

ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ



проф. Целебровский Юрий Викторович

Консультации – понедельник, 16⁰⁰-18⁰⁰,

И-415

The background of the slide is a collage of four images related to electrical engineering and safety. The top-left image shows a close-up of a metal structure, possibly a ladder or part of a cabinet, with a blue wall in the background. The top-right image shows a row of high-voltage electrical insulators with colorful caps (red, green, yellow) on a power line. The bottom-left image shows the lower legs and feet of a person wearing black safety boots and dark trousers, standing on a metal grate floor. The bottom-right image shows a person's legs in blue protective overalls standing in a field of tall green grass with small yellow flowers.

**Физические
величины
в электроэнергетике,
их размерности**

Вопросы предыдущей лекции

- **Организационные (0 баллов)**

- **Не по теме – 0 баллов**

- *Для чего служат эталоны-свидетели, эталоны сравнения и эталоны-копии?*
- *Почему при повышении температуры проводника, сопротивление этого проводника увеличивается?*

- **Беспроблемные- абы спросить (0 баллов)**

- *Что на практике является точечным зарядом? Или это понятие введено только для теории?*
- *Какие действия тока проявляются при любых условиях?*
- *Насколько медленно могут двигаться электроны, возможно ли их полное торможение?*

- **Непонятные– 0 баллов**

Вопросы предыдущей лекции

- Из-за невнимательности на лекции – 0 баллов
- Можете, пожалуйста, объяснить, чем же всё-таки электрич заряд.

Электрический заряд есть свойство частицы или тела, характеризующее их взаимосвязь с собственным электрическим полем и их взаимодействие с внешним электрическим полем.

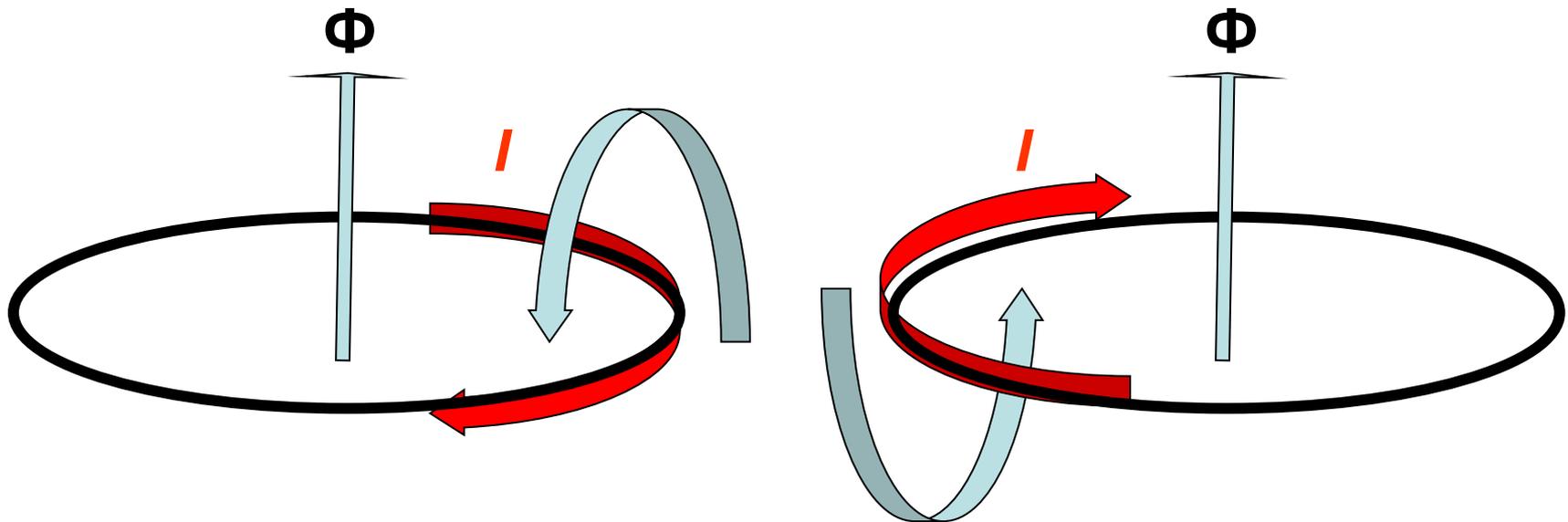
- Вы написали формулу $U=U/l$, тогда получается $[V]=[V/m]$ разве это возможно?

$$E = \frac{U_{ab}}{l_{ab}}$$

- Из лекции записали, что электродвижущая сила равна отрицательному частному $d\Phi$ на dt ($\text{ЭДС} = -d\Phi/dt$), - мне известно, что формула должна быть записана в таком виде: $\text{ЭДС} = |d\Phi/dt|$, хотелось уточнить $\ominus d\Phi/dt = |d\Phi/dt|$, можно ли считать это равенство верным? Вопрос сам в знаке.

Из лекции записали, что электродвижущая сила равна отрицательному частному $d\Phi$ на dt ($\mathcal{E}ДС = - d\Phi/ dt$), - мне известно, что формула должна быть записана в таком виде: $\mathcal{E}ДС = | d\Phi/ dt |$, хотелось уточнить $\mathcal{E}ДС = - d\Phi/ dt = | d\Phi/ dt |$, можно ли считать это равенство верным? Вопрос сам в знаке.

В электропроводящем контуре эта ЭДС создаёт ток, магнитный поток которого препятствует изменению возбуждающего магнитного потока. (правило Ленца)



Вопросы предыдущей лекции

- Из-за невнимательности на лекции – 0 баллов
- Напряжение – const (факт) тогда от чего зависит сила тока? От сопротивления включённых электроприборов или от напряжения и времени? (не поняла)

$$U=R \times I \quad (\text{Закон Ома})$$

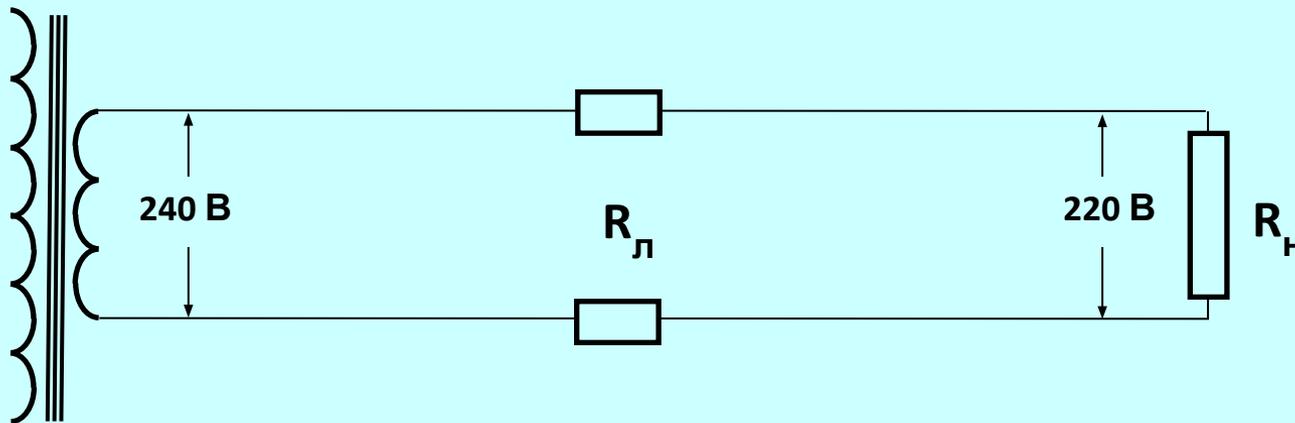
- Сопротивление радиально-цилиндрического поля имеет формулу $R=r\rho/2\pi l$, А общая формула сопротивления проводника $R=\rho l/S$, тогда получается $S=2\pi l$, а площадь цилиндра имеет формулу $S=2\pi r l$

Из формулы эл. ёмкости $C = \epsilon\epsilon_0 \frac{2\pi l}{\ln \frac{r_2}{r_1}}$ и $C = \epsilon\epsilon_0 \frac{S}{d}$ следует, что $\frac{2\pi l}{\ln \frac{r_2}{r_1}} = \frac{S}{d}$, но ведь это не так?

Вопросы предыдущей лекции

- Из-за невнимательности на лекции – 0 баллов
- Скажите, пожалуйста, можно ли разницу потенциалов назвать падением напряжения, если в случае прохождения тока через активное сопротивление потенциалы по пути тока уменьшаются?

Потенциал электрического поля – энергия, затраченная на перемещение единичного заряда из «бесконечности» в рассматриваемую точку поля



Вопросы предыдущей лекции

- Из-за невнимательности на лекции – 0 баллов
- На слайде «Примеры расчёта индуктивности» в формуле ... S – это площадь поперечного сечения проводника или площадь, образованной катушкой, рамки?

Индуктивность катушки:
с числом витков N ,
площадью поперечного сечения S ,
длиной l :

$$L = \mu_0 \mu \frac{N^2 S}{l}$$

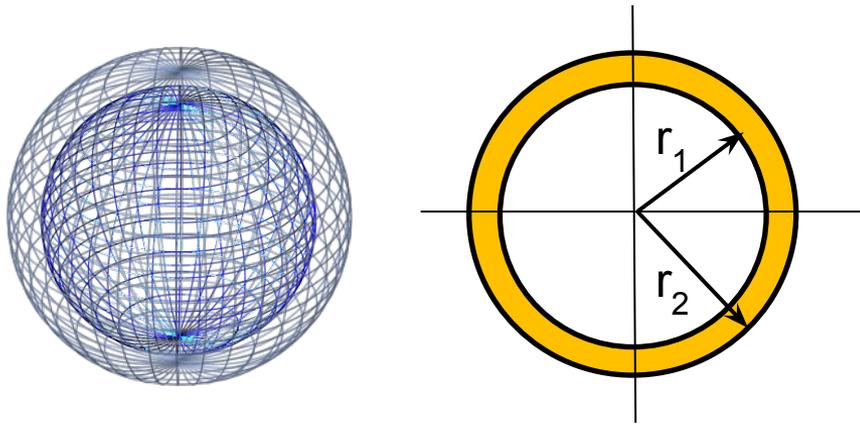
Вопросы предыдущей лекции

Расширительные – 1 балл

Вопрос по поводу предстоящей проверочной по размерностям: т.е. нашей задачей является научиться выразить любую единицу измерения через основные: Пример:

$$\text{Вб} = \text{с} \cdot \text{В} = \frac{\text{с} \cdot \text{Дж}}{\text{Кл}} = \frac{\text{с} \cdot \text{Н} \cdot \text{м}}{\text{Кл}} = \frac{\text{Н} \cdot \text{м}}{\text{А}} = \frac{\text{кг} \cdot \text{м}^2}{\text{с}^2 \cdot \text{А}} \quad \text{или} \quad \text{Вб} = \text{Кл} \cdot \text{Ом} = \frac{\text{Кл} \cdot \text{В}}{\text{А}} = \frac{\text{с} \cdot \text{Дж}}{\text{Кл}} = \frac{\text{Н} \cdot \text{м}}{\text{А}} = \frac{\text{кг} \cdot \text{м}^2}{\text{с}^2 \cdot \text{А}}$$

Когда мы записывали формулы для расчёта эл. ёмкости в лекции были упомянуты только две, для радиально-цилиндрич. поля и для плоско-параллельного. А как же конденсатор сферический? Или эта формула редко используется в электроэнергетике?



$$C_{\text{рс}} = \varepsilon_0 \varepsilon 4\pi \frac{r_1 \cdot r_2}{r_2 - r_1}$$

Вопросы предыдущей лекции

По существу лекции – 2-4 балла

В каких случаях при записях единиц измерения используют квадратные скобки?

v – значение скорости; $[v]$ – размерность скорости

$$v = \frac{l}{t} = \frac{100\text{м}}{10\text{с}} = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$[v] = \frac{[l]}{[t]} = \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Вопросы предыдущей лекции

По существу лекции – 2-4 балла

Почему температура это мера средней кинетической энергии поступательного движения молекул идеального газа, если молекулы в газе движутся хаотически?

Вы сказали, что абсолютный ноль достигаем при условии – $273,16^{\circ}\text{C}$, ($v=0$) т.е. атом остановится, но для того чтобы остановить атом надо остановить электроны, а значит абсолютный 0 не достижим. Как тогда он был выведен?

Чем отличается термин «активное сопротивление» от термина «сопротивление», которое явл. коэффициентом пропорциональности между током и напряжением?

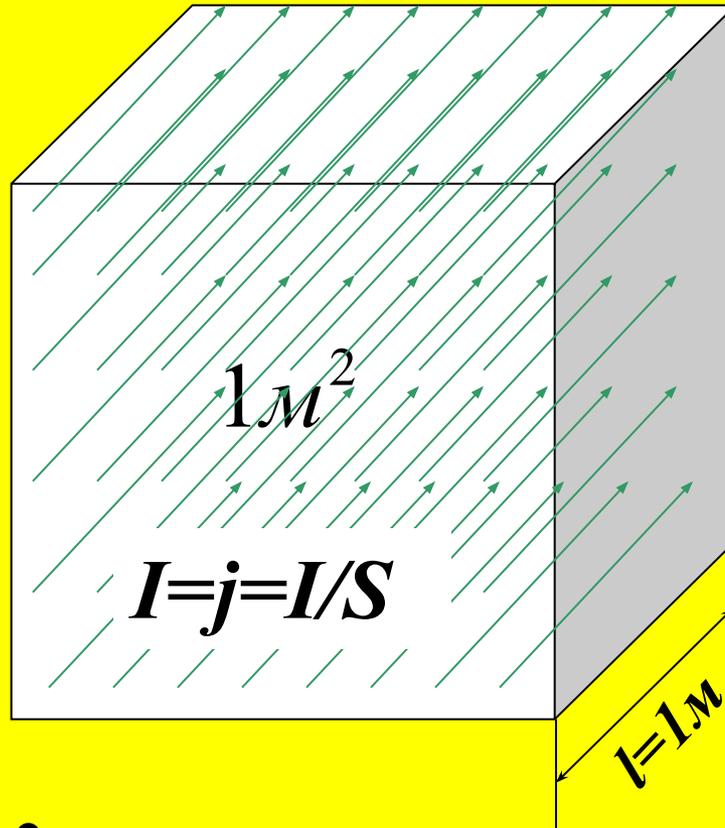
$$U_R = R \cdot I; \quad U_C = x_C \cdot I; \quad U_L = x_L \cdot I.$$

Почему на слайде закон Ома в дифференц.форме $R=\rho$? Я поняла, что Вы имели ввиду, но ~~$R=[\text{Ом}], \rho=[\text{Ом}\cdot\text{м}]$~~ . Как такое может быть?
 $[R]=\text{Ом}, [\rho]=\text{Ом}\cdot\text{м}$

Закон Ома в дифференциальной форме

$$U=I\cdot R$$

$$R=\rho$$



$$U=E\cdot l$$

$$E=j\cdot\rho$$

Всегда ли корректно и применимо уравнение теплового баланса $j^2 r t = c d \Delta T$, ведь при изменении температуры проводника также может измениться его удельное сопротивление – **3 балла**

$$j^2 \cdot \rho \cdot \partial \tau = c \cdot d \cdot \partial T$$

На слайде было указано, что падение напряжения – работа, совершаемая при протекании эл.тока. Акцент я бы хотел сделать на слове «работа». А в вашей книге «Первокурсникам об электричестве» в главе 20 с.31 сказано, что падение напряжения – разность потенциалов. Выходит, что «работа», совершаемая при прохождении эл.тока и разность потенциалов между двумя точками электротехнического изделия одно и тоже?

Вопросы предыдущей лекции

Описки в слайдах и учебниках – 1 балл

В вашем учебном пособии, кажется ошибка: в рецензии направление 140200. На самом деле же 140400

$W_{\text{кинет}}$ - 9 раз (0,2 балла)

расстоягнии – опечатка на слайде «размерности физ величин) определение ампера)

Почему вы в презентации обозначили эл.ёмкость как [Фарада], а не [Фарад]?

Вопросы предыдущей лекции

Обоснованное несогласие с лектором, уточнение формулировок, мини-задания – до 5 баллов

Электрический ток – направленное движение электрически заряженных частиц под воздействием электрического поля. – 1 балл

Сила тока – это суммарный заряд электронов, прошедших за 1 секунду через некоторую точку (сечение) проводника. – 1 балл

~~$1 \text{ кВт} \cdot \text{ч} = 1000 \text{ Вт} \cdot \text{ч} / 3600 \text{ с} = 0,27 \text{ Дж}$~~ 2 раза – 0 баллов

$1 \text{ Дж} \approx 0,278 \cdot 10^{-6} \text{ кВт} \cdot \text{ч}$ – 0 баллов

$\text{кВт} \cdot \text{ч} = 1000 \text{ Вт} \cdot \text{ч} = 1000 \text{ Вт} \cdot 3600 \text{ с} = 1000 \text{ Дж/с} \cdot 3600 \text{ с} = 3600000 \text{ Дж}$
- 2 балла

$\text{кВт} \cdot \text{ч} = \text{кДж} \cdot \text{ч/с} = 3600 \text{ кДж} = 3,6 \cdot 10^6 \text{ Дж}$ – 2 балла

Пример выполнения контрольной работы

Покажите, что размерность магнитной постоянной $[\mu_0]$ – Гн/м

решение

$$[\mu_0] = \frac{\cancel{\text{м}^2 \text{Н}}}{\cancel{\text{А}^2 \text{м}^2}} = \frac{\text{Н}}{\text{А}^2}$$

$$\text{Н} = \text{Тл} \cdot \text{Кл} \cdot \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$\text{Н} = \frac{\text{Вб}}{\text{м}^2} \cdot \text{Кл} \cdot \frac{\text{м}}{\text{с}} = \frac{\text{Гн} \cdot \text{А}}{\cancel{\text{м}^2}} \cdot \text{А} \cdot \cancel{\frac{\text{м}}{\text{с}}}$$

$$[\mu_0] = \frac{\text{Н}}{\text{А}^2} = \frac{\text{Гн} \cdot \cancel{\text{А}^2}}{\cancel{\text{м} \cdot \text{А}^2}} = \frac{\text{Гн}}{\text{м}}$$

пояснения

$$\Delta F = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I_1 I_2}{r^2} \Delta l^2 \quad [\mu_0] = \frac{[\Delta F] \cdot [r]^2}{[I]^2 \cdot [\Delta l]^2}$$

$$B = \frac{f}{q \cdot v} \quad [f] = [B] \cdot [q] \cdot [v]$$

$$[B] = \frac{[\Phi]}{[S]}; \quad [\Phi] = [L] \cdot [I]$$

Приступаем к выполнению контрольной работы