

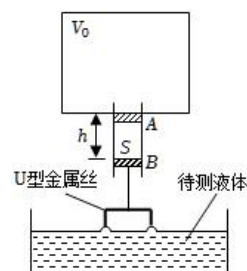
模块一：气体实验定律与单一过程应用

1. (2020•湖南) 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 $P = \frac{1}{2}P$ ，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。

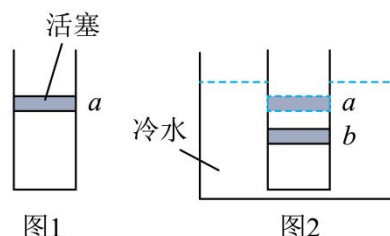
2. (2022•湖南) 如图，小赞同学设计了一个液体拉力测量仪。一个容积 $V_0 = 9.9\text{L}$ 的导热汽缸下接一圆管，用质量 $m_1 = 90\text{g}$ 、横截面积 $S = 10\text{cm}^2$ 的活塞封闭一定质量的理想气体，活塞与圆管壁间摩擦不计。活塞下端用轻质细绳悬挂一质量 $m_2 = 10\text{g}$ 的 U 形金属丝，活塞刚好处于 A 位置。将金属丝部分浸入待测液体中，缓慢升起汽缸，使金属丝从液体中拉出，活塞在圆管中的最低位置为 B。已知 A、B 间距离 $h = 10\text{cm}$ ，外界大气压强 $p_0 = 1.01 \times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

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

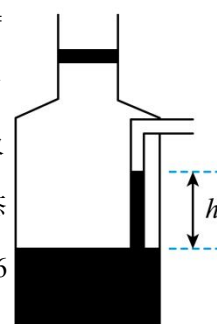


3. (2025•四川) 如图 1 所示, 用活塞将一定质量的理想气体密封在导热气缸内, 活塞稳定在 a 处。将气缸置于恒温冷水中, 如图 2 所示, 活塞自发从 a 处缓慢下降并停在 b 处, 然后保持气缸不动, 用外力将活塞缓慢提升回 a 处。不计活塞与气缸壁之间的摩擦。则 ()

- A. 活塞从 a 到 b 的过程中, 气缸内气体压强升高
- B. 活塞从 a 到 b 的过程中, 气缸内气体内能不变
- C. 活塞从 b 到 a 的过程中, 气缸内气体压强升高
- D. 活塞从 b 到 a 的过程中, 气缸内气体内能不变



4. (2025•浙江 1 月) 如图所示, 导热良好带有吸管的瓶子, 通过瓶塞密闭 $T_1 = 300 \text{ K}$, 体积 $V_1 = 1 \times 10^3 \text{ cm}^3$ 处于状态 1 的理想气体, 管内水面与瓶内水面高度差 $h = 10 \text{ cm}$ 。将瓶子放进 $T_2 = 303 \text{ K}$ 的恒温水中, 瓶塞无摩擦地缓慢上升恰好停在瓶口, h 保持不变, 气体达到状态 2, 此时锁定瓶塞, 再缓慢地从吸管中吸走部分水后, 管内和瓶内水面等高, 气体达到状态 3。已知从状态 2 到状态 3, 气体对外做功 1.02 J ; 从状态 1 到状态 3, 气体吸收热量 4.56 J , 大气压强 $p_0 = 1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$, 水的密度 $\rho = 1.0 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$; 忽略表面张力和水蒸气对压强的影响。



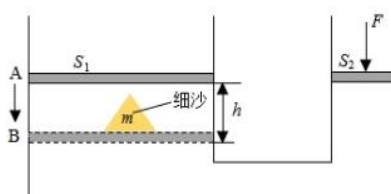
(1) 从状态 2 到状态 3, 气体分子平均速率_____ (“增大”、“不变”、“减小”), 单位时间撞击单位面积瓶壁的分子数_____ (“增大”、“不变”、“减小”);

(2) 求气体在状态 3 的体积 V_3 ;

(3) 求从状态 1 到状态 3 气体内能的改变量 ΔU 。

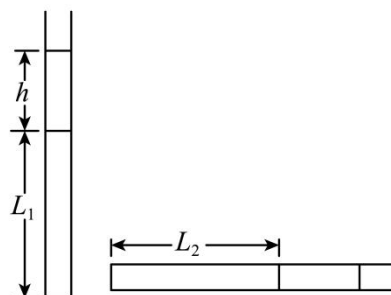
模块二：活塞—气缸模型与受力平衡

1. (2021·湖南) 如图，两端开口、下端连通的导热汽缸，用两个轻质绝热活塞（截面积分别为 S_1 和 S_2 ）封闭一定质量的理想气体，活塞与汽缸壁间无摩擦。在左端活塞上缓慢加细沙，活塞从 A 下降 h 高度到 B 位置时，活塞上细砂的总质量为 m 。在此过程中，用外力 F 作用在右端活塞上，使活塞位置始终不变。整个过程环境温度和大气压强 p_0 保持不变，系统始终处于平衡状态，重力加速度为 g 。下列说法正确的是（ ）



- A. 整个过程，外力 F 做功大于 0，小于 mgh
- B. 整个过程，理想气体的分子平均动能保持不变
- C. 整个过程，理想气体的内能增大
- D. 整个过程，理想气体向外界释放的热量小于 $(p_0 S_1 h + mgh)$
- E. 左端活塞到达 B 位置时，外力 F 等于 $\frac{mgS_2}{S_1}$

2. (2025·湖南) 用热力学方法可测量重力加速度。如图所示，粗细均匀的细管开口向上竖直放置，管内用液柱封闭了一段长度为 L_1 的空气柱。液柱长为 h ，密度为 ρ 。缓慢旋转细管至水平，封闭空气柱长度为 L_2 ，大气压强为 p_0 。



- (1) 若整个过程中温度不变，求重力加速度 g 的大小；
- (2) 考虑到实验测量中存在各类误差，需要在不同实验

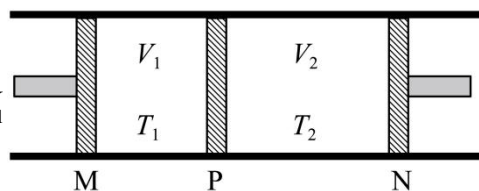
参数下进行多次测量，如不同的液柱长度、空气柱长度、温度等。某次实验测量数据如下，

液柱长 $h = 0.2000\text{m}$ ，细管开口向上竖直放置时空气柱温度 $T_1 = 305.7\text{K}$ 。水平放置时调控空

气柱温度，当空气柱温度 $T_2 = 300.0\text{K}$ 时，空气柱长度与竖直放置时相同。已知

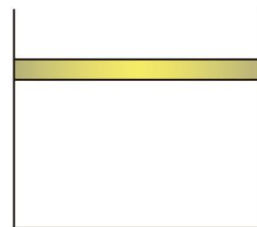
$\rho = 1.0 \times 10^3 \text{kg/m}^3$, $p_0 = 1.0 \times 10^5 \text{Pa}$ 。根据该组实验数据，求重力加速度 g 的值。

3. (2025•河南) 如图, 一圆柱形汽缸水平固置, 其内部被活塞 M 、 P 、 N 密封成两部分, 活塞 P 与汽缸壁均绝热且两者间无摩擦。平衡时, P 左、右两侧理想气体的温度分别为 T_1 和 T_2 , 体积分别为 V_1 和 V_2 , $T_1 < T_2, V_1 < V_2$ 。则 ()



- A. 固定 M 、 N , 若两侧气体同时缓慢升高相同温度, P 将右移
- B. 固定 M 、 N , 若两侧气体同时缓慢升高相同温度, P 将左移
- C. 保持 T_1 、 T_2 不变, 若 M 、 N 同时缓慢向中间移动相同距离, P 将右移
- D. 保持 T_1 、 T_2 不变, 若 M 、 N 同时缓慢向中间移动相同距离, P 将左移

4. (2025•海南) 如图, 竖直放置的汽缸内有一横截面积 $S = 0.01\text{m}^2$ 的活塞, 活塞质量忽略不计, 活塞与汽缸无摩擦且密封良好。若活塞保持静止, 气缸内密封一定质量的理想气体, 气体温度 $T_0 = 300\text{K}$, 气体体积 $V_0 = 5 \times 10^{-3}\text{m}^3$ 。



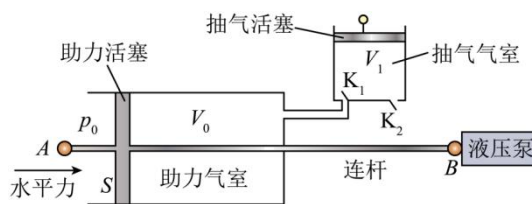
设大气压强 $p_0 = 1 \times 10^5\text{Pa}$, 重力加速度 $g = 10\text{m/s}^2$ 。

- (1) 若加热气体, 使活塞缓慢上升, 当气体体积变为 $V_1 = 7.5 \times 10^{-3}\text{m}^3$, 求气体温度 T_1 ;
- (2) 若往活塞上轻放质量为 $m = 25\text{kg}$ 的重物, 且活塞下降过程中气体温度 T_0 不变, 求稳定后的气体体积 V_2 。

模块三：多过程、质量变化与递推模型

1. (2023•湖南) 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 ΔF 。

2. (2025•浙江) “拔火罐”是我国传统医学的一种疗法。治疗时，医生将开口面积为 S 的玻璃罐加热，使罐内空气温度升至 t_1 ，然后迅速将玻璃罐倒扣在患者皮肤上（状态 1）。待罐内空气自然冷却至室温 t_2 ，玻璃罐便紧贴在皮肤上（状态 2）。从状态 1 到状态 2 过程中罐内气体向外界放出热量 7.35J 。已知 $S = 1.6 \times 10^{-3}\text{m}^2$ ， $t_1 = 77^\circ\text{C}$ ， $t_2 = 27^\circ\text{C}$ 。忽略皮肤的形变，大气压强 $p_0 = 1.05 \times 10^5\text{Pa}$ 。求：



- (1) 状态 2 时罐内气体的压强；
- (2) 状态 1 到状态 2 罐内气体内能的变化；
- (3) 状态 2 时皮肤受到的吸力大小。

3. (2025•广东) 如图是某铸造原理示意图，往气室注入空气增加压强，使金属液沿升液管进入已预热的铸型室，待铸型室内金属液冷却凝固后获得铸件。柱状铸型室通过排气孔与气相通，大气压强 $p_0 = 1.0 \times 10^5\text{Pa}$ ，铸型室底面积 $S_1 = 0.2\text{m}^2$ ，

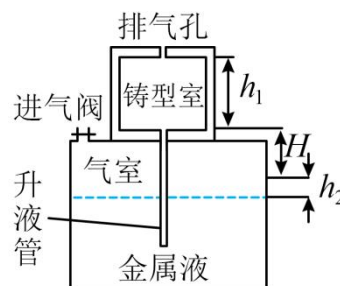
高度 $h_1 = 0.2\text{m}$ ，底面与注气前气室内金属液面高度差

$H = 0.15\text{m}$ ，柱状气室底面积 $S_2 = 0.8\text{m}^2$ ，注气前气室内

气体压强为 p_0 ，金属液的密度 $\rho = 5.0 \times 10^3\text{kg/m}^3$ ，重力

加速度取 $g = 10\text{m/s}^2$ ，空气可视为理想气体，不计升液

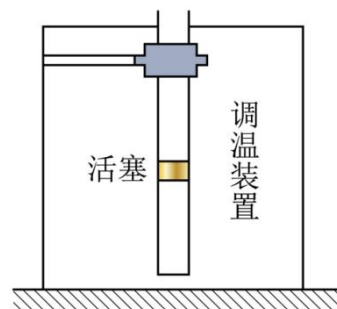
管的体积。



- (1) 求金属液刚好充满铸型室时，气室内金属液面下降的高度 h_2 和气室内气体压强 p_1 。

(2) 若在注气前关闭排气孔使铸型室密封，且注气过程中铸型室内温度不变，求注气后铸型室内的金属液高度为 $h_3 = 0.04\text{m}$ 时，气室内气体压强 p_2 。

4. (2025•山东) 如图所示, 上端开口, 下端封闭的足够长玻璃管竖直固定于调温装置内。玻璃管导热性能良好, 管内横截面积为 S , 用轻质活塞封闭一定质量的理想气体。大气压强为 p_0 , 活塞与玻璃管之间的滑动摩擦力大小恒为 $f_0 = \frac{1}{21} p_0 S$, 等于最大静摩擦力。用调温装置对封闭气体缓慢加热, $T_1 = 330\text{K}$ 时, 气柱高度为 h_1 , 活塞开始缓慢上升; 继续缓慢加热至 $T_2 = 440\text{K}$ 时停止加热, 活塞不再上升; 再缓慢降低气体温度, 活塞位置保持不变, 直到降温至 $T_3 = 400\text{K}$ 时, 活塞才开始缓慢下降; 温度缓慢降至 $T_4 = 330\text{K}$ 时, 保持温度不变, 活塞不再下降。求:

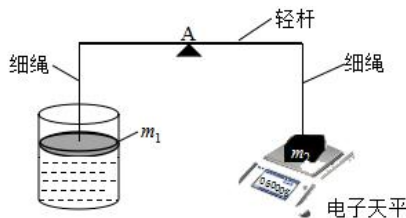


(1) $T_2 = 440\text{K}$ 时, 气柱高度 h_2 ;

(2) 从 T_1 状态到 T_4 状态的过程中, 封闭气体吸收的净热量 Q (扣除放热后净吸收的热量)。

模块四：力热综合与真实情境建模

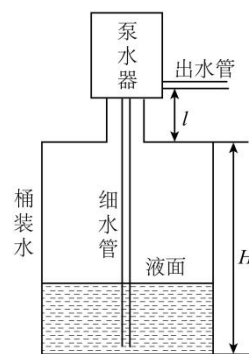
1. (2021•湖南) 小赞同学设计了一个用电子天平测量环境温度的实验装置，如图所示。导热汽缸开口向上并固定在桌面上，用质量 $m_1=600\text{g}$ 、截面积 $S=20\text{cm}^2$ 的活塞封闭一定质量的理想气体，活塞与汽缸壁间无摩擦。一轻质直杆中心置于固定支点 A 上，左端用不可伸长的细绳竖直悬挂活塞，右端用相同细绳竖直悬挂一个质量 $m_2=1200\text{g}$ 的铁块，并将铁块放置到电子天平上。当电子天平示数为 600.0g 时，测得环境温度 $T_1=300\text{K}$ 。设外界大气压强 $p_0=1.0\times 10^5\text{Pa}$ ，重力加速度 $g=10\text{m/s}^2$ ，轻杆始终保持水平。



(i) 当电子天平示数为 400.0g 时，环境温度 T_2 为多少？

(ii) 该装置可测量的最高环境温度 T_{max} 为多少？

2. (2025•江西) 如图所示，一泵水器通过细水管与桶装水相连。按压一次泵水器可将压强等于大气压强 p_0 、体积为 V_0 的空气压入水桶中。在设计泵水器时应计算出 V_0 的临界值 V_{0c} ，当 $V_0=V_{0c}$ 时，在液面最低的情况下仅按压一次泵水器恰能出水。设桶身的高度和横截面积分别为 H 、 S ，颈部高度为 l ，按压前桶中气体压强为 p_0 。不考虑温度变化和漏气，忽略桶壁厚度及桶颈部、细水管和出水管的体积。已知水的密度为 ρ ，重力加速度为 g 。该临界值 V_{0c} 等于 ()



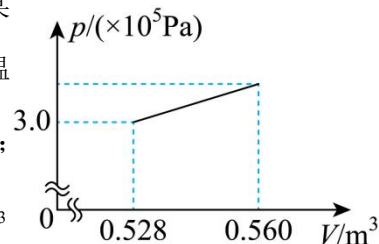
A. $\frac{\rho g S}{p_0} H^2$

B. $\frac{\rho g S}{p_0} H(H+l)$

C. $\frac{p_0 - \rho g(H+l)}{p_0} SH$

D. $\frac{p_0 + \rho g(H+l)}{p_0} SH$

3. (2025·陕晋青宁) 某种卡车轮胎的标准胎压范围为 $2.8 \times 10^5 \text{ Pa} \sim 3.5 \times 10^5 \text{ Pa}$ 。卡车行驶过程中, 一般胎内气体的温度会升高, 体积及压强也会增大。若某一行驶过程中胎内气体压强 p 随体积 V 线性变化如图所示, 温度 T_1 为 300K 时, 体积 V_1 和压强 p_1 分别为 0.528m^3 、 $3.0 \times 10^5 \text{ Pa}$;
当胎内气体温度升高到 T_2 为 350K 时, 体积增大到 V_2 为 0.560m^3
气体可视为理想气体。

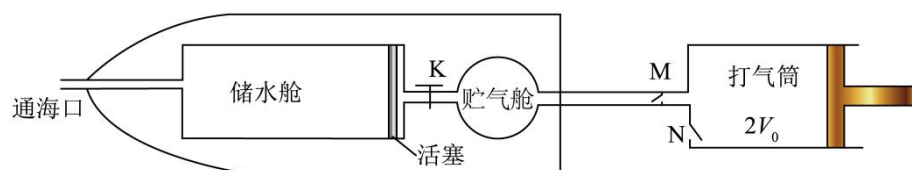


(1) 求此时胎内气体的压强 p_2 ;

(2) 若该过程中胎内气体吸收的热量 Q 为 $7.608 \times 10^4 \text{ J}$, 求胎内气体的内能增加量 ΔU 。

4. (2025·河南·一模) 某同学设计如图所示潜艇模型的截面示意图, 容积为 V_0 的贮气舱通过细管与储水舱连接, 储水舱中有一厚度忽略不计的轻活塞, 容积大于 V_0 的储水舱通过通海口与海水连通。某次下潜前, 在海面上保持阀门 K 关闭, 贮气舱内有压强为 p_0 、体积为 V_0 的空气, 现用容积为 $2V_0$ 的打气筒向贮气舱充气, 贮气舱与打气筒相连, 且该连接口有两开关 M 、 N (M 、 N 均为单向通气), 现在向贮气舱内用打气筒连续打了 10 次气体, 每次打入气体的体积均为 $2V_0$, 压强为 p_0 。当潜艇静止潜在某深度处时, 活塞位于最右端, 储水舱内充满水。现打开阀门 K , 向储水舱压入一定量的气体后, 关闭阀门 K , 活塞左移, 排出水的体积为 V_0 , 贮气舱内剩余

气体的压强变为 $12p_0$ ，排水过程中气体温度不变，潜水艇深度不变。已知大气压强为 p_0 ，重力加速度为 g ，海水密度为 ρ ，忽略温度的变化和海水密度随深度的变化。求：



- (1) 潜艇下潜前，充气完成后贮气舱内空气的压强 p_1 ；
- (2) 潜艇所在的深度 h 。