物理学是研究物质的基本结构、物质间的相互作用和物质最基本最普遍的运动形式及其相互转化规律的学科。

“物理” ------“格物致理”

物理学的最大魅力就在于--------
它能够让我们了解我们所处的这个世界

透过物理学习，学会运用物理思想去分析、解决问题才是大学物理教学的重点所在。

搞好与中学物理知识的衔接； 要做好数学知识的储备；

要适当记笔记； 练习的重要性。

索末菲曾写信给他的学生海森堡，告诫他：“要勤奋地去做练习，只有这样，你才会发现，哪些你已理解，哪些你还没有理解。”

课程安排：

第一部分：电磁学

其中包括静电场（书第7章）、恒定磁场（书第8章）、电磁感应和电磁场（书第9、10章）；补充振动和波动基础（书第4、5章）

第二部分：相对论基础（书第6章）；

第三部分：量子物理学基础

包括书上第19、20、21章

参考书：程守洙《普通物理学》

张三慧《大学物理学》

联系方式：于 杰　**13504258898**

yujie@dlut.edu.cn

公共邮箱：dutphysics@163.com

密码：dutstudents

线上学习成绩占**50%**，线下期末考试成绩占**50%**（一直线上教学采用此办法）。线下考试题型：填空、判断、计算、简答。

若第五周后，课程采用线下授课形式，视频成绩**10**分取消。线上学习成绩占**40%**，线下期末考试成绩占**60%**.

线上学习成绩包括：

（**1**）视频学习 **10**分

（**2**）线上作业 **10**分

（**3**）线上活动：测试加点名 **10**分

（**4**）线上活动：讨论 **5**分

（**5**）模块总结，包括静电场、恒定磁场、电磁感应、相对论和量子物理学五个模块，并完成互评 **5**分

（**6**）完成中国大学**MOOC**平台对应各章的单元测验及电磁学相对论部分的考试。 10分

通知：

1. 后续线上授课后，个人在公共邮箱下载作业，自行打印或班长组织集体打印；

2. 暂定每周一收作业。作业上的提交日期必须标上。

3. 重修生（含复修生）的要求同应届生一样。如果因为课程冲突而不能上课，要在两周内在新教务系统填写免听课程申请。

4. 爱课程网站***http://www.icourses.cn/imooc/***

大学物理—相对论、电磁学

大学物理—量子物理学基础

• 教务处建议学生在爱课程网站昵称统一命名为：

DUT班号_学号，（例：DUT软件1901_201900000）

5. 大连理工大学金课建设平台***http://dlut.mooc.chaoxing.com/***

超星学习通APP下载、注册

电磁学是研究物质间电磁相互作用及电磁场产生、变化和运动规律的一门学科。

- 研究内容主要包括：电荷和电流产生电场和磁场的规律、电场和磁场的相互联系、电磁场对电荷和电流的作用、电磁场对实物的作用及所引起的各种效应等。

按字义理解，所谓“场”是指某种物理量在空间的一种分布。例如：温度场、速度场等，而温度和速度就称为相应的场量。

在物理学中，“场”是指物质的一种特殊形态。实物和场是物质的两种存在形态，它们具有不同的性质、特征和不同的运动规律。

§1 静电场和恒定电场

1.1 电场　电场强度

1.2 高斯定理

1.3 场强环路定理　　电势

1.4 静电场中的导体和电介质

1.5 电容 电容器 静电场的能量

* 1.6 恒定电场

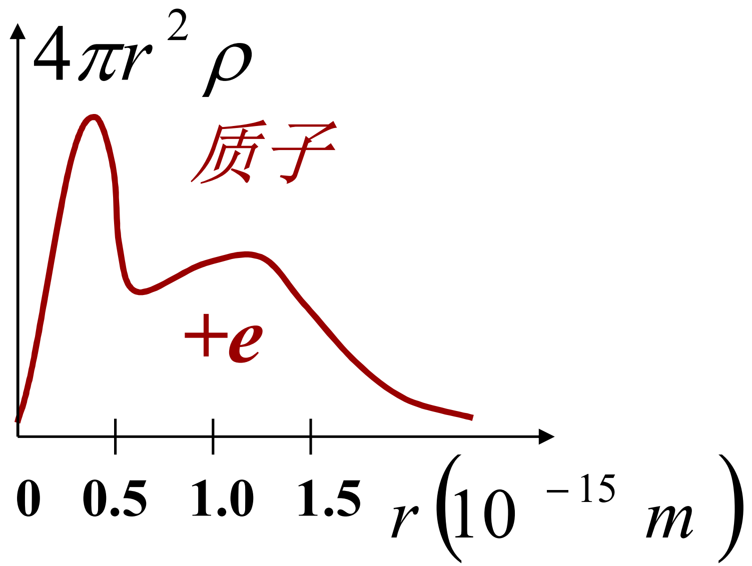
§1 -1 电场　电场强度

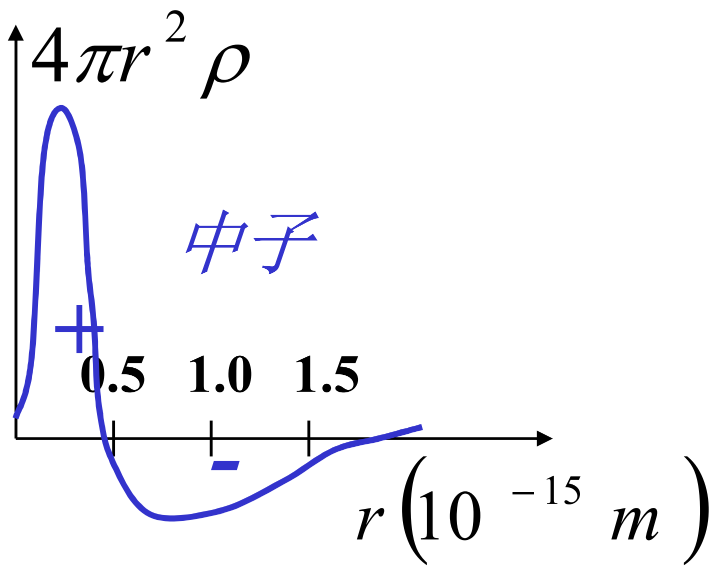
一.基本电现象

1、电荷 电荷：表示物体所带电荷多少的物理量叫作电荷量，简称电荷，用q或Q表示，单位是库仑(C)。

1）电荷的种类—只有正负两种

电子 **- e <10 $^{-18}$m —— “点”**





2）电荷的量子性

基本电荷：电子电量的绝对值 e

$$e = 1.602 \times 10^{-19} C$$

从微观上看， 电荷是量子化的，不连续的。

宏观物体的带电量是**e**的整数倍，Q=**Ne**。

从宏观上看，电荷可视为连续变化的。

- **夸克（quark）带分数电荷 –e/3(e/3)和 2e/3(-2e/3), 但实验未发现自由夸克（夸克囚禁）**

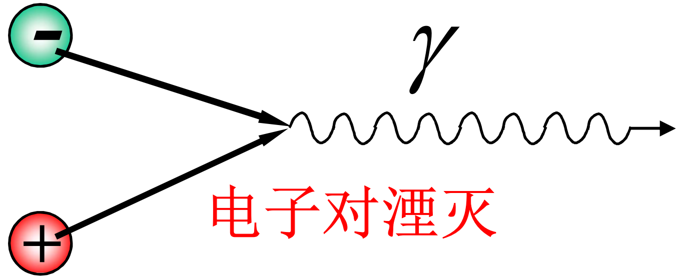
电荷仍然是量子化的

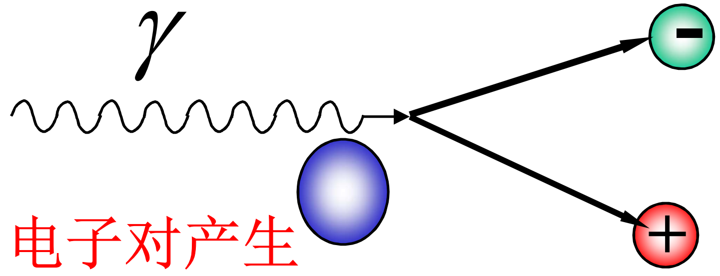
3）电荷守恒定律

内容： 在一个孤立系统内发生的任何过程中，总电荷数不变，即在任一时刻存在于系统中的正负电荷的代数和保持不变。

$$^{238}_{92}\mathrm{U} \rightarrow {}^{234}_{90}\mathrm{Th} + {}^{4}_{2}\mathrm{He}$$

$$92e \rightarrow 90e + 2e$$

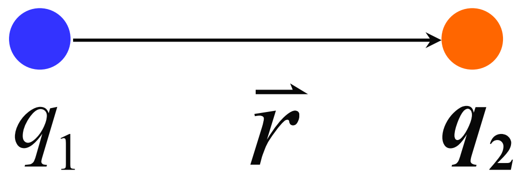




* 4）电荷相对论不变性

在相对运动的参考系中测得带电体的电量相等，即电荷的电量与它的运动状态无关。

二.库仑定律



1、点电荷

当带电体的大小、形状 与带电体间的距离相比可以忽略时,就可把带电体视为一个带电的几何点。

2、库仑定律

$$\boxed{\vec{F}_{21}=-\vec{F}_{12}=k\frac{q_1q_2}{r^3}\vec{r}}$$

$$k=\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\approx 9.0\times 10^9\mathrm{N}\cdot\mathrm{m}^2\mathrm{C}^{-2}$$

$$\varepsilon_0\approx 8.85\times10^{-12}\mathrm{C}^2\mathrm{N}^{-1}\mathrm{m}^{-2}$$

大小为: $F=F_{21}=-F_{12}=\dfrac{1}{4\pi\varepsilon_0}\dfrac{q_1q_2}{r^2}$

讨论:

(1)适用于真空中静止的点电荷;(2)库仑力满足牛顿第三定律;

(3)一般 $\vec{F}_{电} >> \vec{F}_{万}$

库仑定律包含同性相斥，异性相吸这一结果。

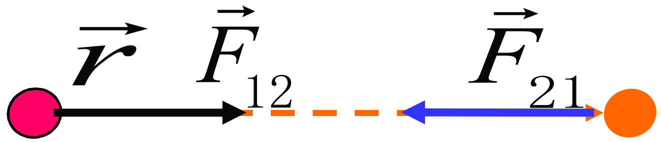
(a)q_1和q_2同性，则$q_1\,q_2$>0，$\vec{F}_{21}$和 $\vec{r}$ 同向，方程说明1排斥2

$q_1 > 0$ $\qquad$ $q_2 > 0$ $\qquad$ 斥力

$q_1 < 0$ $\qquad$ $q_2 < 0$

(b)q_1和q_2异性，则$q_1\,q_2$<0，$\vec{F}_{21}$和 $\vec{r}$ 反向，

方程说明1吸引2



$q_1 > 0$ $\qquad$ $q_2 < 0$ $\qquad$ 引力

$q_1 < 0$ $\qquad$ $q_2 > 0$

例 按量子理论，在氢原子中，核外电子快速地运动着并以一定的概率出现在原子核的周围各处，基态下电子在半径 $r = 0.529\times10^{-10}$ m的球面附近出现的概率最大. 计算基态下氢原子内电子和质子之间的静电力和万有引力。$G = 6.67\times10^{-11}\ \mathrm{N\cdot m^2/kg^2}$.

解: 按库仑定律，电子和质子之间的静电力为

$$F_e = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{e^2}{r^2} = 8.22\times10^{-8}(\mathrm{N})$$

电子和质子之间的万有引力为

$$F_g = G\frac{m_1 m_2}{r^2} = 3.63\times10^{-47}(\mathrm{N})$$

$$\frac{F_e}{F_g} = 2.26\times10^{39}$$

在原子中，电子和质子之间的静电力远比万有引力大，由此，在处理电子和质子之间的相互作用时，只需考虑静电力，万有引力可以略去不计

例　设原子核中的两个质子相距4.0×10^{-15} m，求此两个质子之间的静电力。

解：两个质子之间的静电力是斥力：

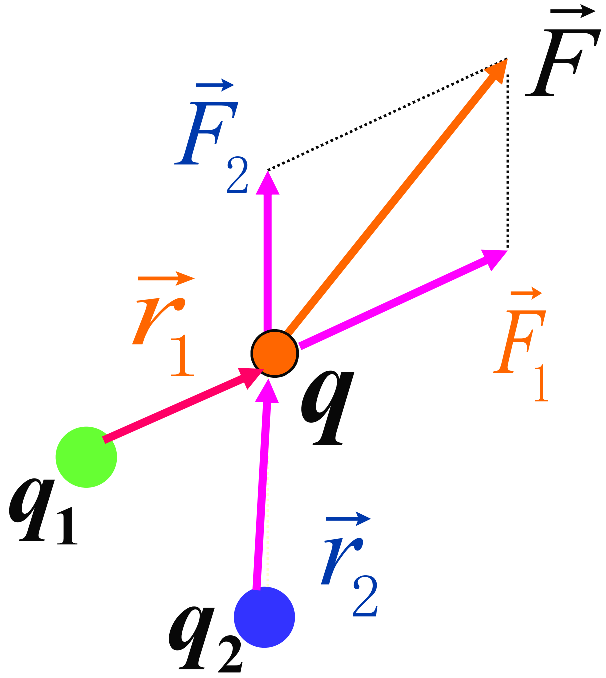
$$F_e = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q_1 q_2}{r^2}$$

$$= 9.0\times10^9\frac{\left(1.6\times10^{-19}\right)^2}{\left(4.0\times10^{-15}\right)^2} = 14(\mathrm{N})$$

可见，在原子核内质子间的斥力是很大的。质子之所以能结合在一起组成原子核,是由于核内除了有这种斥力外还存在着远比斥力为强的引力——核力的缘故。

三、 电场力的叠加

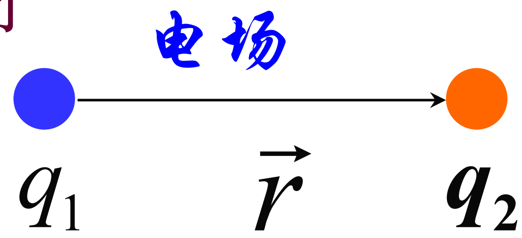
<u>静电力的叠加原理</u>　　作用于某电荷上的总静电力等于其它点电荷单独存在时作用于该电荷的静电力的矢量和。



<u>离散分布</u>　$$\vec{F}=\sum_{i=1}^{N}\vec{F}_i \qquad \vec{F}_i=\frac{qq_i}{4\pi\varepsilon_0 r_i^3}\vec{r}_i$$

<u>连续分布</u>　$$\vec{F}=\int \mathrm{d}\vec{F} \qquad \mathrm{d}\vec{F}=\frac{q\,\mathrm{d}q}{4\pi\varepsilon_0 r^3}\vec{r}$$

四、电场　　电荷 $\overset{?}{\rightleftarrows}$ 电荷



- 早期：电磁理论是超距作用理论
- 后来：法拉第提出**场**的概念

理论和实践证明：任何电荷（无论静止还是运动）都在其周围空间激发电场，而电场又对处在其中的任何电荷都有力的作用

- 电场是物质的一种**客观存在**，它同实物一样也**具有能量、动量、质量**等属性。静电场的物质特性的外在表现是：

(1) 电场对位于其中的任何带电体都有电场力的作用

(2) 带电体在电场中运动，电场力要作功——电场具有能量

五、电场强度

试验电荷带正电，满足

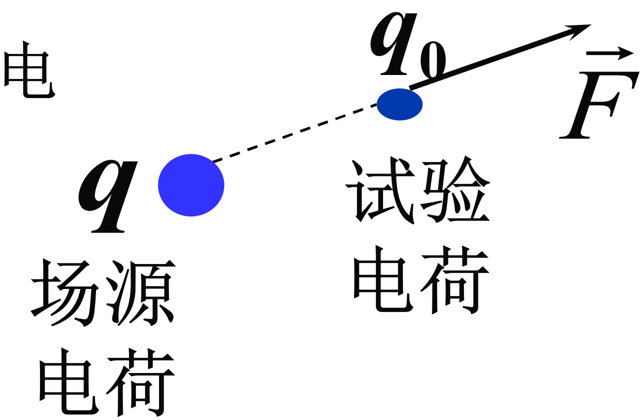
- 电量充分小——不至于使源电荷重新分布，改变原场分布；
- 线度足够小——场点确定.

1、定义：

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_0}$$

2、说明：

(1)场强是矢量，其大小等于单位电荷所受电场力，方向为正电荷的受力方向。



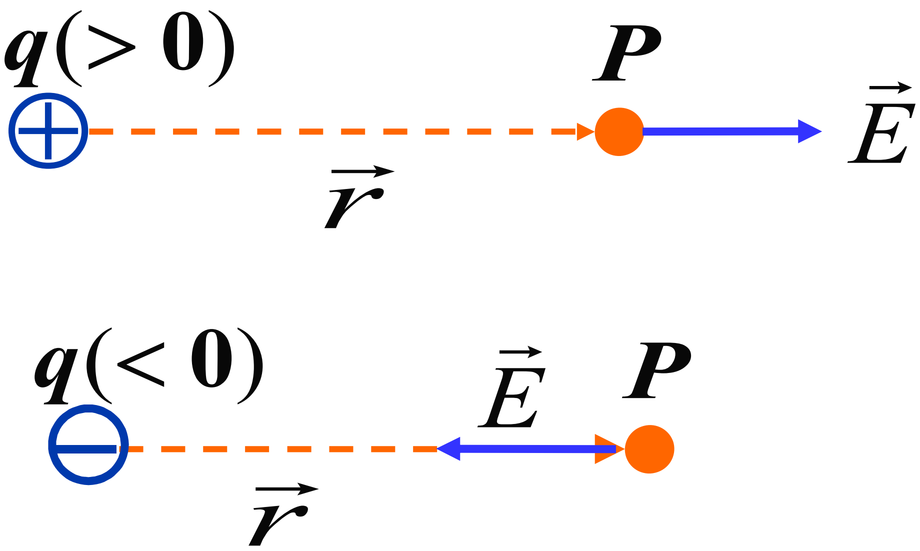
(2) $\vec{E}$是反映电场强弱和方向性的物理量，是场点位置的函数。

(3)单位：N/C 或 V/m

六、电场强度叠加原理及场强的计算

1. 点电荷的电场

$$\vec{F}=\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{qq_0}{r^3}\vec{r}\quad\Rightarrow\quad\vec{E}=\frac{\vec{F}}{q_0}=\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q}{r^3}\vec{r}$$



点电荷的场强是以点电荷为中心呈球对称性分布的非均匀电场。

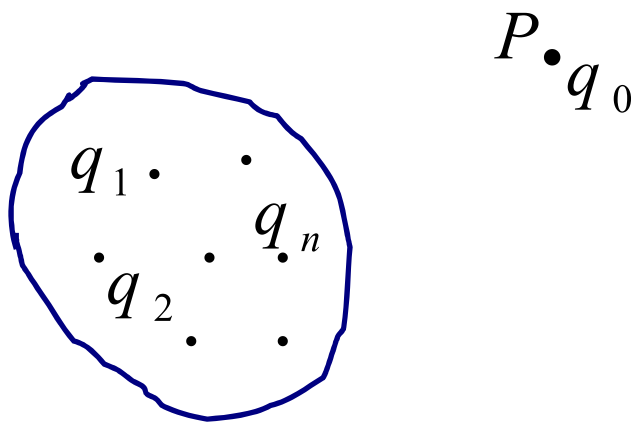
2. 场强叠加原理与点电荷系的电场

若真空中有n个点电荷$q_1,q_2,\ldots q_n$，则P点的总场强为

$$\vec{E}=\frac{\sum_{i=1}^{n}\vec{F}_i}{q_0}=\frac{\vec{F}_1}{q_0}+\frac{\vec{F}_2}{q_0}+\cdots+\frac{\vec{F}_n}{q_0}$$

$$=\vec{E}_1+\vec{E}_2+\cdots+\vec{E}_n$$

$$=\sum_i \vec{E}_i=\sum_i \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q_i}{r_i^3}\vec{r}_i$$



点电荷系在空间任一点激发的总场强等于各个点电荷单独存在时在该点各自所激发的场强的矢量和，这就是场强叠加原理。

离散分布的点电荷系的场强

$$\vec{E} = \sum_i \vec{E}_i = \sum_i \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \frac{q_i}{r_i^3} \vec{r}_i$$

场强在坐标轴上的投影

$$E_x = \sum_i E_{ix}, \quad E_y = \sum_i E_{iy}, \quad E_z = \sum_i E_{iz}$$

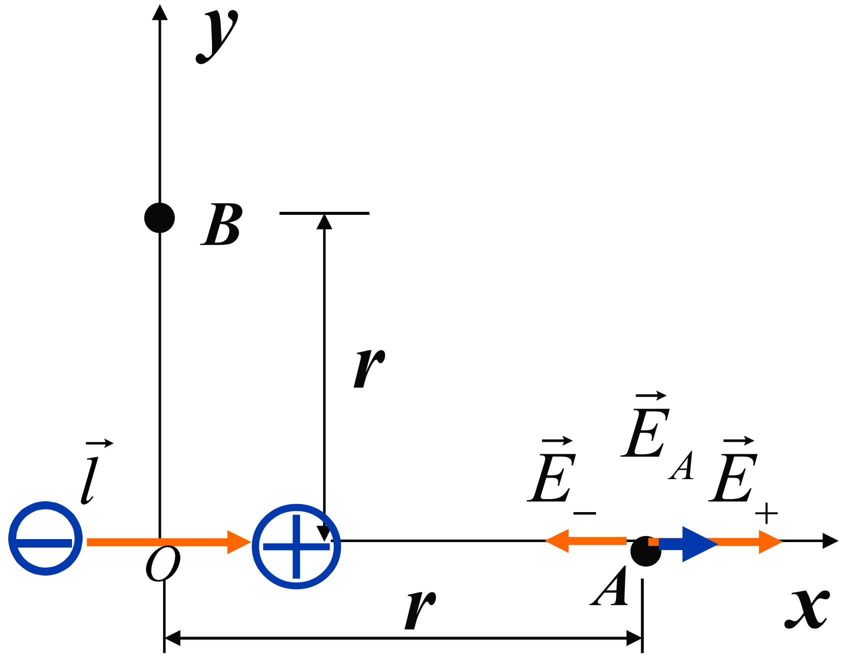
$$\vec{E} = E_x \vec{i} + E_y \vec{j} + E_z \vec{k}$$

例7.2电偶极子延长线和中垂线上一点的场强

如图已知：*q*、*-q*、

$r>>l$,

电偶极矩 $\vec{p}=q\vec{l}$

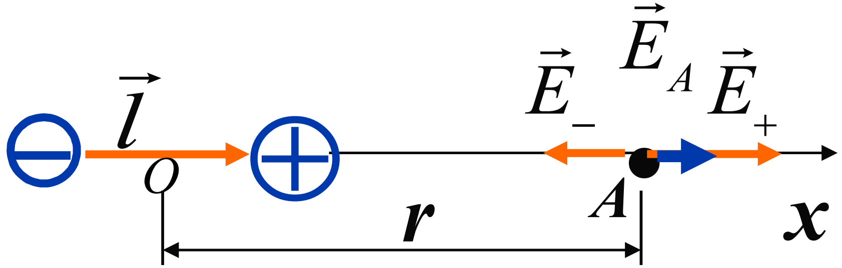


求：*A*点及*B*点的场强

解：**A点**　设$+q$和$-q$的场强分别为$\vec{E}_+$和$\vec{E}_-$

$$\vec{E}_+=\frac{q}{4\pi\varepsilon_0(r-\frac{l}{2})^2}\vec{i}\qquad \vec{E}_-=\frac{-q}{4\pi\varepsilon_0(r+\frac{l}{2})^2}\vec{i}$$

$$\vec{E}_{+} = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0 (r - \frac{l}{2})^2} \vec{i}$$



$$\vec{E}_{-} = \frac{-q}{4\pi\varepsilon_0 (r + \frac{l}{2})^2} \vec{i}$$

$$\vec{E}_A = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \left[\frac{q}{(r - \frac{l}{2})^2} - \frac{q}{(r + \frac{l}{2})^2} \right] \vec{i}$$

$$= \frac{2qrl}{4\pi\varepsilon_0 r^4 (1 - \frac{l}{2r})^2 (1 + \frac{l}{2r})^2} \vec{i}$$

$$\vec{E}_A = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \frac{2ql}{r^3} \vec{i}$$

$$= \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \frac{2\vec{p}}{r^3}$$

对B点：
$$E_+ = E_- = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q}{(r^2 + l^2/4)}$$

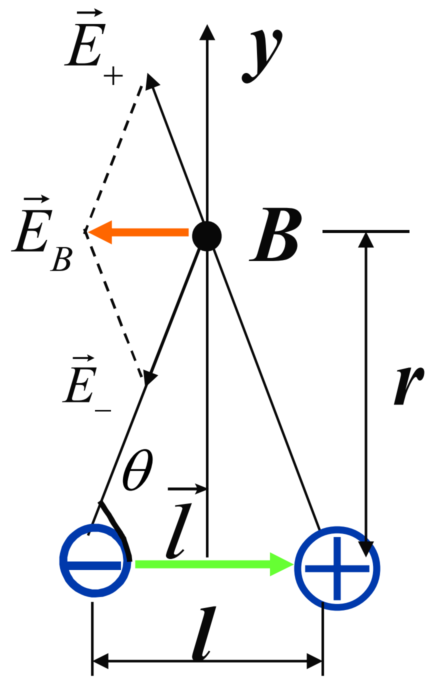
$$E_x = E_{+x} + E_{-x} = 2E_{+x} = -2E_+ \cos\theta \qquad \cos\theta = \frac{l/2}{\sqrt{r^2 + l^2/4}}$$

$$E_y = E_{+y} + E_{-y} = 0$$

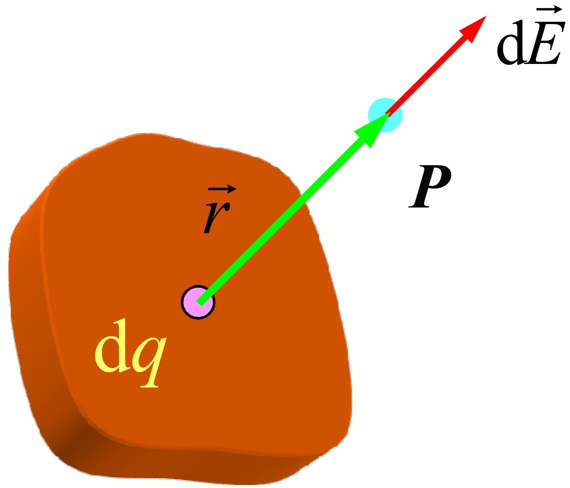
$$E_B = 2E_+ \cos\theta$$

$$= \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{ql}{(r^2 + \frac{l^2}{4})^{3/2}}$$

$$\approx \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{p}{r^3} \qquad \vec{E}_B = -\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{\vec{p}}{r^3}$$



3. 连续分布带电体的场强



电荷元的场强 $\mathrm{d}\vec{E} = \dfrac{1}{4\pi\varepsilon_0}\dfrac{\mathrm{d}q}{r^2}\vec{e}_r$

总场强 $\vec{E} = \int \mathrm{d}\vec{E} = \int \dfrac{\mathrm{d}q}{4\pi\varepsilon_0 r^2}\vec{e}_r$

$$\mathrm{d}q = \begin{cases} \lambda \mathrm{d}l & \text{（线分布）} \\ \sigma \mathrm{d}S & \text{（面分布）} \\ \rho \mathrm{d}V & \text{（体分布）} \end{cases}$$

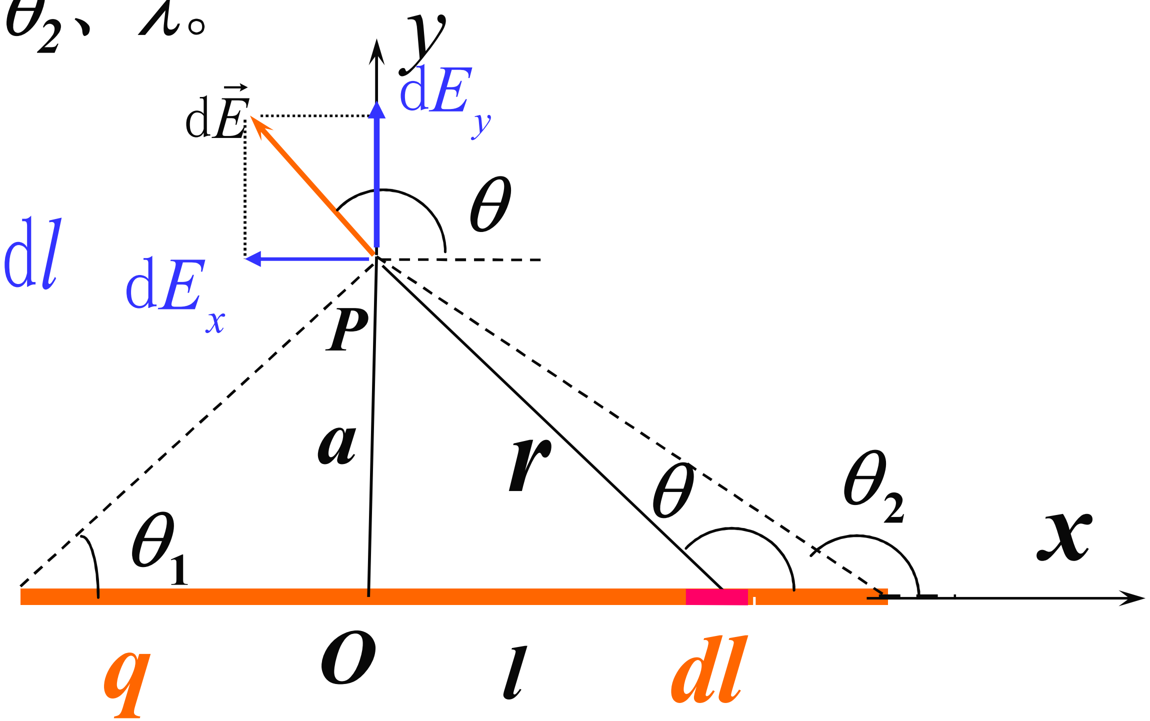
λ：线密度 $\lambda = \lim\limits_{\Delta l \to 0}\dfrac{\Delta q}{\Delta l} = \dfrac{\mathrm{d}q}{\mathrm{d}l}$

σ：面密度 $\sigma = \lim\limits_{\Delta S \to 0}\dfrac{\Delta q}{\Delta S} = \dfrac{\mathrm{d}q}{\mathrm{d}S}$

ρ：体密度 $\rho = \lim\limits_{\Delta V \to 0}\dfrac{\Delta q}{\Delta V} = \dfrac{\mathrm{d}q}{\mathrm{d}V}$

例7.3　求一均匀带电直线在**P**点的电场

已知：q 、a 、θ_1、θ_2、λ。



解题步骤

1. 选电荷元 $dq = \lambda dl$

2.确定 $d\vec{E}$的大小

$$dE = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{\lambda dl}{r^2}$$

3. 判断$d\vec{E}$方向。建立坐标，

将 $d\vec{E}$ 投影到坐标轴上 $dE_x = dE\cos\theta, dE_y = dE\sin\theta$

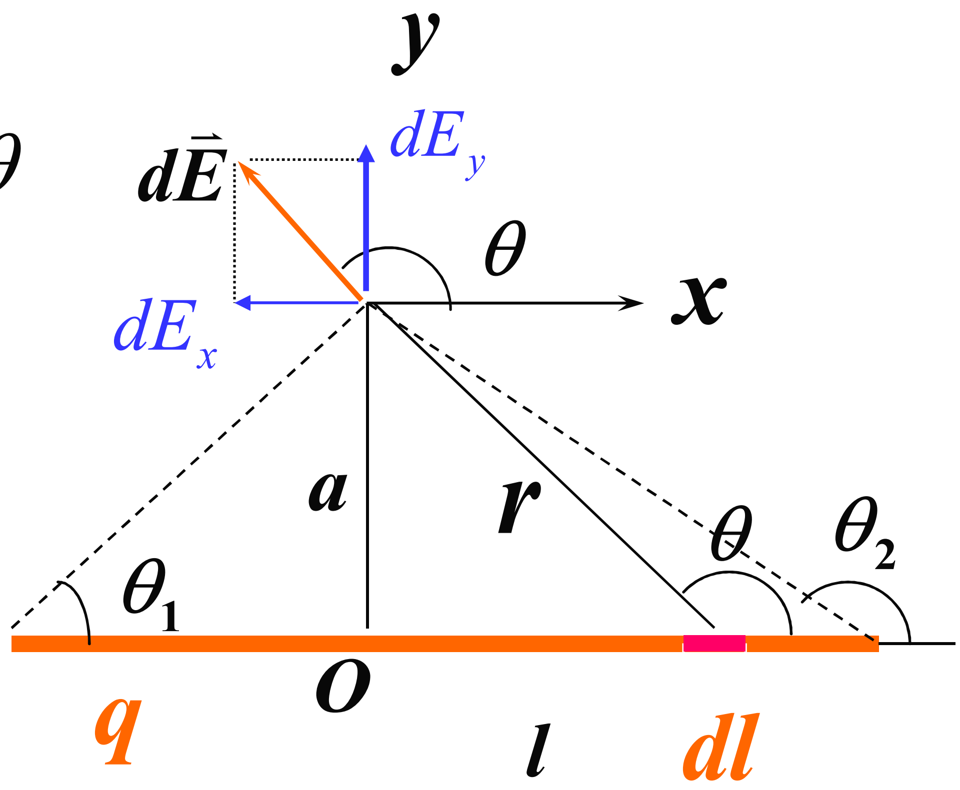
4. 统一积分变量

选θ作为积分变量

$$l = a\cot(\pi - \theta) = -a\cot\theta$$

$$\therefore\ \mathrm{d}l = a\csc^2\theta\mathrm{d}\theta$$

$$r = \frac{a}{\sin\theta} = a\csc\theta$$



$$\mathrm{d}E_x = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{\lambda\mathrm{d}l}{r^2}\cos\theta$$

$$= \frac{\lambda}{4\pi\varepsilon_0}\frac{a\csc^2\theta\mathrm{d}\theta}{a^2\csc^2\theta}\cos\theta = \frac{\lambda}{4\pi\varepsilon_0 a}\cos\theta\mathrm{d}\theta$$

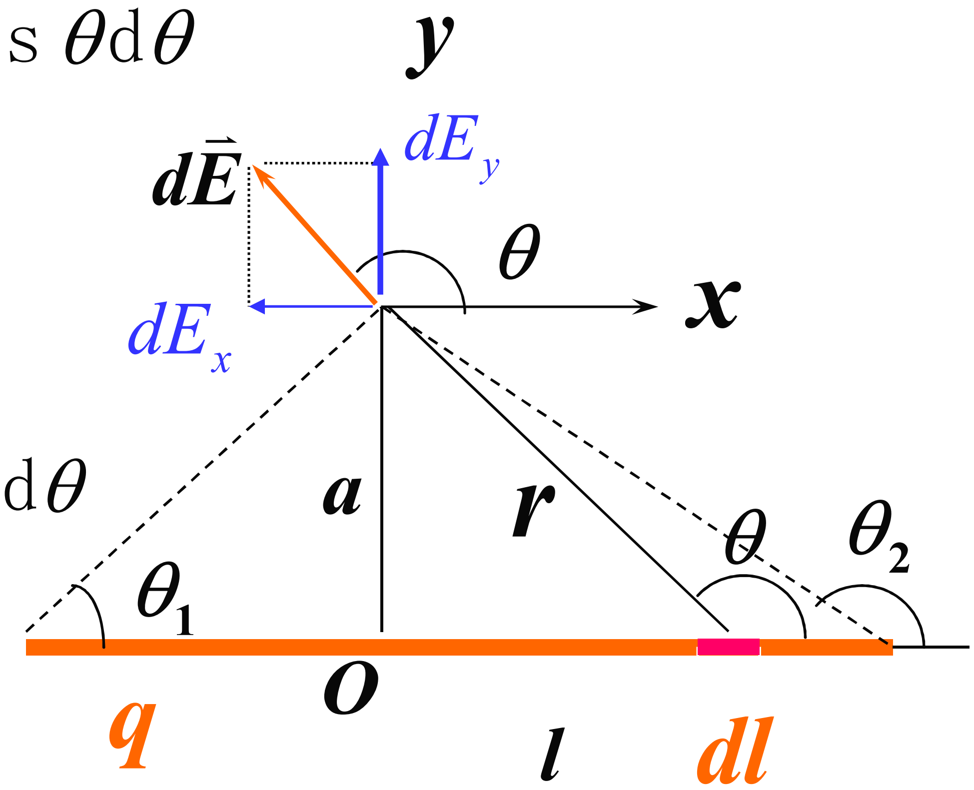
$$\mathrm{d}E_y = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{\lambda \mathrm{d}l}{r^2}\sin\theta = \frac{\lambda}{4\pi\varepsilon_0 a}\sin\theta \mathrm{d}\theta$$

$$E_x = \int \mathrm{d}E_x = \int_{\theta_1}^{\theta_2}\frac{\lambda}{4\pi\varepsilon_0 a}\cos\theta \mathrm{d}\theta$$

$$= \frac{\lambda}{4\pi\varepsilon_0 a}(\sin\theta_2 - \sin\theta_1)$$

$$E_y = \int \mathrm{d}E_y = \int_{\theta_1}^{\theta_2}\frac{\lambda}{4\pi\varepsilon_0 a}\sin\theta \mathrm{d}\theta$$

$$= \frac{\lambda}{4\pi\varepsilon_0 a}(\cos\theta_1 - \cos\theta_2)$$



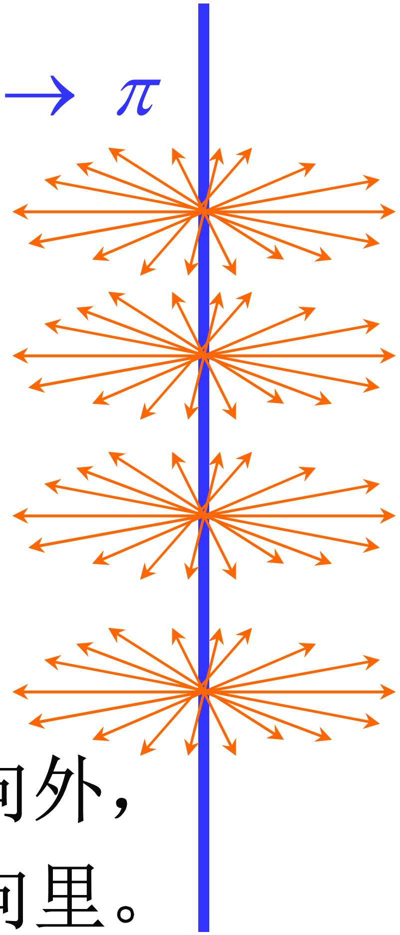
$$E = \sqrt{E_x^2 + E_y^2} \quad \arctan(E_y / E_x)$$

$$\boxed{E_x = \frac{\lambda}{4\pi\varepsilon_0 a}(\sin\theta_2 - \sin\theta_1)}$$

$$\boxed{E_y = \frac{\lambda}{4\pi\varepsilon_0 a}(\cos\theta_1 - \cos\theta_2)}$$

讨论 当直线长度 $L \to \infty$ 或 $a \to 0$ $\begin{cases} \theta_1 \to 0, \\ \theta_2 \to \pi \end{cases}$

$$E_x = 0, \quad E = E_y = \frac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0 a}$$



无限长均匀带电直线的场强

$$\boxed{E = \frac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0 a}}$$

当 $\lambda > 0$, $E_y > 0$, $\vec{E}$ 方向垂直带电导体向外，

当 $\lambda < 0$, $E_y < 0$, $\vec{E}$ 方向垂直带电导体向里。

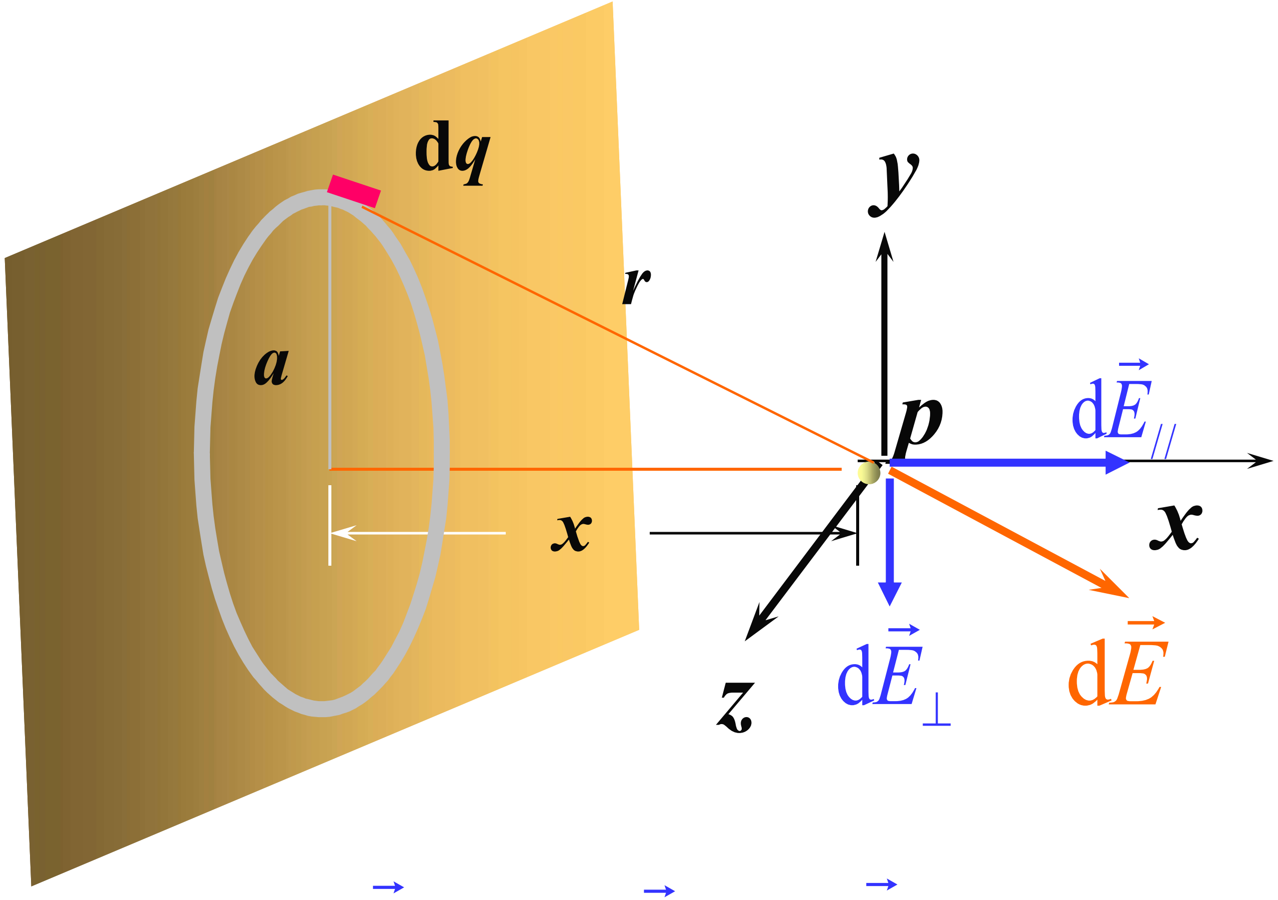
例7.4　求一均匀带电圆环轴线上任一点 x处的电场。

已知：　q 、a 、 x。

$$\mathrm{d}q = \lambda \mathrm{d}l$$

$$= \frac{q}{2\pi a}\mathrm{d}l$$

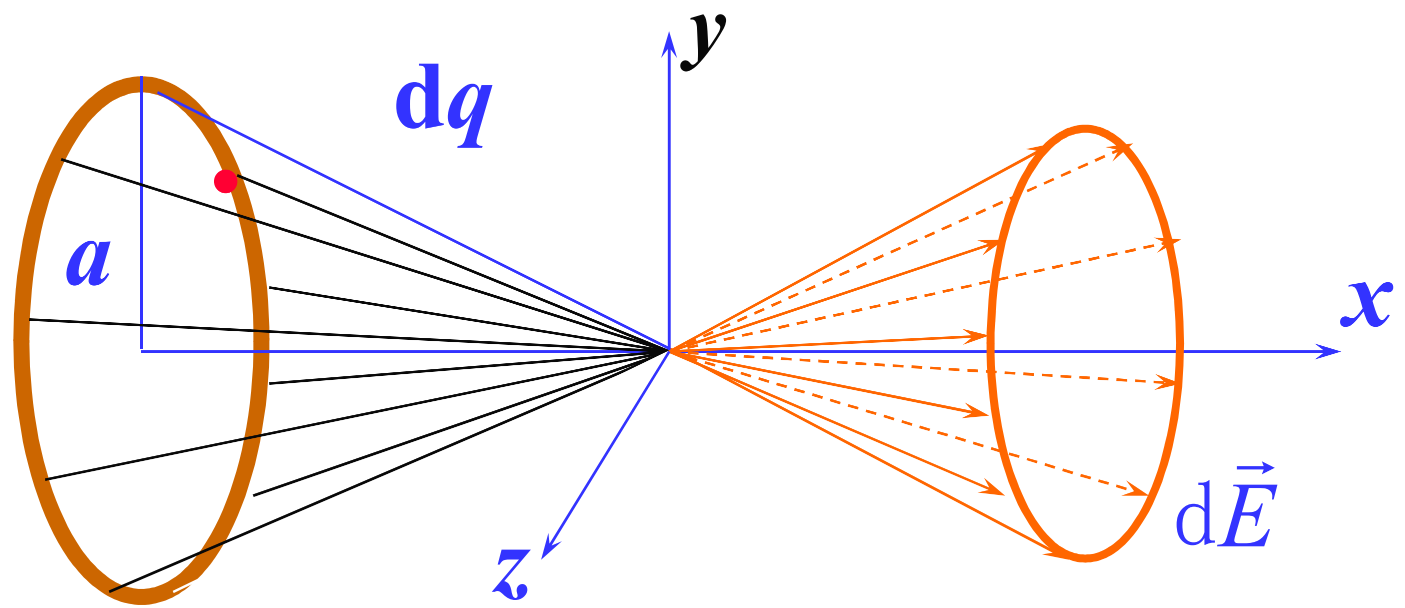
$$\mathrm{d}E = \frac{\mathrm{d}q}{4\pi\varepsilon_0 r^2}$$



$$\mathrm{d}\vec{E}_{//} = \mathrm{d}E\vec{i}$$

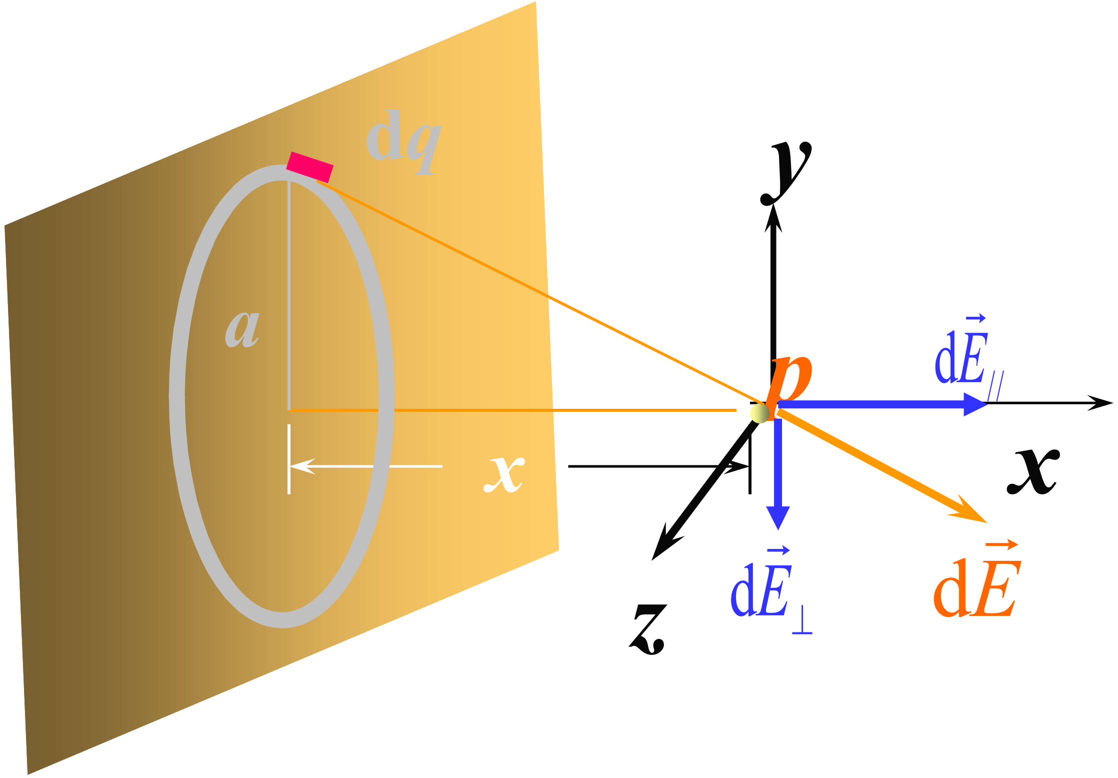
$$\mathrm{d}\vec{E}_{\perp} = \mathrm{d}E_y\vec{j} + \mathrm{d}E_z\vec{k}$$

当dq位置发生变化时，它所激发的电场矢量构成了一个圆锥面。



由对称性 $E_y = E_z = 0$

$$E=\int \mathrm{d}E_{//}$$
$$=\int \mathrm{d}E\cos\theta$$



$$\cos\theta = x/r$$
$$r=(a^2+x^2)^{1/2}$$

$$E=\oint_{2\pi a}\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q}{2\pi a}\frac{\mathrm{d}l}{r^2}\cos\theta=\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q}{r^2}\cos\theta$$

$$=\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{qx}{(a^2+x^2)^{3/2}}$$

$$\boxed{\vec{E}=\frac{xq}{4\pi\varepsilon_0(x^2+a^2)^{3/2}}\vec{i}}$$

$$\boxed{\vec{E}=\frac{xq}{4\pi\varepsilon_0(x^2+a^2)^{3/2}}\vec{i}}$$

$q>0,\ \vec{E}$ 沿x轴正向

$q<0,\ \vec{E}$ 沿x轴负向

讨论：（1）当$x=0$,即在圆环中心处，$\vec{E}=0$

当$x\to\infty$，$\vec{E}=0$

$$\frac{\mathrm{d}E}{\mathrm{d}x}=0\text{时}, x=\pm\frac{a}{\sqrt{2}},\quad E=E_{max}=\frac{\frac{a}{\sqrt{2}}q}{4\pi\varepsilon_0(a^2+\frac{a^2}{2})^{3/2}}$$

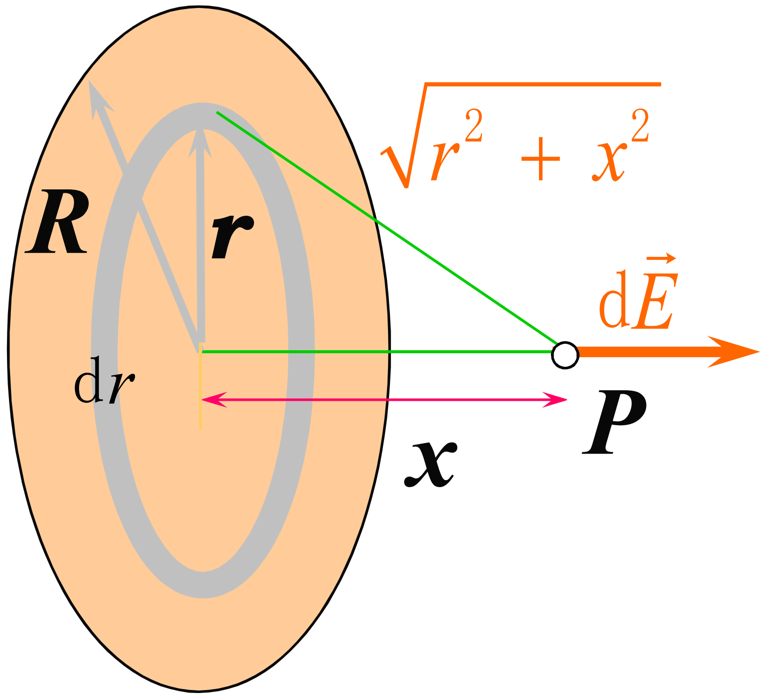
（2）当$x>>a$时，$x^2+a^2\approx x^2$

点电荷概念的相对性

$$E=\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q}{x^2}$$ ----带电细圆环可视为点电荷

例7.5 求均匀带电圆盘轴线上任一点的电场。

已知：q、R、x　求：E_p



解：细圆环所带电量为

$$dq = \sigma 2\pi r dr, \quad \sigma = \frac{q}{\pi R^2}$$

由上题结论知：

$$dE = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{x dq}{(r^2+x^2)^{3/2}}$$

$$= \frac{x\sigma 2\pi r dr}{4\pi\varepsilon_0 (r^2+x^2)^{3/2}}$$

$$\boxed{E = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\left(1 - \frac{x}{\sqrt{R^2+x^2}}\right)}$$

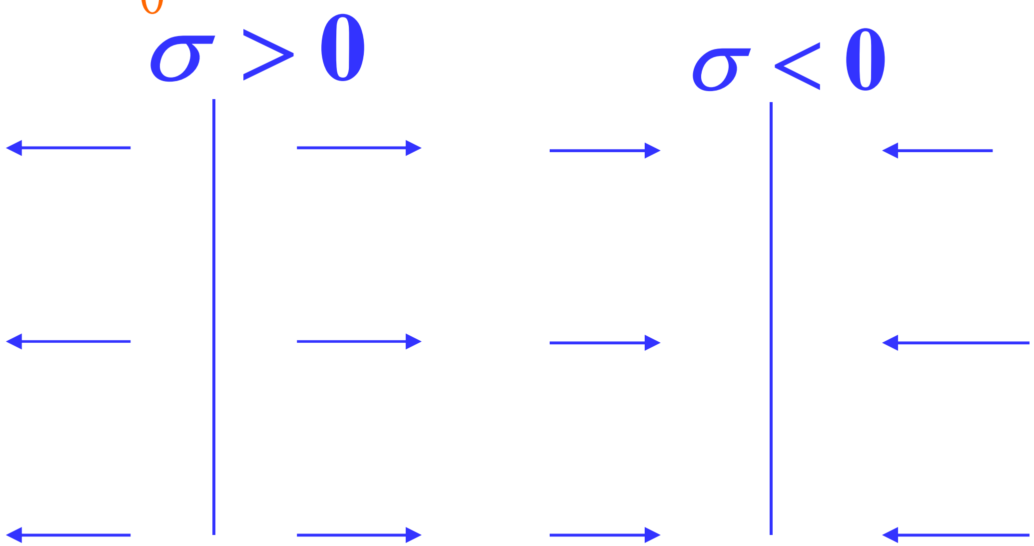
$$E = \int dE = \int_0^R \frac{\sigma x}{2\varepsilon_0}\frac{r dr}{(r^2+x^2)^{3/2}}$$

$$E = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\left(1 - \frac{x}{\sqrt{R^2 + x^2}}\right)$$

讨论

1. 当$R>>x$时，即P点接近O点时

$$E = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$$ （无限大均匀带电平面的场强）



$$\boxed{E=\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\left(1-\frac{x}{\sqrt{R^2+x^2}}\right)}$$

2. 当*R*<<*x*

$$\frac{x}{\sqrt{R^2+x^2}}=\left(1+\frac{R^2}{x^2}\right)^{-\frac{1}{2}}=1-\frac{1}{2}\left(\frac{R}{x}\right)^2+\cdots\cdots$$

$$E=\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\left(1-\frac{x}{\sqrt{R^2+x^2}}\right)=\left[\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\left(1-1+\frac{1}{2}\left(\frac{R}{x}\right)^2-\cdots\cdots\right)\right]$$

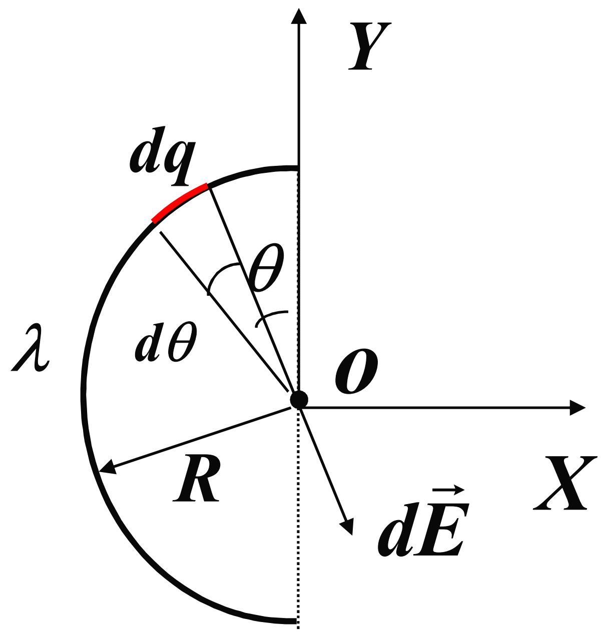
$$\approx\frac{q}{4\pi\varepsilon_0x^2}$$ 此时可视为点电荷的场强。

课堂练习

1. 求均匀带电半圆环圆心处的$\vec{E}$，已知 $\boldsymbol{R}$、λ

电荷元**d*q***产生的场 $\mathrm{d}E = \dfrac{\mathrm{d}q}{4\pi\varepsilon_0 R^2}$

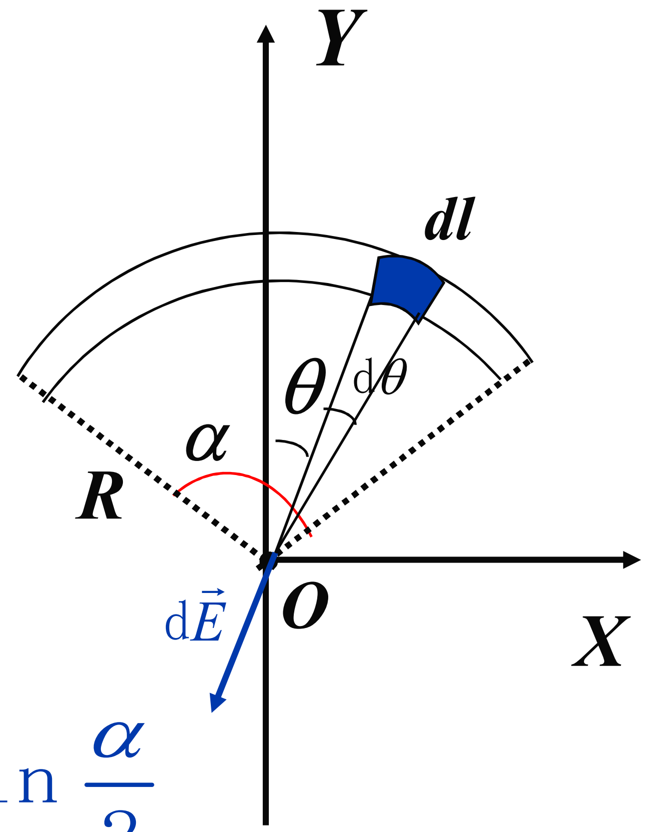
根据对称性 $\int \mathrm{d}E_y = 0$



$$E = \int \mathrm{d}E_x = \int \mathrm{d}E \sin\theta = \int_0^{\pi} \frac{\lambda R \mathrm{d}\theta}{4\pi\varepsilon_0 R^2} \sin\theta$$

$$= \frac{\lambda}{4\pi\varepsilon_0 R^2} (-\cos\theta)\Big|_0^{\pi} = \frac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0 R}$$

2. 求均匀带电一细圆弧圆心处的场强，已知α, λ, R



取电荷元**d*q***则 $\mathrm{d}E = \dfrac{\lambda \mathrm{d}l}{4\pi\varepsilon_0 R^2}$

由对称性 $\int \mathrm{d}E_x = 0$

$$E = \int \mathrm{d}E_y = \int \frac{\lambda \mathrm{d}l}{4\pi\varepsilon_0 R^2}\cos\theta$$

$$= 2\int_0^{\frac{\alpha}{2}} \frac{\lambda R\cos\theta}{4\pi\varepsilon_0 R^2}\mathrm{d}\theta = \frac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0 R}\sin\frac{\alpha}{2}$$

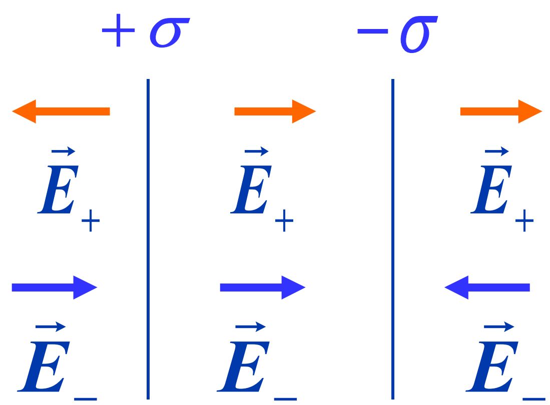
方向：沿***Y***轴负向

5. 两块无限大均匀带电平面，已知电荷面密度为±σ，计算场强分布。

解：由场强叠加原理

两板之间：$E = E_+ + E_- = 2\dfrac{\sigma}{2\varepsilon_0} = \dfrac{\sigma}{\varepsilon_0}$

两板之外： $E=0$



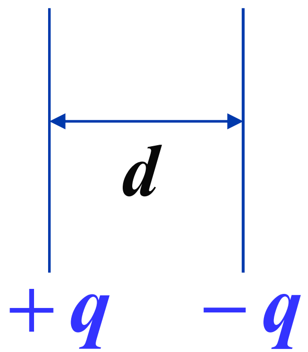
七.带电体在外电场中所受的力

$$\vec{F} = q\vec{E} \qquad \vec{F} = \int \vec{E}\,\mathrm{d}q$$

课堂讨论：如图已知±***q***、***d***、***S***

求两板间的作用力。

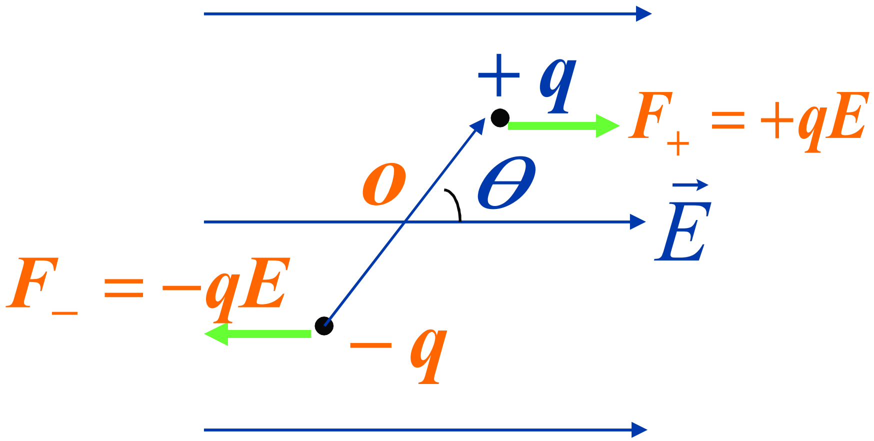
$$f \neq \frac{q^2}{4\pi\varepsilon_0 d^2}$$



$$f = q\frac{\sigma}{2\varepsilon_0} = \frac{q^2}{2\varepsilon_0 S}$$

练习：计算电偶极子在均匀电场中所受的合力和合力矩

已知 $\vec{p}=q\vec{l}\ ,\vec{E}$



解：合力

$$\vec{F}=\vec{F}_{+}+\vec{F}_{-}=0$$

合力矩

$$M=F_{+}\frac{l}{2}\sin\theta+F_{-}\frac{l}{2}\sin\theta=qlE\sin\theta$$

将上式写为矢量式 $\vec{M}=\vec{p}\times\vec{E}$

可见：$\vec{p}\perp\vec{E}$ 力矩最大；$\vec{p}\,/\!/\,\vec{E}$ 力矩最小。

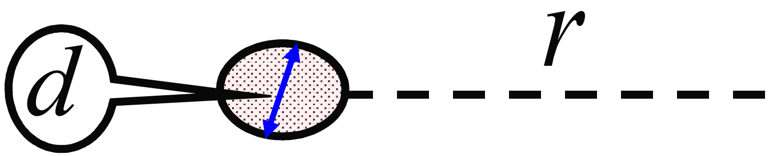
力矩总是使电矩 $\vec{p}$ 转向 $\vec{E}$ 的方向，以达到稳定状态

小结

理想模型

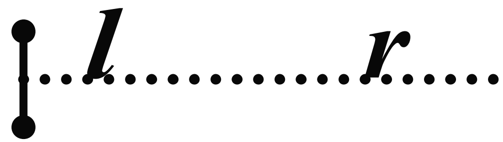
➢ 点电荷

$$r >> d$$

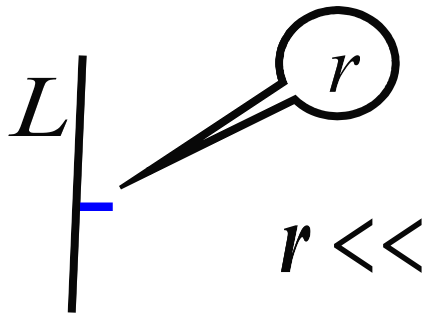


➢ 电偶极子

$$r >> l$$



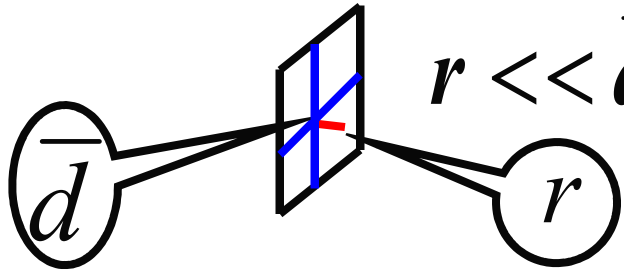
➢ 无限长带电线



$$r << L$$

➢ 无限大带电面

$$r << \bar{d}$$



本次课学习要求：

1、观看金课建设平台上的视频**7.2**、**7.3**、**7.4**。

2、结合本课件，要求掌握以下知识点：

（**1**）掌握电荷的四个基本性质：正负性、量子化性、守恒性、相对论不变性；

（**2**）掌握两个理想模型：点电荷与电偶极子；

（**3**）掌握库仑定律；电场，会直接由定义计算通过均匀电场中平面的电通量；

（**4**）深刻理解电场强度概念，掌握场强叠加原理。会利用点电荷场强公式以及场强叠加原理，计算点电荷系的场强以及连续带电体的场强（重点练习电荷呈线分布的体系）。体会取微元求积分等数学思想与物理学间的关系。