

Материя

- **Материя** (от лат. *māteria* «вещество») — общий термин, определяющийся множеством всего содержимого **пространства-времени** и влияющее на его свойства.
- **Материя – объективная реальность**, существующая вне и независимо от человеческого сознания и отражаемая им.
- Материя охватывает бесконечное множество реально существующих объектов и систем мира, является

Материя и её виды. Структурные уровни организации материи.

Материя - физический материал, из которого построена Вселенная, то, что занимает пространство и имеет массу; она бесконечна, многообразна, состоит из различного типа «дискретных» частиц, находящихся во взаимодействии.

Дискретность (раздельность, прерывность) противопоставляется непрерывности.

Многочисленность типов частиц и огромное разнообразие способов их сочетания обуславливают существование большинства различных объектов окружающего нас мира.

ВИДЫ МАТЕРИИ

Материя находится в непрерывном изменении, взаимодействии, движении. В настоящее время различают следующие конкретные виды материи – **вещество и физическое поле.**

В состоянии дискуссии находится вопрос о физическом вакууме.

Вещество

Вещество – это основной вид материи, дискретные частицы которой имеют массу покоя. С этой точки зрения к веществу относятся:

- элементарные (фундаментальные) частицы,
- атомные частицы,
- молекулярные частицы, ассоциаты и агрегаты атомов и молекул,
- кристаллы, минералы, горные породы.

Вещество

Классическое вещество может находиться в одном из нескольких агрегатных состояний: **газообразном, жидком, твердом кристаллическом, твердом аморфном или в виде жидкого кристалла.**

Кроме того, выделяют **высокоионизированное** состояние вещества (чаще газообразного, но, в широком смысле, любого агрегатного состояния), называемое **плазмой**.

Известны также состояния вещества, называемые конденсат Бозе-Эйнштейна и кварк-глюонная плазма.

Физическое поле

Физическое поле – особый вид материи, обеспечивающий физическое взаимодействие материальных объектов и их систем.

К физ. полям относятся гравитационное, электромагнитное, поле ядерных сил, а также волновые (квантовые) поля. и др.

Поле – вид материи, дискретные частицы которой не имеют массы покоя.

Поле, в отличие от вещества, не имеет внутренних пустот, обладает абсолютной плотностью.

Шкала электромагнитных волн.

Длина
волны, м

10^4

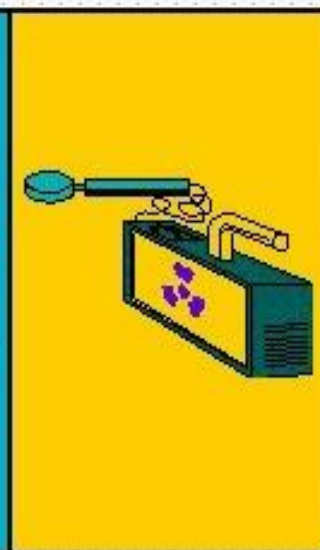
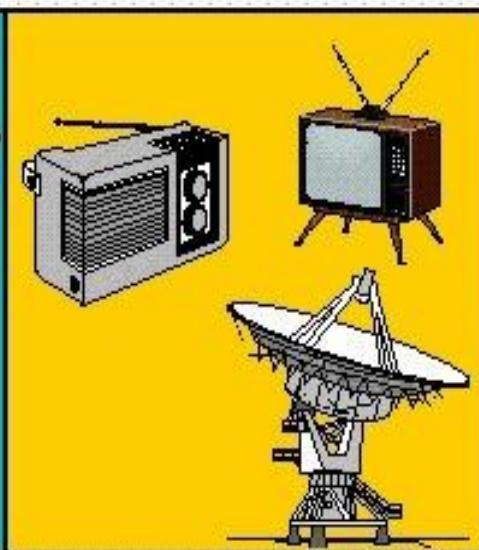
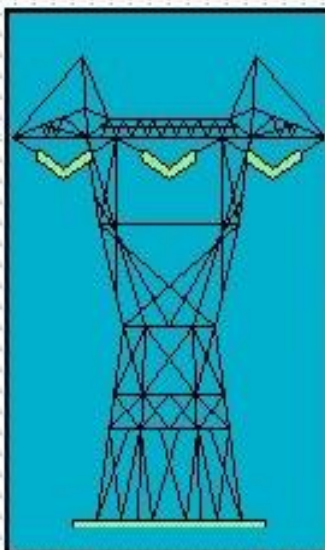
10^{-4}

10^{-6}

10^{-7}

10^{-11}

10^{-13}



Низкочастотные
колебания

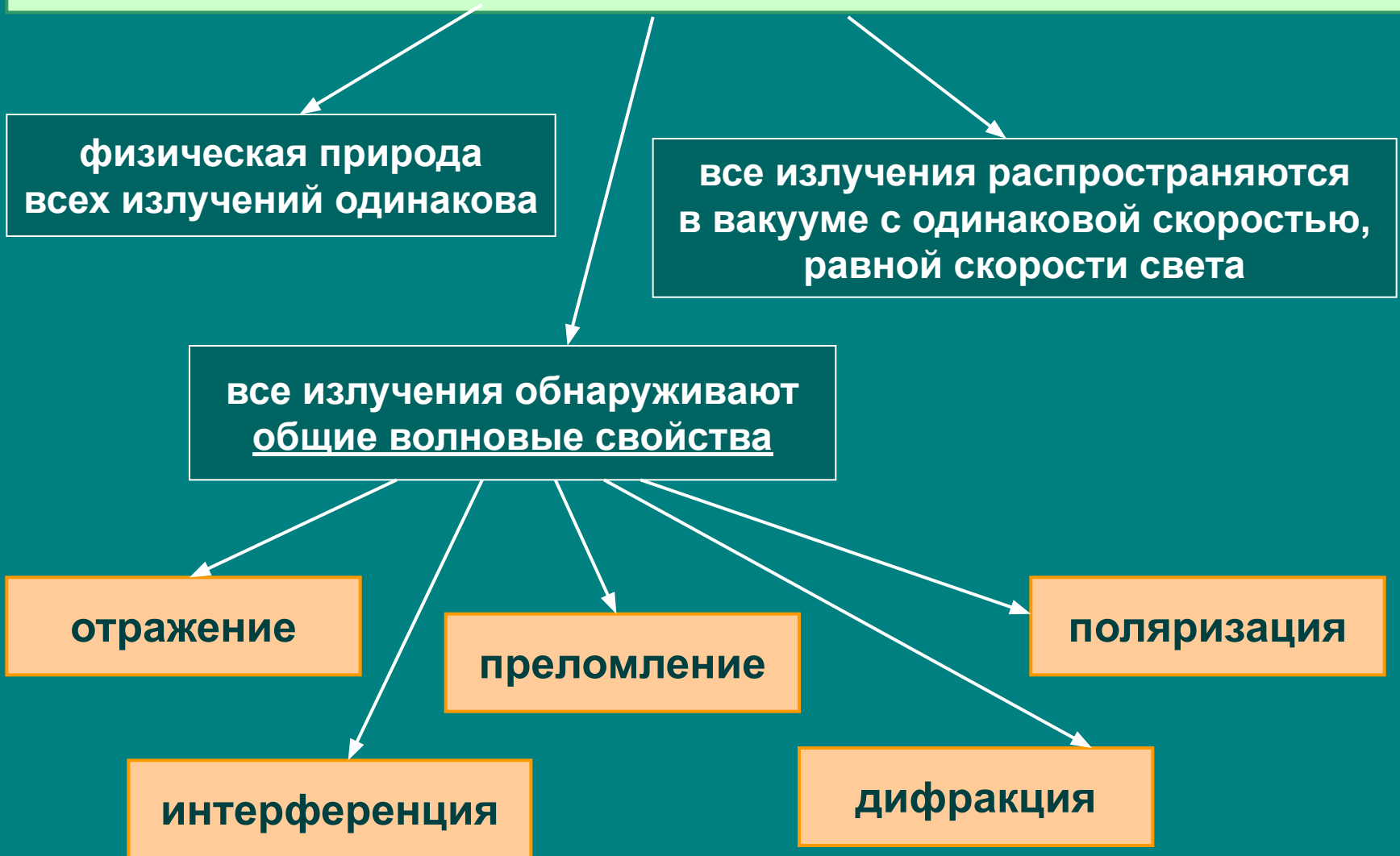
радиоволны

инфракрасное
излучение

Рентгеновское
излучение

Гамма
излучение

ОБЩИЕ СВОЙСТВА ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ИЗЛУЧЕНИЙ



Вся шкала электромагнитных волн является свидетельством того, что все излучения обладают одновременно квантовыми и волновыми свойствами.

Квантовые и волновые свойства в этом случае не исключают, а дополняют друг друга. Волновые свойства ярче проявляются при малых частотах и менее ярко — при больших. И наоборот, квантовые свойства ярче проявляются при больших частотах и менее ярко — при малых.

Чем меньше длина волны, тем ярче проявляются квантовые свойства, а чем больше длина волны, тем ярче проявляются волновые свойства.

Физический вакуум

Физический вакуум – это вид материи, способный при определённых условиях «рождать» вещественные частицы; согласно другим представлениям, - это низшее энергетическое состояние поля (поле без частиц, в котором собственное значение энергии поля минимальное).

Виды материи

Материальные объекты неясной физической природы

- Темная материя
- Темная энергия
- Эти объекты были введены в научный обиход для объяснения ряда астрофизических и космологических явлений.

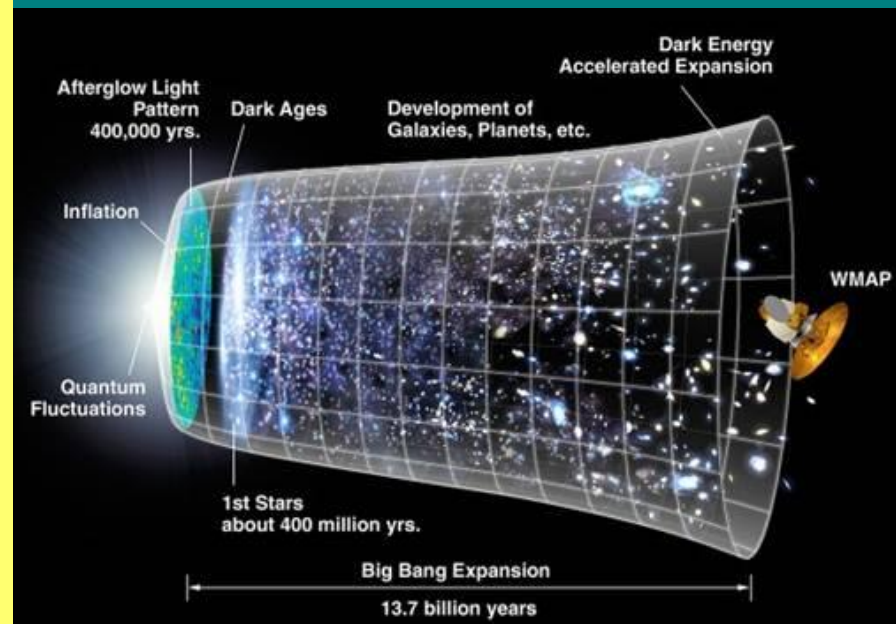
-

Расширение Вселенной

Тёмная энергия — в космологии гипотетическая форма энергии, имеющая отрицательное давление и равномерно заполняющая всё пространство Вселенной. (1998-99 гг., авторы - Брайан Шмидт, Адам Райес, Сол Перлмуттер)



Тёмная материя - общее название совокупности астрономических объектов, недоступных прямым наблюдениям современными средствами астрономии (то есть не испускающих электромагнитного или нейтринного излучения достаточной для наблюдений интенсивности), но наблюдаемых косвенно по гравитационным эффектам, оказываемым на видимые объекты. (2003 г.)



Основные типы физических взаимодействий в материальном мире

- **Сильное взаимодействие** – это взаимодействие между адронами (барионы) – это нуклоны (протоны и нейтроны) и гипероны, и мезоны. Сильные взаимодействия возможны только на больших расстояниях (радиус 10^{-12} см).
- **Электромагнитное взаимодействие** – в 100 – 1000 раз слабее сильного взаимодействия. При нем происходит испускание и поглощение «частиц света» – фотонов.
- **Слабое взаимодействие** – это взаимодействие между элементарными частицами, оно слабее электромагнитного, но сильнее гравитационного. Радиус действия на два порядка меньше радиуса сильного взаимодействия.
- **Гравитационное взаимодействие** – в нем участвуют все виды материи, все объекты природы, все элементарные частицы, но оно во много раз слабее

Ньютон, изучая движение небесных тел, на основании законов Кеплера и основных законов динамики сформулировал всеобщий закон всемирного тяготения: **Между любыми двумя материальными точками действует сила взаимного притяжения, прямо пропорциональная произведению масс этих точек (m_1 и m_2) и обратно пропорциональная квадрату расстояния между ними (r^2)**

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

Эта сила называется **гравитационной** (или силой всемирного тяготения). Силы тяготения всегда являются силами притяжения и направлены вдоль прямой, проходящей через взаимодействующие тела. Коэффициент пропорциональности G называется гравитационной постоянной.

Закон всемирного тяготения установлен для тел, принимаемых за материальные точки, т.е., для таких тел, размеры которых малы по сравнению с расстояниями между ними.

Если же размеры взаимодействующих тел сравнимы с расстоянием между ними, то эти тела надо разбить на точечные элементы, подсчитать по формуле силы притяжения между всеми попарно взятыми элементами, а затем геометрически их сложить (проинтегрировать), что является довольно сложной математической задачей.

Экспериментальное доказательство закона всемирного тяготения для земных тел, а также численное определение гравитационной постоянной G проведено Г. Кавендишем.

Зная упругие свойства нити, по измеренному углу поворота можно найти возникающие силы притяжения, а так как массы шаров известны, то можно и вычислить значение гравитационной постоянной G

$$G = 6,672 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{кг}^2$$

Значение гравитационной постоянной, приводимое в таблицах фундаментальных физических постоянных, принимается равным этой величине, что означает: два точечных тела массой по 1 кг каждое, находящиеся на расстоянии 1 м друг от друга, притягиваются с силой $6,672 \cdot 10^{-11}$ Н.

Очень малое значение гравитационной постоянной показывает, что сила гравитационного взаимодействия может быть значительной только в случае больших масс.

Взаимодействие электрических зарядов в вакууме.

- **Точечным зарядом** (q) называется заряженное тело, размеры которого пренебрежительно малы по сравнению с расстоянием до других заряженных тел, с которым оно взаимодействует.

Закон Кулона

- **Сила взаимодействия точечных зарядов в вакууме пропорциональна величине зарядов и обратно пропорциональна квадрату расстояния между ними.**

$$F = k_0 \frac{|q_1 q_2|}{r^2}$$

$$F = k_0 \frac{|q_1 q_2|}{r^2}$$

- здесь k_0 — коэффициент пропорциональности, зависящий от системы единиц.

- В системе СИ единица заряда
 $1 \text{ Кл} = 1 \text{ А} \cdot 1 \text{ с}$

$$k_0 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{Кл}^2}$$

- где ϵ_0 – электрическая постоянная;
- 4π здесь выражают сферическую симметрию закона Кулона.

- Электрическая постоянная относится к числу **фундаментальных физических констант** и равна

$$\varepsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{\text{Кл}^2}{\text{Н} \cdot \text{м}^2} = 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{\text{Ф}}{\text{м}}$$

- Элементарный заряд в СИ: $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл.
- Отсюда следует, что $1 \text{ Кл} = 6,25 \cdot 10^{18} e$.

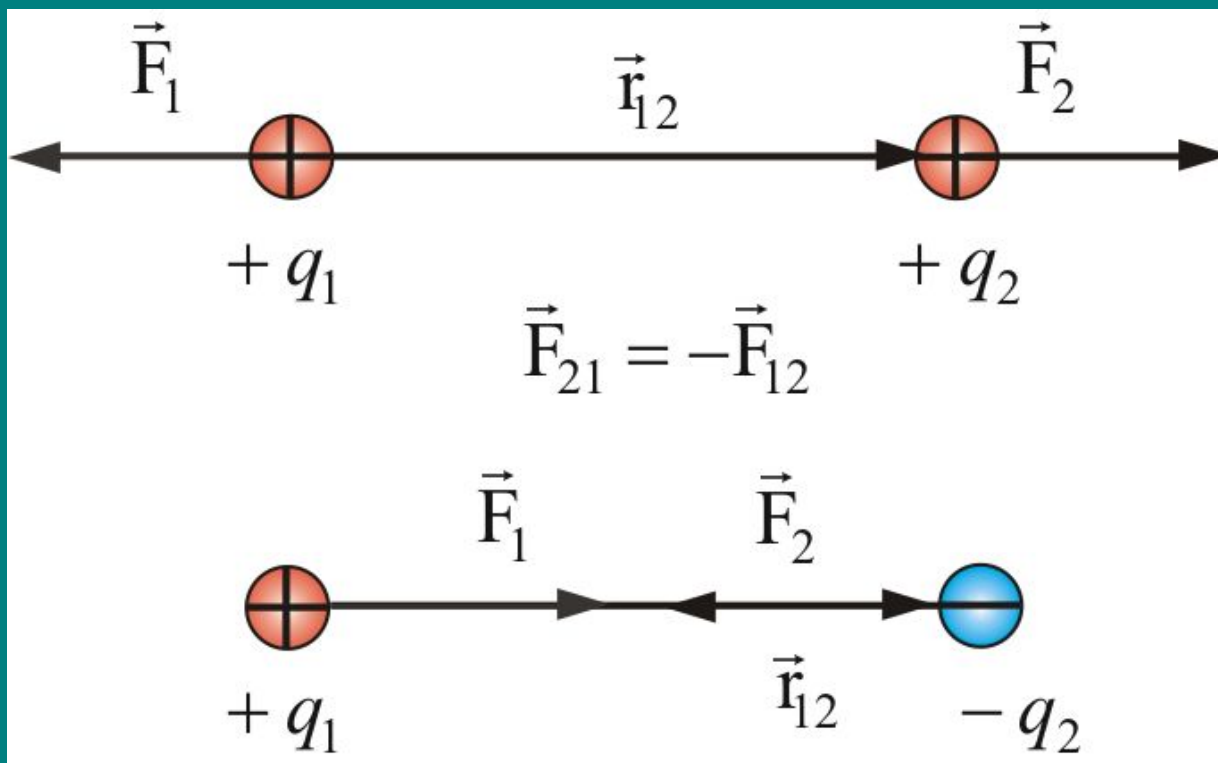
Поскольку элементарный заряд мал, мы как бы не замечаем его дискретности (заряду 1 мкКл соответствует $\sim 10^{13}$ электронов).

- В векторной форме закон Кулона выглядит так:

$$\mathbf{F}_1 = k_0 \frac{q_1 q_2}{r_{12}^2} \frac{\mathbf{r}_{12}}{r_{12}} = -\mathbf{F}_2$$

- где F_1 – сила, действующая на заряд q_1
- F_2 – сила, действующая на заряд q_2
- r - единичный вектор, направленный от положительного заряда к отрицательному.

- В электростатике взаимодействие зарядов подчиняется **третьему закону Ньютона**: силы взаимодействия между зарядами равны по величине и направлены противоположно друг другу вдоль прямой, связывающей эти заряды



Уровни организации материи

В живой природе

- В живой природе к структурным уровням организации материи относят:
- системы **доклеточного** уровня – нуклеиновые кислоты и белки; клетки; **многоклеточные организмы животного и растительного мира;**
- **надорганизменные** структуры: виды, популяции, биоценозы и экосистемы, биосфера – как глобальная экосистема;
- **экосфера** как совокупность всех экосистем земли. В природе всё взаимосвязано, поэтому выделяют такие системы, которые включают в себя элементы как живой, так и неживой природы –

В неживой природе

- В неживой природе в качестве структурных уровней организации материи выделяют:
- **элементарные частицы, субатомные частицы, тяжёлые частицы, атомные и молекулярные частицы, кристаллы, минералы, горные породы, поля, физический вакуум,**
- **макроскопические тела, геологические структуры, геосферы,**
- **планеты и планетные системы; звёзды и звёздные системы, галактики, метагалактику.**
- В неживой природе наука выделяет три уровня строения материи: **микромир, макромир и мегамир.**

МИКРОМИР

Мир предельно малых, непосредственно ненаблюдаемых микрообъектов, пространственная размерность которых исчисляется от 10^{-8} до 10^{-18} м, а время жизни от бесконечности до 10^{-24} с.

Поведение и свойства физических тел, состоящих из микрочастиц и составляющих микромир, описываются классической физикой.

МАКРОМИР

Мир объектов, размерность которых соотносима с масштабами человеческого опыта – пространственные величины выражаются в миллиметрах, сантиметрах, метрах, километрах, а время – в секундах, минутах, часах, годах.

Поведение и свойства физических тел макромира описываются классической физикой. Фундаментальные понятия классической физики - масса, сила, энергия.

Масса – мера инерции тел, которая пропорциональна энергии и потому может быть охарактеризована как мера энергии.

Сила – физическая мера взаимодействия тел и причина изменения их механического движения, т.е. их перемещения друг относительно друга.

Энергия – общая мера различных форм движения материи.

Виды энергии в материальном мире

Виды энергии:

- Механическая
- Электрическая
- Электромагнитная
- Ядерная
- Тепловая
- Вакуума
- Гипотетические: Темная

Законы сохранения, превращения и перераспределения энергии в физических системах

Если система изолирована от всяких внешних воздействий, сумма всех видов энергии в системе с течением времени не изменяется; возможны только превращения одних видов энергии в другие с соблюдением строгих соотношений между их количествами.

1. Каким образом можно в реальных условиях контролировать отсутствие внешних воздействий.

2. Каким образом находятся расчетные формулы для различных видов энергии.

Определение различных видов энергии в физических системах

- Тело массой m , движущееся со скоростью v , обладает кинетической энергией $T = \frac{mv^2}{2}$
- Потенциальная энергия упругой пружины и потенциальная энергия взаимодействующих тел определяются на основе вычисления работы сил: равна приращению потенциальной энергии, взятому со знаком минус.

$$dA = -dU$$

Определение различных видов энергии в физических системах

- Энергия заряженного конденсатора вычисляется по работе сил, преодолевающих кулонов-ское отталкивание в процессе зарядки тела:

$$W = \frac{CU^2}{2}$$

- Энергия магнитного поля катушки с током рассчитывается по работе сил, преодолевающих э.д.с. самоиндукции при возрастании тока от нуля до I . $W = \frac{1}{2}LI^2$

Определение различных видов энергии в физических системах

- Кинетическая энергия вращающегося тела вычисляется по формуле

$$W = \frac{J\omega^2}{2}$$

- Внутренняя энергия идеального газа определяется как сумма кинетических энергий частиц, составляющих данный объем

$$W = \sum \frac{1}{2} m_i v_i^2$$

Определение различных видов энергии в физических системах

- Исходным положением во всех случаях является равенство изменения энергии и работы сил:
$$dW = dA$$
- Энергией физической системы называется величина, изменение которой равно работе внешних сил, приложенных к системе.
- Отсюда очень важное утверждение: **энергия физической системы (т.е., сумма всех видов энергии, имеющихся в этой системе) есть однозначная функция состояния этой системы.**

МЕГАМИР

Мегамир – это мир звезд, галактик и Вселенной, расположенный за пределами Земли.

Мегамир – мир огромных количественных масштабов и скоростей;

во Вселенной расстояние измеряется световыми годами и парсеками, а время существования космических объектов – миллионами и миллиардами лет.

Масштабы величин в мегамире

Величина	Значение
Радиус Земли	$6,37 \cdot 10^6$ м
Масса Земли	$5,98 \cdot 10^{24}$ кг
Радиус Солнца	$5,95 \cdot 10^8$ м
Масса Солнца	$1,98 \cdot 10^{30}$ кг
Радиус Луны	$1,74 \cdot 10^6$ м
Масса Луны	$7,33 \cdot 10^{22}$ кг
Расстояние между центрами Земли и Солнца	$1,49 \cdot 10^{11}$ м
Расстояние между центрами Земли и Луны	$3,84 \cdot 10^8$ м
Астрономическая единица	$1,49598 \cdot 10^{11}$ м
Световой год	$9,4605 \cdot 10^{15}$ м
Парсек	$3,0857 \cdot 10^{16}$ м

Современный мир состоит из разномасштабных открытых систем, развитие которых подчиняется некоторым общим закономерностям. При этом он имеет свою долгую историю, которая в общих чертах известна современной науке. Вот так выглядит хронология наиболее важных событий этой истории.

15 млрд. лет назад
3 мин. Спустя

Большой взрыв
Образование вещественной основы Вселенной (нейтрино, антинейтрино с примесью ядер водорода, гелия и электронов).

Через несколько сотен тысяч лет

Появление атомов (лёгких элементов)

14-11 млрд. лет назад

Образование разномасштабных структур (галактик), появление звёзд первого поколения, образование атомов тяжёлых элементов.

5-6 млрд. лет назад

Рождение Солнца

4,6-5 млрд. лет назад

Образование Земли

3,8-4,6 млрд. лет назад

Зарождение жизни

500 млн. лет назад

Появление растений

150 млн. лет назад

Появление млекопитающих

2-5 млн. лет назад

Начало антропогенеза