# 点电荷的电场线和等势线

## 解析

根据库仑定律，一试验电荷*q*0与点电荷*Q*相距为*r*时，受到的静电力为

*F*＝

其中*k*是静电力常量，*k* = 9×109N·m2/C2。根据电场强度的定义，点电荷*Q*在*r*处产生的电场强度大小为

*E*＝＝

可见：点电荷的带电量*Q*越大，在周围空间产生的场强越大；场强与距离的平方成反比。如果*Q*是正电荷，场强方向沿着径向向外；如果*Q*是负电荷，场强方向沿着径向向内。

以无穷远处为电势零点，取一条从*r*到无穷远处的电场线为积分路径，点电荷在*r*处的电势为

*U*＝＝＝＝

可见：点电荷的电势与距离成反比。

## 图示

点电荷的电场线是以点电荷为端点的射线。对于正的点电荷，射线从点电荷射向四周；对于负的点电荷，射线从四周射向点电荷。在点电荷的平面上，点电荷的等势线是以点电荷为中心的圆，相邻两个等势线之间的电势差应该相等。不论是正电荷还是负电荷，场点离电荷距离越近，电场线越密，等势线也越密，场强越大。



注：上图的格式是emf，编辑有所不便，在此图基础上进行转换，如下图：

## 算法

为了计算数值，取某一点的距离*r*0作为参考距离，也就是距离的单位，则电场强度大小可表示为

*E*＝＝

其中，*r*\*=*r*/*r*0，是无量纲的距离或约化距离；*E*0=*kQ*/*r*02是*r*0处的场强大小。取*E*0为场强单位，*E*/*E*0就是无量纲的场强或约化场强。显然：点电荷的无量纲场强*E*/*E*0与无量纲的距离的平方成反比。

电势可表示为

*U*＝＝

其中，*U*0=*kQ*/*r*0，是*r*0处的电势。取*U*0为电势单位，*U*/*U*0是无量纲的电势或约化电势，与无量纲的距离成反比。

等势线通常用等值线指令contour绘制，由于点电荷的等势线是同心圆，也可用矩阵画线法绘制。由于点电荷的电场线是射线，所以用箭杆指令quiver绘制比较简单。

## 程序

%点电荷的电场强度和电势

clear %清除变量

u=0.5:0.5:3.5; %等势线的电势

n=length(u); %等势面的个数

r=1./u; %距离向量

th=linspace(0,2\*pi); %角度向量

X=cos(th)'\*r; %等势线的x坐标

Y=sin(th)'\*r; %等势线的y坐标

figure %创建图形窗口

plot(X,Y,'LineWidth',2) %画圆

axis equal %使坐标间隔相同

grid on %加网格

legend([num2str(u'),repmat('\itU\rm\_0',n,1)],-1)%图例

th=(0:30:330)\*pi/180; %角度向量

x=r0\*cos(th); %电场线终点的x坐标

y=r0\*sin(th); %电场线终点的y坐标

o=zeros(size(th)); %电场线起点坐标

hold on %保持图像

quiver(o,o,x,y,0,'LineWidth',2) %画射线

plot(0,0,'o') %画点电荷

title('点电荷的电场线和等势线','FontSize',fs)%显示标题

xlabel('\itx/r\rm\_0','FontSize',fs) %显示x坐标

ylabel('\ity/r\rm\_0','FontSize',fs) %显示y坐标

utxt='电势单位\itU\rm\_0=\itkQ/r\rm\_0'; %电势单位文本

text(-r0,-r0+0.5,utxt,'FontSize',fs) %标记电势文本

## 另一种方法

### 程序

%单个点电荷的平面电场线与等势线

a=0.2;

k=9\*10^9; %比例常数

q=1.6\*10^(-19); %元电荷电量

r0=0.1; %电场线起点半径

theta=linspace(0,2\*pi,13);

[x,y]=pol2cart(theta,a);

x=[x;0.05\*x];

y=[y;0.05\*y];

quiver(x,y,0.5\*x,0.5\*y)

plot(x,y)

hold on

u=k\*q/r0;

u1=linspace(1,3,7)\*u;

x=linspace(-0.1,0.1,100);

[X,Y]=meshgrid(x);

r1=sqrt(X.^2+Y.^2);

U=k.\*q./r1;

contour(X,Y,U,u1);

### 截图

