1 已知一定量的某种理想气体，在温度为 T_1 与 T_2 时的分子最概然速率分别为 v_{p1} 和 v_{p2}，分子速率分布函数的最大值分别为 $f(v_{p1})$ 和 $f(v_{p2})$．若 $T_1>T_2$，则

(A) $v_{p1} > v_{p2}$， $f(v_{p1})> f(v_{p2})$．

(B) $v_{p1} > v_{p2}$， $f(v_{p1})< f(v_{p2})$．

(C) $v_{p1} < v_{p2}$， $f(v_{p1})> f(v_{p2})$． B

(D) $v_{p1} < v_{p2}$， $f(v_{p1})< f(v_{p2})$． [ ]

2 在一个体积不变的容器中，储有一定量的理想气体，温度为 T_0 时，气体分子的平均速率为 $\bar{v}_0$，分子平均碰撞次数为 $\bar{Z}_0$，平均自由程为 $\bar{\lambda}_0$．当气体温度升高为 $4T_0$ 时，气体分子的平均速率 $\bar{v}$，平均碰撞频率 $\bar{Z}$ 和平均自由程 $\bar{\lambda}$ 分别为：

(A) $\bar{v}=4\overline{v_0}$， $\bar{Z}=4\bar{Z}_0$， $\bar{\lambda}=4\bar{\lambda}_0$．

(B) $\bar{v}=2\overline{v_0}$， $\bar{Z}=2\bar{Z}_0$， $\bar{\lambda}=\bar{\lambda}_0$． B

(C) $\bar{v}=2\overline{v_0}$， $\bar{Z}=2\bar{Z}_0$， $\bar{\lambda}=4\bar{\lambda}_0$．

(D) $\bar{v}=4\overline{v_0}$， $\bar{Z}=2\bar{Z}_0$， $\bar{\lambda}=\bar{\lambda}_0$． [ ]

3 用公式 $\Delta E=\nu C_V \Delta T$ (式中 C_V 为定体摩尔热容量，视为常量，ν 为气体摩尔数)计算理想气体内能增量时，此式

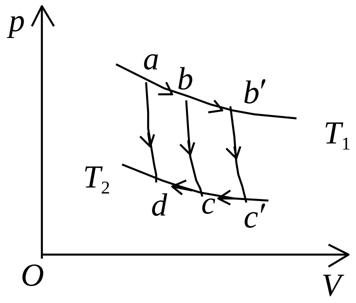
(A) 只适用于准静态的等体过程．

(B) 只适用于一切等体过程．

(C) 只适用于一切准静态过程．

(D) 适用于一切始末态为平衡态的过程． [ ] D

4 如果卡诺热机的循环曲线所包围的面积从图中的 $abcda$ 增大为 $ab'c'da$，那么循环 $abcda$ 与 $ab'c'da$ 所作的净功和热机效率变化情况是：



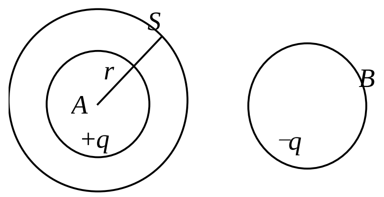
(A) 净功增大，效率提高．

(B) 净功增大，效率降低．

(C) 净功和效率都不变．

(D) 净功增大，效率不变． D [ ]

5 A 和 B 为两个均匀带电球体，A 带电荷 $+q$，B 带电荷 $-q$，作一与 A 同心的球面 S 为高斯面，如图所示．则



(A) 通过 S 面的电场强度通量为零，S 面上各点的场强为零．

(B) 通过 S 面的电场强度通量为 q/ε_0，S 面上场强的大小为 $E=\dfrac{q}{4\pi\varepsilon_0 r^2}$．

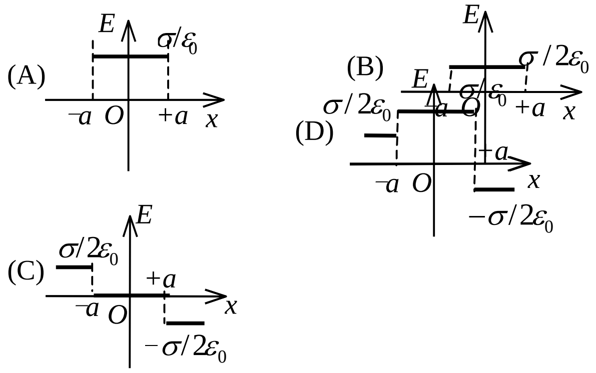
(C) 通过 S 面的电场强度通量为 $(-q)/\varepsilon_0$，S 面上场强的大小为 $E=\dfrac{q}{4\pi\varepsilon_0 r^2}$．

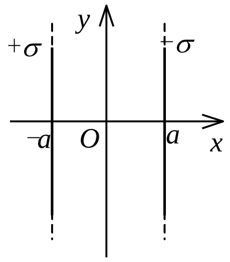
(D) 通过 S 面的电场强度通量为 q/ε_0，但 S 面上各点的场强不能直接由高斯定理求出． D

[ ]

6 电荷面密度分别为＋σ和－σ的两块“无限大”均匀带电的平行平板，如图放置，则其周围空间各点电场强度 随位置坐标 x 变化的关系曲线为：(设场强方向向右为正、向左为负)

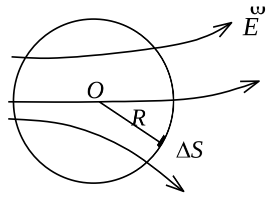
[ ]





A

7 在空间有一非均匀电场，其电场线分布如图所示．在电场中作一半径为 R 的闭合球面 S，已知通过球面上某一面元ΔS 的电场强度通量为$\Delta \Phi_e$，则通过该球面其余部分的电场强度通量为



(A) $-\Delta\Phi_e$.　　(B) $\dfrac{4\pi R^2}{\Delta S}\Delta\Phi_e$.

(C) $\dfrac{4\pi R^2-\Delta S}{\Delta S}\Delta\Phi_e$.　　(D) 0.

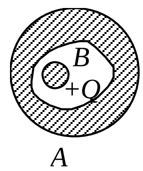
[　　　] A

8 充了电的平行板电容器两极板(看作很大的平板)间的静电作用力 F 与两极板间的电压 U 的关系是：

(A) $F\propto U$.　　(B) $F\propto 1/U$.　　D

(C) $F\propto 1/U^2$.　　(D) $F\propto U^2$.　　[　　　]

9　在一个原来不带电的外表面为球形的空腔导体 A 内，放一带有电荷为$+Q$ 的带电导体 B，如图所示．则比较空腔导体 A 的电势 U_A 和导体 B 的电势 U_B 时，可得以下结论：



(A)　$U_A = U_B$.　　(B)　$U_A > U_B$.　　C

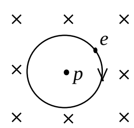
(C)　$U_A < U_B$.　　(D)　因空腔形状不是球形，两者无法比较．　[　　　]

10 设有一个带正电的导体球壳．当球壳内充满电介质、球壳外是真空时，球壳外一点的场强大小和电势用 E_1，U_1 表示；而球壳内、外均为真空时，壳外一点的场强大小和电势用 E_2，U_2 表示，则两种情况下壳外同一点处的场强大小和电势大小的关系为

(A)　$E_1 = E_2$，$U_1 = U_2$.　　(B)　$E_1 = E_2$，$U_1 > U_2$.　　A

(C)　$E_1 > E_2$，$U_1 > U_2$.　　(D)　$E_1 < E_2$，$U_1 < U_2$.　　[　　　]

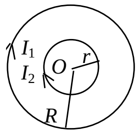
11 按玻尔的氢原子理论，电子在以质子为中心、半径为 r 的圆形轨道上运动．如果把这样一个原子放在均匀的外磁场中，使电子轨道平面与 $\vec{B}$ 垂直，如图所示，则在 r 不变的情况下，电子轨道运动的角速度将：



(A)　增加．　　(B)　减小．　　A

(C)　不变．　　(D)　改变方向．　　[　　　]

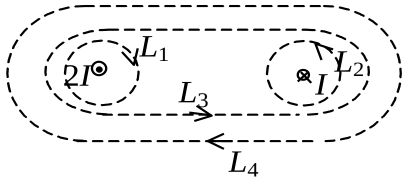
12 两个同心圆线圈，大圆半径为 R，通有电流 I_1；小圆半径为 r，通有电流 I_2，方向如图．若 $r << R$ (大线圈在小线圈处产生的磁场近似为均匀磁场)，当它们处在同一平面内时小线圈所受磁力矩的大小为



(A) $\dfrac{\mu_0 \pi I_1 I_2 r^2}{2R}$．　　(B) $\dfrac{\mu_0 I_1 I_2 r^2}{2R}$．　　D

(C) $\dfrac{\mu_0 \pi I_1 I_2 R^2}{2r}$．　　(D) 0．　　[　　]

13 如图，流出纸面的电流为 $2I$，流进纸面的电流为 I，则下述各式中哪一个是正确的？



(A) $\oint_{L_1} \vec{H} \cdot \mathrm{d}\vec{l} = 2I$．　　(B) $\oint_{L_2} \vec{H} \cdot \mathrm{d}\vec{l} = I$

(C) $\oint_{L_3} \vec{H} \cdot \mathrm{d}\vec{l} = -I$．　　(D) $\oint_{L_4} \vec{H} \cdot \mathrm{d}\vec{l} = -I$．

[　　]

D

14 对位移电流，有下述四种说法，请指出哪一种说法正确．

(A) 位移电流是指变化电场．

(B) 位移电流是由线性变化磁场产生的．

(C) 位移电流的热效应服从焦耳—楞次定律．　　A

(D) 位移电流的磁效应不服从安培环路定理．　　[　　]

15 两个通有电流的平面圆线圈相距不远，如果要使其互感系数近似为零，则应调整线圈的取向使

(A) 两线圈平面都平行于两圆心连线．

(B) 两线圈平面都垂直于两圆心连线．　　C

(C) 一个线圈平面平行于两圆心连线，另一个线圈平面垂直于两圆心连线．

(D) 两线圈中电流方向相反．　　[　　]

16 真空中一根无限长直细导线上通电流 I，则距导线垂直距离为 a 的空间某点处的磁能密度为

(A) $\dfrac{1}{2}\mu_0 (\dfrac{\mu_0 I}{2\pi a})^2$　　(B) $\dfrac{1}{2\mu_0}(\dfrac{\mu_0 I}{2\pi a})^2$　　B

(C) $\dfrac{1}{2}(\dfrac{2\pi a}{\mu_0 I})^2$　　(D) $\dfrac{1}{2\mu_0}(\dfrac{\mu_0 I}{2a})^2$　　[　　]

17 在感应电场中电磁感应定律可写成 $\oint_L \vec{E}_K \cdot \mathrm{d}\vec{l} = -\dfrac{\mathrm{d}\Phi}{\mathrm{d}t}$，式中 $\vec{E}_K$ 为感应电场的电场强度．此式表明：

(A) 闭合曲线 L 上 $\vec{E}_K$ 处处相等．

(B) 感应电场是保守力场．　　D

(C) 感应电场的电场强度线不是闭合曲线．

(D) 在感应电场中不能像对静电场那样引入电势的概念．　　[　　]

18 已知粒子在一维矩形无限深势阱中运动，其波函数为：

$$\psi(x)=\frac{1}{\sqrt{a}}\cdot\cos\frac{3\pi x}{2a},\quad (-a\leqslant x\leqslant a)$$

那么粒子在 $x = 5a/6$ 处出现的概率密度为

(A) $1/(2a)$.　　(B) $1/a$.　　A

(C) $1/\sqrt{2a}$.　　(D) $1/\sqrt{a}$　.　　[　　]

19 设氢原子的动能等于氢原子处于温度为 T 的热平衡状态时的平均动能，氢原子的质量为 m，那么此氢原子的德布罗意波长为

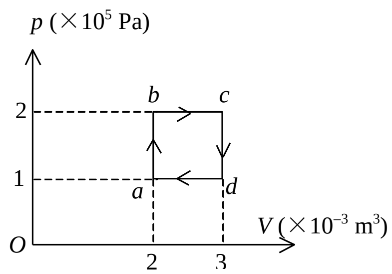
(A) $\lambda=\frac{h}{\sqrt{3mkT}}$.　　(B) $\lambda=\frac{h}{\sqrt{5mkT}}$.

(C) $\lambda=\frac{\sqrt{3mkT}}{h}$.　　(D) $\lambda=\frac{\sqrt{5mkT}}{h}$.　　[　　]

A

1-5 BBDDD 6-10AADCA 11-15 ADDAC 16-19BDAA

20（10 分）如图所示，$abcda$ 为 1 mol 单原子分子理想气体的循环过程，求：



(1) 气体循环一次，在吸热过程中从外界共吸收的热量；

(2) 气体循环一次对外做的净功；

(3) 证明 在 $abcd$ 四态，气体的温度有 $T_aT_c=T_bT_d$.

解：(1) 过程 ab 与 bc 为吸热过程，

吸热总和为　　$Q_1=C_V(T_b-T_a)+C_p(T_c-T_b)$

$$=\frac{3}{2}(p_bV_b-p_aV_a)+\frac{5}{2}(p_cV_c-p_bV_b)$$

$=800$ J　　4 分

(2) 循环过程对外所作总功为图中矩形面积

$W = p_b(V_c-V_b)-p_d(V_d-V_a) =100$ J　　2 分

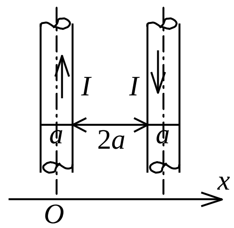
(3) $T_a=p_aV_a/R$，$T_c = p_cV_c/R$，　$T_b = p_bV_b/R$，$T_d = p_dV_d/R$，

$T_aT_c = (p_aV_a\,p_cV_c)/R^2=(12\times10^4)/R^2$

$T_bT_d = (p_bV_b\,p_dV_d)/R^2=(12\times10^4)/R^2$

∴　　$T_aT_c=T_bT_d$　　4 分

21（5 分）如图所示，有两根平行放置的长直载流导线．它们的直径为 a，反向流过相同大小的电流 I，电流在导线内均匀分布．试在图示的坐标系中求出 x 轴上两导线之间区域 $[\frac{1}{2}a,\ \frac{5}{2}a]$ 内磁感强度的分布．

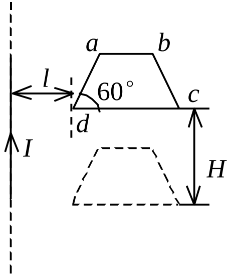


解：应用安培环路定理和磁场叠加原理可得磁场分布为，

$$B=\frac{\mu_0 I}{2\pi x}+\frac{\mu_0 I}{2\pi(3a-x)}\qquad (\frac{a}{2}\leq x\leq\frac{5}{2}a)$$　　4 分

$\vec{B}$ 的方向垂直 x 轴及图面向里．　　1 分

22（10 分） 如图所示，一长直导线通有电流 I，其旁共面地放置一匀质金属梯形线框 $abcda$，已知：$da = ab = bc = L$，两斜边与下底边夹角均为 60°，d 点与导线相距 l．今线框从静止开始自由下落 H 高度，且保持线框平面与长直导线始终共面，求：



(1) 下落高度为 H 的瞬间，线框中的感应电流为多少？

(2) 该瞬时线框中电势最高处与电势最低处之间的电势差为多少？

解：(1)由于线框垂直下落，线框所包围面积内的磁通量无变化，故感应电流

$$I_i = 0$$ 2 分

(2) 设 dc 边长为 l'，则由图可见

$$l' = L + 2L\cos 60^\circ = 2L$$

取 $d \to c$ 的方向为 dc 边内感应电动势的正向，则

$$\mathscr{E}_{dc} = \int_d^c (\vec{v} \times \vec{B}) \cdot \mathrm{d}\vec{l} = \int_d^c vB\,\mathrm{d}l = \int_0^{l'} \sqrt{2gH} \cdot \frac{\mu_0 I}{2\pi(r+l)}\mathrm{d}r$$

$$= \frac{\mu_0 I}{2\pi}\sqrt{2gH}\ln\frac{l'+l}{l} = \frac{\mu_0 I}{2\pi}\sqrt{2gH}\ln\frac{l+2L}{l}$$ 3 分

$\mathscr{E}_{dc} > 0$，说明 cd 段内电动势的方向由 $d \to c$ 2 分

由于回路内无电流 $V_{cd} = U_c - U_d = \mathscr{E}_{dc} = \dfrac{\mu_0 I}{2\pi}\sqrt{2gH}\ln\dfrac{2L+l}{l}$ 2 分

因为 c 点电势最高，d 点电势最低，故：V_{cd} 为电势最高处与电势最低处之间的电势差． 1 分

23.（本题 10 分）（4767）

当氢原子从某初始状态跃迁到激发能(从基态到激发态所需的能量)为ΔE = 10.19 eV 的状态时，发射出光子的波长是λ=4860 Å，试求该初始状态的能量和主量子数．(普朗克常量 h =6.63×10^{-34} J·s，1 eV =1.60×10^{-19} J) 4

解：所发射的光子能量为 $\varepsilon = hc/\lambda = 2.56$ eV 2 分

氢原子在激发能为 10.19 eV 的能级时，其能量为

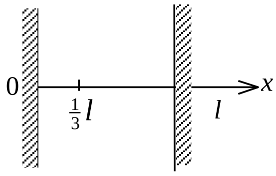
$$E_K = E_1 + \Delta E = -3.41 \text{ eV}$$ 3 分

氢原子在初始状态的能量为 $E_n = \varepsilon + E_K = -0.85$ eV 3 分

该初始状态的主量子数为 $n = \sqrt{\dfrac{E_1}{E_n}} = 4$ 2 分

24.（本题 8 分）（5371）

一粒子被限制在相距为 l 的两个不可穿透的壁之间，如图所示．描写粒子状态的波函数为 $\psi = cx(l-x)$，其中 c 为待定常量．求在 0~$\frac{1}{3}l$ 区间发现该粒子的概率． 4



解：由波函数的性质得

$$\int_0^l |\psi|^2 \, \mathrm{d}x = 1$$

即 $$\int_0^l c^2 x^2 (l - x)^2 \, \mathrm{d}x = 1,$$

由此解得 $c^2 = 30 / l^5$， $c = \sqrt{30/l} / l^2$ 3 分

设在 0 – l/3 区间内发现该粒子的概率为 P，则

$$P = \int_0^{l/3} |\psi|^2 \, \mathrm{d}x = \int_0^{l/3} 30x^2 [(l - x)^2 / l^5] \mathrm{d}x = \frac{17}{81}$$ 5 分