

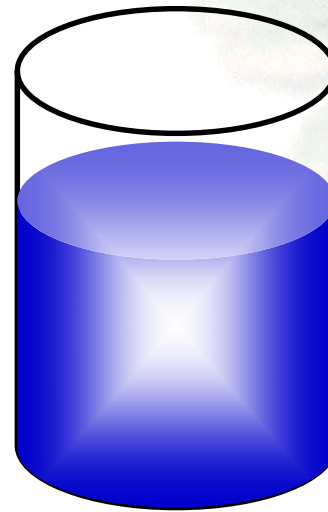
§ 2-4 电容和电容器



一、孤立导体的电容

1

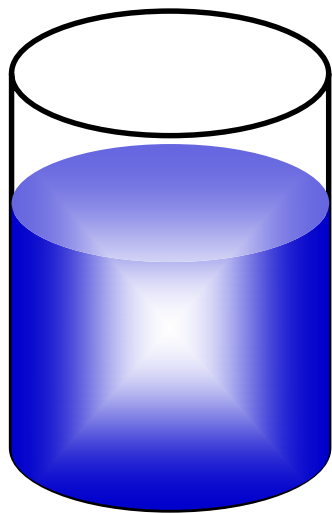
引入



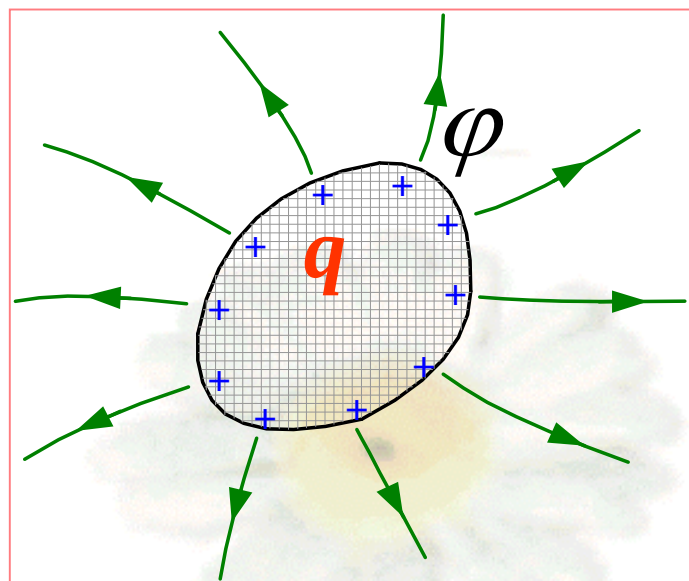
◆ 容器储水 **m**，就有了一定的水位 **h**

◆ 对于容器，水量 **m** 与水位 **h** 成正比

$$m \propto h$$

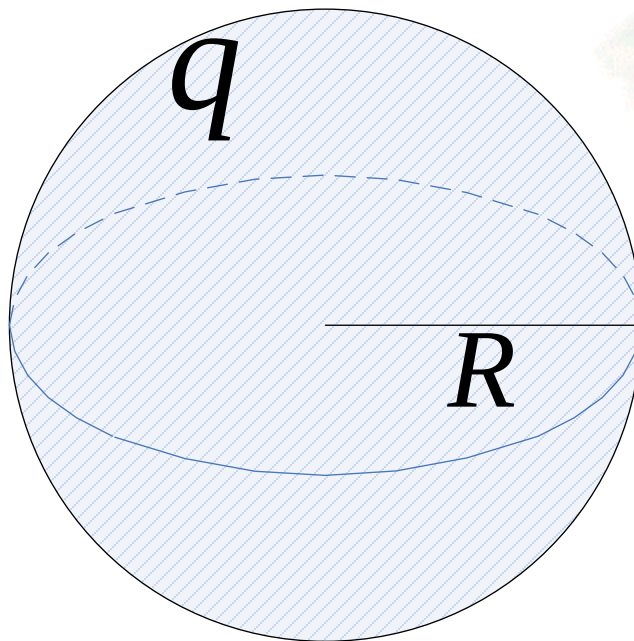


$$m \propto h$$



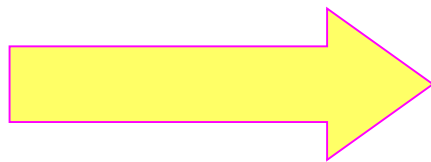
- ◆ 孤立导体带电，就有了一定的电势
- ◆ 对于孤立导体，
电量与电势关系如何？
成正比吗？

先讨论简单特殊导体：孤立导体球



$$\varphi = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 R}$$

或： $q = 4\pi\epsilon_0 R\varphi$

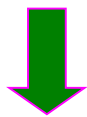


$$\varphi \propto q$$

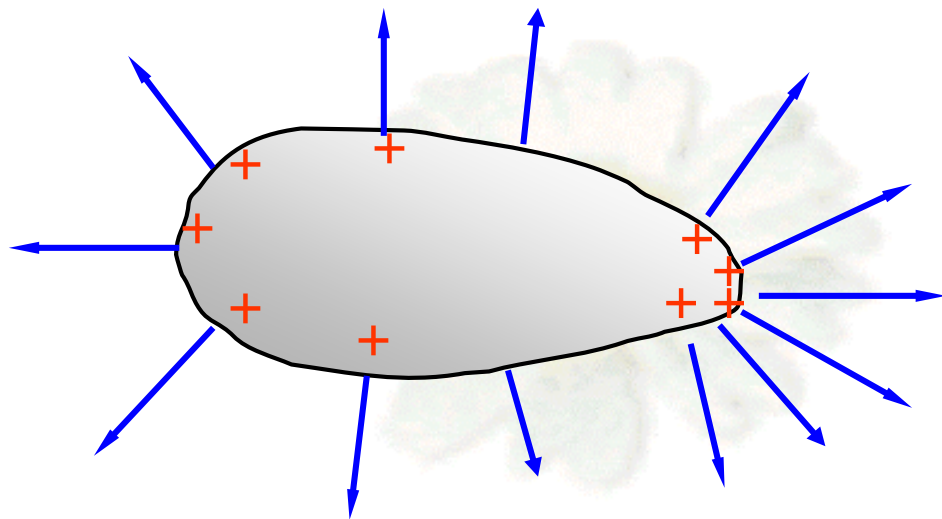
或： $q \propto \varphi$

讨论任意导体

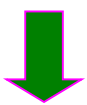
设原有电量为 Q



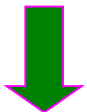
有 $\frac{Q}{\epsilon_0}$ 条电场线发出到无穷远处



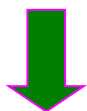
$Q \rightarrow NQ \rightarrow$ 有 $N \frac{Q}{\epsilon_0}$ 条电场线发出到无穷远处



导体外电场中电场线数密度增大 N 倍

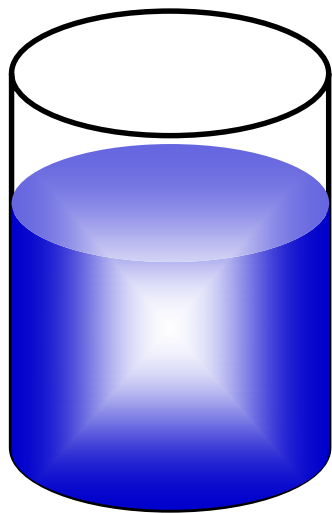


电场强度增大 N 倍

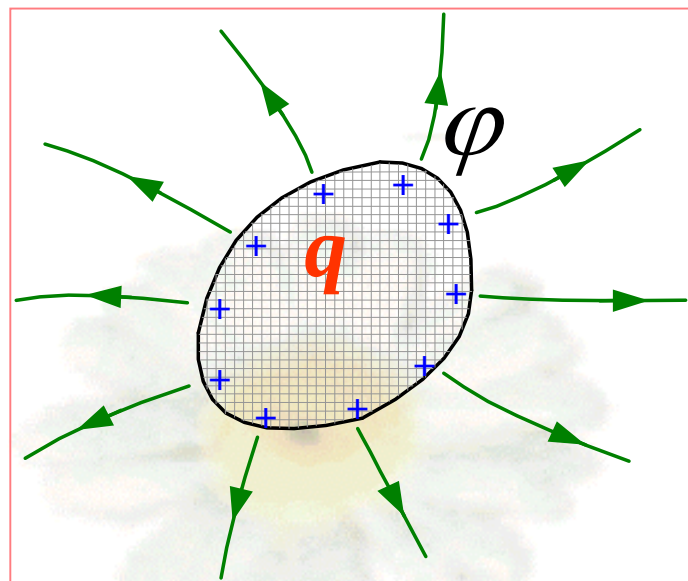


导体电势增大 N 倍



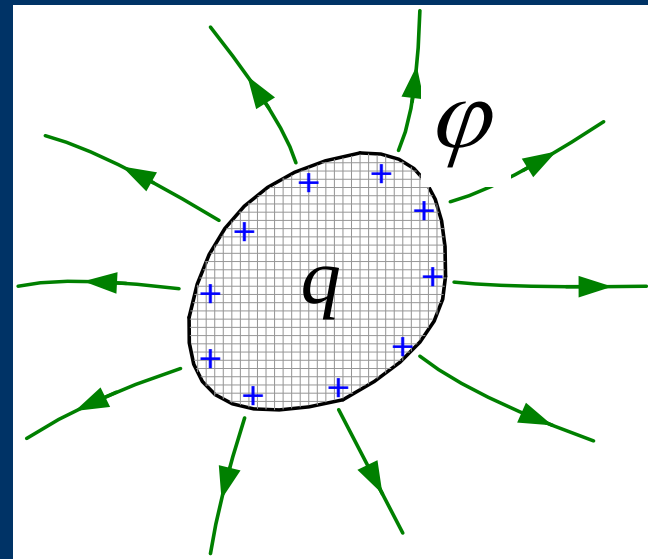
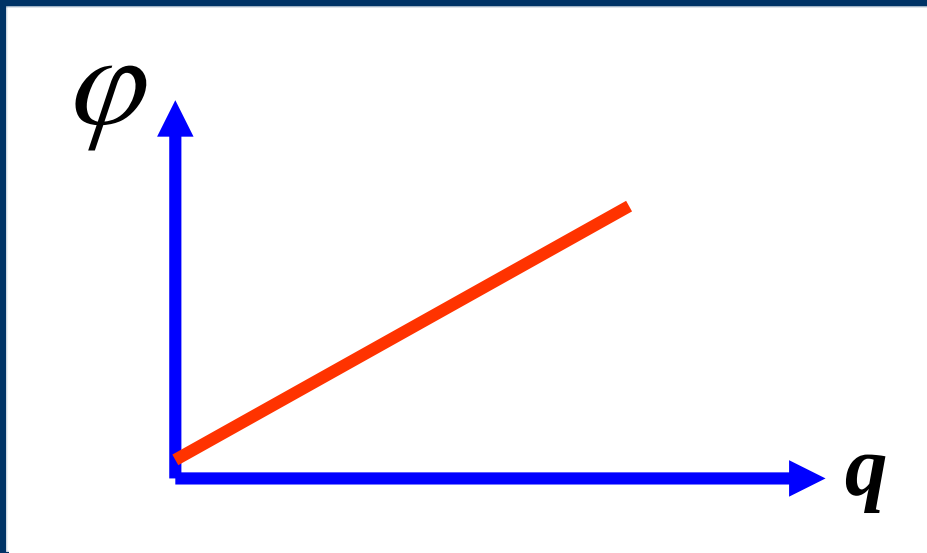


$$m \propto h$$



对于孤立导体，
电量与电势关系如何？
成正比吗？

任意孤立导体电量 q 与电势的关系



$$\varphi \propto q$$

$$\text{或: } q \propto \varphi$$

孤立导体电量 q 与电势的关系:

$$q \propto \varphi \Rightarrow \frac{q}{\varphi} = C$$

孤立导体的电量与电势的比值是一个常量，
把该比值定义为孤立导体的电容，用C表示

$$C = \frac{q}{\varphi}$$

$$\text{类比 } R = \frac{U}{I}, R = \rho \frac{l}{S}$$

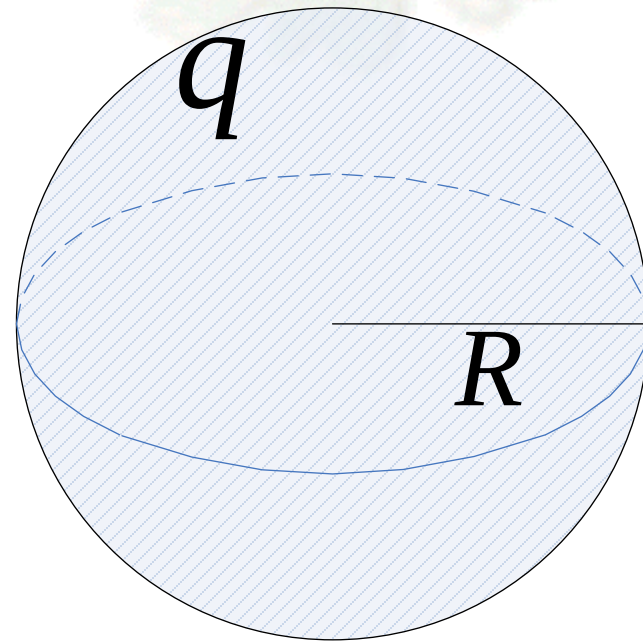
孤立导体的电容仅由导体大小形状决定，
与孤立导体的电量和电势无关

$$C = \frac{q}{\varphi}$$



计算孤立导体球的电容

$$\because \varphi = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 R}$$



$$\therefore C_{\text{球}} = \frac{q}{\varphi} = 4\pi\epsilon_0 R$$

3

电容的物理意义

$$C = \frac{q}{\varphi}$$

◆ 电容的物理意义:

使孤立导体的电势每升高1个单位时所需的电荷量

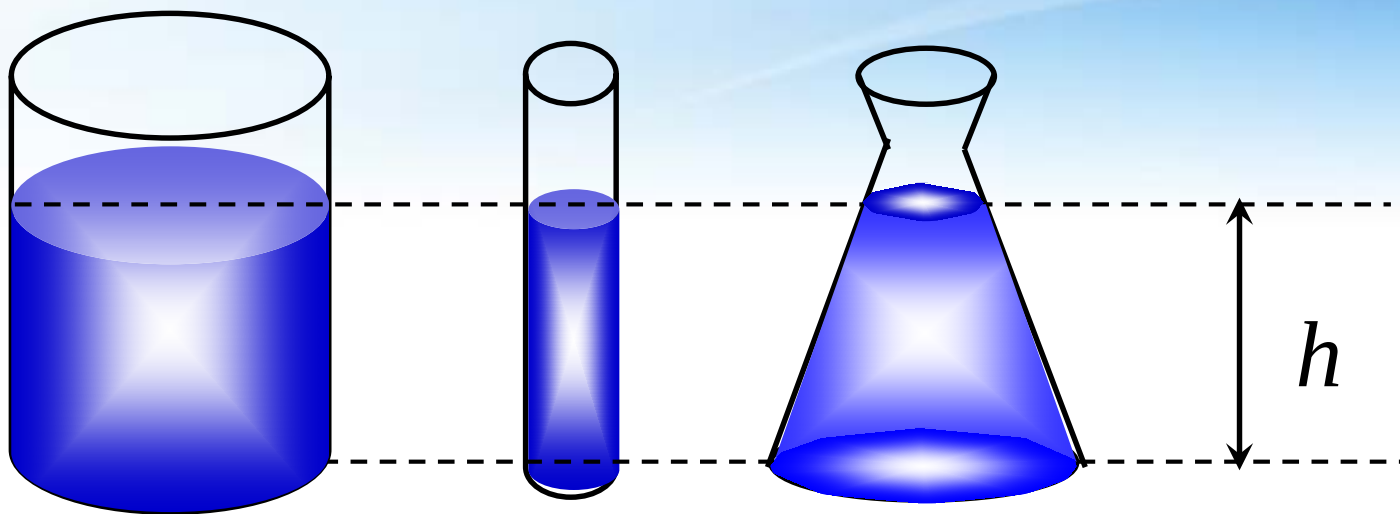
电势升高一个单位

若 $C_1 > C_2$  $q_1 > q_2$

◆ 电容反映导体储存电荷能力的大小



水容器的容积反映了容器储水能力的大小



◆ **容器容积不同**，容器升高相同水位所需的水量不同，

所以容积反映了容器储存水量能力的大小

◆ **导体电容不同**，导体升高相同电势所需的电量不同，

所以电容反映了导体储存电荷能力的大小

4

电容的单位

$$C = \frac{q}{\varphi}$$

国际单位 $1\text{F} = 1\text{C}/\text{V}$

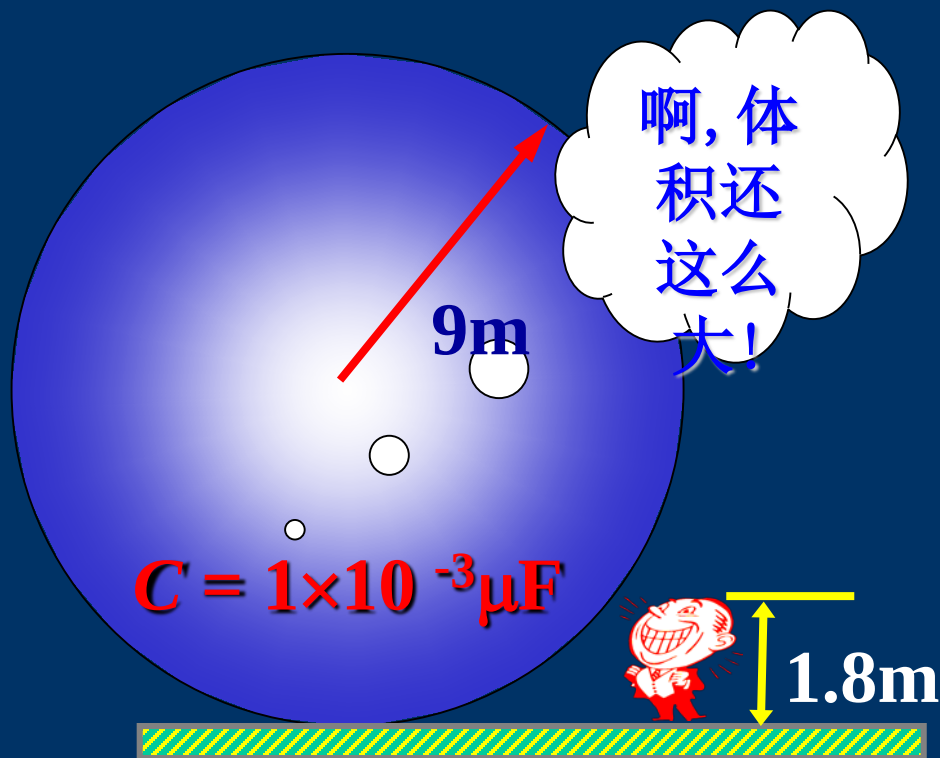
常用单位 $1\mu\text{F} = 10^{-6}\text{F}$

$1\text{pF} = 10^{-12}\text{F}$

$$C_{\text{球}} = 4\pi\epsilon_0 R$$

若 $C = 1 \times 10^{-3} \mu\text{F}$, 则 $R = ?$

若 $R = R_e$, 则 $C = 714 \mu\text{F}$



所以电容常用的单位是PF

孤立导体的电容

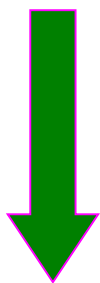
◆ 定义

◆ 物理意义

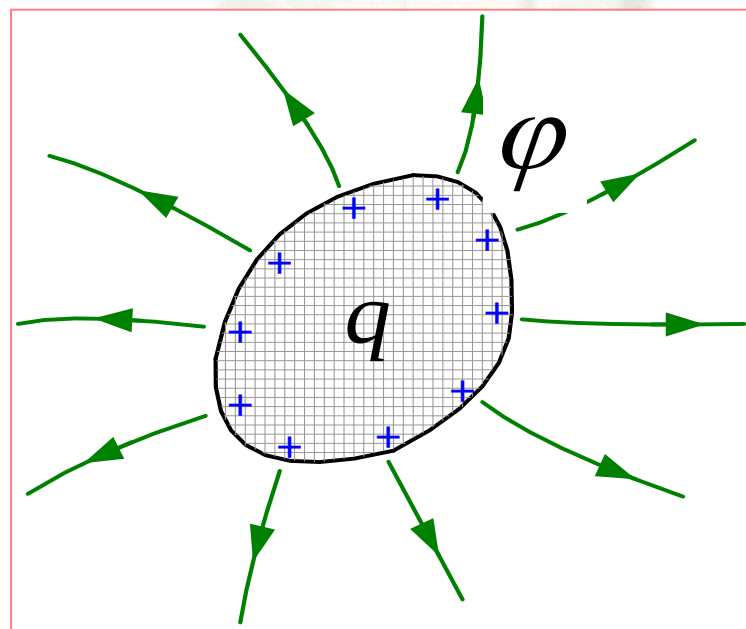
◆ 单位

对于孤立导体

$$q \propto \varphi$$



$$C = \frac{q}{\varphi}$$

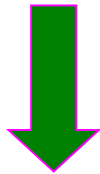


思考:

可用一个**孤立导体**作为**提供电容**的器件吗?

一方面:

导体**A**周围总会存在其他导体

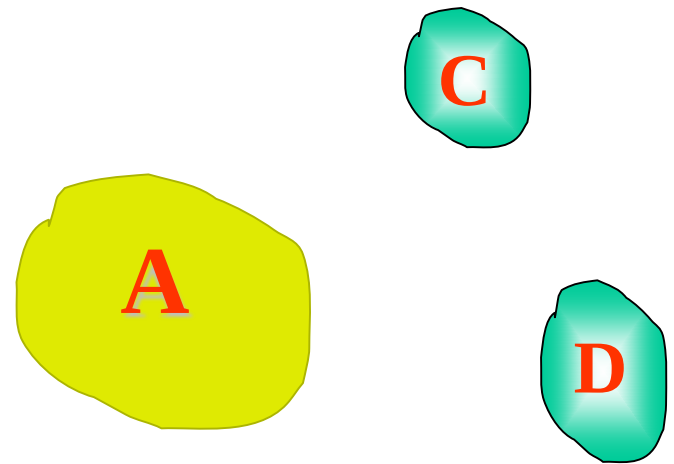


$$\varphi \not\propto q$$

$\frac{q}{\varphi}$ 受周围导体的影响



电容概念失去意义



思考：

可用一个**孤立导体**作为**提供电容**的器件吗？

另一方面：

孤立导体提供的电容很小

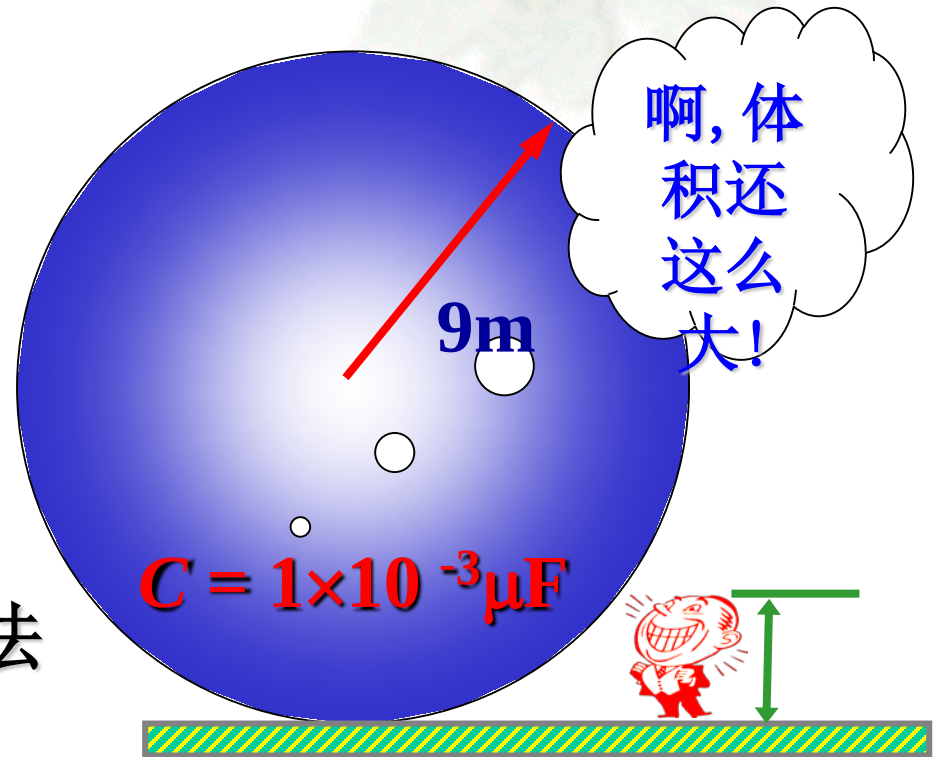
$$R_e = 6.4 \times 10^6 \text{ m},$$

$$C_e \approx 710 \mu\text{F}$$

实际中所需电容达到几千微法



孤立导体的线度应是**地球的几倍**



需要设计一个**导体组**作为**提供电容**的器件



电容器

电容器的设计

设计**要求**:

(1) 新定义的电容器的**电容不受或基本不受周围导体的影响**



静电屏蔽

(2) 它应有**不大的体积**而具有**较大的电容**