

Дата **2.05.2023.** Группа БУ1/1. Курс 1

Дисциплина: Физика

Тема занятия: Элементы теории относительности

Цель занятия:

- *методическая* - совершенствование методики проведения лекционного занятия;
- *учебная* – сформировать представление об элементах теории относительности, законах электродинамики;
- *воспитательная* – обучать учащихся соотносить полученные знания с наблюдаемыми явлениями.

Вид занятия: Лекция

Межпредметные связи:

Обеспечивающие: Техническая механика, Физика

Рекомендуемая литература

1. Мякишев Г.Я. Физика: учеб. для 10 кл. общеобразоват. организаций: базовый и углубл. уровни / Г.Я. Мякишев, Б.Б. Буховцев, Н.Н. Сотский; под ред. Н.А. Парфентьевой. – 9 изд., стер. – М.: Просвещение, 2022. – 432 с.: ил. – (Классический курс)
2. Мякишев Г.Я. Физика: учеб. для 11 кл. общеобразоват. организаций: базовый и углубл. уровни / Г.Я. Мякишев, Б.Б. Буховцев, В.М. Чаругин; под ред. Н.А. Парфентьевой. – 10 изд., стер. – М.: Просвещение, 2022. – 432 с.: ил. – (Классический курс)
3. Рымкевич А.П. Задачник: сборник для учащихся общеобразовательных учреждений. – М., «Дрофа» 2008.

<https://yandex.ru/video/preview/3009449171933682971> Элементы специальной теории относительности (СТО)!!!

<https://www.youtube.com/watch?v=tKNfxHfJZi0> Теория относительности: коротко и доступно

Тема: Элементы теории относительности

1. Законы электродинамики и принцип относительности
2. Принцип относительности в механике и электродинамике
3. Постулаты теории относительности

1. Законы электродинамики и принцип относительности

С развитием электродинамики изменились представления о пространстве и времени. Согласно классическим представлениям о пространстве и времени, считавшимся на протяжении веков незыблемыми, движение не оказывает никакого влияния на течение времени (время абсолютно), а линейные размеры любого тела не зависят от того, покоится тело или движется (длина абсолютна).

Специальная теория относительности Эйнштейна — это новое учение о пространстве и времени, пришедшее на смену старым (классическим) представлениям.

2. Принцип относительности в механике и электродинамике

После того как во второй половине XIX в. Максвеллом были сформулированы основные законы электродинамики, возник вопрос: распространяется ли принцип относительности, справедливый для механических явлений, и на электромагнитные явления? Иными словами, протекают ли электромагнитные процессы (взаимодействие зарядов и токов, распространение электромагнитных волн и т. д.) одинаково во всех инерциальных системах отсчета? Или, быть может, равномерное прямолинейное движение, не влияя на механические явления, оказывает некоторое воздействие на электромагнитные процессы?

Чтобы ответить на эти вопросы, нужно было выяснить, меняются ли основные законы электродинамики при переходе от одной инерциальной системы отсчета к другой, или же, подобно законам Ньютона, они остаются неизменными. Только в последнем случае можно отбросить сомнения в справедливости принципа относительности применительно к электромагнитным процессам и рассматривать этот принцип как общий закон природы.

Законы электродинамики сложны, и строгое решение этой задачи — нелегкое дело. Однако уже простые соображения, казалось бы, позволяют найти правильный ответ. Согласно законам электродинамики скорость распространения электромагнитных волн в вакууме одинакова по всем направлениям и равна $c = 3 \cdot 10^8$ м/с. Но в соответствии с законом сложения скоростей механики Ньютона скорость может быть равна скорости света только в одной избранной системе отсчета. В любой другой системе отсчета, движущейся по отношению к этой избранной системе отсчета со скоростью

\vec{v} , скорость света должна уже быть равна $\vec{c} - \vec{v}$. Это означает, что если справедлив обычный закон сложения скоростей, то при переходе от одной инерциальной системы отсчета к другой законы электродинамики должны меняться так, чтобы в этой новой системе отсчета скорость света уже была равна не \vec{c} , а $\vec{c} - \vec{v}$.

Таким образом, обнаружилось определенные противоречия между электродинамикой и механикой Ньютона, законы которой согласуются с принципом относительности. Возникшие трудности пытались преодолеть тремя различными способами.

Первый способ: объявить несостоятельным принцип относительности в применении к электромагнитным явлениям. Эту точку зрения разделял великий голландский физик, основатель электронной теории Х. Лоренц. Электромагнитные явления еще со времен Фарадея рассматривались как процессы, происходящие в особой, всепроникающей среде, заполняющей все пространство, — мировом эфире. Инерциальная система отсчета, покоящаяся относительно эфира, — это согласно Лоренцу особая, преимущественная система отсчета. В ней законы электродинамики Максвелла справедливы и наиболее просты по форме. Лишь в этой системе отсчета скорость света в вакууме одинакова по всем направлениям.

Второй способ: считать неправильными уравнения Максвелла и пытаться изменить их таким образом, чтобы они при переходе от одной инерциальной системы отсчета к другой (в соответствии с обычными, классическими представлениями о пространстве и времени) не менялись. Такая попытка, в частности, была предпринята Г. Герцем. По Герцу, эфир полностью увлекается движущимися телами и поэтому электромагнитные явления протекают одинаково независимо от того, покоится тело или движется. Принцип относительности остается справедливым.

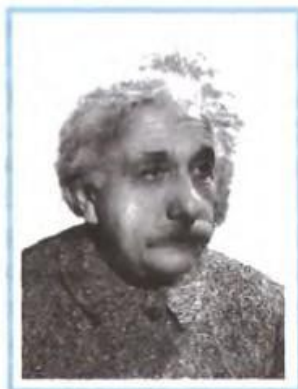
Наконец, *третий способ:* отказаться от классических представлений о пространстве и времени, с тем, чтобы сохранить как принцип относительности, так и законы Максвелла. Это наиболее революционный путь, ибо он означает пересмотр в физике самых глубоких, основных представлений. С данной точки зрения оказываются неточными не уравнения электромагнитного поля, а законы механики Ньютона, согласующиеся со старыми представлениями о пространстве и времени. Изменять нужно законы механики, а не законы электродинамики Максвелла.

Единственно правильным оказался именно третий способ. Последовательно развивая его, А. Эйнштейн пришел к новым представлениям о пространстве и времени. Первые два пути, как оказалось, опровергаются экспериментом.

Точка зрения Лоренца, согласно которой должна существовать избранная система отсчета, связанная с мировым эфиром, пребывающим в абсолютном покое, была опровергнута прямыми опытами.

Если бы скорость света была равна 300 000 км/с только в системе отсчета, связанной с эфиром, то, измеряя скорость света в произвольной инерциальной системе отсчета, можно было бы обнаружить движение этой

системы отсчета по отношению к эфиру и определить скорость этого движения. Подобно тому, как в системе отсчета, движущейся относительно воздуха, возникает ветер, при движении по отношению к эфиру (если, конечно, эфир существует) должен быть обнаружен «эфирный ветер». Опыт по обнаружению «эфирного ветра» был поставлен в 1881 г. американскими учеными А. Майкельсоном и Э. Морли по идее, высказанной за 12 лет до этого Максвеллом.



Эйнштейн Альберт (1879—1955) — великий физик XX в. Создал новое учение о пространстве и времени — специальную теорию относительности. Обобщая эту теорию для неинерциальных систем отсчета, разработал общую теорию относительности, представляющую собой современную теорию тяготения. Впервые ввел представление о частицах света — фотонах. Его работа по теории броуновского движения привела к окончательной победе молекулярно-кинетической теории строения вещества.

В этом опыте сравнивалась скорость света в направлении движения Земли и в перпендикулярном направлении. Измерения проводились очень точно с помощью специального прибора — интерферометра Майкельсона. Эксперименты ставились в разное время суток и различные времена года. Но всегда получался отрицательный результат: движения Земли по отношению к эфиру обнаружить не удалось.

Таким образом, идея о существовании преимущественной системы отсчета не выдержала опытной проверки. В свою очередь, это означало, что никакой особой среды — «светоносного эфира», с которой можно было бы связать такую преимущественную систему отсчета, не существует.

При попытках Герца изменить законы электродинамики Максвелла выяснилось, что новые уравнения неспособны объяснить ряд наблюдаемых фактов. Так, согласно теории Герца движущаяся вода должна полностью увлекать за собой распространяющийся в ней свет, так как она увлекает эфир, в котором свет распространяется. Опыт же показал, что в действительности это не так.

3. Постулаты теории относительности

Постулат в физической теории выполняет ту же роль, что и аксиома в математике. Это — основное положение, которое не может быть логически доказано. В физике постулат есть результат обобщения опытных фактов.

В основе теории относительности лежат **два постулата**:

1. Все процессы в природе протекают одинаково во всех инерциальных системах отсчета.

Это означает, что во всех инерциальных системах отсчета физические законы имеют одинаковую форму. Таким образом, принцип относительности

классической механики распространяется на все процессы в природе, в том числе и на электромагнитные.

2. Скорость света в вакууме одинакова во всех инерциальных системах отсчета и не зависит ни от скорости источника, ни от скорости приемника светового сигнала.

Скорость света занимает, таким образом, особое положение. Более того, как вытекает из постулатов теории относительности, скорость света в вакууме является максимально возможной скоростью передачи взаимодействий в природе.

Для того чтобы сформулировать постулаты теории относительности, нужна была большая научная смелость, так как они противоречили классическим представлениям о пространстве и времени.

В самом деле, допустим, что в момент времени, когда начала координат инерциальных систем отсчета K и K_1 , движущихся относительно друг друга со скоростью \vec{v} , совпадают, в начале координат происходит кратковременная вспышка света. За время t системы отсчета сместятся относительно друг друга на расстояние vt , а сферическая волновая поверхность будет иметь радиус ct (рис. 9.1). Системы отсчета K и K_1 равноправны, и скорость света одинакова в той и другой системе отсчета. Следовательно, с точки зрения наблюдателя, связанного с системой отсчета K , центр сферы будет находиться в точке O , а с точки зрения наблюдателя, связанного с системой отсчета K_1 , — в точке O_1 . Но ведь не может одна и та же сферическая поверхность иметь центры в точках O и O_1 . Это явное противоречие вытекает из рассуждений, основанных на постулатах теории относительности.

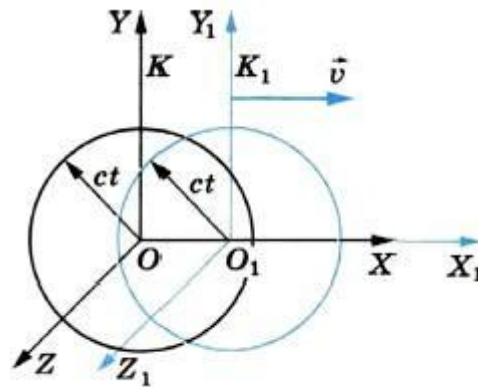


Рис. 9.1

Контрольные вопросы

1. Какие утверждения лежат в основе теории относительности?
2. Что такое постулат?
3. Дать определение постулатам, которые лежат основе теории относительности

Задание для самостоятельной работы:

1. Посмотреть видео !!!
2. Ознакомиться с лекционным материалом
3. Письменно ответить на контрольные вопросы
4. Фотографию прислать в личном сообщении ВК <https://vk.com/id139705283>

На фотографии вверху должна быть фамилия, дата выдачи задания, группа, дисциплина. Например: «Иванов И.И, **2.05.2023**, группа БУ 1/1 «Физика»