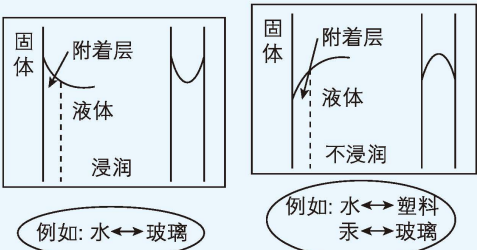


刷基础

1. C 【解析】题图甲中的液体表面层分子间作用力表现为引力,所以分子间的距离大于平衡距离,故 A 错误;题图甲中的液体表面层分子间的距离大于液体内部分子间的平均距离,导致表面层内分子之间的分子力表现为引力,宏观上产生表面张力,故 B 错误;结合上述可知,表面张力表现为引力,可知题图乙中液体表面张力方向垂直于分界面 MN,即与液面相切,故 C 正确,D 错误.
- 易错点: 液体表面张力方向垂直于分界面
2. D 【解析】薄膜中分子间的距离比液体内部大一些,分子间的相互作用表现为引力,方向与液面相切,产生收缩效果;用烧热的针刺破 a 侧的薄膜, b 侧的薄膜将使 b 的面积趋于最小,故 D 正确.
3. B 【解析】水能从盛水容器通过棉线到盆栽,说明水浸润棉线,故 A 错误;该装置通过棉线把水从低处引到高处,利用了毛细现象,故 B 正确;棉线与水接触的附着层内,由于棉线分子对水分子的吸引力,水分子比较密集,水分子间的作用力表现为斥力,故 C 错误;在完全失重的环境下,分子间作用力仍然存在,毛细现象更明显,该装置仍会对盆栽浇水,故 D 错误.
4. A

模型构建

浸润与不浸润的示意图如图所示.



【解析】水处于完全失重状态,由于水对玻璃的浸润性,在表面张力的作用下,水应该吸附在容器的内表面呈现 A 的形状,故 A 正确,B、C、D 错误.

5. D 【解析】液晶是介于晶体和液体之间的中间状态,既具有液体的流动性又具有晶体光学性质的各向异性,A、B 错误.不通电时,即在自然条件下,液晶层中的液晶分子无规则排列,入射光在液晶层发生了漫反射,穿过玻璃的光线少,所以像毛玻璃,不透明;通电时,液晶分子迅速从无规则排列变为有规则排列,入射光在通过液晶层后按原方向传播,C 错误,D 正确.

关键点拨 液晶在光照、温度、电场等外界作用下,光学性质可能发生改变.

刷易错

★易错点 混淆浸润和不浸润液体附着层内分子间距和分子力

6. A 【解析】附着层内液体分子间距离大于 r_0 时,分子间作用力表现为引力,附着层有收缩的趋势,即为不浸润现象,A 正确.

易错分析 浸润:附着层内的液体分子受固体分子引力比液体分子间引力强,部分液体分子进入附着层,使附着层液体分子密集,附着层内液体分子间距小于分子间的平衡距离 r_0 ,附着层内分子力表现为斥力,附着层有扩展趋势,表现为液体浸润固体.

不浸润:附着层内的液体分子受固体分子引力较弱,附着层中的部分液体分子进入液体内部,从而使附着层液体分子比液体内部分子稀疏,附着层内液体分子间距大于分子的平衡距离 r_0 ,附着层内分子力表现为引力,附着层有收缩趋势,表现为液体不浸润固体.

第三章 热力学定律

第1节 功、热和内能的改变

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 本题由教材 P47 图 3.1-1 演变而来,教材展示了焦耳的实验过程,本题延伸考查了系统状态的改变与什么因素有关.
2. B 【解析】0℃的冰块熔化成 0℃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】由于起始时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,部分气体排出,灯内气体质量减小,因而灯内空气的密度变小,孔明灯重力减小,而浮力不

突破点: 孔明灯体积变化可忽略不计

变,从而升空,A 错误;由 A 项分析可知灯内气体质量减少,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。

刷易错

★易错点 热传递条件判断错误

6. 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。热传递过程能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。

第 2~3 节 热力学第一定律/能量守恒定律

刷基础

1. 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,则气体吸放热情况未知,故 D 错误。

2. 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。

3. C 【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、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, $\Delta U < 0$,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。

4. 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,则活塞相对汽缸向右运动,缸内气体体积减小,压

→ **关键点:** 根据加速度的方向,判断出活塞相对汽缸运动的方向

强变大,外界对气体做正功,因活塞和缸体绝热,可知气体内能增加,温度升高,则气体分子的平均动能增加,气体分子数密度增加,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。

5. B 【解析】因为汽缸 a 上部为真空,汽缸 a 绝热且不计活塞质量,故活塞上升过程中,汽缸 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、C 错误;汽缸 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,由于汽缸 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,汽缸 b 中密封的气体压强减小,B 正确。

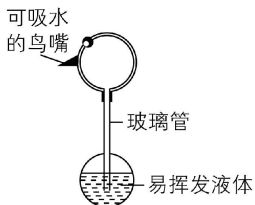
6. B 【解析】根据能量守恒定律可知,能量不会凭空消失,只能从一种形式转化为另一种形式,或从一个物体转移到另一个物体,故某种形式的能量减少,必然有其他形式的能量增加,某个物体的能量减少,必然有其他物体的能量增加,A 错误,B 正确;第一类永动机违反了能量守恒定律,是不可能制成的,C 错误;石子从空中落下,最后静止在地面上,石子的机械能转化为其他形式的能,能量并没有消失,D 错误。

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

→ **关键点:** 清楚饮水鸟的工作原理是解题的关键

滴一些水,水分蒸发过程中吸水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。

教材变式 本题目由教材 P57 图 3.3-1 演变而来。教材展示了饮水小鸭的喝水原理,本题延伸考查了饮水鸟上下运动的能量的来源。

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,然后得出电阻表指针的偏转方向.

【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,又活塞和汽缸绝热,则气体的内能增大,温度升高,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,气体温度升高,则电阻表示数减小,指针向右偏转,故 **D 正确**. 本题选说法不

→ **易错点:** 电阻表表盘右侧数值小

正确的,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. D 【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,即气体膨胀时与外界无热量交换,故 **A、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, $p_aV_a=p_bV_b$,结合理想气体状态方程可知 $T_a=T_b$,即 acb 过程气体初、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 过程气体内能变化量也为零,有 $\Delta U_2=Q_2+W_2=0$,

其中 $W_2=4\times 10^5\times (4-1)\times 10^{-3}\text{ J}=1\,200\text{ J}$,则 $Q_2=-1\,200\text{ J}$,

因此经历 $acbda$ 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 $p_AV_A=p_BV_B$,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 $Q_{bc}=0$,又气体体积增加,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) 3×10^5 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,分子势能可以忽略不计,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. A 【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,汽缸和活塞均绝热,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 $W_C > 0$,由 $\Delta U = Q + W$ 可知 $\Delta U_C > 0$, C 中气体内能缓慢增大,故 **C、D 错误**.

6. C 【解析】在 $b \rightarrow c$ 过程中,气体等压升温膨胀,活塞受力平衡,有 $1.5p_0 S = p_0 S + Mg$,解得活塞质量为 $M = \frac{p_0 S}{2g}$,故 **A 错误**;

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 $W = 1.5p_0 S \cdot \frac{H}{2} = \frac{3}{4} p_0 SH$,故

B 错误; $a \rightarrow d$ 全过程,由理想气体状态方程有 $\frac{p_0 V_0}{T_0} =$

$\frac{2p_0 \cdot 2V_0}{T_d}$,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**.

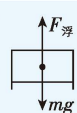
关键点: 结合题图甲、乙可知 d 状态时气体的体积是初始状态的 2 倍

$T_0) = 3\alpha T_0$,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 $mg = \rho g Sh$,

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 $p_1 hS = p_2 (d - H)S$,

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、汽缸类结合问题的解题方法

- (1) 熟悉玻璃管、汽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) $(p_0 S - Mg) \Delta h_0 + \Delta U$

【解析】(1) 设封闭气体的压强为 p ,对活塞受力分析可得 $pS +$

高中必刷题 物理

$Mg=p_0S$,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4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.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.

3.A 【解析】大米和小米混合后小米能自发地填充到大米空

隙中,这种现象与温度无关,不是热现象,不能用热力学第二定律解释,故A符合题意;将一滴红墨水滴入一杯清水中,会均匀扩散到整杯水中,经过一段时间,墨水和清水不会自动分开,这种现象与温度有关,温度越高,分子运动越剧烈,扩散越快,根据热力学第二定律可知,墨水和清水不会自动分开,故B不符合题意;冬季的夜晚,放在室外的物体随气温的降低,物体的内能减少,根据热力学第二定律可知,内能不会自发地转化为机械能而使物体动起来,故C不符合题意;随着节能减排措施的不断完善,根据热力学第二定律可知,最终也不会使汽车热机的效率达到100%,故D不符合题意.

4.B 【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正确,A、C、D错误.

教材变式 本题由教材P64第3题演变而来.教材考查了气体内能的变化情况,本题延伸考查了气体的做功情况及状态参量的变化情况.

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.

5.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,即 $W>0$,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,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**.

教材变式 本题目由教材 P64 第 5 题演变而来.教材考查了活塞移动的过程中气体内能的变化情况,本题延伸考查了气体压强的变化情况和对热力学第二定律的理解.

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. C** 【解析】当分子间距离小于 r_0 时分子间的斥力大于引力,分子力表现为斥力,**A 错误**;当分子间距离大于 r_0 且在增大

易错点: 分子力表现为斥力时,引力仍存在,分子力表现为引力时,斥力也仍存在

时,分子间的引力和斥力都在不断变小,**B 错误**;分子势能变化量等于克服分子力做的功,即 $\Delta E_p = W = Fx$,可知,题图乙中 ab 斜率的大小表示分子在该间距时分子间相互作用力的大小,**C 正确**;题图甲中阴影部分面积表示分子力做功的大小,根据功能关系,阴影部分面积也等于分子势能差值,与零势能点的选取无关,**D 错误**.

- 5. 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 Pa ,解得 $T_2 = 1\ 200 \text{ K}$,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 $4\ 200 \text{ J}$,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 $\Delta U = Q + W = 4\ 200 \text{ J}$,故内能增加 $4\ 200 \text{ J}$,故 **D 正确**.

- 6. 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**.

- 7. 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,则一个循环过程中 c 状态时温度最高,内能最大,内能最大值 $U_m = 6\alpha T_0$,**D 错误**.

- 8. C** 【解析】设容器总长度为 l ,当温度为 T 时,活塞平衡,弹簧伸长 x ,气体体积为 $\left(\frac{l}{2} + x\right)S$,压强为 $\frac{kx}{S}$;由理想气体状态

方程 $\frac{pV}{T} = C$,可得 $\frac{kx\left(\frac{l}{2} + x\right)}{T} = C$,整理得 $T = \frac{k}{C}x^2 + \frac{kl}{2C}x$,即 x - T

图像是过原点开口向右的抛物线,故题图乙中 3 比较符合,**C 正确**.

- 9. B** 【解析】根据理想气体状态方程 $\frac{pV}{T} = C$ 有 $p = CT \cdot \frac{1}{V}$,由

于 O 、 A 、 D 在一条直线上,所以直线 OAD 的斜率 $k = CT$ 为定值,从状态 D 到状态 A 是等温变化,故 **A 错误**;从状态 A 到状

态 B 为等压变化,由盖-吕萨克定律有 $\frac{\frac{1}{2}V_0}{T_B} = \frac{V_0}{T_0}$,解得 $T_B =$

$\frac{T_0}{2}$, O 、 B 、 C 在一条直线上,同理从状态 B 到状态 C 为等温变

化,则 $T_C = T_B = \frac{T_0}{2}$,从状态 D 到状态 A 为等温变化,则 $T_D =$

T_0 , $T_D > T_B$,从状态 C 到状态 D 为等容变化,则有 $\frac{p_C}{p_D} = \frac{T_C}{T_D}$,解

得 $p_C = \frac{3p_0}{2}$,故 **B 正确**,**C、D 错误**.

- 10. D** 【解析】从初始到物块对地面压力为 0 的过程,活塞不动,气体做等容变化,初始时气体的温度为 T_0 ,压强为 p_0 ,当

关键点: 正确判断气体的状态变化,选择对应的实验定律是解题关键

物块对地面压力为 0 时,对活塞受力分析有 $p_0 S = p_1 S + mg$,

解得气体的压强 $p_1 = p_0 - \frac{mg}{S}$,根据查理定律有 $\frac{p_0}{T_0} = \frac{p_1}{T_1}$,解得

$T_1 = T_0 \left(1 - \frac{mg}{p_0 S}\right)$,故 **A 错误**;当活塞开始运动后,气体做等压

变化,根据盖-吕萨克定律有 $\frac{dS}{T_1}=\frac{\frac{d}{2}S}{T_2}$,解得最终气体的温度 $T_2=\frac{T_0}{2}\left(1-\frac{mg}{p_0S}\right)$,故 **B 错误**;整个过程外界对气体做的功 $W=p_1\Delta V=(p_0S-mg)\frac{d}{2}$,故 **C 错误**;根据热力学第一定律有 $-\Delta U=W+Q$,解得 $Q=-(p_0S-mg)\frac{d}{2}-\Delta U$,即气体释放的热量为 $(p_0S-mg)\frac{d}{2}+\Delta U$,故 **D 正确**.

11. (1) $p_1V_1=p_2V_2$ 气体体积由 V_1 变到 V_2 的过程中,气体对外界所做的功 (2)**A** (3)注射器与压强传感器连接部分气体的体积未计入

【解析】(1) 气体温度不变,根据玻意耳定律可知 $p_1V_1=p_2V_2$. 图线在 V_1 、 V_2 之间所围的面积物理意义为气体体积由 V_1 变到 V_2 的过程中,气体对外界所做的功.
(2) 题图丙图像实线低于虚线,且体积越小实线偏离虚线越远,表明 pV 的实际值比理论值小,且 pV 的实际值越来越小. 根据 $\frac{pV}{T}=C$,可得 $pV=CT$. CT 值越来越小的原因:可能是漏气导致 C 变小,也可能是温度降低导致 T 变小,还可能是漏气的同时温度降低. 根据 $pV=CT$,可得 $p=CT\frac{1}{V}$, $p-\frac{1}{V}$ 图像是直线,**C、D 错误**; CT 值越来越小,则 $p-\frac{1}{V}$ 图像的斜率越来越小,图线向下弯曲,**A 正确, B 错误**.

→ **关键点:** 也可根据克拉伯龙方程 $pV=nRT$ 来判断

(3) 设注射器与压强传感器连接部分气体的体积为 V_0 ,根据玻意耳定律得 $p(V+V_0)=C$,可得 $V=C\frac{1}{p}-V_0$,纵轴的截距的绝对值表示注射器与压强传感器连接部分气体的体积 V_0 ,所以 $V-\frac{1}{p}$ 图像不过原点的原因是注射器与压强传感器连接部分气体的体积未计入.

12. (1) $1.1\times 10^6\text{ Pa}$ (2) 1 cm

【解析】(1) 空载时对车厢与活塞整体受力分析,有 $4p_1S=4p_0S+Mg$,
解得空载时汽缸内气体压强为 $p_1=1.1\times 10^6\text{ Pa}$.
(2) 载客后对车厢与活塞整体受力分析,有

$4p_2S=4p_0S+(M+4m_0)g$,
解得 $p_2=1.2\times 10^6\text{ Pa}$,
对汽缸内气体,根据玻意耳定律有 $p_1h_1S=p_2h_2S$,
解得 $h_2=11\text{ cm}$,
则活塞下降的距离为 $\Delta h=h_1-h_2=1\text{ cm}$,
即车体下降的距离为 1 cm .

13. (1) ① $\frac{(2p-p_0)S}{g}-m$ ② $\frac{1}{9}$ (2) $\sqrt{2gl+\frac{4p_0lS-U-4Q}{6m}}$

【解析】(1) ① 活塞缓慢下移,气体做等温变化,由玻意耳定律有 $p\cdot 2lS=p'lS$,

解得触发报警时气体压强 $p'=2p$,
此时,由平衡条件可得 $p'S=(m+M)g+p_0S$,
解得 $M=\frac{(2p-p_0)S}{g}-m$.

② 触点恰好分离,此时汽缸内压强为 p' ,温度为 $\frac{9T_0}{10}$,体积为 lS . 若封闭气体状态压强为 p' ,温度为 T_0 ,体积为 V ,由盖-吕萨克定律有 $\frac{lS}{\frac{9T_0}{10}}=\frac{V}{T_0}$,
解得 $V=\frac{10}{9}lS$,

充入氮气质量与原来氮气质量的比值 $\frac{\Delta m}{m_0}=\frac{V-lS}{lS}=\frac{1}{9}$.

(2) 由题意可知超重报警灯亮起时封闭气体的内能 $U'=\frac{5}{4}U$,

→ **关键点:** 理想气体的内能与热力学温度成正比

内能增量 $\Delta U=\frac{1}{4}U$,
由热力学第一定律有 $\Delta U=-Q+W$,
解得 $W=\frac{1}{4}U+Q$,
对活塞和重物,根据动能定理有
 $(2m+m)gl+p_0Sl-W=\frac{1}{2}\times(2m+m)v^2$,
解得 $v=\sqrt{2gl+\frac{4p_0lS-U-4Q}{6m}}$.

第一~三章高考强化

刷真题

1. **C** 【解析】两个分子间距离 r 等于 r_0 时分子势能为零,分子间距离从 r_0 开始增大时,分子间作用力表现为引力,分子间作用力做负功,分子势能增大;分子间距离从 r_0 开始减小时,分子间作用力表现为斥力,分子间作用力也做负功,分子势

能也增大;可知当 r 不等于 r_0 时, E_p 为正,**C 正确**.

2. **AB** 【解析】估测油酸分子大小时,可以把油酸分子简化为球形,**A 正确**;分子在永不停息地做无规则热运动,油膜稳定时,油酸分子还在做热运动,**B 正确**;在计算油膜面积时,对于周边不完整的格子,不足半格的计面积,大于等于半格

的计一个单位面积, **C 错误**;为了使油酸充分展开,需将油酸在酒精中稀释后再滴入水中,故油酸酒精溶液更易在水面形成单分子油膜, **D 错误**。

3. C 【解析】理想气体质量不变,则分子总数不变,气体体积不变,则分子的数密度不变,平均每个分子占据的空间大小不变,即分子间平均距离保持不变, **A、B 错误**;由图像可知气体在状态乙相比于在状态甲“各速率区间的分子数占总分子数的百分比”中分子速率大的更多,即气体在状态乙温度更高,分子的平均动能较大, **C 正确**;气体温度较高,分子的平均速率较大,气体体积不变,则单位时间内分子碰撞单位面积器壁的次数较多, **D 错误**。

4. B 【解析】本实验目的是探究一定质量的气体在等温条件下气体压强和体积的关系,为保持温度不变,柱塞应缓慢移动;若在橡胶套处接另一注射器,则橡胶套中气体的体积无法测量,增大了气体体积的测量误差, **B 正确**。

5. B 【解析】糖果瓶从刚进入车厢到进入车厢一段时间后,瓶内气体温度升高,内能变大, **A 错误**;气体体积不变,由查理定律可知,温度升高,压强变大, **B 正确**;糖果瓶气密性良好,气体分子数不变,气体体积不变,则分子的数密度不变, **C 错误**;气体的温度升高,分子的平均动能变大,但并非每个分子动能都变大, **D 错误**。

6. AC 【解析】设开始时两部分气体压强为 p_0 ,固定 $M、N$,假设 P 不动,由查理定律得 $\Delta p_1 = \frac{\Delta T}{T_1} p_0$, $\Delta p_2 = \frac{\Delta T}{T_2} p_0$,又 $T_1 < T_2$,则 $\Delta p_1 > \Delta p_2$,故 P 将右移, **A 正确, B 错误**;保持 $T_1、T_2$ 不变,假设 P 不动, $M、N$ 移动相同的距离,则两部分气体体积减小量相同,由玻意耳定律得 $p_0 V_1 = p_1 (V_1 - \Delta V)$, $p_0 V_2 = p_2 (V_2 - \Delta V)$,解得 $p_1 = \frac{1}{1 - \frac{\Delta V}{V_1}} p_0$, $p_2 = \frac{1}{1 - \frac{\Delta V}{V_2}} p_0$,又 $V_1 < V_2$,则 $p_1 > p_2$,故 P 将

右移, **C 正确, D 错误**。

方法总结 液柱或活塞移动方向的判断

气体被液柱或活塞隔开时	温度不变	利用玻意耳定律($p_1 V_1 = p_2 V_2$)直接判断	
	温度升高(降低)	先假设体积不变,两侧的气体分别做等容变化,根据查理定律分别求出两侧的压强差 $\Delta p = \frac{\Delta T}{T} p$	<p>若两侧面积相同,直接比较 Δp 的大小,活塞和液柱向 Δp 小(大)的方向移动</p> <p>若两侧面积不同,比较 $S \Delta p$ 的大小,活塞和液柱向 $S \Delta p$ 小(大)的方向移动</p>

7. (1) 8×10^4 Pa (2) 4.8×10^3 N

【解析】(1)由题知,整个过程可认为气体的体积不变,由查

$$\text{理定律得 } \frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2},$$

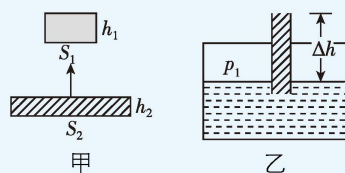
$$\text{解得 } p_2 = 8 \times 10^4 \text{ Pa.}$$

(2)根据压强的定义,观测台所受的压力大小为

$$F = p_2 S = 4.8 \times 10^3 \text{ N.}$$

8. (1) 0.05 m (2) 1.2×10^5 Pa (3) 1.35×10^5 Pa

思路导引 构建“液柱+两团气”气体状态变化模型,由几何关系确定“两团气”的体积关系,由液柱封闭压强确定两团气的压强关系.在计算压强时,需要注意液柱的总高度等于三部分高度之和。



【解析】(1)金属液刚好充满铸型室时,由几何关系可得

$$h_1 S_1 = h_2 S_2,$$

$$\text{解得 } h_2 = 0.05 \text{ m,}$$

$$\text{气室内的气体压强为 } p_1, \text{ 有 } p_1 = p_0 + \rho g (H + h_1 + h_2),$$

易错点: 注意液柱高度为三部分高度之和

$$\text{解得 } p_1 = 1.2 \times 10^5 \text{ Pa.}$$

(2)初始时铸型室内的气体压强为 p_0 ,设注气后铸型室内的气体压强为 p_3 ,由玻意耳定律有 $p_0 h_1 S_1 = p_3 (h_1 - h_3) S_1$,

当铸型室内的金属液高度为 h_3 时,设气室内液面下降了 h_4 ,有 $h_4 S_2 = h_3 S_1$,

$$\text{气室内的压强 } p_2 = p_3 + \rho g (H + h_3 + h_4),$$

$$\text{解得 } p_2 = 1.35 \times 10^5 \text{ Pa.}$$

9. (1) 2 cm (2) 892 cm³

【解析】(1)液面内外相平时,长柄内气体压强为 $p_1 = p_0$,长度为 $H - x$,

将汲液器提出液面时,长柄内气体压强为 $p_2 = p_0 - \rho g h$,长度为 H ,

气体发生等温变化,根据玻意耳定律有

$$p_1 (H - x) S_1 = p_2 H S_1,$$

$$\text{解得 } x = 2 \text{ cm.}$$

(2)当储液罐中剩余一半液体时,气体压强为 $p_3 = p_0 - \frac{1}{2} \rho g h$,

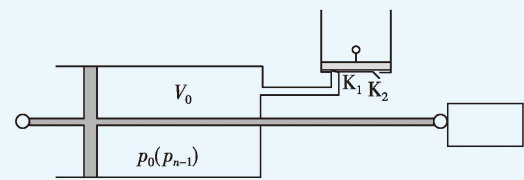
$$\text{气体体积为 } H S_1 + \frac{1}{2} h S_2,$$

$$\text{由玻意耳定律有 } p_2 H S_1 + p_0 V = p_3 \left(H S_1 + \frac{1}{2} h S_2 \right),$$

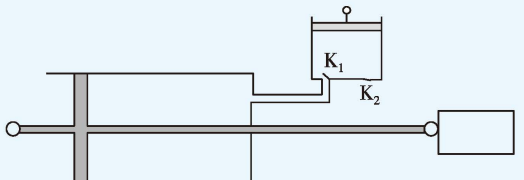
$$\text{解得 } V = 892 \text{ cm}^3.$$

10. (1) $\frac{V_0}{V_0+V_1}p_0$ (2) $p_0S\left[1-\left(\frac{V_0}{V_0+V_1}\right)^n\right]$

思路导引 第1次(第n次)抽气前后的状态分析.



抽气前, K_1 闭合, K_2 打开, 抽气前瞬间气体体积为 V_0



抽气时, K_1 打开, K_2 闭合, 抽气后瞬间气体体积为 (V_0+V_1)

【解析】(1) 将助力气室和抽气气室两个空间看作一个整体,

关键点: 将变质量问题转化为等质量问题

根据题意可知,第1次抽气过程,整体空间内气体体积从 V_0 变为 V_0+V_1 , 气体温度不变,根据玻意耳定律有 $p_0V_0=p_1(V_0+V_1)$,

解得 $p_1=\frac{V_0}{V_0+V_1}p_0$.

(2)第2次抽气过程,有 $p_1V_0=p_2(V_0+V_1)$,

解得助力气室内的气体压强 $p_2=\frac{V_0}{V_0+V_1}p_1=\left(\frac{V_0}{V_0+V_1}\right)^2p_0$,

则第n次抽气后,助力气室内的气体压强 $p_n=\left(\frac{V_0}{V_0+V_1}\right)^np_0$,

此时刹车助力系统装置为驾驶员省力的大小为助力活塞两侧气体压力之差,即 $\Delta F=p_0S-p_nS=p_0S\left[1-\left(\frac{V_0}{V_0+V_1}\right)^n\right]$.

11. B 【解析】由理想气体状态方程 $\frac{pV}{T}=C$ 和题图可知, $p-T$ 图像中过原点的图线为等容线,即气体由状态A变化到状态

关键点: 由函数式结合图像,提取出图像隐含信息

B 为等容变化,气体分子的数密度不变,A 错误;气体由状态A变化到状态B 温度升高,温度是气体分子平均动能的标志,故气体分子的平均动能增大,B 正确;单位时间内气体分子对单位面积器壁的作用力大小等于压强大小,从状态A到状态B 气体压强增大,即单位时间内气体分子对单位面积器壁的作用力增大,C 错误;由于气体分子的平均速率增大,气体体积不变,则单位时间内与单位面积器壁碰撞的气体分子数增多,D 错误.

12. (1) $2.0\times10^5\text{ Pa}$ (2) 2.0 m^3

【解析】(1) 气体在状态A 和D 体积相同,根据查理定律有

$\frac{p_A}{p_D}=\frac{T_1}{T_2}$,

解得 $p_D=2.0\times10^5\text{ Pa}$.

(2) 气体在状态B 与C 体积相同,均为 V_2 ,对于气体在状态

A 和状态C,根据理想气体状态方程,有 $\frac{p_AV_1}{T_1}=\frac{p_CV_2}{T_2}$,

解得 $V_2=2.0\text{ m}^3$.

13. D

思路导引 一定质量的理想气体的内能只与温度有关;汽缸导热,所以气体温度与外界温度相同,活塞稳定时有 $mg+p_0S=pS$.

【解析】

选项	分析	结论
A	活塞从a到b的过程中,对活塞受力分析,有 $pS=mg+p_0S$,重力和大气压强不变,所以汽缸内气体压强不变	×
B	活塞从a到b的过程中,温度降低,所以汽缸内气体内能变小	×
C	活塞从b到a的过程中,温度不变,气体体积增大,所以汽缸内气体压强减小	×
D	活塞从b到a的过程中,温度不变,所以汽缸内气体内能不变	√

14. A 【解析】

选项	分析	结论
A	皮球体积变大,则皮球内封闭气体体积变大,气体对外做功	√
B	根据热力学第一定律 $\Delta U=Q+W$,气体对外做功且内能增大,则气体从外界吸收热量	×
C	在此过程中皮球未漏气,故气体分子数不变,气体体积变大,分子的数密度减小	×
D	温度升高,气体分子的平均速率增大,但并非每个分子的速率都增大	×

15. (1) $\frac{4}{3}h_1$ (2) $\frac{8p_0h_1S}{63}$

【解析】(1) $T_1\rightarrow T_2$ 升温过程中,理想气体等压膨胀,由盖-吕萨克定律得 $\frac{h_1S}{T_1}=\frac{h_2S}{T_2}$,

解得 $h_2=\frac{4}{3}h_1$.

(2) 活塞缓慢上升,由受力平衡得 $p_0S+f_0=p_1S$,

解得封闭的理想气体压强 $p_1=\frac{22}{21}p_0$,

$T_1\rightarrow T_2$ 升温过程中,理想气体等压膨胀,外界对气体做功

$W_1=-p_1(h_2-h_1)S=-\frac{22p_0h_1S}{63}$,

$T_2 \rightarrow T_3$ 降温过程中, 气体发生等容变化, 外界对气体做功 $W_2 = 0$,

活塞缓慢下降时, 受力平衡, 有 $p_0 S = f_0 + p_3 S$,

解得封闭的理想气体压强 $p_3 = \frac{20}{21} p_0$,

$T_3 \rightarrow T_4$ 降温过程中, 理想气体等压压缩, 由盖-吕萨克定律

$$\frac{h_2 S}{T_3} = \frac{h_4 S}{T_4},$$

$$\text{解得 } h_4 = \frac{11}{10} h_1,$$

$$\text{外界对气体做功 } W_3 = p_3 (h_2 - h_4) S = \frac{2p_0 h_1 S}{9},$$

$$\text{全程外界对气体做功 } W = W_1 + W_2 + W_3 = \frac{-8p_0 h_1 S}{63},$$

因为 $T_1 = T_4$, 故封闭的理想气体总内能变化 $\Delta U = 0$,

由热力学第一定律得 $\Delta U = W + Q$,

$$\text{解得 } Q = \frac{8p_0 h_1 S}{63},$$

$$\text{故封闭气体吸收的净热量 } Q = \frac{8p_0 h_1 S}{63}.$$

刷原创

1. AD 【解析】 $a \rightarrow b$ 过程中, 气体体积不变, 压强增大, 根据查理定律可知, 气体温度升高, 内能增加, 根据热力学第一定律可知, 气体吸热, 故 A 正确. $b \rightarrow c$ 过程, 根据理想气体状态方

程可得 $\frac{p_2 V_1}{T_2} = \frac{p_1 V_2}{T_3}$, 可知 $\frac{T_2}{T_3} = \frac{p_2 V_1}{p_1 V_2}$, 故 B 错误. $b \rightarrow c$ 过程是绝热过程, 气体不吸热也不放热, 即 $Q = 0$, 气体的体积增大, 对外界做正功, 即 $W < 0$, 根据热力学第一定律 $\Delta U = Q + W$ 可知, 内能减少, 气体的温度降低, 故 C 错误, D 正确.

$$2. (1) \frac{p_0 + \rho g h_2}{p_0 + \rho g h_1} T_1 \quad (2) \frac{p_0 + 2\rho g h_1}{2p_0 + 2\rho g h_1} T_1$$

【解析】(1) 设待测系统温度为 T_1 时, B 内气体的压强为 p_1 , 根据平衡条件得 $p_0 + \rho g h_1 = p_1$,

设待测系统温度为 T_2 时, B 内气体的压强为 p_2 , 根据平衡条件得 $p_0 + \rho g h_2 = p_2$,

B 内气体的体积保持不变, 根据查理定律可得 $\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$,

$$\text{联立解得 } T_2 = \frac{p_0 + \rho g h_2}{p_0 + \rho g h_1} T_1.$$

(2) 设当外界压强为 $\frac{p_0}{2}$ 时, 此时 B 内的气体压强为 p'_1 ,

根据平衡条件得 $\frac{p_0}{2} + \rho g h_1 = p'_1$,

B 内气体的体积保持不变, 根据查理定律可得 $\frac{p_1}{T_1} = \frac{p'_1}{T'_1}$,

$$\text{联立解得 } T'_1 = \frac{p_0 + 2\rho g h_1}{2p_0 + 2\rho g h_1} T_1.$$

第四章 原子结构和波粒二象性

第 1 节 普朗克黑体辐射理论

刷基础

1. D 【解析】能量子假说认为, 物质发射 (或吸收) 能量时, 能量不是连续的, 而是一份一份进行的, 每一份能量单位, 称为“能量子”, A、B 正确, D 错误; 能量子的能量 $\varepsilon = h\nu$, 其中 ν 为带电微粒的振动频率, h 为普朗克常量, C 正确. 本题选说法不正确的, 故选 D.
2. B 【解析】爱因斯坦为了解释光电效应的规律, 提出了光子说, 普朗克为了解释黑体辐射现象, 第一次提出了能量量子化理论, A 错误; 黑体的热辐射实际上是电磁辐射, 是以光子的形式辐射的, B 正确; 一般物体辐射电磁波的情况与物体的温度、物体的材料有关, 而黑体辐射电磁波的情况只与物体的温度有关, C 错误; 黑体能吸收一切光, 不是黑色的物体, 黑体辐射的强度与温度有关, 温度越高, 黑体辐射的强度越大, 随着温度的升高, 黑体辐射强度的极大值向波长较短的方向移动, D 错误.
3. A 【解析】由黑体辐射的实验规律可知, 黑体辐射强度按波长的分布只跟黑体温度有关, 与黑体材料无关, 故 A 正确; 根据黑体辐射的实验规律可知, 温度降低时, 各种波长的光波辐射强度均有所减小, 故 B 错误; 由题图可知, 当温度升高

时, 辐射强度的极大值向波长较短的方向移动, 故 C 错误; 黑体能够完全吸收照射到它上面的所有电磁波, 故 D 错误.

4. C

思路导引 根据普朗克的假设, 物体辐射电磁波是一份一份的, 每一份能量为 $\varepsilon = h\nu$. 显然, 如果辐射 n 个能量子, 那么辐射的总能量为 $n h\nu$. 灯向周围辐射的能量是均匀的, 在以电灯为球心的任意一个球面上相同时间内通过的能量子的数量相同.

【解析】在距电灯 10 m 远处, 以电灯为球心的球面上, 1 m^2 的面积每秒通过的光子的能量为 $E = \frac{PtS}{4\pi R^2}$, 一个光子的能量为

→ 关键点: 光子的传播为一簇球面

$$\varepsilon = h \frac{c}{\lambda}, 1 \text{ m}^2 \text{ 的面积每秒通过的光子 (能量子) 数约为 } n =$$

$$\frac{E}{\varepsilon} = \frac{PtS\lambda}{4\pi R^2 hc} \approx 2 \times 10^{17}. \text{ 故选 C.}$$

$$5. (1) 2.36 \times 10^{31} (\text{个}) \quad (2) 9.44 \times 10^{23} (\text{个}) \quad 1.0 \times 10^{-3} \text{ W}$$

【解析】(1) 能量子的能量为 $\varepsilon = h\nu = h \frac{c}{\lambda}$,

设电台每秒发射的能量子数为 N , 有 $N\varepsilon = Pt$,