**普通物理學甲下**

**課程筆記**

**三、電磁學之電學**

**高斯定律之應用I**

授課教師：台灣大學物理系　易富國教授
筆記編寫：台灣大學物理系　曾芝寅助理
編者信箱：r01222076@ntu.edu.tw
上課學期：98學年度第二學期


本著作係採用[創用 CC 姓名標示-非商業性-相同方式分享 3.0 台灣 授權條款](http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/tw/deed.zh_TW)授權.

**高斯定律之定量應用**

高斯定律有定量、定性的應用。

定量的應用需要良好的對稱性，下面舉例。

例一：均勻線電荷分布

線電荷密度 (單位長度電荷量)

電荷分布的對稱性：

1. 圓柱旋轉對稱
* 電場大小在同高之圓柱面上圓相同
1. 對垂直軸之鏡面對稱
* 電場方向垂直圓柱面
1. 沿軸平移對稱
* 電場大小在圓柱上不同高的點相同

選封閉曲面 ：

某點到軸上的距離作半徑，做一圓柱。

圓柱共有三個面，圓柱面、上蓋與下蓋。

高斯定律給出

例二：均勻面電荷分布

面電荷密度 (單位面積電荷量)

電荷分布的對稱性：

1. 繞垂直平面之軸旋轉對稱
* 電場方向垂直平面
1. 沿平面之平移對稱
* 電場大小在同高之平面上相同
1. 沿電荷平面鏡射對稱
* 電場方向在平面鏡射位置上下相反、大小相同

選封閉曲面 ：

某點到平面的距離作半高，做一圓柱上下對稱。 (事實上柱面的形狀不拘)

柱共有三個面，柱面、上蓋與下蓋。

高斯定律給出

這是一個重要的例子，將經常使用。

例三：薄球殼，均勻電荷分布

總電荷 ，半徑

首先複習**球殼定理**的積分證明：

利用庫倫定律，

 之間有餘弦定理的關係

導出 ,

* 若
* 若

**結論：**

再來利用高斯定律：

電荷分布的對稱性：

球形旋轉對稱

* 電場方向垂直球殼面 ，球面上電場大小相同。

選封閉曲面 ：以球殼心為球面心，做一半徑為 的球。

高斯定律給出

* 若
* 若

**結論：**

注意：場在薄球殼內的為零，是精準的距離平方反比的特性。

如圖，點感受兩端靜電力相同，距離近者感受電荷小，**距離平方反比**下剛好抵銷。

例四：實心球，均勻電荷分布

體積電荷密度(單位體積電荷量) ，半徑

電荷分布的對稱性：

球形旋轉對稱

* 電場方向垂直球殼面 ，球面上電場大小相同。 (和薄球殼同理)

選封閉曲面 ：以球殼心為球面心，做一半徑為 的球。

高斯定律給出

* 若
* 若

**結論：**

**習題一**：兩實心球，一半徑 ，體積電荷密度 ；另一半徑 ，體積電荷密度 。若兩球心的位移向量為 ，求兩球重疊部分之電場。

**習題二**：一個半徑 實心球，體積電荷密度 。挖空一半徑 的球，使其體積電荷密度為 。若兩球心的位移向量為 ，求挖空部分之電場。

**習題三**：無限長的實心圓柱體，體積電荷密度 ，半徑 ，求空間中之電場。