

# Электричество и магнетизм

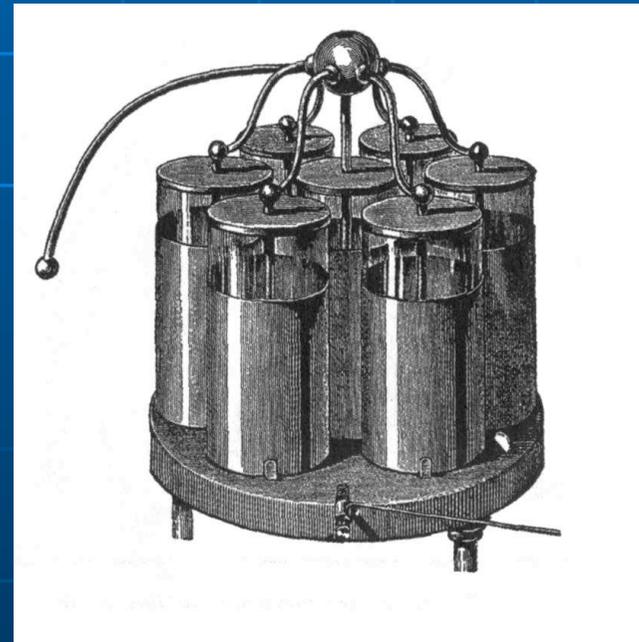
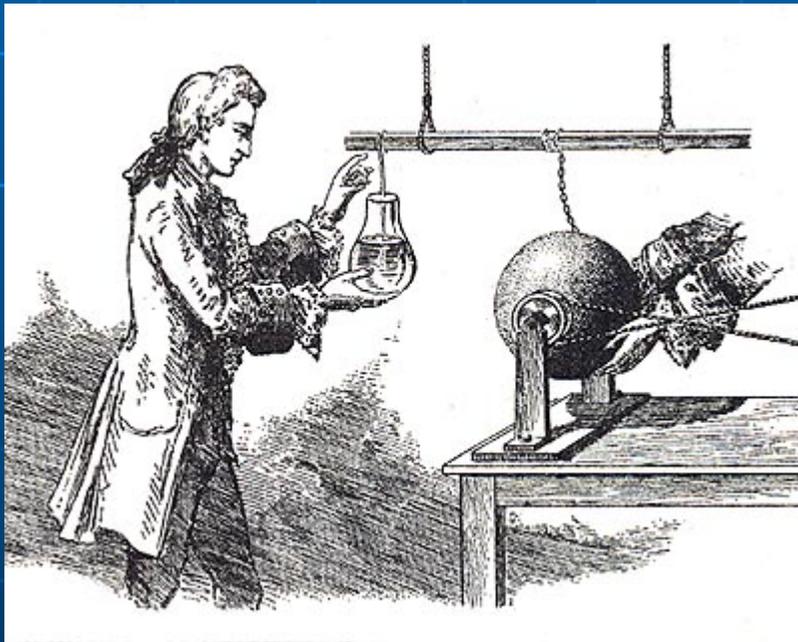


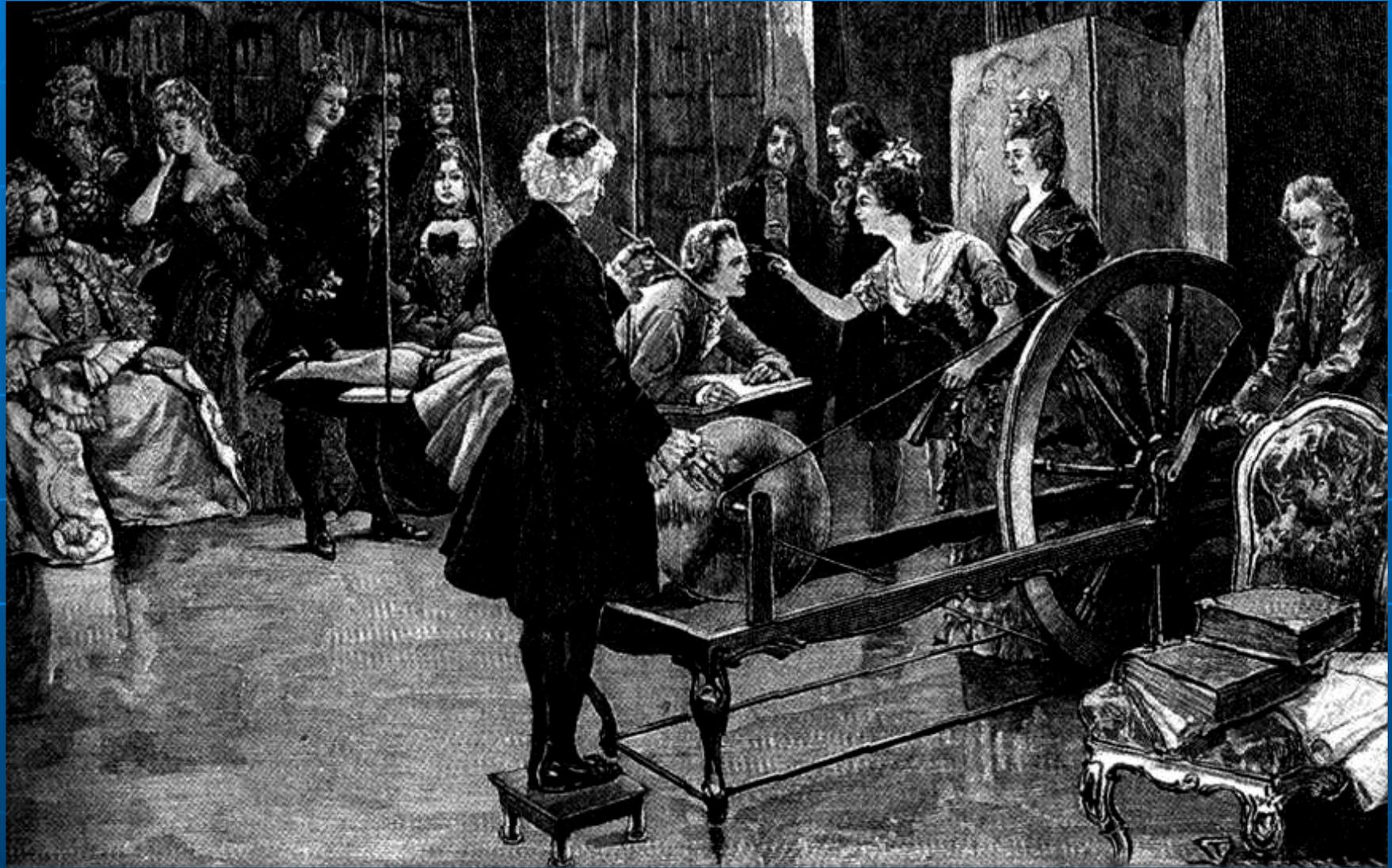
# Литература

- Сивухин Д.В. Общий курс физики.Т.3. Электричество. М.:Физматлит, МФТИ, 2002.
- Тамм И.Е. Основы теории электричества. М.:Физматлит, 2003.
- Р.Фейман. и др. Феймановские лекции по физике. Вып.5 – 6. М.; Либроком, 2008.
- Матвеев А.Н. Электричество и магнетизм. М.:Физматлит, 2003.
- Калашников С.Г. Электричество. М.:Физматлит, 2003.
- Парсел Э. Берклевский курс физики. Т.2. Электричество и магнетизм. Пер. с англ. М.:Наука, 1983.
- Иродов И.Е. Электромагнетизм. Основные законы. М.-С.П.:Физматлит, 2000.

# Развитие представлений об электричестве

1. Электризация янтаря, огни святого Эльма, святой Елены...
2. Отто фон Герике изобрел первую электрофорную машину (1672 г.)
3. Питер ван Мушенбрук и Кунеус – лейденская банка (1745 г.)  
1746 г. – лейденская банка с электродами из фольги.  
Независимо аналогичный прибор создал Клейст.
4. Александер Вольта – элемент Вольта (конец 18 века)
5. Кулон выяснил закон взаимодействия электрических зарядов (1785 г.)







**Вольт объясняет действие электрического столба Наполеону Бонапарту**

# Электрический заряд

- Электрический заряд – это физическая величина, являющаяся источником э/м поля, посредством которого осуществляется взаимодействие частиц (тел), обладающих электрическим зарядом.



- Заряд не является самостоятельной сущностью, независимой от материи, он выражает одно из свойств материи.

# Свойства электрического заряда

1. Существуют два типа заряда – **положительный и отрицательный**.  
Дюфе (1734) выяснил, что существуют два вида электричества.  
Стеклянное – стекло, горный хрусталь, шерсть... (положительное)  
Смоляное – янтарь, шелк, бумага...(отрицательное).

2. **Все заряды кратны элементарному заряду.**

Дж. Томпсон (1896) открыл электрон и определил  $e/m$ ,

Р. Милликен (1913) определил заряд электрона –  $1.5924(17) \times 10^{-19}$  К  
( $1.60217653(14) \times 10^{-19}$  К).

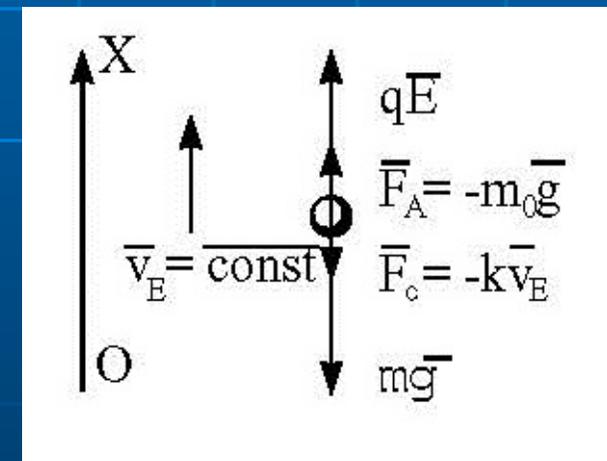
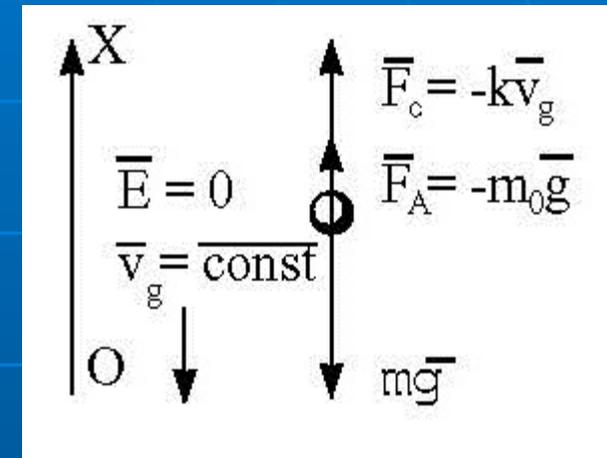
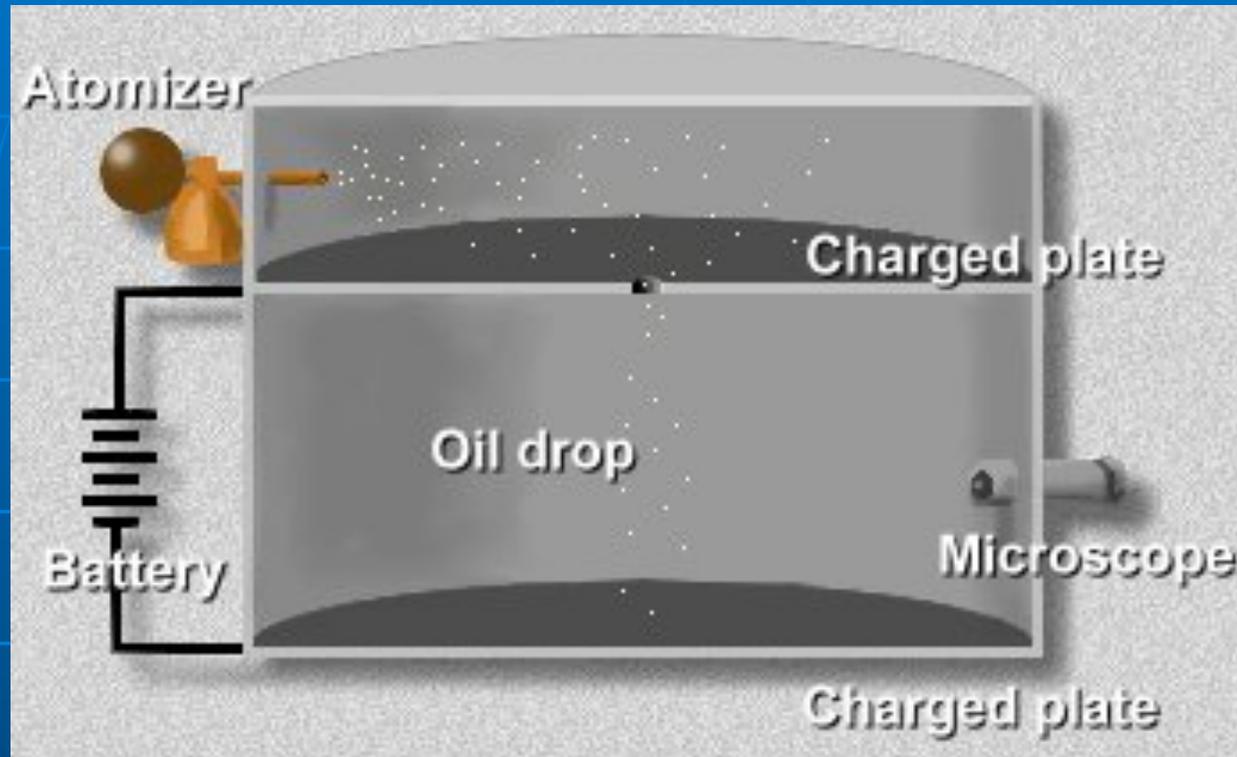
3. **Закон сохранения электрического заряда**

**В изолированной системе полный электрический заряд, т.е.**

**алгебраическая сумма положительного и отрицательного заряда остается постоянной.**

4. **Заряд тела не зависит от выбора инерциальной системы отсчета, в которой он измеряется. Он инвариантен относительно перехода от одной системы отсчета к другой.**

# Опыт Милликена



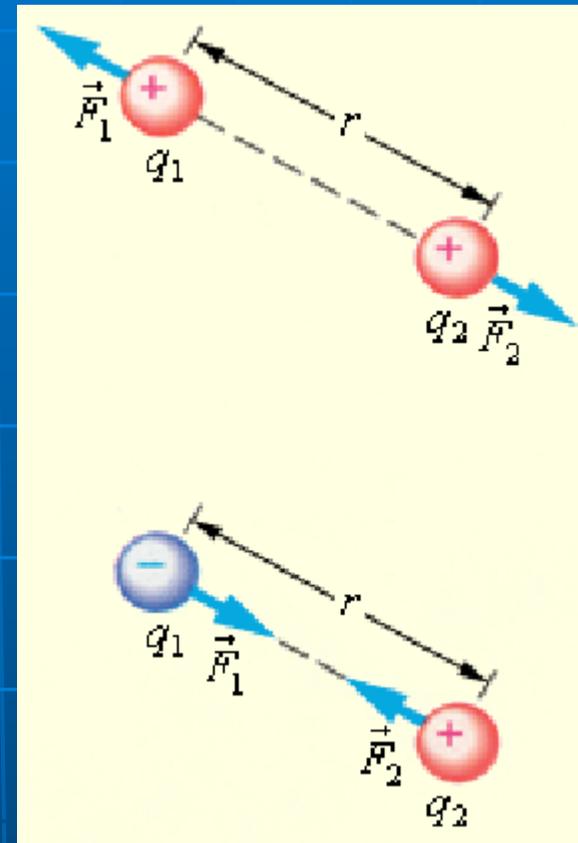
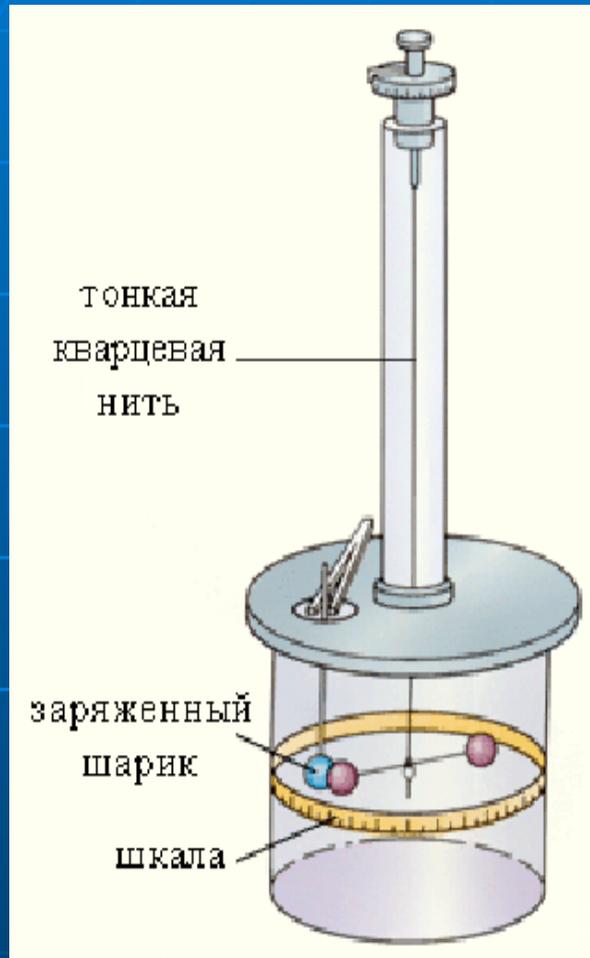
$$\Delta q = n \cdot |e|$$

# Понятие точечного заряда

Под точечными зарядами будем понимать заряженные тела, размеры которых физически малы. Линейные размеры тел, на которых сосредоточены заряды, пренебрежимо малы по сравнению с расстоянием между ними.

Закон Кулона определяет силу взаимодействия точечных зарядов и является **обобщением экспериментальных данных.**

# Закон Кулона (1785 г.)

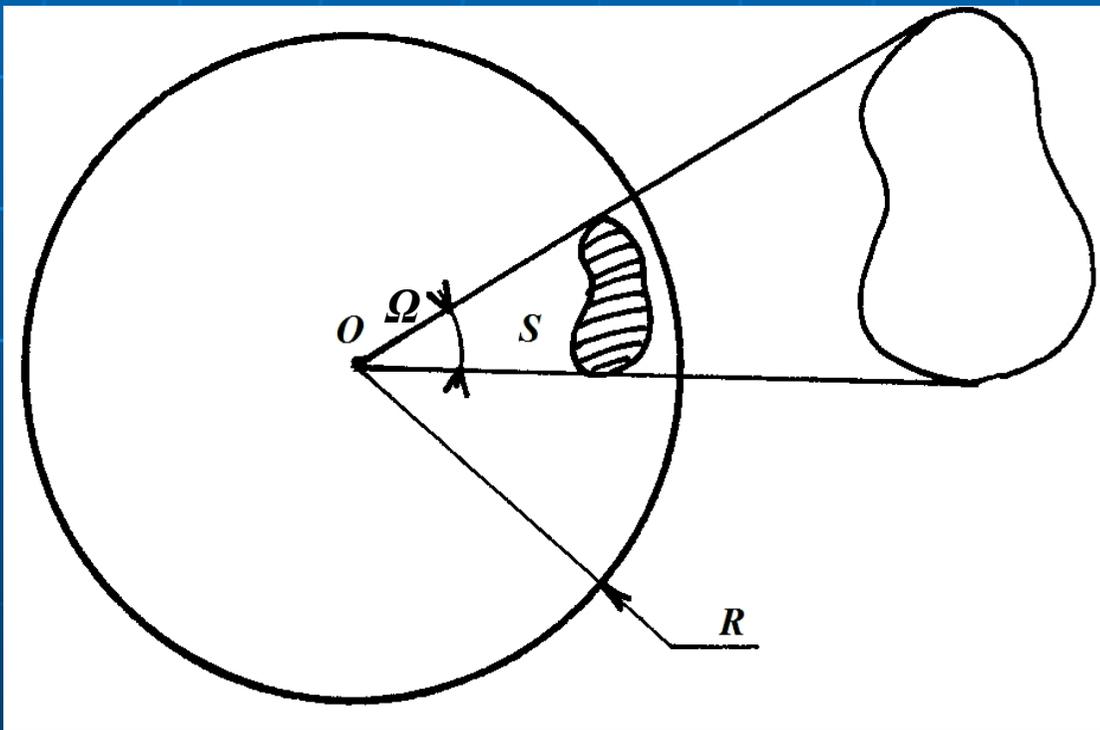


$$\vec{F} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 q_2}{r^3} \vec{r}$$

$$\epsilon_0 = 8.854 \cdot 10^{-12} \frac{F}{m}$$

# Телесный угол

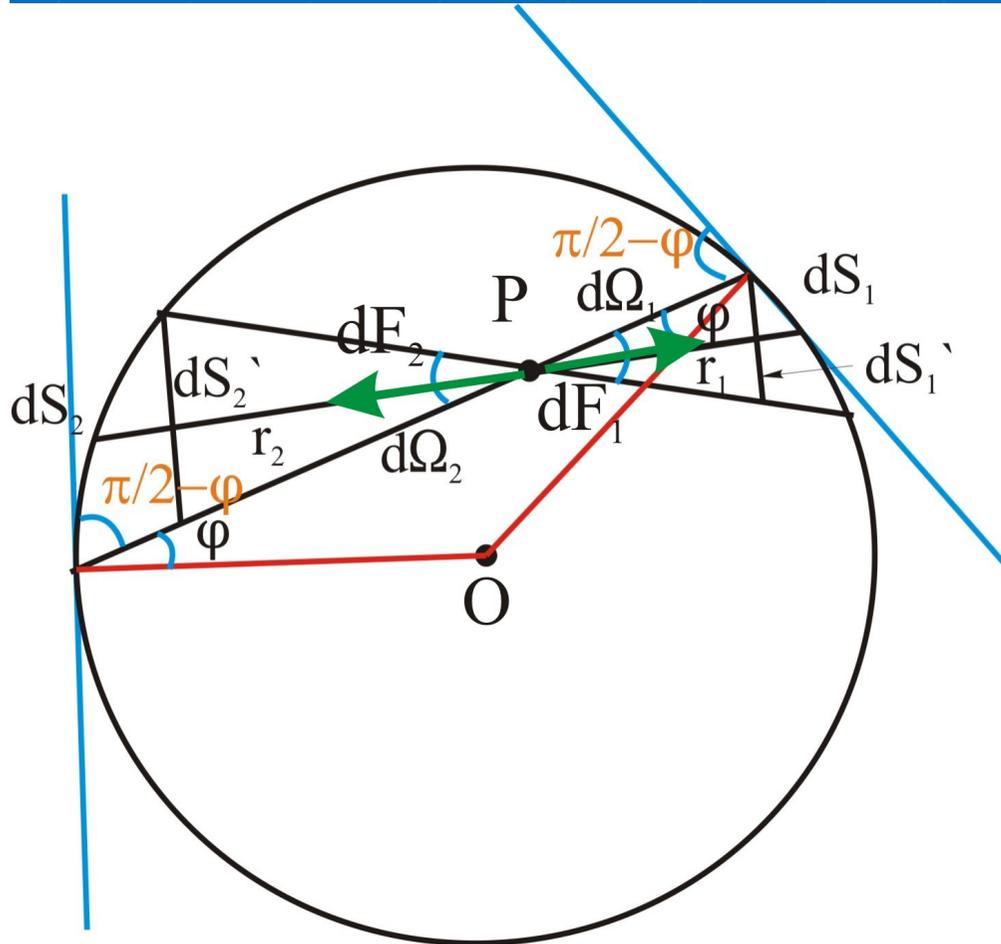
*Телесный угол – часть пространства, ограниченная некоторой конической поверхностью. Телесный угол измеряется отношением площади  $S$  той части сферы с центром в вершине конической поверхности, которая вырезается этим телесным углом, к квадрату радиуса  $R$  сферы*



$$\Omega = \frac{S}{4\pi R^2} 4\pi = \frac{S}{R^2}$$

# Зависимость от расстояния

## Опыт Кавендиша (1772 г)



$$dF_1 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{\sigma dS_1}{r_1^2} \quad dF_2 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{\sigma dS_2}{r_2^2}$$

$$dS_1' = dS_1 \cos \varphi \quad d\Omega_1 = \frac{dS_1'}{r_1^2}$$

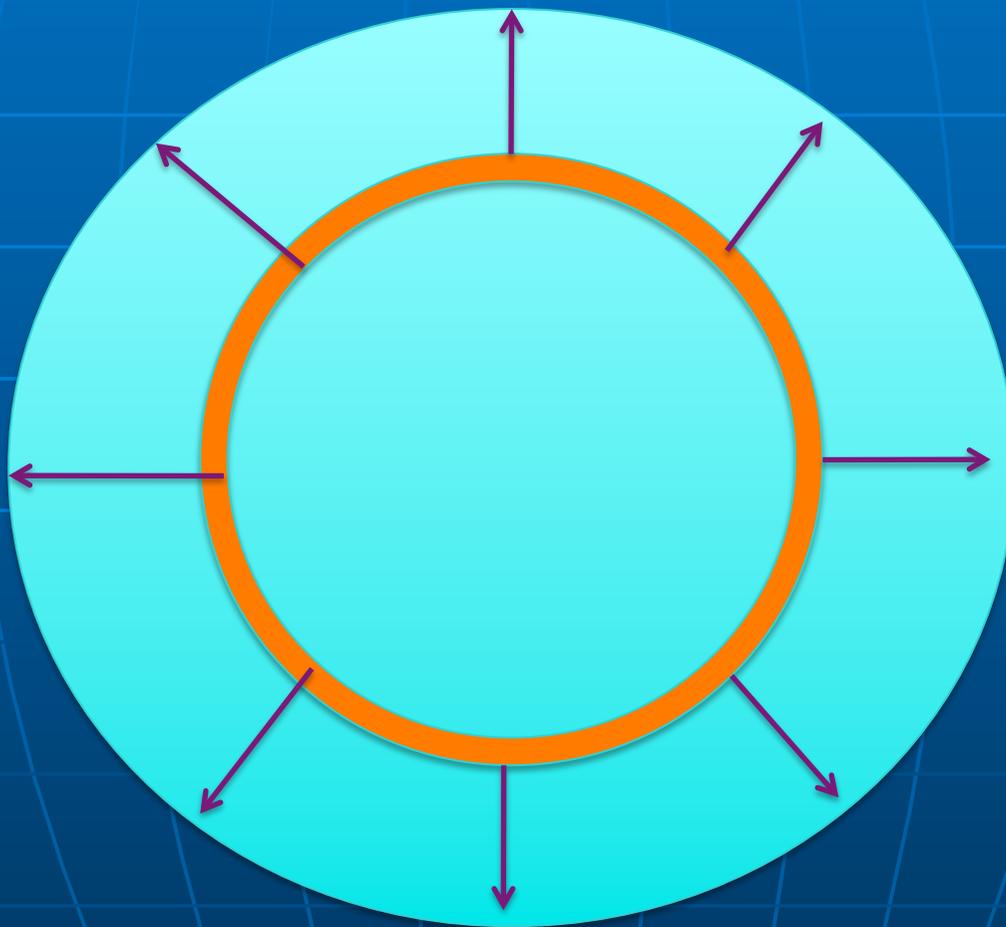
$$dS_2' = dS_2 \cos \varphi \quad d\Omega_2 = \frac{dS_2'}{r_2^2}$$

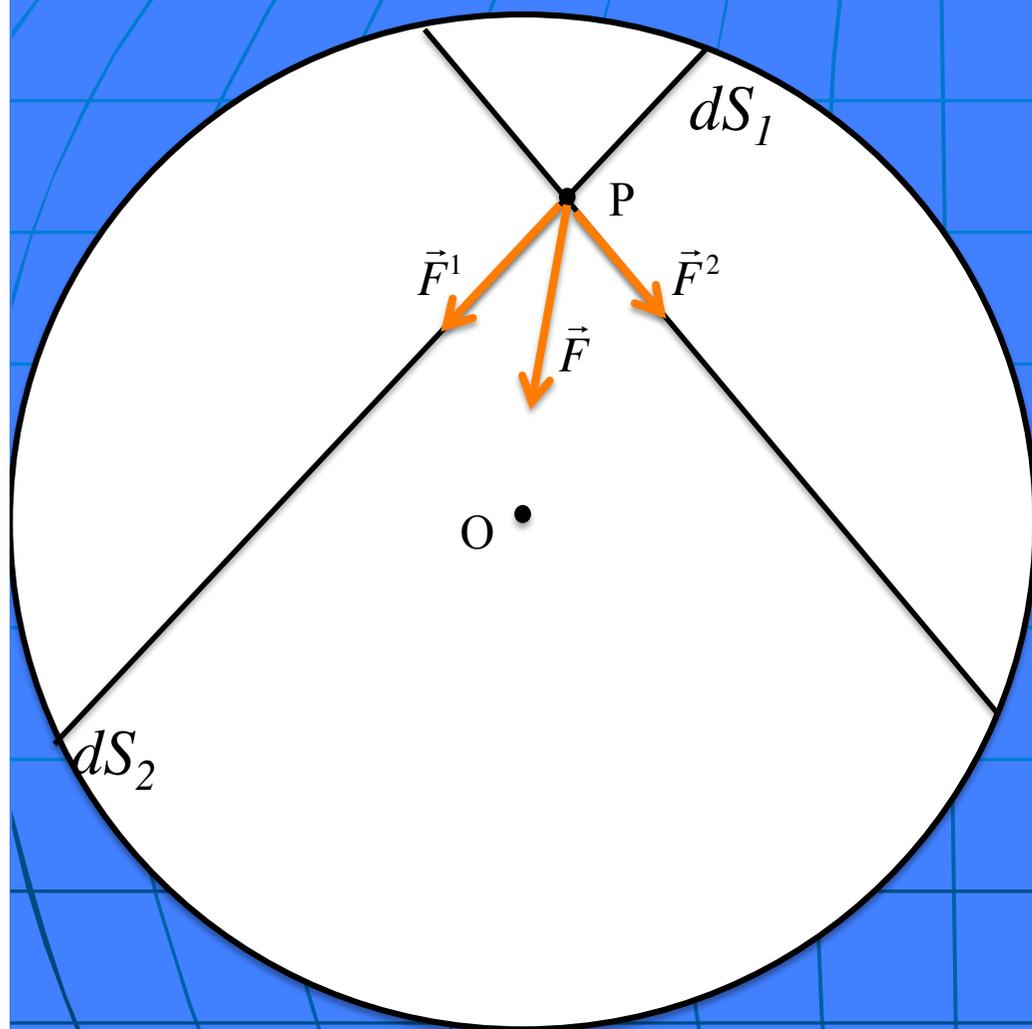
$$dF_1 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{\sigma dS_1}{r_1^2} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{\sigma d\Omega_1}{\cos \varphi}$$

$$dF_2 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{\sigma dS_2}{r_2^2} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{\sigma d\Omega_2}{\cos \varphi}$$

$$dF_1 = dF_2$$

Если шар проводящий,  
то заряд равномерно распределен по поверхности!



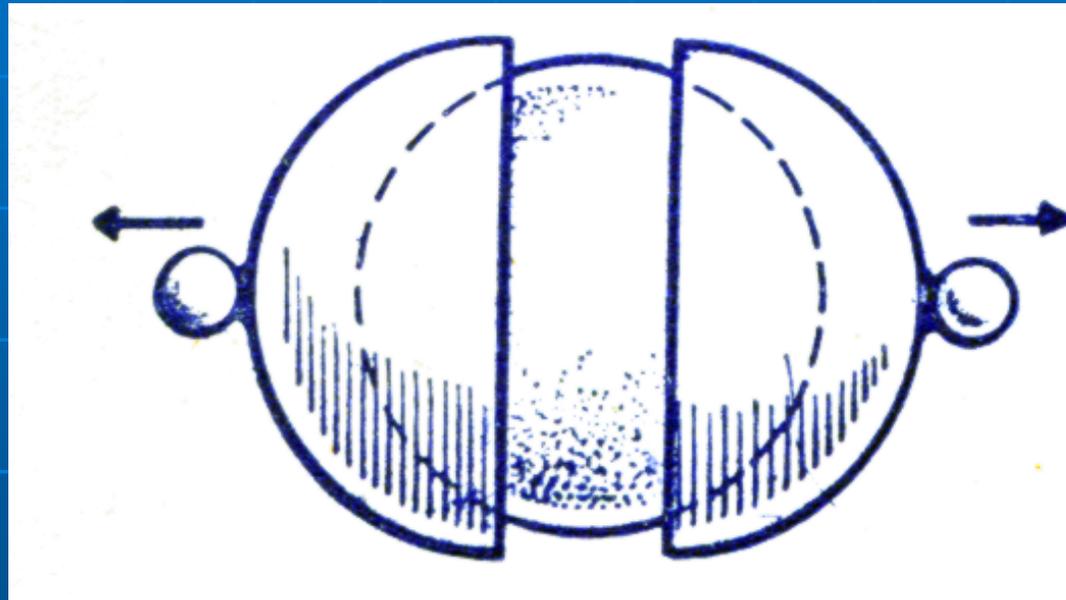


$$dF_1 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{\sigma dS_1}{r_1^{2+\alpha}} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{\sigma d\Omega_1}{r_1^\alpha \cos\varphi}$$

$$dF_2 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{\sigma dS_2}{r_2^{2+\alpha}} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{\sigma d\Omega_2}{r_2^\alpha \cos\varphi}$$

$$F^1 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{\sigma d\Omega_2}{\cos\varphi} \left\{ \frac{1}{r_2^\alpha} - \frac{1}{r_1^\alpha} \right\} \neq 0$$

# Опыт Кавендиша



Кавендиш (1774) -  $|\alpha| \leq 0.02$

Максвелл (1879) -  $|\alpha| \leq 5 \cdot 10^{-5}$

1971 -  $|\alpha| \leq 12.7 \pm 3.1 \cdot 10^{-16}$

# Зависимость от зарядов

$q_1$



$q_3, q_4$



$q_2$



$q_3, q_4$



$$\frac{F_{13}}{F_{23}} = \frac{q_1}{q_2} \quad \frac{F_{14}}{F_{24}} = \frac{q_1}{q_2}$$

$$F = \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

$$F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

$$\epsilon_0 = 8.854 \cdot 10^{-12} \frac{F}{m}$$

$$1C = 2.998 \cdot 10^9 CGSq$$