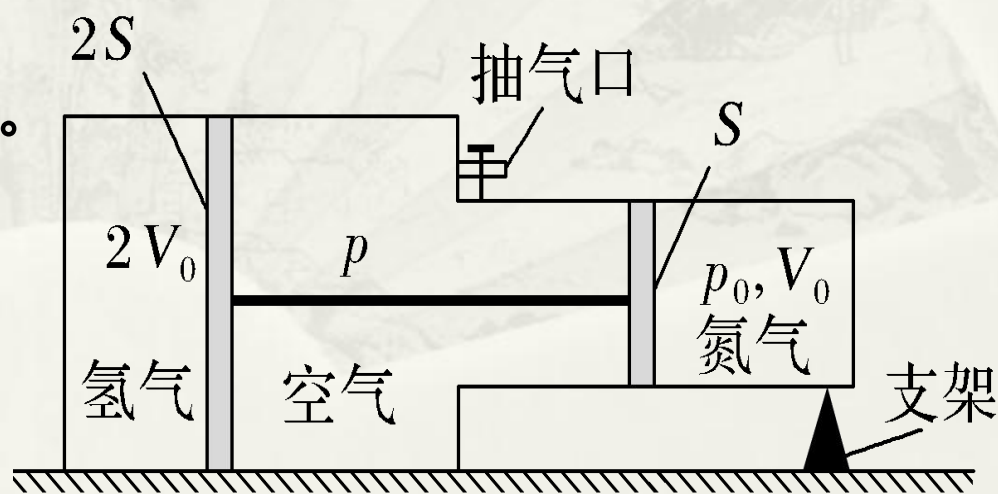


答案 $\frac{15p_0S}{26g}$



【变式4】 [2019·全国卷II, 33(2)]如图，一容器由横截面积分别为 $2S$ 和 S 的两个汽缸连通而成，容器平放在水平地面上，汽缸内壁光滑。整个容器被通过刚性杆连接的两活塞分隔成三部分，分别充有氢气、空气和氮气。平衡时，氮气的压强和体积分别为 p_0 和 V_0 ，氢气的体积为 $2V_0$ ，空气的压强为 p ，现缓慢地将中部的空气全部抽出，抽气过程中氢气和氮气的温度保持不变，活塞没有到达两汽缸的连接处，求：

- (i) 抽气前氢气的压强；
- (ii) 抽气后氢气的压强和体积。



$$(1) \quad p_1 = \frac{1}{2}(p_0 + p)$$

$$(ii) \quad p_1 = \frac{1}{2}p_0 + \frac{1}{4}p \quad V_1 = \frac{4(p_0 + p)V_0}{2p_0 + p}$$

考点三 “变质量气体” 模型

1. 打气问题

选择原有气体和即将充入的气体作为研究对象，就可把充气过程中气体质量变化问题转化为定质量气体的状态变化问题。

2. 抽气问题

将每次抽气过程中抽出的气体和剩余气体作为研究对象，
质量不变

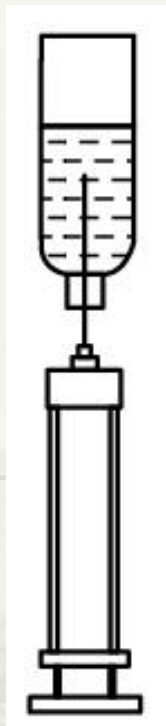
3.灌气问题

把大容器中的剩余气体和多个小容器中的气体整体作为研究对象，可将变质量问题转化为定质量问题。

4.漏气问题

选容器内剩余气体和漏出气体整体作为研究对象，便可使问题变成一定质量气体的状态变化，可用理想气体的状态方程求解。

例5. 【2021年广东卷16】. 为方便抽取密封药瓶里的药液，护士一般先用注射器注入少量气体到药瓶里后再抽取药液，如图所示，某种药瓶的容积为 0.9mL ，内装有 0.5mL 的药液，瓶内气体压强为 $1.0 \times 10^5\text{Pa}$ ，护士把注射器内横截面积为 0.3cm^2 、长度为 0.4cm 、压强为 $1.0 \times 10^5\text{Pa}$ 的气体注入药瓶，若瓶内外温度相同且保持不变，气体视为理想气体，求此时药瓶内气体的压强。



答案： $1.3 \times 10^5\text{Pa}$

【练5】 [2020·全国卷 I , 33(2)] 甲、乙两个储气罐储存有同种气体(可视为理想气体)。甲罐的容积为 V , 罐中气体的压强为 p ; 乙罐的容积为 $2V$, 罐中气体的压强为 $\frac{1}{2}p$ 。现通过连接两罐的细管把甲罐中的部分气体调配到乙罐中去, 两罐中气体温度相同且在调配过程中保持不变, 调配后两罐中气体的压强相等。求调配后

(i) 两罐中气体的压强;

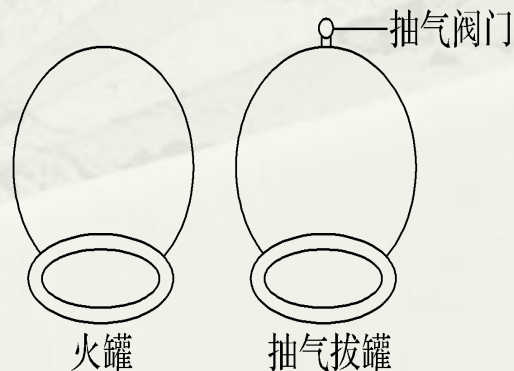
(ii) 甲罐中气体的质量与甲罐中原有气体的质量之比。

答案 (i) $\frac{2}{3}p$ (ii) $\frac{2}{3}$



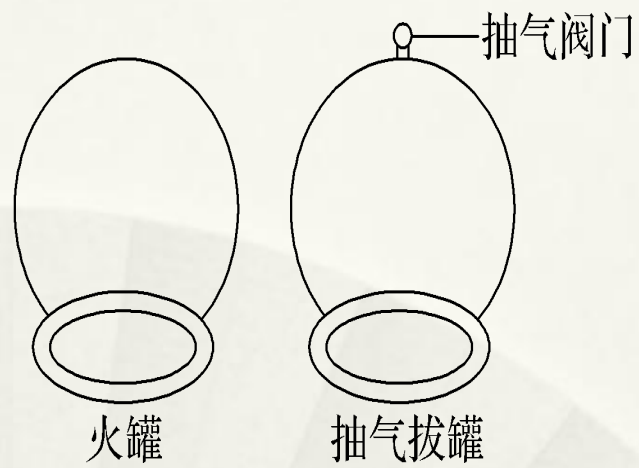
【变式5】(2020·山东卷, 15) 中医拔罐的物理原理是利用玻璃罐内外的气压差使罐吸附在人体穴位上, 进而治疗某些疾病。常见拔罐有两种, 如图所示, 左侧为**火罐**, 下端开口; 右侧为抽气拔罐, 下端开口, 上端留有抽气阀门。使用火罐时, 先加热罐中气体, 然后迅速按到皮肤上, 自然降温后火罐内部气压低于外部大气压, 使火罐紧紧吸附在皮肤上。**抽气拔罐**是先把罐体按在皮肤上, 再通过抽气降低罐内气体压强。某次使用火罐时, 罐内气体初始压强与外部大气压相同, 温

度为 450 K , 最终降到 300 K , 因皮肤凸起, 内部气体体积变为罐容积的 $\frac{20}{21}$ 。若换用抽气拔罐, 抽气后罐内剩余气体体积变为抽气拔罐容积的 $\frac{20}{21}$, 罐内气压与火罐降温后的内部气压相同。罐内气体均可视为理想气体, 忽略抽气过程中气体温度的变化。求应抽出气体的质量与抽气前罐内气体质量的比值。



$$p_1 = 0.7p_0$$

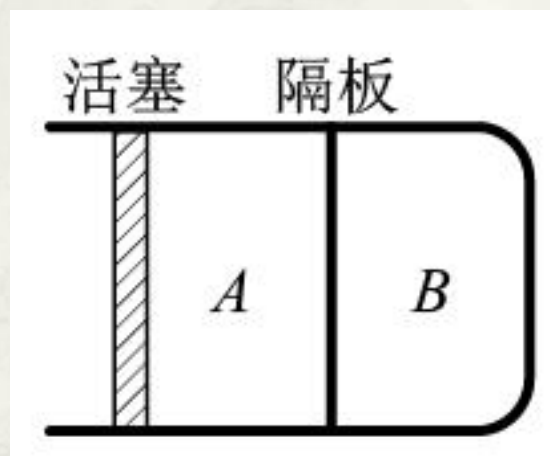
答案 $\frac{1}{3}$



巩固训练

【2021年全国1卷14】 . 如图，一汽缸中由活塞封闭有一定量的理想气体，中间的隔板将气体分为A、B两部分；初始时，A、B的体积均为 V ，压强均等于大气压 P_0 ，隔板上装有压力传感器和控制装置，当隔板两边压强差超过 $0.5P_0$ 时隔板就会滑动，否则隔板停止运动。气体温度始终保持不变。向右缓慢推动活塞，使B的体积减小为 $V/2$ 。

- (i) 求A的体积和B的压强；
- (ii) 再使活塞向左缓慢回到初始位置，求此时A的体积和B的压强。



$$(i) \quad V_A = 0.4V, \quad p_B = 2p_0;$$

$$\text{联立解得 } p_B' = \frac{3-\sqrt{5}}{4}p_0 \quad (\text{舍去}), \quad p_B' = \frac{3+\sqrt{5}}{4}p_0 \quad V_A' = (\sqrt{5}-1)V$$

【2021年全国2卷14】 . 如图，一玻璃装置放在水平桌面上，竖直玻璃管A、B、C粗细均匀，A、B两管的上端封闭，C管上端开口，三管的下端在同一水平面内且相互连通。A、B两管的长度分别为 $l_1=13.5\text{cm}$ ， $l_2=32\text{cm}$ 。将水银从C管缓慢注入，直至B、C两管内水银柱的高度差回 $h=5\text{cm}$ 。

已知外界大气压为 $P_0=75\text{cmHg}$ 。

求A、B两管内水银柱的高度差。

$$\Delta h = 1\text{cm}$$

