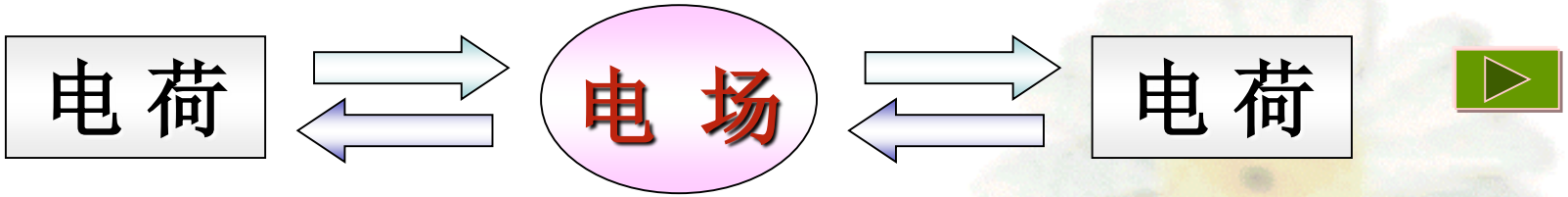


- 给电场中的电荷施以力的作用

电场具有“力”的性质 —引入→ 电场强度

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

若已知电荷分布，则空间各点的场强可以求出。

方法：

任选**dq**

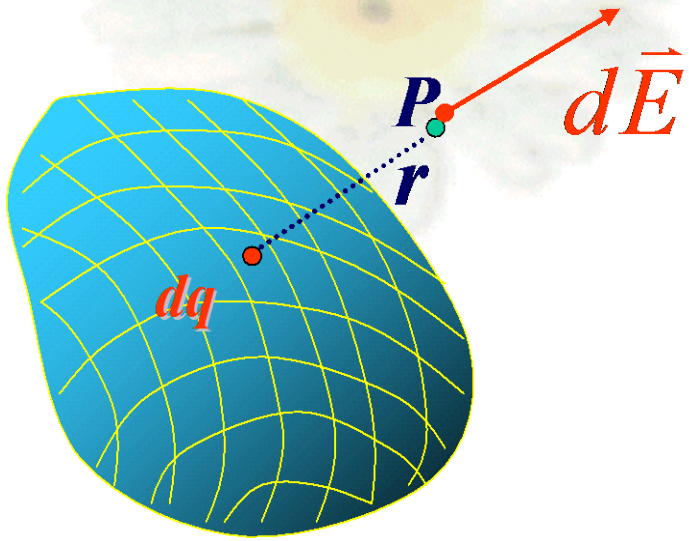
↓

求出d***E***

↓

$$\vec{E}=\int d\vec{E}$$

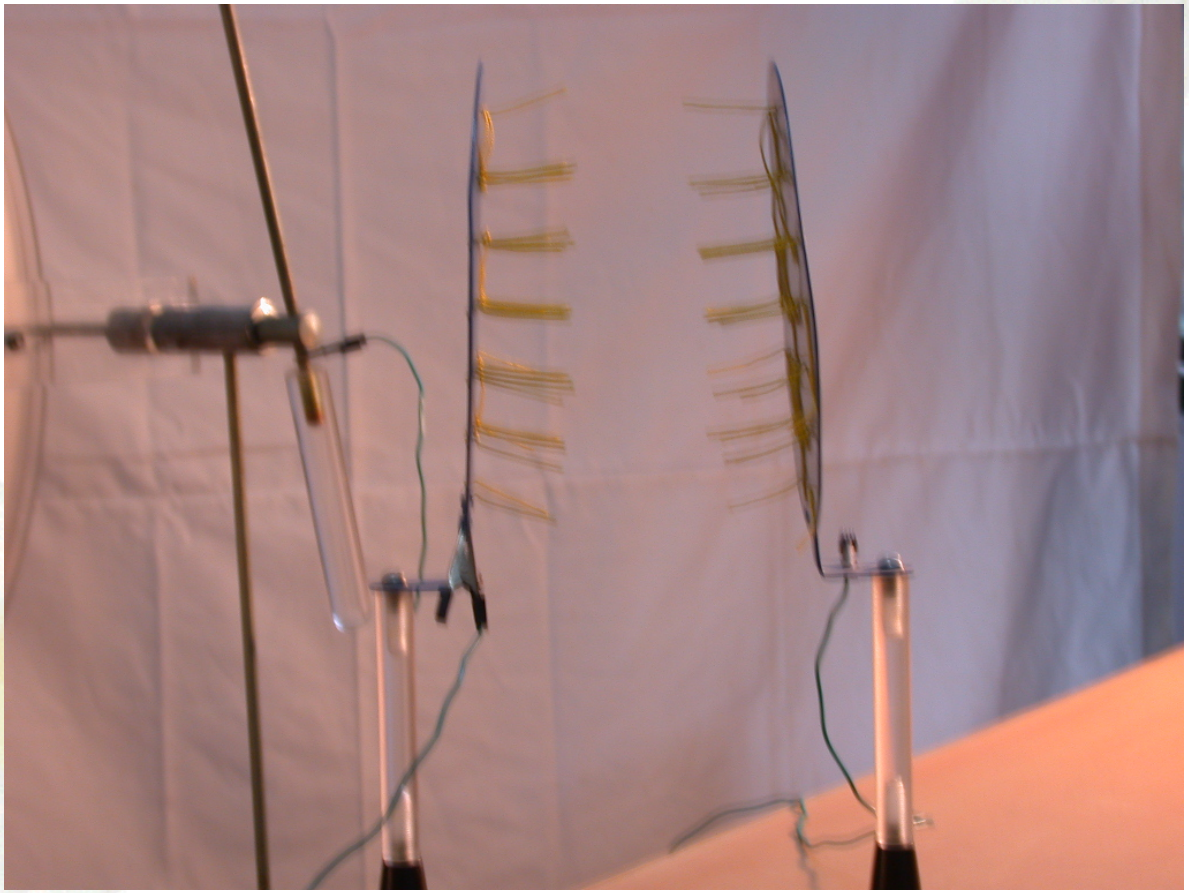
$$d\vec{E}=\frac{dq}{4\pi\varepsilon_0 r^2}\vec{e}_r$$



问题：

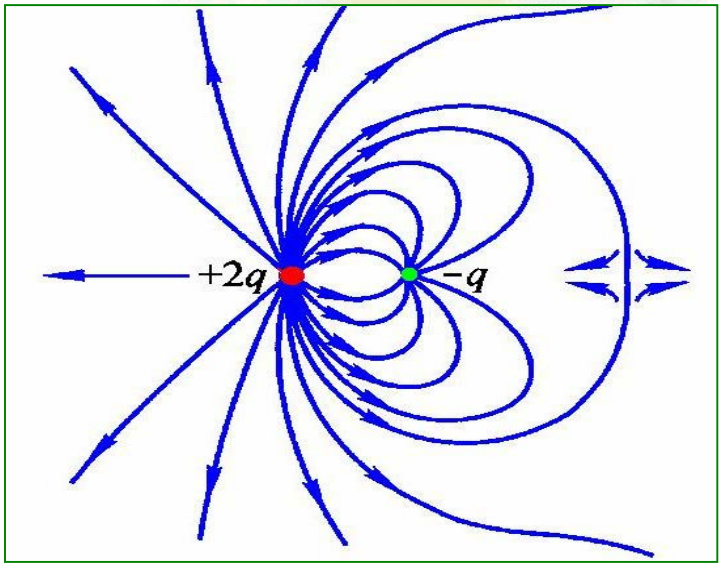
如何形象化地把客观存在的静电场中的场强分布描绘出来？

§1-3 电场线　　电通量



一、 电场线

◆为了形象化地把客观存在的电场表示出来，引入电场线这一辅助工具。



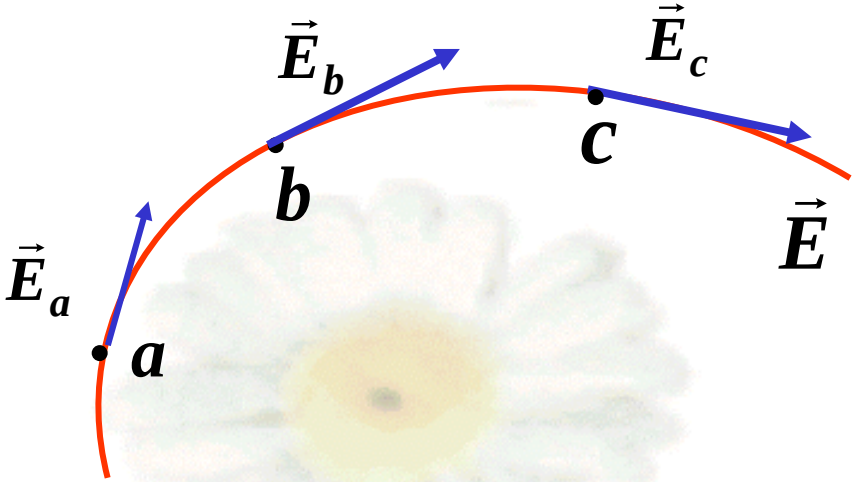
1、定 义

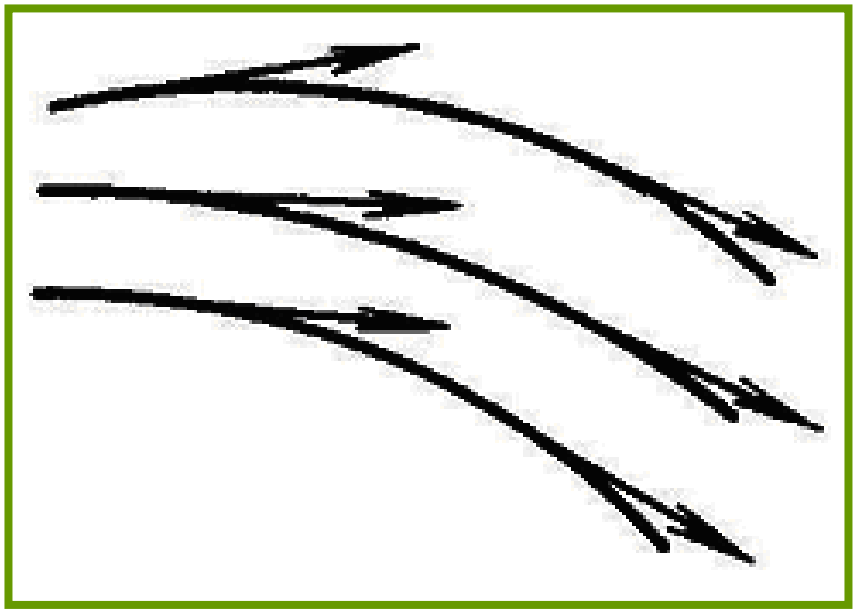
电场线是为了形象描绘电场中的场强分布

而引入的假想曲线

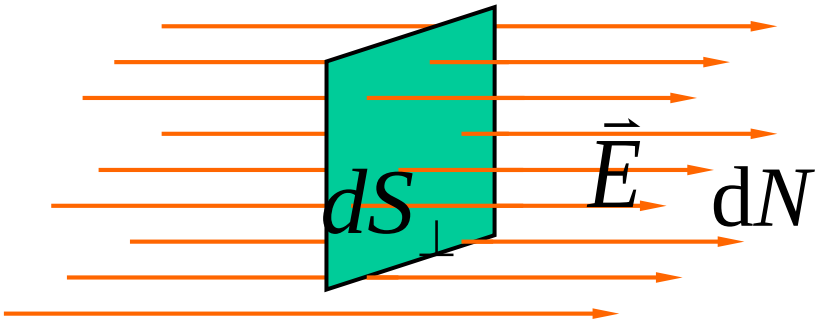
2. 规 定

1）电场线上每一点切线方向为该点的场强方向





2）通过垂直于电场方向单位面积电场线条数为该点电场强度的大小。

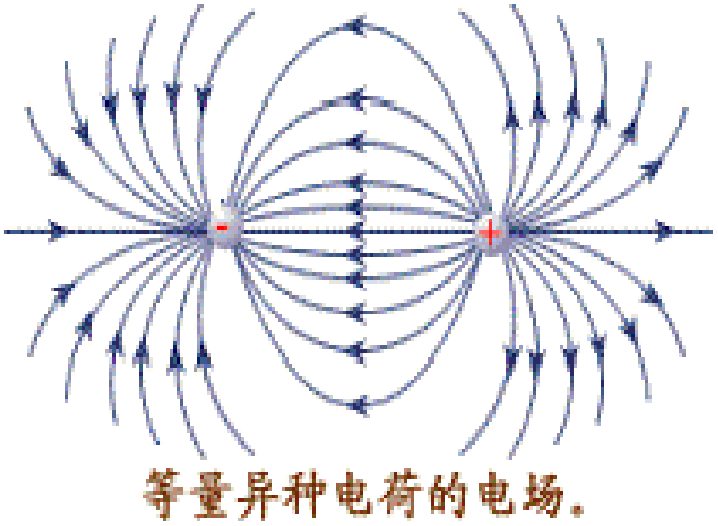


$$E = \frac{dN}{dS_\perp}$$

即：电场中某点的电场强度大小等于该点的电场线数密度

电场线密集，场强大

电场线稀疏，场强小



等量异种电荷的电场。

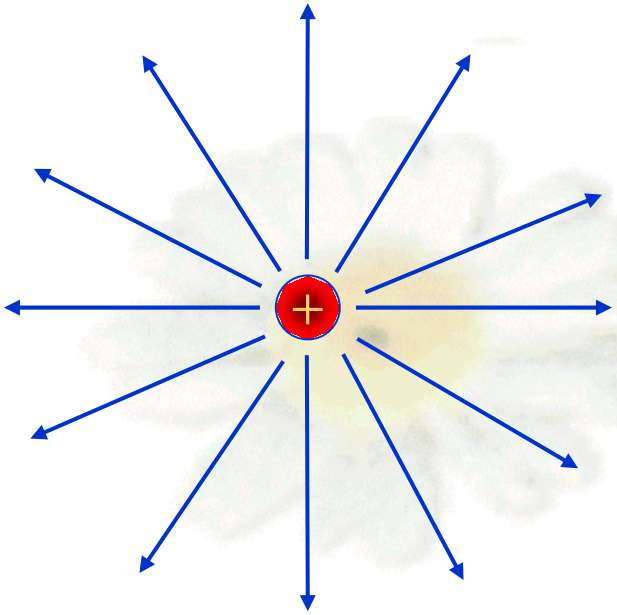
3、几种常见电场线

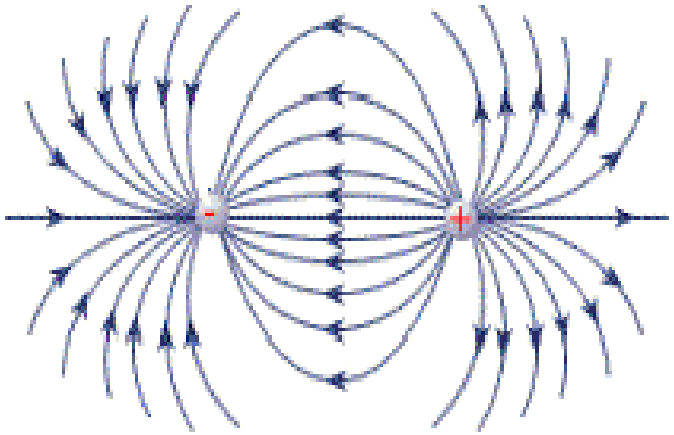
4. 特性

1）电场线始于正电荷，止于负电荷
或来自无穷远，去向无穷远

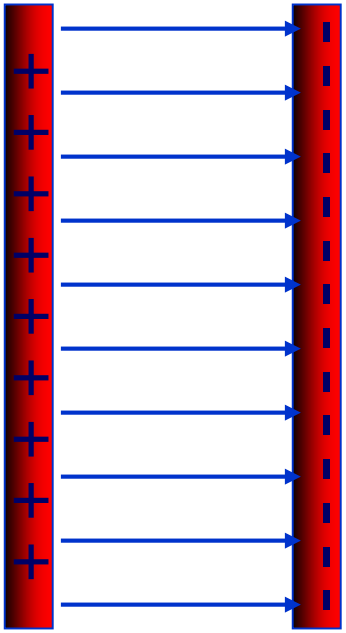
2） 静电场电场线是非闭合曲线 .

3）任意两条电场线不会相交.





等量异种电荷的电场。

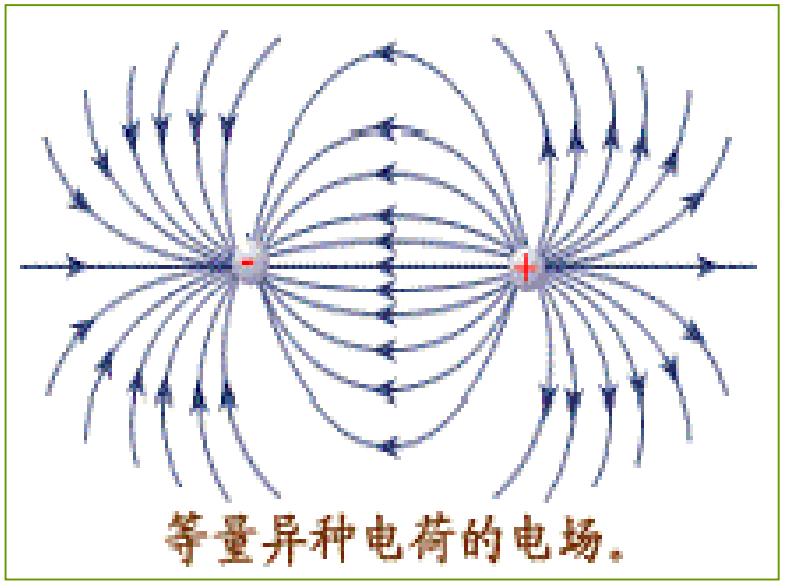


二、电通量

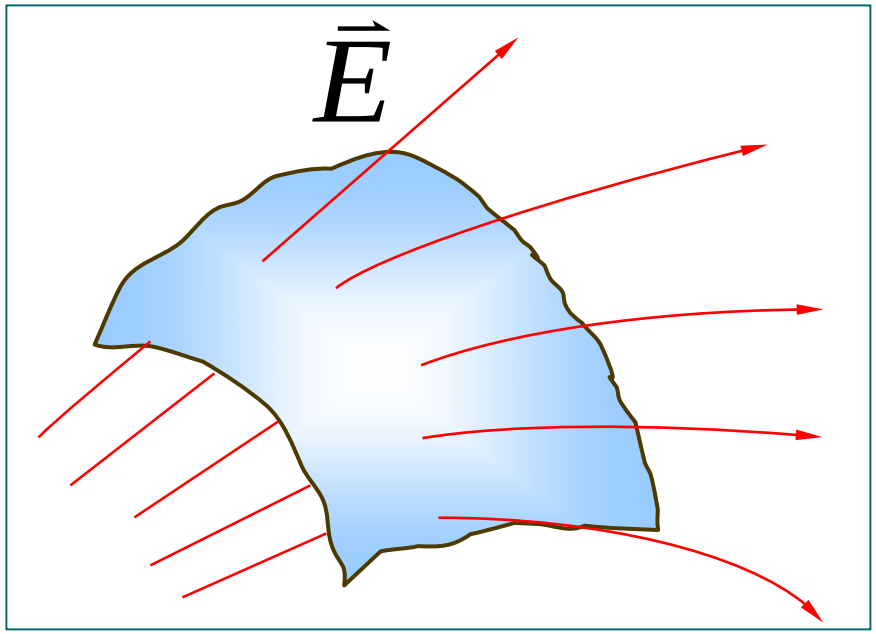
1、定义

通过电场中任意曲面的**电场线的数目**，称为通过该曲面的电通量，用Φ_e表示。

$$\phi_e = ?$$

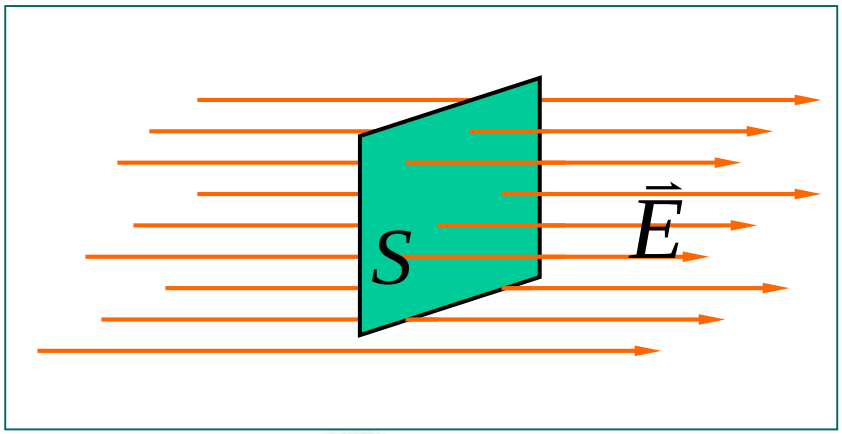


等量异种电荷的电场。

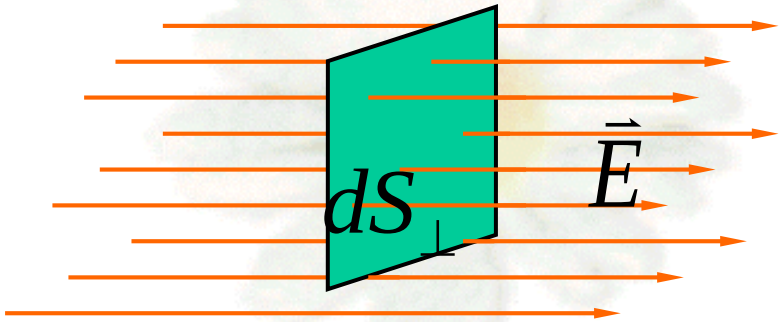


2、计算

（1）在匀强电场中，若 $\vec{E} \perp S$



$$\phi_e = ES$$



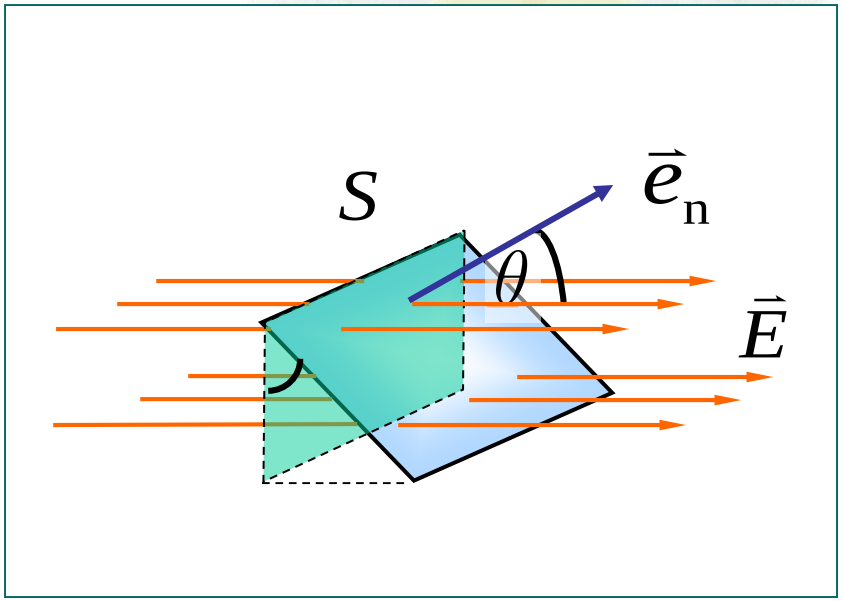
$$E = \frac{dN}{dS_\perp}$$

$$dN = EdS_\perp$$

$$d\phi_e$$

2、计算

（2）匀强电场，$\vec{E}$与平面夹角 θ.

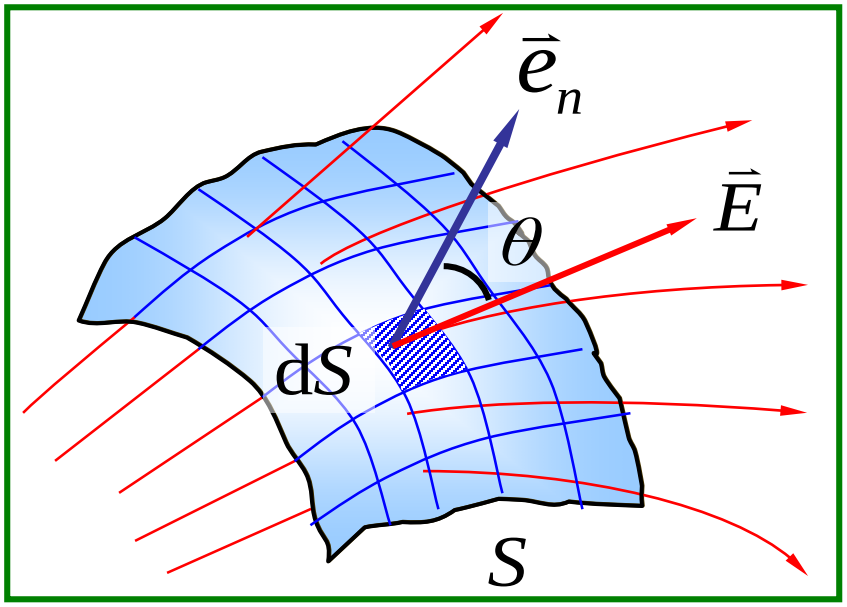


$$\phi_e = ES\cos\theta$$

面积矢量：$\vec{S} = S\vec{e}_n$

$$\phi_e = \vec{E}\cdot\vec{S}$$

（3） 非匀强电场，任意曲面S 的电通量.

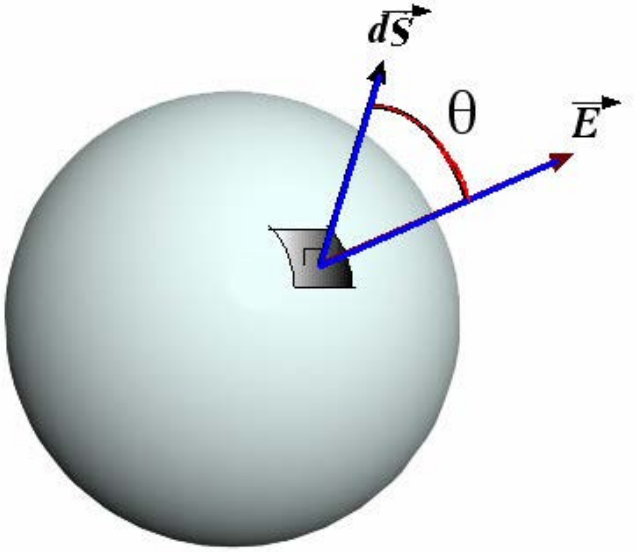


$$\mathrm{d}\phi_e = E\cos\theta \mathrm{d}S = \vec{E}\cdot\mathrm{d}\vec{S}$$

$$\phi_e = \int \mathrm{d}\phi_e = \int_S \vec{E}\cdot\mathrm{d}\vec{S}$$

（4） 闭合曲面的电通量

$$\phi_e = \oint_S \vec{E} \cdot d\vec{S}$$

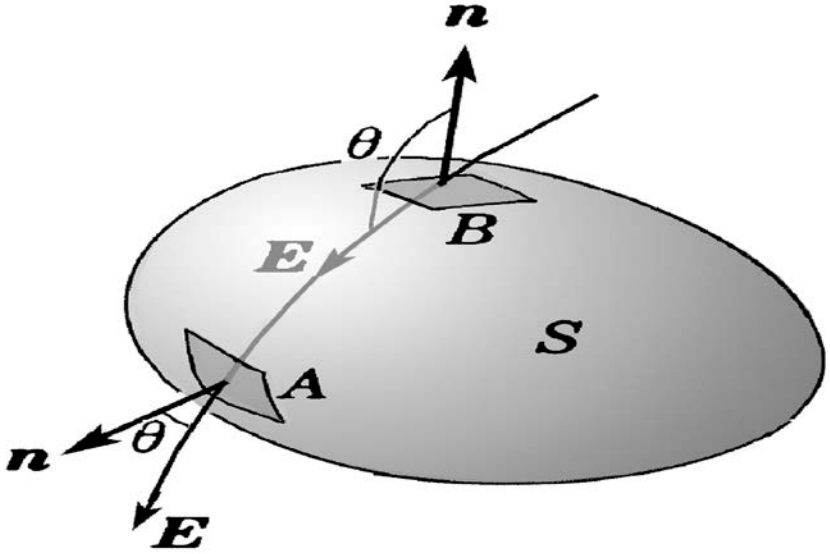


规定：

法线的正方向为指向闭合曲面的外侧。

穿入处：$\theta > \frac{\pi}{2}, \quad d\phi_e < 0$

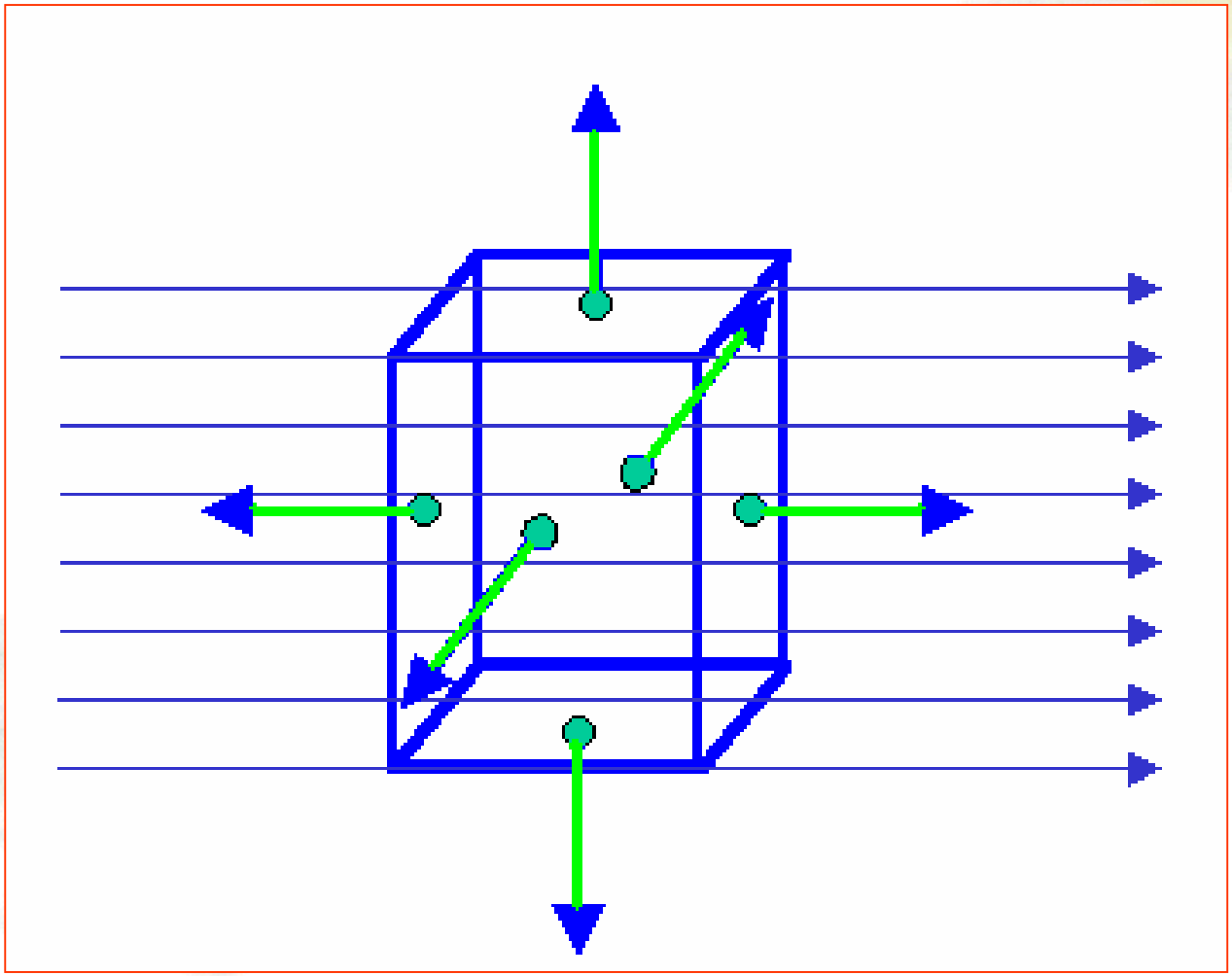
穿出处：$\theta < \frac{\pi}{2}, \quad d\phi_e > 0$



若：$N_{入} = N_{出}$

则：$\phi_e = 0$

若：$N_{入} = N_{出}$　　则：$\phi_e = 0$

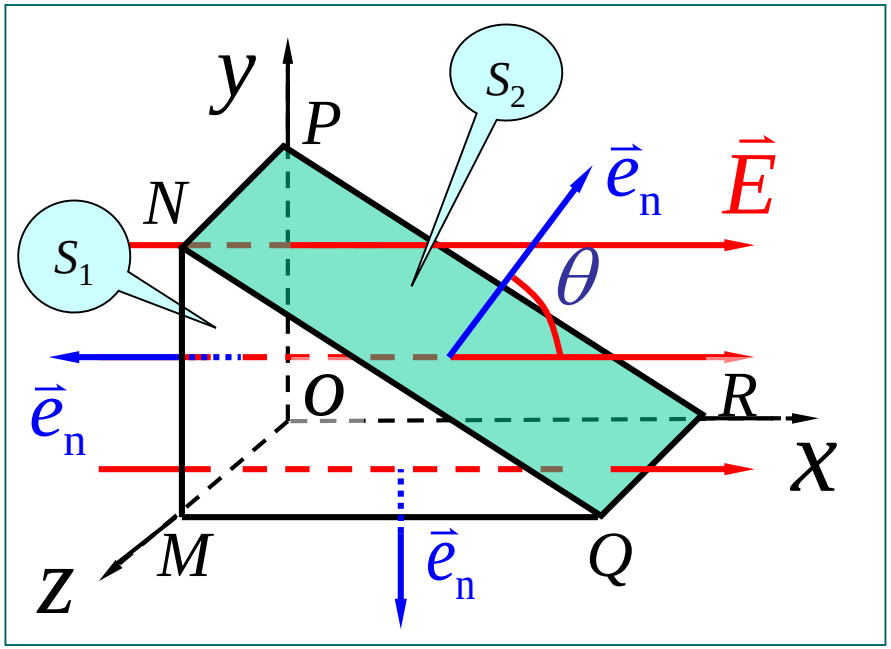


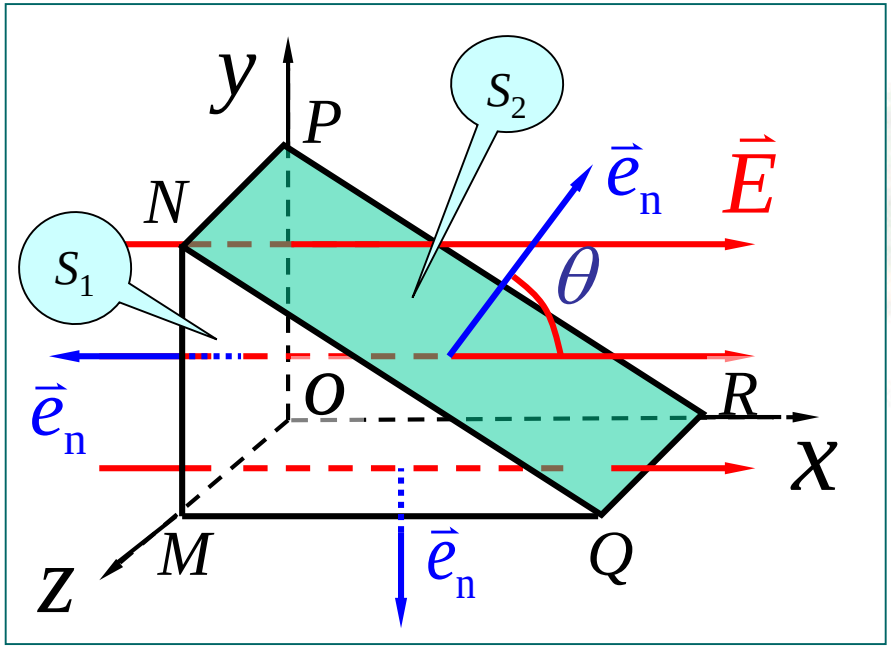
例1 三棱柱体放置在如图所示的匀强电场中. 求通过此三棱柱体的电场强度通量.

解

$$\Phi_{\mathrm{e}}=\sum_{i=1}^{5}\Phi_{\mathrm{e}i}$$

$$=\Phi_{e1}+\Phi_{e2}$$





$$\Phi_{e1} = ES_1 \cos\pi = -ES_1$$

$$\Phi_{e2} = ES_2 \cos\theta = ES_1$$

$$\Phi_e = \sum_{i=1}^{5} \Phi_{ei} = 0$$

例2：点电荷 q 位于球心处，求通过球面的电通量

$$\mathrm{d}\phi_e = \vec{E}\cdot\mathrm{d}\vec{S}$$

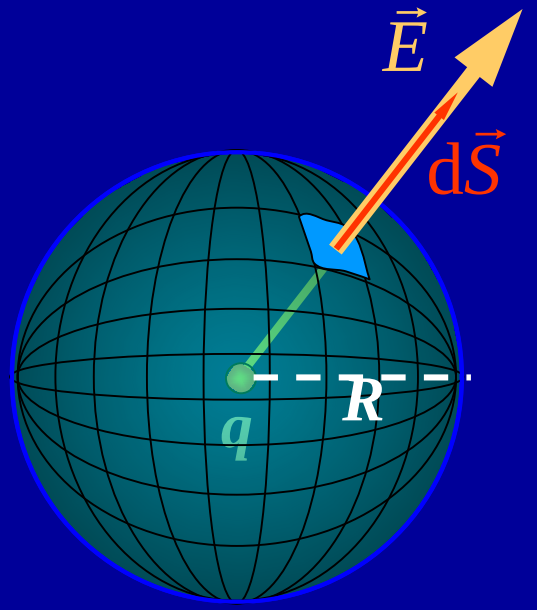
$$= E\mathrm{d}S$$

$$= \frac{q}{4\pi\varepsilon_0 R^2}\mathrm{d}S$$

$$\phi_e = \oint_S \vec{E}\cdot\mathrm{d}\vec{S}$$

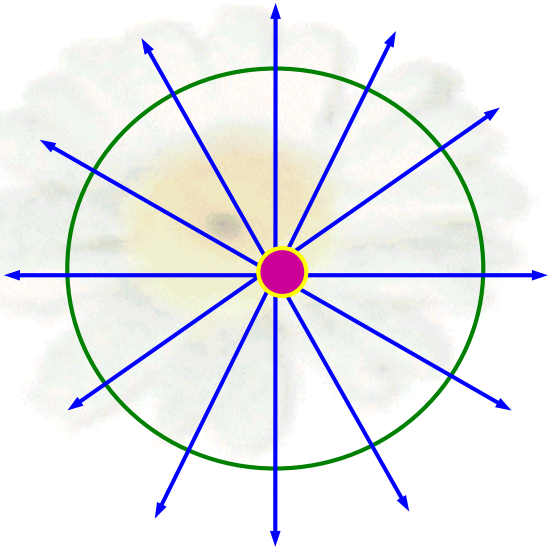
$$= \oint_S E\mathrm{d}S$$

$$= \frac{q}{4\pi\varepsilon_0 R^2}\cdot 4\pi R^2 = \frac{q}{\varepsilon_0}$$



点电荷在球面的球心处

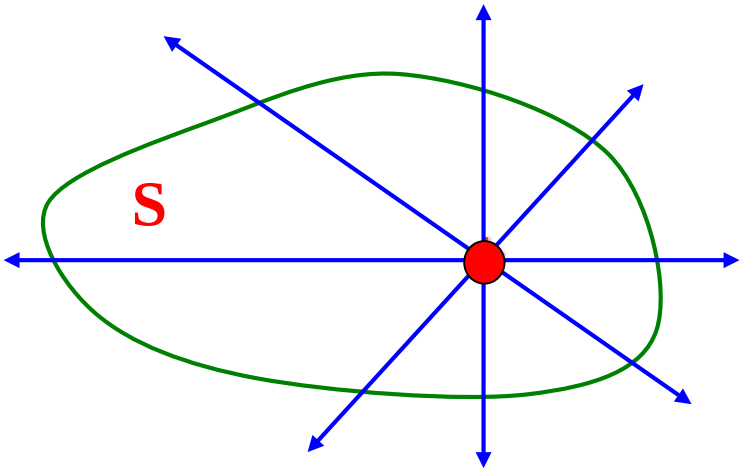
$$\phi_e = \oint_S \vec{E} \cdot d\vec{S} = \frac{q}{\varepsilon_0}$$



思考问题1：

点电荷在任意形状的闭合曲面内

$$\phi_e = \oint_S \vec{E} \cdot d\vec{S} = ?$$

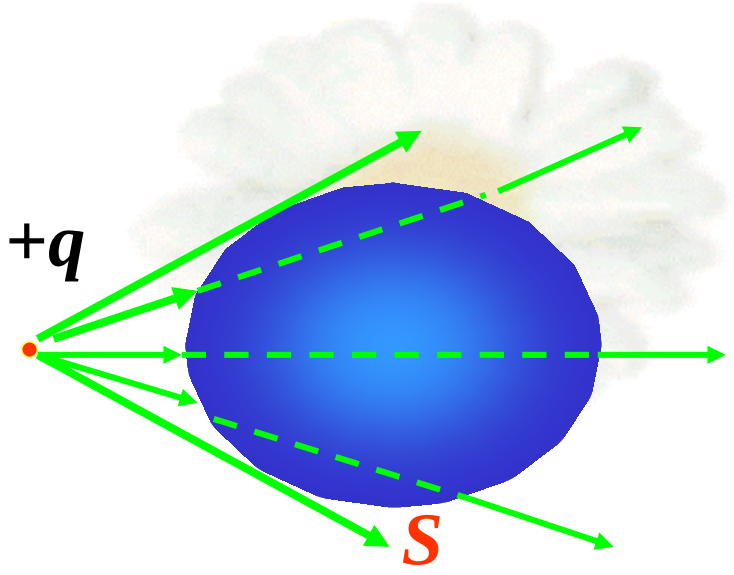


思考问题2：

点电荷在闭合曲面外，

通过闭合曲面的电通量？

$$\phi_e = \oint_S \vec{E} \cdot d\vec{S} = ?$$



思考问题3：

多个电荷存在，

通过任意闭合曲面的电通量？

$$\phi_e = \oint_S \vec{E} \cdot d\vec{S} = ?$$