

胀,根据盖-吕萨克定律得 $\frac{V_{\text{余}}}{T_1} = \frac{V_{\text{总}}}{T_2}$,

则漏出气体与原有气体质量比为 $\frac{m_{\text{漏}}}{m_{\text{总}}} = \frac{V_{\text{总}} - V_{\text{余}}}{V_{\text{总}}} = \frac{4}{7}$.

一题多解 应用克拉伯龙方程解题

(2) 设初始气体总质量为 $m_{\text{总}}$, 剩余气体质量为 $m_{\text{余}}$, 根据克拉伯龙方程,

初态有 $p \cdot 0.5HS = n_{\text{总}} RT_1$,

末态有 $p \cdot 0.5HS = n_{\text{余}} RT_2$,

则漏出气体与原有气体质量比为 $\frac{m_{\text{漏}}}{m_{\text{总}}} = \frac{n_{\text{总}} - n_{\text{余}}}{n_{\text{总}}}$,

可得 $\frac{m_{\text{漏}}}{m_{\text{总}}} = \frac{4}{7}$.

关键点拨 克拉伯龙方程 $pV = nRT$, 其中 p 是压强 (Pa)、 V 是体积 (m^3)、 n 是物质的量 (mol)、 T 是温度 (K)、 R 是一个常数, 只适用于理想气体.

方法总结 漏气问题的解题要点

容器漏气过程中气体的质量不断发生变化, 选容器内剩余气体和漏出气体整体为研究对象, 这样就把变质量问题转化为了定质量问题.

第三章 热力学定律

第 1~2 节 热力学第一定律 能量守恒定律

刷基础

1. C 【解析】焦耳通过多次实验, 最后得到的结论是: 在各种不同的绝热过程中, 系统状态的改变与做功方式无关, 仅与做功数量有关. C 正确.

教材变式 本题目由教材 P54 图 3-1-2 演变而来, 解答本题需要明确焦耳实验的原理.

2. B 【解析】0 °C 的冰块熔化成 0 °C 的水, 温度不变, 但吸收热量, 内能增大, 故 A 错误; 手机连续使用较长时间后发烫, 温度升高, 内能增大, 故 B 正确; 内能与物体宏观的机械能无关, 故 C、D 错误.

3. A 【解析】由于铁的温度比钨锅的温度低, 故在热传递的过程中, 铁从钨锅吸收热量, 故 A 正确; 达到热平衡时, 钨锅的温度和铁的温度相同, 故 B 错误; 达到热平衡时, 根据能量守恒定律可知, 钨锅内能的减少量等于铁内能的增加量, 故 C、D 错误.

4. B 【解析】高压气体膨胀对外做功, 气体内能转化为礼花的机械能, 气体内能减少, 温度降低, 分子热运动变慢, 故 A、C 错误, B 正确; 气体对外做功, 内能减少, 这是通过做功的方式改变自身的内能, 故 D 错误.

5. C 【解析】孔明灯是利用热空气上升的原理制成的, 点燃后, 灯内空气受热体积膨胀, 因而灯内空气的密度变小, 孔明灯重力减小, 而浮力不变, 从而升空, A 错误; 点燃后, 灯内气体的温度升高, 灯内空气受热后体积膨胀, 灯内气体质量减少, 减少量不能确定, 因此内能的变化不能确定, B 错误; 点燃后升空过程中, 由于灯内气体的温度升高, 气体分子的平均动能增大, 分子间的平均撞击力增大, C 正确, D 错误.

6. A 【解析】由热力学第一定律知, 改变内能的方法有热传递和做功两种方式, 气体被缓慢压缩时, 如果同时对外放热, 气

体内能可能不变, 故 A 正确; 能源有可利用能源和不可利用能源之分, 自然界的总能量保持不变, 我们应该节约使用的

是可利用能源, 故 B 错误; 由理想气体状态方程 $\frac{pV}{T} = C$ 可知, 一定质量的理想气体, 在压强减小、体积增大时, 气体温度的变化无法判断, 则无法判断气体内能的变化, 无法确定气体与外界的热传递情况, 故 C 错误; 一定质量的理想气体, 温度降低, 气体内能减小, 体积增大, 气体对外做功, 根据热力学第一定律, $\Delta U = Q + W$ 可知, 由于不知道 W 和 ΔU 的大小关系, 则气体吸放热情况无法判断, 故 D 错误.

7. A 【解析】打开阀门 K 后, P 中气体进入 Q 中, 由于 Q 内为真空, 气体体积增大时并没有对外做功, 又因为系统没有热

易错点: 理想气体自由膨胀对外不做功

交换, 由热力学第一定律可知, 系统内能不变, 温度不变, 故选 A.

8. AC 【解析】爆胎前气体体积不变, 对外做功为零, 随着气温的升高, 车胎内气体吸收热量, 内能增大, 温度升高, 根据 $\frac{pV}{T} = C$ 可知, 压强增大, 故 A 正确, B 错误; 爆胎过程中, 车胎内气体体积增大, 气体对外做功, $W < 0$, 绝热过程, $Q = 0$, 根据热力学第一定律可知, 内能减小, 则温度降低, 根据 $\frac{pV}{T} = C$ 可知, 压强减小, 故 C 正确, D 错误.

9. D 【解析】在汽车匀减速前进时, 加速度向左, 活塞所受合外力向左, 则活塞相对气缸向右运动, 缸内气体体积减小, 压

关键点: 根据加速度的方向, 判断出活塞相对气缸运动的方向

强变大, 外界对气体做正功, 因活塞和缸体绝热, 根据热力学第一定律可知, 气体内能增加, 温度升高, 则气体分子的平均动能增加, 分子数密度增加, 可知单位时间内分子撞击活塞的次数增多, 故 A、B、C 错误, D 正确.

10. AB 【解析】因为气缸 a 上部为真空, 气缸 a 绝热且不计活

塞质量,故活塞上升过程中,气缸 a 中封闭的气体既不吸热、放热也不对外做功,因此内能不变, **A 正确, C 错误**; 气缸 b 中活塞向上运动的过程中,其密封的气体体积增大,对外做功,故内能减小,温度降低,分子的平均动能减小, **D 错误**; 根据理想气体状态方程 $\frac{pV}{T} = C$ 可知,由于气缸 b 中密封的气体体积增大,则分子数密度减小,温度降低,气体分子平均动能减小,气缸 b 中密封的气体压强减小, **B 正确**.

- 11. AB** 【解析】根据能量守恒定律可知,能量不会凭空消失,只能从一种形式转化为另一种形式,或从一个物体转移到另一个物体,故某种形式的能量减少,必然有其他形式的能量增加,某个物体的能量减少,必然有其他物体的能量增加, **A、B 正确**; 第一类永动机违反了能量守恒定律,是不可能制成的, **C 错误**; 石子从空中落下,最后静止在地面上,石子的机械能转化为其他形式的能,能量并没有消失, **D 错误**.

刷易错

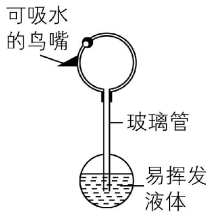
★易错点 热传递条件判断错误

- 12. D** 【解析】两个物体之间发生热传递的条件是存在温度差,与内能、比热容、热量等无关,故 **A、B、C 错误**. 热量总是自发地从高温物体传递给低温物体,当温度相等时传热停止,故 **D 正确**.

易错分析 只要两个相互接触的物体间有温度差,热传递就会进行,与原来物体内能大小无关. 热传递过程热量可以由内能大的物体传到内能小的物体,也可以由内能小的物体传到内能大的物体,直到二者温度相等,达到热平衡,热传递结束.

刷提升

- 1. A** 【解析】玩具饮水鸟的内部结构如图所示,其原理是先在鸟嘴上滴一些水,水分蒸发过程中吸热使得头部气压小于肚子中的气压,从而使肚子中的部分液体压入头部,使重心上移,鸟的身体变得不稳定而发生倾斜,倾斜的过程中肚子中的玻璃管口脱离液面,从而使头部的液体又回流到肚子中,使鸟的身体再回到开始的竖直状态,而刚才倾斜的过程中鸟嘴刚好又沾到了水,之后鸟回到竖直状态后,鸟嘴的水分蒸发,重复前面的运动过程,即饮水鸟上下运动的能量来源于周围空气的内能, **A 正确**; 根据上述分析可知,当水杯中的水干了之后,由于不能形成头部和肚子内空气的压强差,小鸟不能再上下运动,即小鸟不能点头“喝”水, **B 错误**; 这种玩具饮水鸟仍然遵循能量守恒定律,不是一架永动机,此现象没有违背热力学第一定律, **C、D 错误**.



2. B

思路导引 已知活塞受力平衡,细沙缓慢漏出,根据力的平衡条件,可知封闭气体压强的变化;活塞上移,根据做功改变物体的内能,得出内能的变化;根据内能和温度的变化,判断热敏电阻的阻值变化,然后得出指针的偏转方向.

【解析】在细沙缓慢漏出的过程中,对活塞,有 $pS + mg = p_0S$, m 逐渐减小,则气体的压强增大,活塞在大气压的作用下向上运动,气体体积减小,外界对气体做功,又活塞和气缸绝热,则气体的内能增大,温度升高,压强增大,故 **A、C 正确, B 错误**; 由于热敏电阻的阻值随温度的升高而减小,电阻表示数减小,指针向右偏转,故 **D 正确**. 本题选说法不正确的,

易错点: 电阻表表盘右侧数值小

故选 B.

- 3. C** 【解析】由题图 2 可知, $F-l$ 图像与横轴围成图形的面积表示力做的功,由题可知实线和虚线与坐标轴所围成图形的

突破点: $F-l$ 图像与横轴围成的面积表示变力 F 做的功

面积相等,虚线表示恒力做功,即 $F = 200 \text{ N}$,位移 $l = 0.1 \text{ m}$,则活塞对气体做功为 $W = Fl = 200 \text{ N} \times 0.1 \text{ m} = 20 \text{ J}$,气体向外放热 2 J ,由热力学第一定律 $\Delta U = W + Q$,可得筒内气体内能增加 $\Delta U = 18 \text{ J}$,故 **C 正确**.

- 4. AD** 【解析】 N 内为真空,气体自由膨胀,没有对外做功,所以 $W = 0$,又因为容器导热性能良好,且外界温度恒定,气体与外界无温差,即气体自由膨胀时与外界无热量交换,故 **A 正确, B 错误**; 气体被活塞压缩过程中,外界对气体做功,则 $W > 0$,容器导热性能良好,外界温度恒定,气体温度不变,内能不变,则 $\Delta U = 0$,根据热力学第一定律 $\Delta U = W + Q$,可得 $Q = -W < 0$,即气体向外界放热,故 **C 错误**; 根据理想气体状态方程 $\frac{pV}{T} = C$,气体被压缩到原来体积, V 不变, C 不变, T 不变,则压强不变,与抽开隔板前压强相等,故 **D 正确**.

刷素养

5. -700 J

【解析】由题图可知, $p_a V_a = p_b V_b$,结合理想气体状态方程可知 $T_a = T_b$,即 acb 过程初、末内能相同,由热力学第一定律有 $\Delta U_1 = Q_1 + W_1$,可知 acb 过程外界对气体做功为 $W_1 = -500 \text{ J}$,同理可得 bda 过程内能变化也为零,有 $\Delta U_2 = Q_2 + W_2 = 0$,其中 $W_2 = 4 \times 10^5 \times (4-1) \times 10^{-3} \text{ J} = 1200 \text{ J}$,则 $Q_2 = -1200 \text{ J}$,因此 $acbda$ 过程吸收的热量为 $Q = Q_1 + Q_2 = -700 \text{ J}$.

专题 4 热力学第一定律和气体实验定律综合

刷题型

- 1. D** 【解析】 $a \rightarrow b$ 过程,由图像可知 $\frac{p}{T} = C$,可知该过程中气体

高中必刷题 物理

的体积不变,气体分子数密度不变,故 **A 错误**; $b \rightarrow c$ 过程,气体温度升高,气体分子速率分布中速率大的区间分子数占总分子数的比例增加,速率小的区间分子数占总分子数的比例减少,故 **B 错误**;根据理想气体状态方程 $\frac{pV}{T} = C$,可得 $p = \frac{C}{V}T$, $c \rightarrow a$ 过程,图像上点与原点连线斜率逐渐增大,则气体体积逐渐减小,外界对气体做正功,由于气体温度降低,气体内能减少,根据热力学第一定律可知,气体放出的热量大于气体内能的减少量,故 **C 错误**;根据 $p = \frac{C}{V}T$, $a \rightarrow b$ 过程,气体体积不变,做功为 0, $b \rightarrow c$ 过程,气体体积逐渐增大,外界对气体做负功, $c \rightarrow a$ 过程,气体体积逐渐减小,外界对气体做正功,由于 $b \rightarrow c$ 与 $c \rightarrow a$ 两个过程气体体积变化量的绝对值相同, $b \rightarrow c$ 过程的压强大于 $c \rightarrow a$ 过程的压强,可知 $b \rightarrow c$ 过程外界对气体做负功的绝对值大于 $c \rightarrow a$ 过程外界对气体做的正功,则 $a \rightarrow b \rightarrow c \rightarrow a$ 过程,外界对气体做负功,由于气体的内能不变,根据热力学第一定律可知,气体从外界吸收热量,故 **D 正确**.

2. C 【解析】由题图可知从 A 到 B 的过程气体的温度不变,体积增大,根据 $\frac{pV}{T} = C$,可知压强减小,故 **A 错误**;由题图可知从 B 到 C 的过程气体体积不变,对外界不做功,温度升高,内能增加,根据 $\Delta U = W + Q$,可知 $Q > 0$,即从外界吸收热量,故 **B 错误**;从 A 到 B 过程,温度不变,由 $p_A V_A = p_B V_B$,解得 $p_A = 2 \times 10^5 \text{ Pa}$,由题图可知, A 、 C 连线为过原点的直线,可知从 C 到 A 为等压过程,外界对气体做功为 $W_{CA} = p_A (V_C - V_A) = 200 \text{ J}$,对全过程,有 $\Delta U = W_{CA} + W_{AB} + Q$,又 $Q = -32.8 \text{ J}$, $\Delta U = 0$,解得 $W_{AB} = -W_{CA} - Q = -167.2 \text{ J}$,即从 A 到 B 的过程中气体对外界所做的功为 167.2 J ,故 **C 正确**;根据 C 选项分析可知,从 C 到 A 的过程为等压过程,气体温度降低,分子平均速率减小,单位时间内撞到单位面积上的分子数增加,故 **D 错误**.

3. D 【解析】 $a \rightarrow b$ 过程是等压过程,由题图可知,气体体积变大,气体对外界做功,根据盖-吕萨克定律可知,气体的温度升高,则气体内能增大,可知气体从外界吸收的热量一部分用于对外做功,另一部分用于增加内能,故 **A 错误**; $b \rightarrow c$ 过程气体与外界无热量交换,即 $Q_{bc} = 0$,气体体积增加,对外做功,可知 $W_{bc} < 0$,根据热力学第一定律 $\Delta U_{bc} = W_{bc} + Q_{bc}$,可知气体内能减小,故 **B 错误**; p - V 图像与横轴围成的面积表示做功, $a \rightarrow b \rightarrow c$

关键点: 清楚图像与横轴围成图形的面积表示的物理意义

过程图像与横轴围成的面积大于 $c \rightarrow a$ 过程图像与横轴围成的面积,可知气体对外做功,故 $a \rightarrow b \rightarrow c \rightarrow a$ 过程,气体对外做功大于外界对气体做功,故 **C 错误**; a 、 c 在同一条等温线上, $a \rightarrow b \rightarrow c$ 过程, $\Delta U_{abc} = W_{abc} + Q_{abc} = 0$,可知气体从外界吸收

的热量全部用于对外做功,故 **D 正确**.

方法总结 根据 p - V 图线求外界对气体做功

- (1) p - V 图线与横轴围成图形的面积表示做功的大小;
- (2) 做功的正负通过体积的变化来判断.

4. (1) 600 K (2) $3 \times 10^5 \text{ Pa}$ (3) 180 J 放热

【解析】(1) 由理想气体状态方程可得 $V = \frac{C}{p}T$, V - T 图像中 BA 的延长线过原点,则理想气体从 A 状态到 B 状态的过程中,压强保持不变,

根据盖-吕萨克定律有 $\frac{V_A}{T_A} = \frac{V_B}{T_B}$,

代入数据解得 $T_B = \frac{V_B}{V_A} T_A = \frac{2 \times 10^{-3}}{1 \times 10^{-3}} \times 300 \text{ K} = 600 \text{ K}$.

(2) 由理想气体状态方程有 $\frac{p_A V_A}{T_A} = \frac{p_C V_C}{T_C}$,解得 $p_C = 3 \times 10^5 \text{ Pa}$.

(3) 理想气体从 A 状态到 B 状态的过程中,外界对气体做的功为 $W_1 = -p_A (V_B - V_A)$,

关键点: 注意正负号

解得 $W_1 = -120 \text{ J}$;

气体从 B 状态到 C 状态和从 D 状态到 A 状态的过程中,体积保持不变,外界对气体不做功;

从 C 状态到 D 状态的过程中,外界对气体做功为

$W_2 = p_C (V_C - V_D)$,

解得 $W_2 = 300 \text{ J}$,

一次循环过程中外界对气体所做的总功为

$W = W_1 + W_2 = 180 \text{ J}$,

理想气体从 A 状态完成一次循环回到 A 状态,始、末状态温度不变,所以内能不变, $\Delta U = 0$,

根据热力学第一定律 $\Delta U = W + Q$,解得 $Q = -180 \text{ J}$,

故完成一个循环,气体对外界放热 180 J .

方法总结 对于理想气体来说,由于分子间距比较大,分子势能忽略不计,理想气体内能的大小由分子动能决定,即一定质量理想气体的内能由温度决定;做功情况看气体体积的变化,体积减小,外界对气体做正功,体积增大,外界对气体做负功;绝热过程没有热传递;吸收热量和放出热量的求解用热力学第一定律.

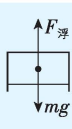
5. AD 【解析】假设活塞不动,由平衡条件可知 B 内气体压强不变,由 $\frac{V}{T} = C$ 可知, B 中气体的温度缓慢升高,体积必然增大,故两活塞将缓慢下降,故 **A 正确**, **B 错误**;两活塞将缓慢下降,气缸和活塞均绝热,故 $Q = 0$, A 中气体体积增大,故 $W_A < 0$,由 $\Delta U = Q + W$,可知 $\Delta U_A < 0$, A 中气体内能缓慢减小, C 中气体体积减小,故 $W_C > 0$, $\Delta U_C > 0$, C 中气体内能缓慢增大,故 **C 错误**, **D 正确**.

6. AC 【解析】在 $b \rightarrow c$ 过程中, 气体等压升温膨胀, 活塞受力平衡, 有 $1.5p_0S = p_0S + Mg$, 解得活塞质量为 $M = \frac{p_0S}{2g}$, 故 **A 正确**; 由题图甲、乙可知 $b \rightarrow c$ 过程气体压强为 $1.5p_0$, 体积增大 $\frac{SH}{2}$, 则 $b \rightarrow c$ 过程中气体对外做功为 $W = 1.5p_0S \cdot \frac{H}{2} = \frac{3}{4}p_0SH$, 故 **B 错误**; $a \rightarrow d$ 全过程, 由理想气体状态方程有 $\frac{p_0V_0}{T_0} = \frac{2p_0 \cdot 2V_0}{T_d}$, 解得 $T_d = 4T_0$, 可知气体内能的变化量 $\Delta U = \alpha(T_d - T_0) = 3\alpha T_0$, 即气体内能增加 $3\alpha T_0$, 故 **C 正确**; $a \rightarrow d$ 全过程, 气体体积增大, 气体对外做功, 根据热力学第一定律可知, 气体吸收的热量大于其内能的增加量, 故 **D 错误**.

7. (1) ρSh $\rho gh + p_0$ **(2)** $\frac{(\rho gh + p_0)h}{p_0 - \rho gH} + H$ **(3)** 吸热, 理由见解析

思路导引 以盆为研究对象, 开始时盆的受力分析

如图所示. 向上提升盆的过程中, 气体的体积变大, 气体等温膨胀, 由热力学第一定律可得 $Q > 0$.



【解析】(1) 对盆受力分析有 $mg = \rho gSh$,

解得 $m = \rho Sh$,

盆内空气的压强 $p_1 = \rho gh + p_0$.

(2) 当在水面上方盆内的水高度为 H 时, 盆内空气的压强 p_2 满足 $p_2 + \rho gH = p_0$,

提升过程中盆内气体发生等温变化, 设此时盆底离水面的高度为 d , 根据玻意耳定律有 $p_1hS = p_2(d-H)S$,

联立解得 $d = \frac{(\rho gh + p_0)h}{p_0 - \rho gH} + H$.

(3) 等温过程, 内能不变, $\Delta U = 0$, 由第(2)问可知, 提升过程中, 盆内空气的压强减小, 体积增大, 气体对外做功, $W < 0$, 根据热力学第一定律有 $\Delta U = W + Q$,

可知 $Q > 0$, 故盆内空气吸热.

方法总结 热力学第一定律与玻璃管、气缸类结合问题的解法

(1) 熟悉玻璃管、气缸类的热力学计算方法, 求出气体状态参量;

(2) 明确做功与气体体积变化的关系;

(3) 根据 $\Delta U = Q + W$ 求气体内能的变化量或热量的变化量.

8. (1) $\frac{M}{\rho S}$ **(2)** $\frac{h_0 + \Delta h_0}{h_0}T$ **(3)** $(p_0S - Mg)\Delta h_0 + \Delta U$

【解析】(1) 设封闭气体的压强为 p , 对活塞受力分析可得 $pS +$

$Mg = p_0S$, 解得 $p = p_0 - \frac{Mg}{S}$, 又因为 $\Delta p = p_0 - p = \rho g\Delta h$,

联立解得 U 形细管内两侧水银柱的高度差为 $\Delta h = \frac{M}{\rho S}$.

(2) 加热过程中气体发生等压变化, 则 $\frac{Sh_0}{T} = \frac{S(h_0 + \Delta h_0)}{T'}$,

解得此时气体的温度为 $T' = \frac{h_0 + \Delta h_0}{h_0}T$.

(3) 此加热过程中, 气体对外做功为

$W = pS\Delta h_0 = (p_0S - Mg)\Delta h_0$,

根据热力学第一定律得 $\Delta U = -W + Q$,

易错点: 容易漏掉负号导致错解

可得气体吸收的热量为 $Q = (p_0S - Mg)\Delta h_0 + \Delta U$.

第3节 热力学第二定律

刷基础

1. D 【解析】热量不可能自发地从低温物体传递到高温物体, 若有外界做功, 热量可以从低温物体传递到高温物体, 比如冰箱, 故 **A 错误**; 可以从单一热源吸收热量, 使之完全变为有用功, 但是会引起其他变化, 故 **B 错误**; 不可能从单一热源吸收热量全部用来对外做功而不引起其他变化, 即不可能制造出单一热源的热机, 故 **C 错误**; 根据热力学第二定律, 即使没有漏气、摩擦、不必要的散热等损失, 热机也不可能把燃料产生的内能全部转化为机械能, 即效率达不到 100%, 故 **D 正确**.

关键点拨 热力学第二定律反映了宏观自然过程的方向性. 热传导具有方向性; 气体的扩散现象具有方向性; 机械能和内能的转化具有方向性; 气体的膨胀具有方向性; 自然过程具有方向性.

2. C 【解析】由热力学第二定律可知, 热量不能自发地从低温物体传到高温物体, 除非有外界的影响或帮助, 电冰箱把热量从低温的内部传到高温的外部, 需要压缩机的帮助并消耗电能, 选项 **A 错误**; 电冰箱工作时消耗电能, 房间的总热量会增加, 房间温度会升高, 选项 **B 错误**; 电冰箱的工作原理不违反热力学第一定律和第二定律, 选项 **C 正确**, **D 错误**.

3. B 【解析】第二类永动机不能制成, 是因为违背了热力学第二定律, 但不违背能量守恒定律, **A 错误**; 一切自然过程总是沿着分子热运动的无序性增加的方向进行, 即向熵增加的方向进行, 所以热力学第二定律也叫熵增定律, **B 正确**; 根据热力学第二定律可知, 内能可全部转换为机械能, 但要引起其他变化, **C 错误**; 物体向外界释放热量, 同时外界对物体做功, 则物体的温度不一定会降低, **D 错误**.

4. C 【解析】根据热力学第二定律, 发动机效率不能达到 100%, **A 错误**; 由热力学第二定律的表述: 不可能从单一热库吸收热量, 使之完全变成功, 而不产生其他影响, 可知不可能把汽油燃烧释放的热量全部用来做功, 而不引起其他变化, **B 错误**, **C 正确**; 机械能可以全部转化为内能, 因此汽车刹车时能把动能全部转化为内能, **D 错误**.

5. BD 【解析】绝热容器内的气体与外界没有热交换,则 $Q=0$, 气体向真空扩散,没有对外界做功,则 $W=0$,根据热力学第一定律 $\Delta U=Q+W$,可知气体的内能不变,温度不变,气体体积变大,气体无序度变大,根据理想气体状态方程 $\frac{pV}{T}=C$ 可知,压强减小,故 **B、D 正确**,**A、C 错误**。

关键点拨 根据热力学第二定律的微观解释分析问题时应明确:

- (1) 一切自发过程都是大量分子从有序运动状态向无序运动状态转化发展的过程;
- (2) 自发过程是不可逆转的过程,即不可能使大量分子无

规则的热运动转化为有序的运动;

(3) 大量分子无序运动状态变化的方向总是向无序性更大的方向进行。

6. B 【解析】能量在转化过程中,有一部分能量转化为内能,我们可以容易地把这些内能的一部分收集起来重新利用,但不能全部收集起来重新利用,**A 错误**;在能源的利用过程中,能量的总量并未减少,但在可利用的品质上降低了,从便于利用的变成了不便于利用的,**B 正确**;科学家研究发现,一切与热现象有关的宏观自然过程都是不可逆的,**C 错误**;各种能量在不转化时是守恒的,在转化时也是守恒的,**D 错误**。

第一~三章素养检测

刷速度

1. C 【解析】题图甲中,实验现象表明薄板材料导热性表现为各向同性,则说明薄板材料可能是单晶体,也可能是多晶体,还有可能是非晶体,故 **A 错误**;题图乙中液体和管壁接触面

易错点: 易忽略某些单晶体在导热上也表现为各向同性

中的附着层中的液体分子间表现为斥力效果,可知液体和管壁表现为浸润,故 **B 错误**;题图丙中,在液体表面层,分子间作用力表现为引力,因此产生表面张力,故 **C 正确**;题图丁中,农民用拖拉机耕地是为了破坏土壤里的毛细管,防止地下水分因毛细现象上升到地面蒸发,故 **D 错误**。

2. C 【解析】水蒸气温度下降,故内能减小,即 $\Delta U < 0$,体积减小,外界对水蒸气做功,故 $W > 0$,根据热力学第一定律 $\Delta U = W + Q$ 可知, $Q < 0$,故水蒸气上升过程中放出热量,**A 错误**;水蒸气的温度下降,故分子平均动能减小,**B 错误**;根据热力学第一定律,因外界对水蒸气做功,故水蒸气放出的热量大于其减小的内能,**C 正确**;该过程变化的同时也引起了海水的重力势能和内能的变化,故没有违反热力学第二定律,**D 错误**。

3. D 【解析】对活塞受力分析可知,气体压强始终等于外界大气压,压强不变,**A 错误**;缓慢加热气体,气体温度上升,内能增大,**B 错误**;由热力学第二定律可知,不可能从单一热库吸收热量,使之完全变成功,而不产生其他影响,可知气体吸收的热量不可以全部用来对外做功,**C 错误**,**D 正确**。

一题多解 C、D 选项也可用热力学第一定律进行分析,根据热力学第一定律 $\Delta U = W + Q$,气体等压膨胀,温度升高,则有 $W < 0$, $\Delta U > 0$,则 $Q > 0$,由此可知,气体吸收的热量大于对外所做的功,C 错误,D 正确。

4. D 【解析】机内的气体发生等容变化,根据查理定律有 $\frac{p_1}{T_1} =$

$\frac{p_2}{T_2}$,其中 $p_1 = 1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$, $T_1 = (27 + 273) \text{ K} = 300 \text{ K}$, $p_2 = 4.0 \times 10^5 \text{ Pa}$,解得 $T_2 = 1200 \text{ K}$,则 $t_2 = 927 \text{ }^\circ\text{C}$,故 **A 错误**;从微观角度看,气体分子热运动加剧,无序程度增加,熵在增加,故

关键点: 分子热运动加剧,熵增加

B 错误;因为不计玉米粒在加热过程中的体积变化和不考虑少量气体进入玉米粒内引起的机内空气密度的变化,整个过程气体体积不变,分子总数不变,故机内气体的分子数密度不变,故 **C 错误**;已知加热过程中气体吸热 4200 J ,加热过程中气体体积不变,则外界不对气体做功,即 $W = 0$,根据热力学第一定律有 $\Delta U = Q + W = 4200 \text{ J}$,故内能增加 4200 J ,故 **D 正确**。

5. B 【解析】初始时矿泉水瓶内气体压强为 p_0 ,设矿泉水瓶圆柱部分的横截面积为 S ,则初始时矿泉水瓶内气体体积为 $V_0 = SH$,设末状态矿泉水瓶内水面所在处水的深度为 d ,则末状态矿泉水瓶内气体压强为 $p_1 = p_0 + \rho g d$,末状态矿泉水瓶内气体体积为 $V_1 = S(H - h)$,由题意知,矿泉水瓶内的气体发生等温变化,由玻意耳定律可得 $p_0 V_0 = p_1 V_1$,联立解得 $d = \frac{p_0 h}{\rho g (H - h)}$,故 **B 正确**。

6. C 【解析】根据理想气体状态方程 $\frac{pV}{T} = C$ 得 b 、 c 、 d 状态的温度分别为 $T_b = 4T_0$ 、 $T_c = 6T_0$ 、 $T_d = 2T_0$, $a \rightarrow b$ 过程内能变化量 $\Delta U_{ab} = 3\alpha T_0$, $c \rightarrow d$ 过程内能变化量 $\Delta U_{cd} = -4\alpha T_0$,故 $a \rightarrow b$ 过程内能变化量大小小于 $c \rightarrow d$ 过程内能变化量大小,**A 错误**; $b \rightarrow c$ 过程发生等容变化,则 $W_{bc} = 0$,吸收热量 $Q_{bc} = \Delta U_{bc} = 2\alpha T_0$, $d \rightarrow a$ 过程发生等容变化,则 $W_{da} = 0$,放出的热量 $Q_{da} = |\Delta U_{da}| = \alpha T_0$,则 $Q_{bc} > Q_{da}$,**B 错误**;根据热力学第一定律 $\Delta U = W + Q$,系统一个循环过程回到初状态 a ,其内能不变,外界对系统做正功,则系统要放出热量, $p-V$ 图像与横轴围成的面积表示功,则 $Q = W = p_0 V_0$,**C 正确**;温度越高内能越大,则一