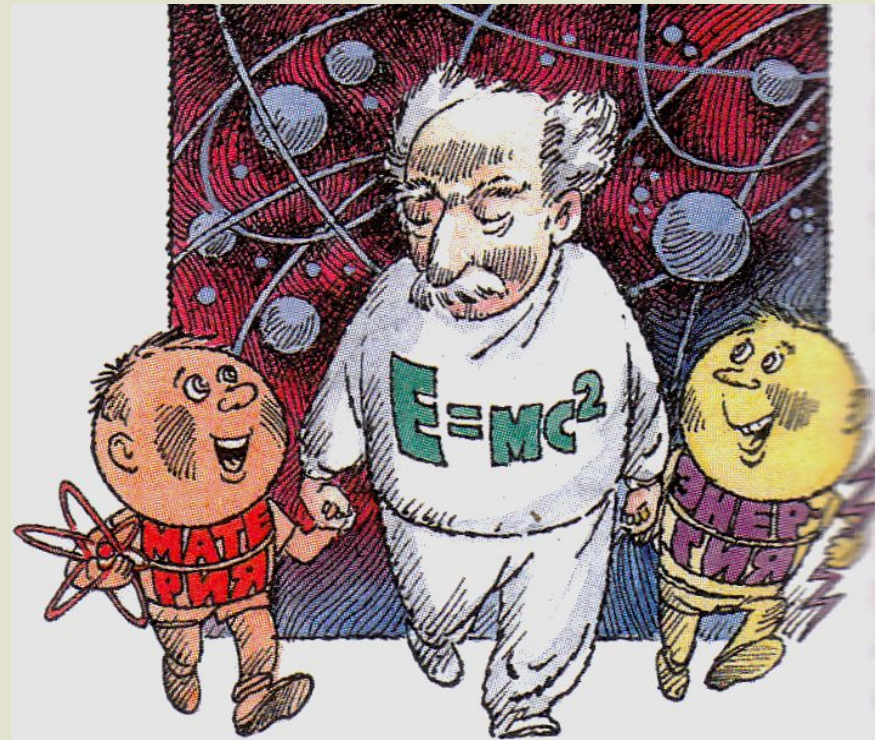
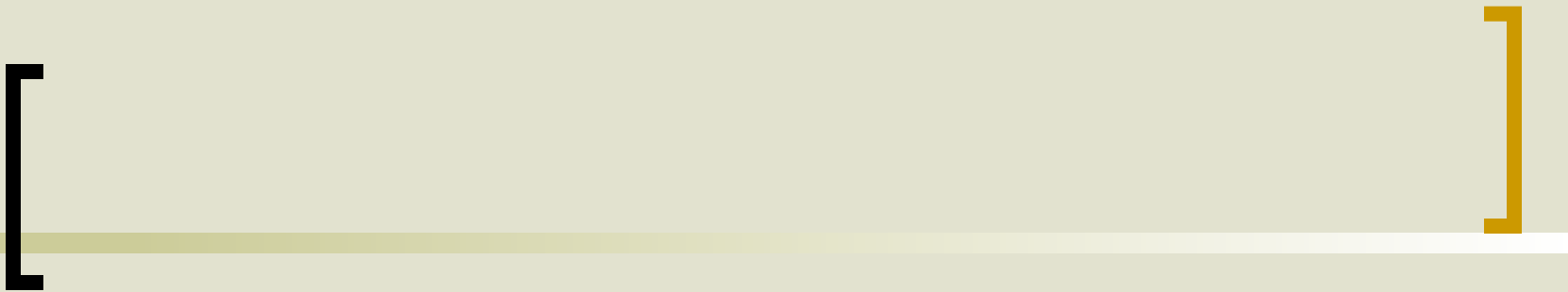


Связь массы и энергии. Решение задач. Эффект Доплера.

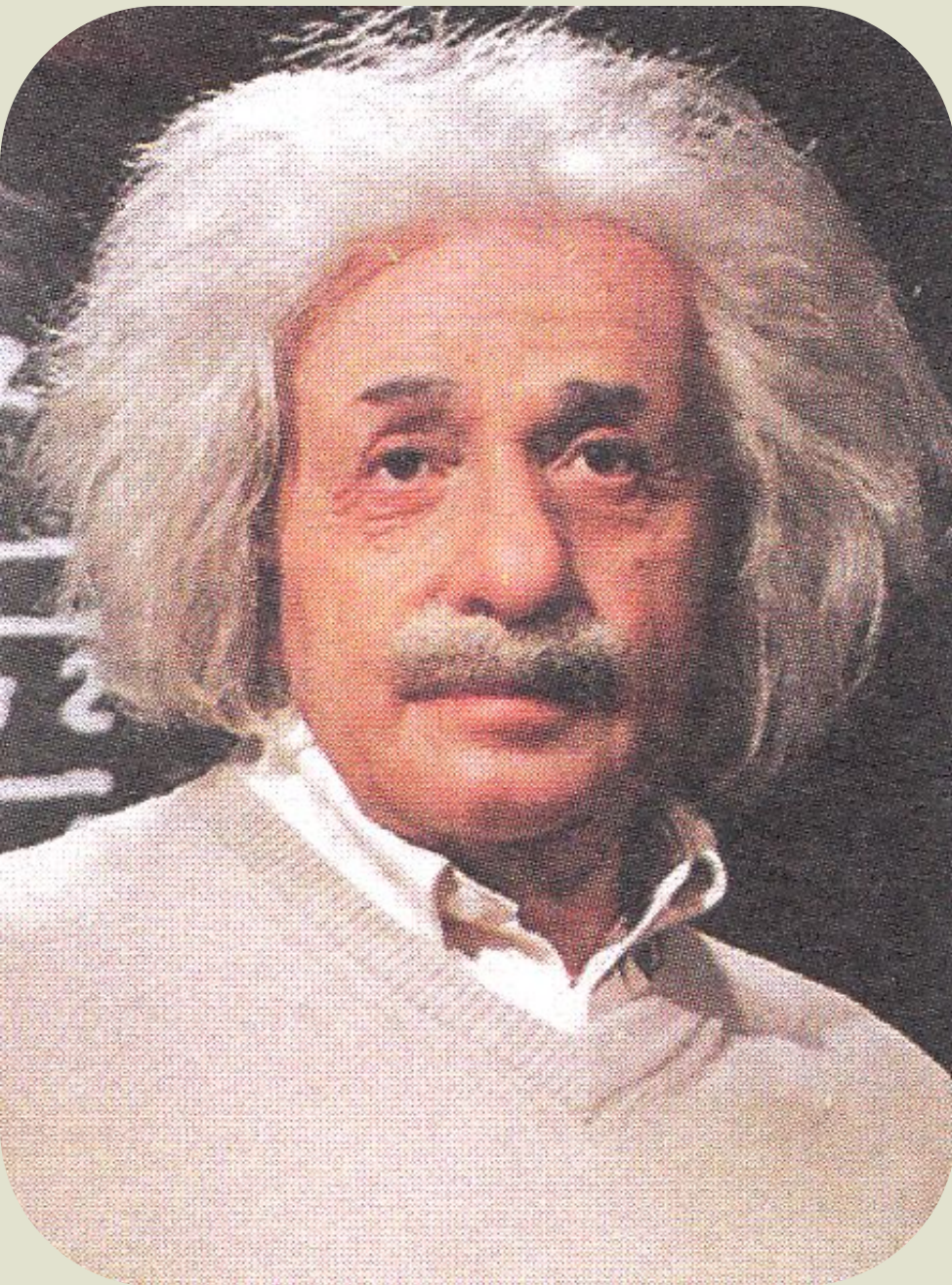
План урока:

1. Проверка домашнего задания.
2. Изучение нового материала.
3. Закрепление материала. Решение задач.
4. Домашнее задание.



A decorative graphic at the top of the page consists of a horizontal line with a white-to-yellow gradient. A black left square bracket is positioned on the left side of the line, and a yellow right square bracket is on the right side.

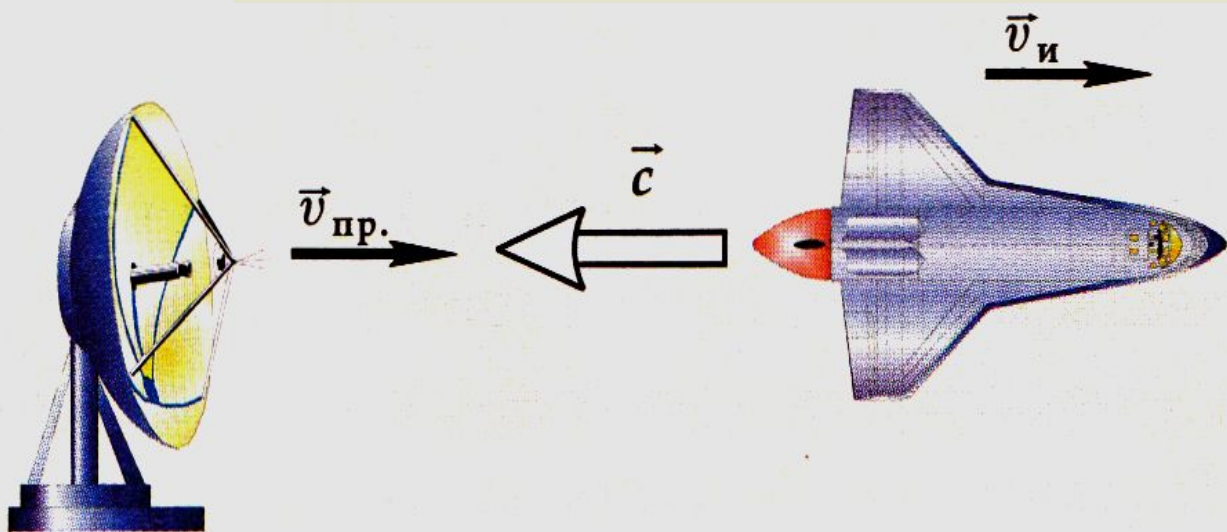
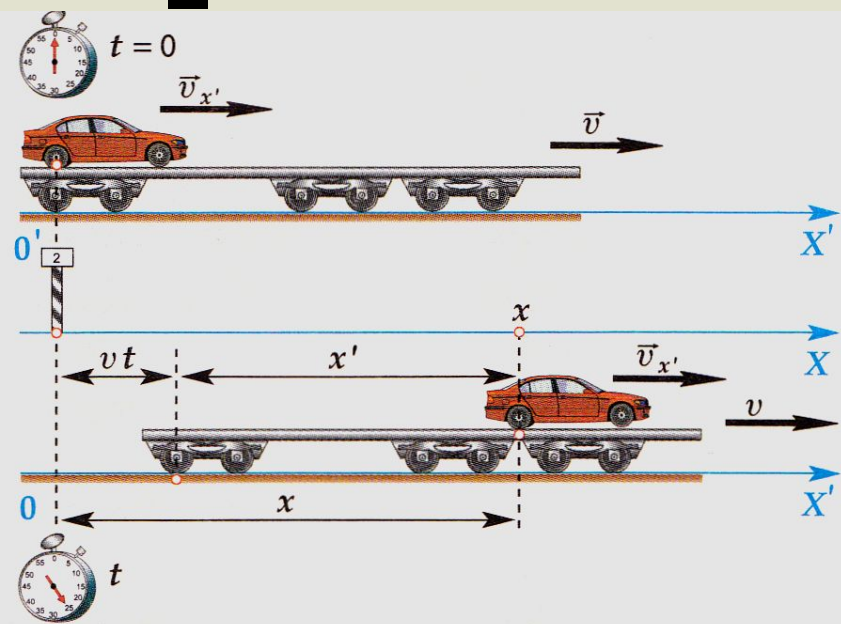
**ПРОВЕРКА
ДОМАШНЕГО ЗАДАНИЯ
(НАСТРОЙТЕСЬ НА
НОВУЮ ТЕМУ).**



В чем гениальность теории Альберта Эйнштейна?

- Теория Эйнштейна состояла в отказе от классических представлений о пространстве и времени.
- Она сохраняла и принцип относительности и законы Максвелла.

Как звучат постулаты теории относительности?



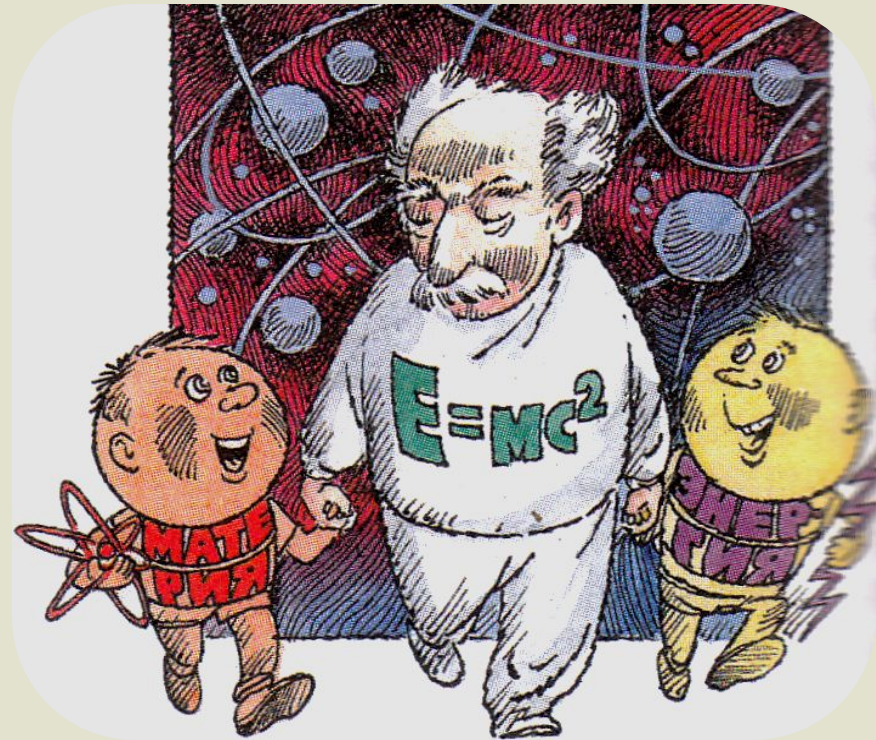
Поясните формулы:

$$l = l_0 \cdot \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$

$$\tau = \frac{\tau_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

Связь массы и энергии. Решение задач. Эффект Доплера.



ПРЕДПОСЫЛКИ ЗАКОНА ВЗАИМОСВЯЗИ МАССЫ И ЭНЕРГИИ

- любое тело обладает энергией уже только благодаря факту своего существования, и эта энергия, называемая собственной энергией тела, равна произведению массы тела на квадрат скорости света в вакууме
- Собственную энергию тела иначе называют энергией покоя. В нее не входят ни кинетическая энергия тела, ни его потенциальная энергия во внешнем поле.
- Из закона взаимосвязи массы и энергии следует, что если покоящемуся телу сообщить некоторую энергию, то его масса изменится. Однако в обычных макроскопических процессах, с которыми мы имеем дело в жизни и технике, изменения массы, обусловленные изменением энергии тел, чрезвычайно малы. Так, при нагревании одного литра воды от 0 до 100 °С масса воды увеличивается всего лишь на 5×10^{-9} грамма. Но, например, масса Солнца из-за потерь энергии на излучение ежесекундно уменьшается более чем на 4 миллиона тонн.

Связь массы и энергии

- Одним из важнейших следствий теории относительности был вывод о *существовании собственной энергии тел*. Согласно этому выводу всякое тело массой m в состоянии покоя обладает собственной энергией E_0 , равной произведению массы тела на квадрат скорости света в вакууме: $E_0 = mc^2$.
- Полная энергия E тела в состоянии движения называется *релятивистской энергией тела*. Релятивистская энергия E тела зависит от массы m тела и скорости его движения или от его релятивистского импульса p : $E^2 - p^2c^2 = m^2c^4$.
- Разность релятивистской E и собственной E_0 энергий движущегося тела называется *кинетической энергией* E_k тела: $E_k = E - E_0$.

Дефект масс

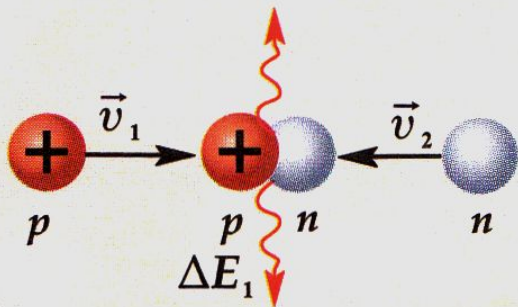
- Разность Δm суммы масс свободных тел и массы M системы взаимодействующих тел называется *дефектом масс*

- Изменение ΔE_0 собственной энергии системы при любых взаимодействиях тел внутри системы равно произведению дефекта масс Δm на квадрат скорости света c в вакууме:

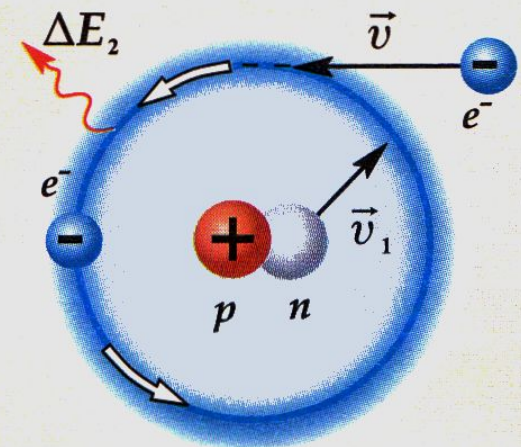
- **$\Delta E_0 = \Delta m c^2.$**

Ядерные реакции

Дефект масс и соответствующая ему энергия связи экспериментально обнаружены у атомных ядер. Расщепление тяжелых ядер и синтез легких ядер приводят к высвобождению этой энергии.



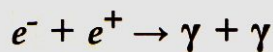
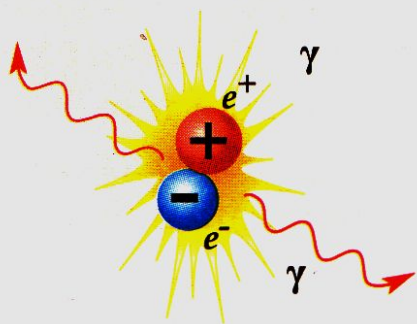
При образовании ядра дейтерия ${}^2_1\text{H}$ выделяется энергия ΔE_1



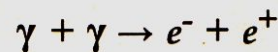
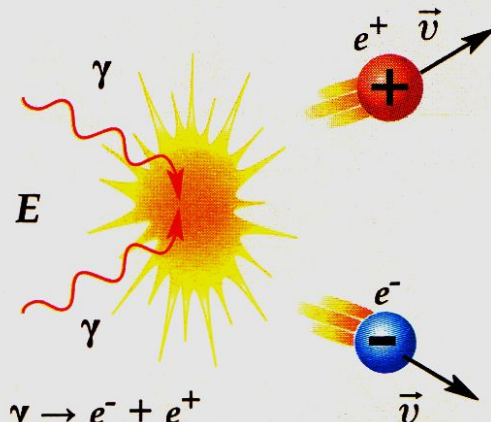
При образовании атома дейтерия ${}^2_1\text{H}$ свободный электрон захватывается ядром, излучается энергия $\Delta E_2 \ll \Delta E_1$

Закон связи энергии покоя с массой частицы подтвержден измерениями энергии, выделяющейся при аннигиляции пар электрон–позитрон, протон–антипротон, нейтрон–антинейтрон, а также многочисленными измерениями энергии выхода ядерных реакций, энергии радиоактивных распадов и превращений элементарных частиц, работой ядерных реакторов.

Аннигиляция электрон-позитронной пары



Рождение электрон-позитронной пары



$$E \geq 2m_e c^2$$

$$E_0 = m_e c^2$$

Энергия покоя
частицы

$$E_0 = mc^2$$

γ - фотон (частица - переносчик электромагнитного взаимодействия)

СИНХРОФАЗОТРОН



ЭФФЕКТ ДОПЛЕРА

- – изменение частоты принимаемых волн при относительном движении источника и наблюдателя (приемника волн). При их сближении частота увеличивается, а при их удалении друг от друга – уменьшается.
- Эффект Доплера наблюдается как для звуковых, так и для электромагнитных (в том числе световых) волн



[Решение задач.]



Задача 2.

При движении тела его продольные размеры уменьшились в 2 раза. Как изменилось время для этого тела?

$$l = l_0 \cdot \sqrt{1 - \frac{V^2}{c^2}}$$

$$\frac{l}{l_0} = \sqrt{1 - \frac{V^2}{c^2}}$$

$$\tau = \frac{\tau_0}{\sqrt{1 - \frac{V^2}{c^2}}}$$

$$\frac{\tau_0}{\tau} = \sqrt{1 - \frac{V^2}{c^2}}$$

$$\frac{l}{l_0} = \frac{\tau_0}{\tau}$$

$$l_0 > l \rightarrow \frac{l_0}{l} = \frac{\tau}{\tau_0} = 2 \rightarrow \tau = 2\tau_0$$

Ответ: для тела время течет в 2 раза быстрее.

Задача 3

Определите время, которое пройдет на Земле, если в ракете, движущейся со скоростью $0,99c$ относительно Земли, пройдет 10 лет?

Дано: $V = 0,99c$; $\tau_0 = 10$ л; $\tau = ?$

$$\tau = \frac{\tau_0}{\sqrt{1 - \frac{V^2}{c^2}}} = \frac{10 \text{ лет}}{\sqrt{1 - \left(\frac{0,99c}{c}\right)^2}} \approx 70,87 \text{ лет}$$

Домашнее задание

§ 80

упражнение 11

КОНСПЕКТ