

Mathematica下的电场模拟

工程科学学院 PB15051048 张翔

导师：孙霞

目录 CONTENTS



1

利用程序计算电势、电场强度

2

不同电荷排布的二维、三维模拟

3

对变化中的电场的模拟

4

可能的推广

LOGO 利用程序计算电势、电场强度

人工计算存在的问题

如果我们使用人工计算的方法得到空间中任意点的电场强度和电势，就会带来这样几个问题：1、计算量大，易出错 2、输入计算机时很麻烦 3、适用性差

我的解决思路

因为对于任何电荷构型，电场强度和电势的计算式是一定的，所以就可以把计算的工作交给程序来完成。

程序计算的优点

- 1、不会出计算错误
- 2、适用性好，可以解决二维、三维中任意电荷排布的问题
- 3、免去了输入的麻烦

LOGO 利用程序计算电势、电场强度

```

未命名-1 *
in[27]:= electricPotential[q_, p_, r_] := Sum[
  
$$\frac{q[[i]]}{\text{Norm}[r - p[[i]]]}$$
, {i, Length[q]}]

electricField[q_, p_, r_] := Sum[
  
$$\frac{q[[i]] * (r - p[[i]])}{(\text{Norm}[r - p[[i]]])^3}$$
, {i, Length[q]}]

a = electricPotential[{1, -1}, {{1, 0}, {-1, 0}}, {x, y}]
b = electricPotential[{1, -1}, {{1, 0, 0}, {-1, 0, 0}}, {x, y, z}]
d = electricField[{1, -1}, {{1, 0}, {-1, 0}}, {x, y}]
f = electricField[{1, -1}, {{1, 0, 0}, {-1, 0, 0}}, {x, y, z}]

Out[29]= 
$$\frac{1}{\sqrt{\text{Abs}[-1 + x]^2 + \text{Abs}[y]^2}} - \frac{1}{\sqrt{\text{Abs}[1 + x]^2 + \text{Abs}[y]^2}}$$


Out[30]= 
$$\frac{1}{\sqrt{\text{Abs}[-1 + x]^2 + \text{Abs}[y]^2 + \text{Abs}[z]^2}} - \frac{1}{\sqrt{\text{Abs}[1 + x]^2 + \text{Abs}[y]^2 + \text{Abs}[z]^2}}$$


Out[31]= 
$$\left\{ \frac{-1 + x}{(\text{Abs}[-1 + x]^2 + \text{Abs}[y]^2)^{3/2}} - \frac{1 + x}{(\text{Abs}[1 + x]^2 + \text{Abs}[y]^2)^{3/2}}, \frac{y}{(\text{Abs}[-1 + x]^2 + \text{Abs}[y]^2)^{3/2}} - \frac{y}{(\text{Abs}[1 + x]^2 + \text{Abs}[y]^2)^{3/2}} \right\}$$


Out[32]= 
$$\left\{ \frac{-1 + x}{(\text{Abs}[-1 + x]^2 + \text{Abs}[y]^2 + \text{Abs}[z]^2)^{3/2}} - \frac{1 + x}{(\text{Abs}[1 + x]^2 + \text{Abs}[y]^2 + \text{Abs}[z]^2)^{3/2}}, \frac{y}{(\text{Abs}[-1 + x]^2 + \text{Abs}[y]^2 + \text{Abs}[z]^2)^{3/2}} - \frac{y}{(\text{Abs}[1 + x]^2 + \text{Abs}[y]^2 + \text{Abs}[z]^2)^{3/2}}, \frac{z}{(\text{Abs}[-1 + x]^2 + \text{Abs}[y]^2 + \text{Abs}[z]^2)^{3/2}} - \frac{z}{(\text{Abs}[1 + x]^2 + \text{Abs}[y]^2 + \text{Abs}[z]^2)^{3/2}} \right\}$$


```

目录

CONTENTS



1

利用程序计算电势、电场强度

2

不同电荷排布的二维、三维模拟

3

对变化中的电场的模拟

4

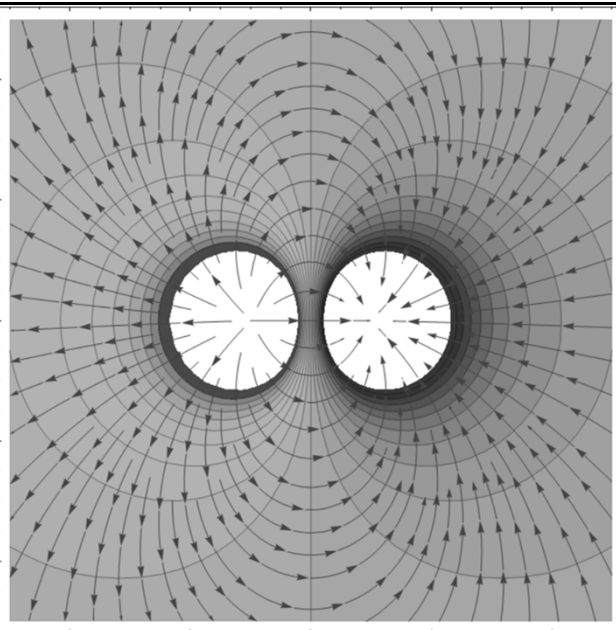
可能的推广

LOGO 不同电荷排布的二维、三维模拟

电偶极子

这是一个二维的电偶极子的电场线和等势面图。

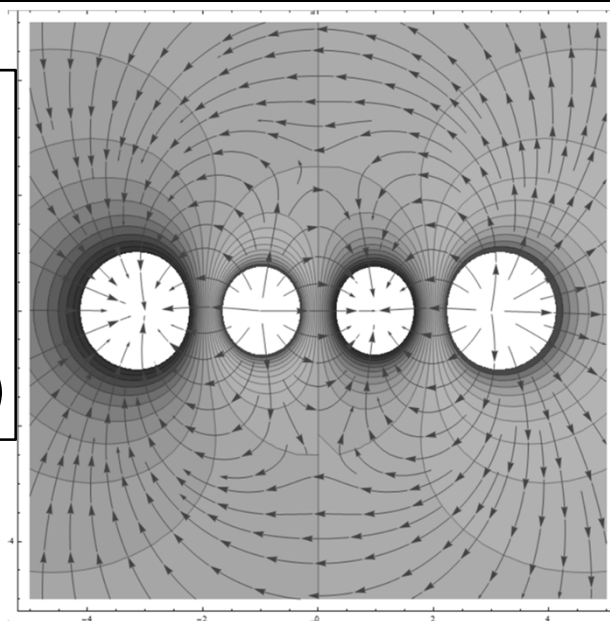
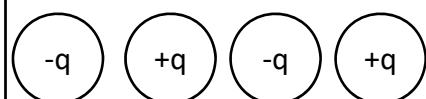
示意图如下，从左到右分别是电荷量为 $+q$ 的电荷和电荷量为 $-q$ 的电荷。



LOGO 不同电荷排布的二维、三维模拟

电四极子

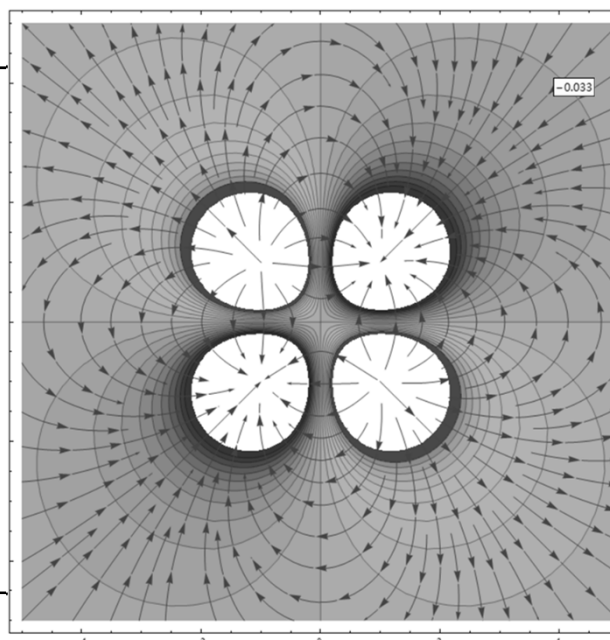
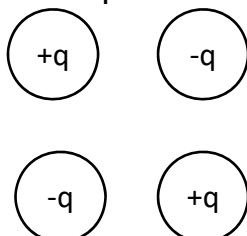
这是一个二维的电四极子的电场线和等势面图。
从左到右分别是 $-q$ 电荷、 $+q$ 电荷、 $-q$ 电荷、 $+q$ 电荷。



LOGO 不同电荷排布的二维、三维模拟

电四极子

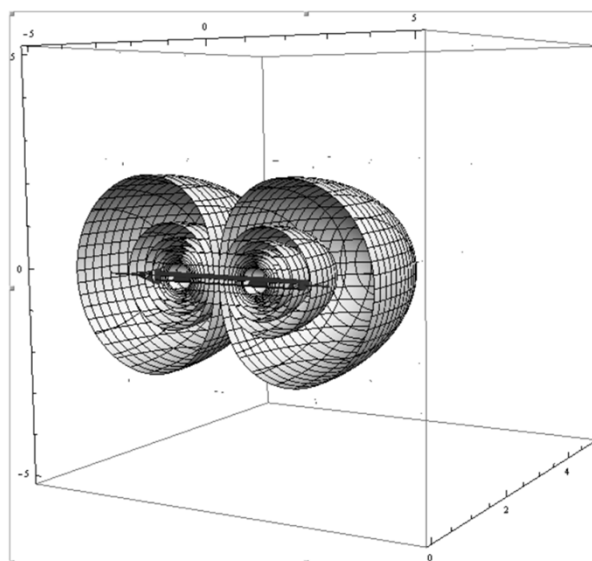
这是一个二维的电四极子的电场线和等势面图。
从左到右，从上到下分别是 $+q$ 电荷、 $-q$ 电荷、 $-q$ 电荷、 $+q$ 电荷。



LOGO 不同电荷排布的二维、三维模拟

电偶极子

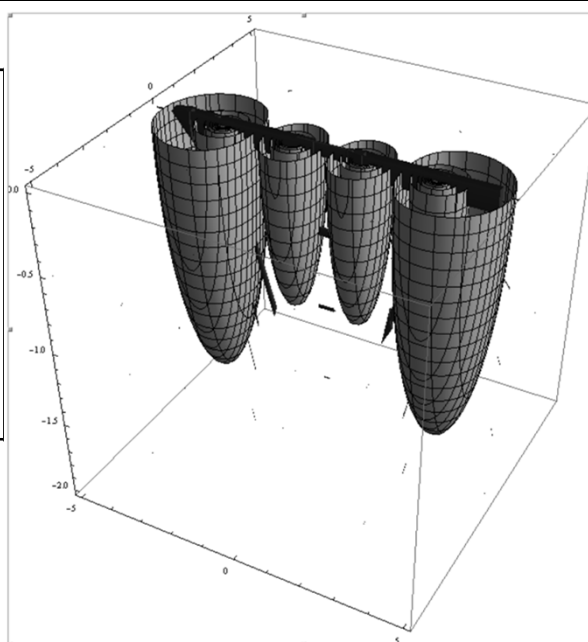
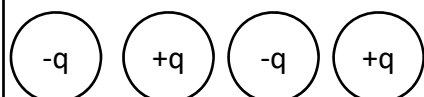
这是一个三维的电偶极子的电场线和等势面图。
从左到右分别是 $+q$ 电荷、 $-q$ 电荷。



LOGO 不同电荷排布的二维、三维模拟

电四极子

这是一个三维的电四极子的电场线和等势面图。
从左到右分别是 $-q$ 电荷、 $+q$ 电荷、 $-q$ 电荷、 $+q$ 电荷。

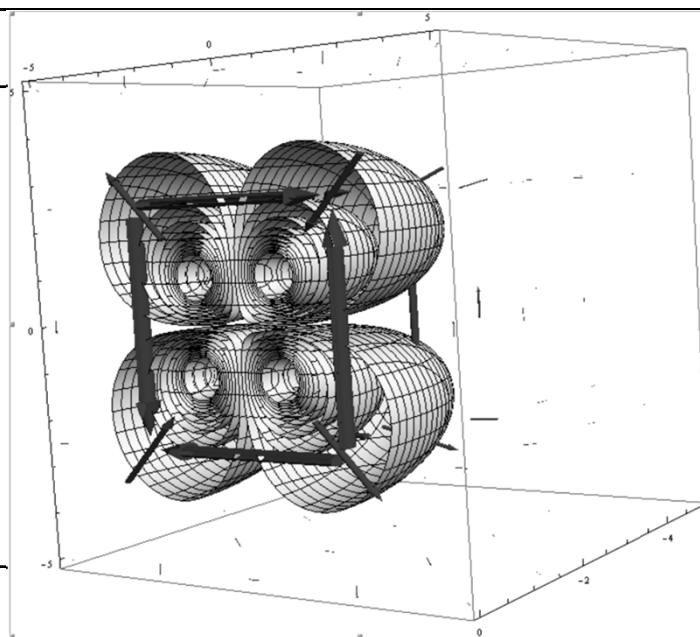
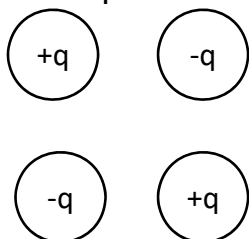


LOGO 不同电荷排布的二维、三维模拟

电四极子

这是一个三维的电四极子的电场线和等势面图。

从左到右，从上到下
分别是 $+q$ 电荷、 $-q$ 电荷、 $-q$ 电荷、 $+q$ 电荷。



目录 CONTENTS



1

利用程序计算电势、电场强度

2

不同电荷排布的二维、三维模拟

3

对变化中的电场的模拟

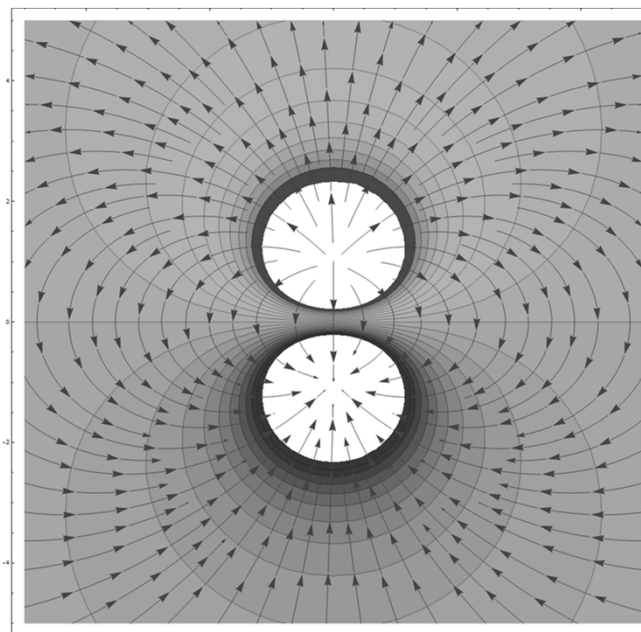
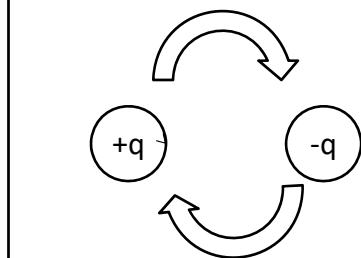
4

可能的推广

LOGO 对变化中的电场的模拟

电偶极子

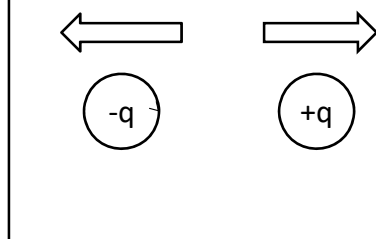
这是一个二维的电偶极子绕轴旋转时的电场线和等势面图。



LOGO 对变化中的电场的模拟

电二极子

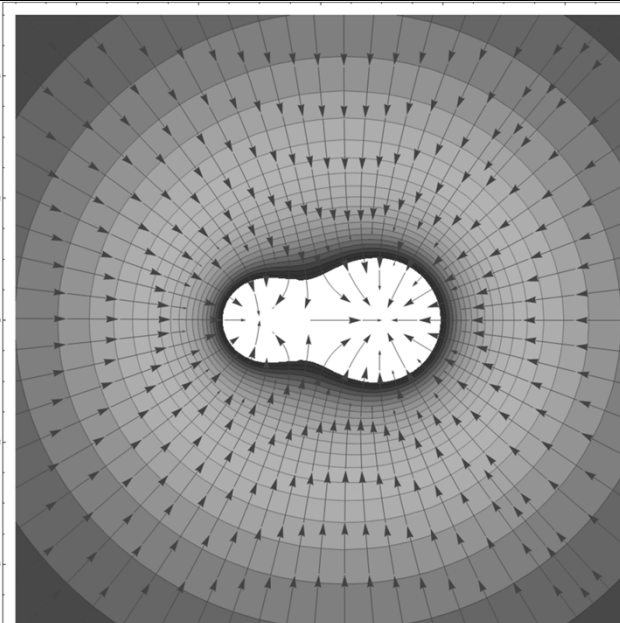
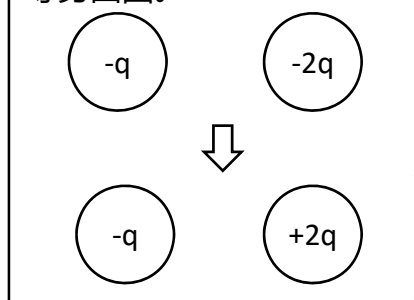
这是一个二维的电二极子相互远离时的电场线和等势面图。



LOGO 对变化中的电场的模拟

电偶极子

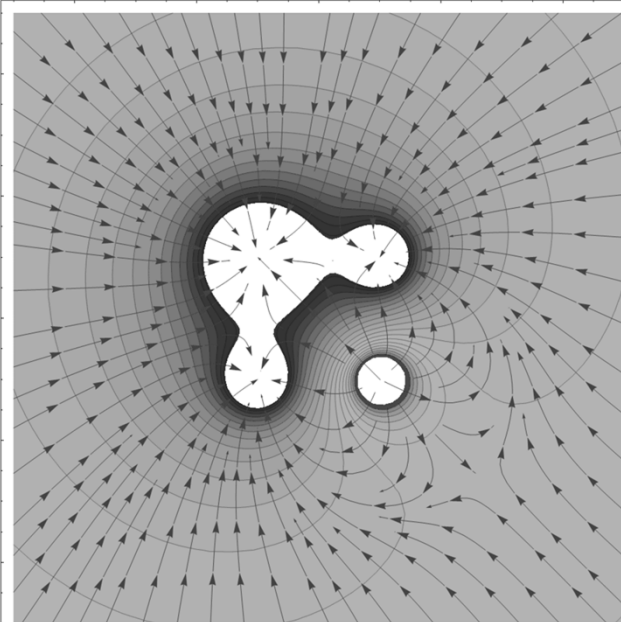
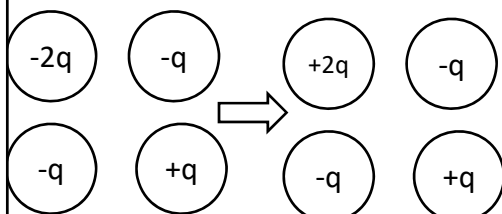
这是一个二维的电偶极子中一个电荷由由 $-2q$ 变化到 $+2q$ 时的电场线和等势面图。



LOGO 对变化中的电场的模拟

电四极子

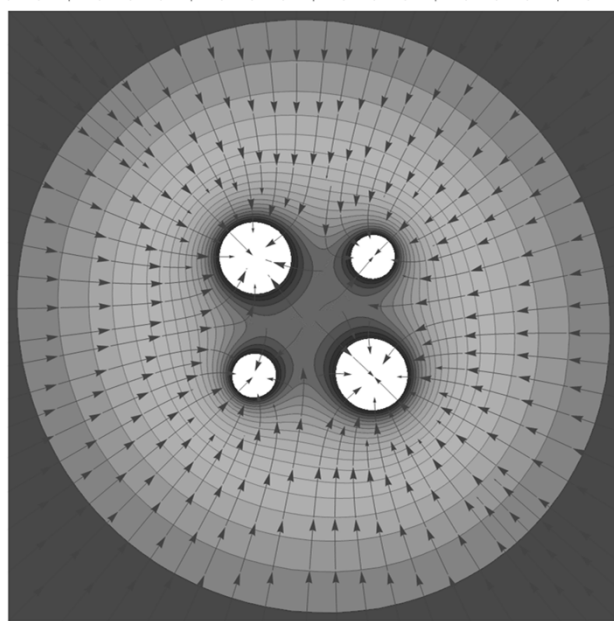
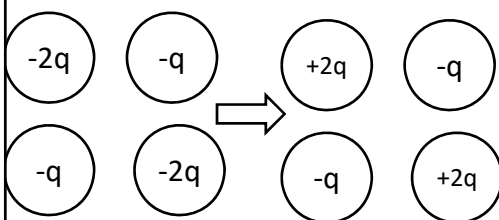
这是一个二维的电四极子一个电荷由 $-2q$ 变化到 $+2q$ 时的电场线和等势面图。



LOGO 对变化中的电场的模拟

电四极子

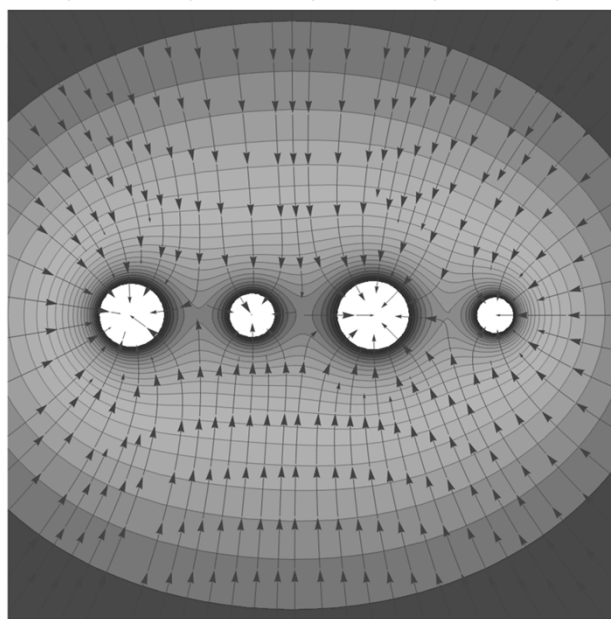
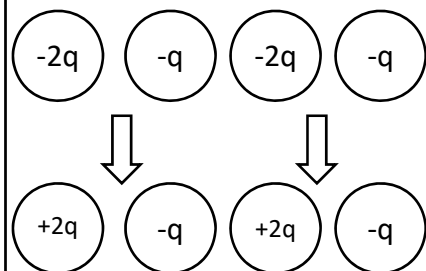
三维的电四极子其中两个电荷由 $-2q$ 变化到 $+2q$ 时的电场线和等势面图。



LOGO 对变化中的电场的模拟

电四极子

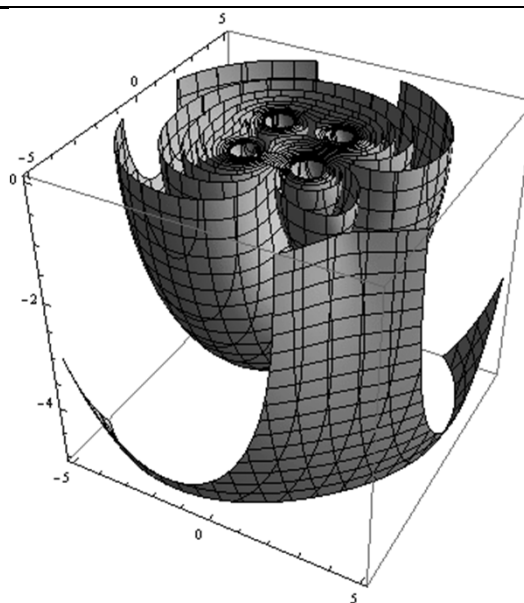
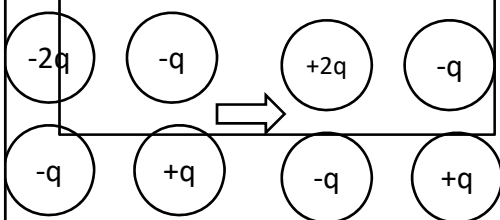
这是一个二维的电四极子其中两个电荷由 $-2q$ 变化到 $+2q$ 时的电场线和等势面图。



LOGO 对变化中的电场的模拟

电四极子

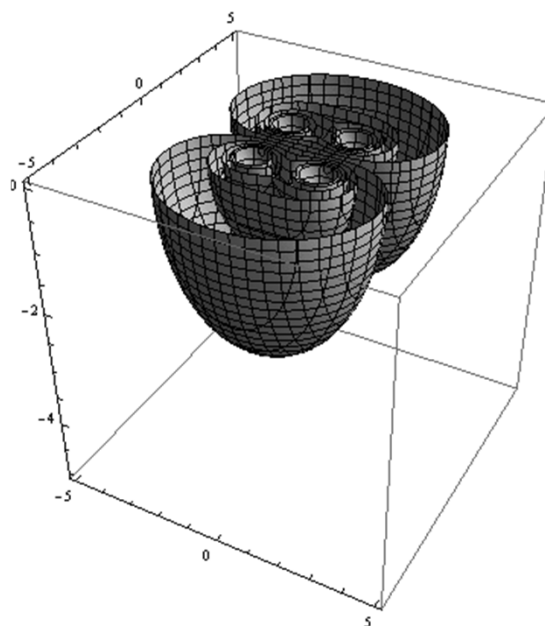
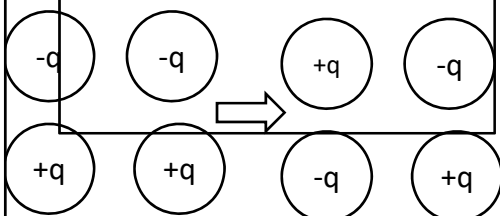
这是一个三维的电四极子一个电荷其中一个电荷由 $-q$ 变化到 $+q$ 时的等势面图。



LOGO 对变化中的电场的模拟

电四极子

这是一个三维的电四极子一个电荷其中两个电荷由 $-q$ 变化到 $+q$ 时的等势面图。



目录

CONTENTS

- 
- | | |
|---|----------------|
| 1 | 利用程序计算电势、电场强度 |
| 2 | 不同电荷排布的二维、三维模拟 |
| 3 | 对变化中的电场的模拟 |
| 4 | 可能的推广 |

LOGO 可能的推广

推广

至此我们讨论的都是点电荷产生的电场，那么能否模拟线电荷、面点荷、体电荷构成的电场呢？能不能计算体系的静电能？应该来说是可以的，但计算上面就不是简单的累加，而是积分和二重、三重积分的运算了，时间复杂度上要提高很多很多，而且几乎不可能用一两个函数解决所有问题，只能通过分析解决具体问题。换个思路或许可以用很多个点电荷近似线电荷，但这又带来了收敛性问题。

还有一点，由电和磁的对称性，通过模拟点电荷电场，我们可以类似的模拟磁单极子产生的磁场，进而近似推出某些磁单极子排布下空间中某一点的磁感应强度，这和点电荷其实是一致的。

THANKS !

