

ВВЕДЕНИЕ В НАПРАВЛЕНИЕ

**(Физико-технические основы
электроэнергетики)**



проф. Целебровский Юрий Викторович,

- Физика (для

-
-
-

- Например:
углублённого
е изд. – М.: Др

- Ю.В.Целеб
пособие. –

- Ю.В.Целеб
Новосибир

- И.Е. Иродо
М.: БИНОМ

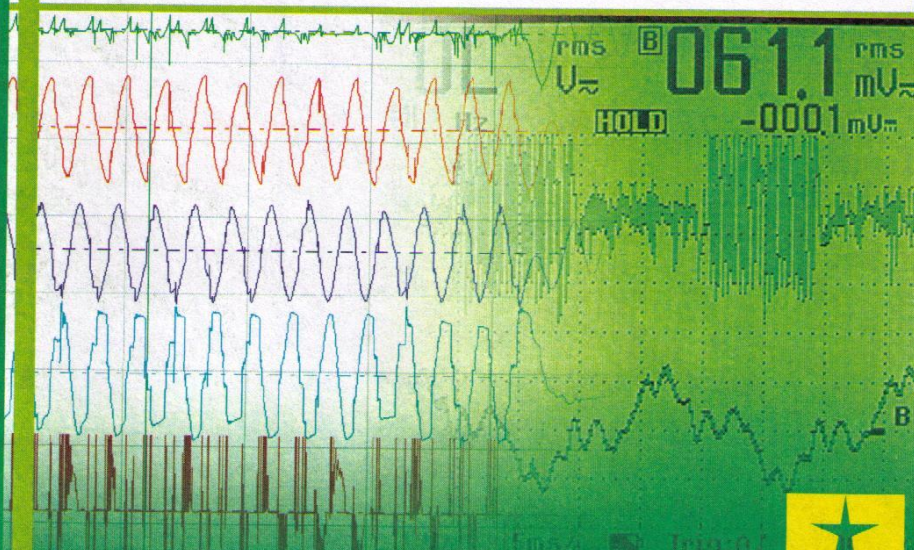
- Правила ус

-
-
-

- Например:
действующие
688 с.

Ю. В. ЦЕЛЕБРОВСКИЙ

НАЧАЛА ПЕРЕМЕННОГО ТОКА



ФАКУЛЬТЕТ ЭНЕРГЕТИКИ



кл. Учеб. для
лободсков. – 2-

зе: учеб.

пособие /

7-е изд. –

здания, все
зд-во, 2009. –

Электронные источники

- FEN(\\VELES\STUDY)(K;)



- Кафедра техники и электрофизики высоких напряжений (ТЭВН)



- Целебровский Юрий Викторович



- Введение в направление

ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ

Цели изучения курса:

1. Вспомнить фундаментальные законы электричества (закрепить и углубить знания).
2. Получить общее понятие об электроустановках
3. Проверить правильность выбранного направления высшего образования

Усть-Илимская ГЭС

Простые вопросы

Какие силы удерживают частицы твёрдого материала вместе и определяют прочность материала?

Закон Кулона

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

Какая сила крутит электродвигатель?

Закон Ампера:

$$\Delta F = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I_1 I_2}{r^2} \Delta l^2$$

Почему нельзя повесить постоянное напряжение при помощи трансформатора?

$$\text{ЭДС} = - \frac{d\Phi}{d\tau} \quad \text{или:}$$

Откуда в автомобиле берётся высокое напряжение (> 1000 вольт) для создания искры в свече?

Закон Электромагнитной индукции

Φ

О понятии «производная» - (dy/dx)

τ

Скорость
изменения
магнитного
потока

$$\frac{\Delta \Phi}{\Delta \tau}$$

; $\Delta \rightarrow 0$ обозначается **d** - дифференциал

ЭНЕРГИЯ

- **ЭНЕРГИЯ** - универсальная мера движения и взаимодействия всех видов материи 
- Энергия движения называется **кинетической** энергией
- Энергия взаимодействия называется **потенциальной** энергией

«Потенциальная» и «кинетическая» – это две формы энергии.



Мера – средство измерения физической величины

ЭНЕРГИЯ

Взаимодействие – воздействие тел или частиц друг на друга, приводящее к изменению состояния их движения.

(вспоминаем Первый закон Ньютона)

Взаимодействия различают:

- **механическое** взаимодействие между *телами* (частный случай взаимодействия);
- взаимодействие через **поле** (общий случай взаимодействия, тела находятся на расстоянии, между ними может быть пустота).

ЭНЕРГИЯ

В порядке возрастания интенсивности взаимодействия различают:

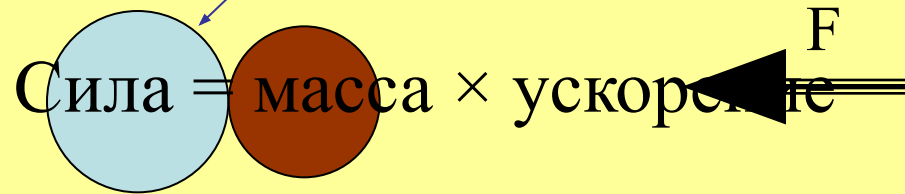
- гравитационное взаимодействие;
- слабое взаимодействие (между элементарными частицами, например, нейтрино);
- электромагнитное взаимодействие;
- сильное взаимодействие (короткодействующее, внутриядерное)

Одной из мер взаимодействия является сила.

ЭНЕРГИЯ

Сила – это *векторная* величина, являющаяся мерой механического воздействия на тело со стороны других *тел* и полей, в результате которого тело приобретает ускорения или изменяет свою форму и размеры.

(вспомнили Первый закон Ньютона?)



Сила = масса × ускорение

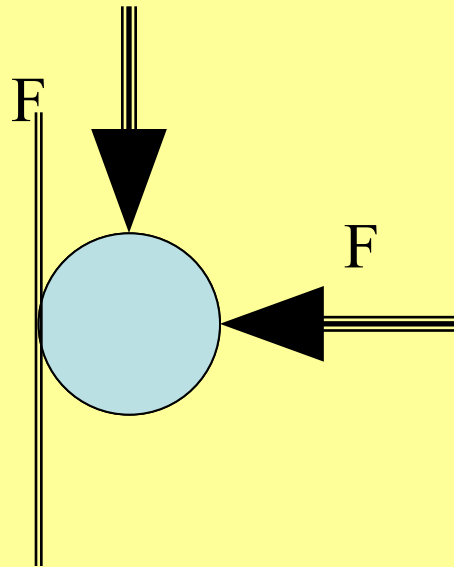
$$F = m \times a$$

(Второй закон Ньютона)

m-масса – это мера инерции тела

ЭНЕРГИЯ

Сила – это *векторная* величина, являющаяся мерой механического воздействия на *тело* со стороны других *тел* и *полей*, в результате которого тело приобретает ускорения или изменяет свою форму и размеры.



ЭНЕРГИЯ

Силы взаимодействия:

Гравитационная:

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

Закон всемирного
тяготения

Электрическая:

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

Закон Кулона

Магнитная:

$$\Delta F = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I_1 I_2}{r^2} \Delta l^2$$

Закон Ампера

 -источники силового поля

v - расстояние между источниками

 - постоянные в международной системе единиц

ЭНЕРГИЯ

В зависимости от вида движения и взаимодействия

Механическая энергия существует в нескольких видах.

Кинетическая энергия механической системы – это энергия механического движения этой системы. Она зависит от массы движущегося тела (частицы)- m и скорости движения- v :

$$W_{\text{мех}}^{\text{к}} = \frac{mv^2}{2}$$

Потенциальная энергия – механическая энергия системы тел, определяемая их взаимным расположением и характером взаимодействия. Конкретный вид выражения для потенциальной механической энергии зависит от характера силового поля. Например, потенциальная энергия растянутой (сжатой) пружины зависит от значения деформации x и коэффициента упругости k :

$$W_{\text{мех}}^{\text{п}} = \frac{kx^2}{2}$$

Полная механическая энергия системы:

$$W_{\text{мех}} = W_{\text{мех}}^{\text{к}} + W_{\text{мех}}^{\text{п}}$$

ЭНЕРГИЯ

Электрическая (электромагнитная) энергия.

Кинетическая энергия электромагнитной системы – это энергия движущихся зарядов, выражающаяся в протекании электрического тока.

$$W_{\text{эм}}^{\text{к}} = \frac{LI^2}{2}$$

L – индуктивность электромагнитной системы, отражающая возникновение магнитного потока, препятствующего нарастанию тока. Индуктивность – мера инерции электромагнитной системы. **I – электрический ток** (направленное движение зарядов)

Потенциальная энергия электромагнитной системы – это энергия взаимодействия неподвижных зарядов (энергия, запасаемая в емкости).

$$W_{\text{эм}}^{\text{п}} = \frac{CU^2}{2}$$

C – электрическая емкость, отражающая количество запасенного электричества (электрического заряда); **U – электрическое напряжение**

ЭНЕРГИЯ

Кинетическая

Потенциальная

механическая

$$W_{\text{мех}}^{\text{к}} = \frac{\underline{mv}_{\text{в}}^2}{2}$$

$$W_{\text{мех}}^{\text{п}} = \frac{\underline{kx}_{\text{в}}^2}{2}$$

электромагнитная

$$W_{\text{эм}}^{\text{к}} = \frac{\underline{LI}_{\text{в}}^2}{2}$$

$$W_{\text{эм}}^{\text{п}} = \frac{\underline{CU}_{\text{в}}^2}{2}$$

m, L – параметры инерционности системы

v, I – скорость

$$I[A] = \frac{q}{\tau} \left[\frac{Kл}{с} \right]$$

k, C – характеристики элемента, запасавшего энергию.

x, U – параметры «единичной» работы:

$$A_{\text{мех}} = F \cdot l$$

$$A_{\text{эм}} = U \cdot q$$

ЭНЕРГИЯ

Электрическая (электромагнитная) энергия.

*В электротехнике, при производстве и передаче энергии на переменном токе существуют понятия активной и реактивной энергии.

Активная энергия — энергия, которая превращается в механическую и тепловую (полезная и потери).

Реактивная (обменная) энергия — энергия, переходящая в электрической системе из потенциальной формы в кинетическую и обратно.

ЭНЕРГИЯ

Электрическая (электромагнитная)

Механический аналог реактивной энергии – качающийся маятник

Активная энергия – энергия, которая превращается в механическую и тепловую (полезная и потери)

Потенциальная энергия

Реактивная (обменная) энергия – энергия, переходящая в электрической системе из потенциальной формы в кинетическую и обратно.

Кинетическая энергия

При наличии трения реактивная энергия постепенно переходит в активную, превращающуюся в тепло.

В электроэнергетике бесполезное превращение электромагнитной энергии в тепло называется «потерями»

ЭНЕРГИЯ

Реактивная энергия.

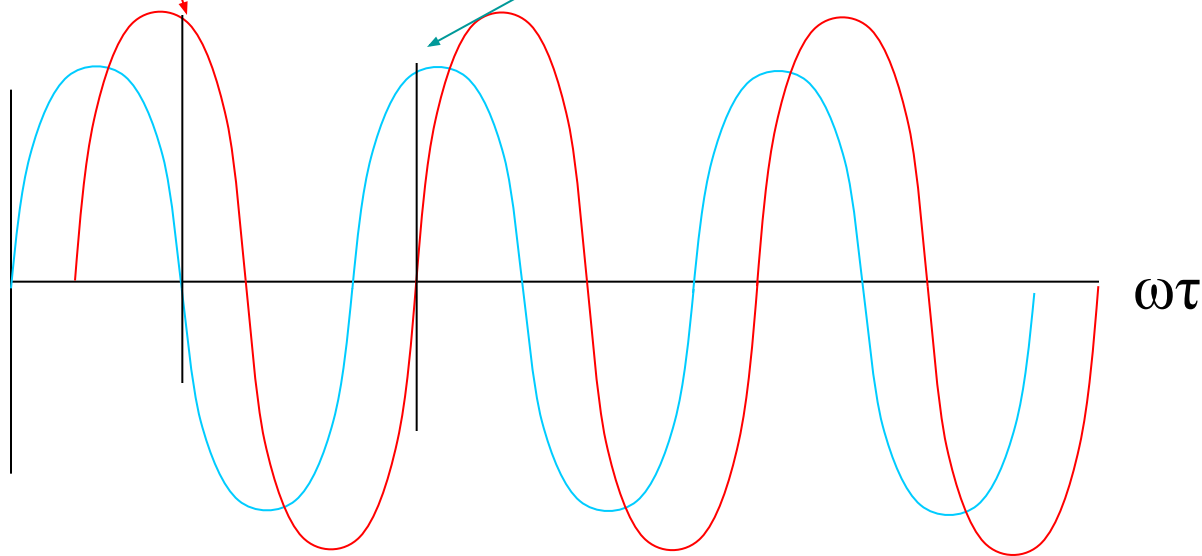
$$E_{\text{эм}}^{\text{к}} = \frac{LI^2}{2}$$

$$E_{\text{эм}}^{\text{п}} = \frac{CU^2}{2}$$

L – индуктивность оборудования электроэнергетической системы

C – ёмкость электрической сети

I, U



ЭНЕРГИЯ

Тепловая энергия.

Кинетическая энергия тела с температурой, отличающейся от *абсолютного нуля* – это суммарная энергия движущихся молекул тела.

По сути – это механическая кинетическая энергия движущихся (колеблющихся) частиц.

$mv^2/2 = 3/2 kT$; $k = 1,38 \cdot 10^{-23}$ Дж / К, - постоянная Больцмана

Суммарная энергия тела выражается через его удельную энергетическую характеристику – теплоемкость, определяемую экспериментально.

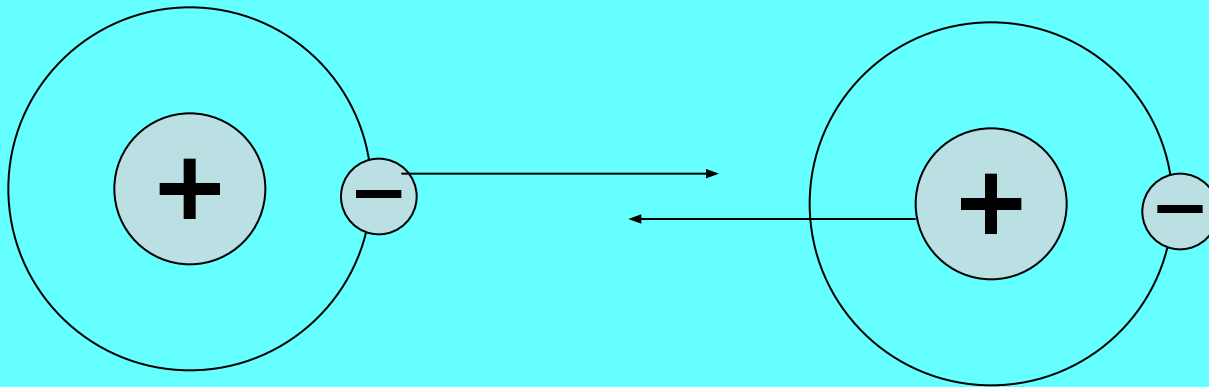
Теплоемкостью называется количество энергии, необходимое для повышения температуры тела единичной массы на 1 *кельвин*

ЭНЕРГИЯ

Тепловая энергия.

Потенциальная энергия тела – это энергия межмолекулярного взаимодействия.

Межмолекулярное взаимодействие имеет электрическую природу: взаимодействуют между собой электрические заряды различных частиц.



Потенциальная энергия также выражается через удельную электрическую характеристику – постоянную Ван-дер-Ваальса.

Постоянная Ван-дер-Ваальса характеризует силы межмолекулярного взаимодействия в объеме вещества, занимаемого одним *молем*.

ЭНЕРГИЯ

Тепловая энергия.

Потенциальная энергия тела — это энергия межмолекулярного взаимодействия.

Межмолекулярное взаимодействие имеет электрическую природу: взаимодействуют между собой электрические заряды различных частиц.

Кинетическая энергия тела с температурой, отличающейся от *абсолютного нуля* — это суммарная энергия движущихся молекул тела.

По сути — это механическая кинетическая энергия движущихся (колеблющихся) частиц.

Переходом кинетической энергии в потенциальную и наоборот объясняется соответственно охлаждение газов при расширении (холодильник) и нагревом — при сжатии (компрессор).

Уравнение Клайперона-Менделеева для идеальных газов, где взаимодействием молекул (потенциальной энергией) пренебрегают, при этом не действительно?

$$~~pV = RT~~$$

A photograph of two men in a power substation. The man on the left is wearing a camouflage uniform and a red hard hat, holding a wire. The man on the right is wearing a dark blue jacket, blue jeans, and an orange hard hat, holding a metal component. They are standing in a field of tall green grass. In the background, there are various electrical structures, including insulators, metal frames, and a large horizontal pipe. The sky is overcast.

Лекция окончена.

***Прошу задавать вопросы.
Можно в письменном виде.***

Литература

- Физика (для средней школы), разделы:
 - Механика.
 - Электричество.
 - Теплота.
- И.Е. Иродов Электромагнетизм. Основные законы / 7-е изд. – М.: БИНОМ, Лаборатория знаний, 2010. – 319 с.
- **53Ц341** Ю. В. Целебровский Первокурсникам об электричестве: учебн. пособие - Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2012. – 48 с.
- **62Ц 341** Ю.В.Целебровский Начала переменного тока: учеб. пособие / Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2014. – 44 с
- Правила устройства электроустановок. 7-е издание, глава 1.
- разделы: 1.1, 1.2, 1.7.
- FEN(\\VELES\STUDY)(K;)

