静电场

1. 下列几个说法中哪一个是正确的？

(A) 电场中某点场强的方向，就是将点电荷放在该点所受电场力的方向.

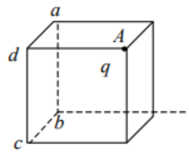
(B) 在以点电荷为中心的球面上，由该点电荷所产生的场强处处相同.

(C) 场强可由 $\vec{E}=\vec{F}/q$ 定出，其中 q 为试验电荷，q 可正可负，$\vec{F}$ 为试验电荷所受的电场力.

(D) 以上说法都不正确.　　　　[　　]

答案: C

2、如图所示，一个电荷为 q 的点电荷位于立方体的 A 角上，则通过侧面 $abcd$ 的电场强度通量等于：

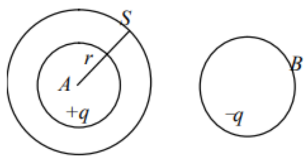


(A) $\dfrac{q}{6\varepsilon_0}$.　　　(B) $\dfrac{q}{12\varepsilon_0}$.

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

答案: C

3、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 $E=\dfrac{q}{4\pi\varepsilon_0 r^2}$.

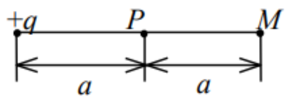
(C) 通过 S 面的电场强度通量为 $(-q)/\varepsilon_0$，S 面上场强的大小为 $E=\dfrac{q}{4\pi\varepsilon_0 r^2}$.

(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.

[　　]

答案: D

4、在点电荷 $+q$ 的电场中，若取图中 P 点处为电势零点，　则 M 点的电势为

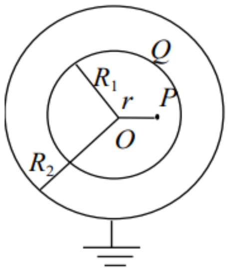


(A) $\dfrac{q}{4\pi\varepsilon_0 a}$. (B) $\dfrac{q}{8\pi\varepsilon_0 a}$.

(C) $\dfrac{-q}{4\pi\varepsilon_0 a}$. (D) $\dfrac{-q}{8\pi\varepsilon_0 a}$. [ ]

答案: D

6、如图所示，两个同心球壳．内球壳半径为 R_1，均匀带有电荷 Q；外球壳半径为 R_2，壳的厚度忽略，原先不带电，但与地相连接．设地为电势零点，则在内球壳里面，距离球心为 r 处的 P 点的场强大小及电势分别为：



(A) $E=0$，$U=\dfrac{Q}{4\pi\varepsilon_0 R_1}$.

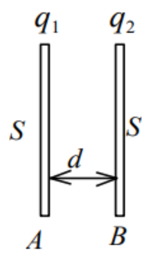
(B) $E=0$，$U=\dfrac{Q}{4\pi\varepsilon_0}\left(\dfrac{1}{R_1}-\dfrac{1}{R_2}\right)$.

(C) $E=\dfrac{Q}{4\pi\varepsilon_0 r^2}$，$U=\dfrac{Q}{4\pi\varepsilon_0 r}$.

(D) $E=\dfrac{Q}{4\pi\varepsilon_0 r^2}$，$U=\dfrac{Q}{4\pi\varepsilon_0 R_1}$. [ ]

答案: B

8、两块面积均为 S 的金属平板 A 和 B 彼此平行放置，板间距离为 d(d 远小于板的线度)，设 A 板带有电荷 q_1，B 板带有电荷 q_2，则 AB 两板间的电势差 U_{AB} 为

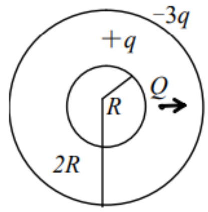


(A) $\dfrac{q_1+q_2}{2\varepsilon_0 S}d$. (B) $\dfrac{q_1+q_2}{4\varepsilon_0 S}d$.

(C) $\dfrac{q_1-q_2}{2\varepsilon_0 S}d$. (D) $\dfrac{q_1-q_2}{4\varepsilon_0 S}d$. [ ]

答案: C

9、如图所示，在真空中半径分别为 R 和 $2R$ 的两个同心球面，其上分别均匀地带有电荷 $+q$ 和 $-3q$．今将一电荷为 $+Q$ 的带电粒子从内球面处由静止释放，则该粒子到达外球面时的动能为：

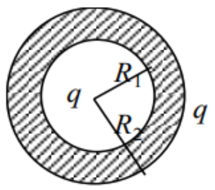


(A) $\dfrac{Qq}{4\pi\varepsilon_0 R}$．　(B) $\dfrac{Qq}{2\pi\varepsilon_0 R}$．

(C) $\dfrac{Qq}{8\pi\varepsilon_0 R}$．　(D) $\dfrac{3Qq}{8\pi\varepsilon_0 R}$．　[　　]

答案: C

10、一空心导体球壳，其内、外半径分别为 R_1 和 R_2，带电荷 q，如图所示．当球壳中心处再放一电荷为 q 的点电荷时，则导体球壳的电势(设无穷远处为电势零点)为



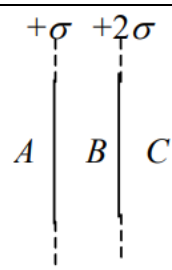
(A) $\dfrac{q}{4\pi\varepsilon_0 R_1}$．　(B) $\dfrac{q}{4\pi\varepsilon_0 R_2}$．

(C) $\dfrac{q}{2\pi\varepsilon_0 R_1}$．　(D) $\dfrac{q}{2\pi\varepsilon_0 R_2}$．　[　　]

答案: D

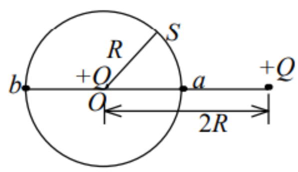
1、两个平行的“无限大”均匀带电平面， 其电荷面密度分别为$+\sigma$和$+2\sigma$，如图所示，则 A、B、C 三个区域的电场强度分别为：

E_A=__________________，E_B=__________________，E_C=_______________(设方向向右为正)．



答案: $-\frac{3\sigma}{2\varepsilon_0}$　$-\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$　$\frac{3\sigma}{2\varepsilon_0}$

2、如图所示，真空中两个正点电荷 Q，相距 $2R$．若以其中一点电荷所在处 O 点为中心，以 R 为半径作高斯球面 S，则通过该球面的电场强度通量=______________；若以 $\vec{r}_0$ 表示高斯面外法线方向的单位矢量，则高斯面上 a、b 两点的电场强度分别为________________________．



答案: $\frac{Q}{\varepsilon_0}$　$E_a = 0$　$E_b = \frac{5Q}{18\pi\varepsilon_0 R^2}$

3.把一个均匀带有电荷+Q的球形肥皂泡由半径 r_1 吹胀到 r_2，则半径为 $R(r_1<R<r_2)$的球面上任一点的场强大小 E 由____________变为____________；电势 U 由 ____________变为____________(选无穷远处为电势零点).

答案: $\frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 R^2}$　0　$\frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 R}$　$\frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 r_2}$

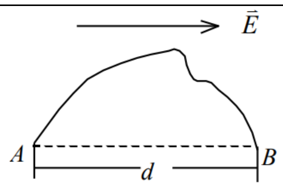
5、一半径为 R 的均匀带电圆环，电荷线密度为λ． 设无穷远处为电势零点，则圆环中心 O 点的电势 U＝____________________．

答案: $\frac{\lambda}{2\varepsilon_0}$

6、在点电荷 q 的电场中，把一个-1.0×10^{-9} C 的电荷，从无限远处(设无限远处电势为零)移到离该点电荷距离 0.1 m 处，克服电场力作功 1.8×10^{-5} J，则该点电荷 q＝_______________．(真空介电常量$\varepsilon_0=8.85\times10^{-12}\ \mathrm{C^2\cdot N^{-1}\cdot m^{-2}}$)

答案: $-2\times10^{-7}\ C$

7、如图所示，在场强为 E 的均匀电场中，A、B 两点间距离为 d．AB 连线方向与 $\vec{E}$ 方向一致．从 A 点经任意路径到 B 点的场强线积分 $\int_{AB}\vec{E}\cdot\mathrm{d}\vec{l}$ ＝_____________．

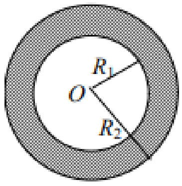


答案: Ed

8、一金属球壳的内、外半径分别为 R_1 和 R_2，带电荷为 Q．在球心处有一电荷为 q 的点电荷，则球壳内表面上的电荷面密度σ=______________．

答案: $\frac{-q}{4\pi R_1^2}$

1. 图示为一个均匀带电的球层，其电荷体密度为ρ，球层内表面半径为R_1，外表面半径为R_2. 设无穷远处为电势零点，求空腔内任一点的电势.



解法二：根据高斯定理 $\oint_s \vec{E}\cdot d\vec{S} = E4\pi r^2 = \dfrac{\sum q}{\varepsilon_0}$ 得 $E = \dfrac{\sum q}{4\pi\varepsilon_0 r^2}$

$E_1 = 0 \qquad (r < R_1)$

$E_2 = \dfrac{\rho(r^3 - R_1^3)}{3\varepsilon_0 r^2} \qquad (R_1 < r < R_2)$

$E_3 = \dfrac{\rho(R_2^{\ 3} - R_1^3)}{3\varepsilon_0 r^2} \qquad (r > R_2)$

空腔内场强为 0，所以各点电势相等。

$U = \int_r^{R_1} E_1 dr + \int_{R_1}^{R_2} E_2 dr + \int_{R_2}^{\infty} E_3 dr = \dfrac{\rho}{2\varepsilon_0}\left(R_2^2 - R_1^{\ 2}\right)$

---

2. 半径为 R 的均匀带电球体，其电荷体密度为ρ，求球体内外的场强和电势分布。

2、解：根据高斯定理 $\oint_s \vec{E}\cdot d\vec{S} = E4\pi r^2 = \dfrac{\sum q}{\varepsilon_0}$ 得 $E = \dfrac{\sum q}{4\pi\varepsilon_0 r^2}$

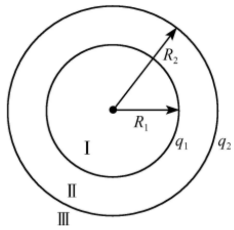
当 $r < R$ 时，$\sum q = \rho\dfrac{4}{3}\pi r^3$，得 $E_1 = \dfrac{\rho r}{3\varepsilon_0}$

当 $r \geq R$ 时，$\sum q = \rho\dfrac{4}{3}\pi R^3$，得 $E_2 = \dfrac{\rho R^3}{3\varepsilon_0 r^2}$ 　方向均沿半径方向

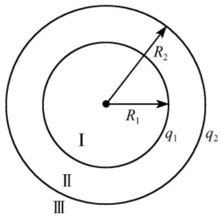
当 $r < R$ 时，$U = \int_r^R E_1 dr + \int_R^{\infty} E_2 dr = \int_r^R \dfrac{\rho r}{3\varepsilon_0} dr + \int_R^{\infty} \dfrac{\rho R^3}{3\varepsilon_0 r^2} dr = \dfrac{\rho R^2}{2\varepsilon_0} - \dfrac{\rho r^2}{6\varepsilon_0}$

当 $r \geq R$ 时，$U = \int_r^{\infty} E_2 dr = \int_r^{\infty} \dfrac{\rho R^3}{3\varepsilon_0 r^2} dr = \dfrac{\rho R^3}{3\varepsilon_0 r}$

3. 在半径为 R_1 和 R_2 的两个同心球面上分别均匀带电 q_1 和 q_2,求在 $0<r<R_1$，$R_1<r<R_2$, $r>R_2$ 三个区域内的电势分布。



3、解：利用高斯定理求出空间的电场强度：



$$E_I=0 \qquad r<R_1$$

$$E_{II}=\frac{q_1}{4\pi\varepsilon_0 r^2} \qquad R_1<r<R_2$$

$$E_{III}=\frac{q_1+q_2}{4\pi\varepsilon_0 r^2} \qquad r>R_2$$

则空间电势的分布：

$r\le R_1$
$$U_I=\int_r^{R_1}\vec{E}_I\cdot d\vec{r}+\int_{R_1}^{R_2}\vec{E}_{II}\cdot d\vec{r}+\int_{R_2}^{+\infty}\vec{E}_{III}\cdot d\mathrm{r}=\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\left(\frac{q_2}{R_2}+\frac{q_1}{R_1}\right)$$

$R_2\le r\le R_2$

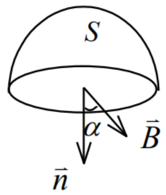
$$U_{II}=\int_r^{R_2}\vec{E}_{II}\cdot d\vec{r}+\int_{R_2}^{+\infty}\vec{E}_{III}\cdot d\vec{r}=\int_r^{R_2}\frac{q_1}{4\pi\varepsilon_0 r^2}dr+\frac{q_1+q_2}{4\pi\varepsilon_0 R_2}=\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\left(\frac{q_2}{R_2}+\frac{q_1}{r}\right)$$

$r\ge R_2$

$$U_{III}=\int_r^{+\infty}\vec{E}_{III}\cdot d\vec{r}=\int_r^{+\infty}\frac{q_1+q_2}{4\pi\varepsilon_0 r^2}d\mathrm{r}=\frac{q_1+q_2}{4\pi\varepsilon_0 r}$$

电磁场

11、在磁感强度为 $\vec{B}$ 的均匀磁场中作一半径为 r 的半球面 S，S 边线所在平面的法线方向单位矢量 $\vec{n}$ 与 $\vec{B}$ 的夹角为 α，则通过半球面 S 的磁通量(取弯面向外为正)为

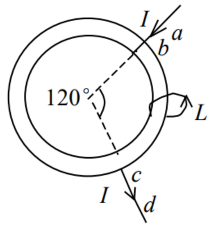


(A) $\pi r^2 B$.　　　　.　(B) $2\pi r^2 B$.

(C) $-\pi r^2 B\sin\alpha$.　　　(D) $-\pi r^2 B\cos\alpha$.　　　[　　　]

答案:　D

15、如图，两根直导线 ab 和 cd 沿半径方向被接到一个截面处处相等的铁环上，稳恒电流 I 从 a 端流入而从 d 端流出，则磁感强度 $\vec{B}$ 沿图中闭合路径 L 的积分 $\oint_L \vec{B}\cdot \mathrm{d}\vec{l}$　等于

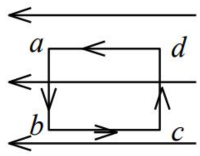


(A) $\mu_0 I$.　　　　(B) $\frac{1}{3}\mu_0 I$.

(C) $\mu_0 I/4$.　　　　(D) $2\mu_0 I/3$.　　　[　　　]

答案:　D

17、如图，匀强磁场中有一矩形通电线圈，它的平面与磁场平行，在磁场作用下，线圈发生转动，其方向是



(A) ab 边转入纸内，cd 边转出纸外.

(B) ab 边转出纸外，cd 边转入纸内.

(C) ad 边转入纸内，bc 边转出纸外.

(D) ad 边转出纸外，bc 边转入纸内.　　　[　　　]

答案:　A

19、半径为 a 的圆线圈置于磁感强度为 $\vec{B}$ 的均匀磁场中，线圈平面与磁场方向垂直，线圈电阻为 R；当把线圈转动使其法向与 $\vec{B}$ 的夹角 $\alpha=60°$ 时，线圈中通过的电荷与线圈面积及转动所用的时间的关系是

(A) 与线圈面积成正比，与时间无关.

(B) 与线圈面积成正比，与时间成正比.

(C) 与线圈面积成反比，与时间成正比.

(D) 与线圈面积成反比，与时间无关.　　　　[　　]

答案: A

21、两个相距不太远的平面圆线圈，怎样可使其互感系数近似为零？设其中一线圈的轴线恰通过另一线圈的圆心.

(A) 两线圈的轴线互相平行放置.　(B) 两线圈并联.

(C) 两线圈的轴线互相垂直放置.　(D) 两线圈串联.　　　　[　　]

答案: C

22、在感应电场中电磁感应定律可写成 $\oint_L \vec{E}_K \cdot d\vec{l} = -\dfrac{d\Phi}{dt}$，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.

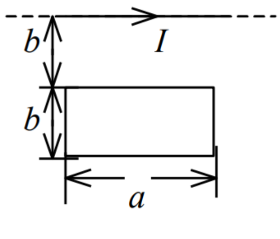
(B) 感应电场是保守力场.

(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.　　　　[　　]

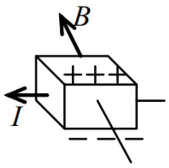
答案: D

10、在一根通有电流 I 的长直导线旁，与之共面地放着一个长、宽各为 a 和 b 的矩形线框，线框的长边与载流长直导线平行，且二者相距为 b，如图所示．在此情形中，线框内的磁通量 Φ =______________.

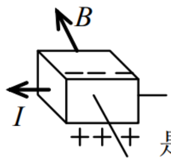


答案: $\frac{\mu_0 I a \ln 2}{2\pi}$

11、有半导体通以电流 I，放在均匀磁场 B 中，其上下表面积累电荷如图所示．试判断它们各是什么类型的半导体？



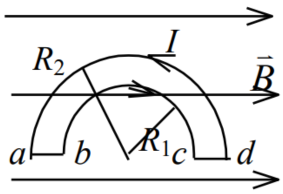
是_______型，



是_______型

答案: n　p

12、半径分别为 R_1 和 R_2 的两个半圆弧与直径的两小段构成的通电线圈 $abcda$ (如图所示)，放在磁感强度为 $\vec{B}$ 的均匀磁场中，$\vec{B}$ 平行线圈所在平面．则线圈的磁矩为___________，线圈受到的磁力矩为__________________________．

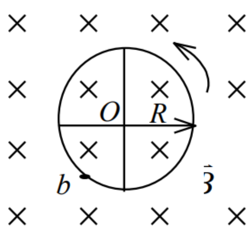


答案: $P_m=\frac{1}{2}\pi I(R_2^2-R_1^2)$　　$M_m=\frac{1}{2}\pi IB(R_2^2-R_1^2)$

14、一半径 r =10 cm 的圆形闭合导线回路置于均匀磁场 $\vec{B}$ (B =0.80 T)中，$\vec{B}$ 与回路平面正交．若圆形回路的半径从 $t=0$ 开始以恒定的速率 dr /dt =−80 cm/s 收缩，则在这 $t=0$ 时刻，闭合回路中的感应电动势大小为______________；如要求感应电动势保持这一数值，则闭合回路面积应以 dS /dt =____________的恒定速率收缩．

答案: 0.40 V　　$-0.5\ m^2/s$

15、四根辐条的金属轮子在均匀磁场 $\vec{B}$ 中转动，转轴与 $\vec{B}$ 平行，轮子和辐条都是导体，辐条长为 R，轮子转速为 n，则轮子中心 O 与轮边缘 b 之间的感应电动势为______________，电势最高点是在______________处．

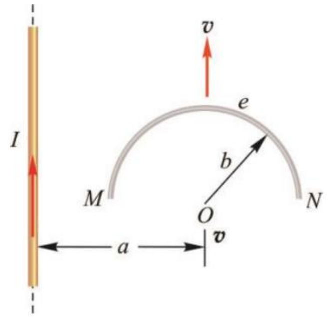


答案: πBnR^2　　O

16、在磁感强度为 $\vec{B}$ 的磁场中，以速率 v 垂直切割磁力线运动的一长度为 L 的金属杆，相当于____________，它的电动势 ＝____________，产生此电动势的非静电力是______________．

答案: 电源　BLv　洛伦兹力

4、如图所示 载有电流 I 的长直导线附近，放一半圆环 MeN 的导线与长直导线共面，其端点 MN 的连线与长直导线垂直．半圆环的半径为 b，环心 O 与导线相距 a．设半圆环以速度 $\bar{v}$ 平行导线平移，求半圆环内感应电动势的大小和方向以及 MN 两端的电势差 U_{MN}



解：动生电动势

$$\varepsilon_{MN}=\int_{MN}(\bar{v}\times\bar{B})\cdot \mathrm{d}\bar{l}$$

闭合回路总电动势

$$\varepsilon_{总}=\varepsilon_{MeN}+\varepsilon_{NM}=0$$

$$\varepsilon_{MeN}=-\varepsilon_{NM}=\varepsilon_{MN}$$

$$\varepsilon_{MN}=\int_{MN}(\bar{v}\times\bar{B})\cdot \mathrm{d}\bar{l}=\int_{a-b}^{a+b}-v\frac{\mu_0 I}{2\pi x}\mathrm{d}x=-\frac{\mu_0 I v}{2\pi}\ln\frac{a+b}{a-b}$$

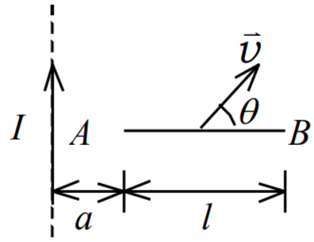
负号表示 ε_{MN} 的方向与 x 轴相反．

$$\varepsilon_{MeN}=-\frac{\mu_0 I v}{2\pi}\ln\frac{a+b}{a-b}$$

方向 $N\to M$ ，半圆环的两端电势差为

$$U_M-U_N=-\varepsilon_{MN}=\frac{\mu_0 I v}{2\pi}\ln\frac{a+b}{a-b}$$

6、如图所示，一长直导线中通有电流 I，有一垂直于导线、长度为 l 的金属棒 AB 在包含导线的平面内，以恒定的速度 $\bar{v}$ 沿与棒成 θ 角的方向移动．开始时，棒的 A 端到导线的距离为 a，求任意时刻金属棒中的动生电动势，并指出棒哪端的电势高．



6、如图所示，一长直导线中通有电流 I，有一垂直于导线、长度为 l 的金属棒 AB 在包含导线的平面内，以恒定的速度 $\bar{v}$ 沿与棒成 θ 角的方向移动．开始时，棒的 A 端到导线的距离为 a，求任意时刻金属棒中的动生电动势，并指出棒哪端的电势高．

解： $v_{\perp}=v\sin\theta \qquad v_{//}=v\cos\theta$

$$\varepsilon=\int \mathrm{d}\varepsilon_i=-\int_{x_1}^{x_2}\frac{\mu_0 I}{2\pi x}v\sin\theta\,\mathrm{d}x \qquad (\varepsilon_i \text{ 指向以 } A \text{ 到 } B \text{ 为正})$$

式中： $x_2=a+l+\mathrm{v}t\cos\theta \qquad x_1=a+\mathrm{v}t\cos\theta$

$$\varepsilon_i=-\frac{\mu_0 I}{2\pi}\mathrm{v}\sin\theta\ln\frac{a+l+\mathrm{v}t\cos\theta}{a+\mathrm{v}t\cos\theta}$$

A 端的电势高．