2012 级大学物理 1B（A 卷）

一、单项选择题（在每个小题的四个备选答案中，选出一个正确答案，并将其代码填入答题纸的对应位置。每题 3 分，共 60 分）

1. 关于两个点电荷之间相互作用，下列说法中正确的是

(A)带电量不变时，同号点电荷相距越远，相互作用力越大

(B) 带电量不变时，异号点电荷相距越远，相互作用力越大

(C) 带电量不变时，相距越远，相互作用力越小，与电荷正负无关

(D)当两电荷非常接近时，其库仑力可以无穷大

2. 如图 1 所示，O 点为边长为 l 的正方形 abcd 的几何中心，OP 垂直于该正方形所在平面，OP 长为 $\frac{1}{2}l$， 一个电荷为 q 的点电荷位于 P 点，则通过面 $abcd$ 的电场强度通量等于

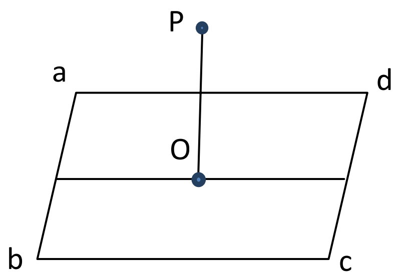

图 1

(A) $\dfrac{q}{6\varepsilon_0}$ (B) $\dfrac{q}{12\varepsilon_0}$

(C) $\dfrac{q}{24\varepsilon_0}$ (D) $\dfrac{q}{48\varepsilon_0}$

3.如图 2 所示，边长为 l 的正方形，在其四个顶点上各放有等量的点电荷．若正方形中心 O 处的场强值和电势值都等于零，则

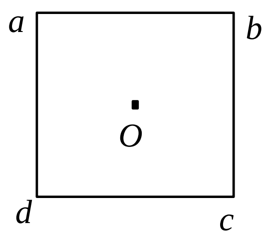

图 2

(A) 顶点 a、b、c、d 处都是正电荷

(B) 顶点 a、b 处是正电荷，c、d 处是负电荷

(C)顶点 a、c 处是正电荷，b、d 处是负电荷

(D)顶点 a、b、c、d 处都是负电荷

4. 一个带电量为 Q 的空腔导体球壳，内半径为 R，外半径为 R'．在腔内离球心的距离为 d 处($d<R$)，固定一点电荷$+q$，如图 3 所示．选无穷远处为电势零点，则球心 O 处的电势为

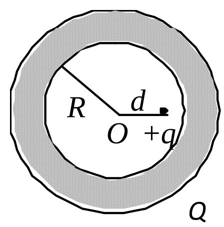

图 3

(A) $\dfrac{1}{4\pi\varepsilon_0}\left(\dfrac{q}{d}-\dfrac{q}{R}+\dfrac{Q+q}{R^{'}}\right)$ (B) $\dfrac{q}{4\pi\varepsilon_0 d}$

(C) $-\dfrac{q}{4\pi\varepsilon_0 R}$ (D) $\dfrac{q}{4\pi\varepsilon_0}(\dfrac{1}{d}-\dfrac{1}{R})$

5. 一个平行板电容器，充电后与电源断开，当用绝缘手柄将电容器两极板间距离拉大，则两极板间的电势差 U、电场强度的大小 E、电场能量 W 将发生如下变化

(A) U 减小，E 减小，W 减小 (B) U 增大，E 增大，W 增大

(C)U 增大，E 不变，W 增大 (D) U 减小，E 不变，W 不变

6. 两个同心薄金属球壳，半径分别为 R_1 和 $R_2(R_2>R_1)$，若分别带上电荷 q_1 和 q_2，则两者的电势分别为 U_1 和 U_2(选无穷远处为电势零点)．现用导线将两球壳相连接，则它们的电势为

(A) U_1(B) U_2(C) $U_1 + U_2$(D) $\dfrac{1}{2}(U_1+U_2)$

7. 一空气平行板电容器，充电后电容器中储存的能量为 W_0，在保持电源接通的条件下，在两极间充满相对电容率为 ε_r 的各向同性均匀电介质，则该电容器中储存的能量 W 为

(A) $W = W_0/\varepsilon_r$(B) $W = \varepsilon_r W_0$(C) $W = (1+\varepsilon_r)W_0$(D) $W = W_0$

8. 在图4(a)和(b)中各有一半径相同的圆形回路 L_1、L_2，圆周内有电流 I_1、I_2，其分布相同，且均在真空中，但在(b)图中 L_2 回路外有电流 I_3，P_1、P_2 为两圆形回路上的对应点，则

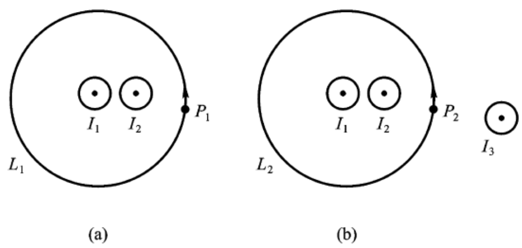

图 4

（A）$\oint_{L_1}\boldsymbol{B}\cdot d\boldsymbol{l}=\oint_{L_2}\boldsymbol{B}\cdot d\boldsymbol{l}$，$B_{P_1}=B_{P_2}$

（B）$\oint_{L_1}\boldsymbol{B}\cdot d\boldsymbol{l}\neq\oint_{L_2}\boldsymbol{B}\cdot d\boldsymbol{l}$，$B_{P_1}=B_{P_2}$

（C）$\oint_{L_1}\boldsymbol{B}\cdot d\boldsymbol{l}=\oint_{L_2}\boldsymbol{B}\cdot d\boldsymbol{l}$，$B_{P_1}\neq B_{P_2}$

（D）$\oint_{L_1}\boldsymbol{B}\cdot d\boldsymbol{l}\neq\oint_{L_2}\boldsymbol{B}\cdot d\boldsymbol{l}$，$B_{P_1}\neq B_{P_2}$

9.一载有电流 I 的细导线分别均匀密绕在半径为 R 和 r 的长直圆筒上形成两个螺

线管，两螺线管单位长度上的匝数相等．设 $R = 2r$，则两螺线管中的磁感强度大小 B_R 和 B_r 满足

(A) $B_R = 2B_r$ (B) $B_R = B_r$

(C) $2B_R = B_r$ (D) $B_R = 4B_r$

10. 如图5所示，载流导线在平面内分布，电流为 I，则点 O 的磁感强度各为

(A) $\dfrac{\mu_0 I}{8R}$ (B) $\dfrac{\mu_0 I}{2\pi R}+\dfrac{\mu_0 I}{4R}$

(C) $\dfrac{\mu_0 I}{2\pi R}$ (D) $\dfrac{\mu_0 I}{2R}\left(1-\dfrac{1}{\pi}\right)$

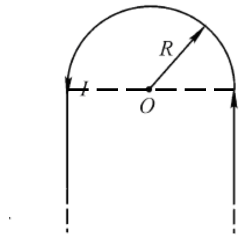

图 5

11. 一电荷为 q 的粒子在均匀磁场中运动，下列哪种说法是正确的？

(A) 只要速度大小相同，粒子所受的洛伦兹力就相同

(B) 在速度不变的前提下，若电荷 q 变为 $-q$，则粒子受力反向，数值不变

(C) 粒子进入磁场后，其动能和动量都不变

(D) 洛伦兹力与速度方向垂直，所以带电粒子运动的轨迹必定是圆

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 6．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) $\dfrac{\mu_0 I_1 I_2 r^2}{2R}$

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

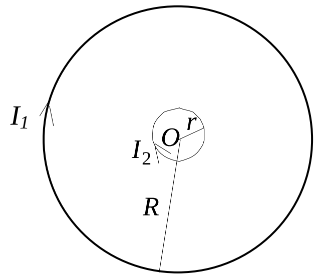

图 6

13. 一根无限长平行直导线载有电流 I，一矩形线圈位于导线平面内沿垂直于载流导线方向以恒定速率运动，如图7所示，则

(A) 线圈中无感应电流

(B) 线圈中感应电流为顺时针方向

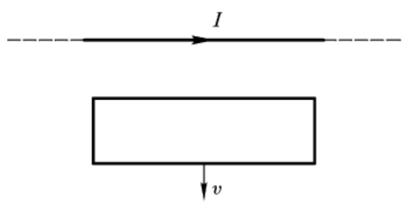

图 7

(C) 线圈中感应电流为逆时针方向

(D) 线圈中感应电流方向无法确定

14. 尺寸相同的铁环与铜环所包围的面积中，通以相同变化率的磁通量，当不计环的自感时，环中

(A) 感应电动势不同 (B) 感应电动势相同，感应电流相同

(C) 感应电动势不同，感应电流相同 (D) 感应电动势相同，感应电流不同

15. 线圈的自感系数大小的下列说法中，正确的是

(A)通过线圈的电流越大，自感系数也越大

(B)线圈中的电流变化越快，自感系数也越大

(C)插有铁芯时线圈的自感系数会变大

(D)线圈的自感系数与电流的大小、电流变化的快慢、是否有铁芯等都无关

16. 有两个长直密绕螺线管，长度及线圈匝数均相同，半径分别为 r_1 和 r_2．管内充满均匀介质，其磁导率分别为μ_1和μ_2．设 r_1∶r_2=1∶2，μ_1∶μ_2=2∶1，当将两只螺线管串联在电路中通电稳定后，其自感系数之比 L_1∶L_2与磁能之比 W_{m1}∶W_{m2}分别为

(A) L_1∶L_2=1∶1，W_{m1}∶W_{m2} =1∶1 (B)L_1∶L_2=1∶2，W_{m1}∶W_{m2} =1∶1

(C) L_1∶L_2=1∶2，W_{m1}∶W_{m2} =1∶2(D) L_1∶L_2=2∶1，W_{m1}∶W_{m2} =2∶1

17. 如图 8 表示的两个卡诺循环，第一个沿 $ABCDA$ 进行，第二个沿 $ABC'D'A$ 进行，这两个循环的效率 η_1 和 η_2 的关系及这两个循环所作的净功 W_1 和 W_2 的关系是

(A)$\eta_1 = \eta_2$,$W_1 = W_2$ (B) $\eta_1 > \eta_2$,$W_1 = W_2$

(C)$\eta_1 = \eta_2$,$W_1 > W_2$(D)$\eta_1 = \eta_2$,$W_1 < W_2$

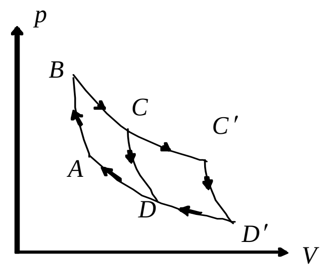

图 8

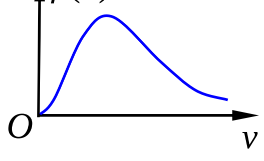

图 9

18. 关于麦氏速率分布曲线，有下列说法，其中正确的是

(A)分布曲线与 v 轴围成的面积表示分子总数

(B)以某一速率 v 为界，两边的面积相等时，两边的分子

数也相等

(C)麦氏速率分布曲线下的面积大小受气体的温度与分子质量的影响

(D)以上说法都不对

19. 两瓶不同种类的理想气体，它们的分子平均平动动能相同，但单位体积内的分子数不同，两气体的

(A)内能一定相同 (B)分子的平均动能一定相同
(C)压强一定相同(D)温度一定相同

20. 有一定量的理想气体，其压强按 $p=\dfrac{C}{V^2}$ 的规律变化，*C* 是常量，气体从体积 V_1 增加到体积 V_2 所做的功 *A*，以及温度的变化情况为

（A） $A=C\left(\dfrac{1}{V_1}-\dfrac{1}{V_2}\right)$，温度降低（B） $A=C\left(\dfrac{1}{V_1}+\dfrac{1}{V_2}\right)$温度升高

（C） $A=C\left(\dfrac{1}{V_2}-\dfrac{1}{V_1}\right)$，温度降低（D） $A=C\left(\dfrac{1}{V_1}-\dfrac{1}{V_2}\right)$温度升高

二. 计算题（每题 10 分）

1. 半径为 R1 和 R2 的两个同心球面，分别均匀带电 q1 和 q2，求（1）全空间的电场强度分布，（2）全空间的电势分布（选无限远为势能零点）。

2. 如图 10 所示，一无限长同轴电缆由一圆柱导体和一与其同轴的圆柱筒导体构成，使用时电流 *I* 从一导体流出，从另一导体流回，电流都是均匀分布在横截面上．设圆柱体半径为 R_1，圆筒的内外半径分别为 R_2 和 R_3，求（1）空间磁场的分布（2）通过两柱面间长度为 *L* 的径向纵截

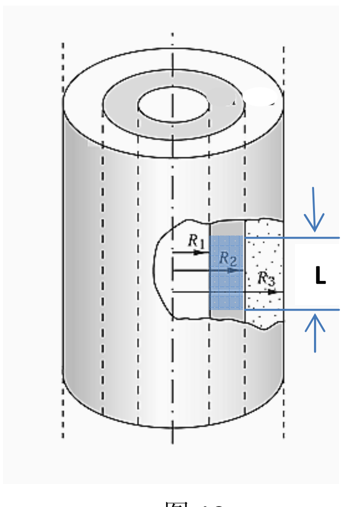

图 10

面的磁通量.

3. 在半径为 R 的圆柱形空间中存在着均匀磁场 $\boldsymbol{B}$，$\boldsymbol{B}$ 的方向与轴线平行，有一长为 R 的金属棒 ab，置于该磁场中，如图 11 所示，当 $\boldsymbol{B}$ 以恒定值 $\mathrm{d}B/\mathrm{d}t$ 增长时，求金属棒上的感应电动势，并指出 a、b 点电位的高低.

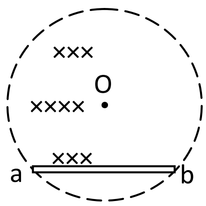

图 11

4.边长为 l 的正四边形线圈放在磁感应强度 B 的均匀磁场中，线圈平面与磁场方向平行. 如图12所示，使线圈通以电流 I （顺时针方向），求

(1)线圈每边所受的安培力；

(2)对 OO' 轴的磁力矩大小；

(3)从所在位置转到线圈平面与磁场垂直时磁力所作的功.

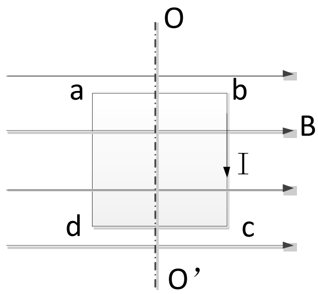

图12

三、附加题（10分）.

一定量的理想气体，经历如图13所示的循环过程，其中AB、CD为等压过程，BC、DA为绝热过程。已知T_C=300K，T_B=400K，求: (1)热机效率; (2)逆循环时的制冷系数。

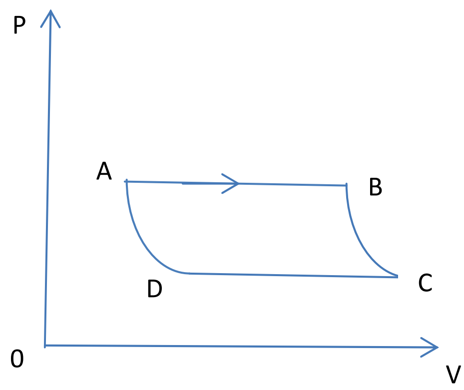

图 13

2012 级大学物理 1B（A 卷）答题纸

<table>
<tr><td rowspan="2">题号</td><td rowspan="2">一</td><td colspan="4">二</td><td rowspan="2">三</td><td rowspan="2">总分</td></tr>
<tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td></tr>
<tr><td>得分</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>阅卷人</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>复核人</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>

得分	

一、　单项选择题（每小题 3 分，共 60 分）

题号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
答案	C	A	C	A	C	B	B	C	B	B
题号	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
答案	B	A	B	D	C	C	D	B	D	A

二、计算题（共 40 分）

得分	

1. 解：（1）利用高斯定理，选半径为 r 的同心球面为高斯面

$\oiint_s \vec{E}\cdot d\vec{S}=\frac{1}{\varepsilon_0}\sum_i q_i$， $4\pi r^2 E=\frac{1}{\varepsilon_0}\sum_i q_i$

$r<R_1$， $\sum_i q_i=0$， $\therefore E_1=0$

$R_1<r<R_2$， $\sum_i q_i=q_1$， $\therefore E_2=\frac{q_1}{4\pi\varepsilon_0 r^2}$

$r>R_2$， $\sum_i q_i=q_1+q_2$， $\therefore E_3=\frac{q_1+q_2}{4\pi\varepsilon_0 r^2}$

（2） $r\le R_1$，

$$U_1=\int_l \vec{E}\cdot d\vec{l}=\int_r^{R_1}E_1dr+\int_{R_1}^{R_2}E_2dr+\int_{R_2}^{\infty}E_3dr$$

$$=\int_{R_1}^{R_2}\frac{q_1}{4\pi\varepsilon_0 r^2}dr+\int_{R_2}^{\infty}\frac{q_1+q_2}{4\pi\varepsilon_0 r^2}dr$$

$$=\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\left(\frac{q_1}{R_1}+\frac{q_2}{R_2}\right)$$

$R_1<r\le R_2$

$$U_2=\int_l \vec{E}\cdot d\vec{l}=\int_r^{R_2}E_2dr+\int_{R_2}^{\infty}E_3dr$$

$$=\int_r^{R_2}\frac{q_1}{4\pi\varepsilon_0 r^2}dr+\int_{R_2}^{\infty}\frac{q_1+q_2}{4\pi\varepsilon_0 r^2}dr$$

$$=\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\left(\frac{q_1}{r}+\frac{q_2}{R_2}\right)$$

$r\ge R_2$

$$U_3=\int_l \vec{E}\cdot d\vec{l}=\int_r^{\infty}E_3dr$$

$$=\int_r^{\infty}\frac{q_1+q_2}{4\pi\varepsilon_0 r^2}dr$$

$$=\frac{q_1+q_2}{4\pi\varepsilon_0 r}$$

2.解：利用安培环路定理，选半径为 r 的同轴圆环为积分路线

得分	

(1)

$$\oint \vec{B}\cdot d\vec{l}=\mu_0\sum_i I_i \qquad B\cdot 2\pi r=\mu_0\sum_i I_i$$

$r<R_1$ $\quad \sum_i I_i=0 \quad B_1=0;\quad R_1<r<R_2 \quad \sum_i I_i=I \quad B_2=\frac{\mu_0 I}{2\pi r}$

$R_2<r<R_3 \quad \sum_i I_i=I-\frac{(\pi r^2-\pi R_2^2)I}{\pi R_3^2-\pi R_2^2}=\frac{(R_3^2-r^2)I}{R_3^2-R_2^2},\quad B_3=\frac{\mu_0(R_3^2-r^2)I}{2\pi r(R_3^2-R_2^2)}$

$r>R_3 \quad \sum_i I_i=0,\ B_4=0$

(2)

$$\Phi_m=\iint_s \vec{B}\cdot d\vec{S}=\int_{R_1}^{R_2}B_2 L dr=\int_{R_1}^{R_2}\frac{\mu_0 I}{2\pi r}Ldr=\frac{\mu_0 IL}{2\pi}\ln\frac{R_2}{R_1}$$

3.解：连接 oa、ob，则 ab 上的感应电动势就等于回路 oabo 的电动势 $\varepsilon_{ab}=-\frac{d\Phi_m}{dt}=\frac{d}{dt}(BS_{\triangle oab})=\frac{\sqrt{3}}{4}R^2\cdot\frac{dB}{dt}$

得分	

方向：由 $a\to b$；b 点电位高

得分	

4.解：（1）$\vec{F}=I\vec{l}\times B$, 所以 $F_{ab}=0, F_{dc}=0$

$F_{ad}=BIl$，方向垂直向里，$F_{bc}=BIl$，方向垂直向外；

（2）$\vec{M}=\vec{P_m}\times\vec{B},\therefore M=BIl^2$方向向下

（3）$A=\int_{\Phi_1}^{\Phi_2}Id\Phi=I(\Phi_2-\Phi_1)=BIl^2$

三、附加题（本题 10 分）

得分	

（1） 正循环，

$A\to B$过程吸热，$Q_{AB}=\nu C_{p,m}(T_B-T_A)$

$C\to D$过程放热，$Q_{CD}=\nu C_{p,m}(T_C-T_D)$

$B\to C$绝热过程，$p_C^{\gamma-1}T_C^{-\gamma}=p_B^{\gamma-1}T_B^{-\gamma}$

$D\to A$绝热过程，

$p_C^{\gamma-1}T_D^{-\gamma}=p_B^{\gamma-1}T_A^{-\gamma}$

所以，$\frac{T_C}{T_D}=\frac{T_B}{T_A}$

那么，

$$\eta=1-\frac{Q_{放}}{Q_{吸}}=1-\frac{\nu C_{p,m}(T_C-T_D)}{\nu C_{p,m}(T_B-T_A)}=1-\frac{(T_C-T_D)}{(T_B-T_A)}$$

$$=1-\frac{T_C\left(1-\frac{T_D}{T_C}\right)}{T_B\left(1-\frac{T_A}{T_B}\right)}=1-\frac{T_C}{T_B}=1-\frac{300}{400}=25\%$$

（2） 逆循环，$B\to A$过程放热，$D\to C$过程吸热，所以

$$\varepsilon=\frac{Q_{吸}}{Q_{放}-Q_{吸}}=\frac{Q_{DC}}{Q_{BA}-Q_{DC}}$$

$$=\frac{\nu C_{p,m}(T_C-T_D)}{\nu C_{p,m}(T_B-T_A)-\nu C_{p,m}(T_C-T_D)}=3$$