**Тема:** СЛЕДСТВИЯ, ВЫТЕКАЮЩИЕ ИЗ СТО.

Дидактическая цель:

Раскрыть физический смысл релятивистских формул промежутка времени, закона сложения скоростей и указать границы применимости классических представлений о них.

Воспитательная цель:

Изучая следствия СТО, расширить диалектические представления об относительном характере одновременности событий ,промежутков времени, размеров тел.

Основные знания и умения:

Знать эффект замедления времени и сокращении размеров тел при релятивистских скоростях, теорему сложения скоростей и уметь пользоваться выводами из СТО при решении качественных и количественных задач.

Методические рекомендации

Последовательность изложения нового материала

1.Скорость передачи взаимодействий.

2.Относительность времени.

3.Размеры тел в подвижной и неподвижной СО.

4.Промежутки времени в подвижной и неподвижной СО.

5.Релятивистский закон сложения скоростей.

Мотивация познавательной деятельности учащихся:

Для возбуждения интереса учащихся к следствиям СТО предложить объяснить «парадокс близнецов».

ХОД УРОКА.

**1.Орг .момент.**

**2.Опрос домашней темы по вопросам:**

а) Какие системы отсчёта наз. инерциальными? Какие неинерциальными?Привести примеры.

б) Из какого постулата Эйнштейна следует, что пространство изотропно?

в) Зависит ли скорость тела от скорости движения СО?

г ) Рассказать о пространстве и времени,длины и массы тел в классической физике.

д ) Можно ли во времени двигаться в любом направлении ?А в пространстве?

е ) зависит ли скорость света от скорости движения СО?

ж) В чём отличие в формулировке принципа относительности Галилея от принципа относительности Эйнштейна?

з) Постулаты Эйнштейна и их физический смысл.

**3.Объяснение новой темы.**

**СЛЕДСТВИЯ ИЗ ПОСТУЛАТОВ СТО  
 1. Релятивистский закон сложения скоростей.** Классический закон сложения скоростей U= V1 + V2 не может быть справедлив, так как он противоречит утверждению о том, что с = Const. Если поезд движется со скоростью V и в вагоне в направлении движения поезда распространяется световая волна, то ее скорость относительно Земли все равно с, а не V+c

V 1

V

Y 1

Y

X

X 1

**K**

**K0**

Рассмотрим две системы отсчета. **K**  движется со скоростью V относительно

неподвижной системы отсчета К.

К0 тело движется со скоростью V1. Относительно системы К оно движется со скоростью U.

Тогда согласно релятивистскому закону сложения скоростей .  
 Для малых скоростей V<< c и V1 << c, то слагаемым  можно пренебречь, и тогда получим классический закон сложения скоростей: U = V1+ V.  
 При V1= с скорость U равна с, как этого требует второй постулат теории относительности:  
  =   
 При V1 = c и при V = c скорость U вновь равна скорости с :  
 .  
 Замечательным свойством закона сложения скоростей является то, что при любых скоростях тела и системы отсчета ( не больше скорости света в вакууме ), результирующая скорость не превышает с. Движение реальных тел со скоростью больше с невозможно.  
 **2. Относительность одновременности событий**.  
 Принято считать, что события в точках А и В произошли одновременно, если

А

•

•

•

\*

\*

С

B

L

L

световые сигналы, испущенные ими,

приходят одновременно в точку С,  
 находящуюся посередине между ни   
 приходят одновременно в точку С,  
 находящуюся посередине между

точками А и В. Допустим, что в точке С

находиться фотооэлемент, соединенный с

осциллографом. При включении ламп световые

сигналы к фотоэлементу приходят одновременно через некоторый промежуток времени

   
и на экране осциллографа наблюдается один всплеск.  
 Пусть фотоэлемент с осциллографом движется равномерно со скоростью V влево, тогда световая волна от правой лампы должна будет пройти до фотоэлемента большее расстояние (L + S ), чем волна от левой лампы ( L - S ) , где S= VΔt. Это приведет к тому, что световая волна от левой лампы дойдет до фотоэлемента раньше, чем от правой, и на экране появится два всплеска. Следовательно, события, одновременные в одной инерциальной системе отсчета, не являются одновременными в другой системе отсчета, т.е. одновременность событий относительна.

**3. Относительность промежутков времени.**

Пусть инерциальная система отсчета К  
 покоится, а система отсчета К0 движется

V

Y 1

Y

X

X 1

**K**

**K0**

t

t o

относительно системы К со скоростью V.

Пусть интервал времени между двумя

событиями, происходящими в одной и той же   
 точке инерциальной системы К0 равен t0 .

Тогда интервал времени между этими же событиями в системе К будет выражаться формулой : . Из формулы следует, что длительность одного и того же процесса различна в системах К и К0. Это эффект замедления времени в движущихся системах отсчета. Время, отсчитываемое по часам, которые движутся вместе с телом, называют собственным временем t0.. Оно самое короткое ( t > t0).  
 **4. Относительность понятий длины.** ,

L o

L

V

Y 1

Y

X

X 1

**K**

**K0**

В классической механике считается, что длина тела имеет одинаковое значение во всех ИСО. Согласно же теории относительности, длина не является абсолютной величиной,а зависит от скорости движения тела относительно данной системы отсчёта.   
Обозначим через Lo длину стержня в системе отсчета Ко, относительно которой стержень покоится. Тогда длина L этого стержня , измеренная в системе отсчета К, относительно которой система Ко движется со скоростью V, определяется формулой: .  
 Длина стержня зависит от того, в какой системе отсчета она измеряется. Один и тот же стержень имеет различную длину в различных системах отсчета. Максимальную длину L0 стержень имеет в системе отсчета, в которой он покоится. В системах же, движущихся по отношению к стержню, он имеет длину тем меньшую, чем больше скорость движения. Если рассматривать движущееся тело, то сокращаются только его продольные размеры.  
  
 **5. Закон Ньютона в релятивистской форме.**  
 В классической механике основным законом динамики является второй закон Ньютона: F= m⋅ a  
Этот закон можно записать и в другом виде через изменение импульса:  ,  
 где p = m⋅ v - импульс тела.  
 Основной закон релятивистской механики записывается в прежней форме: ,но теперь  - релятивистский импульс.

**4. Закрепление новой темы – решение тестов.**

**5.Разбор вопросов теста. Обобщение ошибок.**

**6.Выставление оценок в журнал.**

**7.На дом:**

**Тест** СЛЕДСТВИЯ, ВЫТЕКАЮЩИЕ ИЗ СТО.

1. Какие из приведенных ниже утверждений противоречат постулатам теории относительности?  
1) - все процессы природы протекают одинаково в любой инерциальной системе отсчета ; 2) - скорость света в вакууме одинакова во всех системах отсчета; 3) - все процессы природы относительны и протекают в различных системах отсчета неодинаково?   
  **А**. Только 1 **Б.** Только 2 **В.** Только 3 **Г.**  1и2 **Д.**  1и3 **Е.** 2и3 **Ж.** 1, 2и3

2. Зависит ли одновременность двух событий от системы отсчета, связанной с наблюдателем?   
 **А**. Да **Б**. Нет   
3. Из уравнений Максвелла следует, что скорость распространения электромагнитных волн в вакууме по всем направлениям: **А.** Различна по величине **Б.** Одинакова  
 **В.** Зависит от длины волны **Г**. Зависит от системы отсчета

4. Два космических корабля стартуют с Земли в противоположных направлениях. Каждый имеет скорость 0,8 от скорости света относительно Земли. Чему равна скорость одного космического корабля относительно другого?   
5. В какой форме наиболее адекватно выражается физический смысл соотношения между массой и энергией?   
 **А.**  **Б.**  **В.**    
6. Как изменится скорость космического корабля относительно Земли, которая принята за неподвижную систему отсчета, если ход времени на корабле замедлится в 2 раза с позиции земного наблюдателя?

**А**. Не меняется  **Б.** Увеличивается  **В.** Уменьшается   
7. Какая энергия эквивалентна массе 1г ?   
8. Какую массу удалось бы поднять на высоту 10 м за счет энергии при полном превращении 0,1 г массы в энергию? 9. Вы улетаете с Земли со скоростью 0,6 с. Заметите ли вы какие-нибудь изменения:  
 а) в размерах тела; б) в импульсе тела?   
 **А.** а - да; б - да **Б.** а - нет; б - нет **В.** а - нет; б - да  **Г.** А - да; б - нет  
10. Молодо выглядящая женщина-астронавт, вернувшаяся из продолжительного

космического полета, бросается к седовласому старцу и в разговоре называет его своим сыном. Возможно ли это?   
 **А.** Да **Б.** Нет  
11. Время в любой движущейся системе отсчета протекает:   
 **А.** как в неподвижной  **Б.**  быстрее **В.**  Медленнее

12. Две ракеты движутся навстречу друг другу по одной прямой относительно неподвижного наблюдателя со скоростями 0,9 с и 0,6 с. Определите скорость их сближения в системе отсчета этого наблюдателя и в системе отсчета, связанной с одной из ракет.  
13.При охлаждении тела его масса:

**А**. Уменьшается **Б.** Увеличивается **В.** Не меняется