

Приготовьте заранее дома хотя бы один вопрос к каждой практике по физике!!!

- ◆ Обязательно его задайте вслух – это улучшит ваше владение русским языком
- ◆ Если удалось приготовить два вопроса – это хорошо, спрашивайте!!
- ◆ Нет вопросов только у того, кто ничего не знает и не понимает

Связь этой лекции с вопросами ННЗ - буклет

4.17. Уравнение Максвелла для электрической индукции

4.18. Уравнение Максвелла для магнитной индукции

4.22. Поток вектора через поверхность

«Три вещи» для запоминания прямо сейчас

Уравнение Максвелла для электрической индукции

$$\oint_S \vec{D} d\vec{s} = \int_V \rho_q dV \quad (1.7)$$

Связь между ЭИ и НЭП для изотропного вещества при медленном изменении поля

$$\vec{D} = \epsilon\epsilon_0 \vec{E}$$

Л.19 Расчёт постоянных электрических полей в вакууме. Теорема Гаусса

Одна из частей электродинамики – электростатика: расчёт постоянных электрических полей

Математическая постановка основной задачи электростатики: известно расположение зарядов, найти потенциал и/или НЭП

Два основных способа решения:

- 1) Принцип суперпозиции (всегда применим, но иногда очень сложен)
- 2) Теорема Гаусса (не всегда полезна, но иногда позволяет получить результат очень просто и быстро)

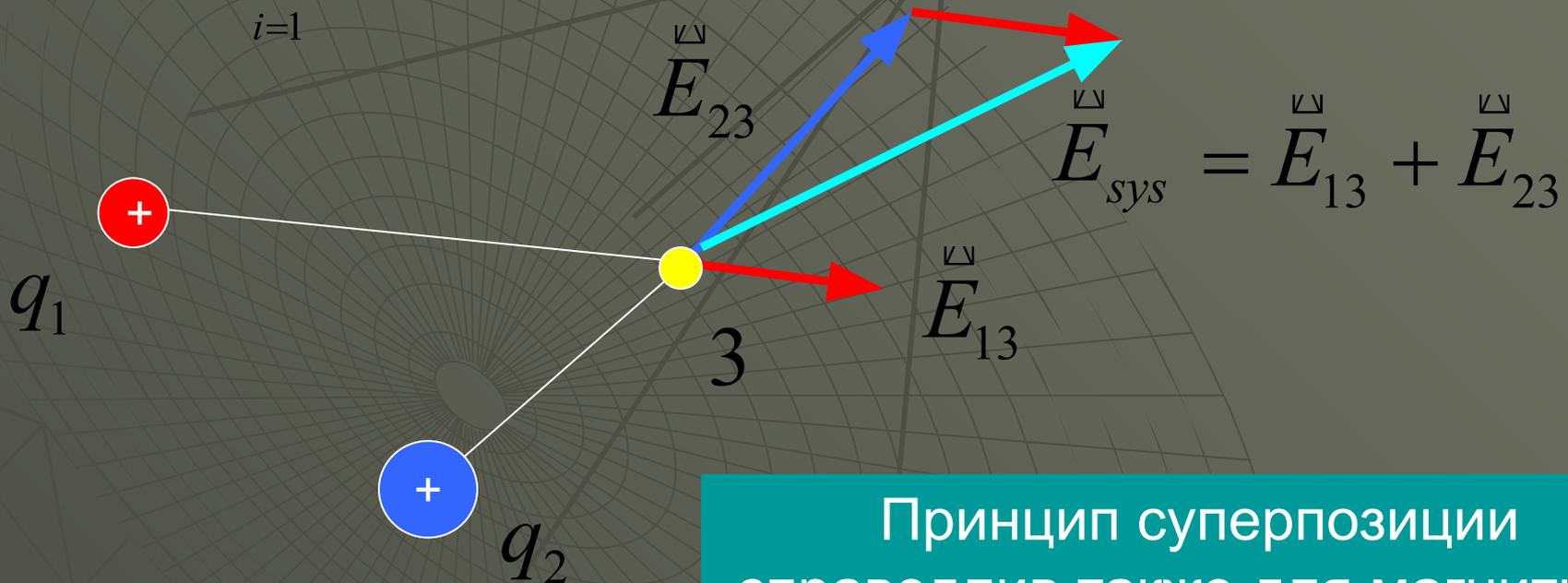
НЭП

$$E_{12} = \frac{k_e |q_1|}{r_{12}^2} \quad (7.2)$$

Модуль НЭП, которое создаёт ТОЧЕЧНЫЙ заряд 1 в точке 2

Принцип суперпозиции электрических полей

$$\vec{E}_{sys} = \sum_{i=1}^N \vec{E}_i \quad (7.3)$$



Принцип суперпозиции справедлив также для магнитных и гравитационных полей

Принцип суперпозиции: континуальная формулировка

$$\vec{E}_1 = \int_{\text{по всей системе}} d\vec{E}_1(r, r_1) \quad (19.1)$$

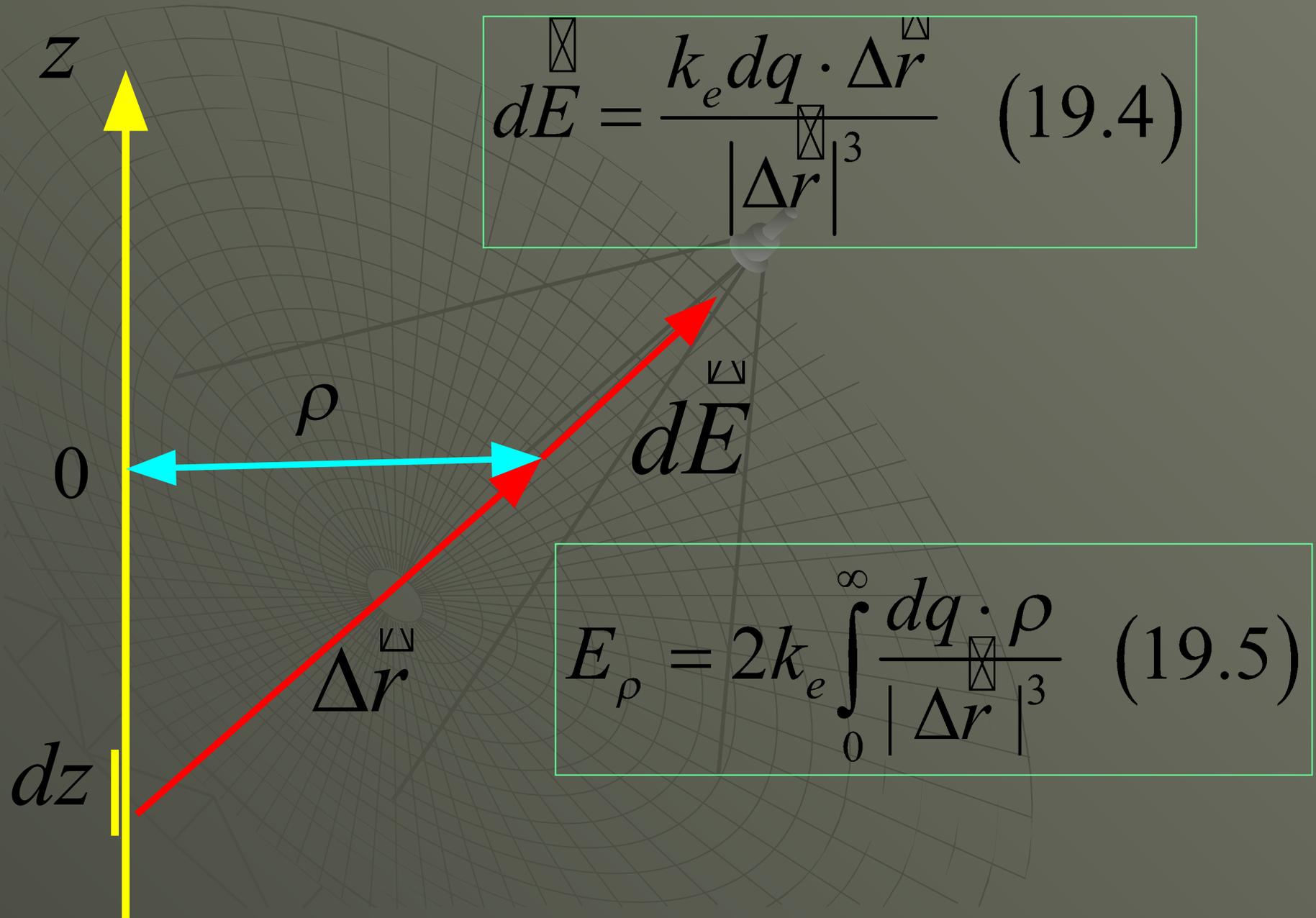
$$d\vec{E}_1 = \frac{k_e dq \cdot (r_1 - r)}{|r_1 - r|^3} \quad (19.2)$$

Пример: поле бесконечно длинной однородно заряженной нити

$$\lambda_q = dq / dl \quad (19.3)$$

Линейная плотность заряда нити

Расчёт, интегрирование



Расчёт, интегрирование

$$E_{\rho} = 2k_e \lambda_q \int_0^{\infty} \frac{dz \cdot \rho}{\left(\rho^2 + z^2\right)^{3/2}} \quad (19.6)$$

$$\xi = z / \rho$$

Переход к безразмерной
переменной

$$E_{\rho} = \frac{2k_e \lambda_q}{\rho} \int_0^{\infty} \frac{d\xi}{\left(1 + \xi^2\right)^{3/2}} \quad (19.7)$$

Теорема Гаусса – одно из уравнений Максвелла
(Gauss theorem) 118,000 ссылок на ИНТЕ

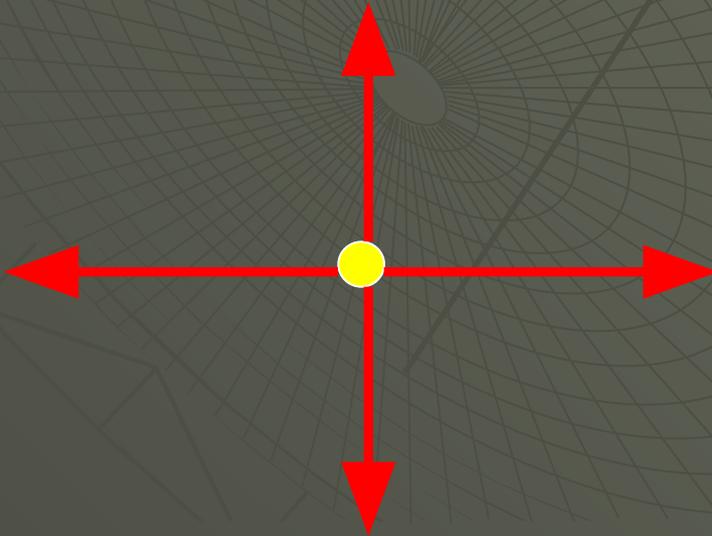
$$\oint_S \vec{D} \cdot d\vec{s} = \int_V \rho_q dV \quad (1.7) \quad \vec{D} = \varepsilon \varepsilon_0 \vec{E} \quad (18.5)$$

$$\varepsilon = 1 \quad \text{Вакуум}$$

$$\oint_S \vec{E} \cdot d\vec{s} = \frac{1}{\varepsilon_0} \int_V \rho_q dV \quad (19.8)$$

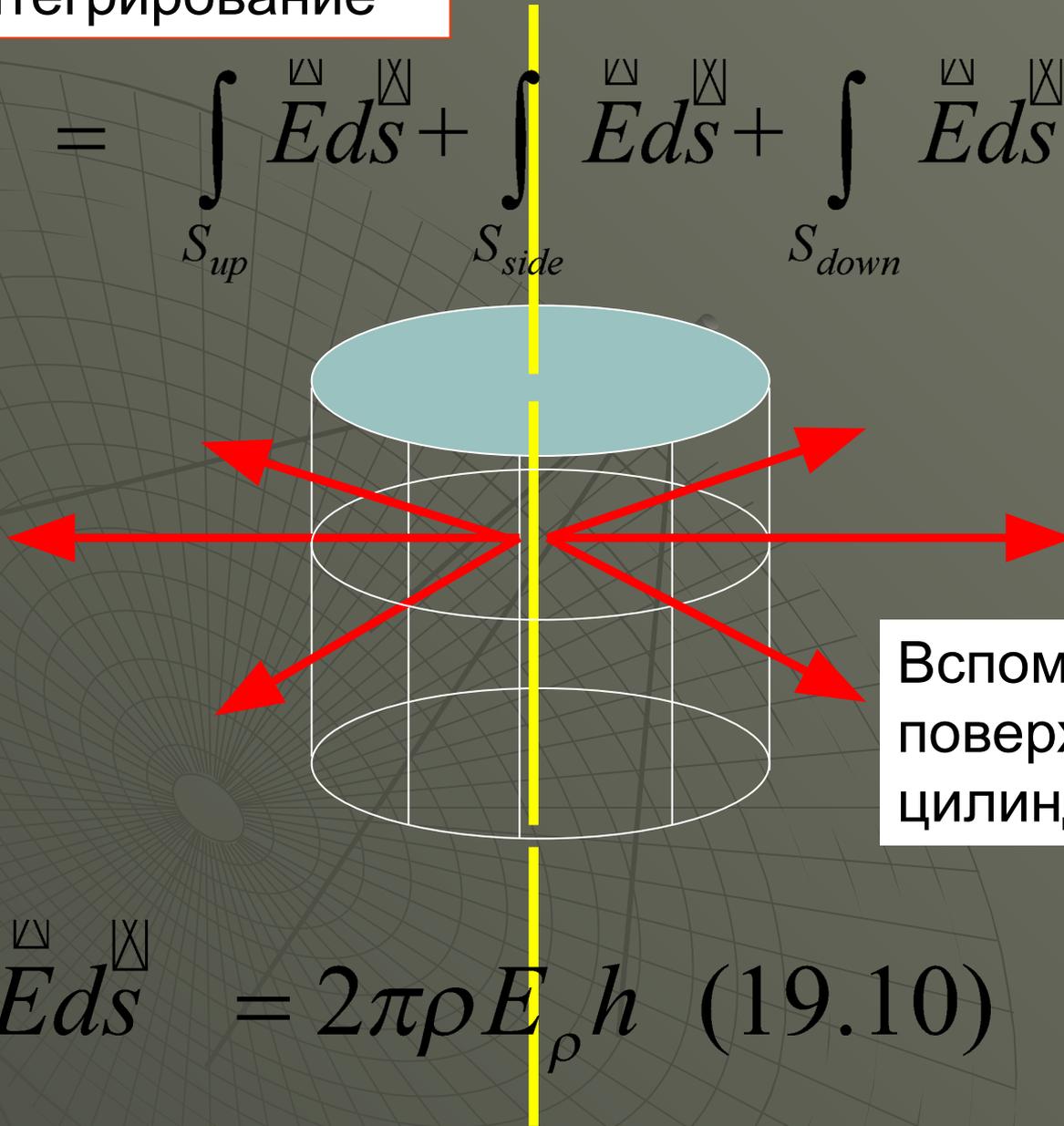
В задаче должна
быть какая-нибудь
симметрия, чтобы
качественно вид
поля был понятен

В нашей задаче
ниги



Расчёт, интегрирование

$$\oint_S \vec{E} ds = \int_{S_{up}} \vec{E} ds + \int_{S_{side}} \vec{E} ds + \int_{S_{down}} \vec{E} ds \quad (19.9)$$



Вспомогательная
поверхность –
цилиндр

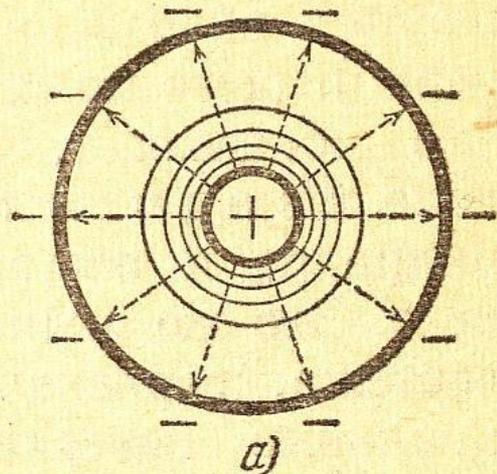
$$\int_{S_{side}} \vec{E} ds = 2\pi\rho E_{\rho} h \quad (19.10)$$

$$\oint_S \vec{E} \cdot d\vec{s} = 2\pi\rho E_\rho h \quad (19.11)$$

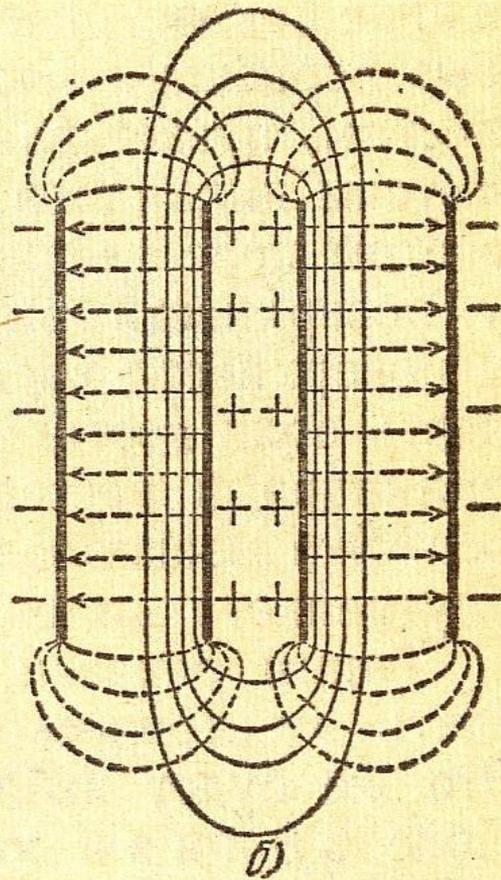
$$\oint_S \vec{E} \cdot d\vec{s} = \frac{1}{\varepsilon_0} \int_V \rho_q dV \quad (19.8)$$

$$\lambda_q h / \varepsilon_0 = 2\pi\rho E_\rho h \quad (19.12)$$

Формулы НЭП для
простых случаев



а)



б)

$$E_{\rho} = \frac{2k_e \lambda_q}{\rho} \quad (19.13)$$

Бесконечная нить или
цилиндрический
конденсатор
(коаксиальный
кабель)

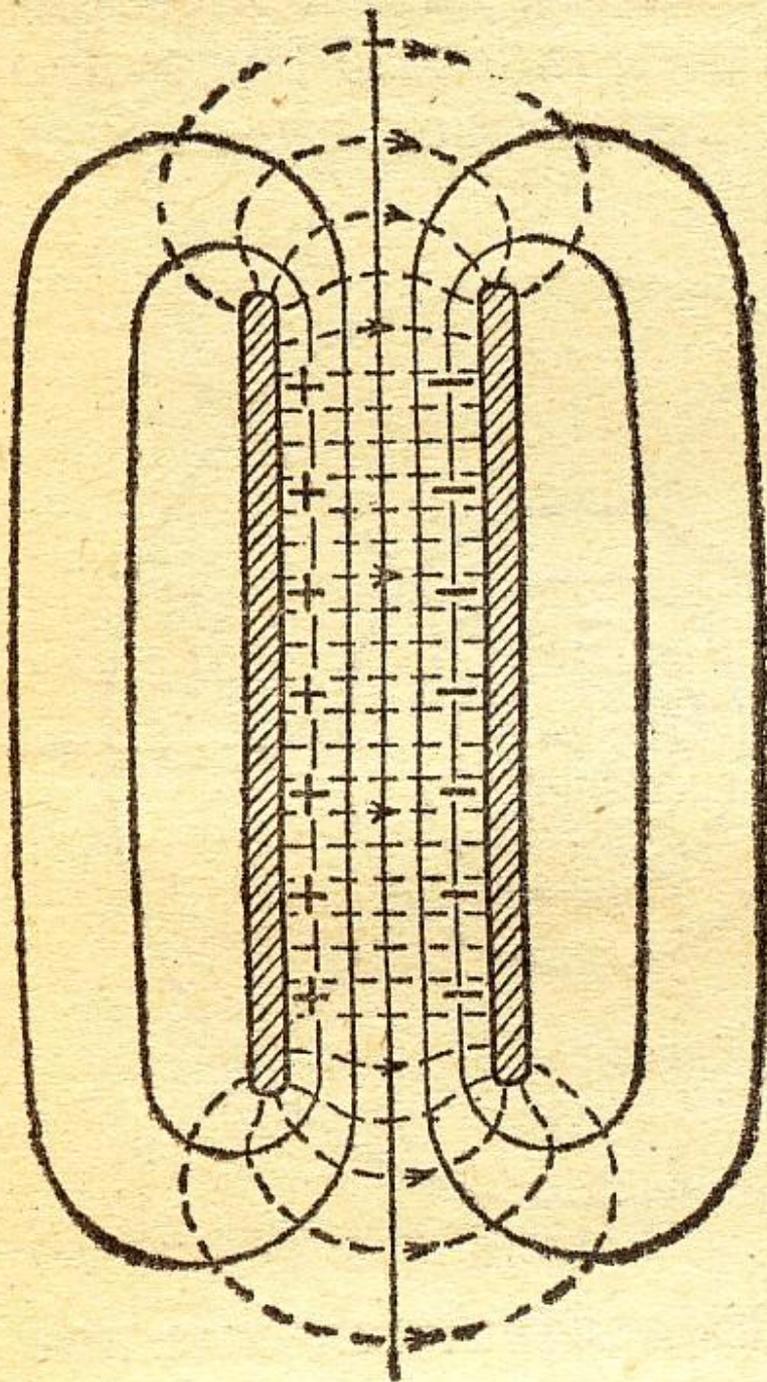
Формулы НЭП для простых случаев

$$\vec{E} = \frac{\sigma_q \vec{e}_n}{2\varepsilon_0} \quad (19.14)$$

НЭП плоскости

$$\sigma_q = dq / ds \quad (19.15)$$

Поверхностная
плотность заряда

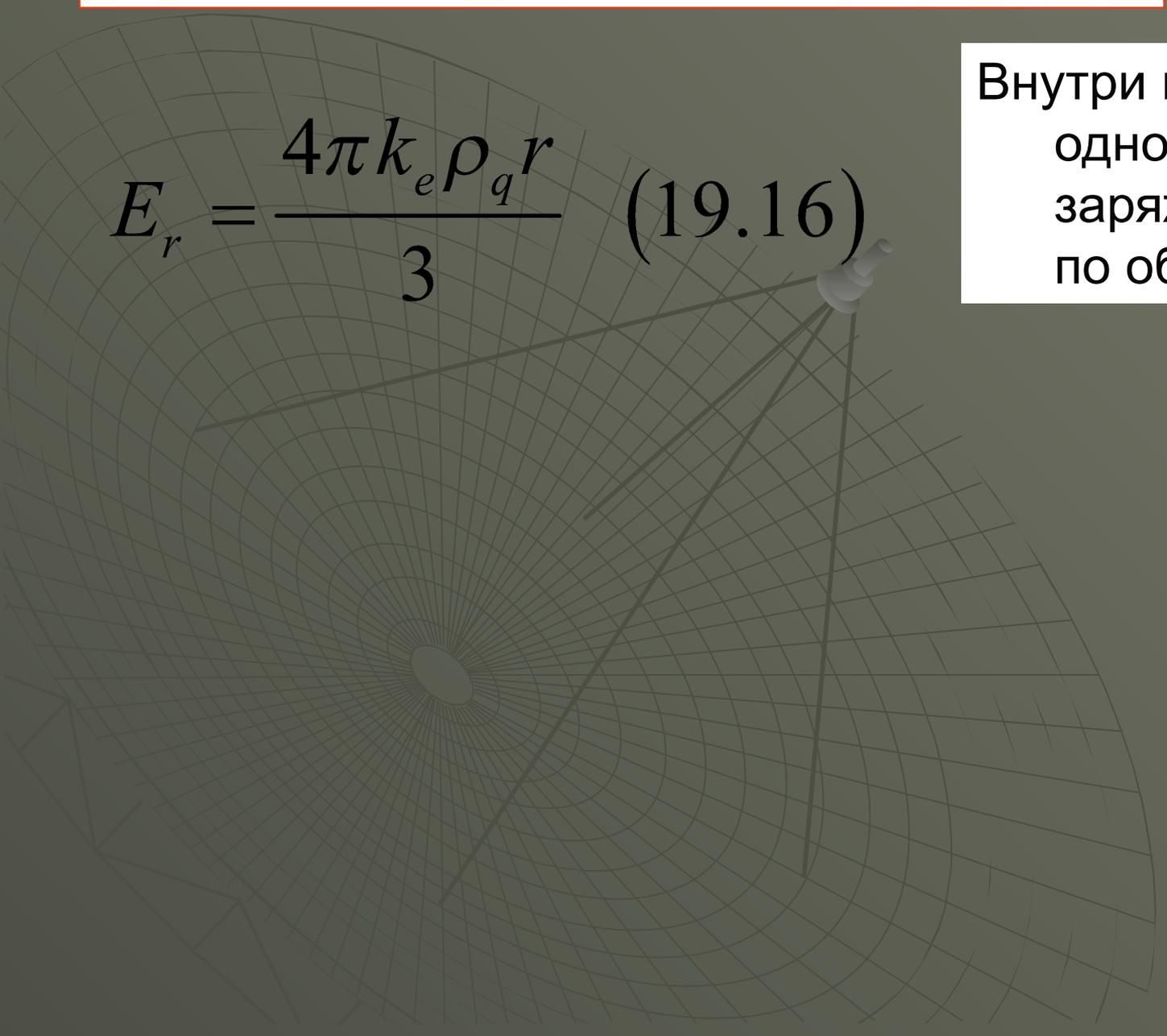


Формулы НЭП для
простых случаев

Плоский конденсатор

$$E_x = \frac{\sigma_q}{\epsilon_0} \quad (19.16)$$

Формулы НЭП для простых случаев

$$E_r = \frac{4\pi k_e \rho_q r}{3} \quad (19.16)$$


Внутри шара,
однородно
заряженного
по объёму

Лекция 19: Carl Friedrich Gauss (1777-1855)

AG6012024S1

SPECIMEN



Deutsche Bundesbank

Dann Heilmann
Frankfurt am Main
2 Januar 1989



AG6012024S1

1777-1855 Carl Friedr. Gauß

10

ZEHN DEUTSCHE MARK