同学们好！今天我们来学习静电场的第二讲电场电场强度

我们知道力是物体之间的相互作用，它不能脱离物质而存在。

两个物体彼此不相接触时其相互作用必须依赖其间的物质作为介质来传递。没有物质作介质，物体之间的相互作用就不可能发生。

例如，我们听到的上课电铃声，电铃声与耳膜的作用是依靠其间的空气作为介质来传递的。

如果将电铃和耳膜之间的空气抽去，就不能引起耳膜的振动，我们就听不到电铃声。

在上一讲中我们已经知道真空中两个带正电荷的物体 A 和 B，彼此之间存在电斥力 f。

但是带电体 A 和带电体 B 之间并没有任何由分子、原子组成的物质作媒介，那这种相互作用力是怎样传递的呢？

库伦定律并没有回答这个问题。围绕这个问题，历史上曾有过长期的争论。

近代物理学的发展告诉我们：带电体 A 周围存在着电场。带电体 A 的电场对处于电场中的带电体 B 有作用力，称为电场力。

同样带电体 B 在周围也存在着电场，是带电体 B 的电场对带电体 A 有作用力。

凡是有电荷的地方四周就存在电场，即电荷在其周围空间激发电场。电场的基本特征是对处在其中的任何电荷都有作用力。

因此电荷与电荷之间是通过电场来相互作用的。理论和大量的实验证明场的观点是正确的。

电场也是物质存在的一种形式，它分布在一定范围的空间里，并和实物物质一样，具有能量、动量、质量等属性。

但是，电场的物质性只有在它处于迅速变化的情况下，才能明显地表现出来。在这里我们只讨论相对于观察者静止的电荷在周围空间所激发的电场，称为静电场。

静电场的一个重要性质就是它对引入电场的任何电荷有力的作用，因此我们可以利用电场的这一特性，从中找出能反映电场性质

的某个物理量来。

为了定量的了解电场中任一点处电场的性质，如图所示可把一个试探电荷 q_0 放到电场中各点，并观测 q_0 受到的电场力。

试探电荷应该满足下列条件：（1）所带的电荷量必须尽可能的小，当把它引入电场时，不致扰乱原来的电场分布，也就是不会对原有电场有任何显著的影响，否则测出来的将是原电荷作重新分布后的电场；（2）线度必须小到可以被看作点电荷，以便能用它来确定场中每一点的性质，不然，只能反映出所占空间的平均性质。

实验指出，如图所示把同一试探电荷 q_0 放入电场中不同地点时，q_0 所受力的大小和方向逐点不同，但在电场中每一给定点处，q_0 所受力的大小和方向却是完全一定的。

如果在电场中某给定点处我们改变试探电荷 q_0 的量值，将发现 q_0 所受的力的方向仍然不变。但力的大小却和 q_0 的量值成正比地改变。

由此可见，试探电荷在电场中某点所受到的力，不仅与试探电荷所在点的电场性质有关，而且与试探电荷本身的电荷量有关，但是，比值 F/q_0 却与试探电荷本身无关，而仅仅与试探电荷所在点处的电场性质有关。所以，我们可用试探电荷所受的力和试探电荷所带电荷量之比，作为描述静电场中给定点的客观性质的一个物理量，称为电场强度或简称场强。场强是矢量，用符号 E 表示，即

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

因而，电场中任一点的电场强度在大小和方向上等于单位正电荷在该点所受电场力的大小和方向。

在国际单位制中，场强的单位是牛/库，也可用伏/米来表示。

下面我们来讨论计算场强的方法：

我们先来计算静止点电荷 q 的电场分布，在距电荷 q（也就是场源电荷）为 r 的 P 点放一试探电荷 q_0（如图所示），根据库仑定律先计算放在场 P 点的试探电荷 q_0 所受的力为

$$\vec{F} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{qq_0}{r^2}\vec{r}^{\circ}$$

由电场强度的定义，得到：

$$\boxed{\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_0} = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0 r^2}\vec{r}^{\circ}}$$

从场强的表达式可知，点电荷 q 在空间任一点所激发的场强大小与点电荷的电量 q 成正比，与点电荷 q 到该点距离 r 的平方成反比。如果 q 为正电荷，场强 E 的方向与单位矢量的方向相同，即背离 q；如果 q 为负电荷，场强 E 的方向与单位矢量的方向相反，即指向 q，（如图所示）。

如果电场是由 n 个点电荷共同激发的，则 P 点的场强该如何计算呢？

同样的方法在 P 点放一试探电荷 q_0（如图所示），根据电力叠加原理计算试探电荷 q_0 在 P 点所受的力等于各个点电荷单独存在时对 q_0 作用的力的矢量和，即 **F**=**F**1 加 **F**2 一直累加到 Fn

再由电场强度的定义可得到 P 点的总场强为：

$$\boxed{\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_0} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2\text{一直累加到}\vec{E}_n}$$

由此可见，点电荷系在空间任一点所激发的总场强等于各点电荷单独存在时在该点产生的场强的矢量和。这就是场强叠加原理。

利用这一原理，可以计算任意带电体所激发的场强，因为任何带电体都可以看作是许多极小的连续分布的电荷元 dq 的集合（如图所示），每一个电荷元 dq 都当作点电荷来处理。而电荷元 dq 在 P 点所激发的场强，按照点电荷的场强公式可写为：

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

式中 r 是 dq 到 p 点的距离。整个带电体在 P 点所激发的场强，是所有电荷元所激发的场强 dE 的矢量和，因为电荷是连续分布的，我们把场强叠加原理的累加符号换成积分符号，得到 P 点的场强为

$$\vec{E}=\int d\vec{E}=\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\iiint_V \frac{dq}{r^2}\vec{r}^{\circ}$$

$$\begin{cases}\text{电荷体分布时：} dq=\text{电荷体密度}\rho\text{乘以体积元}dV\\ \text{电荷面分布时：} dq=\text{电荷面密度}\sigma\text{乘以面元}dS\\ \text{电荷线分布时：} dq=\text{电荷线密度}\lambda\text{乘以线元}dl\end{cases}$$

根据带电体上的电荷是体分布、面分布或线分布等不同情况，相应地计算场强。

今天的这一讲就到这里，同学们再见。