

热学总复习习题及作业

学生: 杨凤 教师: 马祥芸

July 7, 2024

Contents

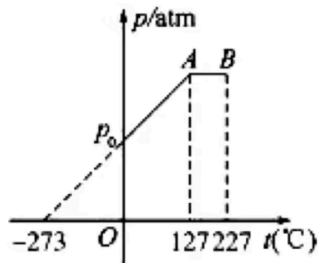
1	课堂习题	2
1.1	图像计算	2
1.2	动力学问题	2
1.3	移动分析	2
1.4	充气问题	3
1.5	图像问题	3
2	作业	4
2.1	三连通器	4
2.2	液泡	4
2.3	挤压问题	4
2.4	移动综合	5
2.5	图像分析	5
2.6	图像分析	5
2.7	放气问题	6
2.8	热一计算	6
3	答案及解析	7
3.1	课堂习题	7
3.1.1		7
3.1.2		7
3.1.3		7
3.1.4		7
3.1.5		7
3.2	课后作业	8
3.2.1		8
3.2.2		8
3.2.3		8
3.2.4		8
3.2.5		8
3.2.6		8
3.2.7		9
3.2.8		9

1 课堂习题

1.1 图像计算

14、如图所示为 0.3mol 的某种气体的压强和温度关系的 $P-T$ 图线。 P_0 表示 1 个标准大气压，则在状态 B 时气体的体积为 ()

- A. 5.6L
- B. 3.2L
- C. 1.2L
- D. 8.4L



1.2 动力学问题

1、在一端封闭的粗细均匀的玻璃管内，用水银柱封闭一部分空气，玻璃管开口向下，如图所示，当玻璃管自由下落时，空气柱长度将()

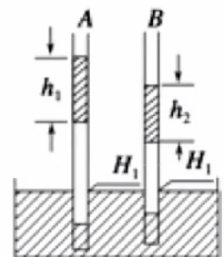
- A. 增大
- B. 减小
- C. 不变
- D. 无法确定



1.3 移动分析

1、如图所示，两端开口的直玻璃管 A 和 B，竖直插入同一水银槽中，各用一段水银柱封闭着一定质量同温度的空气，空气柱长度 $H_1 > H_2$ ，水银柱长度 $h_1 > h_2$ ，今使封闭气柱降低相同的温度（大气压保持不变），则两管中气柱上方水银柱的移动情况是 ()

- A. 均向下移动，B 管移动较多
- B. 均向下移动，A 管移动较多
- C. A 管向上移动，B 管向下移动
- D. 无法判断



1.4 充气问题

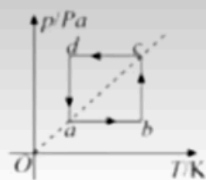
1 某自行车轮胎的容积为 V 。里面已有压强为 P_0 的空气，现在要使轮胎内的气压增大到 P ，设充气过程为等温过程，空气可看作理想气体，轮胎容积保持不变，则还要向轮胎充入温度相同，压强也是 P_0 ，空气的体积为（ ）。

- A. $\frac{P_0}{P} V$ B. $\frac{P}{P_0} V$
- C. $\left(\frac{P}{P_0} - 1\right) V$ D. $\left(\frac{P}{P_0} + 1\right) V$

1.5 图像问题

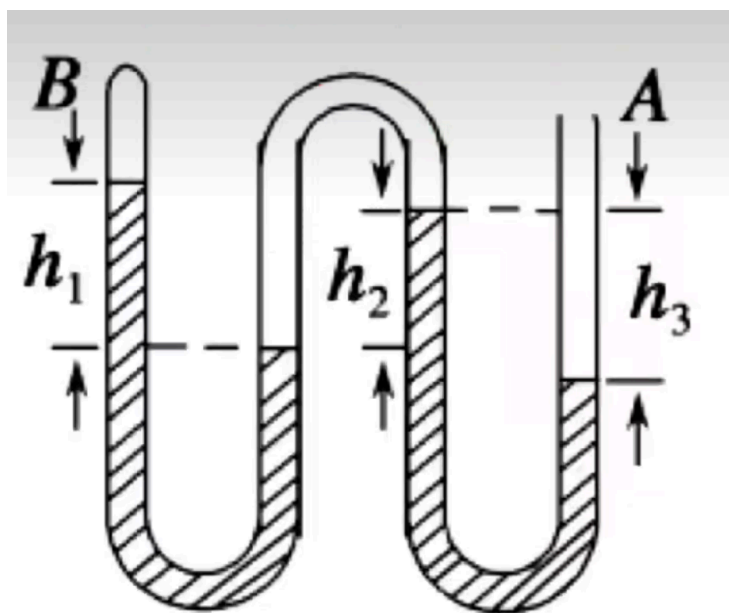
17. (2019 秋•上期中) 如图所示，一定质量的理想气体经过 $abcda$ 过程，其中 $abcd$ 为正方形， ac 连线过坐标原点，下列说法正确的是（ ）

- A. $a \rightarrow b$ 过程，吸收热量，对外做功，内能增大
- B. $b \rightarrow c$ 过程，吸收热量，对外做功，内能不变
- C. a 状态压强 P_a ，温度 T_a ， c 状态压强 P_c ，温度 T_c ，关系为 $p_a T_c = P_c T_a$
- D. $c \rightarrow d$ 过程，气体压强不变，体积减小，单位时间撞在容器单位面积的分子数变多
- E. $d \rightarrow a$ 过程，气体压强变小，体积变大，单位时间撞在容器单位面积的分子数变多



2 作业

2.1 三连通器



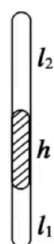
2.2 液泡

3、一个气泡由湖面下 20 m 深处缓慢上升到湖面下 10 m 深处，它的体积约变为原来体积的()

- A. 3 倍
- B. 2 倍
- C. 1.5 倍
- D. 0.7 倍

2.3 挤压问题

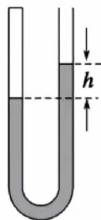
1、如图所示，两端封闭、粗细均匀、竖直放置的玻璃管内，有一长为 h 的水银柱，将管内气体分为两部分，已知 $l_2 = 2l_1$ 。若使两部分气体同时升高相同的温度，管内水银柱将如何运动？(设原来温度相同)



2.4 移动综合

2、如图所示，一定质量的空气被水银封闭在静置于竖直平面的 U 形玻璃管内，右管上端开口且足够长，右管内水银面比左管内水银面高 h ，下列能使 h 变大的是()

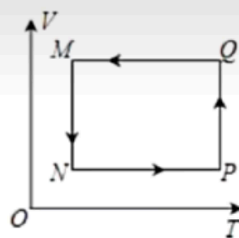
- A. 环境温度升高
- B. 大气压强升高
- C. 沿管壁向右管内加水银
- D. U 形玻璃管自由下落



2.5 图像分析

19. (2019•海南) 一定量的理想气体从状态 M 出发，经状态 N、P、Q 回到状态 M，完成一个循环。从 M 到 N、从 P 到 Q 是等温过程；从 N 到 P、从 Q 到 M 是等容过程；其体积 - 温度图象 ($V-T$ 图) 如图所示。下列说法正确的是 ()

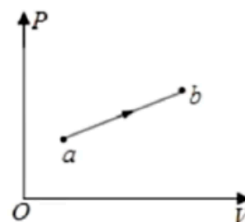
- A. 从 M 到 N 是吸热过程
- B. 从 N 到 P 是吸热过程
- C. 从 P 到 Q 气体对外界做功
- D. 从 Q 到 M 是气体对外界做功
- E. 从 Q 到 M 气体的内能减少



2.6 图像分析

20. (2018•新课标Ⅲ) 如图，一定量的理想气体从状态 a 变化到状态 b，其过程如 $p-V$ 图中从 a 到 b 的直线所示。在此过程中 ()

- A. 气体温度一直降低
- B. 气体内能一直增加
- C. 气体一直对外做功
- D. 气体一直从外界吸热
- E. 气体吸收的热量一直全部用于对外做功



2.7 放气问题

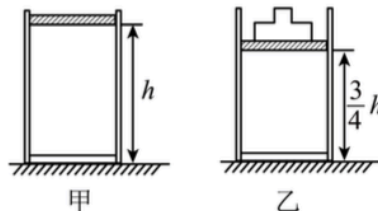
3、如图所示是我国南海舰队潜艇，它水下速度为 20 节，最大下潜深度为 300m。某次在南海执行任务时位于水面下 $h=150\text{m}$ 处，艇上有一个容积 $V_1=2\text{m}^3$ 的贮气钢筒，筒内贮有压缩空气，其压强 $P_1=200\text{atm}$ ，每次将筒内一部分空气压入水箱（水箱有排水孔与海水相连），排出海水 $\Delta V=0.9\text{m}^3$ ，当贮气钢筒中的压强降低到 $P_2=20\text{atm}$ 时，需重新充气。设潜艇保持水面下深度不变，在排水过程中气体的温度不变，水面上空气压强 $P_0=1\text{atm}$ ，取海水密度 $\rho=1\times 10^3\text{kg/m}^3$ ， $g=10\text{m/s}^2$ ， $1\text{atm}=1\times 10^5\text{Pa}$ 。求该贮气钢筒重新充气前可将筒内空气压入水箱的次数。

2.8 热一计算

13. 如图甲所示，导热性能良好的圆柱形汽缸放在水平地面上，开口向上，用横截面积为 S 的活塞封闭一定质量的理想气体，活塞到汽缸底部的距离为 h ，此时环境温度为 T 。（热力学温度）。已知大气压强恒为 p_0 ，活塞的质量为 $m=\frac{p_0 S}{g}$ 现将一质量也为 m 的重物轻放在活塞上，同时缓慢升高环境温度，活塞静止后到汽缸底部的距离为 $\frac{3}{4}h$ （如图乙所示），该过程气体从外界吸收的热量为 Q 。重力加速度为 g ，不计活塞与汽缸之间的摩擦，求：

(i) 最终气体的热力学温度 T

(ii) 上述过程中气体内能的变化量 ΔU



3 答案及解析

3.1 课堂习题

3.1.1

- 正解: D
- 总结: 首先应该向左平移 y 轴, 使得横坐标换算成开尔文温度.
新的坐标系下, 斜线 OA 满足 $P = \frac{C}{V}T$ 斜率为定值, 因此为等容过程.
 $T = 273K$ 时直线过 P_0 , 此时气体体积为 $22.4L$, 因此 $V_A = 22.4L$
横线 $A \rightarrow B$ 为等压过程, 计算温度之比即可求得 V_B

3.1.2

- 正解: B
- 总结: 动力学问题主要在于分析好初末态, 同时列受力分析方程.
初态 $PS + mg = P_0S$, 末态自由落体加速度为 g
 $P'S + mg - P_0S = ma = mg \Rightarrow P' = P_0$ 液柱上方压强增大, 因此液柱上方体积减小

3.1.3

- 正解: B
- 总结: 此题不能使用等体过程的 $\frac{\Delta P}{\Delta T}$ 进行分析
两试管各自独立, 区别于等体两气挤压问题 (作用对象为同一个液柱)
但两试管均连通大气 $P_0 + h_1 = P_A$ $P_0 + h_2 = P_B$
因此可视作等压过程, 同有过原点的直线 $V = \frac{1}{P}T \Rightarrow \frac{V}{T} = \frac{\Delta V}{\Delta T}$
 $V_A = \frac{\Delta V_A}{\Delta T}T$ $V_A > V_B$ (两者均为负数, 液柱下移) $\Rightarrow \Delta V_A > \Delta V_B$

3.1.4

- 正解: C
- 总结:

由于是限容问题, 本质上是求: $\Delta n \iff \Delta V$

$$P_0V = n_1RT$$

$$PV = n_2RT \Rightarrow (P - P_0)V = (n_2 - n_1)RT$$

$$P_0\Delta V = \Delta nRT = (n_2 - n_1)RT \Rightarrow \Delta V = \left(\frac{P}{P_0} - 1\right)V$$

或者使用一个方程要求: 原状态 + 打入气 = 末状态

$$P_0V + P_0V_0 = PV \Rightarrow \Delta V = \left(\frac{P}{P_0} - 1\right)V$$

3.1.5

- 正解: ACD
- 总结: DE 选项的判断体积越小, 那么显然单位体积内的分子数上升, 碰撞容器壁的概率会上升

3.2 课后作业

3.2.1

- 正解: $P_B = P_A + \rho g(h_3 - h_1)$
- 总结: 前两管: $P_B + \rho g h_1 = P_C$, 后两管 $P_C + \rho g h_3 = P_0$

3.2.2

- 正解: C
- 总结: 外界大气压的作用应该被计算进去

3.2.3

- 正解: 向上移动
- 总结: 三个状态参量中, 真正使得液柱移动的物理量是 P , 在查理定律中 $\frac{P}{T} = \frac{C}{V}$
升温瞬间可视为等体过程, 因此函数为过原点的直线可得 $\frac{P}{T} = \frac{\Delta P}{\Delta T}$
 $\Delta P_1 = \frac{P_1}{T_1} \Delta T = \frac{C}{V_1} \Delta T$
 $V_2 = 2V_1 \implies \Delta P_1 > \Delta P_2$

3.2.4

- 正解: ACD
- 总结:
 - (A) 通常当多个变量发生变化, 优先假设 V 不变, 因此瞬态满足 $\frac{P}{T} = \frac{\Delta P}{\Delta T} = C$
 $P = P_0 + h$ 方程右边暂时不变, 环境温度上升 $\Delta T > 0 \implies \Delta P > 0$, 压强 P 增大
虽然体积 V 减小导致 h 又下降, 但稳态总有 P 变大, 因此需要 h 变大, A 正确
 - (B) P_0 上升, P 上升, 等温条件下 V 下降, 因此试管左边的体积下降导致 h 变小
 - (C) 可以从两个角度思考, 只要持续往里加水银, 必然会使得液面高 h 上升
另一个角度, 瞬态时 h 变大, P 变大, V 减小, 末态方程 $P' = P_0 + h'$
结果上必然有 $P' > P$, 因此 h 变大
 - (D) 自由落体需要列动力学方程, $P_0 S + mg - P' S = mg \implies P' = P_0$ 压强变小, 体积变大, h 上升

3.2.5

- 正解: BCE

3.2.6

- 正解: BCD
- 总结: E 选项注意能量的转化角度, 热量一部分转化为对外做功一部分作为内能储存

3.2.7

- 正解: 25 次
- 总结: 主要在于排出气体的压强与水压 + 大气压平衡, 是恒压为 $1\text{ atm} + P_{\text{水}}$, 其中 $P_{\text{水}} = 15\text{ atm}$

3.2.8

- 正解: (1) $\frac{9}{8}T$ (2) $Q + \frac{3}{4}P_0Sh$
- 总结: 做功计算是准静态过程, 此过程中所有的力视为不变
受力分析包括: 物块与活塞重力, 大气压力