电学习题

一、选择题

1．1003：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。

2．1558：下面列出的真空中静电场的场强公式，其中哪个是正确的？

（A）点电荷 q 的电场：$\vec{E}=\dfrac{q}{4\pi\varepsilon_0 r^2}$．（$r$ 为点电荷到场点的距离）

（B）“无限长”均匀带电直线（电荷线密度λ）的电场：$\vec{E}=\dfrac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0 r^3}\vec{r}$（$\vec{r}$ 为带电直线到场点的垂直于直线的矢量）

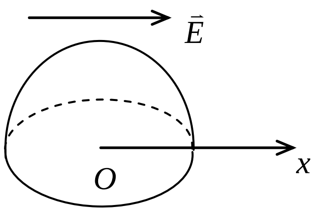
（C）“无限大”均匀带电平面（电荷面密度σ）的电场：$\vec{E}=\dfrac{\sigma}{2\varepsilon_0}$

（D）半径为 R 的均匀带电球面（电荷面密度σ）外的电场：$\vec{E}=\dfrac{\sigma R^2}{\varepsilon_0 r^3}\vec{r}$（$\vec{r}$ 为球心到场点的矢量）

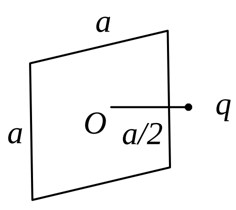
3．1033：一电场强度为 $\vec{E}$ 的均匀电场，$\vec{E}$ 的方向与沿 x 轴正向，如图所示．则通过图中一半径为 R 的半球面的电场强度通量为：

（A）$\pi R^2 E$　　（B）$\pi R^2 E/2$　　（C）$2\pi R^2 E$　　（D）0

4．1035：有一边长为 a 的正方形平面，在其中垂线上距中心 O 点 $\frac{1}{2}a$ 处，有一电荷为 q 的正点电荷，如图所示，则通过该平面的电场强度通量为：



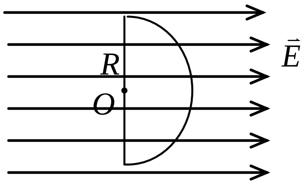
1033 图



1035 图

（A）$\dfrac{q}{3\varepsilon_0}$　　（B）$\dfrac{q}{4\pi\varepsilon_0}$　　（C）$\dfrac{q}{3\pi\varepsilon_0}$　　（D）$\dfrac{q}{6\varepsilon_0}$

5．5083：若匀强电场的场强为$\vec{E}$，方向平行于半径为 R 的半球面的轴，如图所示．则通过此半球面的电场强度通量Φ_e为



（A）πR^2E　　（B）$2\pi R^2E$　　（C）$\dfrac{1}{2}\pi R^2E$

（D）$\sqrt{2}\pi R^2E$　　（E）$\pi R^2E/\sqrt{2}$

6．1056：点电荷Q被曲面S所包围，从无穷远处引入另一点电荷q至曲面外一点，如图所示，则引入前后：

（A）　曲面S的电场强度通量不变，曲面上各点场强不变

（B）　曲面S的电场强度通量变化，曲面上各点场强不变

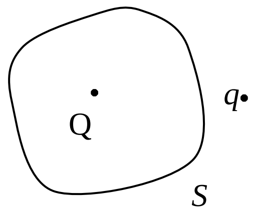
（C）　曲面S的电场强度通量变化，曲面上各点场强变化

（D）　曲面S的电场强度通量不变，曲面上各点场强变化

7．1256：两个同心均匀带电球面，半径分别为R_a和R_b（$R_a < R_b$），所带电荷分别为Q_a和Q_b。设某点与球心相距r，当$R_a < r < R_b$时，该点的电场强度的大小为：

（A）$\dfrac{1}{4\pi\varepsilon_0}\cdot\dfrac{Q_a+Q_b}{r^2}$　　（B）$\dfrac{1}{4\pi\varepsilon_0}\cdot\dfrac{Q_a-Q_b}{r^2}$

（C）$\dfrac{1}{4\pi\varepsilon_0}\cdot\left(\dfrac{Q_a}{r^2}+\dfrac{Q_b}{R_b^2}\right)$　　（D）$\dfrac{1}{4\pi\varepsilon_0}\cdot\dfrac{Q_a}{r^2}$



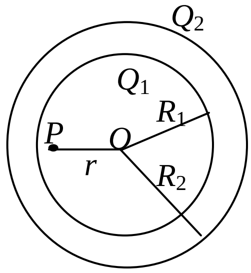
1056 图

8．1490：如图所示，两个同心的均匀带电球面，内球面半径为R_1、带有电荷Q_1，外球面半径为R_2、带有电荷Q_2，则在内球面里面、距离球心为r处的P点的场强大小E为：

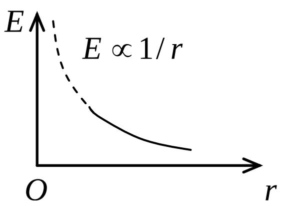
（A）$\dfrac{Q_1+Q_2}{4\pi\varepsilon_0 r^2}$

（B）$\dfrac{Q_1}{4\pi\varepsilon_0 R_1^2}+\dfrac{Q_2}{4\pi\varepsilon_0 R_2^2}$

（C）$\dfrac{Q_1}{4\pi\varepsilon_0 r^2}$　　（D）0



1490 图



1563 图

9．1563：图中所示为轴对称性静电场的E～r曲线，请指出该电场是由下列哪一种带电体产生的（E表示电场强度的大小，r表示离对称轴的距离）

（A）“无限长”均匀带电圆柱面；（B）“无限长”均匀带电圆柱体；

（C）“无限长”均匀带电直线；（D）“有限长”均匀带电直线.

10．1267：关于静电场中某点电势值的正负，下列说法中正确的是：

（A） 电势值的正负取决于置于该点的试验电荷的正负

（B） 电势值的正负取决于电场力对试验电荷作功的正负

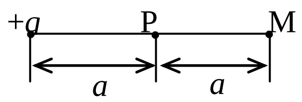
（C） 电势值的正负取决于电势零点的选取

（D） 电势值的正负取决于产生电场的电荷的正负.

11．1019：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）$\dfrac{-q}{8\pi\varepsilon_0 a}$



1019 图

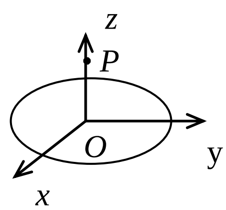
12．1172：有 N 个电荷均为 q 的点电荷，以两种方式分布在相同半径的圆周上：一种是无规则地分布，另一种是均匀分布．比较这两种情况下在过圆心 O 并垂直于圆平面的 z 轴上任一点 P（如图所示）的场强与电势，则有

（A） 场强相等，电势相等

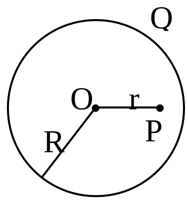
（B） 场强不等，电势不等

（C） 场强分量 E_z 相等，电势相等

（D） 场强分量 E_z 相等，电势不等



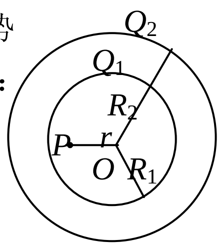
13．1087：如图所示，半径为 R 的均匀带电球面，总电荷为 Q，设无穷远处的电势为零，则球内距离球心为 r 的 P 点处的电场强度的大小和电势为：



（A）E=0，$U=\dfrac{Q}{4\pi\varepsilon_0 r}$ （B）E=0，$U=\dfrac{Q}{4\pi\varepsilon_0 R}$

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

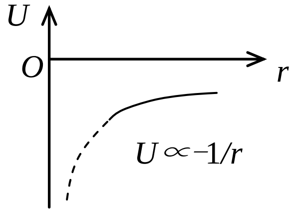
14．1514：如图所示，两个同心的均匀带电球面，内球面半径为 R_1、带电荷 Q_1，外球面半径为 R_2、带有电荷 Q_2．设无穷远处为电势零点，则在内球面之内、距离球心为 r 处的 P 点的电势 U 为：



（A）$\dfrac{Q_1+Q_2}{4\pi\varepsilon_0 r}$ （B）$\dfrac{Q_1}{4\pi\varepsilon_0 R_1}+\dfrac{Q_2}{4\pi\varepsilon_0 R_2}$

（C） 0　　　　（D） $\dfrac{Q_1}{4\pi\varepsilon_0 R_1}$

15．1582：图中所示为一球对称性静电场的电势分布曲线，r 表示离对称中心的距离．请指出该电场是由下列哪一种带电体产生的

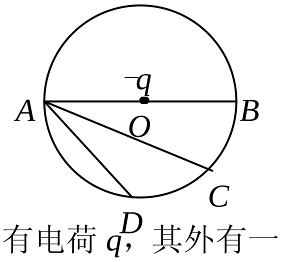


（A）半径为 R 的均匀带负电球面

（B）半径为 R 的均匀带负电球体

（C）正点电荷　　（D）负点电荷

16．1076：点电荷$-q$ 位于圆心 O 处，A、B、C、D 为同一圆周上的四点，如图所示．现将一试验电荷从 A 点分别移动到 B、C、D 各点，则



（A） 从 A 到 B，电场力作功最大

（B） 从 A 到 C，电场力作功最大

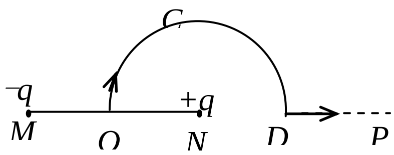
（C） 从 A 到 D，电场力作功最大

（D） 从 A 到各点，电场力作功相等

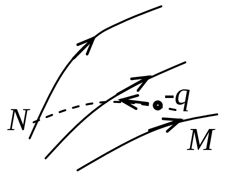
17．1268：半径为 r 的均匀带电球面 1，带有电荷 q，其外有一同心的半径为 R 的均匀带电球面 2，带有电荷 Q，则此两球面之间的电势差 U_1-U_2 为：

（A） $\dfrac{q}{4\pi\varepsilon_0}\left(\dfrac{1}{r}-\dfrac{1}{R}\right)$　　（B） $\dfrac{Q}{4\pi\varepsilon_0}\left(\dfrac{1}{R}-\dfrac{1}{r}\right)$

（C） $\dfrac{1}{4\pi\varepsilon_0}\left(\dfrac{q}{r}-\dfrac{Q}{R}\right)$　　（D） $\dfrac{q}{4\pi\varepsilon_0 r}$



18．1505：如图所示，直线 MN 长为 $2l$，弧 OCD 是以 N 点为中心，l 为半径的半圆弧，N 点有正电荷$+q$，M 点有负电荷$-q$．今将一试验电荷$+q_0$ 从 O 点出发沿路径 $OCDP$ 移到无穷远处，设无穷远处电势为零，则电场力作功



（A）$A<0$，且为有限常量

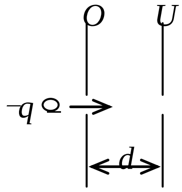
（B）$A>0$，且为有限常量

（C）$A=\infty$　　（D）$A=0$

19．1624：已知某电场的电场线分布情况如图所示．现观察到一负电荷从 M 点移到 N 点．有人根据这个图作出下列几点结论，其中哪点是正确的？

（A）电场强度 $E_M>E_N$　　（B）电势 $U_M>U_N$

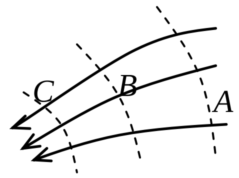
（C）电势能 $W_M<W_N$　　（D）电场力的功 $A>0$



20．5274：带有电荷－q 的一个质点垂直射入开有小孔的两带电平行板之间，如图所示．两平行板之间的电势差为 U，距离为 d，则此带电质点通过电场后它的动能增量等于

（A）$-\dfrac{qU}{d}$　（B）＋qU　（C）－qU　（D）$\dfrac{1}{2}qU$

21．1085：图中实线为某电场中的电场线，虚线表示等势（位）面，由图可看出：



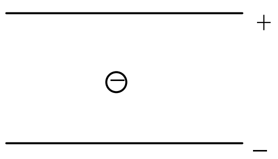
（A）$E_A>E_B>E_C$，$U_A>U_B>U_C$

（B）$E_A<E_B<E_C$，$U_A<U_B<U_C$

（C）$E_A>E_B>E_C$，$U_A<U_B<U_C$

（D）$E_A<E_B<E_C$，$U_A>U_B>U_C$

22．1441：设有一带电油滴，处在带电的水平放置的大平行金属板之间保持稳定，如图所示．若油滴获得了附加的负电荷，为了继续使油滴保持稳定，应采取下面哪个措施？



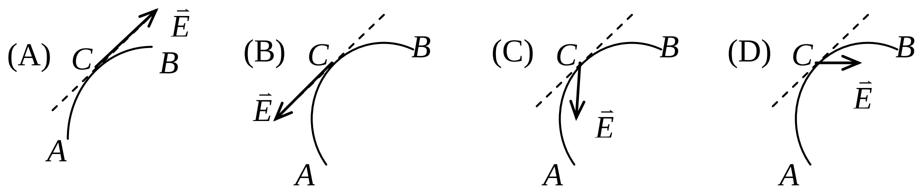
（A）　使两金属板相互靠近些

（B）　改变两极板上电荷的正负极性

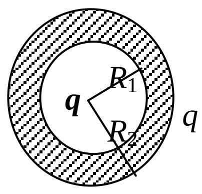
（C）　使油滴离正极板远一些

（D）　减小两板间的电势差．

23．1442：一个带正电荷的质点，在电场力作用下从 A 点经 C 点运动到 B 点，其运动轨迹如图所示．已知质点运动的速率是递增的，下面关于 C 点场强方向的四个图示中正确的是：



24．1210：一空心导体球壳，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）$\dfrac{q}{2\pi\varepsilon_0 R_2}$

25．1358：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）$E_1 = E_2$，$U_1 > U_2$

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

26．5621：在静电场中，作闭合曲面 S，若有$\oint_S \vec{D}\cdot \mathrm{d}\vec{S} = 0$ （式中$\vec{D}$为电位移矢量)，则 S 面内必定

（A）既无自由电荷，也无束缚电荷　（B）没有自由电荷

（C）自由电荷和束缚电荷的代数和为零　（D）自由电荷的代数和为零

27．1218：一个平行板电容器，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_{12}、电场强度的大小 E、电场能量 W 将发生如下变化：

（A）U_{12}减小，E 减小，W 减小　（B）U_{12}增大，E 增大，W 增大

（C）U_{12}增大，E 不变，W 增大　（D）U_{12}减小，E 不变，W 不变

28．1459：如果在空气平行板电容器的两极板间平行地插入一块与极板面积相同的各向同性均匀电介质板，由于该电介质板的插入和它在两极板间的位置不同，对电容器电容的影响为：

（A）　使电容减小，但与介质板相对极板的位置无关

（B）　使电容减小，且与介质板相对极板的位置有关

（C）　使电容增大，但与介质板相对极板的位置无关

（D）　使电容增大，且与介质板相对极板的位置有关

29．1123：如果某带电体其电荷分布的体密度ρ 增大为原来的 2 倍，则其电场的能量变为原来的

（A）　2 倍　（B）　1/2 倍　（C）　4 倍　（D）　1/4 倍

30．1341：真空中有“孤立的”均匀带电球体和一均匀带电球面，如果它们的半径和所带的电荷都相等．则它们的静电能之间的关系是

（A）　球体的静电能等于球面的静电能

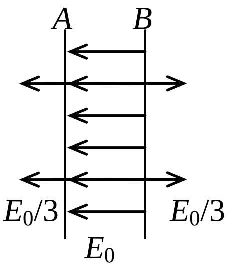
（B）　球体的静电能大于球面的静电能

（C）　球体的静电能小于球面的静电能

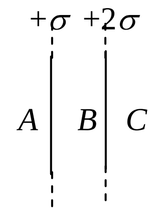
（D）　球体内的静电能大于球面内的静电能，球体外的静电能小于球面外的静电能

二、填空题

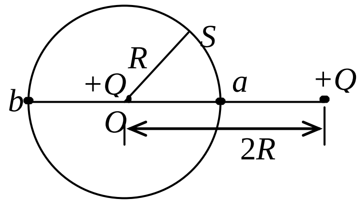
1．1042：A、B 为真空中两个平行的“无限大”均匀带电平面，已知两平面间的电场强度大小为 E_0，两平面外侧电场强度大小都为 $\frac{1}{3}E_0$，方向如图．则 A、B 两平面上的电荷面密度分别为：$\sigma_A =$_______，$\sigma_B =$________。



1042 图



1057 图

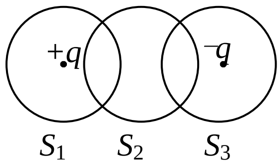


1500 图

2．1057：两个平行的“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：

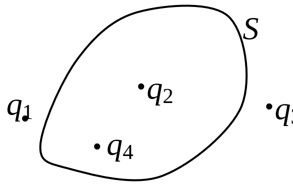
$E_A =$______，$E_B =$_______，$E_C =$________。（设方向向右为正）。

3．1500：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 $\bar{r}_0$ 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____________。



4．1600：在点电荷 $+q$ 和 $-q$ 的静电场中，作出如图所示的三个闭合面 S_1、S_2、S_3，则通过这些闭合面的电场强度通量分别是：

$\Phi_1 =$_____，$\Phi_2 =$________，$\Phi_3 =$_______.



5．1499：点电荷 q_1、q_2、q_3 和 q_4 在真空中的分布如图所示．图中 S 为闭合曲面，则通过该闭合曲面的电场强度通量 $\oint_S \vec{E}\cdot \mathrm{d}\vec{S} =$______，式中的 $\vec{E}$ 是点电荷______在闭合曲面上任一点产生的场强的矢量和。

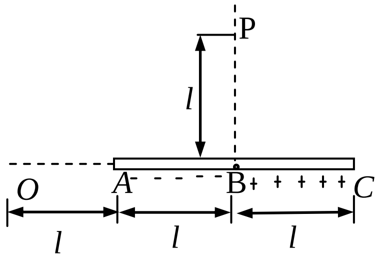
6．1568：有一个球形的橡皮膜气球，电荷 q 均匀地分布在表面上，在此气球被吹大的过程中，被气球表面掠过的点（该点与球中心距离为 r），其电场强度的大小将由_______变为______.

7．1566：一半径为 R 的均匀带电球面，其电荷面密度为 σ．该球面内、

外的场强分布为（$\vec{r}$ 表示从球心引出的矢径）：$\vec{E}(\vec{r})=$______________（$r<R$），$\vec{E}(\vec{r})=$__________（$r>R$）。

8．1567：一半径为 R 的“无限长”均匀带电圆柱面，其电荷面密度为σ. 该圆柱面内、外场强分布为（$\vec{r}$ 表示在垂直于圆柱面的平面上，从轴线处引出的矢径）：$\vec{E}(\vec{r})=$___（$r<R$），$\vec{E}(\vec{r})=$___（$r>R$）。

9．0391：AC 为一根长为 $2l$ 的带电细棒，左半部均匀带有负电荷，右半部均匀带有正电荷．电荷线密度分别为 $-\lambda$ 和 $+\lambda$，如图所示．O 点在棒的延长线上，距 A 端的距离为 l．P 点在棒的垂直平分线上，到棒的垂直距离为 l。以棒的中点 B 为电势的零点．则 O 点电势 $U_0=$___；P 点电势 $U=$____。

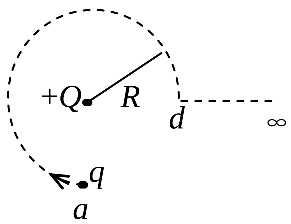


10．1176：真空中，有一均匀带电细圆环，电荷线密度为λ，其圆心处的电场强度 $E_0=$________，电势 $U_0=$_________。（选无穷远处电势为零）

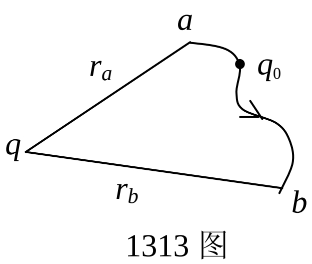
11．1592：一半径为 R 的均匀带电球面，其电荷面密度为 σ．若规定无穷远处为电势零点，则该球面上的电势 $U=$______________________。

12．1594：一半径为 R 的绝缘实心球体，非均匀带电，电荷体密度为 $\rho=\rho_0 r$（r 为离球心的距离，ρ_0 为常量）．设无限远处为电势零点．则球外（$r>R$）各点的电势分布为 $U=$______。

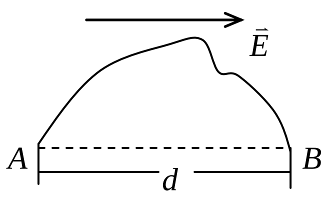
13．1078：如图所示．试验电荷 q，在点电荷 $+Q$ 产生的电场中，沿半径为 R 的整个圆弧的 $\frac{3}{4}$ 圆弧轨道由 a 点移到 d 点的过程中电场力作功为_____；从 d 点移到无穷远处的过程中，电场力作功为________。



1078 图



1313 图



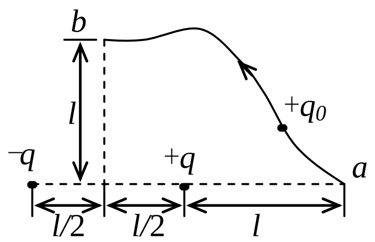
1438 图

14．1313：如图所示，在电荷为 q 的点电荷的静电场中，将一电荷为 q_0 的试验电荷从 a 点经任意路径移动到 b 点，电场力所作的功 $A=$_____。

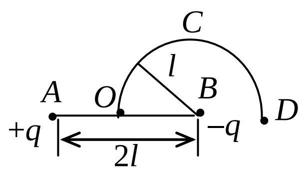
15．1438：如图所示，在场强为 $\vec{E}$ 的均匀电场中，A、B 两点间距离为 d．AB

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 $\int_{AB}\vec{E}\cdot\mathrm{d}\vec{l}=$ ____________。

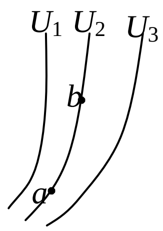
16．1508：如图所示，在点电荷 $+q$ 和 $-q$ 的产生的电场中，将一点电荷 $+q_0$ 沿箭头所示路径由 a 点移至 b 点，则外力作功 $A=$____。



1508 图



5089 图



1178 图

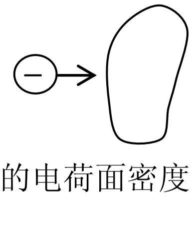
17．5089：如图，A 点与 B 点间距离为 $2l$，OCD 是以 B 为中心，以 l 为半径的半圆路径。A、B 两处各放有一点电荷，电荷分别为 $+q$ 和 $-q$。把另一电荷为 Q（$Q<0$）的点电荷从 D 点沿路径 DCO 移到 O 点，则电场力所做的功为______。

18．1178：图中所示为静电场的等势（位）线图，已知 $U_1>U_2>U_3$。在图上画出 a、b 两点的电场强度方向，并比较它们的大小．E_a____E_b（填＜、＝、＞）。

19．1619：在“无限大”的均匀带电平板附近，有一点电荷 q，沿电力线方向移动距离 d 时，电场力作的功为 A，由此知平板上的电荷面密度 $\sigma=$___________。

20．1241：一质量为 m、电荷为 q 的小球，在电场力作用下，从电势为 U 的 a 点，移动到电势为零的 b 点．若已知小球在 b 点的速率为 v_b，则小球在 a 点的速率 $v_a=$________。

21．1175：如图所示，将一负电荷从无穷远处移到一个不带电的导体附近，则导体内的电场强度______________，导体的电势______________。（填增大、不变、减小）

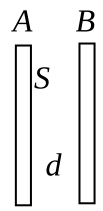


22．1330：一金属球壳的内、外半径分别为 R_1 和 R_2，带电荷为 Q．在球心处有一电荷为 q 的点电荷，则球壳内表面上的电荷面密度 $\sigma=$________。

23．1486：一任意形状的带电导体，其电荷面密度分布为 $\sigma(x,\ y,\ z)$，

则在导体表面外附近任意点处的电场强度的大小 $E(x，y，z)=$______，其方向__________。

24．5119：如图所示，A、B 为靠得很近的两块平行的大金属平板，两板的面积均为 S，板间的距离为 d．今使 A 板带电荷 q_A，B 板带电荷 q_B，且 $q_A > q_B$．则 A 板的靠近 B 的一侧所带电荷为______；两板间电势差 $U=$_____。



25．1331：一个孤立导体，当它带有电荷 q 而电势为 U 时，则定义该导体的电容为 C=______，它是表征导体的________的物理量．

26．1206：一平行板电容器，充电后与电源保持联接，然后使两极板间充满相对介电常量为 ε_r 的各向同性均匀电介质，这时两极板上的电荷是原来的_____倍；电场强度是原来的______倍；电场能量是原来的________倍。

27．1230：一平行板电容器，两板间充满各向同性均匀电介质，已知相对介电常量为 ε_r。若极板上的自由电荷面密度为 σ，则介质中电位移的大小 $D=$__________，电场强度的大小 $E=$___________。

28．1631：两个点电荷在真空中相距 $d_1=7cm$ 时的相互作用力与在煤油中相距 $d_2=5cm$ 时的相互作用力相等，则煤油的相对介电常量 $\varepsilon_r=$______。

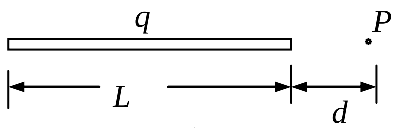
29．1237：两个电容器 1 和 2，串联以后接上电动势恒定的电源充电．在电源保持联接的情况下，若把电介质充入电容器 2 中，则电容器 1 上的电势差______；电容器 1 极板上的电荷________．（填增大、减小、不变）

30．5287：一个带电的金属球，当其周围是真空时，储存的静电能量为 W_{e0}，使其电荷保持不变，把它浸没在相对介电常量为 ε_r 的无限大各向同性均匀电介质中，这时它的静电能量 $W_e=$___________。

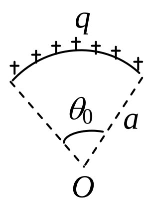
三、计算题

1．5427：电荷为 q_1＝8.0×10^{-6} C 和 q_2＝－16.0×10^{-6} C 的两个点电荷相距 20 cm，求离它们都是 20 cm 处的电场强度。（真空介电常量 ε_0＝8.85×10^{-12} $C^2N^{-1}m^{-2}$）

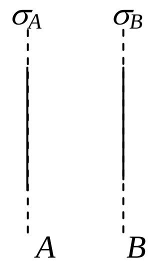
2．1008：如图所示，真空中一长为 L 的均匀带电细直杆，总电荷为 q，试求在直杆延长线上距杆的一端距离为 d 的 P 点的电场强度。



1008 图



5090 图



1060 图

3．1264：一半径为 R 的半球面，均匀地带有电荷，电荷面密度为 σ ，求球心 O 处的电场强度。

4．5090：一段半径为 a 的细圆弧，对圆心的张角为 θ_0 ，其上均匀分布有正电荷 q ，如图所示．试以 a ， q ， θ_0 表示出圆心 O 处的电场强度。

5．1060：图中所示，A、B 为真空中两个平行的“无限大”均匀带电平面，A 面上电荷面密度 $\sigma_A = -17.7\times10^{-8}$ C・m^{-2}，B 面的电荷面密度 $\sigma_B = 35.4\times10^{-8}$ C・m^{-2}．试计算两平面之间和两平面外的电场强度。（真空介电常量 $\varepsilon_0 = 8.85\times10^{-12}$ C^2・N^{-1}・m^{-2}）

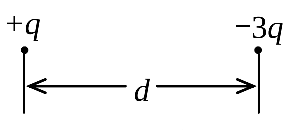
6. 1373：一半径为 R 的带电球体，其电荷体密度分布为：$\rho = Ar \quad (r \le R)$，$\rho = 0 \quad (r > R)$， A 为一常量．试求球体内外的场强分布。

7. 1197：一半径为 R 的“无限长”圆柱形带电体，其电荷体密度为 $\rho = Ar$ $(r \le R)$，式中 A 为常量．试求：

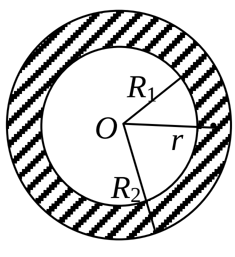
（1） 圆柱体内、外各点场强大小分布；

（2） 选与圆柱轴线的距离为 l $(l > R)$ 处为电势零点，计算圆柱体内、外各点的电势分布。

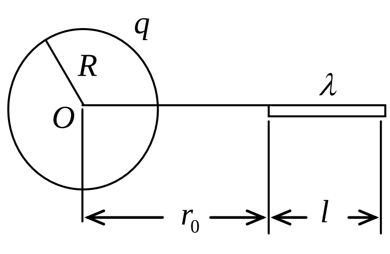
8．1179：如图所示，两个点电荷 $+q$ 和 $-3q$ ，相距为 d 。试求：（1）在它们的连线上电场强度 $\vec{E} = 0$ 的点与电荷为 $+q$ 的点电荷相距多远？（2）若选无穷远处电势为零，两点电荷之间电势 $U = 0$ 的点与电荷为 $+q$ 的点电荷相距多远？



1179 图



1152 图



1095 图

9．1597：电荷 q 均匀分布在长为 $2l$ 的细杆上，求在杆外延长线上与杆端距离为 a 的 P 点的电势（设无穷远处为电势零点）。

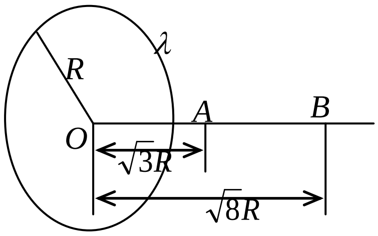
10．1421：一半径为 R 的均匀带电圆盘，电荷面密度为 σ．设无穷远处为电势零点．计算圆盘中心 O 点电势。

11．1521：图示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，求球层中半径为 r 处的电势。

12．1095：如图所示，半径为 R 的均匀带电球面，带有电荷 q，沿某一半径方向上有一均匀带电细线，电荷线密度为λ，长度为 l，细线左端离球心距离为 r_0．设球和线上的电荷分布不受相互作用影响，试求细线所受球面电荷的电场力和细线在该电场中的电势能（设无穷远处的电势为零）

13．两个同心球面的半径分别为 R_1 和 R_2，各自带有电荷 Q_1 和 Q_2，求电势分布。

14．1453：如图所示，一半径为 R 的均匀带正电圆环，其电荷线密度为λ．在其轴线上有 A、B 两点，它们与环心的距离分别为 $\overline{OA}=\sqrt{3}R$，$\overline{OB}=\sqrt{8}R$，一质量为 m、电荷为 q 的粒子从 A 点运动到 B 点．求在此过程中电场力所作的功。

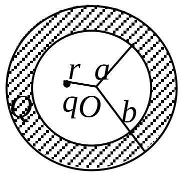


15．1651：如图所示，一内半径为 a、外半径为 b 的金属球壳，带有电荷 Q，在球壳空腔内距离球心 r 处有一点电荷 q．设无限远处为电势零点，试求：

（1）球壳内外表面上的电荷

（2）球心 O 点处，由球壳内表面上电荷产生的电势

（3）球心 O 点处的总电势



电学习题参考答案

一、选择题

1．1003：（C）；2．1558：（D）；3．1033：（D）；4．1035：（D）；

5．5083：（A）；6．1056：（D）；7．1256：（D）；8．1490：（D）；

9．1563：（C）；10．1267：（C）；11．1019：（D）；12．1172：（C）；

13．1087：（B）；14．1514：（B）；15．1582：（D）；16．1076：（D）；

17．1268：（A）；18．1505：（D）；19．1624：（D）；20．5274：（B）；

21．1085：（D）；22．1441：（D）；23．1442：（D）；24．1210：（D）；

25．1358：（A）；26．5621：（D）；27．1218：（C）；28．1459：（C）；

29．1123：（C）；30．1341：（B）

二、填空题

1．1042：　$-\frac{2}{3}\varepsilon_0 E_0$，　$\frac{4}{3}\varepsilon_0 E_0$

2．1057：　$-\frac{3\sigma}{2\varepsilon_0}$，　$-\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$，　$\frac{3\sigma}{2\varepsilon_0}$

3．1500：　$\frac{Q}{\varepsilon_0}$，　$\vec{E}_a = 0$，　$\vec{E}_b = \frac{5Q\vec{r}_0}{18\pi\varepsilon_0 R^2}$

4．1600：　q/ε_0，　0，　$-q/\varepsilon_0$

5．1499：　$(q_2+q_4)/\varepsilon_0$，　q_1、q_2、q_3、q_4

6．1568：　$\frac{q}{4\pi\varepsilon_0 r^2}$，　0

7．1566：　0，　$\frac{\sigma R^2}{\varepsilon_0 r^3}\vec{r}$

8．1567：　0，　$\frac{\sigma R}{\varepsilon_0 r^2}\vec{r}$

9．0391：　$\frac{\lambda}{4\pi\varepsilon_0}\ln\frac{3}{4}$，　0

10. 1176：　0，　$\lambda/$（$2\varepsilon_0$）

11．1592：　$\frac{R\sigma}{\varepsilon_0}$

12．1594： $\dfrac{\rho_0 R^4}{4\varepsilon_0 r}$

13．1078： 0， $\dfrac{qQ}{4\pi\varepsilon_0 R}$

14．1313： $\dfrac{q_0 q}{4\pi\varepsilon_0}\left(\dfrac{1}{r_a}-\dfrac{1}{r_b}\right)$

15．1438： Ed

16．1508： $-\dfrac{qq_0}{8\pi\varepsilon_0 l}$

17．5089： $-\dfrac{qQ}{6\pi\varepsilon_0}$

18．1178： ＞

19．1619： $\dfrac{2\varepsilon_0 A}{qd}$

20．1241： $(v_b^2-2qU/m)^{1/2}$

21．1175： 不变， 减小

22．1330： $-\dfrac{q}{4\pi R_1^2}$

23．1486： $\dfrac{\sigma(x,\ y,\ z)}{\varepsilon_0}$，与导体表面垂直朝外（$\sigma>0$）或与导体表面垂直朝里（$\sigma<0$）

24．5119： $\dfrac{1}{2}(q_A-q_B)$， $(q_A-q_B)\dfrac{d}{2\varepsilon_0 S}$

25．1331：$C=q/U$， 储电能力

26．1206： ε_r， 1， ε_r

27．1230： σ， $\dfrac{\sigma}{\varepsilon_0\varepsilon_r}$

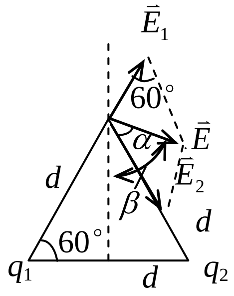
28．1631： 1.96

29．1237： 增大， 增大

30．5287： $\dfrac{W_{e0}}{\varepsilon_r}$

三、计算题

1.5427：解： $E_1=\dfrac{q_1}{4\pi\varepsilon_0 d^2}$， $E_2=\dfrac{|q_2|}{4\pi\varepsilon_0 d^2}$



∵ $2q_1=|q_2|$ ， ∴ $2E_1=E_2$ 由余弦定理：

$$E=\sqrt{E_1^2+E_2^2-2E_1E_2\cos 60^{\circ}}=\sqrt{3}E_1$$

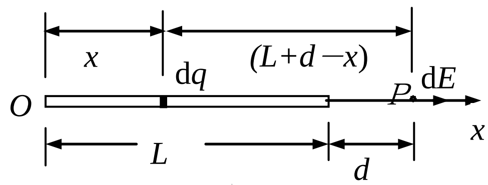
$$=\sqrt{3}\frac{q_1}{4\pi\varepsilon_0 d^2}=3.11\times10^6\ \text{V/m}$$

由正弦定理得： $\dfrac{E}{\sin 60^{\circ}}=\dfrac{E_1}{\sin\alpha}$， $\sin\alpha=\dfrac{E_1}{E}\sin 60^{\circ}=\dfrac{1}{2}$

$$\alpha=30^{\circ}$$

∴ $\vec{E}$ 的方向与中垂线的夹角β＝60° ，如图所示。

2．1008：解：设杆的左端为坐标原点O，x轴沿直杆方向．带电直杆的电荷线密度为$\lambda=\dfrac{q}{L}$，在x处取一电荷元

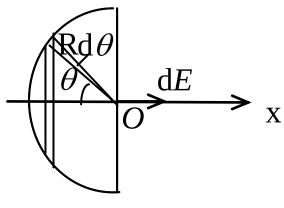


$$dq=\lambda dx=\frac{q}{L}dx$$

它在P点的场强：$\mathrm{d}E=\dfrac{\mathrm{d}q}{4\pi\varepsilon_0(L+d-x)^2}=\dfrac{q\,\mathrm{d}x}{4\pi\varepsilon_0 L(L+d-x)^2}$

总场强为：$E=\dfrac{q}{4\pi\varepsilon_0 L}\displaystyle\int_0^L\frac{\mathrm{d}x}{(L+d-x)^2}=\frac{q}{4\pi\varepsilon_0 d(L+d)}$，方向沿$x$轴，即杆的延长线方向．

3．1264：解：选取坐标轴Ox沿半球面的对称轴，如图所示。把半球面分成许多微小宽度的环带，每一环带之面积：



$$\mathrm{d}S=2\pi R\sin\theta\, R\,\mathrm{d}\theta=2\pi R^2\sin\theta\, d\theta$$

小环带上带电荷： $\mathrm{d}q=\sigma\,\mathrm{d}S=2\pi\sigma R^2\sin\theta\,\mathrm{d}\theta$

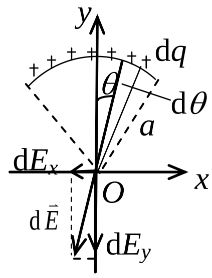
该电荷元在O点产生的场强：

$$\mathrm{d}E=\frac{\mathrm{d}qR\cos\theta}{4\pi\varepsilon_0 R^3}=\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\cdot\frac{2\pi\sigma R^2\sin\theta\,\mathrm{d}\theta}{R^2}\cos\theta=(\sigma\sin\theta\cos\theta\,\mathrm{d}\theta)/(2\varepsilon_0)$$

O点处的总场强：$E=\dfrac{\sigma}{2\varepsilon_0}\displaystyle\int_0^{\pi/2}\sin\theta\,\mathrm{d}(\sin\theta)=\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\frac{\sin^2\theta}{2}\Big|_0^{\pi/2}=\frac{\sigma}{4\varepsilon_0}$

$\vec{E}=\dfrac{\sigma}{4\varepsilon_0}\vec{i}$ （$\vec{i}$ 为沿 x 轴正方向的单位矢量）

4．5090：解：取坐标 xOy 如图，由对称性可知：$E_x=\int dE_x=0$

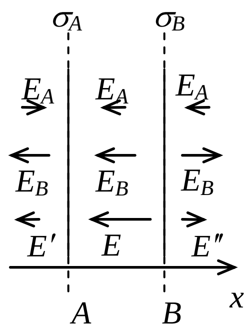


$$dE_y=\frac{-\mathrm{d}q}{4\pi\varepsilon_0 a^2}\cos\theta=\frac{-\lambda dl}{4\pi\varepsilon_0 a^2}\cos\theta=\frac{-\lambda}{4\pi\varepsilon_0 a^2}\cos\theta\cdot ad\theta$$

$$E_y=\int_{-\frac{1}{2}\theta_0}^{\frac{1}{2}\theta_0}\frac{-\lambda}{4\pi\varepsilon_0 a}\cos\theta d\theta=\frac{-\lambda}{2\pi\varepsilon_0 a}\sin\frac{\theta_0}{2}=\frac{-q}{2\pi\varepsilon_0 a^2\theta_0}\sin\frac{\theta_0}{2}$$

$$\vec{E}=\frac{-q}{2\pi\varepsilon_0 a^2\theta_0}\sin\frac{\theta_0}{2}\vec{j}$$

5.1060：解：两带电平面各自产生的场强分别为：



$E_A=|\sigma_A|/(2\varepsilon_0)$ 方向如图示

$E_B=\sigma_B/(2\varepsilon_0)$ 方向如图示

由叠加原理两面间电场强度为：

$E=E_A+E_B=(|\sigma_A|+\sigma_B)/(2\varepsilon_0)$=3×$10^4$ N/C

方向沿 x 轴负方向

两面外左侧 $E'=E_B-E_A=(\sigma_B-|\sigma_A|)/(2\varepsilon_0)$=1×$10^4$ N/C 方向沿 x 轴负方向

两面外右侧 E'' = 1×10^4 N/C 方向沿 x 轴正方向

6．1373：解：在球内取半径为 r、厚为 dr 的薄球壳，该壳内所包含的电荷为：$dq=\rho dV=Ar\cdot 4\pi r^2 dr$

在半径为 r 的球面内包含的总电荷为：

$$q=\int_V\rho dV=\int_0^r 4\pi Ar^3 dr=\pi Ar^4\quad(r\le R)$$

以该球面为高斯面，按高斯定理有：$E_1\cdot 4\pi r^2=\pi Ar^4/\varepsilon_0$

得到：$E_1=Ar^2/(4\varepsilon_0)$，$(r\le R)$，方向沿径向，$A>0$时向外，$A<0$时向里

在球体外作一半径为 r 的同心高斯球面，按高斯定理有：$E_2\cdot 4\pi r^2=\pi AR^4/\varepsilon_0$

得到：$E_2=AR^4/(4\varepsilon_0 r^2)$，$(r>R)$，方向沿径向，$A>0$时向外，$A<0$时向里

7.1197：解：（1） 取半径为 r、高为 h 的高斯圆柱面（如图所示）．面上

各点场强大小为 E 并垂直于柱面．则穿过该柱面的电场强度通量为：

$$\oint_S \vec{E}\cdot \mathrm{d}\vec{S}=2\pi rhE$$

为求高斯面内的电荷，$r<R$ 时，取一半径为 r'，厚 $\mathrm{d}\,r'$、高 h 的圆筒，其电荷为：$\rho\,\mathrm{d}V=2\pi Ahr'^2\,\mathrm{d}\,r'$

则包围在高斯面内的总电荷为：$\int_V \rho\,\mathrm{d}V=\int_0^r 2\pi Ahr'^2\,\mathrm{d}\,r'=2\pi Ahr^3/3$

由高斯定理得：$2\pi rhE=2\pi Ahr^3/(3\varepsilon_0)$。解出：$E=Ar^2/(3\varepsilon_0)$ （$r\leqslant R$）

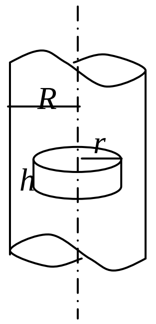
$r>R$ 时，包围在高斯面内总电荷为：$\int_V \rho\,\mathrm{d}V=\int_0^R 2\pi Ahr'^2\,\mathrm{d}\,r'=2\pi AhR^3/3$

由高斯定理：$2\pi rhE=2\pi AhR^3/(3\varepsilon_0)$。解出：$E=AR^3/(3\varepsilon_0 r)$ （$r>R$）

（2） 计算电势分布

$r\le R$ 时：$U=\int_r^l E\,\mathrm{d}\,r=\int_r^R \frac{A}{3\varepsilon_0}r^2\,\mathrm{d}\,r+\int_R^l \frac{AR^3}{3\varepsilon_0}\cdot\frac{\mathrm{d}\,r}{r}$

$$=\frac{A}{9\varepsilon_0}\left(R^3-r^3\right)+\frac{AR^3}{3\varepsilon_0}\ln\frac{l}{R}$$



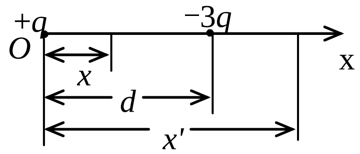
$r>R$ 时：$U=\int_r^l E\,\mathrm{d}\,r=\int_r^l \frac{AR^3}{3\varepsilon_0}\cdot\frac{\mathrm{d}\,r}{r}=\frac{AR^3}{3\varepsilon_0}\ln\frac{l}{r}$

8．1179：解：设点电荷 q 所在处为坐标原点 O，x 轴沿两点电荷的连线。

（1） 设 $\vec{E}=0$ 的点的坐标为 x'，则：$\vec{E}=\frac{q}{4\pi\varepsilon_0 x'^2}\vec{i}-\frac{3q}{4\pi\varepsilon_0\left(x'-d\right)^2}\vec{i}=0$

可得： $2x'^2+2dx'-d^2=0$

解出： $x'=-\frac{1}{2}\left(1+\sqrt{3}\right)d$



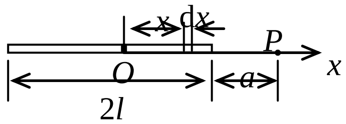
另有一解： $x_2''=\frac{1}{2}\left(\sqrt{3}-1\right)d$ 不符合题意，舍去。

（2）设坐标 x 处 $U=0$，则：$U=\frac{q}{4\pi\varepsilon_0 x}-\frac{3q}{4\pi\varepsilon_0(d-x)}=\frac{q}{4\pi\varepsilon_0}\left[\frac{d-4x}{x(d-x)}\right]=0$

得：$d-4x=0$， $x=d/4$

9．1597：解：设坐标原点位于杆中心 O 点，x 轴沿杆的方向，如图所示．细杆的电荷线密度 $\lambda=q/(2l)$，在 x 处取电荷元 $\mathrm{d}q=\lambda\mathrm{d}x=q\mathrm{d}x/(2l)$，它在 P 点产生的电势为：

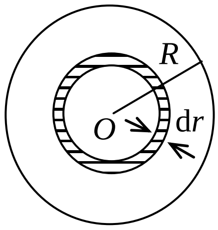
$$\mathrm{d}U_P=\frac{\mathrm{d}q}{4\pi\varepsilon_0(l+a-x)}=\frac{q\,\mathrm{d}x}{8\pi\varepsilon_0 l(l+a-x)}$$



整个杆上电荷在 P 点产生的电势：

$$U_P=\frac{q}{8\pi\varepsilon_0 l}\int_{-l}^{l}\frac{\mathrm{d}x}{(l+a-x)}=\frac{-q}{8\pi\varepsilon_0 l}\ln(l+a-x)\Big|_{-l}^{l}=\frac{q}{8\pi\varepsilon_0 l}\ln\left(1+\frac{2l}{a}\right)$$

10．1421：解：在圆盘上取一半径为 $r\to r+dr$ 范围的同心圆环．其面积为：$dS=2\pi rdr$，其上电荷为：$dq=2\pi\sigma rdr$。



它在 O 点产生的电势为：$dU=\dfrac{dq}{4\pi\varepsilon_0 r}=\dfrac{\sigma dr}{2\varepsilon_0}$

总电势：$U=\int_S dU=\dfrac{\sigma}{2\varepsilon_0}\int_0^R dr=\dfrac{\sigma R}{2\varepsilon_0}$

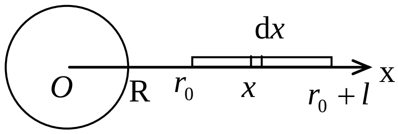
11.1521：解：r 处的电势等于以 r 为半径的球面以内的电荷在该处产生的电势 U_1 和球面以外的电荷产生的电势 U_2 之和，即：$U=U_1+U_2$，其中：

$U_1=q_i/(4\pi\varepsilon_0 r)=\dfrac{(4\pi/3)(r^3-R_1^3)\rho}{4\pi\varepsilon_0 r}=\dfrac{\rho}{3\varepsilon_0}\left(r^2-\dfrac{R_1^3}{r}\right)$

为计算以 r 为半径的球面外电荷产生的电势. 在球面外取 $r'\to r'+\mathrm{d}r'$ 的薄层．其电荷为：　　$\mathrm{d}q=\rho\cdot 4\pi r'^2\mathrm{d}r'$

它对该薄层内任一点产生的电势为：$\mathrm{d}U_2=\mathrm{d}q/(4\pi\varepsilon_0 r')=\rho r'\mathrm{d}r'/\varepsilon_0$

则：$U_2=\int\mathrm{d}U_2=\dfrac{\rho}{\varepsilon_0}\int_r^{R_2}r'\,\mathrm{d}r'=\dfrac{\rho}{2\varepsilon_0}\left(R_2^2-r^2\right)$



于是全部电荷在半径为 r 处产生的电势为：

$$U=U_1+U_2=\frac{\rho}{3\varepsilon_0}\left(r^2-\frac{R_1^3}{r}\right)+\frac{\rho}{2\varepsilon_0}\left(R_2^2-r^2\right)=\frac{\rho}{6\varepsilon_0}\left(3R_2^2-r^2-\frac{2R_1^3}{r}\right)$$

12．1095：解：设 x 轴沿细线方向，原点在球心处，在 x 处取线元 dx，其上电荷为 $dq'=\lambda dx$。线元在带电球面的电场中所受电场力为：$dF=\dfrac{q\lambda dx}{4\pi\varepsilon_0 x^2}$

整个细线所受电场力为：$F=\dfrac{q\lambda}{4\pi\varepsilon_0}\int_{r_0}^{r_0+l}\dfrac{\mathrm{d}x}{x^2}=\dfrac{q\lambda l}{4\pi\varepsilon_0 r_0(r_0+l)}$，方向沿 x 正方向

电荷元在球面电荷电场中具有电势能：$dW=\dfrac{q\lambda dx}{4\pi\varepsilon_0 x}$

整个线电荷在电场中具有电势能：$W=\dfrac{q\lambda}{4\pi\varepsilon_0}\int_{r_0}^{r_0+l}\dfrac{dx}{x}=\dfrac{q\lambda}{4\pi\varepsilon_0}\ln\left(\dfrac{r_0+l}{r_0}\right)$

13.解：由高斯定理可知电场强度分布为：

$$E=\begin{cases}0 & r<R_1\\ \dfrac{Q_1}{4\pi\varepsilon_0 r^2} & R_1\le r\le R_2\\ \dfrac{Q_1+Q_2}{4\pi\varepsilon_0 r^2} & r>R_2\end{cases}$$

，方向沿矢径 $\vec{r}$ 方向。

当 $r<R_1$ 时，$U=\int_0^\infty \vec{E}\cdot d\vec{l}=\int_{R_1}^{R_2}\frac{Q_1}{4\pi\varepsilon_0 r^2}dr+\int_{R_2}^{\infty}\frac{Q_1+Q_2}{4\pi\varepsilon_0 r^2}dr=\frac{Q_1}{4\pi\varepsilon_0 R_1}+\frac{Q_2}{4\pi\varepsilon_0 R_2}$

当 $R_1\le r\le R_2$ 时，$U=\int_0^\infty \vec{E}\cdot d\vec{l}=\int_{r}^{R_2}\frac{Q_1}{4\pi\varepsilon_0 r^2}dr+\int_{R_2}^{\infty}\frac{Q_1+Q_2}{4\pi\varepsilon_0 r^2}dr=\frac{Q_1}{4\pi\varepsilon_0 r}+\frac{Q_2}{4\pi\varepsilon_0 R_2}$

当 $r>R_2$ 时，$U=\int_0^\infty \vec{E}\cdot d\vec{l}=+\int_{r}^{\infty}\frac{Q_1+Q_2}{4\pi\varepsilon_0 r^2}dr=\frac{Q_1+Q_2}{4\pi\varepsilon_0 r}$

14.1453：解：设无穷远处为电势零点，则 A、B 两点电势分别为：

$U_A=\frac{\lambda R}{2\varepsilon_0\sqrt{R^2+3R^2}}=\frac{\lambda}{4\varepsilon_0}$，$U_B=\frac{\lambda R}{2\varepsilon_0\sqrt{R^2+8R^2}}=\frac{\lambda}{6\varepsilon_0}$

q 由 A 点运动到 B 点电场力作功：$A=q(U_A-U_B)=q\left(\frac{\lambda}{4\varepsilon_0}-\frac{\lambda}{6\varepsilon_0}\right)=\frac{q\lambda}{12\varepsilon_0}$

15.1651：解：（1）由静电感应，金属球壳的内表面上有感生电荷 $-q$，外表面上带电荷 $q+Q$.

（2）不论球壳内表面上的感生电荷是如何分布的，任一电荷元离 O 点的距离都是 a，所以由这些电荷在 O 点产生的电势为：$U_{-q}=\frac{\int dq}{4\pi\varepsilon_0 a}=\frac{-q}{4\pi\varepsilon_0 a}$

（3）球心 O 点处的总电势为分布在球壳内外表面上的电荷和点电荷 q 在 O 点产生的电势的代数和：$U_O=U_q+U_{-q}+U_{Q+q}$

$$=\frac{q}{4\pi\varepsilon_0 r}-\frac{q}{4\pi\varepsilon_0 a}+\frac{Q+q}{4\pi\varepsilon_0 b}=\frac{q}{4\pi\varepsilon_0}\left(\frac{1}{r}-\frac{1}{a}+\frac{1}{b}\right)+\frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 b}$$