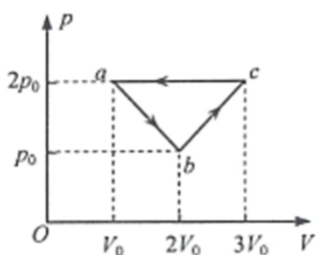


专题 15 选修 3-3

1. (2020 山东卷) 一定质量的理想气体从状态 a 开始, 经 $a \rightarrow b$ 、 $b \rightarrow c$ 、 $c \rightarrow a$ 三个过程后回到初始状态 a , 其 p - V 图像如图所示。已知三个状态的坐标分别为 $a(V_0, 2p_0)$ 、 $b(2V_0, p_0)$ 、 $c(3V_0, 2p_0)$ 以下判断正确的是



- A. 气体在 $a \rightarrow b$ 过程中对外界做的功小于在 $b \rightarrow c$ 过程中对外界做的功
- B. 气体在 $a \rightarrow b$ 过程中从外界吸收的热量大于在 $b \rightarrow c$ 过程中从外界吸收的热量
- C. 在 $c \rightarrow a$ 过程中, 外界对气体做的功小于气体向外界放出的热量
- D. 气体在 $c \rightarrow a$ 过程中内能的减少量大于 $b \rightarrow c$ 过程中内能的增加量

【答案】C

【解析】A. 根据气体做功的表达式 $W = Fx = pSx = p \cdot \Delta V$ 可知 p - V 图线和体积横轴围成的面积即为做功大小, 所以气体在 $a \rightarrow b$ 过程中对外界做的功等于 $b \rightarrow c$ 过程中对外界做的功, A 错误;

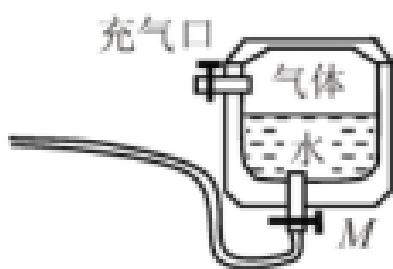
B. 气体从 $a \rightarrow b$, 满足玻意尔定律 $pV = C$, 所以 $T_a = T_b$

所以 $\Delta U_{ab} = 0$, 根据热力学第一定律 $\Delta U = Q + W$ 可知

$0 = Q_{ab} + W_{ab}$, 气体从 $b \rightarrow c$, 温度升高, 所以 $\Delta U_{bc} > 0$, 根据热力学第一定律可知

$\Delta U_{bc} = Q_{bc} + W_{bc}$ ，结合 A 选项可知 $W_{ab} = W_{bc} < 0$ ，所以 $Q_{bc} > Q_{ab}$ ， $b \rightarrow c$ 过程气体吸收的热量大于 $a \rightarrow b$ 过程吸收的热量，B 错误；C. 气体从 $c \rightarrow a$ ，温度降低，所以 $\Delta U_{ca} < 0$ ，气体体积减小，外界对气体做功，所以 $W_{ca} > 0$ ，根据热力学第一定律可知 $Q_{ca} < 0$ ，放出热量，C 正确；D. 理想气体的内能只与温度有关，根据 $T_a = T_b$ 可知从 $|\Delta T_{ca}| = |\Delta T_{bc}|$ ，所以气体从 $c \rightarrow a$ 过程中内能的减少量等于 $b \rightarrow c$ 过程中内能的增加量，D 错误。故选 C。

2. （2020 年天津卷）水枪是孩子们喜爱的玩具，常见的气压式水枪储水罐示意如图。从储水罐充气口充入气体，达到一定压强后，关闭充气口。扣动扳机将阀门 M 打开，水即从枪口喷出。若在不断喷出的过程中，罐内气体温度始终保持不变，则气体



- A. 压强变大
- B. 对外界做功
- C. 对外界放热
- D. 分子平均动能变大

【答案】B

【解析】A. 随着水向外喷出，气体的体积增大，由于温度不变，根据

$$pV = \text{恒量}$$

可知气体压强减小，A 错误；

BC. 由于气体体积膨胀，对外界做功，根据热力学第一定律

$$\Delta U = W + Q$$

气体温度不变，内能不变，一定从外界吸收热量，B 正确，C 错误；

D. 温度是分子平均动能的标志，由于温度不变，分子的平均动能不变，D 错误。

故选 B。

3. （2020 江苏卷）玻璃的出现和使用在人类生活里已有四千多年的历史，它是一种非晶体。下列关于玻璃的说法正确的有

- A. 没有固定的熔点
- B. 天然具有规则的几何形状
- C. 沿不同方向的导热性能相同
- D. 分子在空间上周期性排列

【答案】AC

【解析】根据非晶体的特点可知非晶体是指组成物质的分子（或原子、离子）不呈空间有规则周期性排列的固体。它没有一定规则的外形。它的物理性质在各个方向上是相同的，叫“各向同性”。它没有固定的熔点。故选 AC。

4. （2020 新课标II卷）下列关于能量转换过程的叙述，违背热力学第一定律的有_____，不违背热力学第一定律、但违背热力学第二定律的有_____。

- A. 汽车通过燃烧汽油获得动力并向空气中散热
- B. 冷水倒入保温杯后，冷水和杯子的温度都变得更低
- C. 某新型热机工作时将从高温热源吸收的热量全部转化为功，而不产生其他影响
- D. 冰箱的制冷机工作时从箱内低温环境中提取热量散发到温度较高的室内

【答案】BC

【解析】A. 燃烧汽油产生的内能一方面向机械能转化，同时热传递向空气转移。既不违背热力学第一定律，也不违背热力学第二定律；

B. 冷水倒入保温杯后，没有对外做功，同时也没有热传递，内能不可能减少，故违背热力学第一定律；

C. 某新型热机工作时将从高温热源吸收的热量全部转化为功，必然产生其他影响故违背热力学第二定律；

D. 制冷机消耗电能工作时从箱内低温环境中提取热量散发到温度较高的室内，发生了内能的转移，同时对外界产生了影响。既不违背热力学第一定律，也不违背热力学第二定律。

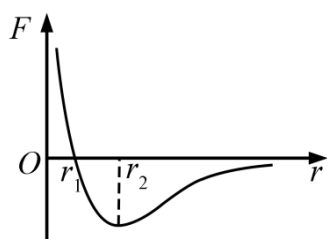
5. (2020 江苏卷) 一瓶酒精用了一些后，把瓶盖拧紧，不久瓶内液面上方形成了酒精的饱和汽，此时_____ (选填“有”或“没有”) 酒精分子从液面飞出。当温度升高时，瓶中酒精饱和汽的密度_____ (选填“增大”“减小”或“不变”)。

【答案】有 增大

【解析】形成饱和汽后，酒精还是会蒸发，只是液体里跑到气体中的分子和气体中的分子跑到液体里的速度一样快，整体来看是不变的。即此时仍然会有酒精分子从液面飞出；

温度升高使气体分子的动能增大，离开液体表面的气体分子更多，饱和汽密度增大。

6. (2020 新课标I卷) 分子间作用力 F 与分子间距 r 的关系如图所示， $r=r_1$ 时， $F=0$ 。分子间势能由 r 决定，规定两分子相距无穷远时分子间的势能为零。若一分子固定于原点 O ，另一分子从距 O 点很远处向 O 点运动，在两分子间距减小到 r_2 的过程中，势能_____ (填“减小”“不变”或“增大”)；在间距由 r_2 减小到 r_1 的过程中，势能_____ (填“减小”“不变”或“增大”)；在间距等于 r_1 处，势能_____ (填“大于”“等于”或“小于”) 零。



【答案】减小 减小 小于

【解析】从距 O 点很远处向 O 点运动，两分子间距减小到 r_2 的过程中，分子间体现引力，引力做正功，分子势能减小；

在 $r_2 \rightarrow r_1$ 的过程中，分子间仍然体现引力，引力做正功，分子势能减小；

在间距等于 r_1 之前，分子势能一直减小，取无穷远处分子间势能为零，则在 r_1 处分子势能小于零。

7. (2020 新课标I卷) 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) $\frac{2}{3}$

【解析】(i) 气体发生等温变化，对甲乙中的气体，可认为甲中原气体有体积 V 变成 $3V$ ，乙中原气体体积有 $2V$ 变成 $3V$ ，则根据玻意尔定律分别有

$$pV = p_1 \cdot 3V, \quad \frac{1}{2}p \cdot 2V = p_2 \cdot 3V$$

则

$$pV + \frac{1}{2}p \cdot 2V = (p_1 + p_2) \times 3V$$

则甲乙中气体最终压强

$$p' = p_1 + p_2 = \frac{2}{3}p$$

(ii) 若调配后将甲气体再等温压缩到气体原来的压强为 p ，则

$$p'V = pV'$$

计算可得

$$V' = \frac{2}{3}V$$

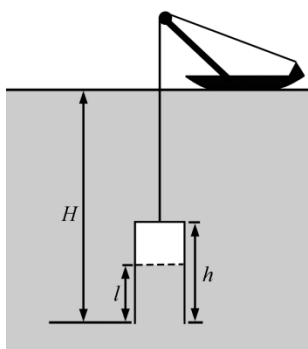
由密度定律可得，质量之比等于

$$\frac{m_{\text{现}}}{m_{\text{原}}} = \frac{V'}{V} = \frac{2}{3}$$

8. (2020 新课标II卷) 潜水钟是一种水下救生设备，它是一个底部开口、上部封闭的容器，外形与钟相似。潜水钟在水下时其内部上方空间里存有空气，以满足潜水员水下避险的需要。为计算方便，将潜水钟简化为截面积为 S 、高度为 h 、开口向下的圆筒；工作母船将潜水钟由水面上方开口向下吊放至深度为 H 的水下，如图所示。已知水的密度为 ρ ，重力加速度大小为 g ，大气压强为 p_0 ， $H > h$ ，忽略温度的变化和水密度随深度的变化。

(1) 求进入圆筒内水的高度 l ；

(2) 保持 H 不变，压入空气使筒内的水全部排出，求压入的空气在其压强为 p_0 时的体积。



【答案】 (1) $l = \frac{\rho g H}{p_0 + \rho g H} h$; (2) $V = \frac{\rho g S H h}{p_0}$

【解析】（1）设潜水钟在水面上方时和放入水下后筒内气体的体积分别为 V_0 和 V_1 ，放入水下后筒内气体的压强为 p_1 ，由玻意耳定律和题给条件有

$$p_1 V_1 = p_0 V_0 \quad (1)$$

$$V_0 = hS \quad (2)$$

$$V_1 = (h-l)S \quad (3)$$

$$p_1 = p_0 + \rho g(H-l) \quad (4)$$

联立以上各式并考虑到 $H > h$ ， $h > l$ ，解得

$$l = \frac{\rho g H}{p_0 + \rho g H} h \quad (5)$$

（2）设水全部排出后筒内气体的压强为 p_2 ；此时筒内气体的体积为 V_0 ，这些气体在其压强为 p_0 时的体积为 V_3 ，由玻意耳定律有

$$p_2 V_0 = p_0 V_3 \quad (6)$$

其中

$$p_2 = p_0 + \rho g H \quad (7)$$

设需压入筒内的气体体积为 V ，依题意

$$V = V_3 - V_0 \quad (8)$$

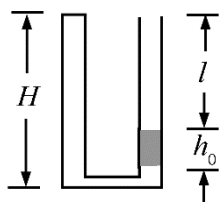
联立②⑥⑦⑧式得

$$V = \frac{\rho g S H h}{p_0} \quad (9)$$

9. （2020 新课标III卷）如图，两侧粗细均匀、横截面积相等、高度均为 $H=18\text{cm}$ 的 U 型管，左管上端封闭，右管上端开口。右管中有高 $h_0=4\text{cm}$ 的水银柱，水银柱上表面离管口的距离 $l=12\text{cm}$ 。管底水平段的体积可忽略。环境温度为 $T_1=283\text{K}$ 。大气压强 $p_0=76\text{cmHg}$ 。

（i）现从右侧端口缓慢注入水银（与原水银柱之间无气隙），恰好使水银柱下端到达右管底部。此时水银柱的高度为多少？

(ii) 再将左管中密封气体缓慢加热，使水银柱上表面恰与右管口平齐，此时密封气体的温度为多少？



【答案】 (i) 12.9cm; (ii) 363K

【解析】 (i) 设密封气体初始体积为 V_1 ，压强为 p_1 ，左、右管的截面积均为 S ，密封气体先经等温压缩过程体积变为 V_2 ，压强变为 p_2 。由玻意耳定律有

$$p_1 V_1 = p_2 V_2$$

设注入水银后水银柱高度为 h ，水银的密度为 ρ ，按题设条件有

$$p_1 = p_0 + \rho g h_0, \quad p_2 = p_0 + \rho g h$$

$$V_1 = S(2H - l - h_0), \quad V_2 = SH$$

联立以上式子并代入题中数据得

$$h = 12.9 \text{ cm}$$

(ii) 密封气体再经等压膨胀过程体积变为 V_3 ，温度变为 T_2 ，由盖-吕萨克定律有

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

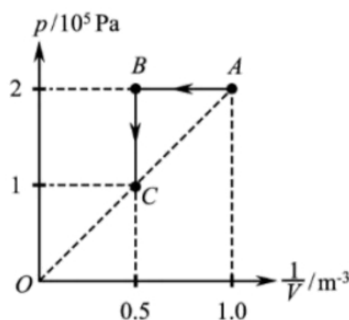
按题设条件有

$$V_3 = S(2H - h)$$

代入题中数据得

$$T_2 = 363 \text{ K}$$

10. (2020 江苏卷) 一定质量的理想气体从状态 A 经状态 B 变化到状态 C , 其 $p - \frac{1}{V}$ 图象如图所示, 求该过程中气体吸收的热量 Q 。



【答案】 $2 \times 10^5 \text{ J}$

【解析】

根据 $p - \frac{1}{V}$ 图像可知状态 A 和状态 C 温度相同, 内能相同; 故从 A 经 B 到 C 过程中气体吸收的热量等于气体对外所做的功。根据图像可知状态 A 到状态 B 为等压过程, 气体对外做功为

$$W_1 = p \Delta V = 2 \times 10^5 \times (2 - 1) \text{ J} = 2 \times 10^5 \text{ J}$$

状态 B 到状态 C 为等容变化, 气体不做功; 故 A 经 B 到 C 过程中气体吸收的热量为

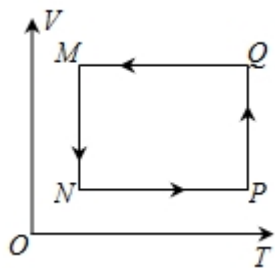
$$Q = W_1 = 2 \times 10^5 \text{ J}$$

十年高考真题分类汇编(2010—2019) 物理

专题 15 选修 3-3

选择题:

1.(2019•海南卷•T15) 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-温度图像(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

【答案】BCE

【解析】

A、从 M 到 N 理想气体温度不变，则内能不变，即 $\Delta U=0$ ，但体积减小，说明外界对气体做功，即 $W>0$ ，由热力学第一定律： $W+Q=\Delta U$ ，可知 $Q<0$ ，所以是一个放热过程，故 A 错误；

B、从 N 到 P 理想气体温度升高，则内能增大，即 $\Delta U>0$ ，但体积不变，说明外界没有对气体做功，气体也没有对外界做功，即 $W=0$ ，由热力学第一定律： $W+Q=\Delta U$ ，可知 $Q>0$ ，所以是一个吸热过程，故 B 正确；

C、从 P 到 Q 理想气体温度不变，则内能不变，即 $\Delta U=0$ ，但体积增大，说明气体对外界做功，故 C 正确；

D、从 Q 到 M 理想气体体积不变，说明外界没有对气体做功，气体也没有对外界做功，即 $W=0$ ，故 D 错误；

E、从 Q 到 M 理想气体温度降低，内能减小，故 E 正确；

2.(2019•北京卷•T3)下列说法正确的是

- A. 温度标志着物体内大量分子热运动的剧烈程度
 B. 内能是物体中所有分子热运动所具有的动能的总和

- C. 气体压强仅与气体分子的平均动能有关
- D. 气体膨胀对外做功且温度降低，分子的平均动能可能不变

【答案】A

【解析】

根据温度是分子平均动能的标志确定气体分子热运动的程度和分子平均动能变化，内能是分子平均动能和分子势总和，由气体压强宏观表现确定压强

A. 温度是分子平均动能的标志，所以温度标志着物体内部大量分子热运动的剧烈程度，故 A 正确；

B. 内能是物体中所有分子热运动所具有的动能和分子势能之和，故 B 错误；

C. 由压强公式 $P = \frac{F}{S}$ 可知，气体压强除与分子平均动能有关即温度，还与体积有关，故 C 错误；

D. 温度是分子平均动能的标志，所以温度降低，分子平均动能一定变小，故 D 错误。

3. (2019•江苏卷•T15) 在没有外界影响的情况下，密闭容器内的理想气体静置足够长时间后，该气体_____。

- A. 分子的无规则运动停息下来
- B. 每个分子的速度大小均相等
- C. 分子的平均动能保持不变
- D. 分子的密集程度保持不变

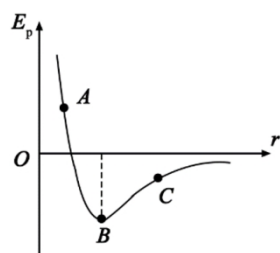
【答案】CD

【解析】

分子的无规则运动则为分子的热运动，由分子动理论可知，分子热运动不可能停止，故 A 错误；密闭容器内的理想气体，温度不变，所以分子平均动能不变，但并不是每个分子的动能都相等，故 B 错误，C 正确；由于没有外界影响且容器密闭，所以分子的密集程度不变，故 D 正确。

4. (2019•江苏卷•T16) 由于水的表面张力，荷叶上的小水滴总是球形的。在小水滴表面层中，水分子之间的相互作用总体上表现为_____ (选填“引力”或“斥力”)。分子势能 E_p 和分子间距离 r

的关系图象如图所示，能总体上反映小水滴表面层中水分子 E_p 的是图中_____ (选填“ A ”“ B ”或“ C ”)的位置.



【答案】(1).引力 (2).C

【解析】

由于在小水滴表面层中，水分子间的距离大于 r_0 ，所以水分子之间的相互作用总体上表现为引力，由于当分子间距离为 r_0 时，分子间作用力为 0，分子势能最小即图中的 B 点，由于表面层中分子间距大于 r_0 ，所以能总体反映小水滴表面层中水分子势能的是 C 位置。

5.(2018·北京卷·T2)关于分子动理论，下列说法正确的是

- A. 气体扩散的快慢与温度无关
- B. 布朗运动是液体分子的无规则运动
- C. 分子间同时存在着引力和斥力
- D. 分子间的引力总是随分子间距增大而增大

【答案】C

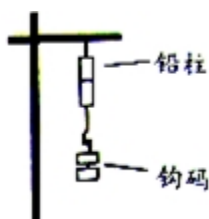
【解析】A、扩散的快慢与温度有关，温度越高，扩散越快，故 A 错误；

B、布朗运动为悬浮在液体中固体小颗粒的运动，不是液体分子的热运动，固体小颗粒运动的无规则性，是液体分子运动的无规则性的间接反映，故 B 错误；

C、分子间斥力与引力是同时存在，而分子力是斥力与引力的合力，分子间的引力和斥力都是随分子间距增大而减小，当分子间距小于平衡位置时，表现为斥力，即引力小于斥力，而分子间距大于平衡位置时，分子表现为引力，即斥力小于引力，但总是同时存在的，故 C 正确，D 错误。

点睛：本题考查了布朗运动、扩散以及分子间的作用力的问题；注意布朗运动和扩散都说明了分子在做永不停息的无规则运动，都与温度有关；分子间的斥力和引力总是同时存在的。

6.(2011·广东卷)如图所示，两个接触面平滑的铅柱压紧后悬挂起来，下面的铅柱不脱落，主要原因是



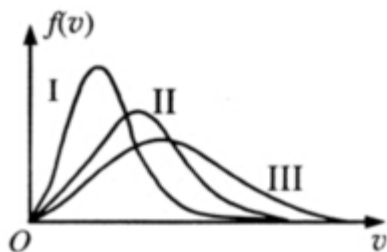
- A. 铅分子做无规则热运动 B. 铅柱受到大气压力作用
C. 铅柱间存在万有引力作用 D. 铅柱间存在分子引力作用

【答案】D

【解析】分子间的引力的斥力是同时存在的，但它们的大小与分子间的距离有关。距离稍大时表现为引力，距离很近时则表现为斥力，两铅块紧密结合，是分子间引力发挥了主要作用。

【考点定位】分子间的相互作用力

7.(2011·上海卷)某种气体在不同温度下的气体分子速率分布曲线如图所示，图中 $f(v)$ 表示 v 处单位速率区间内的分子数百分率，所对应的温度分别为 T_I ， T_{II} ， T_{III} ，则



- A. $T_I > T_{II} > T_{III}$ B. $T_{III} > T_{II} > T_I$ C. $T_{II} > T_I$ ， $T_{II} > T_{III}$ D. $T_I = T_{II} = T_{III}$

【答案】B

【解析】温度越高分子热运动越激烈，分子运动激烈是指速率大的分子所占的比例大，图Ⅲ腰最粗，速率大的分子比例最大，温度最高图Ⅰ虽有更大速率分子，但所占比例最小，温度最低，故 B 正确。

【考点定位】气体分子速率分布曲线与温度的关系

8.(2011·四川卷)气体能够充满密闭容器，说明气体分子除相互碰撞的短暂时间外

- A.气体分子可以做布朗运动
- B.气体分子的动能都一样大
- C.相互作用力十分微弱，气体分子可以自由运动
- D.相互作用力十分微弱，气体分子间的距离都一样大

【答案】C

【解析】布朗运动是固体小颗粒的运动，A 错误；气体分子的运动是杂乱无章的，表示气体分子的速度大小和方向具有不确定性，与温度的关系是统计规律，B 错误；气体分子的相互作用力十分微弱，但是由于频繁撞击使得气体分子间的距离不是一样大，D 错误；气体分子的相互作用力十分微弱，气体分子可以自由运动造成气体没有形状。答案 C。

【考点定位】布朗运动，分子运动

9.(2012·广东卷)清晨，草叶上的露珠是由空气中的水汽凝结成的水珠。这一物理过程中，水分子间的

- A.引力消失，斥力增大
- B.斥力消失，引力增大
- C.引力、斥力都减小
- D.引力、斥力都增大

【答案】D

【解析】水由气态凝结成液态的水，分子间距离变小.而分子间同时存在引力和斥力，且引力和斥力都随着分子间距离的减小而增大，故 D 正确。故选 D

【考点定位】本题考查分子动理论

10.(2014·上海卷)分子间同时存在着引力和斥力,当分子间距增加时,分子间的

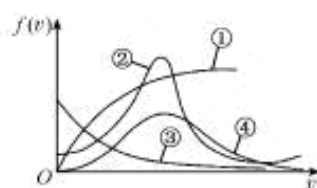
- A.引力增加,斥力减小 B.引力增加,斥力增加
C.引力减小,斥力减小 D.引力减小,斥力增加

【答案】C

【解析】分子间同时存在引力和斥力,当分子距离增加时,分子间的引力和斥力都减小,只是斥力减小的更快,当距离超过平衡位置时,斥力就会小于引力合力即分子力表现为引力,当距离小于平衡位置时,斥力大于引力,分子力表现为斥力,选项C对。

【考点定位】分子间相互作用力

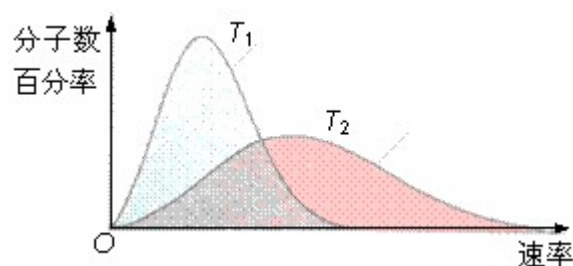
11.(2014·福建卷)如图,横坐标 v 表示分子速率,纵坐标 $f(v)$ 表示各等间隔速率区间的分子数占总分子数的百分比。途中曲线能正确表示某一温度下气体分子麦克斯韦速率分布规律的是



- A.曲线① B.曲线② C.曲线③ D.曲线④

【答案】D

【解析】麦克斯韦分子速率分布规律如图所示,呈现“两头大,中间小”的特点,曲线①、③可先排除,曲线②也不对,因为当 $v=0$ 时, $f(v)$ 一定为零,且 v 很大时, $f(v)$ 趋于零,所以本题正确是曲线④,故 A、B、C 错误, D 正确。



【考点定位】 本题考查麦克斯韦气体分子速率分布规律

12.(2015·上海卷·T4)一定质量的理想气体在升温过程中

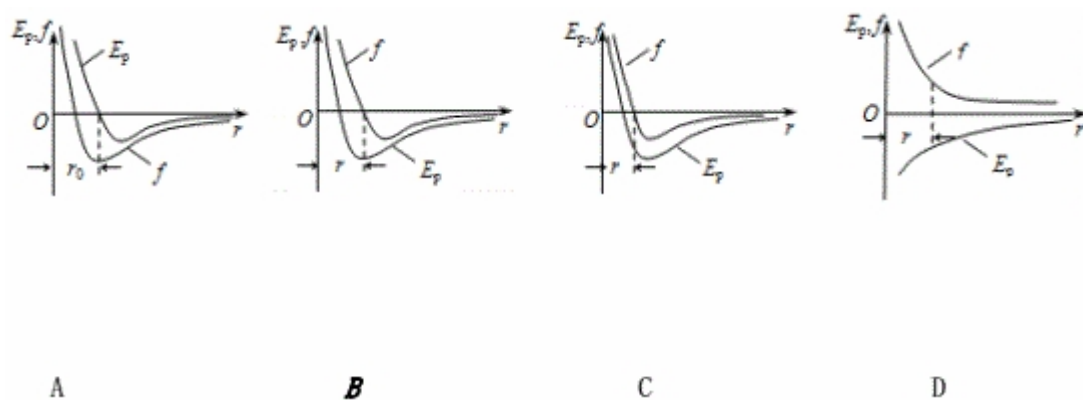
- A.分子平均势能减小 B.每个分子速率都增大
C.分子平均动能增大 C.分子间作用力先增大后减小

【答案】 C

【解析】 一定质量的理想气体，分子势能不计，故 A 错误；在升温过程中，分子的平均动能增大，但不是每个分子的动能增大，故 B 错误，C 正确。理想气体的气体分子本身的体积和气体分子间的作用力都可以忽略不计的气体，故 D 错误。

【考点定位】 分子动理论

13.(2013·福建卷)下列四幅图中，能正确反映分子间作用力 f 和分子势能 E_p 随分子间距离 r 变化关系的图线是



【答案】 B

【解析】 当分子间距离 r 等于平衡距离 r_0 时，分子间作用力 f 表现为零，分子势能 E_p 最小，故只有选项 B 正确。

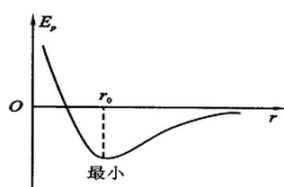
【考点定位】 本题考查了分子间作用力、分子势能随分子间距离的变化关系问题。

14.(2015·福建卷·T29(1))下列有关分子动理论和物质结构的认识，其中正确的是_。

- A.分子间距离减小时分子势能一定减小
- B.温度越高，物体中分子无规则运动越剧烈
- C.物体热运动速率大的分子数占总分子数比例与温度无关
- D.非晶体的物理性质各向同性而晶体的物理性质都是各向异性

【答案】B

【解析】由图知，当分子间距离小于 r_0 时，分子势能随分子间距离的减小而增大，所以 A 错误；



由分子热运动理论知，温度越高，物体中分子无规则运动越剧烈，所以 B 正确；物体热运动速率大的分子数占总分子数比例与温度有关，故 C 错误；非晶体是各向同性的，故 D 错误。

【考点定位】分子动理论和物质结构

15.(2016·北京卷·T20)雾霾天气是对大气中各种悬浮颗粒物含量超标的笼统表述，是特定气候条件与人类活动相互作用的结果。雾霾中，各种悬浮颗粒物形状不规则，但可视为密度相同、直径不同的球体，并用 PM10、PM2.5 分别表示直径小于或等于 $10\text{ }\mu\text{m}$ 、 $2.5\text{ }\mu\text{m}$ 的颗粒物(PM 是颗粒物的英文缩写)。

某科研机构对北京地区的检测结果表明，在静稳的雾霾天气中，近地面高度百米的范围内，PM10 的浓度随高度的增加略有减小，大于 PM10 的大悬浮颗粒物的浓度随高度的增加明显减小，且两种浓度分布基本不随时间变化。

据此材料，以下叙述正确的是

- A.PM10 表示直径小于或等于 $1.0\times 10^{-6}\text{ m}$ 的悬浮颗粒物
- B.PM10 受到的空气分子作用力的合力始终大于其受到的重力

C.PM10 和大悬浮颗粒物都在做布朗运动

D.PM2.5 的浓度随高度的增加逐渐增大

【答案】C

【解析】根据题给信息可知 $d_{PM10} \leq 10\mu m = 10 \times 10^{-5}m$ ，A 错误；

由于颗粒物处于静止状态，其受到空气分子作用力的合力与重力等大反向，故 B 错误；

PM10 和大悬浮颗粒物都在做布朗运动，C 正确；

因为 PM10 的浓度随高度的增加略有减小，而 PM10 中含有 PM2.5，所以 PM2.5 的浓度也应随高度的增加略有减小，D 错误。

【考点定位】考查了布朗运动

16.(2017·北京卷)以下关于热运动的说法正确的是

A.水流速度越大，水分子的热运动越剧烈

B.水凝结成冰后，水分子的热运动停止

C.水的温度越高，水分子的热运动越剧烈

D.水的温度升高，每一个水分子的运动速率都会增大

【答案】C

【解析】水流速度是机械运动速度，不能反映热运动情况，A 错误；分子在永不停息地做无规则运动，B 错误；水的温度升高，水分子的平均速率增大，并非每一个水分子的运动速率都增大，D 错误；选项 C 说法正确。

【考点定位】分子动理论

【名师点睛】温度是分子平均动能的标志，但单个分子做无规则运动，单个分子在高温时速率可能较小。

17.(2016·上海卷·T17)某气体的摩尔质量为 M ，分子质量为 m 。若 1 摩尔该气体的体积为 V_m ，密度为 ρ ，则该气体单位体积分子数为(阿伏伽德罗常数为 N_A)

$$A. \frac{N_A}{V_m} \quad B. \frac{M}{mV_m} \quad C. \frac{\rho N_A}{M} \quad D. \frac{\rho N_A}{m}$$

【答案】ABC

【解析】根据题意，气体单位体积分子数是指单位体积气体分子的数量，选项 A 中 N_A 是指每摩尔该气体含有的气体分子数量， V_m 是指每摩尔该气体的体积，两者相除刚好得到单位体积该气体含有的分子数量，选项 A 正确；选项 B 中，摩尔质量 M 与分子质量 m 相除刚好得到每摩尔该气体含有的气体分子数，即为 N_A ，此时就与选项 A 相同了，故选项 B 正确；选项 C 中，气体摩尔质量与其他密度相除刚好得到气体的摩尔体积 V_m ，所以选项 C 正确、D 错误。

【考点定位】阿伏伽德罗常数、物质的量

18.(2012·大纲全国卷)下列关于布朗运动的说法，正确的是

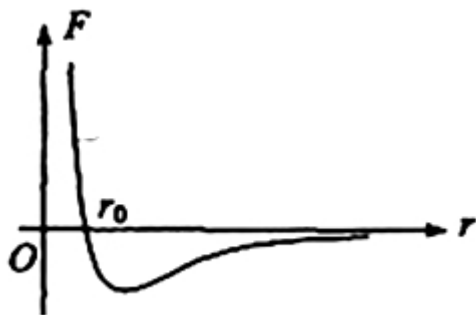
- A. 布朗运动是液体分子的无规则运动
- B. 液体温度越高，悬浮粒子越小，布朗运动越剧烈
- C. 布朗运动是由于液体各部分的温度不同而引起的
- D. 布朗运动是由液体分子从各个方向对悬浮粒子撞击作用的不平衡引起的

【答案】BD

【解析】布朗运动是悬浮颗粒的无规则运动，不是液体分子的运动，故 A 错误；液体的温度越高，悬浮颗粒越小，布朗运动越剧烈，故 B 正确；布朗运动是由于液体分子从各个方向对悬浮粒子撞击作用不平衡引起的，故 C 错误，D 正确。故选 BD

【考点定位】本题考查了分子动理论

19.(2012·海南卷·T17(1))两分子间的斥力和引力的合力 F 与分子间距离 r 的关系如图中曲线所示，曲线与 r 轴交点的横坐标为 r_0 。相距很远的两分子在分子力作用下，由静止开始相互接近。若两分子相距无穷远处时分子势能为零，下列说法正确的是



- A.在 $r > r_0$ 阶段，F 做正功，分子动能增加，势能减小
- B.在 $r < r_0$ 阶段，F 做负功，分子动能减小，势能也减小
- C.在 $r = r_0$ 时，分子势能最小，动能最大
- D.在 $r = r_0$ 时，分子势能为零
- E.分子动能和势能之和在整个过程中不变

【答案】ACE

在 $r > r_0$ 阶段，分子力为引力，相互靠近时分子力做正功，分子动能增加，势能减小，A 项正确；同理，在 $r < r_0$ 阶段，F 做负功，分子动能减小，势能增大，B 错；在 $r = r_0$ 时，分子力做正功最多，所以分子势能最小且为负值，动能最大，C 项正确 D 错误；分子力做功，分子势能和动能相互转化，总和不变，E 项正确。

【考点定位】本题考查分子力、分子力做功和势能变化及其相关知识

20.(2013·新课标全国卷I)两个相距较远的分子仅在分子力作用下由静止开始运动，直至不再靠近。在此过程中，下列说法正确的是_____。

- A.分子力先增大，后一直减小
- B.分子力先做正功，后做负功
- C.分子动能先增大，后减小
- D.分子势能先增大，后减小
- E. 分子势能和动能之和不变

【答案】BCE

【解析】由分子动理论的知识，当两个分子相互靠近，直至不能靠近的过程中，分子力先是引力且先增大后减小，之后为分子斥力，一直增大，所以 A 错误；分子引力先做正功，然后分子斥力做负功，分子势能先减小再增大，分子动能先增大后减小，所以 B、C 正确，D 错误；因为只有分子力做功，所以分子势能和分子动能的总和保持不变，E 正确。

【考点定位】分子力；分子势能；分子力做功。

21.(2016·全国新课标Ⅲ卷)关于气体的内能，下列说法正确的是

- A.质量和温度都相同的气体，内能一定相同
- B.气体温度不变，整体运动速度越大，其内能越大
- C.气体被压缩时，内能可能不变
- D.一定量的某种理想气体的内能只与温度有关
- E.一定量的某种理想气体在等压膨胀过程中，内能一定增加

【答案】CDE

【解析】质量和温度都相同的气体，虽然分子平均动能相同，但可能是不同的气体，则其摩尔质量不同，即分子个数不同，所以分子动能不一定相同，A 错误；宏观运动和微观运动没有惯性，所以宏观运动动能大，内能不一定大，B 错误；根据 $\frac{pV}{T} = C$ 可知如果等温压缩，则内能不变，等压膨胀，温度增大，内能一定增大，CE 正确；理想气体的分子势能为零，所以理想气体的内能等于分子动能，而分子动能和温度有关，D 正确。

【考点定位】考查了分子热运动

【方法技巧】理想气体是一种理想化的物理模型，实际上并不存在；理想气体的内能仅与温度有关，与气体的体积无关；实际气体在温度不太低、压强不太大的情况下可以看作理想气体。

22.(2015·山东卷·T37(1))墨滴入水，扩而散之，徐徐混匀。关于该现象的分析正确的是_____。

- a.混合均匀主要是由于碳粒受重力作用
- b.混合均匀的过程中，水分子和碳粒都做无规则运动
- c.使用碳粒更小的墨汁，混合均匀的过程进行得更迅速
- d.墨汁的扩散运动是由于碳粒和水分子发生化学反应引起的

【答案】 bc

【解析】根据分子动理论的知识可知，混合均匀主要是由于水分子做无规则运动，使得碳粒无规则运动造成的布朗运动；由于布朗运动的剧烈程度与颗粒大小和温度有关，所以使用碳粒更小的墨汁，布朗运动会越明显，则混合均匀的过程进行得更迅速，故选 bc。

【考点定位】 分子动理论

23.(2015·全国新课标II卷·T33(1))关于扩散现象，下列说法正确的是_____。

- A.温度越高，扩散进行得越快
- B.扩散现象是不同物质间的一种化学反应
- C.扩散现象是由物质分子无规则运动产生的
- D.扩散现象在气体、液体和固体中都能发生
- E.液体中的扩散现象是由于液体的对流形成的

【答案】 ACD

【解析】根据分子动理论，温度越高，扩散进行得越快，故 A 正确；

扩散现象不是化学反应，故 B 错误；

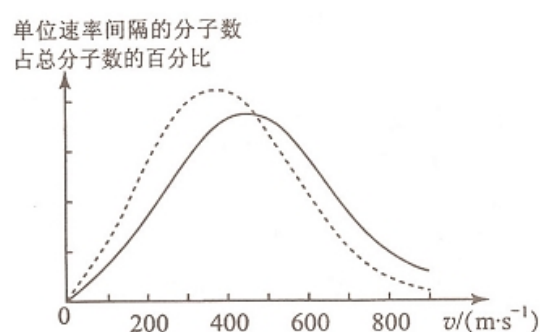
扩散现象是由物质分子无规则运动产生的，故 C 正确；

扩散现象在气体、液体和固体中都能发生，故 D 正确；

液体中的扩散现象不是由于液体的对流形成的，是液体分子无规则运动产生的，故 E 错误。

【考点定位】分子动理论

24.(2017·新课标I卷·T33(1))氧气分子在 $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 和 $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ 温度下单位速率间隔的分子数占总分子数的百分比随气体分子速率的变化分别如图中两条曲线所示。下列说法正确的是_____。(填正确答案标号。选对 1 个得 2 分，选对 2 个得 4 分，选对 3 个得 5 分。每选错 1 个扣 3 分，最低得分为 0 分)



- A.图中两条曲线下面积相等
- B.图中虚线对应于氧气分子平均动能较小的情形
- C.图中实线对应于氧气分子在 $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时的情形
- D.图中曲线给出了任意速率区间的氧气分子数目
- E.与 $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时相比， $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时氧气分子速率出现在 $0\sim 400\text{ m/s}$ 区间内的分子数占总分子数的百分比较大

【答案】ABC

【解析】温度是分子平均动能的标志，温度升高分子的平均动能增加，不同温度下相同速率的分子所占比例不同，温度越高，速率大的分子占比例越高，故虚线为 $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，实线是 $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ 对应的曲线，曲线下的面积都等于 1，故相等，所以 ABC 正确。

【考点定位】单位速率间隔的分子数占总分子数的百分比随气体分子速率的变化曲线

【名师点睛】本题主要抓住温度是分子平均动能的标志，温度升高分子的平均动能增加，不同温度下相同速率的分子所占比例不同的特点。

25.(2018·新课标 II 卷·T13)对于实际的气体，下列说法正确的是_____。(填正确答案标号，选对 1 个给 2 分，选对 2 个得 4 分，选对 3 个得 5 分，每选错 1 个扣 3 分，最低得分 0 分)

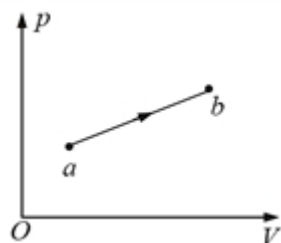
- A.气体的内能包括气体分子的重力势能
- B.气体的内能包括分子之间相互作用的势能
- C.气体的内能包括气体整体运动的动能
- D.气体体积变化时，其内能可能不变
- E.气体的内能包括气体分子热运动的动能

【答案】BDE

【解析】ABCE、气体的内能等于所有分子热运动动能和分子之间势能的总和，故 AC 错，BE 对；D、根据热力学第一定律 $\Delta U=W+Q$ 知道，改变内能的方式有做功和热传递，所以体积发生变化时，内能可能不变，故 D 正确； 故选 BDE

点睛：不仅要知道内能是什么，还要知道改变内能的方式是什么。

26.(2018·新课标 III 卷·T13)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_____。(填正确答案标号，选对 1 个给 2 分，选对 2 个得 4 分，选对 3 个得 5 分，每选错 1 个扣 3 分，最低得分 0 分)



- A.气体温度一直降低
- B.气体内能一直增加

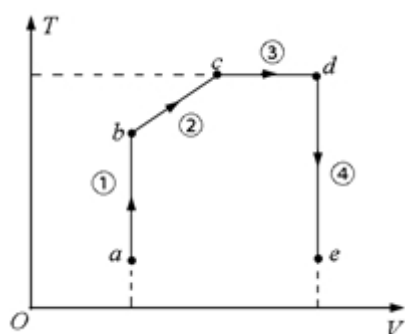
- C.气体一直对外做功
- D.气体一直从外界吸热
- E.气体吸收的热量一直全部用于对外做功

【答案】BCD

【解析】试题分析本题考查对一定质量的理想气体的 $p-V$ 图线的理解、理想气体状态方程、热力学第一定律、理想气体内能及其相关的知识点。

解析 一定质量的理想气体从 a 到 b 的过程，由理想气体状态方程 $p_a V_a / T_a = p_b V_b / T_b$ 可知， $T_b > T_a$ ，即气体的温度一直升高，选项 A 错误；根据理想气体的内能只与温度有关，可知气体的内能一直增加，选项 B 正确；由于从 a 到 b 的过程中气体的体积增大，所以气体一直对外做功，选项 C 正确；根据热力学第一定律，从 a 到 b 的过程中，气体一直从外界吸热，选项 D 正确；气体吸收的热量一部分增加内能，一部分对外做功，选项 E 错误。

27.(2018·新课标 I 卷·T13)如图，一定质量的理想气体从状态 a 开始，经历过程①、②、③、④到达状态 e ，对此气体，下列说法正确的是_____。(填正确答案标号，选对 1 个给 2 分，选对 2 个得 4 分，选对 3 个得 5 分，每选错 1 个扣 3 分，最低得分 0 分)



- A.过程①中气体的压强逐渐减小
- B.过程②中气体对外界做正功
- C.过程④中气体从外界吸收了热量
- D.状态 c 、 d 的内能相等

E.状态 d 的压强比状态 b 的压强小

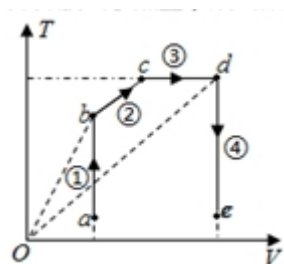
【答案】BDE

A.过程①中气体作等容变化，温度升高，根据查理定律 $P/T=C$ 知气体的压强逐渐增大，故 A 错误；

B.过程②中气体的体积增大，气体对外界做正功，故 B 正确；

C.过程④中气体作等容变化，气体不做功，温度降低，气体的内能减少，根据热力学第一定律 $\Delta U=W+Q$ 知气体向外界放出了热量，故 C 错误；

D.状态 c、d 的温度相等，根据一定质量的理想气体的内能只跟温度有关，可知，状态 c、d 的内能相等。故 D 正确；



E、连接 bO 和 dO，根据数学知识可知，状态 d 的 V/T 值大于状态 b 的 V/T 值，根据气态方程 $PV/T=C$ 知状态 d 的压强比状态 b 的压强小，故 E 正确。

28.(2011·福建卷)一定量的理想气体在某一过程中，从外界吸收热量 $2.5 \times 10^4 \text{ J}$ ，气体对外界做功 $1.0 \times 10^4 \text{ J}$ ，则该理想气体的(填选项前的字母)

A.温度降低，密度增大

B.温度降低，密度减小

C.温度升高，密度增大

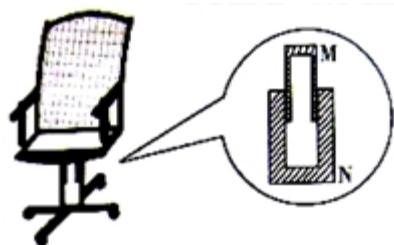
D.温度升高，密度减小

【答案】D

【解析】理想气体的内能仅用温度来衡量，由热力学第一定律 $\Delta U=W+Q$ 可知， $\Delta U=1.5 \times 10^4 \text{ J}$ ，即气体内能增加，故温度升高。因对外做功，体积膨胀，故密度减小。

【考点定位】热力学第一定律

29.(2011·广东卷)图为某种椅子与其升降部分的结构示意图，M、N 两筒间密闭了一定质量的气体，M 可沿 N 的内壁上下滑动，设筒内气体不与外界发生热交换，在 M 向下滑动的过程中



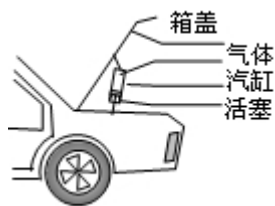
- A.外界对气体做功，气体内能增大
- B.外界对气体做功，气体内能减小
- C.气体对外界做功，气体内能增大
- D.气体对外界做功，气体内能减小

【答案】A

【解析】M 向下滑动，压力与位移同方向，即外界对气体做正功，同时筒内气体不与外界发生热交换，根据能量守恒定律，气体内能一定增加；

【考点定位】能量守恒定律

30.(2011·重庆卷)某汽车后备箱内安装有撑起箱盖的装置，它主要由汽缸和活塞组成。开箱时，密闭于汽缸内的压缩气体膨胀，将箱盖顶起，如图所示。在此过程中，若缸内气体与外界无热交换，忽略气体分子间相互作用，则缸内气体



- A.对外做正功，分子的平均动能减小
- B.对外做正功，内能增大
- C.对外做负功，分子的平均动能增大
- D.对外做负功，内能减小

【答案】A

【解析】密闭于气缸内的压缩气体膨胀对外做正功，即外界对气体做负功，因而 $W < 0$ ，缸内气体与外界无热交换说明 $Q = 0$ ，忽略气体分子间相互作用，说明内能是所有分子动能的总和，根据热力学第一定律 $\Delta U = W + Q$ ，可知内能增加量 $\Delta U < 0$ ，故内能减小，分子平均动能减小，温度降低。所以只有 A 正确。

【考点定位】热力学第一定律

31.(2012·广东卷)景颇族的祖先发明的点火器如图 1 所示，用牛角做套筒，木质推杆前端粘着艾绒。猛推推杆，艾绒即可点燃，对筒内封闭的气体，在此压缩过程中



- A. 气体温度升高，压强不变
- B. 气体温度升高，压强变大
- C. 气体对外界做正功，气体内能增加
- D. 外界对气体做正功，气体内能减少

【答案】B

【解析】封闭的气体被推杆压缩过程中，由公式 $U = W + Q$ 知，在瞬间， $Q = 0$ ， $W > 0$ ，所以内能增加，则温度升高，气体体积减小，压强增大，综上知 B 正确。

【考点定位】本题考查热力学第一定律和理想气体状态方程

32.(2015·北京卷·T13)下列说法正确的是

- A. 物体放出热量，其内能一定减小
- B. 物体对外做功，其内能一定减小
- C. 物体吸收热量，同时对外做功，其内能可能增加
- D. 物体放出热量，同时对外做功，其内能可能不变

【答案】C

【解析】A、由热力学第一定律 $\Delta U=W+Q$ 可知，物体放热， $Q<0$ ，但是 W 未知，则 ΔU 不一定小于零，即内能不一定减少，选项 A 错误。B、对外做功 $W<0$ ，但 Q 未知，所以 ΔU 依旧不能判定，选项 B 错误。C、吸收热量 $Q>0$ ，对外做功 $W<0$ ， $W+Q$ 可为正或为零或负，即内能可能增加或不变或减小，选项 C 正确。D、放热 $Q<0$ ，且对外做功 $W<0$ ，则 $\Delta U<0$ ，即内能一定减少。选项 D 错误。故选 C。

【考点定位】热力学第一定律。

33.(2014·北京卷)下列说法正确的是

- A.物体温度降低，其分子热运动的平均动能增大
- B.物体温度升高，其分子热运动的平均动能增大
- C.物体温度降低，其内能一定增大
- D.物体温度不变，其内能一定不变

【答案】B

【解析】温度是物体的分子平均动能的标志，温度升高，物体分子的平均动能一定增大，A 错误，B 正确；内能是所有分子的动能和势能的和，不仅与温度有关，还与物体的体积有关，只知道温度一个因素的变化情况，无法确定物体内能的变化，C、D 错误。

【考点定位】温度和分子平均动能、内能的关系

34.(2015·重庆卷·T10(1))某驾驶员发现中午时车胎内的气压高于清晨时的，且车胎体积增大.若这段时间胎内气体质量不变且可视为理想气体，那么

- A.外界对胎内气体做功，气体内能减小
- B.外界对胎内气体做功，气体内能增大
- C.胎内气体对外界做功，内能减小
- D.胎内气体对外界做功，内能增大

【答案】D

【解析】对车胎内的理想气体分析知，体积增大为气体对外做功，内能只有动能，而动能的标志为温度，故中午温度升高，内能增大，故选 D。

【考点定位】理想气体的性质、功和内能、热力学第一定律。

35.(2013·北京卷)下列说法正确的是

- A.液体中悬浮的无规则运动称为布朗运动
- B.液体分子的无规则运动称为布朗运动
- C.物体从外界吸收热量，其内能一定增加
- D.物体对外界做功，其内能一定减少

【答案】A

【解析】悬浮在液体中的颗粒无规则运动，反映了液体分子无规则运动，这类现象称之为布朗运动，所以 A 对，液体分子的无规则运动不能称为布朗运动，B 错误；根据热力学第一定律 $\Delta U = W + \Delta Q$ 可知，物体从外界吸收热量不一定内能增加，同理物体对外界做功，内能不一定减少。

【考点定位】本题考查了热学中典型的现象或结论，例如布朗运动、热力学第一定律的理解和应用。

36.(2012·福建卷)关于热力学定律和分子动理论，下列说法正确的是____。(填选项前的字母)

- A.一定量气体吸收热量，其内能一定增大
- B.不可能使热量由低温物体传递到高温物体
- C.若两分子间距离增大，分子势能一定增大
- D.若两分子间距离减小，分子间引力和斥力都增大

【答案】D

【解析】做功和热传递都能改变内能，气体吸收热量，其内能不一定增大，A 错误；可以使热量由低温物体传递到高温物体，但要引起其它变化，如电冰箱，

故 B 错误；若分子间距大于平衡位置时，分子间距离增大，分子势能一定增大 C 错误；若两分子间距离减小，分子间引力和斥力都增大，D 正确。

37.(2016·全国新课标I卷·T33(1))关于热力学定律，下列说法正确的是

- A.气体吸热后温度一定升高
- B.对气体做功可以改变其内能
- C.理想气体等压膨胀过程一定放热
- D.热量不可能自发地从低温物体传到高温物体
- E.如果两个系统分别与状态确定的第三个系统达到热平衡，那么这两个系统彼此之间也必定达到热平衡

【答案】BDE

【解析】气体内能的改变 $\Delta U=W+Q$ ，故对气体做功可改变气体内能，B 选项正确；气体吸热为 Q ，但不确定外界做功 W 的情况，故不能确定气体温度变化，A 选项错误；理想气体等压膨胀， $W<0$ ，由理想气体状态方程 $PV=nRT$ ， P 不变， V 增大，气体温度升高，内能增大。由 $\Delta U=W+Q$ ，气体过程中一定吸热，C 选项错误；由热力学第二定律，D 选项正确；根据平衡性质，E 选项正确；

【考点定位】热力学定律、理想气体的性质

38.(2011·全国卷·T14)(多选题)关于一定量的气体，下列叙述正确的是

- A.气体吸收的热量可以完全转化为功
- B.气体体积增大时，其内能一定减少
- C.气体从外界吸收热量，其内能一定增加
- D.外界对气体做功，气体内能可能减少

【答案】AD

【解析】根据热力学第一定律： $\Delta U=W+Q$ ，在一定的条件下，控制温度不变，气体吸收热量可以完全转化为功，其内能的变化为零，A 正确；

气体体积增大时，对外界做功，但不知是否有热传递，无法确定内能的增加与减小，B 错误；

气体对外界吸收热量，但不知气体是否对外界做功，无法确定内能的增加与减小，C 错误；

外界对气体做功，但不知道是否有热传递，无法确定内能的增加与减小，D 正确

【考点定位】热力学第一定律

39.(2012·新课标卷)关于热力学定律，下列说法正确的是_____

A.为了增加物体的内能，必须对物体做功或向它传递热量

B.对某物体做功，必定会使该物体的内能增加

C.可以从单一热源吸收热量，使之完全变为功

D.不可能使热量从低温物体传向高温物体

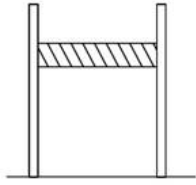
E.功转变为热的实际宏观过程是不可逆过程

【答案】ACE

【解析】对物体做功或向它传递热量是增加物体的内能的方法，A 正确；对某物体做功，同时对外散发热量，物体的内能可能减少，B 错误；并非热不能完全转化为功，而是在不引起其他变化的条件下热不能完全转化为功。在一定条件下，可以从单一热源吸收热量，使之完全变为功，C 正确；在外界对物体做功的情况下，可以使热量从低温物体传向高温物体，D 错误；根据热力学第二定律，功转变为热的实际宏观过程是不可逆过程，E 正确。

【考点定位】本题考查热学、气体的等温和等容变化及理想气体的状态方程相关知识

40.(2014·山东卷)如图，内壁光滑、导热良好的气缸中用活塞封闭有一定质量的理想气体。当环境温度升高时，缸内气体



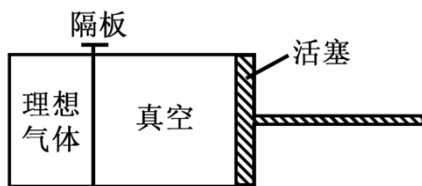
- a.内能增加 b.对外做功 c.压强增大 d.分子间的引力和斥力都增大

【答案】ab

【解析】由于气缸导热良好，当环境温度升高时，理想气体的温度也会升高，内能增加，a 正确，这时气缸内气体压强等于大气压与活塞产生的压强之和，保持不变，因此气体发生等压变化，压强不变，温度升高，气体膨胀，对外做功，b 正确；c 错误；气体分子间距离增加，由于气体认为是理想气体，分子间即不存在引力也不存在斥力，d 错误。

【考点定位】气体等压变化，热力学第一定律

41.(2017·新课标II卷·T33(1))(5 分)如图，用隔板将一绝热气缸分成两部分，隔板左侧充有理想气体，隔板右侧与绝热活塞之间是真空。现将隔板抽开，气体会自发扩散至整个气缸。待气体达到稳定后，缓慢推压活塞，将气体压回到原来的体积。假设整个系统不漏气。下列说法正确的是_____ (选对 1 个得 2 分，选对 2 个得 4 分，选对 3 个得 5 分；每选错 1 个扣 3 分，最低得分为 0 分)。



- A.气体自发扩散前后内能相同
B.气体在被压缩的过程中内能增大
C.在自发扩散过程中，气体对外界做功
D.气体在被压缩的过程中，外界对气体做功
E.气体在被压缩的过程中，气体分子的平均动能不变

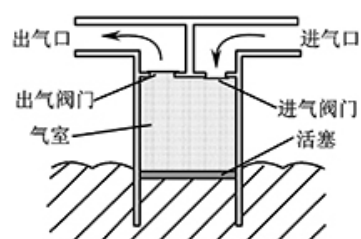
【答案】ABD

【解析】气体向真空扩散过程中不对外做功，且又因为气缸绝热，可知气体自发扩散前后内能相同，选项 A 正确，C 错误；气体在被压缩的过程中活塞对气体做功，因气缸绝热，则气体内能增大，选项 BD 正确；气体在被压缩的过程中，因气体内能增加，则温度升高，气体分子的平均动能增加，选项 E 错误 故选 ABD。

【考点定位】气体的内能；热力学第一定律

【名师点睛】此题考查学生对热力学第一定律的理解和运用能力；要知道气体在向真空膨胀时不对外做功；绝热状态时 $Q=0$ ；理想气体的内能只与温度有关。

42.(2014·江苏卷·T12A(1))一种海浪发电机的气室如图所示。工作时，活塞随海浪上升或下降，改变气室中空气的压强，从而驱动进气阀门和出气阀门打开或关闭。气室先后经历吸入、压缩和排出空气的过程，推动出气口处的装置发电。气室中的空气可视为理想气体。



(1)下列对理想气体的理解，正确的有_____。

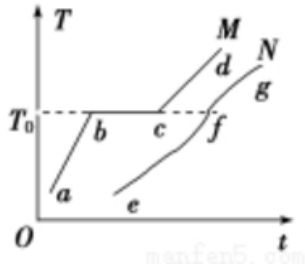
- A.理想气体实际上并不存在，只是一种理想模型
- B.只要气体压强不是很高就可视为理想气体
- C.一定质量的某种理想气体的内能与温度、体积都有关
- D.在任何温度、任何压强下，理想气体都遵循气体实验定律

【答案】AD

【解析】理想气体是指气体本身的体积和分子间作用力都忽略不计的气体，是一种理想模型，A 项正确；B 项错误；理想气体的内能只有气体的温度决定，C 项错误；理想气体在任何情况下都严格遵守三大定律，D 项正确。

【考点定位】 本题主要考查了对理想气体的理解问题，属于中档偏低题。

43.(2011·福建卷)如图所示，曲线 M、N 分别表示晶体和非晶体在一定压强下的熔化过程，图中横轴表示时间 t ，纵轴表示温度 T 。从图中可以确定的是(填选项前的字母)



- A.晶体和非晶体均存在固定的熔点 T_0
- B.曲线 M 的 bc 段表示固液共存状态
- C.曲线 M 的 ab 段、曲线 N 的 ef 段均表示固态
- D.曲线 M 的 cd 段、曲线 N 的 fg 段均表示液态

【答案】 B

【解析】 晶体具有比较固定的熔点，非晶体则没有固定的熔点故 A 错误；

非晶体不是在固定的温度下熔化为液体，而是随着温度的升高逐渐由硬变软，最后变成液体。故 be 段表示固液共存状态；非曲线 N 非晶体在一定压强下的熔化过程，晶体只要吸热，熔化过程就进行，所以非晶体可以看作是过冷的液体，实际上只有晶体才是真正的固体，故 ef 段为液态，故 CD 错误、

【考点定位】 晶体和非晶体

44.(2016·江苏卷)在高原地区烧水需要使用高压锅，水烧开后，锅内水面上方充满饱和汽，停止加热，高压锅在密封状态下缓慢冷却，在冷却过程中，锅内水蒸汽的变化情况为

- A.压强变小
- B.压强不变
- C.一直是饱和汽
- D.变为未饱和汽

【答案】AC

【解析】在冷却过程中，温度降低，锅内水蒸汽与锅内的液体处于动态平衡，所以锅内水蒸汽一直是饱和汽，故 C 正确；D 错误；在冷却过程中，温度降低，饱和汽的压强减小，所以 A 正确；B 错误。

【考点定位】饱和汽

【方法技巧】高压锅的密封的，在冷却的过程中，锅内水蒸汽与锅内的液体处于动态平衡。

45.(2011·海南卷)关于空气湿度，下列说法正确的是

- A.当人们感到潮湿时，空气的绝对湿度一定较大
- B.当人们感到干燥时，空气的相对湿度一定较小
- C.空气的绝对湿度用空气中所含水蒸汽的压强表示
- D.空气的相对湿度定义为水的饱和蒸汽压与相同温度时空气中所含水蒸气的压强之比

【答案】BC

【解析】绝对湿度是指单位体积空气中所含水蒸气的质量，通常以 1 立方米空气内做含有的水蒸气的克数来表示，水蒸气的压强是随着水蒸气的密度的增加而增加的，所以，空气里的绝对湿度的大小也可以通过水汽的压强来表示，因此 C 正确；人们感到潮湿或干燥的原因不是由空气中的水蒸气多少即绝对湿度决定，而是由离水汽饱和气压的距离及相对湿度决定的，因此 A 错误，B 正确；相对湿度是空气中实际所含水蒸气密度和同温度下饱和水蒸气密度的百分比值，D 错误。

【考点定位】相对湿度和绝对湿度

46.(2011·山东卷)人类对物质属性的认识是从宏观到微观不断深入的过程。以下说法正确的是

- A.液体的分子势能与体积有关

- B.晶体的物理性质都是各向异性的
- C.温度升高，每个分子的动能都增大
- D.露珠呈球状是由于液体表面张力的作用

【答案】AD

【解析】物体体积变化时，分子间的距离将发生改变，分子势能随之改变，所以分子势能与体积有关，故 A 正确；

晶体分为单晶体和多晶体，单晶体的物理性质各向异性，多晶体的物理性质各向同性，故 B 错误；

温度是分子平均动能的标志，具有统计的意义，故 C 错误；

液体表面的张力具有使液体表面收缩到最小的趋势，故 D 正确。

【考点定位】晶体和非晶体；液体的表面张力现象和毛细现象.

47.(2012·江苏卷)下列现象中，能说明液体存在表面张力的有

- A.水黾可以停在水面上
- B.叶面上的露珠呈球形
- C.滴入水中的红墨水很快散开
- D.悬浮在水中的花粉做无规则运动

【答案】AB

【解析】AB 说明液体存在表面张力，C 是扩散现象，D 是布朗运动说明水分子做热运动。

【考点定位】本题考查分子动理论

48.(2012·山东卷·T36)以下说法正确的是

- A.水的饱和汽压随温度的升高而增大
- B.扩散现象表明，分子在永不停息地运动
- C.当分子间距离增大时，分子间引力增大，分子间斥力减小
- D.一定质量的理想气体，在等压膨胀过程中，气体分子的平均动能减小

【答案】AB

当分子间距离增大时，分子间引力减小，分子间斥力也减小，选项 c 错误；一定质量的理想气体，在等压膨胀过程中，温度升高，气体分子的平均动能增大，选项 d 错误。

【考点定位】 本题考查分子动理论、气体等相关知识

49.(2014·海南卷)下列说法正确的是

- A.液面表面张力的方向与液面垂直并指向液体内部
- B.单晶体有固定的熔点，多晶体没有固定的熔点
- C.单晶体中原子(或分子、离子)的排列具有空间周期性
- D.通常金属在各个方向的物理性质都相同，所以金属是非晶体
- E.液晶具有液体的流动性，同时具有晶体的各向异性特征

【答案】CE

【解析】液面表面张力的方向始终与液面相切，A 错；单晶体和多晶体都有固定的熔沸点，非晶体熔点不固定，B 错；单晶体中原子(或分子、离子)的排列是规则的，具有空间周期性，表现为各向异性，C 正确；金属材料虽然显示各向同性，但并不意味着就是非晶体，可能是多晶体，D 错误；液晶的名称由来就是由于它具有流动性和各向异性，故 E 正确。

【考点定位】 晶体的特点

50.(2014·新课标全国卷Ⅱ·T33(1))下列说法正确的是_____。

- A.悬浮在水中的花粉的布朗运动反映了花粉分子的热运动
- B.空气的小雨滴呈球形是水的表面张力作用的结果
- C.彩色液晶显示器利用了液晶的光学性质具有各向异性的特点
- D.高原地区水的沸点较低，这是高原地区温度较低的缘故

E.干湿泡温度计的湿泡显示的温度低于干泡显示的温度，这是湿泡外纱布中的水蒸发吸热的结果

【答案】BCE

【解析】悬浮在水中的花粉的布朗运动反映了水分子的无规则热运动，A 错误；空中的小雨滴呈球形是水的表面张力作用的结果，B 正确；彩色液晶显示器利用了液晶的光学性质具有各向异性的特点，C 正确；高原地区水的沸点较低，是由于高原地区气压低，故水的沸点也较低，D 错误；干湿泡温度计的湿泡显示的温度低于干泡显示的温度，是由于湿泡外纱布中水蒸发吸收热量，使湿泡的温度降低的缘故，E 正确。

【考点定位】布朗运动；表面张力；液晶的特性；沸点与压强的关系及物态变化。

51.(2015·全国新课标I卷·T33(1))下列说法正确的是。

- A.将一块晶体敲碎后，得到的小颗粒是非晶体
- B.固体可以分为晶体和非晶体两类，有些晶体在不同的方向上有不同的光学性质
- C.由同种元素构成的固体，可能会由于原子的排列方式不同而成为不同的晶体
- D.在合适的条件下，某些晶体可以转化为非晶体，某些非晶体也可以转化为晶体
- E.在熔化过程中，晶体要吸收热量，但温度保持不变，内能也保持不变

【答案】BCD

【解析】晶体有固定的熔点，并不会因为颗粒的大小而改变，即使敲碎为小颗粒，仍旧是晶体，选项 A 错。根据是否有固定的熔点，可以把固体分为晶体和非晶体两类，晶体有各向异性，选项 B 对。同种元素构成的可能由于原子的排列方式不同而形成不同的晶体如金刚石和炭。选项 C 对。晶体的分子排列结构如果遭到破坏就可能形成非晶体，反之亦然，选项 D 对。熔化过程中，晶体要吸热，温度不变，但是内能增大，选项 E 错。

【考点定位】晶体非晶体

52.(2015·江苏卷·T12A(1))对下列几种固体物质的认识,正确的有_____。

- A.食盐熔化过程中,温度保持不变,说明食盐是晶体
- B.烧热的针尖接触涂有蜂蜡薄层的云母片背面,熔化的蜂蜡呈椭圆形,说明蜂蜡是晶体
- C.天然石英表现为各向异性,是由于该物质的微粒在空间的排列不规则
- D.石墨和金刚石的物理性质不同,是由于组成它们的物质微粒排列结构不同

【答案】CD

【解析】物质熔化过程中,温度不变,可能是吸收热量同时对外做功,即 $W=Q$,如气体;若物体是晶体,则有:熔化过程中,温度保持不变,可见 A 是错误;烧热的针尖接触涂有蜂蜡薄层的云母片背面,熔化的蜂蜡呈椭圆形是由于液体的表面张力的作用,又因为受到重力作用,所以呈椭圆形,所以 B 错误;沿晶格的不同方向,原子排列的周期性和疏密程度不尽相同,由此导致晶体在不同方向的物理化学特性也不同,这就是晶体的各向异性。所以 C 正确、D 正确。

【考点定位】晶体、固体

53.(2013·海南卷)下列说法正确的是

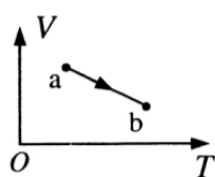
- A.把一枚针轻放在水面上,它会浮在水面,这是由于水表面存在表面张力的缘故
- B.水在涂有油脂的玻璃板上能形成水珠,而在干净的玻璃板上却不能,这是因为油脂使水的表面张力增大的缘故
- C.在围绕地球飞行的宇宙飞船中,自由飘浮的水滴呈球形,这是表面张力作用的结果
- D.在毛细现象中,毛细管中的液面有的升高,有的降低,这与液体的种类和毛细管的材质有关
- E.当两薄玻璃板间夹有一层水膜时,在垂直于玻璃板的方向很难将玻璃板拉开,这是由于水膜具有表面张力的缘故

【答案】ACD

【解析】水的表面层分子间距较大，分子力表现为引力，这种分子之间的引力液面具有收缩的趋势，针轻放在水面上，它会浮在水面上，正是由于水表面存在表面张力缘故，A 正确；水在涂有油脂的玻璃板上能形成水珠，而在干净的玻璃板上却不能，这是因为水不浸润油脂，但可以浸润玻璃，B 错误；在围绕地球飞生的宇宙飞船中，水滴处于完全失重状态，水滴表面仅在表面张力的作用下有收缩为球形的趋势，C 正确；在毛细现象中，毛细管中的液面有的升高，有的降低，这与液本的种类和毛细管的材料有关，D 正确，当两薄玻璃板间夹有一层水膜时，在垂直于玻璃板的方向很难将玻璃拉开，这是由于玻璃板之间的空气排开后，中间没有空气，即气压为零，而两玻璃板外面存在大气压强，大气压将两块玻璃紧紧地压在一起，E 错误。

【考点定位】考查热学部分的定性了解的内容。

54.(2011·上海卷)如图，一定量的理想气体从状态a沿直线变化到状态b，在此过程中，其压强



- A.逐渐增大 B.逐渐减小 C.始终不变 D.先增大后减小

【答案】A

【解析】因为 $\frac{P_a V_a}{T_a} = \frac{P_b V_b}{T_b}$ ，从图像上看， $\frac{V_a}{T_a} > \frac{V_b}{T_b}$ ，所以 $P_a < P_b$ ，A 正确

【考点定位】理想气体状态方程

55.(2012·福建卷·T28(2))空气压缩机的储气罐中储有 1.0atm 的空气 6.0L，现再充入 1.0 atm 的空气 9.0L。设充气过程为等温过程，空气可看作理想气体，则充气后储气罐中气体压强为_____。(填选项前的字母)

A.2.5 atm

B.2.0 atm

C.1.5 atm

D.1.0 atm 【答

案】A

【解析】由等温变化可知 $P_1(V_1 + V_2) = P_2V_1$ 代入数据可知答案 A 正确

【考点定位】本题考查气体定律等相关知识

56.(2012·重庆卷)题图为伽利略设计的一种测温装置示意图，玻璃管的上端与导热良好的玻璃泡连通，下端插入水中，玻璃泡中封闭有一定量的空气。若玻璃管内水柱上升，则外界大气的变化可能是



A.温度降低，压强增大

B.温度升高，压强不变

C.温度升高，压强减小

D.温度不变，压强减小

【答案】A

【解析】设玻璃泡中气体压强为 p ，外界大气压强为 p' ，则 $p' = p + \rho gh$ ，且玻璃泡中气体与外界大气温度相同。液柱上升，气体体积减小，根据理想气体的状态方程 $\frac{PV}{T} = C$ 可知，若 P 不变，则 V 减小时， T 减小；若 T 不变时， V 减小时， P 变大。即温度 T 降低或压强 P 变大是可能的情况。故 BCD 均不符合要求，A 正确。

【考点定位】本题考查气体的状态变化及其相关知识

57.(2013·重庆卷)某未密闭房间的空气温度与室外的相同，现对该室内空气缓慢加热，当室内空气温度高于室外空气温度时，

- A.室内空气的压强比室外的小
B.室内空气分子的平均动能比室外的大
C.室内空气的密度比室外大
D.室内空气对室外空气做了负功

【答案】B

【解析】未密闭房间说明是等压变化，压强不变，故 A 错误；

温度是分子平均动能的标志，温度升高分子平均动能增加，故 B 正确；

等压升温度，体积增大，密度变小，故 C 错误；

体积增大，对外做正功，故 D 错误。

【考点定位】分子热运动；气体的状态变化方程；热力学第一定律.

58.(2013·福建卷)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 ，体积为____的空气(填选项前的字母)

A. $\frac{p_0}{p}V$ B. $\frac{p}{p_0}V$ C. $\left(\frac{p}{p_0}-1\right)V$ D. $\left(\frac{p}{p_0}+1\right)V$

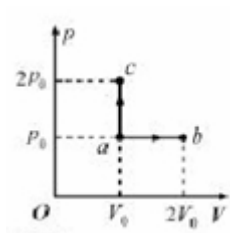
【答案】C

【解析】设需充入的气体体积为 V_0 ，由于整个过程中气体的温度保持不变，根

据玻意耳定律有： $p_0(V+V_0)=pV$ ，解得： $V_0=\left(\frac{p}{p_0}-1\right)V$ ，故选项 C 正确。

【考点定位】本题玻意耳定律的应用问题。

59.(2015·福建卷·T29(2))如图，一定质量的理想气体，由 a 经过 ab 过程到达状态 b 或者经过 ac 过程到达状态 c。设气体在状态 b 和状态 c 的温度分别为 T_b 和 T_c ，在过程 ab 和 ac 中吸收的热量分别为 Q_{ab} 和 Q_{ac} 。则_____。



- A. $T_b > T_c$, $Q_{ab} > Q_{ac}$ B. $T_b > T_c$, $Q_{ab} < Q_{ac}$
 C. $T_b = T_c$, $Q_{ab} > Q_{ac}$ D. $T_b = T_c$, $Q_{ab} < Q_{ac}$

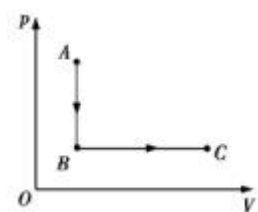
【答案】C

【解析】根据理想气体状态方程： $\frac{p_c V_c}{T_c} = \frac{p_b V_b}{T_b}$ ，代入可得 $T_b = T_c$ ；根据热力学

第一定律 $\Delta U = W + Q$ ，又 $T_b = T_c$ ，故两过程的 ΔU 相同，从 a 到 c 过程 $W = 0$ ，从 a 到 b 过程 $W < 0$ ，所以 $Q_{ab} > Q_{ac}$ ，故 C 正确。

【考点定位】理想气体状态方程和热力学第一定律。

60.(2014·福建卷·T29(2))图为一一定质量理想气体的压强 p 与体积 V 关系图象，它由状态 A 经等容过程到状态 B，再经等压过程到状态 C，设 A、B、C 状态对应的温度分别为 T_A 、 T_B 、 T_C ，则下列关系式中正确的是____。(填选项前的字母)



- A. $T_A < T_B$, $T_B < T_C$ B. $T_A > T_B$, $T_B = T_C$ C. $T_A > T_B$, $T_B < T_C$ D. $T_A = T_B$, $T_B > T_C$

【答案】C

【解析】根据理想气体状态方程 $\frac{PV}{T} = k$ 可得：从 A 到 B，因体积不变，压强减小，所以温度降低，即 $T_A > T_B$ ；从 B 到 C，压强不变，体积增大，故温度升高，即 $T_B < T_C$ ，故 A、B、D 错误，C 正确。

【考点定位】本题考查理想气体状态方程

【方法技巧】抓住理想气体状态方程即可

61.(2014·重庆卷)重庆出租车常以天然气作为燃料,加气站储气罐中天然气的温度随气温升高的过程中若储气罐内气体体积及质量均不变,则罐内气体(可视为理想气体)

- A.压强增大,内能减小 B.吸收热量,内能增大
C.压强减小,分子平均动能增大 D.对外做功,分子平均动能减小

【答案】B

【解析】对理想气体由 $PV=nRT$ 可知体积和质量不变,温度升高时,压强增大,选项 C 错误。理想气体的内能只有分子动能,而温度是平均动能的标志,故温度升高,分子平均动能增大,内能增大,选项 A、D 错误,体积不变,故 $W=0$,由热力学第一定律 $\Delta U=Q+W$ 知,吸热内能增大,故选 B。

【考点定位】本题考查了理想气体的等容变化、热力学第一定律、内能。

62.(2014·上海卷·T10)如图,竖直放置、开口向下的试管内用水银封闭一段气体,若试管自由下落,管内气体



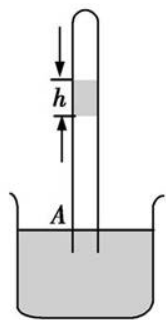
- A.压强增大,体积增大 B.压强增大,体积减小
C.压强减小,体积增大 D.压强减小,体积减小

【答案】B

【解析】初始时,水银处于静止状态,受到重力和封闭气体的压力之和与外界大气压力等大反向;当试管自由下落时,管中水银也处于完全失重状态,加速度为 g 竖直向下,所以封闭气体的压强与外界大气压等大;由此可知封闭气体的压强增大,根据理想气体状态方程可知,气体的体积减小, B 项正确。

【考点定位】理想气体状态方程

63.(2015·上海卷·T9)如图, 长为 h 的水银柱将上端封闭的玻璃管内气体分割成两部分, A 处管内外水银面相平。将玻璃管缓慢向上提升 H 高度(管下端未离开水银面), 上下两部分气体的压强发生变化分别为 Δp_1 和 Δp_2 , 体积变化分别为 ΔV_1 和 ΔV_2 。已知水银密度为 ρ , 玻璃管截面积为 S , 则



- A. Δp_2 一定等于 Δp_1 B. ΔV_2 一定等于 ΔV_1
C. Δp_2 与 Δp_1 之差为 ρgh D. ΔV_2 与 ΔV_1 之和为 HS

【答案】A

【解析】当玻璃管缓慢向上提升 H 高度时, 气体的体积变大, 压强变小, 有部分水银进入玻璃管, 也就是管中的水银面会比管外的水银面高, 设高度差为 Δh , 初状态上面气体的压强 $p_1 = p_0 - \rho gh$, 末状态上面气体的压强

$p'_1 = p_0 - \rho gh - \rho g\Delta h$, 所以 $\Delta p_1 = \rho g\Delta h$, 同理可求出 $\Delta p_2 = \rho g\Delta h$, 故 A 正确,

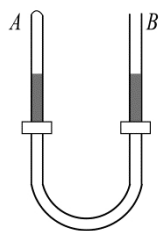
C 错误; 由玻意耳定律得 $P_1 V_1 = P'_1 V'_1$, 所以气体的变化 $\Delta V_1 = V'_1 - V_1 = \frac{\Delta P_1}{P_1} V_1$, 同

理可求出 $\Delta V_2 = \frac{\Delta P_2}{P'_2} V_2$, 故 B 错误; 因为有水银进入玻璃管内, 所以 ΔV_1 与 ΔV_2

之和小于 HS , 故 D 错误。

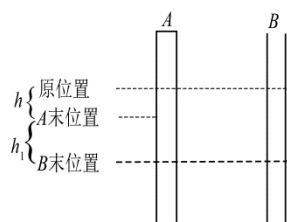
【考点定位】玻意耳定律

64.(2016·上海卷)如图, 粗细均匀的玻璃管 A 和 B 由一橡皮管连接, 一定质量的空气被水银柱封闭在 A 管内, 初始时两管水银面等高, B 管上方与大气相通。若固定 A 管, 将 B 管沿竖直方向缓慢下移一小段距离 H , A 管内的水银面高度相应变化 h , 则



- A. $h=H$ B. $h<\frac{H}{2}$ C. $h=\frac{H}{2}$ D. $\frac{H}{2}<h<H$

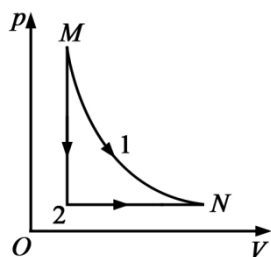
【答案】B



【解析】根据题意，原来 A、B 管内的水银高度相同，有 $p_A = p_0$ ；B 管下移后，设 A 管水银下移高度为 h ，B 管内水银末位置高度如图所示，A、B 管内末位置水银高度差为 h_1 ，则 B 管内水银初、末位置高度差为： $h+h_1$ ，可以计算 B 管下降的高度为： $H = 2h+h_1$ ，此时由于 A 管内水银下降，则 A 管内气体体积增加，压强减小，即 $p'_A < p_0$ ，此时有： $p'_A + p_{h_1} = p_0$ ，计算得 $p'_A + \rho g(H-2h) = p_0$ ，最后有： $h = \frac{p'_A - p_0}{\rho g} + \frac{H}{2}$ ，由于 $p'_A < p_0$ ，所以 $h < \frac{H}{2}$ ，故选项 B 正确。

【考点定位】气体压强

65.(2016·海南卷·T15(1))一定量的理想气体从状态 M 可以经历过程 1 或者过程 2 到达状态 N，其 p - V 图象如图所示。在过程 1 中，气体始终与外界无热量交换；在过程 2 中，气体先经历等容变化再经历等压变化。对于这两个过程，下列说法正确的是



- A. 气体经历过程 1，其温度降低
- B. 气体经历过程 1，其内能减小
- C. 气体在过程 2 中一直对外放热
- D. 气体在过程 2 中一直对外做功
- E. 气体经历过程 1 的内能改变量与经历过程 2 的相同

【答案】ABE

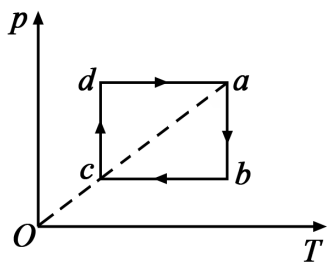
【解析】气体经历过程 1，压强减小，体积变大，膨胀对外做功，内能减小，故温度降低，选项 AB 正确；

气体在过程 2 中，根据理想气体状态方程 $\frac{pV}{T} = C$ ，刚开始时，气体体积不变，压强减小，则温度降低，对外放热，然后压强不变，体积变大，膨胀对外做功，则温度升高，吸热，故选项 CD 错误；

无论是经过 1 过程还是过程 2，初、末状态相同，故内能改变量相同，选项 E 正确。

【考点定位】气体的等容变化和等压变化、热力学第一定律、气体的等温变化

66.(2016·全国新课标II卷·T33(1))一定量的理想气体从状态 a 开始，经历等温或等压过程 ab、bc、cd、da 回到原状态，其 p-T 图像如图所示，其中对角线 ac 的延长线过原点 O。下列判断正确的是



- A. 气体在 a、c 两状态的体积相等
- B. 气体在状态 a 时的内能大于它在状态 c 时的内能
- C. 在过程 cd 中气体向外界放出的热量大于外界对气体做的功
- D. 在过程 da 中气体从外界吸收的热量小于气体对外界做的功
- E. 在过程 bc 中外界对气体做的功等于在过程 da 中气体对外界做的功

【答案】ABE

【解析】由理想气体方程 $PV=nRT$ 知 $P=\frac{nR}{V}T$ ，a 与 b 的体积相等，选项 A 正确；

理想气体的内能由温度决定，而 $T_c < T_a$ ，故 a 的内能大于 c 的内能，选项 B 正确；

由热力学第一定律 $\Delta U=W+Q$ 知，cd 过程温度不变(内能不变)，则 $Q=-W$ ，选项 C 错误；

da 过程温度升高，即内能增大，则吸收的热量大于对外做的功，选项 D 错误；

bc 过程中外界对气体做的功 $W_{bc}=p_c(V_b-V_c)$ ，da 过程中气体对外界做的功 $W_{da}=p_a(V_a-V_d)$ ，对两个等温变化过程有 $p_aV_a=p_cV_b$ ， $p_cV_c=p_aV_d$ ，联立各式得 $W_{bc}=p_aV_a-p_cV_c$ ， $W_{da}=p_aV_a-p_cV_c$ ，选项 E 正确。故选 ABE。

【考点定位】理想气体状态方程、热力学第一定律

67.(2011·辽宁卷)对于一定量的理想气体，下列说法正确的是_____。

- A. 若气体的压强和体积都不变，其内能也一定不变

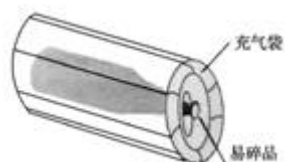
- B.若气体的内能不变，其状态也一定不变
- C.若气体的温度随时间不段升高，其压强也一定不断增大
- D.气体温度每升高 1K 所吸收的热量与气体经历的过程有关
- E.当气体温度升高时，气体的内能一定增大

【答案】ADE

【解析】由理想气体状态方程可知，若气体的压强和体积都不变，其温度不变，内能也一定不变，选项 A 正确；理想气体做等温变化，内能不变，而体积压强变化，状态变化，选项 B 错误；若气体的温度随时间不段升高，体积也随着增大，其压强也可能不变或减小，选项 C 错误；由热力学第一定律，气体温度每升高 1K 所吸收的热量与气体经历的过程有关，选项 D 正确；由于理想气体的内能只与温度有关，当气体温度升高时，气体的内能一定增大，选项 E 正确。

【考点定位】理想气体状态方程

68.(2014·广东卷)用密封性好、充满气体的塑料袋包裹易碎品，如图 10 所示。充气袋四周被挤压时，假设袋内气体与外界无热交换，则袋内气体



- A.体积减小，内能增大
- B.体积减小，压强减小
- C.对外界做负功，内能增大
- D.对外界做正功，压强减小

【答案】AC

【解析】充气袋被挤压时，气体体积减小，外界对气体做功，已知袋内气体与外界无热交换，则袋内气体内能增加，故选项 C 正确，D 错误；气体体积减小，内能增加，温度一定升高，压强变大，故选项 A 正确，B 错误。

【考点定位】本题考查理想气体状态方程和影响内能的两种方式。

69.(2014·全国大纲卷)对于一定量的稀薄气体，下列说法正确的是

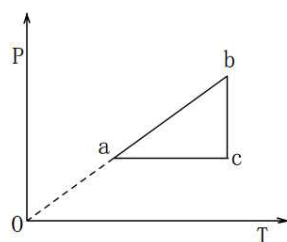
- A.压强变大时，分子热运动必然变得剧烈
- B.保持压强不变时，分子热运动可能变得剧烈
- C.压强变大时，分子间的平均距离必然变小
- D.压强变小时，分子间的平均距离可能变小

【答案】BD

【解析】分子热运动的剧烈程度由温度决定，温度越高，分子热运动越剧烈，分子间的平均距离由体积决定，体积越大，分子间的平均距离越大，根据理想气体状态方程 $pV=nRT$ 可知，对于一定量的稀薄气体，当压强变大时，若体积减小，温度可能降低或不变，故选项 A 错误；若温度升高，则体积可能变大或不变，故选项 C 错误；当保持压强不变时，若体积增大，则温度升高，故选项 B 正确；当压强变小时，若温度不变，则体积增大，故选项 D 正确。

【考点定位】本题主要考查了对分子动理论、理想气体状态方程的理解与应用问题，属于中档题。

70.(2014·新课标全国卷I·T33(1))一定量的理想气体从状态 a 开始，经历三个过程 ab、bc、ca 回到原状态，其 $p-T$ 图象如图所示，下列判断正确的是_____。



- A.过程 ab 中气体一定吸热

B.过程 bc 中气体既不吸热也不放热

C.过程 ca 中外界对气体所做的功等于气体所放的热

D.A、b 和 c 三个状态中，状态 a 分子的平均动能最小

E.b 和 c 两个状态中，容器壁单位面积单位时间内受到气体分子撞击的次数不同

【答案】ADE

【解析】从 a 到 b 的过程，根据图线过原点可得 $\frac{P_a}{T_a} = \frac{P_b}{T_b}$ ，所以为等容变化过程，

气体没有对外做功，外界也没有对气体做功，所以温度升高，只能是吸热的结果，A 正确；

从 b 到 c 的过程温度不变，可是压强变小，说明体积膨胀，对外做功，理应内能减少温度降低，而温度不变说明从外界吸热，B 错误；

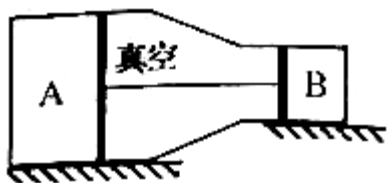
从 c 到 a 的过程，压强不变，根据温度降低说明内能减少，根据改变内能的两种方式及做功和热传递的结果是内能减少，所以外界对气体做的功小于气体放出的热量，C 错误；

分子的平均动能与温度有关，状态 a 的温度最低，所以分子平均动能最小，D 正确；

b 和 c 两个状态，温度相同，即分子运动的平均速率相等，单个分子对容器壁的平均撞击力相等，根据 b 压强大，可判断状态 b 单位时间内容器壁受到分子撞击的改数多，E 正确。

【考点定位】分子热运动理想气体状态方程气体压强的微观解释

71.(2014·上海卷)如图所示，水平放置的刚性气缸内用活塞封闭两部分气体 A 和 B，质量一定的两活塞用杆连接。气缸内两活塞之间保持真空，活塞与气缸壁之间无摩擦，左侧活塞面积交道，A、B 的初始温度相同。略抬高气缸左端使之倾斜，再使 A、B 升高相同温度，气体最终达到稳定状态。若始末状态 A、B 的压强变化量 Δp_A 、 Δp_B 均大于零，对活塞压力的变化量 ΔF_A 、 ΔF_B ，则



- A. A 体积增大 B. A 体积减小 C. $\Delta F_A > \Delta F_B$ D. $\Delta p_A < \Delta p_B$

【答案】AD

【解析】设气缸内其他对活塞的压力分别为 F_A, F_B ，初始则有 $F_A = F_B$ ，倾斜后，设活塞斜向下的重力分力为 G' ，根据受力平衡，则有 $F_A' + G' = F_B'$ ，所以

$\Delta F_A < \Delta F_B$ 选项 C 错。压强的变化量 $\Delta P_A = \frac{\Delta F_A}{S_A}$ ， $\Delta P_B = \frac{\Delta F_B}{S_B}$ ，根据 $\Delta F_A < \Delta F_B$ ，

$S_A > S_B$ ，判断 $\Delta P_A < \Delta P_B$ ，选项 D 对。根据理想气体状态方程即

$$\frac{P_A V_A}{T} = \frac{(P_A + \Delta P_A) V_A'}{T + \Delta T}, \quad \frac{P_B V_B}{T} = \frac{(P_B + \Delta P_B) V_B'}{T + \Delta T}, \text{ 据此可得}$$

$$\frac{P_A V_A}{(P_A + \Delta P_A) V_A'} = \frac{P_B V_B}{(P_B + \Delta P_B) V_B'}, \text{ 整理即得 } \frac{V_A}{(1 + \frac{\Delta P_A}{P_A}) V_A'} = \frac{V_B}{(1 + \frac{\Delta P_B}{P_B}) V_B'}, \text{ 可得}$$

$$\frac{V_A}{(1 + \frac{\Delta F_A}{F_A}) V_A'} = \frac{V_B}{(1 + \frac{\Delta F_B}{F_B}) V_B'} \text{ 根据 } \Delta F_A < \Delta F_B, F_A = F_B, \text{ 可得 } \frac{V_A}{V_A'} < \frac{V_B}{V_B'}, \text{ 根据两个}$$

部分体积一个增大另一个减小，判断 A 的体积增大，选项 A 对 B 错。

【考点定位】理想气体状态方程

72.(2015·广东卷·T17)如图为某实验器材的结构示意图，金属内筒和隔热外筒间封闭了一定体积的空气，内筒中有水，在水加热升温的过程中，被封闭的空气

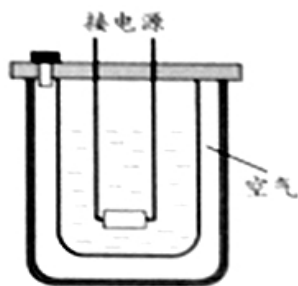


图 6

A.内能增大 B.压强增大 C.分子间引力和斥力都减小 D.所有分子运动速率都增大

【答案】AB

【解析】当内筒中水加热升温时，金属内筒和隔热外筒间封闭的空气温度也将升高，其内能增大，故选项 A 正确；又由于其体积不变，根据查理定律可知，其压强也增大，故选项 B 正确；因气体体积、分子数不变，即分子间间距不变，因此分子间引力和斥力都不变，故选项 C 错误；温度升高，分子的热运动加剧，其平均速率增大，但分子的运动仍然为无规则运动，某时刻，对某个分子而言，其速率可能会很小，故选项 D 错误。

【考点定位】对分子动理论、查理定律的理解与应用。

73.(2013·广东卷·T18)如图所示为某同学设计的喷水装置，内部装有 2L 水，上部密封 1atm 的空气 0.5L，保持阀门关闭，再充入 1atm 的空气 0.1L，设在所有过程中空气可看作理想气体，且温度不变，下列说法正确的有



- A.充气后，密封气体压强增加
- B.充气后，密封气体的分子平均动能增加
- C.打开阀门后，密封气体对外界做正功
- D.打开阀门后，不再充气也能把水喷光

【答案】AC

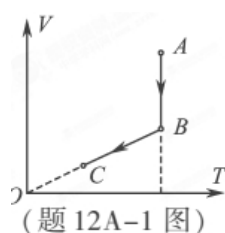
【解析】温度不变，密封气体的分子平均动能不变，故 B 错误；充气过程为等温过程，气体原来的压强为 1.0 atm、体积为 0.6 L；后来气体的体积变为 0.5 L，

根据玻意耳定律, $P_1V_1 = P_2V_2$ 可知 P_2 增大, 故 A 正确; 打开阀门, 体积增大, 密封气体对外界做正功, 故 C 正确; 打开阀门后, 当内部气体与水产生的压强等于外气压相等时便不再喷水, 不再充气不能把水喷光, 故 D 错误。

【考点定位】理想气体、理想气体状态方程。容易题

74.(2017·江苏卷)一定质量的理想气体从状态 A 经过状态 B 变化到状态 C, 其 V-T 图象如图 12A-1 图所示. 下列说法正确的有_____。

- (A) A→B 的过程中, 气体对外界做功
- (B) A→B 的过程中, 气体放出热量
- (C) B→C 的过程中, 气体压强不变
- (D) A→B→C 的过程中, 气体内能增加



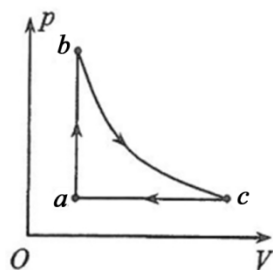
【答案】BC

【解析】由图知 A→B 的过程中, 温度不变, 体积减小, 故外界对气体做功, 所以 A 错误; 根据热力学定律知, A→B 的过程中, 气体放出热量, B 正确; B→C 的过程为等压变化, 气体压强不变, C 正确; A→B→C 的过程中, 温度降低, 气体内能减小, 故 D 错误。

【考点定位】理想气体状态方程 热力学第一定律

【名师点睛】两个过程: A 到 B 等温变化, B 到 C 等压变化。

75.(2017·新课标Ⅲ卷)如图, 一定质量的理想气体从状态 a 出发, 经过等容过程 ab 到达状态 b, 再经过等温过程 bc 到达状态 c, 最后经等压过程 ca 回到状态 a。下列说法正确的是_____(填正确答案标号。选对 1 个得 2 分, 选对 2 个得 4 分, 选对 3 个得 5 分。每选错 1 个扣 3 分, 最低得分为 0 分)。



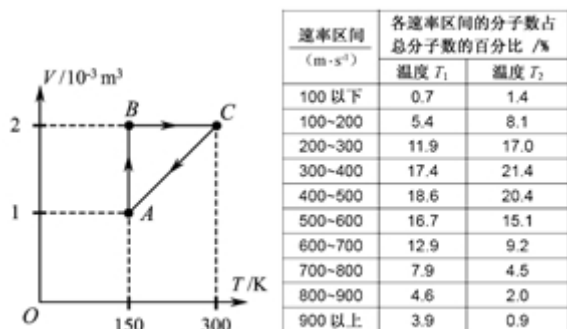
- A.在过程 ab 中气体的内能增加
- B.在过程 ca 中外界对气体做功
- C.在过程 ab 中气体对外界做功
- D.在过程 bc 中气体从外界吸收热量
- E.在过程 ca 中气体从外界吸收热量

【答案】ABD

【解析】在过程 ab 中，体积不变，外界不对气体做功，气体也不对外界做功，压强增大，温度升高，内能增加，A 正确，C 错误；在过程 ca 中，气体体积缩小，外界对气体做功，压强不变，温度降低，故内能减小，由热力学第一定律可得气体向外界放出热量，B 正确，E 错误；在过程 bc 中，温度不变，内能不变，体积增大，气体对外界做功，由热力学第一定律可知，气体要从外界吸收热量，D 正确。

【考点定位】理想气体的等容变化、等压变化和等温变化、热力学第一定律

76.(2018·江苏卷·T14)如图所示，一定质量的理想气体在状态 A 时压强为 2.0×10^5 Pa，经历 $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow A$ 的过程，整个过程中对外界放出 61.4 J 热量.求该气体在 $A \rightarrow B$ 过程中对外界所做的功.



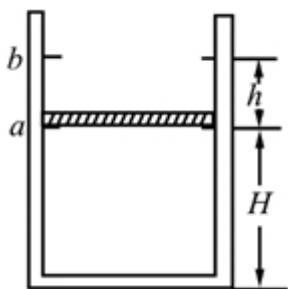
【答案】气体对外界做的功为 138.6 J

【解析】整个过程中，外界对气体做功 $W=W_{AB}+W_{CA}$ ，且 $W_{CA}=p_A(V_C-V_A)$

由热力学第一定律 $\Delta U=Q+W$ ，得 $W_{AB}=-(Q+W_{CA})$

代入数据得 $W_{AB}=-138.6\text{ J}$ ，即气体对外界做的功为 138.6 J

77.(2018·全国 II 卷·T14)如图，一竖直放置的气缸上端开口，气缸壁内有卡口 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，不计他们之间的摩擦。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气缸中的气体，直至活塞刚好到达 b 处。求此时气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。



【答案】 $W = (p_0S + mg)h$

【解析】试题分析：由于活塞处于平衡状态所以可以利用活塞处于平衡状态，求封闭气体的压强，然后找到不同状态下气体参量，计算温度或者体积。

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 $\frac{p_0}{T_0} = \frac{p_1}{T_1}$ ①

根据力的平衡条件有 $p_1S = p_0S + mg$ ②

联立①②式可得 $T_1 = \left(1 + \frac{mg}{p_0S}\right)T_0$ 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

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \text{④} \text{ 式中 } V_1 = SH \text{⑤ } V_2 = S(H+h) \text{⑥}$$

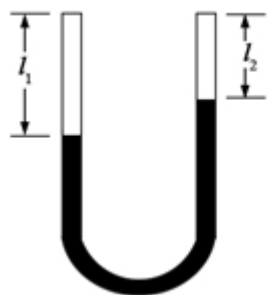
$$\text{联立③④⑤⑥式解得 } T_2 = \left(1 + \frac{h}{H}\right) \left(1 + \frac{mg}{p_0 S}\right) T_0 \text{⑦}$$

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 $W = (p_0 S + mg)h$ ⑧

故本题答案是： $W = (p_0 S + mg)h$

点睛：本题的关键是找到不同状态下的气体参量，再利用气态方程求解即可。

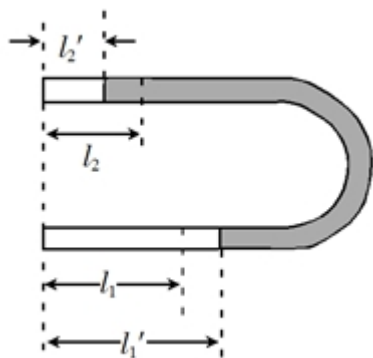
78.(2018·全国 III 卷·T14)在两端封闭、粗细均匀的 U 形细玻璃管内有一股水银柱，水银柱的两端各封闭有一段空气。当 U 形管两端竖直朝上时，左、右两边空气柱的长度分别为 $l_1 = 18.0 \text{ cm}$ 和 $l_2 = 12.0 \text{ cm}$ ，左边气体的压强为 12.0 cmHg 。现将 U 形管缓慢平放在水平桌面上，没有气体从管的一边通过水银逸入另一边。求 U 形管平放时两边空气柱的长度。在整个过程中，气体温度不变。



【答案】7.5 cm

【解析】试题分析 本题考查玻意耳定律、液柱模型、关联气体及其相关的知识点。

解析 设 U 形管两端竖直朝上时，左、右两边气体的压强分别为 p_1 和 p_2 。U 形管水平放置时，两边气体压强相等，设为 p ，此时原左、右两边气体长度分别变为 l_1' 和 l_2' 。由力的平衡条件有

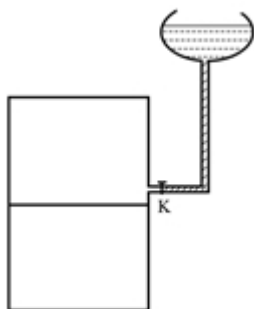


$$p_1 = p_2 + \rho g (l_1 - l_2) \quad \text{① 式中为水银密度, } g \text{ 为重力加速度大小。}$$

$$\text{由玻意耳定律有 } p_1 l_1 = p l_1' \quad \text{② } p_2 l_2 = p l_2' \quad \text{③ } l_1' - l_1 = l_2 - l_2' \quad \text{④}$$

$$\text{由①②③④式和题给条件得 } l_1' = 22.5 \text{ cm} \quad \text{⑤ } l_2' = 7.5 \text{ cm} \quad \text{⑥}$$

79.(2018·全国 I 卷·T14)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 $\frac{V}{8}$ 时, 将 K 关闭, 活塞平衡时其下方气体的体积减小了 $\frac{V}{6}$, 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。



$$\text{【答案】 } m = \frac{15p_0 S}{26g}$$

【解析】 本题考查玻意耳定律、关联气体、压强及其相关的知识点。

设活塞再次平衡后，活塞上方气体的体积为 V_1 ，压强为 p_1 ；下方气体的体积为 V_2 ，压强为 p_2 。在活塞下移的过程中，活塞上、下方气体的温度均保持不变，由玻意耳定律得。

$$p_0 \frac{V}{2} = p_1 V_1 \quad (1)$$

$$p_0 \frac{V}{2} = p_2 V_2 \quad (2)$$

$$\text{由已知条件得 } V_1 = \frac{V}{2} + \frac{V}{6} - \frac{V}{8} = \frac{13}{24}V \quad (3) \quad V_2 = \frac{V}{2} - \frac{V}{6} = \frac{V}{3} \quad (4)$$

设活塞上方液体的质量为 m ，由力的平衡条件得

$$p_2 S = p_1 S + mg \quad (5)$$

$$\text{联立以上各式得 } m = \frac{15p_0 S}{26g} \quad (6)$$

80.(2013·重庆卷·T10(2))汽车未装载货物时，某个轮胎内气体的体积为 v_0 ，压强为 p_0 ；装载货物后，该轮胎内气体的压强增加了 Δp 。若轮胎内气体视为理想气体，其质量、温度在装载货物前后均不变，求装载货物前后此轮胎内气体体积的变化量。

$$\text{【答案】 } \Delta V = -\frac{\Delta p V_0}{p_0 + \Delta p}$$

对轮胎内气体进行研究：由于等温变化

$$\text{则有 } p_0 V_0 = (p_0 + \Delta p) V' \quad \text{所以 } V' = \frac{p_0}{p_0 + \Delta p} V_0$$

$$\text{所以 } \Delta V = V_0 - V' = \frac{\Delta p}{p_0 + \Delta p} V_0$$

【考点定位】气体状态变化，玻意耳定律。

81.(2015·江苏卷·T12A(3))给某包装袋充入氮气后密封，在室温下，袋中气体压强为1个标准大气压、体积为1L。将其缓慢压缩到压强为2个标准大气压时，气体的体积变为0.45L。请通过计算判断该包装袋是否漏气。

【答案】漏气

【解析】若不漏气，设加压后的体积为 V_1 ，由等温过程得 $P_0V_0 = P_1V_1$ ，代入数据得 $V_1=0.5L$

因为 $0.45L < 0.5L$ ，故包装袋漏气

【考点定位】考查理想气体状态方程

82.(2015·重庆卷·T10(2))北方某地的冬天室外气温很低，吹出的肥皂泡会很快冻结.若刚吹出时肥皂泡内气体温度为 T_1 ，压强为 P_1 ，肥皂泡冻结后泡内气体温度降为 T_2 .整个过程中泡内气体视为理想气体，不计体积和质量变化，大气压强为 P_0 .求冻结后肥皂膜内外气体的压强差.

【答案】 $\Delta P = \frac{T_2}{T_1} P_1 - P_0$

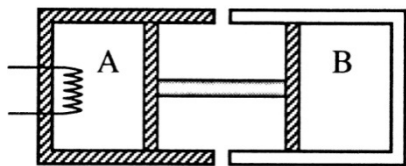
【解析】对气泡分析，发生等容变化，有： $\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$

可得： $P_2 = \frac{T_2}{T_1} P_1$

故内外气体的压强差为 $\Delta P = P_2 - P_1 = \frac{T_2}{T_1} P_1 - P_0$

【考点定位】理想气体状态方程。

83.(2011·上海卷)如图，绝热气缸A与导热气缸B均固定于地面，由刚性杆连接的绝热活塞与两气缸间均无摩擦。两气缸内装有处于平衡状态的理想气体，开始时体积均为 V_0 、温度均为 T_0 。缓慢加热A中气体，停止加热达到稳定后，A中气体压强为原来的1.2倍。设环境温度始终保持不变，求气缸A中气体的体积 V_A 和温度 T_A 。



【答案】 $V_A = \frac{7}{6}V_0$, $T_A = 1.4T_0$

【解析】 设初态压强为 p_0 ，膨胀后 A、B 压强相等 $p_B = 1.2p_0$

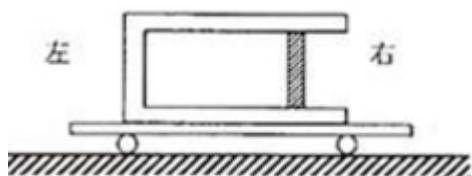
B 中气体始末状态温度相等 $p_0V_0 = 1.2p_0(2V_0 - V_A)$

$$\therefore V_A = \frac{7}{6}V_0$$

A 部分气体满足 $\frac{p_0V_0}{T_0} = \frac{1.2p_0V_A}{T_A} \therefore T_A = 1.4T_0$

【考点定位】 理想气体状态方程.

84.(2012·海南卷)如图，一气缸水平固定在静止的小车上，一质量为 m 、面积为 S 的活塞将一定量的气体封闭在气缸内，平衡时活塞与气缸底相距 L 。现让小车以一较小的水平恒定加速度向右运动，稳定时发现活塞相对于气缸移动了距离 d 。已知大气压强为 p_0 ，不计气缸和活塞间的摩擦，且小车运动时，大气对活塞的压强仍可视作 p_0 ，整个过程中温度保持不变。求小车的加速度的大小。



【答案】 $a = \frac{P_0 S d}{m(l-d)}$

【解析】 设小车加速度大小为 a ，稳定是气缸内气体的压强为 P_1 ，活塞受到气缸内外气体的压力分别为： $f_1 = P_1 S, f_0 = P_0 S$

由牛顿第二定律得： $f_1 - f_0 = ma$

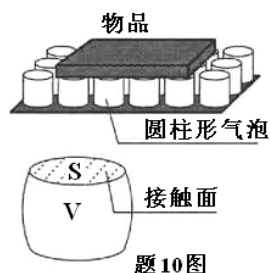
小车静止时，在平衡情况下，气缸内气体的压强为 P_0 ，由波意耳定律得 $P_1 V_1 = P_0 V$

式中 $V = SL$, $V_1 = S(L-d)$

联立得： $a = \frac{P_0 S d}{m(l-d)}$

【考点定位】 本题考查气体定律和牛顿第二定律及其相关知识

85.(2014·重庆卷)如图为一种减震垫，上面布满了圆柱状薄膜气泡，每个气泡内充满体积这 V_0 ，压强为 p_0 的气体，当平板状物品平放在气泡上时，气泡被压缩，若气泡内气体可视为理想气体，其温度保持不变，当体积压缩到 V 时气泡与物品接触的面积 S ，求此时每个气泡内气体对接触面外薄膜的压力。



【答案】 $F = \frac{V_0}{V} p_0 S$

【解析】 设压力为 F ，压缩后气体压强为 p 。

由等温过程： $p_0 V_0 = p V$ ， $F = p S$

解得： $F = \frac{V_0}{V} p_0 S$

【考点定位】 本题考查了理想气体状态方程。

86.(2011·辽宁卷)如图，一上端开口，下端封闭的细长玻璃管，下部有长 $l_1=66\text{cm}$ 的水银柱，中间封有长 $l_2=6.6\text{cm}$ 的空气柱，上部有长 $l_3=44\text{cm}$ 的水银柱，此时水银面恰好与管口平齐。已知大气压强为 $p_0=70\text{cmHg}$ 。如果使玻璃管绕低端在竖直平面内缓慢地转动一周，求在开口向下和转回到原来位置时管中空气柱的长度。封入的气体可视为理想气体，在转动过程中没有发生漏气。



【答案】9cm

【解析】设玻璃管口向上时，空气柱压强为 $P_1 = P_0 + \rho g l_3$ ① 式中 P 和 g 分别表示水银的密度和重力加速度，玻璃管开口向下时，原来上部的水银有一部分会流出，封闭端会有部分真空。

设此时开口端剩下的水银柱长度为 x ，则 $P_2 = \rho g l_1$ ， $P_2 + \rho g x = P_0$ ②

式中， P_2 为管内空气柱的压强。由玻意耳定律得 $P_1 (S l_2) = P_2 (S h)$ ③

式中， h 是此时空气柱的长度， S 为玻璃管的横截面积。由①②③式和题给条件得 $h = 12\text{cm}$ ④

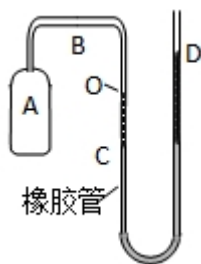
从开始转动一周后，设空气柱的压强为 P_3 ，则 $P_3 = P_0 + \rho g x$ ⑤

由玻意耳定律得 $P_1 (S l_2) = P_2 (S h')$ ⑥

式中， h' 是此时空气柱的长度，由①②③式得 $h' = 9\text{cm}$ ⑦

【考点定位】玻意耳定律

87.(2011·山东卷)气体温度计结构如图所示。玻璃测温泡 A 内充有理想气体，通过细玻璃管 B 和水银压强计相连。开始时 A 处于冰水混合物中，左管 C 中水银面在 O 点处，右管 D 中水银面高出 O 点 $h_1 = 14\text{cm}$ 。后将 A 放入待测恒温槽中，上下移动 D，使 C 中水银面仍在 O 点处，测得 D 中水银面高出 O 点 $h_2 = 44\text{cm}$ 。(已知外界大气压为 1 个标准大气压，1 标准大气压相当于 76cmHg)



①求恒温槽的温度。

②此过程 A 内气体内能_____ (填“增大”或“减小”), 气体不对外做功, 气体将____ (填“吸热”或“放热”)。

【答案】①恒温槽的温度为 364K.②增大; 吸热

【解析】①由于使 C 中水银面仍在 O 点处, 故温泡 A 内封闭气体的体积保持不变, 发生等容变化.冰水混合物的温度 $T_1 = 273K$, 此时封闭气体的压强

$$P_1 = P_0 + h_1 = 90cmHg$$

设待测恒温槽的温度 T_2 , 此时封闭气体的压强 $P_2 = P_0 + h_2 = 120cmHg$

根据查理定律得: $\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$

代入数据得 $T_2 = 364 K$ (或 $91^\circ C$)

②A 中气体温度升高, 理想气体的内能增加(理想气体只考虑分子平均动能), 气体不对外做功, 由热力学第一定律 $\Delta U = Q + W$ 可得, 气体吸热.

【考点定位】理想气体状态方程, 热力学第一定律。

88.(2016·上海卷)(10 分)如图, 两端封闭的直玻璃管竖直放置, 一段水银将管内气体分隔为上下两部分 A 和 B, 上下两部分气体初始温度相等, 且体积 $V_A > V_B$ 。



(1)若 A、B 两部分气体同时升高相同的温度，水银柱将如何移动？

某同学解答如下：

设两部分气体压强不变，由 $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$ ，...， $\Delta V = \frac{\Delta T}{T} V$ ，...，所以水银柱将向下移动。

上述解答是否正确？若正确，请写出完整的解答；若不正确，请说明理由并给出正确的解答。

(2)在上下两部分气体升高相同温度的过程中，水银柱位置发生变化，最后稳定在新的平衡位置，A、B 两部分气体始末状态压强的变化量分别为 Δp_A 和 Δp_B ，分析并比较二者的大小关系。

【答案】(1)不正确 水银柱向上移动 (2) $\Delta p_A = \Delta p_B$

【解析】(1)不正确。

水银柱移动的原因是升温后，由于压强变化造成受力平衡被破坏，因此应该假设气体体积不变，由压强变化判断移动方向。

正确解法：设升温后上下部分气体体积不变，则由查理定律可得

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

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

因为 $\Delta T > 0$ ， $p_A < p_B$ ，可知 $\Delta p_A < \Delta p_B$ ，所示水银柱向上移动。

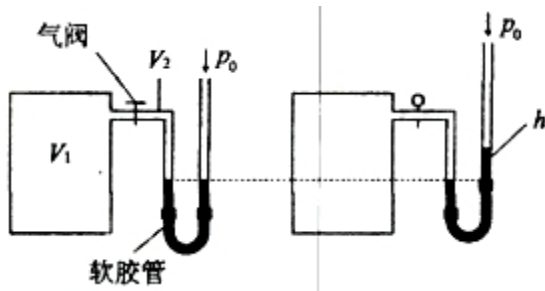
(2)升温前有 $p_B = p_A + p_h$ (p_h 为汞柱压强)

升温后同样有 $p_B' = p_A' + p_h$

两式相减可得 $\Delta p_A = \Delta p_B$

【考点定位】查理定律、封闭气体压强

89.(2011·海南卷)如图,容积为 V_1 的容器内充有压缩空气.容器与水银压强计相连,压强计左右两管下部由软胶管相连.气阀关闭时,两管中水银面等高,左管中水银面上方到气阀之间空气的体积为 V_2 .打开气阀,左管中水银下降;缓慢地向上提右管,使左管中水银面回到原来高度,此时右管与左管中水银面的高度差为 h .已知水银的密度为 ρ ,大气压强为 p_0 ,重力加速度为 g ;空气可视为理想气体,其温度不变.求气阀打开前容器中压缩空气的压强 p_1 .



【答案】
$$p_1 = p_0 + \rho gh \left(1 + \frac{V_2}{V_1} \right)$$

【解析】打开阀门前两管中水银面等高说明此时 V_2 内的气体压强等于大气压强 p_0 ,

对 V_1 内的气体,打开阀门后发生等温变化, $p_1 V_1 = p_1' (V_1 + V_2)$

对 V_2 内的气体,打开阀门后也发生等温变化, $p_0 V_2 = p_2' (V_1 + V_2)$

混合后的气体 $(p_2' + p_1') S = \rho Sgh + p_0 S$

解上述 3 式得
$$p_1 = p_0 + \rho gh \left(1 + \frac{V_2}{V_1} \right)$$

【考点定位】理想气体状态方程

90.(2010•广东卷•T14)图 3 是密闭的气缸，外力推动活塞 P 压缩气体，对缸内气体做功 800J，同时气体向外界放热 200J，缸内气体的

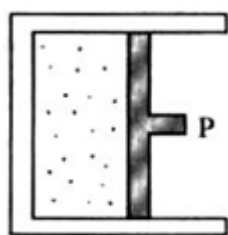


图 3

- A.温度升高，内能增加 600J B.温度升高，内能减少 200J
C.温度降低，内能增加 600J D.温度降低，内能减少 200J

【答案】A

【解析】由能量守恒， $\Delta E = Q + W = -200 + 800 = 600$ ，内能增加 600J，则温度一定升高。

91.(2010•广东卷•T15)如图 4 所示，某种自动洗衣机进水时，与洗衣缸相连的细管中会封闭一定质量的空气，通过压力传感器感知管中的空气压力，从而控制进水量。设温度不变，洗衣缸内水位升高，则细管中被封闭的空气



图 4

- A.体积不变，压强变小 B.体积变小，压强变大
C.体积不变，压强变大 D.体积变小，压强变小

【答案】B

【解析】由图可知空气被封闭在细管内，水面升高时，根据玻马定律，气体压强增大，气体体积减小。

92.(2010·海南卷·T17(1))下列说法正确的是

- (A)当一定质量的气体吸热时，其内能可能减小
- (B)玻璃、石墨和金刚石都是晶体，木炭是非晶体
- (C)单晶体有固定的熔点，多晶体和非晶体没有固定的熔点
- (D)当液体与大气相接触时，液体表面层内的分子所受其它分子作用力的合力总是指向液体内部
- (E)气体分子单位时间内与单位面积器壁碰撞的次数，与单位体积内气体的分子数和气体温度有关

【答案】(1)ADE

【解析】一定质量的气体吸热时，如果同时对外做功，且做的功大于吸收的热量，则内能减小，(A)正确；玻璃是非晶体，(B)错；多晶体也有固定的熔点，(C)错；液体表面层内的分子液体内部分子间距离的密度都大于大气，因此分子力的合力指向液体内部，(D)正确；气体分子单位时间内与单位面积器壁碰撞的次数，决定气体的压强，因此与单位体积内分子数和气体的温度有关，(E)对。

93.(2010·重庆卷·T15)给旱区送水的消防车停于水平面，在缓缓放水的过程中，若车胎不漏气，胎内气体温度不变，不计分子间势能，则胎内气体

- A.从外界吸热
- B.对外界做负功
- B.分子平均动能减少
- D.内能增加

【答案】A

【解析】本题考查热力学第一定律和气体的压强的微观解释。车胎内的气体的分子势能不计，气体只有动能，则当温度不变时，气体的内能不变，D项错；洒水车质量逐渐减小，车胎内的气体的压强减小，由 $\frac{PV}{T}=C$ ，T不变，P减小，则V增大，气体对外界做功，再由 $\Delta U=W+Q$ 知，气体要向外界吸收热量，A项对，B项错；温度是气体分子平均动能的标志，则C项错。

94.(2010·四川卷·T14)下列现象中不能说明分子间存在分子力的是

- A.两铅块能被压合在一起 B.钢绳不易被拉断
C.水不容易被压缩 D.空气容易被压缩

【答案】D

【解析】本题主要考查了分子运动论的分子间相互作用，两铅块能合在一起说明分子间存在相互作用力的引力，A项错误；钢绳不易被拉断说明分子间存在引力，而水不易被压缩说明分子间存在排斥力所以BC项均错；而气体间距较大，分子间作用力忽略不计答案D正确。

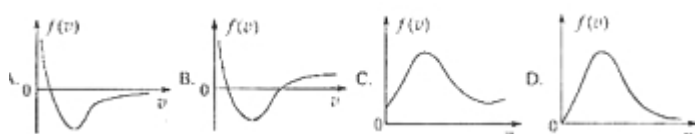
95.(2010·新课标 I 卷·T33(1))关于晶体和非晶体，下列说法正确的是_____(填入正确选项前的字母)

- A.金刚石、食盐、玻璃和水晶都是晶体
B.晶体的分子(或原子、离子)排列是有规则的
C.单晶体和多晶体有固定的熔点，非晶体没有固定的熔点
D.单晶体和多晶体的物理性质是各向异性的，非晶体是各向同性的

【答案】(1)BC

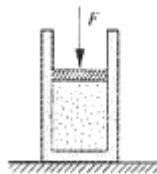
【解析】本题考查的是晶体和非晶体的特性。金刚石、食盐、水晶是晶体，但玻璃不是晶体，A项错误；晶体的分子排列是有规则的，B项正确；晶体有固定的熔点，非晶体没有固定的熔点，C项正确；单晶体的物理特性是各向异性，而多晶体不是各向异性的，D项错误。

96.(2010·福建卷·T28)(1)1859年麦克斯韦从理论上推导出了气体分子速率的分布规律，后来有许多实验验证了这一规律。若以横坐标 v 表示分子速率，纵坐标 $f(v)$ 表示各速率区间的分子数占总分子数的百分比。下面四幅图中能正确表示某一温度下气体分子速率分布规律的是_____。(填选项前的字母)



(2)如图所示，一定质量的理想气体密封在绝热(即与外界不发生热交换)容器中，容器内装有一可以活动的绝热活塞。今对活塞施以一竖直向下的压力 F ，使活塞缓慢向下移动一段距离后，气体的体积减小。若忽略活塞与容器壁间的摩擦力，

则被密封的气体 。(填选项前的字母)



A.温度升高，压强增大，内能减少

B.温度降低，压强增大，内能减少

少

C.温度升高，压强增大，内能增加

D.温度降低，压强减小，内能增加

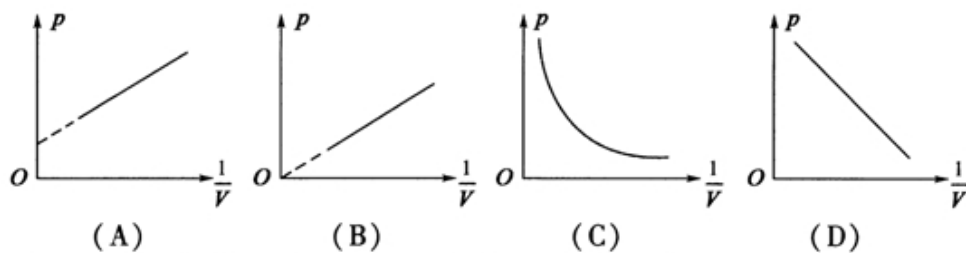
加

【答案】(1)D (2)C

【解析】(1)本题考查的是分子速率的分布特点和考生的理解能力。气体分子的速率都呈“中间多，两头少”状态分布，并且速率不会等于零，更不会小于零。

(2)本题考查的是热力学第一定律和气体压强的微观解释和考生的理解能力。气缸和活塞都绝热，向下缓慢压缩活塞，对气体做功，根据热力学第一定律可知，气体温度升高，内能增大，气体体积减小，温度升高，气体分子单次撞击器壁的力增大，单位时间内的撞击次数也增大，故气体压强增大。

97.(2010·江苏卷·T12.A)(1)为了将空气装入气瓶内，现将一定质量的空气等温压缩，空气可视为理想气体。下列图象能正确表示该过程中空气的压强 p 和体积 V 关系的是 ▲ 。



(2)在将空气压缩装入气瓶的过程中，温度保持不变，外界做了 24KJ 的功。现潜水员背着该气瓶缓慢地潜入海底，若在此过程中，瓶中空气的质量保持不变，且

放出了 5KJ 的热量。在上述两个过程中,空气的内能共减小 ▲ KJ, 空气 ▲ (选填“吸收”或“放出”)的总热量为 ▲ kJ

(3)已知潜水员在岸上和海底吸入空气的密度分别为 $1.3\text{kg}/\text{m}^3$ 和 $2.1\text{kg}/\text{m}^3$, 空气的摩尔质量为 $0.029\text{kg}/\text{mol}$, 阿伏伽德罗常数 $N_A = 6.02 \times 10^{23} \text{mol}^{-1}$ 。若潜水员呼吸一次吸入 2L 空气, 试估算潜水员在海底比在岸上每呼吸一次多吸入空气的分子数。(结果保留一位有效数字)

【答案】(1)B (2)5; 放出; 29 (3)

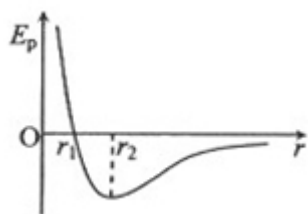
【解析】

(1)由 $PV=c$, 得 P 与 $\frac{1}{V}$ 成正比, 故选 B;

(2)根据热力学第一定律 $W+Q=\Delta U$, 第一阶段 $W_1=24\text{J}$, $\Delta U_1=0$, 所以 $Q_1=-24\text{J}$, 放热, 第二阶段 $W_2=0$, $\Delta U_2=-5\text{J}$, 所以 $Q_2=-5\text{J}$, 放热; 所以 $Q=Q_1+Q_2=-29\text{J}$, 放热。 $\Delta U=-5\text{J}$, 即减少 5J。

(3)设空气的摩尔质量为 M , 在海底和岸上的密度分别为 $\rho_{\text{海}}$ 和 $\rho_{\text{岸}}$, 一次吸入空气的体积为 V , 则有 $\Delta n = \frac{(\rho_{\text{海}} - \rho_{\text{岸}})V}{M} N_A$, 代入数据得 $\Delta n = 3 \times 10^{22}$ 。

98.(2010·全国 I 卷·T19)右图为两分子系统的势能 E_p 与两分子间距离 r 的关系曲线。下列说法正确的是



A.当 r 大于 r_1 时, 分子间的作用力表现为引力

B.当 r 小于 r_1 时, 分子间的作用力表现为斥力

C.当 r 等于 r_2 时, 分子间的作用力为零

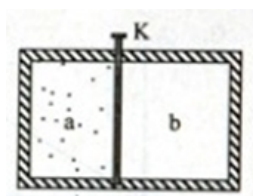
D.在 r 由 r_1 变到 r_2 的过程中，分子间的作用力做负功

【答案】BC

【解析】分子间距等于 r_0 时分子势能最小，即 $r_0 = r_2$ 。当 r 小于 r_1 时分子力表现为斥力；当 r 大于 r_1 小于 r_2 时分子力表现为斥力；当 r 大于 r_2 时分子力表现为引力，A 错 BC 对。在 r 由 r_1 变到 r_2 的过程中，分子斥力做正功，分子势能减小，D 错误。

【命题意图与考点定位】分子间距与分子力、分子势能的关系

99.(2010·全国 II 卷·T16)如图，一绝热容器被隔板 K 隔开 a、b 两部分。已知 a 内有一定量的稀薄气体，b 内为真空。抽开隔板 K 后，a 内气体进入 b，最终达到平衡状态。在此过程中



- A.气体对外界做功，内能减少 B.气体不做功，内能不变
C.气体压强变小，温度降低 D.气体压强变小，温度不变

【答案】BD

【解析】绝热容器内的稀薄气体与外界没有热传递， $Q=0$ 。稀薄气体向真空扩散没有做功， $W=0$ 。根据热力学第一定律稀薄气体的内能不变，则温度不变。稀薄气体扩散体积增大，压强必然减小。BD 正确。

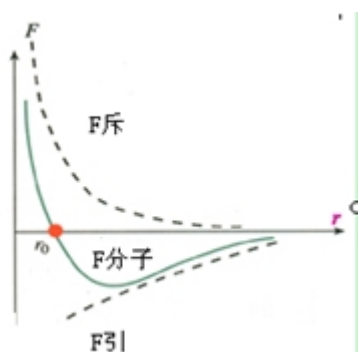
100.(2010·上海卷·T14)分子间的相互作用力由引力与斥力共同产生，并随着分子间距的变化而变化，则

- A.分子间引力随分子间距的增大而增大
B.分子间斥力随分子间距的减小而增大
C.分子间相互作用力随分子间距的增大而增大

D.分子间相互作用力随分子间距的减小而增大

【答案】B

【解析】根据分子力和分子间距离关系图象，如图，选 B。



本题考查分子间相互作用力随分子间距的变化，图象的理解。

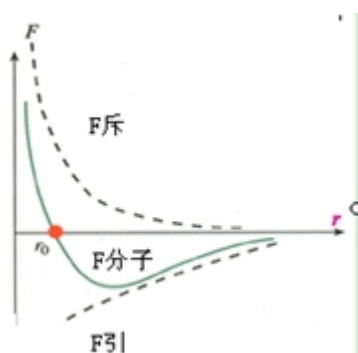
难度：中等。

101.(2010·上海卷·T14)分子间的相互作用力由引力与斥力共同产生，并随着分子间距的变化而变化，则

- A.分子间引力随分子间距的增大而增大
- B.分子间斥力随分子间距的减小而增大
- C.分子间相互作用力随分子间距的增大而增大
- D.分子间相互作用力随分子间距的减小而增大

【答案】B

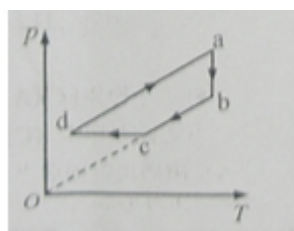
【解析】根据分子力和分子间距离关系图象，如图，选 B。



本题考查分子间相互作用力随分子间距的变化，图象的理解。

难度：中等。

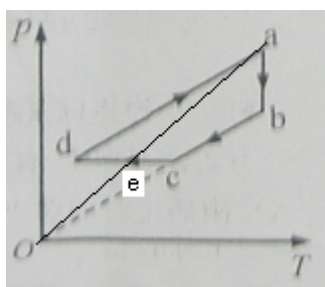
102.(2010·上海卷·T17)一定质量理想气体的状态经历了如图所示的 ab 、 bc 、 cd 、 da 四个过程，其中 bc 的延长线通过原点， cd 垂直于 ab 且与水平轴平行， da 与 bc 平行，则气体体积在



- A.ab 过程中不断增加
- B.bc 过程中保持不变
- C.cd 过程中不断增加
- D.da 过程中保持不变

【答案】AB

【解析】首先，因为 bc 的延长线通过原点，所以 bc 是等容线，即气体体积在 bc 过程中保持不变，B 正确； ab 是等温线，压强减小则体积增大，A 正确； cd 是等压线，温度降低则体积减小，C 错误；连接 ao 交 cd 于 e ，则 ae 是等容线，即 $V_a = V_e$ ，因为 $V_d < V_e$ ，所以 $V_d < V_a$ ，所以 da 过程中体积不是保持不变，D 错误；本题选 AB。



本题考查气体的 $P-T$ 图象的理解。难度：中等。对 D，需要作辅助线，较难。

103.(2010·上海卷·T10)如图,玻璃管内封闭了一段气体,气柱长度为 l ,管内外水银面高度差为 h ,若温度保持不变,把玻璃管稍向上提起一段距离,则

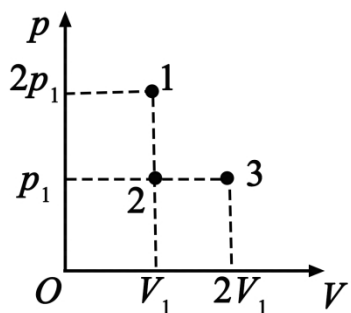
- A. h 、 l 均变大
B. h 、 l 均变小
C. h 变大 l 变小
D. h 变小 l 变大

【解析】根据 $p=l=c$, l 变大, p 变小, 根据 $p = p_0 - \rho gh$, h 变大, 选 D。

本题考查气体状态方程。难度：中等。

非选择题：

104.(2019·全国 II 卷·T13)如 p - V 图所示, 1、2、3 三个点代表某容器中一定量理想气体的三个不同状态, 对应的温度分别是 T_1 、 T_2 、 T_3 。用 N_1 、 N_2 、 N_3 分别表示这三个状态下气体分子在单位时间内撞击容器壁上单位面积的次数, 则 N_1 _____ N_2 , T_1 _____ T_3 , T_3 , N_2 _____ N_3 。(填“大于”“小于”或“等于”)



【答案】(1). 大于 (2). 等于 (3). 大于

【解析】

【详解】(1)1、2 等体积, 2、3 等压强

由 $pV=nRT$ 得: $\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}$, $V_1=V_2$, 故 $\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$, 可得: $T_1=2T_2$, 即 $T_1>T_2$, 由于分子密

度相同, 温度高, 碰撞次数多, 故 $N_1>N_2$;

由于 $p_1 V_1 = p_3 V_3$; 故 $T_1=T_3$;

则 $T_3 > T_2$ ，又 $p_2 = p_3$ ，2 状态分析密度大，分析运动缓慢，单个分子平均作用力小，3 状态分子密度小，分子运动剧烈，单个分子平均作用力大。故 3 状态碰撞容器壁分子较少，即 $N_2 > N_3$ ；

105.(2019•全国 I 卷•T13)某容器中的空气被光滑活塞封住，容器和活塞绝热性能良好，空气可视为理想气体。初始时容器中空气的温度与外界相同，压强大于外界。现使活塞缓慢移动，直至容器中的空气压强与外界相同。此时，容器中空气的温度_____ (填“高于”“低于”或“等于”)外界温度，容器中空气的密度_____ (填“大于”“小于”或“等于”)外界空气的密度。

【答案】(1). 低于 (2). 大于

【解析】

由题意可知，容器与活塞绝热性能良好，容器内气体与外界不发生热交换，故 $\Delta Q = 0$ ，但活塞移动的过程中，容器内气体压强减小，则容器内气体正在膨胀，体积增大，气体对外界做功，即 $W < 0$ ，根据热力学第一定律可知 $\Delta U = \Delta Q + W < 0$ ，故容器内气体内能减小，温度降低，低于外界温度。

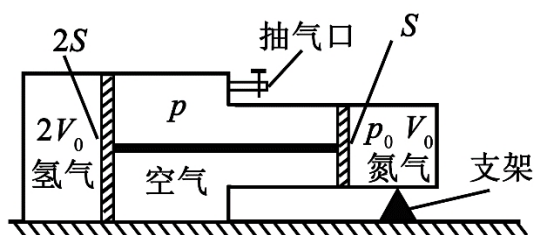
最终容器内气体压强和外界气体压强相同，根据理想气体状态方程： $PV = nRT$

又 $\rho = \frac{m}{V}$ ， m 为容器内气体质量

联立得： $\rho = \frac{Pm}{nRT}$

取容器外界质量也为 m 的一部分气体，由于容器内温度 T 低于外界温度，故容器内气体密度大于外界。

106.(2019•全国 II 卷•T14)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：



(1)抽气前氢气的压强；

(2)抽气后氢气的压强和体积。

【答案】(1) $\frac{1}{2}(p_0+p)$ ；(2) $\frac{1}{2}p_0 + \frac{1}{4}p$ ； $\frac{4(p_0+p)V_0}{2p_0+p}$

【解析】

【详解】解：(1)设抽气前氢气的压强为 p_{10} ，根据力的平衡条件得

$$(p_{10}-p) \cdot 2S = (p_0-p) \cdot S \quad ①$$

$$\text{得 } p_{10} = \frac{1}{2}(p_0+p) \quad ②$$

(2)设抽气后氢气的压强和体积分别为 p_1 和 V_1 ，氮气的压强和体积分别为 p_2 和 V_2 ，根据力的平衡条件有 $p_2 \cdot S = p_1 \cdot 2S$ ③

$$\text{由玻意耳定律得 } p_1 V_1 = p_{10} \cdot 2V_0 \quad ④$$

$$p_2 V_2 = p_0 \cdot V_0 \quad ⑤$$

由于两活塞用刚性杆连接，故

$$V_1 - 2V_0 = 2(V_0 - V_2) \quad ⑥$$

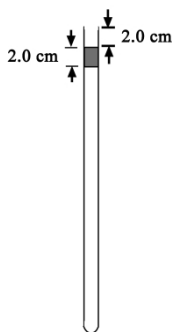
联立②③④⑤⑥式解得

$$p_1 = \frac{1}{2}p_0 + \frac{1}{4}p \quad ⑦$$

$$V_1 = \frac{4(p_0+p)V_0}{2p_0+p} \quad ⑧$$

107.(2019•全国III卷•T14)如图，一粗细均匀的细管开口向上竖直放置，管内有一段高度为

2.0cm 的水银柱，水银柱下密封了一定量的理想气体，水银柱上表面到管口的距离为 2.0cm。若将细管倒置，水银柱下表面恰好位于管口处，且无水银滴落，管内气体温度与环境温度相同。已知大气压强为 76cmHg，环境温度为 296K。



(1)求细管的长度；

(2)若在倒置前，缓慢加热管内被密封的气体，直到水银柱的上表面恰好与管口平齐为止，求此时密封气体的温度。

【答案】(1)41cm；(2)312K

【解析】

以“液柱”为模型，通过对气体压强分析，利用玻意耳定律和盖-吕萨克定律求得细管长度和温度，找准初末状态、分析封闭气体经历的变化时关键。易错点：误把气体长度当成细管长度。

(1)设细管的长度为 l ，横截面的面积为 S ，水银柱高度为 h ；初始时，设水银柱上表面到管口的距离为 h ，被密封气体的体积为 V ，压强为 p ；细管倒置时，气体体积为 V_1 ，压强为 p_1 。由玻意耳定律有

$$pV=p_1V_1 \text{①}$$

由力的平衡条件有

$$p=p_0-\rho gh \text{③}$$

式中， ρ 、 g 分别为水银的密度和重力加速度的大小， p_0 为大气压强。由题意有

$$V=S(L-h_1-h) \text{④}$$

$$V_1 = S(L-h) \text{ ⑤}$$

由①②③④⑤式和题给条件得

$$L = 41 \text{ cm} \text{ ⑥}$$

(2) 设气体被加热前后的温度分别为 T_0 和 T ，由盖-吕萨克定律有

$$\frac{V}{T_0} = \frac{V_1}{T} \text{ ⑦}$$

由④⑤⑥⑦式和题给数据得

$$T = 312 \text{ K} \text{ ⑧}$$

108.(2019•全国 I 卷•T14) 热等静压设备广泛用于材料加工中。该设备工作时，先在室温下把惰性气体用压缩机压入到一个预抽真空的炉腔中，然后炉腔升温，利用高温高压环境对放入炉腔中的材料加工处理，改部其性能。一台热等静压设备的炉腔中某次放入固体材料后剩余的容积为 0.13 m^3 ，炉腔抽真空后，在室温下用压缩机将 10 瓶氮气压入到炉腔中。已知每瓶氮气的容积为 $3.2 \times 10^{-2} \text{ m}^3$ ，使用前瓶中气体压强为 $1.5 \times 10^7 \text{ Pa}$ ，使用后瓶中剩余气体压强为 $2.0 \times 10^6 \text{ Pa}$ ；室温温度为 27°C 。氮气可视为理想气体。

(1) 求压入氮气后炉腔中气体在室温下的压强；

(2) 将压入氮气后的炉腔加热到 1227°C ，求此时炉腔中气体的压强。

【答案】 (1) $3.2 \times 10^7 \text{ Pa}$ (2) $1.6 \times 10^8 \text{ Pa}$

【解析】

(1) 设初始时每瓶气体的体积为 V_0 ，压强为 p_0 ；使用后气瓶中剩余气体的压强为 p_1 ，假设体积为 V_0 ，压强为 p_0 的气体压强变为 p_1 时，其体积膨胀为 V_1 ，由玻意耳定律得：

$$p_0 V_0 = p_1 V_1$$

被压入进炉腔的气体在室温和 p_1 条件下的体积为： $V' = V_1 - V_0$

设 10 瓶气体压入完成后炉腔中气体的压强为 p_2 ，体积为 V_2 ，由玻意耳定律得：

$$p_2 V_2 = 10 p_1 V'$$

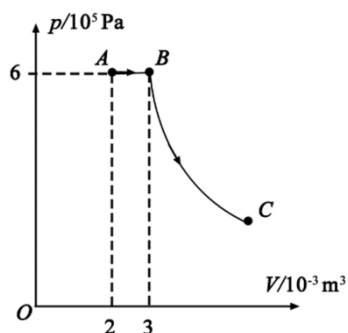
联立方程并代入数据得： $p_2 = 3.2 \times 10^7 \text{ Pa}$

(2) 设加热前炉腔的温度为 T_0 ，加热后炉腔的温度为 T_1 ，气体压强为 p_3 ，由查理定律得：

$$\frac{p_3}{T_1} = \frac{p_2}{T_0}$$

联立方程并代入数据得： $p_3 = 1.6 \times 10^8 \text{ Pa}$

109.(2019•江苏卷•T17)如图所示，一定质量理想气体经历 $A \rightarrow B$ 的等压过程， $B \rightarrow C$ 的绝热过程(气体与外界无热量交换)，其中 $B \rightarrow C$ 过程中内能减少 900J. 求 $A \rightarrow B \rightarrow C$ 过程中气体对外界做的总功.



【答案】 $W=1500\text{J}$

【解析】

由题意可知， $A \rightarrow B$ 过程为等压膨胀，所以气体对外做功为： $W_1 = -P(V_B - V_A)$

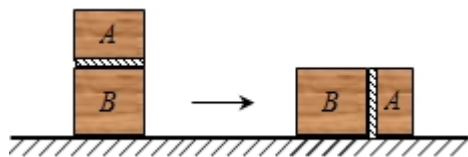
$B \rightarrow C$ 过程：由热力学第一定律得： $W_2 = \Delta U$

则气体对外界做的总功为： $W = -(W_1 + W_2)$

代入数据解得： $W = 1500\text{J}$ 。

110.(2019•海南卷•T16)如图，一封闭的圆柱形容器竖直放置在水平地面上，一重量不可忽略

的光滑活塞将容器内的理想气体分为 A 、 B 两部分， A 体积为 $V_A = 4.0 \times 10^{-3} \text{ m}^3$ 。压强为 $p_A = 47 \text{ cmHg}$ ； B 体积为 $V_B = 6.0 \times 10^{-3} \text{ m}^3$ ，压强为 $p_B = 52 \text{ cmHg}$ 。现将容器缓慢转至水平，气体温度保持不变，求此时 A 、 B 两部分气体的体积。



【答案】 $V_A' = 3.85 \times 10^{-3} \text{ m}^3$ $V_B' = 6.15 \times 10^{-3} \text{ m}^3$

【解析】

对 A 中气体：

初态：压强 $p_A = 47 \text{ cmHg}$ ，体积 $V_A = 4.0 \times 10^{-3} \text{ m}^3$ ，

末态：压强 p_A' ，体积 V_A' ，

根据玻意耳定律可得： $p_A V_A = p_A' V_A' \dots \textcircled{1}$

对 B 中气体：

初态：压强 $p_B = 50 \text{ cmHg}$ ，体积 $V_B = 6.0 \times 10^{-3} \text{ m}^3$ ，

末态：压强 p_B' ，体积 V_B' ，

根据玻意耳定律可得： $p_B V_B = p_B' V_B' \dots \textcircled{2}$

容器水平后有： $p_A' = p_B' \dots \textcircled{3}$

容器的总体积保持不变，即： $V_A' + V_B' = V_A + V_B = 1.0 \times 10^{-2} \text{ m}^3 \dots \textcircled{4}$

联立①②③④式可得： $V_A' = 3.85 \times 10^{-3} \text{ m}^3$ $V_B' = 6.15 \times 10^{-3} \text{ m}^3$

111.(2015·海南卷·T15(1))已知地球大气层的厚度 h 远小于地球半径 R ，空气平均摩尔质量为 M ，阿伏伽德罗常数为 N_A 地面大气压强为 P_0 ，重力加速度大小为 g 。由此可以估算得，地球大气层空气分子总数为_____，空气分子之间的平均距离为_____。

【答案】 $\frac{4\pi R^2 P_0 N_A}{Mg}$, $a = \sqrt[3]{\frac{Mgh}{P_0 N_A}}$

【解析】设大气层中气体的质量为 m , 由大气压强产生, $mg = p_0 S$, 即: $m = \frac{p_0 S}{g}$

分子数 $n = \frac{mN_A}{M} = \frac{p_0 S N_A}{Mg} = \frac{4\pi R^2 P_0 N_A}{Mg}$, 假设每个分子占据一个小立方体, 各小立方体紧密排列, 则小立方体边长即为空气分子平均间距, 设为 a , 大气层中气体总体积为 V , $a = \sqrt[3]{\frac{V}{n}}$, 而 $V = 4\pi R^2 h$, 所以 $a = \sqrt[3]{\frac{Mgh}{P_0 N_A}}$ 。

【考点定位】 气体压强, 阿伏伽德罗常数

112.(2018·江苏卷·T13)一定量的氧气贮存在密封容器中, 在 T_1 和 T_2 温度下其分子速率分布的情况见右表. 则 T_1 ____ (选填“大于”“小于”或“等于”) T_2 . 若约 10% 的氧气从容器中泄漏, 泄漏前后容器内温度均为 T_1 , 则在泄漏后的容器中, 速率处于 400~500 m/s 区间的氧气分子数占总分子数的百分比 ____ (选填“大于”“小于”或“等于”) 18.6%.

【答案】 大于 等于

【解析】 分子速率分布与温度有关, 温度升高, 分子的平均速率增大, 速率大的分子数所占比例增加, 速率小的分子数所占比例减小, 所以 T_1 大于 T_2 ; 泄漏前后容器内温度不变, 则在泄漏后的容器中, 速率处于 400~500 m/s 区间的氧气分子数占总分子数的百分比不变, 仍为 18.6%.

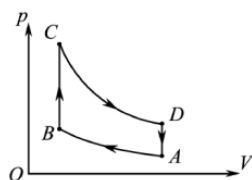
113.(2015·江苏卷·T12A(2))在装有食品的包装袋中充入氮气, 然后密封进行加压测试, 测试时, 对包装袋缓慢地施加压力, 将袋内的氮气视为理想气体, 则加压测试过程中, 包装袋内壁单位面积上所受气体分子撞击的作用力 ____ (选填“增大”、“减小”或“不变”), 包装袋内氮气的内能 ____ (选填“增大”、“减小”或“不变”)

【答案】 增大 不变

【解析】因为测试时，对包装袋缓慢地施加压力，外界对气体所做的功等于气体对外放出的热量，由热力学第一定律可知：气体的温度不变，即内能不变。玻意耳定律可知：气体体积变小，所以压强变大，由于气体的压强是由于气体分子对器壁的频繁碰撞而产生的，所以包装袋内壁单位面积上所受气体分子撞击的作用力增大。

【考点】热力学第一定律、气体的内能

114.(2016·江苏卷)如图所示，在 $A \rightarrow B$ 和 $D \rightarrow A$ 的过程中，气体放出的热量分别为 4J 和 20J 。在 $B \rightarrow C$ 和 $C \rightarrow D$ 的过程中，气体吸收的热量分别为 20J 和 12J 。求气体完成一次循环对外界所做的功。



【答案】 8J

【解析】完成一次循环气体内能不变 $\Delta U=0$ ，吸收的热量 $Q=(20+12-4-20)\text{J}=8\text{J}$

由热力学第一定律 $\Delta U=Q+W$ 得， $W=-8\text{J}$

气体对外做功为 8J 。

【考点定位】热力学定律

【方法技巧】重点考查热力学第一定律，本题的关键在于气体完成一次循环气体内能不变，从而结合热力学定律求解问题。

115.(2014·江苏卷·T12A(2))压缩过程中，两个阀门均关闭。若此过程中，气室中的气体与外界无热量交换，内能增加了 $3.4 \times 10^4\text{J}$ ，则该气体的分子平均动能____(选填“增大”、“减小”或“不变”)，活塞对该气体所做的功_____(选填“大于”、“小于”或“等于”) $3.4 \times 10^4\text{J}$ 。

【答案】增大，等于

【解析】由于压缩过程中气体与外界无热量交换，气体内能增加，因此温度升高，气体的分子平均动能增大，根据热力学第一定律可知： $W=\Delta U=3.4\times 10^4\text{J}$

【考点定位】本题主要考查了对分子动理论、热力学第一定律的理解与应用问题，属于中档偏低题。

116.(2014·江苏卷·T12A(3))上述过程中，气体刚被压缩时的温度为 27°C ，体积为 0.224m^3 ，压强为 1 个标准大气压。已知 1mol 气体在 1 个标准大气压、 0°C 时的体积为 22.4L ，阿伏伽德罗常数 $N_A=6.02\times 10^{23}\text{mol}^{-1}$ 。计算此时气室中气体的分子数。(计算结果保留一位有效数字)

【答案】 $N=5\times 10^{24}$ (或 $N=6\times 10^{24}$)

【解析】设气体在标准状况下的体积为 V_0 ，上述过程为等压过程，有： $\frac{V}{T}=\frac{V_0}{T_0}$

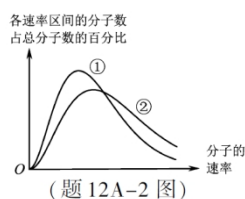
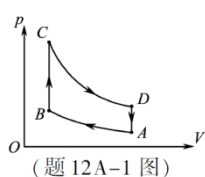
气体物质的量为： $n=\frac{V_0}{V_M}$

分子数为： $N=nN_A$

联立以上各式并代入数据解得： $N=\frac{T_0}{T}\cdot\frac{V}{V_M}\cdot N_A=5\times 10^{24}$ (或 6×10^{24})

【考点定位】本题主要考查了有关阿伏伽德罗常数的计算问题，属于中档偏低题。

117.(2016·江苏卷·T12)如题 12A-1 图所示，在斯特林循环的 p - V 图象中，一定质量理想气体从状态 A 依次经过状态 B、C 和 D 后再回到状态 A，整个过程由两个等温和两个等容过程组成。B→C 的过程中，单位体积中的气体分子数目____(选填“增大”、“减小”或“不变”)。状态 A 和状态 D 的气体分子热运动速率的统计分布图象如题 12A-2 图所示，则状态 A 对应的是____(选填“①”或“②”)。



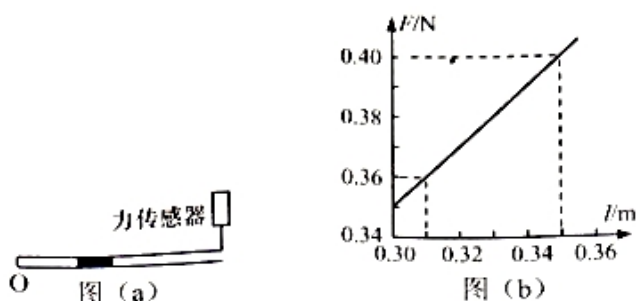
【答案】不变 ①

【解析】由图知 $B \rightarrow C$ 的过程中气体的体积不变，所以密度不变，即单位体积中的空气分子数目不变；因当温度升高，分子热运动加剧，速度较大的分子所占百分比增高，分布曲线的峰值向速率大的方向移动即向高速区扩展，峰值变低，曲线变宽，变平坦，由 12A-1 图知状态 A 的温度低，所以对应的是①。

【考点定位】理想气体

【方法技巧】对一定质量的理想气体等容过程，气体的密度不变，即单位体积中的气体分子数目不变；理解气体分子热运动速率的统计分布图象。

118.(2016·上海卷·T29)某同学制作了一个结构如图(a)所示的温度计。一端封闭的轻质细管可绕封闭端 O 自由转动，管长 0.5 m。将一量程足够大的力传感器调零，细管的开口端通过细线挂于力传感器挂钩上，使细管保持水平、细线沿竖直方向。在气体温度为 270 K 时，用一段水银将长度为 0.3 m 的气柱封闭在管内。实验时改变气体温度，测得封闭气柱长度 l 和力传感器读数 F 之间的关系如图(b)所示(实验中大气压强不变)。



(1)管内水银柱长度为 ____m，为保证水银不溢出，该温度计能测得的最高温度为 ____K。

(2)若气柱初始长度大于 0.3 m，该温度计能测量的最高温度将 ____ (选填：“增大”，“不变”或“减小”)。

(3)若实验中大气压强略有升高，则用该温度计测出的温度将 ____ (选填：“偏高”，“不变”或“偏低”)。

【答案】(1)0.1；360 (2)减小(3)偏低

【解析】(1)由于轻质管可以绕 O 点转动，通过力矩关系有：设水银长度的一半为 x ，封闭气体长度为 l ， $FL = \rho g S x(l + x)$ ，研究气体长度为 0.3 m 和 0.35 m 两个位置，可以计算出水银长度为： $2x = 0.1 \text{ m}$ ；为保证水银不溢出，水银刚好到达管口，此时封闭气体长度为 $l = 0.4 \text{ m}$ ，则根据 $\frac{V_0}{T_0} = \frac{V}{T}$ ，可以算出此时温度为 $T = 360 \text{ K}$ 。

(2)根据上题结论，从公式 $\frac{V_0}{T_0} = \frac{V}{T}$ 可以看出，后来温度与原来的气体长度有反比关系，所以该温度计能够测量的最大温度将会减小。

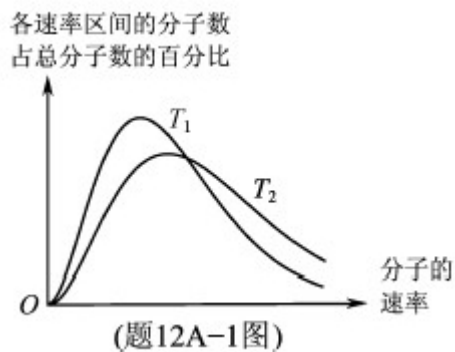
(3)实验过程中大气压强增加，公式 $\frac{p_0 V_0}{T_0} = \frac{pV}{T}$ ，得到 $T = \frac{T_0 p V}{p_0 V_0}$ ，温度会增加，但如果仍然用 $\frac{V_0}{T_0} = \frac{V}{T}$ 计算的话，会出现测量值偏低。

【考点定位】力矩、气体状态方程

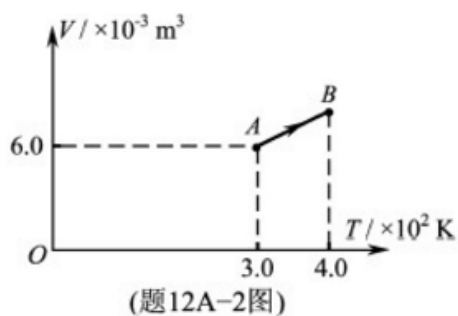
【方法技巧】根据力矩的平衡计算水银长度，根据公式 $\frac{V_0}{T_0} = \frac{V}{T}$ 计算气体温度，

根据公式 $\frac{V_0}{T_0} = \frac{V}{T}$ 判断测量值温度的变化。

119.(2012·江苏卷·T12)(1)密闭在钢瓶中的理想气体，温度升高时压强增大。从分子动理论的角度分析，这是由于分子热运动的 _____ 增大了。该气体在温度 T_1 、 T_2 时的分子速率分布图象如题12A-1 图所示，则 T_1 _____ (选填“大于”或“小于”) T_2 。



(2)如题12A-2 图所示，一定质量的理想气体从状态A经等压过程到状态B。此过程中，气体压强 $p=1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ ，吸收的热量 $Q=7.0 \times 10^2 \text{ J}$ ，求此过程中气体内能的增量。



【答案】(1)平均动能；小于 (2) $\Delta U = 5.0 \times 10^2 \text{ J}$

状态 A 经等压过程到状态 B，由 $\frac{V_A}{T_A} = \frac{V_B}{T_B}$ ，得 $V_B = 8 \times 10^{-3} \text{ m}^3$ ，对外做的功 $W = p(V_B - V_A)$

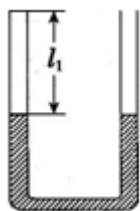
根据热力学第一定律 $\Delta U = Q - W$ ，解得 $\Delta U = 5.0 \times 10^2 \text{ J}$ 。

【考点定位】本题考查分子动理论、热力学第一定律及其相关知识

120.(2012·山东卷)如图所示，粗细均匀、导热良好、装有适量水银的 U 型管竖直放置，右端与大气相通，左端封闭气柱长 $l_1=20\text{cm}$ (可视为理想气体)，两管中水银面等高。先将右端与一低压舱(未画出)接通，稳定后右管水银面高出左管水银面 $h=10\text{cm}$ 。(环境温度不变，大气压强 $p_0=75\text{cmHg}$)

①求稳定后低压舱内的压强(用“cmHg”做单位)

②此过程中左管内的气体对外界_____ (填“做正功”“做负功”“不做功”), 气体将_____ (填“吸热”或放热“).



【答案】①50cmHg; ②做正功, 吸热

【解析】①设 U 型管的横截面积为 S , 则左端被封闭的气体初状态 $P_1 = P_0$, $V_1 = l_1 S$

末状态为: P_2 , $V_2 = (l_1 + \frac{10}{2}) S$

有理想气体的等温变化得: $P_1 V_1 = P_2 V_2$

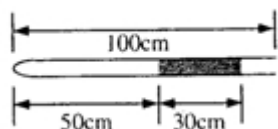
代入数据得: $P_2 = 60 \text{ cmHg}$

则低压仓的压强 $p = P_2 - h = 60 - 10 = 50 \text{ cmHg}$

②此过程中左管内的气体体积增大, 对外做正功, 温度又不变, 由热力学第一定律可知, 气体要从外界吸热.

【考点定位】本题考查玻意耳定律等相关知识

121.(2012·上海卷)如图, 长 $L=100\text{cm}$, 粗细均匀的玻璃管一端封闭。水平放置时, 长 $L_0=50\text{cm}$ 的空气柱被水银封住, 水银柱长 $h=30\text{cm}$ 。将玻璃管缓慢地转到开口向下的竖直位置, 然后竖直插入水银槽, 插入后有 $\Delta h=15\text{cm}$ 的水银柱进入玻璃管。设整个过程中温度始终保持不变, 大气压强 $p_0=75\text{cmHg}$ 。求:



(1)插入水银槽后管内气体的压强 p ;

(2)管口距水银槽液面的距离 H 。

【答案】(1) 62.5cmHg ; (2) $H=27.5\text{cm}$

【解析】(1) 设当转到竖直位置时，水银恰好未流出，管截面积为 S ，此时气柱长 $l=70\text{cm}$

由玻意耳定律 $p=p_0L_0/l=53.6\text{cmHg}$ ，由于 $p+rg h=83.6\text{cmHg}$ ，大于 p_0 ，因此必有水银从管中流出，

设当管转至竖直位置时，管内此时水银柱长为 x ，

由玻意耳定律： $p_0SL_0=(p_0-rg h)S(L-x)$ ，解得： $x=25\text{cm}$

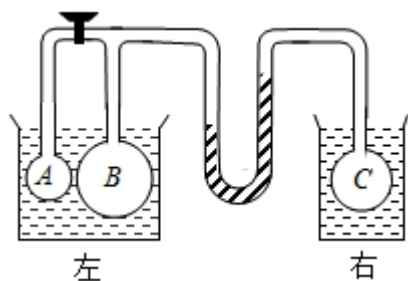
设插入槽内后管内柱长为 L' ， $L'=L-(x+Dh)=60\text{cm}$ ，

由玻意耳定律，插入后压强 $p=\frac{p_0L_0}{L'}=62.5\text{cmHg}$ ，

(2) 设管内外水银面高度差为 h' ， $h'=75-62.5=12.5\text{cm}$ ，管口距槽内水银面距离 $H=L-L'-h'=27.5\text{cm}$ 。

【考点定位】本题考查气体定律及其相关知识。

122.(2012·新课标卷)如图，由 U 形管和细管连接的玻璃泡 A、B 和 C 浸泡在温度均为 0°C 的水槽中，B 的容积是 A 的 3 倍。阀门 S 将 A 和 B 两部分隔开。A 内为真空，B 和 C 内都充有气体。U 形管内左边水银柱比右边的低 60mm。打开阀门 S，整个系统稳定后，U 形管内左右水银柱高度相等。假设 U 形管和细管中的气体体积远小于玻璃泡的容积。



(i) 求玻璃泡 C 中气体的压强(以 mmHg 为单位)

(ii)将右侧水槽的水从 0°C 加热到一定温度时, U 形管内左右水银柱高度差又为 60mm, 求加热后右侧水槽的水温。

【答案】(i)180mmHg (ii)364K

(i)加热前 C 中压强始终不变, B 内封闭气体初状态: $P_B=P_C+60$, 打开阀门后 $P_B'=P_C$

由题意: $V_B'=\frac{4}{3}V_B$

由玻意尔定律 $P_B V_B = P_B' V_B'$

得: $P_B'=180\text{mmHg}$ $P_C=P_B'=180\text{mmHg}$

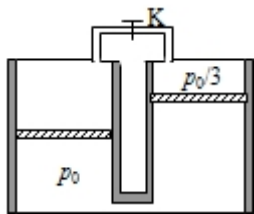
(ii)当右侧水槽的水温加热至 T' 时, U 形管左右水银柱高度差为 Δp 。玻璃泡 C 中气体的压强为 $p_c' = p_a + \Delta p$

玻璃泡 C 的气体体积不变, 根据查理定理得 $\frac{p_c}{T_0} = \frac{p_c'}{T'}$

联立, 并代入题给数据得 $T' = 364\text{ K}$

【考点定位】本题考查热学、气体的等温和等容变化及理想气体的状态方程相关知识

123.(2013·新课标全国卷I)如图, 两个侧壁绝热、顶部和底部都导热的相同气缸直立放置, 气缸底部和顶部均有细管连通, 顶部的细管带有阀门 K, 两气缸的容积均为 V_0 气缸中各有一个绝热活塞(质量不同, 厚度可忽略)。开始时 K 关闭, 两活塞下方和右活塞上方充有气体(可视为理想气体), 压强分别为 p_0 和 $p_0/3$; 左活塞在气缸正中间, 其上方为真空; 右活塞上方气体体积为 $V_0/4$ 。现使气缸底与一恒温热源接触, 平衡后左活塞升至气缸顶部, 且与顶部刚好没有接触; 然后打开 K, 经过一段时间, 重新达到平衡。已知外界温度为 T_0 , 不计活塞与气缸壁间的摩擦。求:



(i) 恒温热源的温度 T ;

(ii) 重新达到平衡后左气缸中活塞上方气体的体积 V_x 。

【解析】(i) 设左右活塞的质量分别为 M_1 、 M_2 , 左右活塞的横截面积均为 S , 由平衡可知 $p_0 S = M_1 g$ ①

$$p_0 S = M_2 g + \frac{p_0 S}{3} \text{ 得 } M_2 g = \frac{2}{3} p_0 S \text{ ②}$$

由于左边活塞上升到顶部, 但对顶部无压力, 所以下面的气体发生等压变化, 而右侧上部分气体的温度和压强均不变, 所以体积仍保持 $\frac{1}{4} V_0$, 所以当下面放入温

度为 T 的恒温源后体积增大为 $(V_0 + \frac{3}{4} V_0)$, 则由等压变化: $\frac{\frac{1}{2} V_0 + \frac{3}{4} V_0}{T_0} = \frac{V_0 + \frac{3}{4} V_0}{T}$

$$\text{③解得 } T = \frac{7}{5} T_0 \text{ ④}$$

(ii) 由初始状态的力学平衡条件可知, 左活塞的质量比右活塞的大. 打开 K 后, 右活塞必须升至气缸顶才能满足力学平衡条件. 气缸顶部与外界接触, 底部与恒温热源接触, 两部分气体各自经历等温过程, 设在活塞上方气体压强为 p , 由玻意耳定律得 $p V_x = \frac{p_0}{3} \cdot \frac{V_0}{4}$ ③

$$\text{对下方气体由玻意耳定律得: } (p + p_0)(2V_0 - V_x) = p_0 \cdot \frac{7V_0}{4} \text{ ④}$$

$$\text{联立③④式得 } 6V_x^2 - V_0 V_x - V_0^2 = 0$$

$$\text{解得 } V_x = \frac{V_0}{2}. \text{ 另一解 } V_x = -\frac{1}{2} V_0 \text{ 舍去.}$$

【知识点定位】分子动理论; 等压变化; 等温变化.

124.(2014·新课标全国卷I)一定质量的理想气体被活塞封闭在竖直放置的圆形气缸内, 汽缸壁导热良好, 活塞可沿汽缸壁无摩擦地滑动. 开始时气体压强为 p ,

活塞下表面相对于气缸底部的高度为 h ，外界的温度为 T_0 。现取质量为 m 的沙子缓慢地倒在活塞的上表面，沙子倒完时，活塞下降了 $h/4$ 。若此后外界的温度变为 T ，求重新达到平衡后气体的体积。已知外界大气的压强始终保持不变，重力加速度大小为 g 。

【答案】 $v = \frac{9mghT}{4T_0 P}$

【解析】 气缸导热良好，说明气体温度一直等于外界温度 T_0 ，设气缸底面积为 S ，活塞质量为 m_0 ，大气压强 p_0

开始平衡时有 $p_0 S + m_0 g = p S$

沙子倒完后平衡时，对活塞分析 $p_0 S + m_0 g + mg = p' S$ 。整理可得 $mg = (p' - p) S$

根据理想气体状态方程有 $\frac{p h S}{T_0} = \frac{p' \frac{3}{4} h S}{T_0}$ 可得 $p' = \frac{4p}{3}$

联立可得 $S = \frac{3mg}{p}$

外界温度变为 T 时，根据理想气体状态方程可得 $\frac{p' \frac{3}{4} h S}{T_0} = \frac{p'' V}{T}$

根据活塞平衡可得 $p_0 S + m_0 g + mg = p'' S$

重新平衡后的气体体积 $v = \frac{\frac{3}{4} h S T}{T_0} = \frac{9mghT}{4T_0 p}$

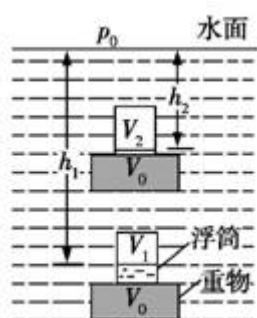
【考点定位】 理想气体状态方程

125.(2014·山东卷) 一种水下重物打捞方法的工作原理如图所示。将一质量 $M = 3 \times 10^3 \text{ kg}$ 、体积 $V_0 = 0.5 \text{ m}^3$ 的重物捆绑在开口朝下的浮筒上。向浮筒内冲入

一定质量的气体,开始时筒内液面到水面的距离 $h_1 = 40m$,筒内气体体积 $V_1 = 1m^3$ 。

在拉力作用下浮筒缓慢上升,当筒内液面的距离为 h_2 时,拉力减为零,此时气体体积为 V_2 ,随后浮筒和重物自动上浮。求 V_2 和 h_2 。

已知大气压强 $P_0 = 1 \times 10^5 Pa$, 水的密度 $\rho = 1 \times 10^3 kg/m^3$, 重力加速度的大小 $g = 10m/s^2$ 。不计水温变化,筒内气体质量不变且可视为理想气体,浮筒质量和筒壁厚度可忽略。



【答案】 $V_2 = 2.5m^3$; $h_2 = 10m$

【解析】 当 $F = 0$ 时, 由平衡条件得 $Mg = \rho_{\text{水}} g(V_2 + V_0)$ ①

代入数据得 $V_2 = 2.5m^3$ ②

设筒内气体初、末态的压强分别为 P_1 、 P_2 , 由题意得 $P_1 = P_0 + \rho gh_1$ ③

$P_2 = P_0 + \rho gh_2$ ④

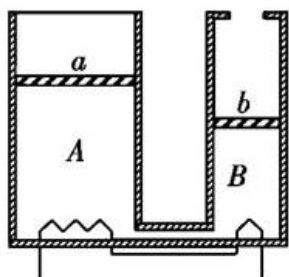
此过程中, 筒内气体温度和质量不变, 由玻意耳定律得 $P_1 V_1 = P_2 V_2$

联立②③④⑤式, 代入数据得 $h_2 = 10m$ ⑥

【考点定位】 玻意耳定律

【方法技巧】 当拉力减为零时, 物体处于平衡状态, 根据平衡条件列方程 还有就是注意在运动过程中气体的温度和质量都保持不变, 以此列玻意耳定律方程。

126.(2014·新课标全国卷II·T33(2))如图所示,两气缸 AB 粗细均匀,等高且内壁光滑,其下部由体积可忽略的细管连通; A 的直径为 B 的 2 倍, A 上端封闭, B 上端与大气连通;两气缸除 A 顶部导热外,其余部分均绝热。两气缸中各有一厚度可忽略的绝热轻活塞 a、b,活塞下方充有氮气,活塞 a 上方充有氧气;当大气压为 p_0 ,外界和气缸内气体温度均为 7°C 且平衡时,活塞 a 离气缸顶的距离是气缸高度的 $\frac{1}{4}$,活塞 b 在气缸的正中央。



(i)现通过电阻丝缓慢加热氮气,当活塞 b 升至顶部时,求氮气的温度;

(ii)继续缓慢加热,使活塞 a 上升,当活塞 a 上升的距离是气缸高度的 $\frac{1}{16}$ 时,求氧气的压强。

【答案】 (i) 320K (ii) $\frac{4}{3}P_0$

(i)活塞 b 升至顶部的过程中,活塞 a 不动,活塞 ab 下方的氮气经历等压过程,设气缸 A 的容积为 V_0 ,氮气初始状态的体积为 V_1 ,温度为 T_1 ,末态体积 V_2 ,温度为 T_2 ,按题意,气缸 B 的容积为 $V_0/4$,由题给数据及盖吕萨克定律有:

$$V_1 = \frac{3}{4}V_0 + \frac{1}{2} \cdot \frac{V_0}{4} = \frac{7}{8}V_0 \quad (1)$$

$$\text{且 } V_1 = \frac{3}{4}V_0 + \frac{1}{2} \cdot \frac{V_0}{4} = \frac{7}{8}V_0 \quad (2)$$

$$V_2 = \frac{3}{4}V_0 + \frac{V_0}{4} = V_0 \quad (3)$$

$$\text{由 } (1)(2)(3) \text{ 式及所给的数据可得: } T_2 = 320\text{K} \quad (4)$$

(ii) 活塞 b 升至顶部后，由于继续缓慢加热，活塞 a 开始向上移动，直至活塞上升的距离是气缸高度的 $\frac{1}{16}$ 时，活塞 a 上方的氮气经历等温过程，设氮气初始状态的体积为 V_1' ，压强为 p_1' ；末态体积为 V_2' ，压强为 p_2' ，由所给数据及玻意耳定律可得

$$V_1' = \frac{1}{4}V_0, \quad p_1' = p_0, \quad V_2' = \frac{3}{16}V_0 \quad (5)$$

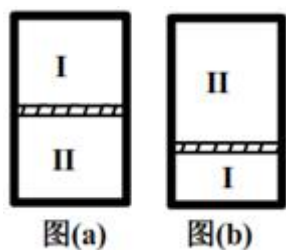
$$p_1'V_1' = p_2'V_2' \quad (6)$$

$$\text{由(5)(6)式可得: } p_2' = \frac{4}{3}p_0 \quad (7)$$

考点定位：盖吕萨克定律；玻意耳定律。

【知识拓展】此题考查盖吕萨克定律及玻意耳定律的应用问题，关键是选择好研究对象及研究对象的两个状态的状态参量。

127.(2014·海南卷)一竖直放置、缸壁光滑且导热的柱形气缸内盛有一定量的氮气，被活塞分割成 I、II 两部分；达到平衡时，这两部分气体的体积相等，上部气体的压强为 p_{10} ，如图(a)所示。若将气缸缓慢倒置，再次达到平衡时，上下两部分气体体积之比为 3:1，如图(b)所示。设外界温度不变。已知活塞面积为 S ，重力加速度大小为 g ，求活塞的质量。



【答案】 $\frac{4p_{10}S}{5g}$

【解析】设活塞的质量为 m ，气缸倒置前下部气体的压强为 p_{20} ，倒置后上下气体的压强分别为 p_2 和 p_1 ，由力的平衡条件有 $p_{20} = p_{10} + \frac{mg}{S}$ $p_1 = p_2 + \frac{mg}{S}$

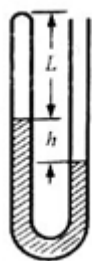
倒置过程中，两部分气体均经历等温过程，设气体的总体积为 V_0 ，由玻意耳定律得

$$p_{10} \frac{V_0}{2} = p_1 \frac{V_0}{4} \quad p_{20} \frac{V_0}{2} = p_2 \frac{3V_0}{4}$$

联立以上各式得 $m = \frac{4p_{10}S}{5g}$

【考点定位】理想气体状态方程

128.(2014·上海卷)(10 分)如图，一端封闭、粗细均匀的 U 形玻璃管开口向上竖直放置，管内用水银将一段气体封闭在管中。当温度为 280K 时，被封闭的气柱长 $L=22\text{cm}$ ，两边水银柱高度差 $h=16\text{cm}$ ，大气压强 $p_0=76\text{cmHg}$ 。



(1)为使左端水银面下降 3cm，封闭气体温度应变为多少？

(2)封闭气体的温度重新回到 280K 后，为使封闭气柱长度变为 20cm，需向开口端注入的水银柱长度为多少？

【答案】(1) $T_2 = 350\text{K}$ (2) 10cm

【解析】(1)设玻璃管的横截面积为 S ，封闭气体压强为 P_1 ，初始根据水银液面受力平衡可分析得 $P_1 + 16\text{cmHg} = P_0$ ，可得 $P_1 = 60\text{cmHg}$

当左端水银面下降 3cm，右端液面必然上升 3cm，则左右液面高度差变为

$\Delta h = 16\text{cm} - 3\text{cm} - 3\text{cm} = 10\text{cm}$ ，此时封闭气体压强为 P_2

同样根据液面平衡可分析得 $P_2 + 10\text{cmHg} = P_0$ ，可得 $P_2 = 66\text{cmHg}$

根据理想气体状态方程 $\frac{P_1 L S}{T_1} = \frac{P_2 (L+3) S}{T_2}$ ，代入温度 $T_1 = 280k$ ，可得 $T_2 = 350k$

(2) 设此时封闭气体压强为 P_3 ，封闭气体的长度 $L' = 20cm$ ，根据理想气体状态方程可得

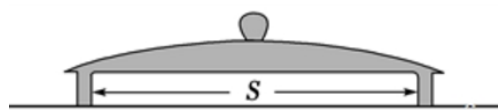
$$\frac{P_1 L S}{T_1} = \frac{P_3 L' S}{T_1} \text{ 计算可得 } P_3 = 66cmHg$$

此时作用液面高度差 $\Delta h = P_0 - P_3 = 10cm$

左端液面上升 $x_1 = L - L' = 2cm$ ，右端上升 $x_2 = h + x_1 - \Delta h = 8cm$ ，所以开口端注入水银的长度为 $x_1 + x_2 = 10cm$

【考点定位】理想气体状态方程。

129.(2015·山东卷·T37(2))扣在水平桌面上的热杯盖有时会发生被顶起的现象；如图，截面积为 S 的热杯盖扣在水平桌面上，开始时内部封闭气体的温度为 $300K$ ，压强为大气压强 p_0 。当封闭气体温度上升至 $303K$ 时，杯盖恰好被整体顶起，放出少许气体后又落回桌面，其内部压强立即减为 p_0 ，温度仍为 $303K$ 。再经过一段时间，内部气体温度恢复到 $300K$ 。整个过程中封闭气体均可视为理想气体。求：



(i) 当温度上升到 $303K$ 且尚未放气时，封闭气体的压强；

(ii) 当温度恢复到 $300K$ 时，竖直向上提起杯盖所需的最小力。

【答案】(i) $1.01P_0$ ；(ii) $0.02P_0S$

【解析】(i) 气体进行等容变化，开始时，压强 p_0 ，温度 $T_0=300\text{K}$ ；当温度上升到 303K 且尚未放气时，压强为 p_1 ，温度 $T_1=303\text{K}$ ；根据 $\frac{P_0}{T_0} = \frac{P_1}{T_1}$ 可得：

$$P_1 = \frac{T_1}{T_0} P_0 = \frac{303}{300} P_0 = 1.01 P_0$$

(ii) 当内部气体温度恢复到 300K 时，由等容变化方程可得： $\frac{P_0}{T_1} = \frac{P_2}{T_0}$ ，

$$\text{解得 } P_2 = \frac{T_0}{T_1} P_0 = \frac{300}{303} P_0 = \frac{P_0}{1.01}$$

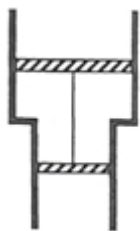
当杯盖恰被顶起时有： $P_1 S = mg + P_0 S$

若将杯盖提起时所需的最小力满足： $F_{\min} + P_2 S = P_0 S + mg$ ，

$$\text{解得： } F_{\min} = \frac{201}{10100} P_0 S \approx 0.02 P_0 S$$

【考点定位】理想气体的状态方程；等容变化.

130.(2015·全国新课标I卷·T33(2))如图，一固定的竖直气缸有一大一小两个同轴圆筒组成，两圆筒中各有一个活塞，已知大活塞的质量为 $m_1 = 2.50\text{kg}$ ，横截面积为 $s_1 = 80.0\text{cm}^2$ ，小活塞的质量为 $m_2 = 1.50\text{kg}$ ，横截面积为 $s_2 = 40.0\text{cm}^2$ ；两活塞用刚性轻杆连接，间距保持为 $l = 40.0\text{cm}$ ，气缸外大气压强为 $p = 1.00 \times 10^5 \text{Pa}$ ，温度为 $T = 303\text{K}$ 。初始时大活塞与大圆筒底部相距 $\frac{l}{2}$ ，两活塞间封闭气体的温度为 $T_1 = 495\text{K}$ ，现气缸内气体温度缓慢下降，活塞缓慢下移，忽略两活塞与气缸壁之间的摩擦，重力加速度 g 取 10m/s^2 ，求



(i)在大活塞与大圆筒底部接触前的瞬间，缸内封闭气体的温度；

(ii)缸内封闭的气体与缸外大气达到热平衡时，缸内封闭气体的压强。

【答案】(i) $T_2 = \frac{2}{3}T_1 = 330k$ (ii) $p_2 = 1.01 \times 10^5 pa$

【解析】(1)大小活塞缓慢下降过程，活塞外表受力情况不变，气缸内压强不变，

气缸内气体为等压变化，即 $\frac{v_1}{T_1} = \frac{v_2}{T_2}$

初始 $v_1 = \frac{L}{2}(s_1 + s_2)$ 末状态 $v_2 = Ls_2$ 代入可得 $T_2 = \frac{2}{3}T_1 = 330k$

(2)对大小活塞受力分析则有 $m_1g + m_2g + ps_1 + p_1s_2 = ps_2 + p_1s_1$ 可得

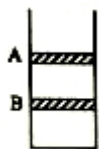
$$p_1 = 1.1 \times 10^5 pa$$

缸内封闭的气体与缸外大气达到热平衡时，气体体积不变，为等容变化 $\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$

可得 $p_2 = 1.01 \times 10^5 pa$

【考点定位】理想气体状态方程

131.(2015·海南卷·T15(2))如图所示，一底面积为 S 、内壁光滑的圆柱形容器竖直放置在水平地面上，开口向上，内有两个质量均为 m 的相同活塞 A 和 B ；在 A 与 B 之间、 B 与容器底面之间分别封有一定量的同样的理想气体，平衡时体积均为 V 。已知容器内气体温度始终不变，重力加速度大小为 g ，外界大气压强为 P_0 。现假设活塞 B 发生缓慢漏气，致使 B 最终与容器底面接触。求活塞 A 移动的距离。



【答案】 $\Delta h = \frac{mgV}{(P_0S + mg)S}$

【解析】

设 A 与 B 之间、B 与容器底部之间的气体压强分别为 P_1 、 P_2 ，漏气前，对 A 分

析有： $P_1 = P_0 + \frac{mg}{S}$ ，对 B 有 $P_2 = P_1 + \frac{mg}{S}$

B 最终与容器底面接触后，AB 间的压强为 P ，气体体积为 V' ，则有： $P = P_0 + \frac{mg}{S}$

因为温度不变，对于混合气体有： $(P_1 + P_2) \cdot V = PV'$

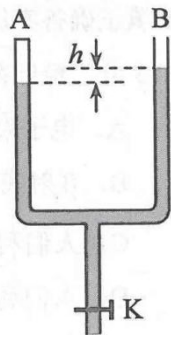
漏气前 A 距离底面的高度为 $h = \frac{2V}{S}$

漏气后 A 距离底面的高度为 $h' = \frac{V'}{S}$ ；

联立可得： $\Delta h = h' - h = \frac{2P_0S + 3mg}{(P_0S + mg)S}V - \frac{2V}{S} = \frac{mgV}{(P_0S + mg)S}$ 。

【考点定位】理想气体状态方程，玻意耳定律

132.(2015·全国新课标II卷·T33(2))如图，一粗细均匀的 U 形管竖直放置，A 侧上端封闭，B 侧上侧与大气相通，下端开口处开关 K 关闭，A 侧空气柱的长度为 $l=10.0\text{cm}$ ，B 侧水银面比 A 侧的高 $h=3.0\text{cm}$ ，现将开关 K 打开，从 U 形管中放出部分水银，当两侧的高度差为 $h_1=10.0\text{cm}$ 时，将开关 K 关闭，已知大气压强 $p_0=75.0\text{cmHg}$ 。



(i)求放出部分水银后 A 侧空气柱的长度；

(ii)此后再向 B 侧注入水银，使 A、B 两侧的水银达到同一高度，求注入水银在管内的长度。

【答案】 (1)12.0cm； (2)13.2cm

【解析】 (1)以 cmHg 为压强单位，设 A 侧空气长度 $l=10.0\text{cm}$ 时压强为 P ；当两侧水银面的高度差为 $h_1=10.0\text{cm}$ 时，空气柱的长度为 l_1 ，压强为 p_1 ，由玻意耳定律得 $p_l=p_1l_1$

由力学平衡条件得： $p=p_0+h$

打开开关 K 放出水银的过程中，B 侧水银面处的压强始终为 p_0 ，而 A 侧水银面处的压强随空气柱的长度增加逐渐减小，B、A 两侧水银面的高度差也随之减小，直至 B 侧水银低于 A 侧水银面 h_1 为止，由力学平衡有 $p_1=p_0-h_1$

并代入数据得： $l_1=12.0\text{cm}$

(2)当 A、B 两侧水银面达到同一高度时，设 A 侧空气柱的长度为 l_2 ，压强为 p_2 。

由玻意耳定律得： $p_l=p_2l_2$

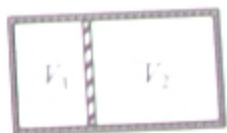
由力学平衡条件可知： $p_2=p_0$

代入数据得 $l_2=10.4\text{cm}$

设注入的水银柱在管内的长度 Δh ，依题意各 $\Delta h=2(l_1-l_2)+h_1=13.2\text{cm}$

【考点定位】 玻意耳定律

133.(2015·上海卷·T30)如图，气缸左右两侧气体由绝热活塞隔开，活塞与气缸光滑接触。初始时两侧气体均处于平衡态，体积之比 $V_1:V_2=1:2$ ，温度之比 $T_1:T_2=2:5$ 。先保持右侧气体温度不变，升高左侧气体温度，使两侧气体体积相同；然后使活塞导热，两侧气体最后达到平衡，求：



(1)两侧气体体积相同时，左侧气体的温度与初始温度之比；

(2)最后两侧气体的体积之比。

【答案】(1)2; (2) $\frac{5}{4}$

【解析】(1)设初始时压强为 p

$$\text{左侧气体满足: } \frac{pV_1}{T_1} = \frac{p'V}{kT_1} \quad \text{右侧气体满足: } pV_2 = p'V \quad \text{解得 } k = \frac{V_2}{V} = 2$$

(2)活塞导热达到平衡

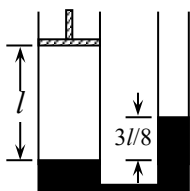
$$\text{左侧气体满足: } \frac{p'V_1}{kT_1} = \frac{p''V_1}{T_1'} \quad \text{右侧气体满足: } \frac{p'V}{T_2} = \frac{p''V_2}{T_2'} \quad \text{平衡时 } T_1' = T_2'$$

$$\text{解得 } \frac{V_1'}{V_2'} = \frac{T_2}{kT_1} = \frac{5}{4}$$

【考点定位】气体状态方程

134.(2013·海南卷·T15(2))如图所示，一带有活塞的气缸通过底部的水平细管与一个上端开口的竖直管相连，气缸与竖直管的横截面面积之比为3:1，初始时，该装置的底部盛有水银，活塞与水银面之间有一定量的气体，气柱高度为 l (以 cm 为单位)；竖直管内的水银面比气缸内的水银面高出 $\frac{3}{8}l$ 。现使活塞缓慢向上移动

$\frac{11}{32}l$ ，这时气缸和竖直管内的水银面位于同一水平面上，求初始时气缸内气体的压强(以 cmHg 为单位)



【答案】 $\frac{15}{8}l$

【解析】 设 S 为气缸的横截面积， P 为活塞处于初始位置时汽缸内气体的压强， P_0 为大气压强，有： $P = P_0 + \frac{3}{8}l$ ①

在活塞上移 $\frac{11}{32}l$ 后，汽缸内气体的压强变为 P_0 ，设气体的体积为 V' ，

由玻义耳定律，有： $P_0 V' = PSl$ ②

设汽缸内水银面上升 Δx ，有： $\Delta x = \frac{3}{8}l - 3\Delta x$ ③ $V' = \left(l + \frac{11}{32}l - \Delta x\right)S$ ④

联立①②③④式，解得 $P = \frac{15}{8}l$ (cmHg)。

【考点定位】 考查大气压及玻意耳定律。

135.(2017·江苏卷)科学家可以运用无规则运动的规律来研究生物蛋白分子.资料显示，某种蛋白的摩尔质量为 66 kg/mol ，其分子可视为半径为 $3 \times 10^{-9} \text{ m}$ 的球，已知阿伏加德罗常数为 $6.0 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$.请估算该蛋白的密度.(计算结果保留一位有效数字)

【答案】 $\rho = 1 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$

【解析】 摩尔体积 $V = \frac{4}{3}\pi r^3 N_A$

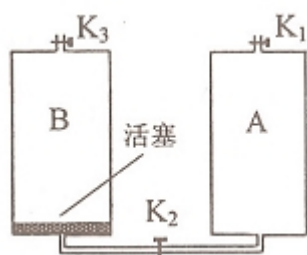
由密度 $\rho = \frac{M}{V}$ ，解得 $\rho = \frac{3M}{4\pi r^3 N_A}$

代入数据得 $\rho = 1 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$

【考点定位】阿伏加德罗常数

【名师点睛】本题主要考查阿伏加德罗常数，摩尔质量、摩尔体积等物理量间的关系，记得公式，用心计算，小心有效数字的要求即可。

136.(2017·新课标I卷)如图，容积均为 V 的汽缸 A、B 下端有细管(容积可忽略)连通，阀门 K_2 位于细管的中部，A、B 的顶部各有一阀门 K_1 、 K_3 ；B 中有一可自由滑动的活塞(质量、体积均可忽略)。初始时，三个阀门均打开，活塞在 B 的底部；关闭 K_2 、 K_3 ，通过 K_1 给汽缸充气，使 A 中气体的压强达到大气压 p_0 的 3 倍后关闭 K_1 。已知室温为 27°C ，汽缸导热。



(i) 打开 K_2 ，求稳定时活塞上方气体的体积和压强；

(ii) 接着打开 K_3 ，求稳定时活塞的位置；

(iii) 再缓慢加热汽缸内气体使其温度升高 20°C ，求此时活塞下方气体的压强。

【答案】(i) $V/2$ $2p_0$ (ii) 顶部 (iii) $1.6 p_0$

【解析】(i) 设打开 K_2 后，稳定时活塞上方气体的压强为 p_1 ，体积为 V_1 。依题意，被活塞分开的两部分气体都经历等温过程。由玻意耳定律得 $p_0 V = p_1 V_1$ ①

$$(3p_0)V = p_1(2V - V_1) \quad ②$$

联立①②式得 $V_1 = \frac{V}{2}$ ③ $p_1 = 2p_0$ ④

(ii) 打开 K_3 后，由④式知，活塞必定上升。设在活塞下方气体与 A 中气体的体积之和为 V_2 ($V_2 \leq 2V$) 时，活塞下气体压强为 p_2 ，由玻意耳定律得 $(3p_0)V = p_2 V_2$ ⑤

由⑤式得 $p_2 = \frac{3V}{V_2} p_0$ ⑥

由⑥式知，打开 K_3 后活塞上升直到 B 的顶部为止；此时 p_2 为 $p'_2 = \frac{3}{2} p_0$

(iii) 设加热后活塞下方气体的压强为 p_3 ，气体温度从 $T_1=300\text{ K}$ 升高到 $T_2=320\text{ K}$

的等容过程中，由查理定律得 $\frac{p'_2}{T_1} = \frac{p_3}{T_2}$ ⑦

将有关数据代入⑦式得 $p_3=1.6p_0$ ⑧

【考点定位】玻意耳定律、查理定律

【名师点睛】本题重点考查理想气体的状态方程，在分析的时候注意，气缸导热，即第一个过程为等温变化，审题的时候注意关键字眼。

137.(2017·新课标II卷)一热气球体积为 V ，内部充有温度为 T_a 的热空气，气球外冷空气的温度为 T_b 。已知空气在 1 个大气压、温度 T_0 时的密度为 ρ_0 ，该气球内、外的气压始终都为 1 个大气压，重力加速度大小为 g 。

(i) 求该热气球所受浮力的大小；

(ii) 求该热气球内空气所受的重力；

(iii) 设充气前热气球的质量为 m_0 ，求充气后它还能托起的最大质量。

【答案】(i) $\frac{\rho_0 g V T_0}{T_b}$ (ii) $\frac{\rho_0 g V T_0}{T_a}$ (iii) $\frac{\rho_0 V T_0}{T_b} - \frac{\rho_0 V T_0}{T_a} - m_0$

【解析】(i) 设 1 个大气压下质量为 m 的空气在温度 T_0 时的体积为 V_0 ，密度为

$$\rho_0 = \frac{m}{V_0} \text{ ①}$$

温度为 T 时的体积为 V_T ，密度为： $\rho(T) = \frac{m}{V_T}$ ②

由盖-吕萨克定律可得： $\frac{V_0}{T_0} = \frac{V_T}{T}$ ③

联立①②③解得： $\rho(T) = \rho_0 \frac{T_0}{T}$ ④

气球所受的浮力为： $f = \rho(T_b)gV$ ⑤

联立④⑤解得： $f = \frac{\rho_0 g V T_0}{T_b}$ ⑥

(ii)气球内热空气所受的重力： $G = \rho(T_a)Vg$ ⑦

联立④⑦解得： $G = Vg\rho_0 \frac{T_0}{T_a}$ ⑧

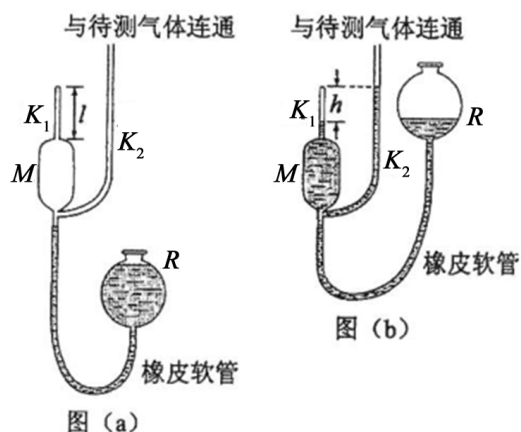
(iii)设该气球还能托起的最大质量为 m ，由力的平衡条件可知： $mg = f - G - m_0g$ ⑨

联立⑥⑧⑨可得： $m = \frac{\rho_0 V T_0}{T_b} - \frac{\rho_0 V T_0}{T_a} - m_0$

【考点定位】盖-吕萨克定律；物体的平衡

【名师点睛】此题是热学问题和力学问题的结合题；关键是知道阿基米德定律，知道温度不同时气体密度不同；能分析气球的受力情况列出平衡方程。

138.(2017·新课标III卷)一种测量稀薄气体压强的仪器如图(a)所示，玻璃泡 M 的上端和下端分别连通两竖直玻璃细管 K₁ 和 K₂。K₁ 长为 l，顶端封闭，K₂ 上端与待测气体连通；M 下端经橡皮软管与充有水银的容器 R 连通。开始测量时，M 与 K₂ 相通；逐渐提升 R，直到 K₂ 中水银面与 K₁ 顶端等高，此时水银已进入 K₁，且 K₁ 中水银面比顶端低 h，如图(b)所示。设测量过程中温度、与 K₂ 相通的待测气体的压强均保持不变。已知 K₁ 和 K₂ 的内径均为 d，M 的容积为 V₀，水银的密度为 ρ，重力加速度大小为 g。求：



(i)待测气体的压强；

(ii)该仪器能够测量的最大压强。

【答案】(i) $\frac{\pi \rho g d^2 h^2}{4V_0 + \pi d^2 (l - h)}$ (ii) $\frac{\pi \rho g d^2 l^2}{4V_0}$

【解析】(i)水银面上升至 M 的下端使玻璃泡中的气体恰好被封住，设此时被封闭的气体的体积为 V ，压强等于待测气体的压强 p 。提升 R，直到 K_2 中水银面与 K_1 顶端等高时， K_1 中的水银面比顶端低 h ；设此时封闭气体的压强为 p_1 ，体积为 V_1 ，则

$$V = V_0 + \frac{\pi d^2 l}{4} \quad (1) \quad V_1 = \frac{\pi d^2 h}{4} \quad (2)$$

由力学平衡条件得 $p_1 = p + \rho g h \quad (3)$

整个过程为等温过程，由玻意耳定律得 $pV = p_1 V_1 \quad (4)$

联立①②③④式得 $p = \frac{\pi \rho g d^2 h^2}{4V_0 + \pi d^2 (l - h)} \quad (5)$

(ii)由题意知 $h \leq l \quad (6)$

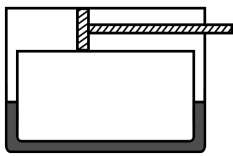
联立⑤⑥式有 $p \leq \frac{\pi \rho g d^2 l^2}{4V_0} \quad (7)$

该仪器能够测量的最大压强为 $p_{\max} = \frac{\pi \rho g d^2 l^2}{4V_0}$ ⑧

【考点定位】玻意耳定律

【名师点睛】此题主要考查玻意耳定律的应用，解题关键是确定以哪一部分气体为研究对象，并能找到气体在不同状态下的状态参量，然后列方程求解。

139.(2016·海南卷)如图，密闭汽缸两侧与一 U 形管的两端相连，汽缸壁导热；U 形管内盛有密度为 $\rho=7.5 \times 10^2 \text{ kg/m}^3$ 的液体。一活塞将汽缸分成左、右两个气室，开始时，左气室的体积是右气室的体积的一半，气体的压强均为 $p_0=4.5 \times 10^3 \text{ Pa}$ 。外界温度保持不变。缓慢向右拉活塞使 U 形管两侧液面的高度差 $h=40 \text{ cm}$ ，求此时左、右两气室的体积之比。取重力加速度大小 $g=10 \text{ m/s}^2$ ，U 形管中气体的体积和活塞拉杆的体积忽略不计。



【答案】1:1

【解析】设初始状态时汽缸左气室的体积为 V_{01} ，右气室的体积为 V_{02} ；当活塞至汽缸中某位置时，左、右气室的压强分别为 p_1 、 p_2 ，体积分别为 V_1 、 V_2 ，由玻意耳定律得 $p_0 V_{01} = p_1 V_1$ ①

$$p_0 V_{02} = p_2 V_2 \quad \text{②}$$

$$\text{依题意有 } V_{01} + V_{02} = V_1 + V_2 \quad \text{③}$$

$$\text{由力的平衡条件有 } p_2 - p_1 = \rho g h \quad \text{④}$$

$$\text{联立①②③④式，并代入题给数据得 } 2V_1^2 + 3V_{01}V_1 - 9V_{01}^2 = 0 \quad \text{⑤}$$

$$\text{由此解得 } V_1 = \frac{3}{2}V_{01} \text{ (另一解不合题意，舍去)} \quad \text{⑥}$$

$$\text{由③⑥式和题给条件得 } V_1 : V_2 = 1 : 1 \quad \text{⑦}$$

【考点定位】理想气体的状态方程、封闭气体压强

【名师点睛】本题考查了求气体体积，应用玻意耳定律即可正确解题，求出气体的压强是正确解题的关键。

140.(2016·全国新课标II卷)一氧气瓶的容积为 0.08 m^3 ，开始时瓶中氧气的压强为 20 个大气压。某实验室每天消耗 1 个大气压的氧气 0.36 m^3 。当氧气瓶中的压强降低到 2 个大气压时，需重新充气。若氧气的温度保持不变，求这瓶氧气重新充气前可供该实验室使用多少天。

【解析】设氧气开始时的压强为 p_1 ，体积为 V_1 ，压强变为 p_2 (2 个大气压)时，体积为 V_2 。根据玻意耳定律得 $p_1 V_1 = p_2 V_2$ ①

重新充气前，用去的氧气在 p_2 压强下的体积为 $V_3 = V_2 - V_1$ ②

设用去的氧气在 p_0 (1 个大气压)压强下的体积为 V_0 ，则有 $p_2 V_3 = p_0 V_0$ ③

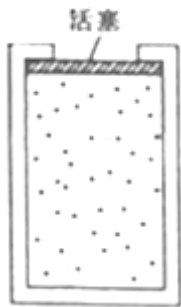
设实验室每天用去的氧气在 p_0 下的体积为 ΔV ，则氧气可用的天数为 $N = V_0 / \Delta V$ ④

联立①②③④式，并代入数据得 $N = 4$ (天) ⑤

【考点定位】气体实验定律

【名师点睛】此题主要考查玻意耳定律的应用；解题关键是确定以哪一部分气体为研究对象，并能找到气体在不同状态下的状态参量，然后列方程求解。

141.(2010·海南卷·T17(2))如右图，体积为 V 、内壁光滑的圆柱形导热气缸顶部有一质量和厚度均可忽略的活塞；气缸内密封有温度为 $2.4T_0$ 、压强为 $1.2p_0$ 的理想气体 p_0 和 T_0 分别为大气的压强和温度。已知：气体内能 U 与温度 T 的关系为 $U = \alpha T$ ， α 为正的常量；容器内气体的所有变化过程都是缓慢的。求



(i) 气缸内气体与大气达到平衡时的体积 V_1 ：

(ii)在活塞下降过程中，气缸内气体放出的热量 Q 。

【答案】(2) (i) $V_1 = \frac{1}{2}V$; (ii) $Q = \frac{1}{2}p_0V + \alpha T_0$

【解析】(2) (i)在气体由压缩 $p = 1.2p_0$ 下降到 p_0 的过程中，气体体积不变，温度由 $T = 2.4T_0$ 变为 T_1 ，由查理定律得 $\frac{T_1}{T} = \frac{p_0}{p}$ ①

在气体温度由 T_1 变为 T_0 的过程中，体积由 V 减小到 V_1 ，气体压强不变，由盖·

吕萨克定律得 $\frac{V}{V_1} = \frac{T_1}{T_0}$ ②

由①②式得 $V_1 = \frac{1}{2}V$ ③

(ii)在活塞下降过程中，活塞对气体做的功为

$$W = p_0(V - V_1) \quad ④$$

在这一过程中，气体内能的减少为

$$\Delta U = \alpha(T_1 - T_0) \quad ⑤$$

由热力学第一定律得，气缸内气体放出的热量为

$$Q = W + \Delta U \quad ⑥$$

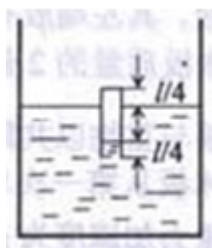
由②③④⑤⑥式得

$$Q = \frac{1}{2}p_0V + \alpha T_0$$

142.(2010·新课标 I 卷·T33(2))如图所示，一开口气缸内盛有密度为 ρ 的某种液体；一长为 l 的粗细均匀的小平底朝上漂浮在液体中，平衡时小瓶露出液面的部分

和进入小瓶中液柱的长度均为 $\frac{l}{4}$ 。现用活塞将气缸封闭(图中未画出), 使活塞缓慢向下运动, 各部分气体的温度均保持不变。当小瓶的底部恰好与液面相平时,

进入小瓶中的液柱长度为 $\frac{l}{2}$, 求此时气缸内气体的压强。大气压强为 p_0 , 重力加速度为 g 。



【答案】(2) $p_3 = \frac{3}{2}p_0 + \frac{\rho gl}{4}$

【解析】(2) 本题考查的是气体压缩的特性和玻意耳定律。

设当小瓶内气体的长度为 $\frac{3}{4}l$ 时, 压强为 p_1 , 当小瓶的底部恰好与液面相平时,

瓶内气体的压强为 p_2 , 气缸内气体的压强为 p_3 。

依题意 $p_1 = p_0 + \frac{1}{3}\rho gl$ ①

由玻意耳定律 $p_1 \frac{3l}{4}S = p_2(l - \frac{l}{2})S$ ②

式中 S 为小瓶的横截面积。联立①②两式, 得 $p_2 = \frac{3}{2}(p_0 + \frac{1}{2}\rho gl)$ ③

又有 $p_2 = p_3 + \frac{1}{2}\rho gl$ ④ 联立③④式, 得 $p_3 = \frac{3}{2}p_0 + \frac{\rho gl}{4}$ ⑤

143.(2010·山东卷·T36)一太阳能空气集热器，底面及侧面为隔热材料，顶面为透明玻璃板，集热器容积为 v_0 ，开始时内部封闭气体的压强为 P_0 。经过太阳曝晒 $T_0 = 300\text{K}$ ，气体温度由升至 $T_1 = 350\text{K}$ 。



(1)求此时气体的压强。

(2)保持 $T_1 = 350\text{K}$ 不变，缓慢抽出部分气体，使气体压强再变回到 p_0 。求集热器内剩余气体的质量与原来总质量的比值。判断在抽气过程中剩余气体是吸热还是放热，并简述原因。

【答案】

【解析】 本题考查气体的实验定律、热力学定律和考生的理解能力。

解 (1)设升温后气体的压强为 P_1 ，由查理定律得 $\frac{P_0}{T_0} = \frac{P_1}{T_1}$ ①代入数据得 $P_1 = \frac{7}{6}P_0$ ②

(2)抽气过程可等效为等温膨胀过程，设膨胀后气体的总体积为 V ，由玻意耳定律得 $P_1V_0 = P_0V$ ③

联立②③式得 $V = \frac{7}{6}V_0$ ④

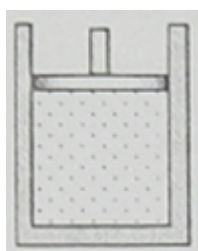
设剩余气体的质量与原来总质量的比值为 k ，由题意得 $k = \frac{V_0}{V}$ ⑤

联立④⑤式得 $k = \frac{6}{7}$ ⑥

吸热。因为抽气过程中剩余气体温度不变，故内能不变，二剩余气体膨胀对外做功，所以根据热力学第一定律可知剩余气体要吸热。

144.(2010·上海卷·T22)如图，上端开口的圆柱形气缸竖直放置，截面积为 $5 \times 10^{-3} \text{m}^2$ ，一定质量的气体被质量为 2.0kg 的光滑活塞封闭在气缸内，其压强为

____pa(大气压强取 $1.01 \times 10^5 \text{ pa}$, g 取 10 m/s^2)。若从初温 27°C 开始加热气体,使活塞离气缸底部的高度由 0.5m 缓慢变为 0.51m , 则此时气体的温度为____ $^\circ\text{C}$ 。



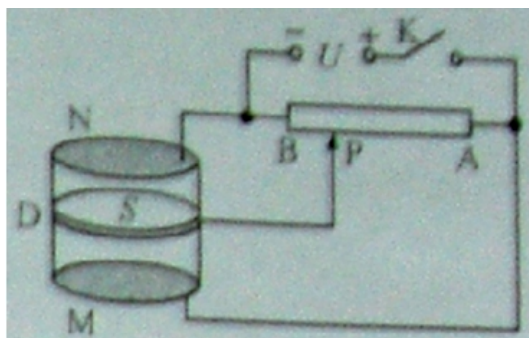
【解析】 $P = P_0 + \frac{mg}{S} = 1.41 \times 10^5 \text{ pa}$

$$\frac{PV_1}{T_1} = \frac{PV_2}{T_2}, \quad T_2 = 306\text{K}, \quad t_2 = 33^\circ\text{C}$$

本题考查气体实验定律。

难度：易。

145.(2010·上海卷·T33)如图,一质量不计,可上下自由活动的活塞将圆筒分为上下两室,两室中分别封闭有理想气体,筒的侧壁为绝缘体,上底 N,下底 M 及活塞 D 均为导体并按图连接,活塞面积 $S = 2\text{cm}^2$ 。在电键 K 断开时,两室中气体压强均为 $p_0 = 240\text{Pa}$, ND 间距 $l_1 = 1\mu\text{m}$, DM 间距 $l_2 = 3\mu\text{m}$, 将变阻器的滑片 P 滑到左端 B, 闭合电键后, 活塞 D 与下底 M 分别带有等量异种电荷, 并各自产生匀强电场, 在电场力作用下活塞 D 发生移动。稳定后, ND 间距 $l'_1 = 3\mu\text{m}$, DM 间距 $l'_2 = 1\mu\text{m}$, 活塞 D 所带电量的绝对值 $q = \epsilon_0 SE$ (式中 E 为 D 与 M 所带电荷产生的合场强, 常量 $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ C}^2 / \text{N} \cdot \text{m}^2$)求:



- (1)两室中气体的压强(设活塞移动前后气体温度保持不变);
- (2)活塞受到的电场力大小 F ;
- (3)M 所带电荷产生的场强大小 E_M 和电源电压 U ;
- (4)使滑片 P 缓慢地由 B 向 A 滑动, 活塞如何运动, 并说明理由。

【解析】

(1) $p_0 l_1 = p_1 l'_1$ 解得 $P_1 = 80 \text{ Pa}$

$p_0 l_2 = p_2 l'_2$, 解得 $P_2 = 720 \text{ Pa}$

(2)根据活塞受力的平衡, $F = (p_2 - p_1)S = 0.128 \text{ N}$ 。

(3)因为 E 为 D 与 M 所带电荷产生的合场强, E_M 是 M 所带电荷产生的场强大小

, 所以 $E = 2E_M$, 所以 $q = \varepsilon_0 S E = 2\varepsilon_0 S E_M$, 所以 $E_M = \frac{F}{q} = \frac{F}{2\varepsilon_0 S E_M}$, 得

$$E_M = \sqrt{\frac{F}{2\varepsilon_0 S}} = 6 \times 10^6 \text{ N/C}。$$

电源电压 $U = 2E_M l'_2 = 12 \text{ V}$

(4)因 U_{MD} 减小, E_{MD} 减小, 向下的力 F 减小, U_{DN} 增大, E_{DN} 减小, 向上的力 F 增大, 活塞向上移动。

本题考查电场、电场力, 气体等综合知识和分析综合能力。

难度：难。

把电场和气体结合在一起，具有新意。