

*Для одних умов каждый факт есть отдельная частичка
знания. Для других - это звено в общей цепи.*

Джеймс Вебб Янг

МЕХАНИКА (КИНЕМАТИКА)

Введение

На первом уроке физики в профильном классе, который можно назвать организационным, ученики знакомятся с кабинетом физики, учителем физики, а также получают ответы на вопросы, что, как и зачем они будут изучать в этом кабинете. Ясно, что физику, что физика наука о природе, что природа – все, что нас окружает. В природе непрерывно происходят изменения, каждое из которых называется явлением: распускание розы, деление клетки, колебания нитяного маятника, выпадение росы, разряд молнии, забастовка шахтеров, ржавление железа. Физика изучает только физические явления:

- механические (например, колебания пружинного маятника);
- тепловые (например, расширение жидкости в резервуаре демонстрационного термометра при ее нагревании);
- электрические явления (например, зарядка и разрядка электрического конденсатора большой емкости);
- магнитные явления (притяжение железного шарика к магниту);

Примечание: электрические и магнитные явления всегда сопровождают друг друга (демонстрация опыта Эрстеда и явления электромагнитной индукции), поэтому их называют электромагнитными явлениями.

- световые явления (демонстрация явления фотолюминесценции).

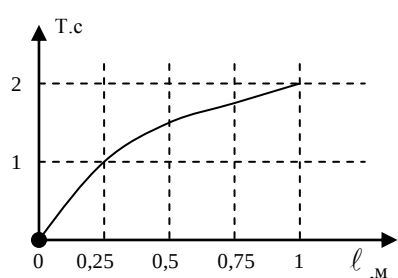
Каждое из явлений происходит не само по себе, а всегда с чем-то, например, колеблется нитяной маятник, плавится лед, кипит вода, заряжается конденсатор, магнит притягивает железный шарик, светит лампочка. **То, с чем происходит физическое явление, называют физическим объектом!** Объекты окружающего мира всегда должны быть продемонстрированы или, в крайнем случае, продемонстрированы. Изучая явление, мы одновременно знакомимся со свойствами объекта и учимся применять эти свойства в технике и в быту. Подведя итог, можно утверждать, **что физика изучает физические явления и физические объекты.** Как же изучает физика физические явления и физические объекты? В качестве примера обратимся к колеблющемуся нитяному маятнику. Любое явление «обычно» подсматривается в природе, но может быть предсказано теоретически, либо случайно обнаружено при изучении другого явления. Еще Галилей обратил внимание на колебания

люстры в соборе и «было в этом маятнике что-то, что заставило его остановиться». Однако наблюдения обладают крупным недостатком, они пассивны. Для того чтобы перестать зависеть от природы, необходимо построить экспериментальную установку. Теперь мы можем воспроизводить явление в любое время. Но какова цель наших опытов с тем же нитяным маятником? Человек многое взял от «братьев наших меньших» и поэтому можно представить, какие опыты провела бы с нитяным маятником обыкновенная обезьяна. Она бы попробовала его «на вкус», понюхала, дернула за ниточку и потеряла к нему всякий интерес. Природа научила ее очень быстро изучать свойства объектов. Съедобно, несъедобно, вкусно, невкусно – вот краткий перечень свойств, которые изучила обезьяна. Однако человек пошел дальше. Он обнаружил такое важное свойство, как периодичность, которое можно измерить. **Любое измеримое свойство объекта или происходящего с ним явления (процесса) называют физической величиной. Период колебаний (Т) - свойство гармонически колеблющегося объекта повторять свое движение через равные промежутки времени, измеряемое часами в секундах.** Измерима длина маятника, масса, амплитуда колебаний. Изготовив маятник длиной 25 см, мы получим секундный маятник, который уже можно применить в часах. Любое вновь открытое свойство объекта всегда находит применение в технике, поэтому обнаружение новых свойств у объектов – важнейшая задача физика – ученого. Кстати, метр можно было бы определять либо как длину маятника с полупериодом в две секунды.

А существуют ли связи между величинами? **Любую связь между величинами, выраженную математически в виде таблицы, графика или формулы, называют физическим законом.** Пробуем и мы, установить связь между периодом и длиной маятника. Для этого обычно составляется таблица, в которую заносятся результаты экспериментов.

ℓ , м	0	0,25	0,5	0,75	1
T, с	0	1	1,4	1,7	2

Из таблицы хорошо видно, что с увеличением длины маятника увеличивается его период колебаний. Еще нагляднее эту таблицу



представить в виде графика, но еще лучше выразить приблизительно в виде формулы: $T \approx 2\sqrt{\ell}$. Формула-закон дает возможность оперативно рассчитать период колебаний нитяного маятника и в

этом ее красота. Но не только в этом главная ценность закона. Теперь мы можем изменять период колебаний и, следовательно, регулировать ход часов так, чтобы они показывали точное время. Опытным путем можно установить, что период колебаний нитяного маятника не зависит от его амплитуды и от его массы. Законы колебаний нитяного маятника так же нашли применение в часах (в них нет ограничений на амплитуду и массу маятника) и в других технических устройствах. Конечно, механика изучает много объектов и законов в механике тоже очень большое количество. Ни один механик мира не знает всех законов механики! А нельзя ли путем теоретического анализа или тех же экспериментов выделить главные законы. Те, кому удалось это сделать, навсегда вписали свое имя в историю науки. В школьном курсе механики, которую мы начинаем изучать, таких законов всего десять: три закона Ньютона, закон всемирного тяготения, закон Гука, закон Амонтона, закон Архимеда, законы сохранения импульса, момента импульса и энергии. Ум – это способность к анализу и синтезу. **Главные (фундаментальные) законы – ядро физической теории.** Теория-венеч теоретического обобщения. Она позволяет объяснить, почему данное явление протекает так, а не иначе. Интересно, что все остальное огромное количество законов можно вывести из основных, применив их к решению тех или иных задач. Полученные законы, это **законы-следствия** и каждый из них обязательно проходит **экспериментальную проверку**. Теория верна, если каждое из ее следствий подтверждается экспериментально. Если же какое-то из следствий не подтверждается результатами опыта, то теория либо не верна, либо необходимо установить **границы ее применимости**. Например, законы механики Ньютона нельзя применять при больших скоростях и для описания движения частиц, по каким-то причинам «зажатых» в малых областях пространства. Интересно, что многие из следствий также нашли применение в практической деятельности человека. Как видим, теория, по словам Л. Больцмана, «не смотря на ее интеллектуальную миссию, является максимально практической вещью». Как видим, каждая физическая теория представляет собой образец унифицированного знания, построенного методологически безупречно, в котором нет ничего лишнего, соблюдается принцип необходимости и достаточности, но из которого можно вывести огромное число следствий. В этом смысле язык физики – это набор структурных единиц знания и правил, с помощью которых осуществляются операции с этими единицами знания.

Оглавление

1. Введение	2-5
2. Введение в курс механики.....	6-12
3. Основные понятия механики.....	13-19
4. Прямолинейное равномерное движение.....	20-26
5. Относительность движения.....	27-32
6. Равноускоренное движение.....	33-50
7. Вращательное движение.....	51-66
8. Литература.....	67

*Уроки, задачи, вопросы, творческие домашние задания.
Анатолий Найдин*



г. Новокузнецк
2014 г

*Всю природу и изящные небеса символически
отражает искусство геометрии.*

Кеплер

Кто устремляется к высшей цели, тот занимает более высокое место; вернейшее же средство направить свой взгляд вверх — это изучать великую книгу природы, которая и составляет настоящий предмет философии.

Галилей

*Есть семь чудес?! Не правда то,
Весь мир, чем вам не чудо?
Как создан он, и создал кто?
И взялся он откуда?
Автор неизвестен*

...Взгляни, как небосвод
Весь выложен кружками золотыми;
И самый малый, если посмотреть,
Поет в своем движении, словно ангел,
И вторит юноооким херувимам.

Шекспир

ПРИМЕРНЫЕ ПЛАНЫ УРОКОВ ПО МЕХАНИКЕ (КИНЕМАТИКА)



Физика – не математика, а математика – не физика. Одна помогает другой. Но в физике вы должны понимать связь слов с реальным миром.

Ричард Фейнман

...Сущность Вселенной не имеет в себе силы, которая могла бы противостоять мужеству познания.

Г. Гегель

Урок 1/1.

ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ УРОК

Судьба, как известно, желающего ученика ведет, а нежелающего тащит.

Цель урока: познакомить учащихся с основными требованиями, предъявляемыми к их учебной деятельности в кабинете физики. Дать общее представление об учебной программе, требованиях к знаниям и умениям учащихся. Ответить на вопросы: «Что, как и зачем?» мы будем изучать на уроках физики.

Тип урока: лекция.

Оборудование: журнал по учету знаний и умений учащихся, пружинный и нитяной маятник, электронный секундомер, выпрямитель «Разряд», газоразрядные трубки, таблица «Физическая теория».

План урока:

1. Вступительная часть
2. Объяснение-беседа
3. Самостоятельная работа
4. Задание на дом

I. Поздравить учеников с началом нового учебного года и пожелать им творческих успехов в познании Вселенной.

II. Общее знакомство учащихся с учебным кабинетом и с преподавателем физики. Что мы будем изучать в кабинете физики? Что изучает физика?

Физические явления: механические, тепловые, электромагнитные, квантовые. Сами ли по себе происходят физические явления или у каждого из них есть материальный носитель? **Физические объекты:** пружинный маятник, газ, магнитное поле.

Физика изучает физические объекты и физические явления.

Возникновение физики, как науки, вызвано техническими потребностями человечества (добывание огня, изобретение колеса и щита, Архимед и корона, металлургия, тепловые двигатели, электрические генераторы и двигатели, связь, атомные электростанции) и его вечным стремлением установить общие законы развития природы (картину мира).

Как изучает физика объекты и явления?

1. Наблюдения. Пассивность наблюдений. Воспроизведение объекта или явления в лаборатории (моделирование). Наблюдение за объектом предполагает взаимодействие с ним! Для отбора входящих потоков данных мы используем зрение, слух, обоняние, осязание, вкус и т.д. Устройства для усиления наших органов чувств открывают перед нами более богатый мир.

Физический прибор. Приборы, регистрирующие объекты и явления, которые

не могут быть обнаружены органами чувств. Органы чувств, которые и дают нам возможность восприятия, на самом деле также не позволяют напрямую соприкоснуться с реальностью!

"Что труднее всего на свете? Видеть то, что находится перед глазами!"

Гёте

2. Эксперимент. Ежедневно мы проводим тысячи опытов: кипятим воду, завариваем чай, роняем предметы, сушим волосы феном и т.д.

Без сомнения, все наше знание начинается с опыта.

Э. Кант

Качественные и количественные выводы из эксперимента (демонстрация колебаний пружинного маятника). Субъективность качественных выводов на примере колебаний пружинного маятника с разными амплитудами.

3. Физическая величина – измеримое свойство физического объекта или происходящего с ним процесса. Измеримые свойства нитяного маятника: длина (ℓ), масса (m), период (T), амплитуда (A).

Задача ученого - обнаружить те свойства, которые позволят расшифровать язык природы и раскрыть его красоту. **Единицы физической величины. Процесс измерения.** На основе измерений создается модель явления, и делаются предсказания.

4. Физический закон – связь между величинами, выраженная математически в виде таблицы, графика или формулы. Законы нитяного маятника: $T(\ell)$, $T(m)$, $T(A)$.

Использование свойств маятника и его законов в часах. Например, с помощью нитяного маятника, длина которого равна высоте вашей тени на стене, можно измерить ваш рост. Как?

5. Фундаментальные законы (ядро теории) - ключ к пониманию будущего: новые изобретения, машины и методы лечения, созданные на их основе, определяют будущее нашей цивилизации на многие десятилетия. Все мироздание живет сразу после Большого взрыва по законам физики, скрепляющим его, как тело – скелет. У нас дома действуют те же самые законы физики, что и во всей остальной Вселенной. Задача науки - находить эти законы и закономерности, от кварков и молекул до целых галактик.

*Во всем мне хочется дойти
До самой сути:
В работе, в поисках пути,
В сердечной смуте.
До сущности прошедших дней,
До их причины,
До оснований, до корней,
До сердцевины.*

Б. Пастернак

Высказывания мудрецов могут быть сведены к очень небольшому числу общих правил.

Рене Декарт

6. Формулы-следствия → экспериментальная проверка следствий (если хотя бы одно из следствий теории не подтверждается в эксперименте, то либо неверна теория, либо необходимо ограничить область ее применения) → **границы применимости теории → практические применения**. Широко признаваемую систему идей называют **теорией**, а частное предположение, нуждающееся в экспериментальном подтверждении – **гипотезой**. **Теория** – венец теоретического обобщения. Теория позволяет объяснить, почему данное явление протекает так, а не иначе. Ценностью обладают лишь такие гипотезы и теории, которые могут быть проверены экспериментально, ибо лишь они действительно описывают мир.

Хорошая теория описывает широкий круг явлений на базе нескольких простых постулатов и дает ясные предсказания, которые можно проверить.

Стивен Хокинг

Физики в своей области не привыкли верить ничему, кроме изящной теории и доказательного эксперимента! Утверждение в науке всегда подкрепляется многими доказательствами! Быть физиком – значит иметь громадный потенциал к изменению мира, а также – приобщиться к славной истории и традициям!

Что такое знание? Американский изобретатель первого на континенте паровоза, построив его на деньги железнодорожной компании, не смог заключить с ней договор на техническое обслуживание. Когда паровоз сломался, железнодорожники обратились к автору за помощью, который запросил за починку равную основному контракту сумму. «Походив по рынку», владельцы паровоза вынуждены были согласиться. Каково же было их удивление, когда инженер, взяв тяжелую кувалду, изо всех сил ударил ею по корпусу паровоза, после чего тот снова стал исправно работать. По мнению владельцев, это была нечестная цена, поэтому они обратились в суд и проиграли. Суд признал, что деньги уплачены не за удар кувалдой, а за то, что инженер знал, куда надо бить!

Основные задачи на период обучения: знать и уметь применять 5 фундаментальных теорий: **механику, термодинамику, молекулярно-кинетическую теорию, электродинамику, оптику, квантовую теорию.**

Я не становлюсь богаче, сколько бы ни приобретал земель, а вот с помощью мысли я охватываю Вселенную.

Б. Паскаль

Мы работали с утра и до утра, и других интересов, кроме науки, для нас не существовало.

И.К. Кикоин

*Чем больше ваши мысли, ваши чувства
Открыты для безбрежного искусства,
Для светлого потока красоты, -
Тем он яснее различает звенья
Единства мирозданья, - те черты,
Которым прежде он не знал значенья.*

Ф. Шиллер

Структура контроля:

- Фундаментальный опрос (устные ответы у доски на пять вопросов): общая тетрадь для классной работы.

- Контрольные и лабораторные работы: тетрадь 18-листов.
- Решение задач у доски.

Предварительные итоговые оценки за четверть и за год. Итоговая оценка.

Чтобы петь блюз, ты должен страдать.

Так говорят в Америке

Правила работы в кабинете (предложить). Главное правило: льва узнают по его когтям, а матерого волка – по клыкам!

III. Алгоритм изучения физической теории записать в рабочую тетрадь.

IV. Приобрести и подписать тетради для различных видов работ.

... наука начинается с тех пор, как начинают измерять.

Д.И. Менделеев

Урок 2/2.

ВВЕДЕНИЕ В КУРС ФИЗИКИ

В любой физической формуле и любом уравнении всегда присутствует время!

Цель урока: дать определение основных понятий физики.

Оборудование: секундомер, линейка, динамометр, весы с разновесами.

Книга «Вселенная» (БКФ), штангенциркуль, набор тел.

План урока:

1. Вступительная часть
2. Опрос
3. Объяснение-беседа
4. Самостоятельная работа
5. Задание на дом

II. Опрос фундаментальный: 1. Что, как и зачем мы будем изучать на уроках физики? 2. Краткое повторение обобщенного плана «Физическая теория».

Переписать в тетрадь обобщенные планы изучения объекта, явления, величины, закона.

Вопросы:

1. Чем отличаются наблюдения и эксперименты?
2. Какова связь между нитяным маятником и часами?
3. Что такое предел измерения прибора?
4. Как появились единицы времени: год, месяц, секунда?
5. Движение автомобиля – сложное явление, представляет собой сумму различных явлений. Каких?
6. Если Сергей купит 15 тетрадей, то у него останется 7 рублей, а если купит 20 тетрадей, то у него не хватит 8 рублей. Сколько денег у Сергея?
7. Диаметр вала, измеренный штангенциркулем, оказался равным трем целым и семи десятым сантиметра. Как записать результат измерения, если цена деления прибора 0,1 мм?
8. У какой физической величины название единицы начинается на букву М?
9. Сколько метров содержится в миллиметре? Сколько сантиметров в километре? Сколько миллилитров содержит один кубометр? Что больше - килотонна или мегаграмм?

III. Основные понятия физики:

1. Время (t) – свойство макроскопических объектов необратимо изменяться, измеряемое часами в секундах. Может ли время закончиться?

Двуликий Янус был первым богом, который сформировался из хаоса, создал время и нанизал на него все события, которые были, есть и будут. Двуликий, так как смотрит и в прошлое, и в будущее одновременно, и только он точно знает, какое сейчас время. Посмотрев на объект, можно определить расстояние до него, а пощупав – понять, что перед нами тело и оценить, насколько оно теплое и тяжелое, но определить время мы никак не можем. У нас нет никаких органов чувств, чтобы измерять время, и нет датчиков для его измерения. Давным-давно люди заметили, что промежутки времени проще всего измерять при помощи периодических событий: смены дня и ночи, фаз Луны или времен года. Единицы промежутков времени. Большие и малые промежутки времени, направление времени (стрела времени). Древние греки считали отцом времени могущественного бога Кроноса. Часы. Солнечные часы. Огненные часы (свеча с метками). Песочные часы. Хронометры. Таймеры и секундомеры. Люди создали сверхточные часы – атомные, благодаря которым человечество вошло в эпоху высоких технологий. Атомные часы необходимы для систем спутниковой и наземной телекоммуникации и навигации, их используют для изучения Земли и доказательства физических теорий.

*Так же и времени нет самого по себе, но предметы
Сами ведут к ощущению того, что в веках совершилось,
Что происходит теперь и что воспоследует позже
И неизбежно признать, что никем ощущаться не может
Время само по себе, вне движения тел и покоя.*

Лукреций

— Прошлое нельзя изменить — сказал физик.

— А за что нам тогда деньги платят? — возразил историк.

Удивительно, но в мире с равномерным течением времени (однородность времени) выполняется закон сохранения энергии! Существовало ли время до Большого взрыва?

2. Пространство – основная форма существования материи, выражающая порядок сосуществования отдельных объектов.

Пространство соткано вместе со временем в одну ткань: пространство-время. Пространство бесконечно? Если воин будет бросать свое копьё все дальше и дальше, в пространство, он никогда не сможет достичь конца; если же такой конец вообразить себе, то воин смог бы стать там и метнуть копьё еще дальше!

Свойства пространства. Пространственные характеристики: **длина (ℓ), площадь (S), объем (V).** Длину, например, в школе измеряют линейкой, штангенциркулем и микрометром. Единицы величин и их перевод в СИ.

Аристотель в трактате «О небе» писал: «*Величина, делимая в одном измерении, есть линия, в двух - плоскость, в трех - тело, и, кроме них, нет никакой другой величины, так как три суть все*». Ньютон считал, что пространство – вместительный пустой контейнер, содержащий в себе Вселенную, по которому все объекты движутся прямо, пока сила не вынудит их траектории искривиться. Из чего сделано это пространство, этот контейнер для мира, он сказать не мог. В настоящее время ученые сформировали понятие о микромире (пространстве, в котором взаимодействуют частицы, невидимые глазу человека) и мегамире (Вселенной). Существование пространства и времени неразрывно связано с существованием физических тел! Существует ли гигамир и терамир?

«Абсолютное пространство по собственной природе его и безотносительно к чему бы то ни было внешнему всегда остается однородным и неподвижным».

Исаак Ньютон, 1687

3. Материя – объективная реальность, существующая независимо от нашего сознания и данная нам в ощущениях.

Структура материи: **вещество** (обычное вещество, темная материя), **излучение**. **Вещество** – вид материи, имеющей массу. Единицы массы. Перевод в СИ.

4. **Движение.** Во Вселенной, где мы оказались, имеются время и пространство, и поэтому в ней материя пребывает в движении. Формы движения материи: механическая, тепловая, электромагнитная, ядерная, химическая, биологическая. Переход из одной формы в другую всегда сопровождается качественным изменением движения. Единство и связь различных форм движения материи проявляются в их **способности к взаимному превращению друг в друга**. Каждый из нас находится в движении. Движение во Вселенной «вечно»! Движение будет существовать, пока существует Вселенная!

5. **Энергия – мера движения и взаимодействия материи.** Поскольку всё в мире пребывает в непрерывном движении, всё есть энергия. Частицы материи, излучение, даже гравитационные волны – всего лишь разные виды энергии.

*Движенья повсюду, движение везде:
И в воздухе птица, и рыба в воде,
И жизни нигде без движения нет,
И Солнце летит в хороводе планет.
Вот листья по воздуху долго кружат,
И падает камень быстрее сто крат.*

Галилео Галилей

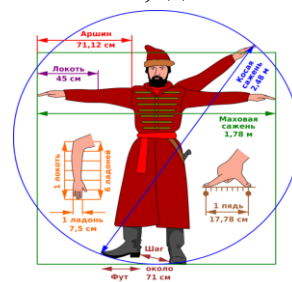
*Всю, самое по себе, составляют природу две вещи:
Это, во-первых, тело, во-вторых же, пустое пространство,
Где пребывают они и где двигаться могут различно.*

Тит Лукреций Кар

Физические теории: механика, молекулярная физика, термодинамика, электродинамика, квантовая физика.

Дополнительная информация. Единицы длины в древней Руси: локоть (аршин), пядь, маховая сажень, верста. Единицы длины в Англии: фут, дюйм, миля. Глубину моря измеряли в морских саженях — единицах длины, равных 6 футам (примерно 182 см).

Происхождение ярда: «Возьмите расстояние от середины моей груди до кончиков пальцев, это будет как раз». Естественно, что король хотел указать длину, сравнимую с длиной его тела: рост, высота дома. Необходимость единой системы мер «для всех веков, для всех народов». 10 декабря 1799 г. день рождения метрической системы. Основой метрической системы был принят метр 1/40000000 часть Парижского меридиана. Теперь метром считается длина пробега светового луча в вакууме за 1/299792458 с, а секундой является промежуток времени, за который атом цезия совершает 9192631770 колебаний. И новый метр, и новая секунда могут быть измерены с исключительной точностью, воспроизведены в любом месте с помощью специально разработанной аппаратуры.



Удобно ли измерять длину стола в метрах, а ширину - в кубических корнях из литров?

Человек, имеющий одни часы, твердо знает, который час.

Человек, имеющий несколько часов, ни в чем не уверен.

Закон Сагала

Абсолютные и относительные погрешности при измерении физических величин.

Абсолютная погрешность складывается из абсолютных погрешностей отсчета и инструментальной: $\Delta A = \Delta_o A + \Delta_{ин} A$, но мы всегда (и на ЕГЭ) **абсолютную погрешность**

будем считать равной цене деления прибора. Относительная погрешность: $\varepsilon = \frac{\Delta A}{A_{\text{пр}}} 100\%$.

При проведении n -измерений одной и той же величины ошибка среднего $\Delta A_{\text{ср}} = \frac{\Delta A}{\sqrt{n}}$, где ΔA

– абсолютная погрешность. Погрешности констант: $\varepsilon = 0,001$. При измерении одним прибором относительные погрешности одинаковы. Результат измерения точнее, если меньше его относительная погрешность, а при их равенстве – если меньше абсолютная погрешность.

Вопрос профессора: Длина квадрата равна 2 м. Чему равна его площадь?

Ответ студента: А с какой точностью измерена длина квадрата?

IV. Задачи:

1. Рулеткой с ценой деления 1 см измерили длину портфеля. Она оказалась равной 55 см. Запишите длину портфеля с учетом погрешности измерения.
2. Сторона квадрата равна $\ell = (1,8 \pm 0,1)$ см. Чему равна его площадь?
3. Диаметр ядра атома гелия составляет 1,67824 фемтометра с точностью до аттометра. Как это правильно записать?

Вопросы:

1. Объясните, верны ли в известном мультфильме «33 попугая» слова удава: «... а в попугаях я длиннее!»
2. Три ученика, имея одинаковые штангенциркули, определяют толщину одного листа в тетради. У первого ученика тетрадь, в которой 96 листов, у второго – 48 листов, у третьего – 24 листа. У кого из учеников будет наиболее точный ответ?
3. Во сколько раз период обращения Земли вокруг Солнца больше периода обращения Земли вокруг своей оси?
4. Какой высоты будут горы на рельефном глобусе Земли диаметром 1 м? Там, где гравитация сильна, все высокое склонно проваливаться и заполнять низины!
5. Сколько должна стоить пицца диаметром 20 см, если пицца диаметром 10 см стоит 10 рублей?
6. Сколько потребуется маленьких кубиков, чтобы сложить из них куб вдвое большего размера?
7. Ребро куба измерено с точностью до 1%. Какую точность будет иметь значение объема куба, выполненное на базе этого измерения?
8. Международная космическая станция летает на высоте 300 км над поверхностью Земли. Хватит ли количества кубиков объемом в 1 мм^3 , содержащихся в 1 м^3 , чтобы сложить из них башню такой высоты?

V. Творческие задачи:

1. Измерить: объем вашей квартиры, объем вашего тела, площадь поверхности, ограниченной контуром руки.
2. Вырезав из миллиметровой бумаги треугольник с малым острым углом, измерьте с помощью него диаметр канала стрелы шариковой ручки.
3. Как можно измерить расстояние до недоступного объекта?

4. Измерьте с помощью нитки и линейки средний диаметр апельсина с кожурой и без кожуры. Какую часть объема апельсина составляет его кожура?
5. Два волоса на голове — это мало, но две Нобелевские премии у одного человека — это впечатляюще. Чтобы определить, является ли число большим, нужно, прежде всего, выбрать подходящий знаменатель. Если он большой, то число маленькое и наоборот. Выберите знаменатель в первом и во втором случае.

Нельзя наблюдать и определить движение тела, имеющего конечную величину, не определив сначала, какое движение имеет каждая его маленькая частичка или точка.

Л. Эйлер

Урок 3/3.

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ МЕХАНИКИ

Может ли время закончиться?

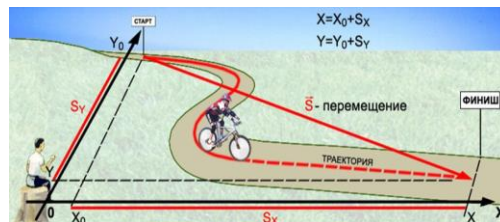
Цель урока: ввести основные понятия механики: материальная точка, система отсчета, траектория, перемещение, путь.

Тип урока: комбинированный.

Оборудование: модель трехмерной системы координат.

План урока:

1. Вступительная часть
2. Опрос
3. Объяснение
4. Закрепление
5. Задание на дом



II. Опрос фундаментальный: 1. Что, как и зачем мы будем изучать на уроках физики? 2. Основные понятия физики.

Вопросы:

1. Назовите самую маленькую и самую большую единицу длины.
2. Почему на люках канализационных колодцев крышки круглые, а не квадратные?
3. Что не имеет длины, ширины, высоты, а можно измерить?
4. С какой точностью вычислили объем прямоугольного бруска, если его стороны измерены с точностью 2%?
5. Используете ли вы научный подход в своей жизни?
6. Отрезок был измерен дважды. В первый раз для его длины было получено значение 42,27 мм, во второй — 42,29 мм. Какова истинная длина отрезка?
7. Металлические кубик и шар, имеющие одинаковую площадь поверхности, погружены в воду. На какой из этих предметов действует большая выталкивающая сила?
8. Название какой физической величины начинается на букву П?
9. Какими свойствами обладает пространство?
10. Время необратимо, неотвратимо и неповторимо. Как это понимать?
11. Как вы понимаете выражение: «расширение пространства»?

Задачи:

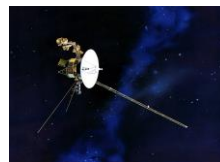
1. Тонкий провод намотали на круглый карандаш в один слой так, чтобы соседние витки соприкасались. Оказалось, что 20 витков такой намотки занимают на карандаше отрезок длиной $\ell = (15 \pm 1)$ мм. Чему равен диаметр провода? $\Delta \ell_0 = \frac{\Delta \ell}{N}$, $\frac{\Delta \ell_0}{\ell_{0np}} = \frac{\Delta \ell}{\ell_{np}}$. $\ell_{np} = 15 \text{ мм}$, $\Delta \ell_{np} = 1 \text{ мм}$, $\ell_{0np} = 0,75 \text{ мм}$, $\Delta \ell_0 = 0,05 \text{ мм}$.

III. Что изучает механика? Механическое движение? **Механическим движением** называют изменение положения тела в пространстве относительно других тел с течением времени или взаимного расположения частей одного тела.

Механика изучает механическое движение и взаимодействие объектов в природе, в том числе и узлов машин.

Она охватывает движение небесных тел и летательных аппаратов, течение жидкости и газа, деформации, трение. Примеры: ракетная техника, транспорт, строительство, военная техника, робототехника, прыжки в длину и высоту, бег. Целью механики является построение математических моделей движения и взаимодействия материальных объектов. Основные причины техногенных катастроф – ошибки проектирования и недостаточное знание законов механики.

Основная задача механики – определить положение тела в любой момент времени.



Пример: "Вояджер-1" стартовал 5 сентября 1977 года и покидает пределы Солнечной системы, пройдя около 20 миллиардов километров, сигнал от него идет около 20 часов. Имеет отклонение от расчетной точки в пространстве - 40 км, а по времени – 1,5 с.

Теперь он отправился в сторону Сириуса и окажется там через каких-то 300000 лет!

Тела могут совершать самые разнообразные движения. Примеры. Однако во всех случаях мы должны будем установить связи между величинами, характеризующими механическое движение, т.е. найти **законы движения тел**.

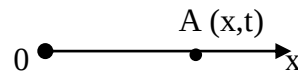
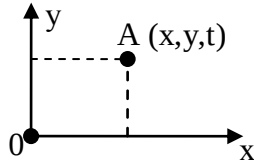
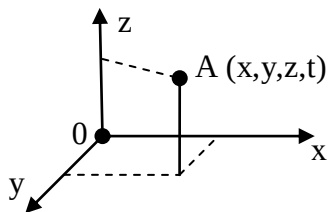
Кинематика описывает движение тел при известных ускорениях.

Чтобы изучать движение тел, нужно, прежде всего, уметь определять его положение в пространстве. Как же определить положение тела в пространстве, если различные его точки находятся в разных местах пространства? Определять положение и описывать движение каждой точки? Во многих случаях в этом нет необходимости. Примеры: движение санок, парохода и т.д. **Поступательным называют такое движение тела, при котором его точки движутся одинаково.** При поступательном движении достаточно описать движение одной точки тела. Нет необходимости описывать движение каждой точки и тогда, когда размеры тела малы по сравнению с расстоянием, которое оно проходит, или по сравнению с расстоянием от него других тел. Во всех этих случаях тело считают **материальной точкой**.

1. Материальная точка – тело, размерами и формой которого в данной задаче можно пренебречь. Резерфорда однажды назвал самодовольного чиновника евклидовой точкой: «У него есть положение, но нет величины».

Как определить теперь положение материальной точки в пространстве? Пример с определением положения тела в темной комнате относительно порога. Тело отсчета. Предварительная разметка координатных осей. **Система координат.** Движение по прямой линии, на плоскости и в пространстве. Но тело движется, и его положение в пространстве изменяется. Необходимость введения «четвертой координаты» – времени.

2. Система отсчета – система координат и часы для измерения промежутков времени.

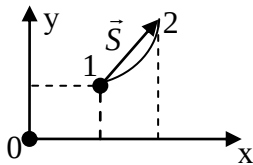


Пример: железная дорога (тело отсчета, километровые столбы, часы).

Говорят, что в восточной философии выход за грани трехмерной реальности - довольно естественное явление. Мистики совершают выход за пределы реальности с помощью глубокой медитации, но рассказать о своих ощущениях они не могут. Им не хватает слов.

3. Траектория – геометрическое место точек в данной системе отсчета, через которые прошло тело. Демонстрация.

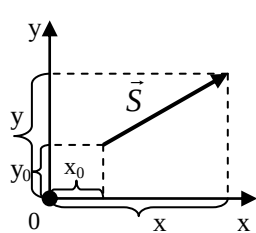
4. Путь (S) – длина траектории между ее началом и концом ($S \geq 0$).



5. Перемещение ($\vec{S}$) – свойство движущегося тела изменяет свое положение в пространстве, измеряемое длиной отрезка, соединяющего начальное и конечное положение тела.

Библейская картина: «приготовьте путь Господу, прямыми сделайте в степи стези Богу нашему; всякий дол да наполнится, и всякая гора и холм да понизятся, кривизны выпрямятся и неровные пути сделаются гладкими» (Исаия 40:4).

Если известно положение точки в начальный момент времени и ее перемещение, то можно определить положение точки в следующий момент



времени на чертеже или карте: $x_0, y_0, \vec{S} \rightarrow x, y$.

Пример: Самолет вылетел из Новокузнецка и пролетел прямолинейно 500 км. Где он находится? Где будет находиться самолет, если он пролетел после вылета 500 км на северо-восток? **Перемещение – это "сколько и куда", а путь – только "сколько"! На перемещения не распространяются законы алгебры!**

Пример: $S_1 = 400$ м, $S_2 = 300$ м, $S = 500$ м. Модуль вектора

перемещения $|\vec{S}|$ может принимать любые значения от 700 м до 100 м!

Перемещение не может быть меньше нуля.

IV. Задачи:

1. Лошадь прошла по арене цирка $3/4$ окружности диаметром 13 м. Определите перемещение лошади и пройденный ею путь.

Одиночество, как твой характер крут!

Посверкивая циркулем железным,

Как холодно ты замыкаешь круг,

Не внемля увереньям бесполезным.

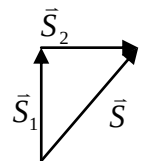
Белла Ахмадулина

Вопросы:

1. Приведите примеры тел, которые оставляют видимые траектории.

2. Какую систему отсчета нужно выбрать для описания движения: а) фигур на шахматной доске; б) лифта; в) жука на поверхности стола; г) кузнечика?

3. Путь или перемещение мы оплачиваем при поездке в такси, в самолете?



4. Можно ли свая принять за материальную точку, если подъемный кран: а) поднимает ее с земли за один конец; б) перемещает горизонтально?
5. Почему нельзя складывать скорость пешехода и путь, который он прошел?
6. Связан ли пройденный путь с изменением координаты движущегося тела?
7. Чему равен путь и перемещение тела, совершившего полный оборот по окружности?

V. § 1-3. Вопросы 1-3 к § 3.

1. С помощью нитки, цилиндрического карандаша и линейки определите примерно число π .
2. Найти путь и перемещение Земли относительно Солнца за четверть года. Считать, что Земля вращается вокруг Солнца по круговой орбите с радиусом $150 \cdot 10^6$ км.
3. Вершина горы Эверест и Бездна Челленджера в Марианском желобе - разнятся в высоте менее чем на 20 километров. Сколько это процентов от радиуса Земли? Гладкость Земли превышает гладкость нового бильярдного шара!
4. Самолет, совершающий рейс Москва-Нью-Йорк, вылетает в 8.00 по московскому времени и прибывает в 13.00 по нью-йоркскому. Обратный рейс отправляется в 3.00 по нью-йоркскому и прибывает в 22.00 по московскому времени. Определите разницу времени между Москвой и Нью-Йорком.
5. Путник в полдень вышел из города А и в тот же день достиг города В. В полдень следующего дня он вышел из города В и пошел в А той же дорогой. Докажите, что существует такая точка на дороге, в которой он на пути туда и на пути обратно находится при одинаковых показаниях часов.

*Есть многое на свете, друг Гораций,
Что и не снилось нашим мудрецам.*

У. Шекспир

*Природа дала нам глаза, чтобы мы узнали ее творения. Но она
наделила нас также мозгом, способным понять эти творения.*

Галилео Галилей

Урок 4/4.

ВЕКТОРЫ

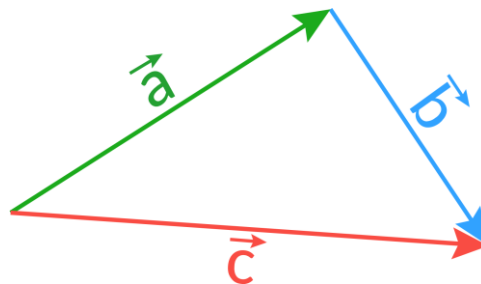
Цель урока: дать представление о векторных величинах, их проекциях на координатные оси и действиях над ними.

Тип урока: комбинированный.

Оборудование:

План урока:

1. Вступительная часть
2. Опрос
3. Объяснение
4. Закрепление
5. Задание на дом



II. Опрос фундаментальный: 1. Основные понятия механики (материальная точка, система отсчета). 2. Основные понятия механики (система отсчета, траектория, путь, перемещение).

Задачи:

1. Мальчик на велосипеде, двигаясь прямолинейно, проехал 100 м, затем сделал поворот, описав половину окружности радиусом 10 м. Определить путь и перемещение.

2. Материальная точка, двигаясь по окружности радиусом 100 м со скоростью 1 км/ч, прошла половину этой окружности. Найдите модуль вектора перемещения и время, за которое это событие произошло.
3. Морская миля определяется как длина части экватора Земли при смещении на одну угловую минуту. Сколько километров содержится в одной морской миле? В Риме длина, равная тысяче двойных шагов, получила название «миля».
4. Во сколько раз расстояние от Земли до Луны больше радиуса Луны? Угловой диаметр Луны $0,5^{\circ}$. $\sin 1'' = 1/206265$. $\sin \alpha'' = \alpha \sin 1''$.
5. От купцов греки знали, что 22 июня Солнце в Асуане почти в зените, а в Александрии приблизительно под углом $7,5^{\circ}$ к зениту. Расстояние между этими пунктами по меридиану около 840 км. Определите по этим данным, как это сделали древние греки, радиус Земли. Опыт Эратосфена можно проделать и в наших широтах, где Солнце не бывает в зените, правда, для этого нужны две точки обязательно на одном меридиане. Есть другие варианты?
Не то дорого знать, что Земля круглая, а дорого знать, как дошли до этого.

Л.Н. Толстой

Вопросы:

1. Какие свойства тела не принимаются во внимание, когда для него используется модель материальной точки?
2. Можно ли считать планету Земля материальной точкой?
3. Легковой автомобиль и трейлер с одинаковой скоростью преодолевают мост. Какое из транспортных средств быстрее его преодолеет?
4. Движущийся автомобиль сделал разворот, описав половину окружности. Во сколько раз его путь больше модуля вектора перемещения?
5. Пилоты самолетов определяют свое точное местонахождение с помощью трех чисел. Каких?
6. Мальчик решил изготовить глобус, диаметр которого в миллиард раз меньше диаметра Земли. Поместится ли такой глобус в классной комнате. Ответ обосновать.
7. Барон Мюнхгаузен заявил, что как - то раз он проснулся в неизвестной стране, прошёл 100 км на север, потом столько же на запад, потом столько же на юг и очутился там, откуда вышел. Соврал ли барон Мюнхгаузен?
8. Диаметр Земли примерно равен $1 \frac{H \cdot c^2}{\kappa g}$. Чему равен диаметр Земли в километрах?
9. Четыре из пяти слов объединены общим смыслом, а пятое к ним не подходит. Выбрать это слово: метр, нанометр, радиан, аршин, дюйм.
10. Предложите метод измерения углового диаметра Луны (Солнца) с помощью линейки и круглого цилиндра.

«Нельзя ничему научить человека; вы можете только помочь ему найти это внутри себя».

Галилей.

Как правильно сказать: три да четыре суть пять или три да четыре есть пять? Сегодня вы узнаете, что три да четыре не всегда в сумме дает семь! Есть такие величины, на которые не распространяются законы алгебры!

Величины, которые задаются не только числовым значением (модулем), но и направлением в пространстве, называются векторными величинами.

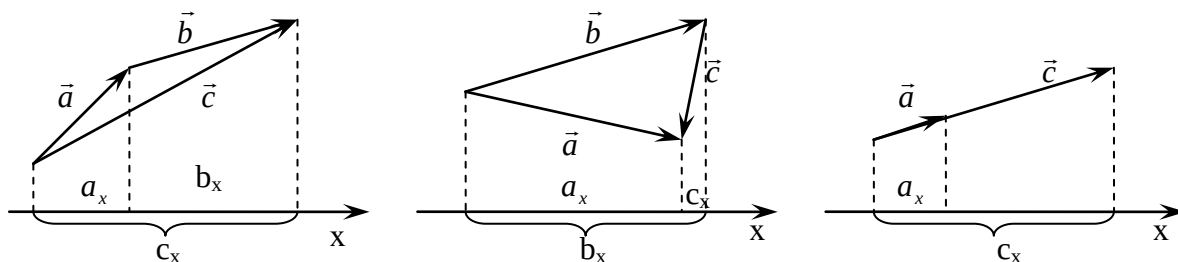
Векторную величину изображают в виде отрезка, который начинается в некоторой точке и заканчивается острием, указывающим направление. Такой отрезок-стрелка называется вектором. Модуль векторной величины – длина стрелки в выбранном масштабе. Обозначение векторов и их модулей: $|\vec{a}| = a$. Векторная величина зависит от выбора системы координат.

Пример с изменением направления вектора перемещения при повороте системы координат на некоторый угол. Мы можем переносить вектор параллельно самому себе, и при этом получится вектор, равный исходному. **Скалярная величина не изменяется при преобразованиях координат.** Примеры: масса, объем помещения, температура.

Скалярная величина задается одним - единственным числом с размерностью.

Сложение векторов. Пример с учеником, который совершил перемещение в два этапа, которое можно заменить одним. Модуль вектора $\vec{c}$ меньше или равен сумме модулей векторов $\vec{a}$ и $\vec{b}$, потому что векторы складываются не алгебраически, а геометрически: $\vec{c} = \vec{a} + \vec{b}$ - геометрическая сумма (только на чертеже).

Правила сложения векторов: правило треугольника, правило параллелограмма.

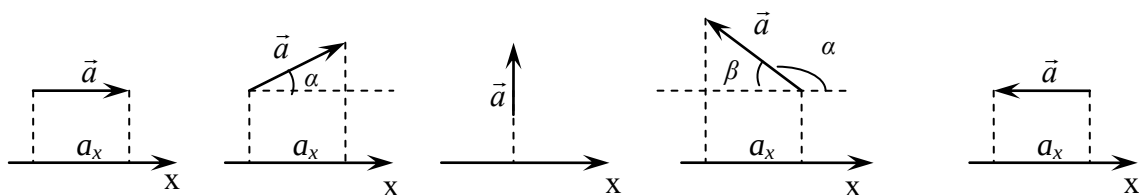


Вычитание векторов (действие вычитания всегда можно свести к действию сложения).

Пример: $\vec{a} - \vec{b} = \vec{c} \rightarrow \vec{a} + (-\vec{b}) = \vec{c}$.

Умножение вектора на скаляр. Примеры: $\vec{c} = k\vec{a}$, при $k > 0$ и $k < 0$.

Проекция вектора на координатную ось.



Примеры положительных, отрицательных и равных нулю проекций.

$$a_x = a \quad a_x = a \cos \alpha \quad a_x = 0 \quad a_x = a \cos \alpha = -a \cos \beta \quad a_x = -a$$

Проекция суммы, разности и произведения векторов на координатную ось.

$$c_x = a_x + b_x$$

$$c_x = a_x - b_x$$

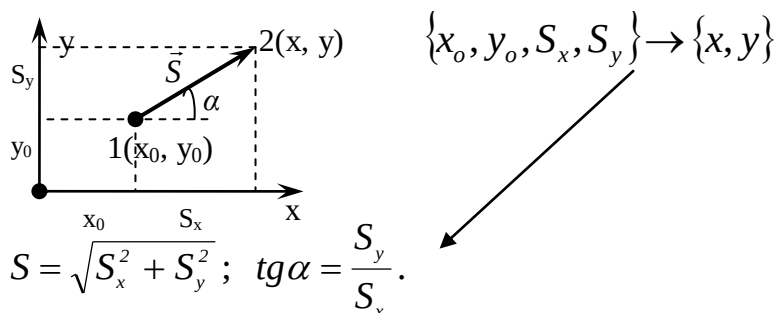
$$c_x = k a_x$$

Распространяются ли законы алгебры на проекции векторов? Да!

Определение координат точки, если известны координаты ее начального положения и вектор перемещения (графический и аналитический методы).

1. Графический метод (на чертеже): $\{x_0, y_0, \vec{S}\} \rightarrow \{x, y\}$. 2. Аналитический метод: $S_x = S \cos \alpha$, $S_y = S \sin \alpha \rightarrow x = x_0 + S_x$; $y = y_0 + S_y$.

$\{x_0, y_0, \vec{S}\} \rightarrow x, y$.



Проекции векторов однозначно определяются через их модули. Модули и направления векторов однозначно определяются через их проекции.

IV. Задачи:

1. Перемещение составляет 8 м под углом 30° к северу от направления на запад. Чему равны его проекции на северное и восточное направление?
2. Из начальной точки с координатами $x_0 = -3$ м и $y_0 = 1$ м тело переместилось так, что проекция вектора перемещения на ось x оказалась равной 5,2 м, а на ось y -3 м. Найдите координаты конечного положения тела. Начертите вектор перемещения. Каков его модуль и направление?
3. Диспетчер видит корабль на экране радара на расстоянии 10 км к югу. Через час он видит тот же корабль на расстоянии 20 км в направлении на юго-восток. Какова скорость корабля, если он движется равномерно в неизменном направлении? 14,7 км/ч. 16,3⁰.

Вопросы:

1. В каком случае при прямолинейном движении пройденный путь не будет совпадать с модулем перемещения?
2. Вдоль прямой АВ навстречу друг другу направлены два равных по модулю вектора. Определить сумму и разность этих векторов.
3. Что общего между морской милей, длиной 1852 м и секундой?
4. Измерение временных промежутков всегда происходит косвенно, путём измерения других величин. Так ли это?
5. Известен острый угол в прямоугольном треугольнике и один из катетов. Чему равен другой катет и гипотенуза?

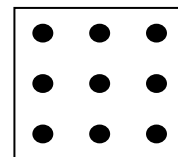
Прямоугольный треугольник - самый настоящий гигант в геометрии и физике: теорема Пифагора, азы тригонометрии, проекции векторов и многое другое, это все про прямоугольные треугольники. Старшеклассники всегда рады встретить в сложной задаче прямой угол! Сумма углов треугольника между очень удалёнными объектами тоже оказалась в точности равной 180° и на этом факте основано утверждение, что Вселенная плоская.

6. Человек проплыл по озеру на лодке 400 м строго на север, затем 100 м на восток и 100 м на юг, затем еще 300 м на восток. Найдите путь и перемещение лодки?

7. С какой точностью надо измерить сторону квадрата, чтобы определить его площадь с точностью не ниже 1 %?

V. § 4-5. Упр. 1, № 1, 3.

1. Докажите следующие правила сложения векторов: а) $\vec{A} + \vec{B} = \vec{B} + \vec{A}$,
б) $(\vec{A} + \vec{B}) + \vec{C} = \vec{A} + (\vec{B} + \vec{C})$ (ассоциативный закон).
2. Не отрывая ручки от бумаги, нужно зачеркнуть девять точек четырьмя прямыми штрихами.



Движением равномерным, или единообразным, я называю такое, при котором расстояния, проходимые движущимся телом в любые равные промежутки времени, равны между собой.

Галилей

Урок 5/5. ПРЯМОЛИНЕЙНОЕ РАВНОМЕРНОЕ ДВИЖЕНИЕ

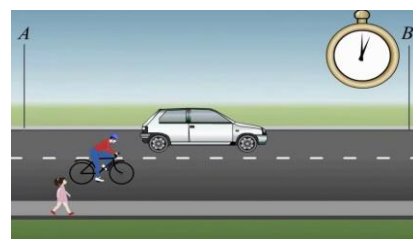
Цель урока: познакомить учащихся с равномерным прямолинейным движением; ввести понятие «скорость» и дать его определение.

Тип урока: комбинированный.

Оборудование: прибор ПДЗМ, секундомер демонстрационный, прибор по кинематике и динамике с капельным записывающим устройством, циркуль-измеритель демонстрационный.

План урока:

1. Вступительная часть
2. Опрос
3. Объяснение
4. Закрепление
5. Задание на дом



II. Опрос фундаментальный: 1. Действия над вектором. 2. Проекция вектора на координатные оси и действия над проекциями. 3. Графический и аналитический методы решения основной задачи механики.

Задачи:

1. Огибая грозовой фронт, самолет пролетел 10 км на северо-восток, затем 4 км на юг. Определите модуль перемещения самолета и его направление.
2. Огибая остров, корабль проплыл 10 км на север, 15 км на северо-восток и 8 км на восток. Какое перемещение совершил корабль? На сколько километров переместился корабль к северу и к востоку?

Вопросы:

1. В каком случае пройденный путь равен модулю вектора перемещения?
2. Что называют проекцией вектора на данное направление?
3. Докажите, что результат сложения перемещений не зависит от последовательности, в которой происходят эти перемещения.

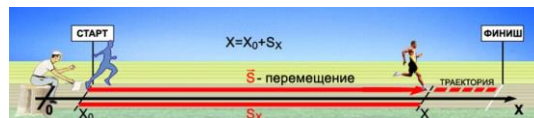
4. Является ли стрелка компаса, указывающая направление магнитной индукции поля Земли, вектором?
5. Приведите примеры скалярных и векторных величин.
6. Известны все три стороны прямоугольного треугольника. Определите синусы, косинусы и тангенсы острых углов треугольника.
7. Во время маневров кораблю прошел 40 км на север, после чего еще 30 км на запад. Чему равно перемещение корабля?
8. Векторная величина на плоскости задается модулем и направлением, а в пространстве?

III. Чтобы найти координаты движущегося тела в любой момент времени, нужно знать проекции вектора перемещения на оси координат, а значит, и сам вектор перемещения. Как найти вектор перемещения? Самый простой вид движения –

t, c	$S, м$	$\frac{S}{t}, м/с$
1		
2		
3		

прямолинейное равномерное движение. Прямолинейное равномерное движение – движение, при котором тело за любые равные промежутки времени совершает одинаковые перемещения, а его траектория – прямая линия. Демонстрация движения с помощью ПДЗМ и заполнение таблицы.

$$\vec{v} = \frac{\vec{S}}{t}$$



Скорость ($\vec{v}$) – свойство равномерно

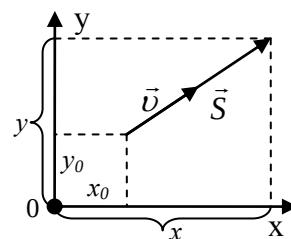
движущегося тела, измеряемое при прямолинейном движении отношением перемещения к промежутку времени, за который оно произошло.

- В системе СИ за единицу скорости принят 1 м/с. Что означает выражение: «Скорость тела равна 5 м/с»? Производные единицы величин представляют собой комбинации основных единиц!
- Направление вектора скорости совпадает с направлением вектора перемещения.
- Приборы для измерения скорости – спидометры. Что они измеряют?

Можно ли определить положение тела в любой момент времени, если известен только модуль его скорости? Нет! Если известна скорость тела, то, как определить его перемещение за любой промежуток времени? $\vec{S} = \vec{v} t$. Пример с самолетом, который вылетел со скоростью 200 км/ч на северо-восток. Где он будет через два часа полета?

Графический метод решения задачи: $\{x_0, y_0, \vec{v}, t\} \rightarrow \{x, y\}$.

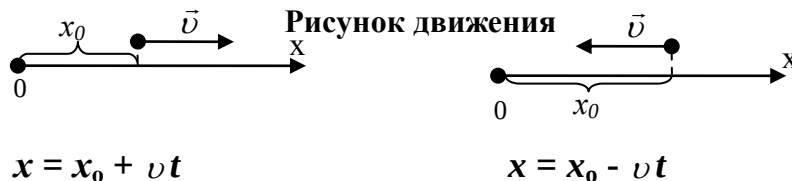
От графического способа легко перейти к **аналитическому методу:**



$$v_x = v \cdot \cos \alpha \rightarrow S_x = v_x t \rightarrow x = x_0 + v_x t.$$

$$v_y = v \cdot \sin \alpha \rightarrow S_y = v_y t \rightarrow y = y_0 + v_y t.$$

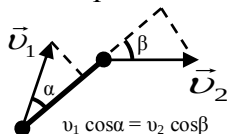
Как записать **уравнение равномерного движения**, если задан модуль скорости тела, а не ее проекция? Для описания прямолинейного движения достаточно одной координатной оси!



Скорость (модуль скорости) всегда положительная, а ее проекция на координатную ось может быть и отрицательной!

Уравнение равномерного движения позволяет определить координату тела и вычислить проекцию скорости, которая измеряется отношением изменения соответствующей координаты к промежутку времени, за который это изменение произошло: $v_x = \Delta x / \Delta t$.

Движение связанных тел:



IV. Задачи:

1. На расстоянии 200 м охотничья собака заметила зайца. Через сколько времени она догонит его, если заяц убегает со скоростью 36 км/ч, а собака догоняет его со скоростью 54 км/ч?
2. Из двух городов, расстояние между которыми 250 км, одновременно навстречу друг другу выезжают две машины. Одна из них движется со скоростью 60 км/ч, другая – со скоростью 40 км/ч. Где и через какое время они встретятся?
3. Из Новокузнецка на Новосибирск выходит поезд со скоростью 80 км/ч в 12 часов ночи, а из Новосибирска в 4 часа утра выходит ему навстречу со скоростью 60 км/ч электричка. Через какое время после выхода электрички они встретятся, если расстояние между городами 600 км?
4. Палка длиной 1 м лежит на земле. Один конец палки начинают поднимать с постоянной скоростью 1,2 м/с вертикально вверх. С какой скоростью будет скользить по земле нижний конец палки в тот момент, когда верхний конец окажется на высоте 80 см?

V. § 6, Упр. 2, № 2, 3

1. Воспроизведите в домашних условиях равномерное движение тела. Приведите доказательства, что наблюдаемое вами движение равномерное.

Никто, не сведущий в математике, да не войдет в этот дом.

Надпись на дверях школы Платона



ГРАФИЧЕСКОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ДВИЖЕНИЯ

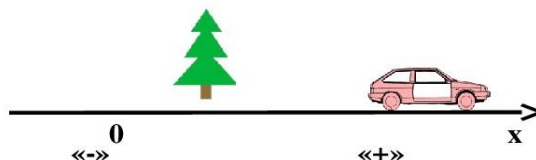
День рождения Нобелевской премии 27 ноября 1895 года!

Цель урока: Познакомить учащихся с графиком координаты и проекции скорости при равномерном прямолинейном движении.

Тип урока: комбинированный.

Оборудование:

- План урока:**
1. Вступительная часть
 2. Опрос
 3. Объяснение
 4. Закрепление
 5. Задание на дом



II. Опрос фундаментальный: 1. Равномерное прямолинейное движение. 2. Скорость.

Задачи:

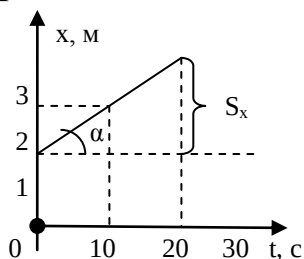
1. Со станции отправился товарный поезд, скорость которого 54 км/ч. Спустя 30 мин с той же станции по тому же направлению вышел экспресс со скоростью 72 км/ч. Через какое время после выхода товарного поезда и на каком расстоянии экспресс догонит товарный поезд?
2. Координаты материальной точки при равномерном прямолинейном движении на плоскости за время 2 с изменились от начальных значений $x_0 = -1$ м, $y_0 = -2$ м до значений $x = 5$ м и $y = 6$ м. Найти модуль и направление скорости точки. Изобразите графически траекторию тела и направление вектора его скорости.
3. Бегун пробежал шоссе под углом 30° к направлению дороги со скоростью 18 км/ч за 12 с. Какова ширина шоссе?
4. Наблюдатель находится на расстоянии $L = 1600$ м от точки, над которой пролетает самолет перед посадкой. В момент максимального сближения самолета с наблюдателем угол между горизонталью и направлением на самолет составил $\alpha = 37^\circ$. Спустя время $t = 6$ с направление на самолет изменилось на угловое расстояние $\varphi = 14^\circ$. Найти скорость v самолета. Считать движение самолета на данном участке практически горизонтальным.
5. Движущийся со скоростью $V = 30$ км/ч катер буксирует спортсмена на водных лыжах. Буксировочный трос образует с вектором скорости катера угол $\alpha = 150^\circ$, а с направлением движения лыжника угол $\beta = 60^\circ$. С какой скоростью движется в этот момент лыжник?
6. Равномерное прямолинейное движение тела на плоскости описывается уравнениями: $x = 5t - 3$; $y = -12t + 10$ (все величины заданы в СИ). Чему равна скорость тела?

Вопросы:

1. В чем различие между начальным моментом времени и моментом начала движения?
2. Какую скорость (в километрах в час) должен развивать реактивный самолет, чтобы она была равна скорости звука в воздухе 340 м/с?
3. Пройдя половину маршрута, турист увеличил скорость на 25% и поэтому прибыл в пункт назначения на полчаса раньше срока. Сколько времени потребовалось туристу на прохождение маршрута?

4. Как определить минимальное время, необходимое для того, чтобы выкосить газон газонокосилкой?
5. С какой скоростью летел космонавт, если расстояние 3 световых года он преодолел за 4 года?
6. До отхода поезда 5 мин, а путь до вокзала 2 км. Если первый километр спортсмен бежал со скоростью 30 км/ч, то с какой скоростью он должен пробежать второй километр?
7. Каков модуль и направление вектора скорости, если ее проекции: $v_x = 40$ м/с, $v_y = 30$ м/с?
8. Две шайбы, скользящие по ровной поверхности, соединены жестким стержнем. В некоторый момент времени скорость одной из них направлена вдоль стержня и равна 1,2 м/с. В этот момент скорость второй шайбы направлена под углом 60° к стержню. Чему равна ее величина?

III. Для большей наглядности движение можно описывать с помощью графиков («международный язык»). Если по горизонтальной оси (оси абсцисс) откладывать в масштабе время, прошедшее с начала отсчета времени, а по вертикальной оси (оси ординат) – значение координаты тела, то полученный график будет выражать зависимость координаты от времени (**график движения**). Графики можно строить только для скалярных величин. Пример: $x = 2 \text{ м} + 0,1 \text{ м/с } t$ – **уравнение движения тела**. Масштаб: 1 кл. – 10 с; 1 кл. – 1 м.



Что можно определить по графику движения тела?

- Координату тела в любой момент времени.
- Проекцию перемещения на соответствующую ось:

$$S_x = x - x_0.$$

- Проекцию скорости тела: $v_x = \frac{x - x_0}{t} = \frac{S_x}{t} = \operatorname{tg} \alpha.$

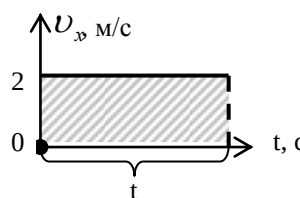
- Записать уравнение движения тела: $x = x(t).$

Графики движения при различных значениях проекции скорости (примеры).

График проекции скорости. Пример: $v_x = 2$ м/с.

По графику проекции скорости можно определить:

- Проекцию скорости в любой момент времени.
- Проекцию перемещения тела (она равна площади фигуры под графиком проекции скорости в координатах v_x, t).
- Записать уравнение движения тела, если известна его начальная координата x_0 .



Если движение было равномерным в течение некоторого интервала времени (t_1) и также равномерным, хотя и с другой скоростью, в течение следующего интервала (t_2), то, как в этом случае определить модуль перемещения тела? А если движение происходит с переменной скоростью?

IV. Задачи:

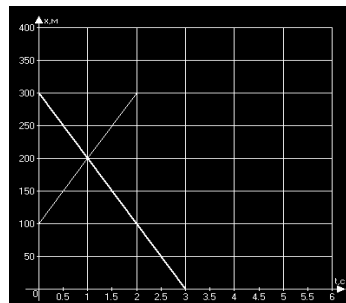
1. Уравнение движения тела вдоль оси x имеет вид: $x = -4 \text{ м} + 2 \text{ м/с} \cdot t$.

Изобразите рисунок движения и постройте график движения.

2. На рисунке изображены графики движения трех тел.

Изучив рисунок, для каждого тела определите:

- 1) Начальную координату;
- 2) Скорость;
- 3) Изобразите рисунок движения;
- 4) Запишите уравнение движения;
- 5) Определите место и время встречи тел.



3. Пользуясь графиками движения на рисунке 1, определите начальную координату тела, проекцию скорости и запишите уравнение движения тела.

4. Пользуясь графиком зависимости проекции скорости тела от времени, запишите уравнение движения тела, если $x_0 = -3 \text{ м}$. Постройте график движения тела. (Рис. 2).

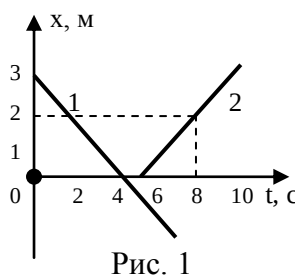


Рис. 1

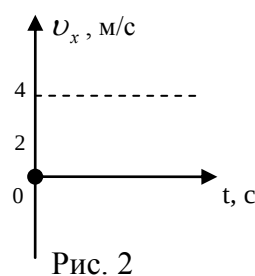


Рис. 2

Вопросы:

1. В чем различие траектории движения материальной точки и графика её движения?
2. Точка движется вдоль оси OX по закону: $x = 4 \cdot (2 + 5t)$. Чему равна проекция её скорости на ось OX ?
3. Имеются две веревки. Если их поджечь с одного конца, то они сгорят за 1 час каждая. Как с помощью этих веревок отмерить 45 минут?
4. Проекция скорости тела -3 м/с . Что это означает?
5. Почему график зависимости пути от времени не должен иметь углов?
6. Некая дама на вопрос, сколько ей лет, ответила: «Когда я выходила замуж, мужу было 40, а мне 20. Сейчас ему 60. Значит, мне 30». В чем ошибка?
7. Шарик катится по желобу. Зависимость его координаты от времени показана на графике (Рис. 4). Как изменяется скорость тела?

V. § 7. Упр. 3, № 1, 2. Задание 1.

1. Движение материальной точки в данной системе отсчета задано уравнениями: $y = 1 + 2t$, $x = 2 + t$. Найдите уравнение траектории и постройте график на плоскости xOy .
5. Бассейн наполняется первой трубой за 4 ч. Через 2 ч после открытия первой трубы открыли вторую трубу, через которую весь бассейн может наполниться за 6 ч. За сколько часов был наполнен весь бассейн?

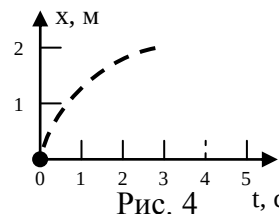


Рис. 4

- С турбазы одновременно отправляются две туристические группы: первая по азимуту 60° со скоростью 3 км/ч, вторая по азимуту 180° со скоростью 4 км/ч. Изобразите маршруты каждой группы на чертеже и по нему определите расстояние между группами через 2 ч.
- Лесник вышел из сторожки и два часа шел со скоростью 3,5 км/ч в южном направлении. Затем он 1,5 ч шел со скоростью 4 км/ч на запад и в оставшееся время 1 ч 20 мин двигался на северо-восток со скоростью 3 км/ч. На каком расстоянии от сторожки оказался лесник?
- На космодроме две стартовые ракетные площадки удалены друг от друга на расстояние 14 км. В каком месте трассы, соединяющей эти площадки, должен располагаться склад с компонентами ракетного топлива, чтобы суммарные затраты на их транспортировку от склада до стартовых позиций были бы минимальны, если за 1 ч на первую площадку поступает 5 тонн топлива, а на вторую – 2 тонны.

... возможно, не существует тела, находящегося в состоянии истинного покоя, относительно которого можно было бы описывать положение и движение других тел.

И. Ньютон

Урок 7/7.

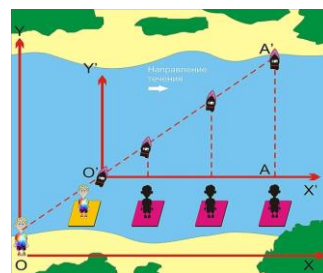
ОТНОСИТЕЛЬНОСТЬ ДВИЖЕНИЯ

Цель урока: Развить представление об относительности механического движения. Показать, перемещение и скорость величины относительные. Покой, траектория, положение тела в пространстве также относительно.

Тип урока: комбинированный.

Оборудование: самодельный прибор для демонстрации относительности механического движения.

- План урока:**
1. Вступительная часть
 2. Опрос
 3. Объяснение
 4. Закрепление
 5. Задание на дом



II. Опрос фундаментальный: 1. График равномерного движения. 2. График проекции скорости при равномерном прямолинейном движении.

Задачи:

- По графику движения постройте график зависимости проекции скорости тела от времени и график зависимости проеденного пути от времени (Рис. 1).
- На рисунке 2 показаны графики движения двух тел. Пользуясь графиками, составьте уравнения движения тел и рассчитайте время и место встречи тел. Как можно сразу записать уравнение движения тела?
- График движения материальной точки имеет вид, представленный на

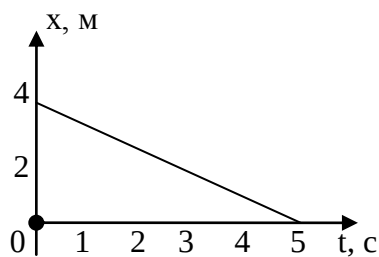


Рис. 1

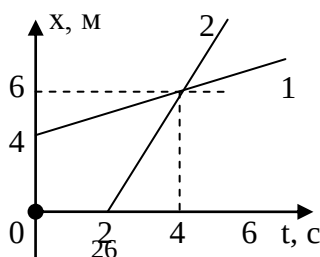


Рис. 2

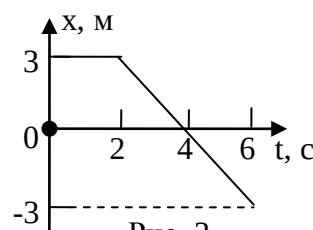


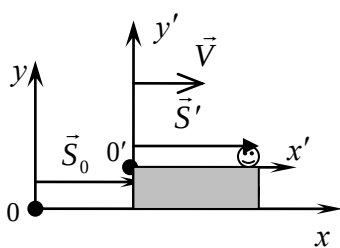
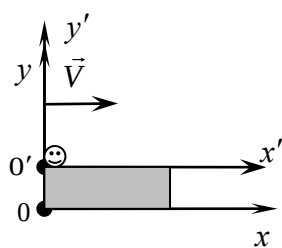
Рис. 3

рисунке 3. Запишите уравнение движения точки и постройте график проекции скорости; график пути от времени.

III. Многие физические величины зависят от того, в какой системе отсчета, движущейся или неподвижной, производится их измерение. Такие величины называют относительными. Абсолютные (инвариантные) величины не зависят от выбора системы отсчета. Примеры: электрический заряд, температура тела, скорость света.

Пример с учеником в вагоне поезда, который неподвижен относительно проводника вагона и движется относительно земли. Из поезда можно наблюдать, как движется мир, на платформе можно наблюдать, как движется поезд! **Движение и покой - относительны!**

Говорить о движении тела можно только в том случае, когда движение измеряется относительно другого тела. Двигаться можно лишь относительно чего-то, не так ли? Так, если бы во Вселенной не было ни одной звезды, мы никогда не узнали бы, что Земля вращается. Демонстрация относительности движения с длинной вертикально расположенной трубкой, заполненной жидкостью, в которой перемещается пузырек воздуха.



Относительность перемещения и скорости. Пример с ученицей и ее котом, который начал перемещаться по крыше движущегося поезда (в этот момент точки O и O' совпадали,

наши часы показывали $t = t' = 0$).

Спустя некоторое время: $\vec{S} = \vec{S}' + \vec{S}_0$. Если обе части равенства разделить на t ,

то мы получим: $\frac{\vec{S}}{t} = \frac{\vec{S}_0}{t} + \frac{\vec{S}'}{t'}$.

$\frac{\vec{S}'}{t'} = \vec{v}'$ - **скорость тела относительно движущейся системы отсчета (собственная скорость).**

$\frac{\vec{S}_0}{t} = \vec{V}$ - **скорость движущейся системы отсчета относительно неподвижной (переносная скорость).**

$\frac{\vec{S}}{t} = \vec{v}$ - **скорость тела относительно неподвижной системы отсчета.**

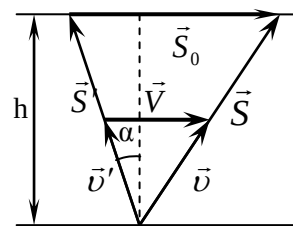
Подставляя, имеем: $\vec{v} = \vec{v}' + \vec{V}$ - **классический закон сложения скоростей.**

Важность этих случаев движения на практике (стрельба из движущегося танка по движущейся цели).

Относительная скорость – скорость тела относительно наблюдателя.

Перемещение и скорость – относительные величины!

Другой пример: ученик, собственная скорость которого $\vec{v}'$, переплывает реку, скорость течения которой $\vec{V}$, а учитель наблюдает за ним с берега реки. Перемещение ученика в разных системах отсчета. Очевидно, что $\vec{S} = \vec{S}' + \vec{S}_0$ - треугольник перемещений. Если обе части равенства



разделить на t , то мы получим треугольник скоростей: $\vec{v} = \vec{v}' + \vec{V}$. Подобие треугольника перемещений и треугольника скоростей: $t = S'/v' = S_0/v_0 = S/v = h/v' \cos \alpha$ (Рассмотреть случаи $\alpha = 0$, $\alpha = 60^\circ$, $\alpha \rightarrow 90^\circ$). Кто же прав? С какой скоростью плывет ученик?

Нет никаких оснований считать, что скорость, фиксируемая одним из этих наблюдателей, более предпочтительная, чем скорость, фиксируемая другим!

Почему искусственные спутники Земли запускаются в восточном направлении (на экваторе скорость движения поверхности Земли вследствие ее суточного вращения равна 470 м/с)?

Относительность траектории. Примеры: колебания пружинного маятника (отрезок прямой и синусоида), движение точки на ободе колеса (окружность и циклоида).

Галилей: «Представим себе художника, который находится на корабле, плывущем из Венеции по Средиземному морю. Художник рисует на бумаге пером целую картину из фигур, начерченных в тысячах направлений, изображения стран, зданий, животных и других вещей». А какой будет траектория его руки в системе отсчета, связанной с морем?

Траектория относительна!

Задача. Лодка, двигаясь перпендикулярно берегу, оказалась на другом берегу на расстоянии 50 м ниже по течению реки через 1 мин 40 с. Ширина реки 200 м. Определите скорость лодки относительно берега и скорость течения реки (задачу решает учитель у доски).

IV. Задачи:

1. Эскалатор метрополитена поднимает неподвижно стоящего на нем пассажира в течение 1 мин. По неподвижному эскалатору пассажир поднимается за 3 мин. Сколько времени будет подниматься пассажир по движущемуся эскалатору?
2. Человек идет вниз по спускающемуся эскалатору, затрачивая на спуск 1 мин. Если человек будет идти вдвое быстрее, он затратит на 15 с меньше. Сколько времени он будет спускаться, стоя на эскалаторе?

Не плыви по течению, не плыви против течения - плыви туда, куда тебе надо.

Восточная мудрость

3. Человек бежит по эскалатору. В первый раз он насчитал 50 ступеней. Во второй раз, двигаясь в том же направлении со скоростью втрое большей, он насчитал 75 ступеней. Сколько ступеней он насчитал бы на неподвижном эскалаторе?

Вопросы:

1. Так все-таки что же движется: Земля вокруг Солнца или Солнце вокруг Земли?

2. Когда, в каком направлении и с какой скоростью должен лететь самолет, находясь на экваторе, чтобы Солнце для него стояло все время в зените?
3. Можно ли поймать выпущенную из винтовки пулю руками?
4. Чему равна сила сопротивления воздуха, если велосипедист едет со скоростью 5 м/с при попутном ветре, дующем со скоростью 18 км/ч?
5. Водителю на шоссе, едущему со скоростью 60 км/ч, встречные автомобили попадались в три раза чаще, чем обгоняющие. С какой скоростью они ехали?
6. В соревнованиях по бегу на короткие дистанции выдающиеся спортсмены пробегают 100 м за 10 с и даже быстрее. С какой скоростью они выбрасывают ступни ног во время бега?
7. Катер проплывает 90 км по течению за то же самое время, что 70 км против течения. Какое расстояние за это же время сможет проплыть плот?
8. Щенок съедает сосиску за одну минуту, а котенок – за две минуты. За какое время они съедят такую же сосиску, если начнут ее есть одновременно с разных концов.

§ 8. Упр. 4, № 1, 3.

1. Составить таблицу «Равномерное прямолинейное движение», используя рисунки, чертежи и текстовый материал.
2. Самолет взлетает с аэродрома под углом 30° к горизонту с постоянной скоростью 60 м/с. На расстоянии 500 м от места взлета стоит наблюдатель. Траектория полета и наблюдатель находятся в одной вертикальной плоскости. Через какое время и на какой высоте самолет будет пролетать точно над наблюдателем?
3. Куда придет путешественник, если все время будет идти на северо-запад?
4. Как с помощью масштабной линейки определить скорость падения дождевых капель по тем следам, которые они оставляют на стеклах боковых окон движущегося автомобиля?
Погода безветренная.
5. Проверить формулу сложения скоростей на эскалаторе, используя только часы.

Изучение физики — это тоже приключение. Вы найдете это сложным, иногда разочаровывающим, иногда болезненным, а часто и щедро вознаграждающим.

Хью Д. Молодой.

Движущееся и движимое удовлетворительно не различимы.

У. Оккам

Урок 8/8.

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ

Для одних людей будет одна скорость движения пассажира, для других — другая!

Цель урока: Развить представления учащихся об относительности механического движения.

Тип урока: решение задач.

Оборудование: микрокалькулятор.

План урока:

1. Вступительная часть
2. Опрос
3. Решение задач
4. Задание на дом



II. Опрос фундаментальный: относительность механического движения.

Задачи:

1. Моторная лодка проходит расстояние от пункта А до пункта В по течению реки за 3 ч, а плот – за 12 ч. Сколько времени затратит лодка на обратный путь?
2. Самолет в безветренную погоду взлетает со скоростью 40 м/с под углом 10° к горизонту. Внезапно начинает дуть горизонтальный встречный ветер, скорость которого 10 м/с. Какой стала скорость самолета относительно земли и какой угол она составляет с горизонтом?
3. Теплоход прошел по течению реки 120 км и столько же против течения, затратив на весь путь 8 ч. Определите собственную скорость теплохода, если скорость течения реки равна 8 км/ч (для света время туда и обратно одинаково).

Вопросы:

1. Можно ли разговаривать в самолете, летящем со сверхзвуковой скоростью?
2. В какую сторону надо из движущегося вагона выбросить бутылку, чтобы опасность разбить ее при ударе о землю была минимальна?
3. Как при движении двух тел определяется их относительная скорость?
4. Автомобиль, двигаясь со скоростью 45 км/ч, в течение 10 с прошел такой же путь, как автобус,двигающийся в том же направлении с постоянной скоростью прошел за 15 с. Найдите величину их относительной скорости.
5. Собственная скорость лодки вдвое больше скорости течения реки. Во сколько раз время путешествия против течения реки больше времени путешествия по течению?
6. Моторная лодка развивает скорость 4 м/с в стоячей воде. За какое минимальное время лодка может пересечь реку шириной 200 м при скорости течения 3 м/с?
7. По реке от моста до озера Дима может доплыть на лодке за $t_1 = 1$ час, а на плоту – за $t_2 = 4$ часа. За какое время Дима доплывёт на лодке от озера до моста?

III. Когда выгодно рассматривать движение из движущейся системы отсчета (решения трех задач учителем)?

Задача 1. Пассажир едет в поезде, скорость которого 80 км/ч. Навстречу этому поезду движется товарный поезд длиной 1 км со скоростью 40 км/ч (Рис. 1). Сколько времени товарный поезд будет двигаться мимо пассажира?

Ситуация для наблюдателя на земле (Рис. 1 а). Ситуация для пассажира (Рис. 1 б).

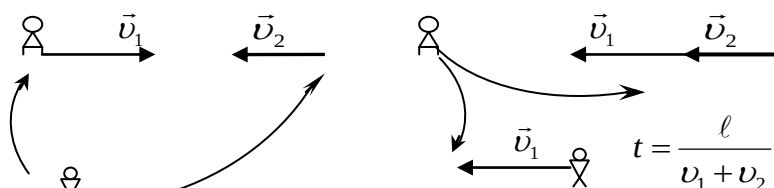


Рис. 1 а, б

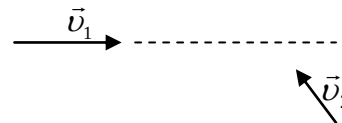
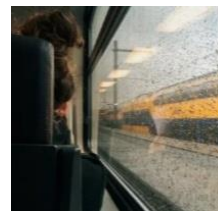


Рис. 2

Задача 2. На рисунке 2 изображены траектории двух автомобилей, движущихся со скоростями $\vec{v}_1$ и $\vec{v}_2$. Определить графически, на какое минимальное расстояние они сблизятся?

Задача 3. В безветренную погоду капли дождя оставляют на окне равномерно движущегося поезда следы, направленные под углом 60° к вертикали. Какова скорость капель относительно земли, если поезд движется со скоростью 54 км/ч? С какой скоростью движутся капли дождя? Так вот правы оба наблюдателя!



Абберрация света (звезда вблизи полюса эклиптики, неподвижный астрограф направлен на звезду, изображение звезды в течение года экспонируется на фотопластинку, измерение скорости света).

Вопросы.

1. Траектории двух тел пересекаются. Столкнутся ли тела?
2. Почему падающие вертикально дождевые капли в безветренную погоду оставляют наклонные прямые полосы на стеклах равномерно движущегося вагона?
3. Мальчик бросает мячи из вагона в сторону, противоположную движению поезда. Как будут двигаться мячи по отношению: а) к вагону? б) к полотну дороги?
4. Лёгкий мячик при ударе об стенку отскакивает назад с такой же по величине скоростью. С какой скоростью он полетит, если по неподвижному мячику ударить ногой со скоростью v ?
5. Легковой автомобиль движется по шоссе навстречу автобусу со скоростью, в два раза превышающей скорость автобуса. С какой скоростью и в каком направлении движется фура, относительно которой скорости легкового автомобиля и автобуса одинаковы? $v_{\text{ф}} = v_{\text{а}}/2$.
6. Две моторные лодки, двигаясь навстречу друг другу в стоячей воде, имеют относительную скорость 15 м/с. Чему равна их относительная скорость на реке, скорость течения которой 3 м/с?

Задачи:

1. Приборы, установленные на берегу, показывают, что ветер дует с юго-запада, а величина скорости ветра равна 5 м/с. Что покажут аналогичные приборы, установленные на корабле, идущем на запад со скоростью 36 км/ч?
2. Рыболов, двигаясь на лодке против течения реки, уронил удочку. Спустя 10 мин он заметил потерю, сразу же повернул обратно и нашел ее на расстоянии 1 км от того места, где ее потерял. Найдите скорость течения реки.
3. Мяч летит горизонтально со скоростью 10 м/с и налетает по нормали на массивную стенку, которая движется ему навстречу со скоростью 5 м/с. Найдите скорость мяча после отскока, если никаких потерь энергии нет (бич).

4. Автомобиль приближается к пункту А со скоростью 80 км/ч. В тот момент, когда ему оставалось проехать 10 км, из пункта А в перпендикулярном направлении выезжает грузовик со скоростью 60 км/ч. Чему равно наименьшее расстояние (в км) между автомобилем и грузовиком?

V. Упр. 4, № 2.

1. Известно, что если тело движется под действием ветра, то скорость его движения без сопротивления равна скорости ветра. Однако если взять платформу, поставить на короткие стальные полозья и снабдить парусом (буер), то скорость буера может превышать скорость ветра в 2-3 раза. В чем же здесь дело?
2. Зависит ли форма траектории движущегося тела от того, в какой системе отсчета производится наблюдение за движением тела? Приведите примеры.

Одно я познал за всю долгую жизнь: вся наша наука наивна и проста по сравнению с реальностью и все же это самое драгоценное, что у нас есть.

А. Эйнштейн

Урок 9/9.

СКОРОСТЬ ПРИ НЕРАВНОМЕРНОМ ДВИЖЕНИИ.

Цель урока: Развить понятие «средняя скорость» и на его основе подвести учащихся к определению мгновенной скорости.

Тип урока: прибор ПДЗМ, секундомер демонстрационный.

План урока:

1. Вступительная часть
2. Опрос-повторение
3. Объяснение
4. Закрепление
5. Самостоятельная работа
6. Задание на дом



II. Опрос фундаментальный. Равномерное прямолинейное движение.

Задачи:

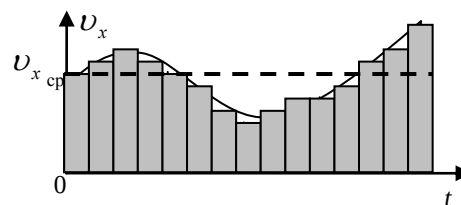
1. Расстояние от пункта А до пункта В катер проходит за время 3 ч, обратный путь занимает у катера время 6 ч. Какое время потребуется катеру, чтобы пройти расстояние от А до В при выключенном моторе?
2. Под каким углом следует направлять нос лодки, чтобы пересечь реку точно поперек при скорости течения 3,5 км/ч, если лодка может двигаться со скоростью 8,4 км/ч в неподвижной воде?
3. Десантный корабль длиной 300 м движется с постоянной скоростью. Катер, имеющий скорость 40 узлов, проходит расстояние от носа корабля до его кормы и обратно за 40 с. Какова скорость корабля относительно воды? Задачу решить в системе отсчета связанной с кораблем и в системе отсчета связанной с берегом.
4. Самолет летит из одного города в другой и без посадки возвращается обратно. Один раз он совершает такой рейс при ветре, который дует вдоль трассы, а другой — при ветре, дующем перпендикулярно трассе. В каком случае самолет совершает рейс быстрее и во сколько раз? Скорость ветра равна 0,3 скорости самолета.

Вопросы:

1. Мяч, движущийся со скоростью 10 м/с, ударяется о ногу футболиста. С какой скоростью и куда должна двигаться нога футболиста, чтобы, ударившись об нее, мяч остановился?
2. При каком условии скорость движущегося тела будет одинакова относительно двух систем отсчета?
3. Катер, переправляясь через реку шириной 800 м, двигался со скоростью 4 м/с перпендикулярно течению реки в системе отсчета, связанной с водой. На сколько будет снесен катер течением, если скорость течения реки 1,5 м/с?
4. Футболист бьет по мячу. Считая удар абсолютно упругим и центральным, определите скорость мяча после удара. Скорость бутсы во время удара не изменяется и равна u . Задачу решить для двух случаев: а) мяч перед ударом покоился; б) мяч двигался навстречу со скоростью u .

III. Прямолинейное неравномерное движение. Движение, при котором за равные промежутки времени тело совершает неодинаковые перемещения, называется неравномерным движением. Примеры неравномерных движений: поезда, самолеты, автомобили и т.д. Формула $S_x = v_x t$ уже не применима. Почему? Как теперь

рассчитать перемещение тела? Можно так! $S_{1x} = v_{1x} \Delta t, \dots, S_{Nx} = v_{Nx} \Delta t$. Тогда $S_{1x} + S_{2x} + \dots + S_{Nx} = \sum S_{ix} = S_x = v_{cp,x} \cdot t \rightarrow \vec{v}_{cp} = \frac{\vec{S}}{t}$.



Пример: Если поезд проходит 600 км за 10 ч, то его средняя скорость равна 60 км/ч. А менялась ли его скорость в процессе движения? Можно ли по этой формуле рассчитать перемещение тела за 20 ч; за 6 ч движения? Нет! Почему?

Средняя скорость позволяет рассчитать перемещение тела только за тот промежуток времени, на котором она определена!

Как определить перемещение тела при таком движении, если известна его средняя скорость (ее можно иногда вычислить по формулам)? $\vec{S} = \vec{v}_{cp} \cdot t$

При неравномерном движении можно использовать понятие «скорость»! Непрерывность движения. *Пример:* Скорость тела за 15 с увеличилась с 5 м/с до 30 м/с. На очень малых участках она была и 10 м/с, и 15 м/с и 25 м/с. Скорость тела в данной точке траектории называется **мгновенной скоростью**.

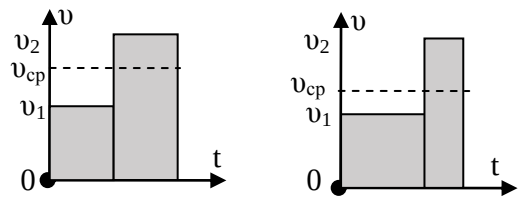
Как ее измерить, не вводя в противоречие с уже данным определением скорости? На очень малых участках траектории движение можно считать равномерным и прямолинейным, поэтому в каждой точке траектории тело

имеет скорость! Измерение мгновенной скорости и средней скорости при равноускоренном движении:

IV. Задачи:

$$v_{cp} = \frac{v_0 + v}{2}$$

1. Первую половину времени автомобиль двигался со средней скоростью 40 км/ч, а вторую – со средней скоростью 80 км/ч. Определите среднюю скорость автомобиля на всем пути. Определите также среднюю скорость, если автомобиль первую половину пути движется со скоростью 40 км/ч, а вторую – со скоростью 80 км/ч.



2. Катер прошел первую половину пути со скоростью в два раза большей, чем вторую. Средняя скорость на всем пути составила 4 км/ч. Каковы скорости катера на первой и второй половинах пути?
3. Расстояние, которое проходит поезд от первой и до последней остановки, равно 720 км. Определите время, которое тратит поезд на остановки, если модуль его средней скорости на перегоне 50 км/ч, а средняя скорость на всем пути 42 км/ч.

V. Самостоятельная работа по карточкам.

VI. § 10. Упр. 5, № 2.

...равномерно – или единообразно-ускоренным движением называется такое, при котором после выхода из состояния покоя в равные промежутки времени прибавляются и равные моменты (приращения) скорости.

Галилей

Урок 10/10.

РАВНОУСКОРЕННОЕ ДВИЖЕНИЕ

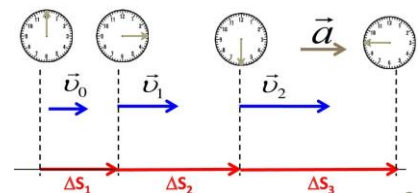
Цель урока: Развить представление о равноускоренном движении; ввести понятие «ускорение».

Тип урока: комбинированный.

Оборудование: прибор ПДЗМ, демонстрационный секундомер.

План урока:

1. Вступительная часть
2. Опрос
3. Объяснение
4. Закрепление
5. Задание на дом



II. Опрос фундаментальный: 1. Средняя скорость. 2. Мгновенная скорость.

Задачи:

1. Третью всего времени автомобиль проехал со скоростью 30 км/ч, а остальное время – со скоростью 90 км/ч. Какова была средняя скорость автомобиля?

2. Третью всего пути автомобиль проехал со скоростью 30 км/ч, а остальной путь – со скоростью 90 км/ч. Какова была средняя скорость автомобиля?
3. Катер, двигаясь вниз по течению, затратил время в 3 раза меньшее, чем на обратный путь. Определите, с какими скоростями относительно берега двигался катер, если его средняя скорость на всем пути составила 3 км/ч.
4. На первую треть пути автомобиль затратил четверть всего времени движения, а оставшееся расстояние он проехал со скоростью 40 км/ч. Какова средняя путевая скорость автомобиля?
5. Автомобиль за время $t_1 = 1,5$ ч проехал по шоссе на север расстояние $s_1 = 90$ км. Затем он повернул на восток и по скоростному шоссе в течение времени $t_2 = 1$ ч проехал расстояние $s_2 = 120$ км. Найти среднюю путевую скорость автомобиля и модуль вектора его средней скорости.
6. Первую половину времени прямолинейного движения между городами А и В автомобиль ехал с постоянной скоростью 40 км/ч, вторую – с постоянной скоростью 60 км/ч. С какой средней скоростью автомобиль проехал первую половину пути?
7. Мальчик $1/4$ времени ехал на велосипеде со скоростью 12 км/ч, затем велосипед сломался, и оставшуюся $1/3$ часть пути мальчик прошел пешком, волоча велосипед за собой. С какой скоростью мальчик шел пешком? Во сколько раз быстрее он мог бы преодолеть путь, если бы велосипед не сломался?

Вопросы:

1. Во время езды на автомобиле через каждую минуту снимались показания спидометра. Можно ли по этим данным определить среднюю скорость движения автомобиля.
2. Какую скорость переменного движения показывает спидометр автомобиля?
3. В каком случае мгновенная и средняя скорости равны между собой?
4. Мяч, летящий со скоростью v , ударяется в едущий ему навстречу со скоростью u автомобиль. Какой станет скорость мяча после упругого удара?
5. По реке плывут весельная лодка и рядом с нею плот. В каком направлении надо грести, чтобы расстояние между плотом и лодкой быстрее стало равным 10 м?
6. Человек на ходу должен спрыгнуть с подножки движущегося поезда. Как ему надо прыгнуть: по ходу поезда или против, чтобы уменьшить последствия прыжка? Куда должно быть обращено лицо?
7. Папа на рыбалке за 10 минут поймал 3-х рыбок. За какое время он поймает еще 10 рыбок?

8. За каждую секунду кролик перемещается на половину расстояния, остающегося между его носом и пучком салата. Достигнет ли он когда-нибудь этого пучка?
9. Самолет летит по замкнутому маршруту Москва-Новосибирск-Москва на побитие рекорда скорости. В течение всего полета дует постоянный ветер по направлению Москва-Новосибирск. Улучшится или ухудшится рекорд из-за ветра?

III. Как же вычислить мгновенную скорость тела? Для этого необходимо знать, как быстро она изменится с течением времени. Частный случай движения с переменной скоростью – **равноускоренное движение**. Опыты с ПДЗМ. Измеряем перемещение каретки за 1,2,3 секунды и рассчитываем средние скорости. Поскольку при данном движении $v_{\text{ср}} = \frac{v_1 + v_2}{2}$, то вычисляем скорости

каретки в конце каждого участка: $v = 2v_{\text{ср}}$.

Равноускоренное движение. Пути, проходимые равноускоренно движущимся без начальной скорости телом за последовательные равные промежутки времени относятся как последовательные положительные нечетные числа: $S_1 : S_2 : S_3 = 1:3:5: \dots$

Равноускоренное движение – движение тела, при котором его скорость за любые равные промежутки времени изменяется на одну и ту же величину.

$t, \text{с}$	$S, \text{м}$	$v_{\text{ср}}, \text{м/с}$	$v, \text{м/с}$	$a = \Delta v / \Delta t, \text{м/с}^2$
1.				
2.				

Ускорение – быстрота изменения скорости.

$$\begin{array}{ccc} \vec{v}_1 = \vec{v}_0 & \vec{v}_2 = \vec{v} & \vec{a} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} \rightarrow \vec{a} = \frac{\vec{v} - \vec{v}_0}{t} \\ \bullet \xrightarrow{\quad} & \bullet \xrightarrow{\quad} & \\ t_1 = 0 & t_2 = t & \end{array}$$

Ускорение ($\vec{a}$) – свойство равноускоренно движущегося тела, измеряемое отношением изменения скорости к промежутку времени, за который это изменение произошло.

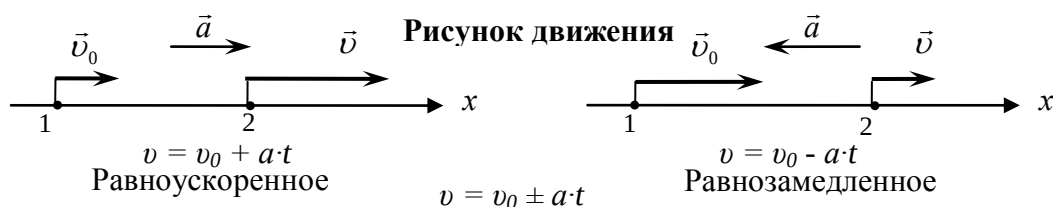
При равноускоренном движении: $\vec{a} = \text{пост.}$

- Вектор ускорения направлен в сторону вектора изменения скорости!

$$\begin{array}{ccc} \vec{v}_0 & \vec{v} & \\ \bullet \xrightarrow{\quad} & \bullet \xrightarrow{\quad} & \\ \Delta \vec{v} & \vec{a} & \end{array} \quad \Delta \vec{v} = \vec{v} + (-\vec{v}_0)$$

- Единица ускорения в системе СИ: $[a] = \frac{[\text{м/с}]}{[\text{с}]} = [\text{м/с}^2]$.
- Зная начальную скорость тела и его ускорение, можно рассчитать скорость тела в любой момент времени: $\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{a} t$ (уравнение скорости).

Проекция скорости и ускорения на координатную ось: $v_x = v_{0x} + a_x t$



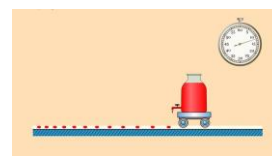
(уравнение проекции скорости). Если знаки проекций начальной скорости и ускорения тела совпадают, то скорость тела увеличивается по модулю, а если нет, то уменьшается. Во всех случаях движение ускоренное и отличается лишь знаком проекции вектора ускорения на выбранную ось. В физике слово «ускорение» включает и ситуацию «замедления». Ускорение (**модуль ускорения**) всегда положительно, а его проекция на координатную ось может быть отрицательной! Прибор для измерения ускорения – **акселерометр** (демонстрация).

IV. Задачи:

1. В начальный момент времени поезд имел скорость 10 м/с, а в момент времени 5 с – скорость 18 км/ч. Определите ускорение поезда.
2. Двигаясь со скоростью 27 км/ч, мотоциклист, увидев препятствие, затормозил и остановился через 2 с. С каким ускорением двигался мотоциклист?
3. Водитель, «проскочивший» поворот, останавливает машину, движущуюся со скоростью 70 км/ч, затем разгоняет её, двигаясь задним ходом, до скорости 20 км/ч. Этот маневр занимает 10 с. Каково среднее ускорение автомобиля?

Вопросы:

1. Два поезда идут навстречу друг другу - один ускоренно на север, а другой - замедленно на юг. Как направлены ускорения поездов?
2. За первую половину времени равноускоренного прямолинейного движения от остановки автомобиль проехал 100 м. Какой путь он пройдет за вторую половину времени?
3. Как направлено ускорение?
 - Бегуна на старте;
 - Велосипедиста перед пешеходным переходом;
 - Автомобиля при обгоне другого автомобиля;
 - Самолета при снижении;
 - Детей на вращающейся карусели.
4. Ускорение автомобиля 12 (км/ч)/с. Что это означает?
5. Усейн Болт на тренировке не спеша набрал скорость 10 м/с за 8 с. С каким ускорением он двигался?



6. Выразите ускорение 9 (км/ч)/с в единицах м/с^2 .

7. Поезд, трогаясь с места, через 10 с приобретает скорость 0,6 м/с. За какое время от начала движения скорость поезда станет равной 3 м/с. Движение поезда считать равноускоренным.

V. § 11. Упр. 6, № 1, 2, 4.

1. Сколько времени необходимо, чтобы на космическом корабле, движущемся с ускорением g (почему g ?) достичь скорости света?

2. Предложите несколько вариантов конструкций приборов, с помощью которых можно измерять мгновенную скорость движения заводного автомобиля; ускорение тележки, движущейся по горизонтальной поверхности.

Проводя далее опыт ..., мы постоянно находили, что отношение пройденных путей равно отношению квадратов времени их прохождения...

Галилей

Урок 11/11. ПЕРЕМЕЩЕНИЕ ПРИ РАВНОУСКОРЕННОМ ДВИЖЕНИИ

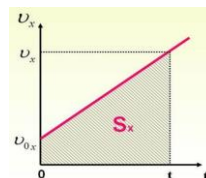
Цель урока: Получить формулу для перемещения равноускоренно движущегося тела, записать уравнение движения тела.

Тип урока: комбинированный.

Оборудование: прибор ПДЗМ, демонстрационный секундомер.

План урока: 1. Вступительная часть

1. Опрос
2. Объяснение
3. Закрепление
4. Задание на дом



II. Опрос фундаментальный: 1. Равноускоренное движение. 2. Ускорение.

Задачи:

1. Поезд начал движение под уклон со скоростью 36 км/ч, а в конце участка пути достиг скорости 72 км/ч. Сколько времени продолжался спуск, если ускорение поезда равнялось $0,1 \text{ м/с}^2$?

2. При подходе к светофору скорость автомобиля уменьшилась с 43,2 км/ч до 28,8 км/ч за 8 с. Определите проекцию ускорения автомобиля.

3. Пусть зависимость проекции скорости тела от времени имеет вид: $v_x = 2 \text{ м/с} + 0,1 \text{ м/с}^2 t$. Постройте график этой зависимости.

Вопросы:

1. Тело движется прямолинейно равноускоренно без начальной скорости. Во сколько раз путь, пройденный телом за 5 с, больше пути, пройденного за 1 с?

2. Тело начало двигаться прямолинейно с постоянной скоростью 6 м/с из точки с координатой -7 м . Через какое время координата тела окажется равной 5 м?

3. Автомобиль, двигаясь равноускоренно, через 10 с после начала движения достиг скорости 54 км/ч. Найти ускорение автомобиля.

4. Необходимо перейти улицу под дождем, не имея зонта. Как поступить: бежать или идти шагом?

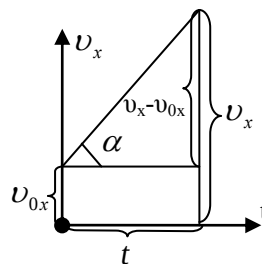
5. Один камень выпал из окна вагона во время движения поезда, а второй – во время остановки. Одинаково ли время падения этих камней?
6. «Корабль шел на пределе, дальнейший разгон не предусматривался инструкциями космофлота. Через час скорость возросла на тысячу километров в секунду» (Кир Булычев, Агент КФ). Найти ускорение корабля. Во сколько раз оно превосходит ускорение свободного падения?

III. Пусть задана зависимость проекции скорости тела от времени: $v_x = v_{0x} + a_x t$ (**уравнение проекции скорости**). Каков характер движения тела? Чему равна проекция ускорения тела? проекция начальной скорости? Постройте график этой зависимости. Что можно определить по графику проекции скорости тела?

- **Проекцию скорости тела в любой момент времени.**

- **Проекцию ускорения тела:** $a_x = \frac{v_x - v_{0x}}{t} = \operatorname{tg} \alpha$.

- **Проекцию перемещения тела?**



При прямолинейном равномерном движении перемещение тела равно площади фигуры, расположенной под графиком скорости. Верно ли это утверждение для равноускоренного движения? Да! Движение на

малых промежутках времени ($\Delta t \rightarrow 0$) можно считать равномерным и $S_x = \sum_{i=1}^N v_{xi} \Delta t$.

Проекция перемещения тела при прямолинейном равноускоренном движении равна площади трапеции или сумме площадей прямоугольника и треугольника:

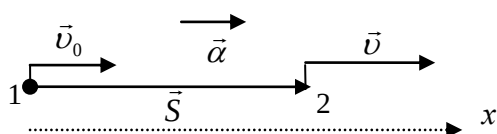
$$S_x = \left(\frac{v_{0x} + v_x}{2} \right) t \text{ или } S_x = v_{0x} t + \frac{a_x t^2}{2}.$$

Средняя скорость при равноускоренном движении: $S_x = v_{cp} t \rightarrow v_{cp} = \frac{v_{0x} + v_x}{2}$.

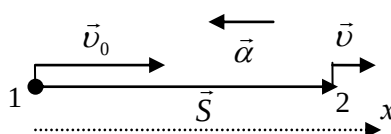
- **Записать уравнение движения тела, если известна его начальная координата:** $x = x_0 + S_x = x_0 + v_{0x} t + \frac{a_x t^2}{2}$ — **уравнение равноускоренного движения.**

Основные формулы кинематики прямолинейного равноускоренного движения: $\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{a}t$; $\vec{S} = \vec{v}_0 t + \frac{\vec{a}t^2}{2}$.

Внимание! Проекция векторов на координатные оси могут быть положительными, отрицательными и равными нулю!



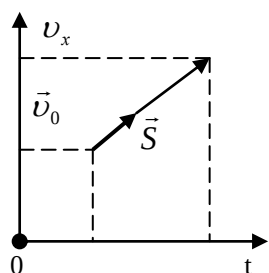
$$v = v_0 + at; \quad S = v_0 t + \frac{at^2}{2}.$$



$$v = v_0 - at; \quad S = v_0 t - \frac{at^2}{2}.$$

Если начальная скорость тела при прямолинейном равноускоренном движении будет равна нулю, то каков будет график его скорости? Как определить в данном случае проекцию перемещения тела?

Решение основной задачи механики для прямолинейного равноускоренного движения:



$$\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{a}t; \quad v_x = v_{0x} + a_x t; \quad v_y = v_{0y} + a_y t.$$

$$\vec{S} = \vec{v}_0 t + \frac{\vec{a}t^2}{2}; \quad S_x = v_{0x} t + \frac{a_x t^2}{2}; \quad S_y = v_{0y} t + \frac{a_y t^2}{2}.$$

$$x = x_0 + S_x = x_0 + v_{0x} t + \frac{a_x t^2}{2} - \text{уравнение равноускоренного движения.}$$

Что можно определить с помощью уравнения движения?

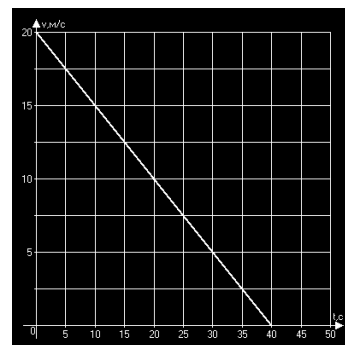
IV. Задачи:

1. Движущийся со скоростью 30 м/с автомобиль подвергается ускорению 2 м/с² в течение 5 с. Какова его конечная скорость? Какое перемещение он совершил за это время? (Задачу решить самому и рассмотреть оба варианта направления ускорения).

Внимание! В задачах изображать на рисунке начальную скорость, скорость, ускорение и перемещение тела. Если неизвестно направление какого-либо вектора, то его направление на чертеже не изображается, и его проекция не выражается через модуль!

2. Скорость пули при вылете из дула 400 м/с. Длина ствола 1 м. Ускорение считать постоянным. Сколько времени пуля летела в стволе? Чему равнялось ее ускорение?
3. Тело движется равноускорено с начальной скоростью 10 м/с. За время 2 с оно перемещается на 40 м. Чему равна его скорость в этот момент времени?
4. При аварийном торможении автомобиль, движущийся со скоростью 72 км/ч, остановился через 5 с. Найти тормозной путь.
5. Точечное тело начало двигаться вдоль прямой с постоянным ускорением, равным по модулю 4 м/с², и через 6 секунд после начала движения вернулось в исходную точку. Чему был равен модуль начальной скорости тела?
6. Тело с начальной скоростью 10 м/с движется равнозамедленно и останавливается, пройдя 20 м. Сколько времени потребовалось до полной остановки? Чему равно ускорение тела?
7. По графику проекции скорости определите:

- 1) начальную скорость тела;
- 2) ускорение тела;
- 3) изобразите рисунок движения;
- 4) запишите уравнение проекции скорости;
- 5) запишите уравнение движения тела, если начальная координата равна нулю.



8. Движение задано уравнением координаты $x(t) = 2 + 3t + 0,4t^2$. Определите: 1) начальную координату тела; 2) проекцию начальной скорости тела; 3) проекцию ускорения; 4) изобразите рисунок движения; 5) запишите уравнение проекции скорости; 6) определите координату и проекцию скорости в момент времени $t = 6$ с.

Вопросы:

1. Что общего между равноускоренным и равномерным движением? Чем они отличаются?
2. Во сколько раз возрастает тормозной путь при увеличении скорости в два раза?
3. Летающая тарелка стартовала с постоянным ускорением $\vec{a}$, забыв одного из инопланетян. В течение какого времени после взлета оставшемуся инопланетянину имеет смысл звать тарелку назад, если скорость звука в воздухе равна c ?
4. Может ли в данный момент времени скорость тела равняться нулю, а ускорение быть отличным от нуля?
5. При прямолинейном равноускоренном движении из состояния покоя тело переместилось за 1 с на 1 м. Какое перемещение совершит тело за 3 с?
6. Чем отличается «ускоренное» прямолинейное движение от «замедленного»? Что можно сказать о знаках проекций скорости и ускорения на координатную ось в этих случаях?
7. Во сколько раз возрастает время торможения при увеличении скорости в два раза?

V. § 12, Упр. 7, № 1-4

1. Каково ваше ускорение на стометровке?
2. Предложите несколько вариантов конструкции приборов, с помощью которых можно производить автоматическую запись зависимости пути от времени.

Приложи сердце твое к учению и уши твои – к умным словам.

Книга притчей Соломоновых

Урок 12/12.

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ

Пуля в стволе винтовки имеет ускорение около $250\,000\text{ м/с}^2$.

Цель урока: Выработать алгоритм решения кинематических задач.

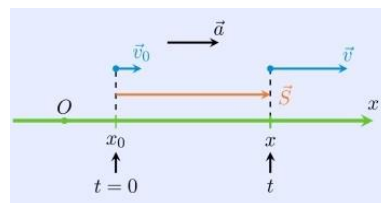
Тип урока: решение задач.

Оборудование: прибор ПДЗМ, демонстрационный секундомер.

План урока:

1. Вступительная часть
2. Опрос
3. Решение задач
4. Задание на дом

II. Опрос фундаментальный: 1. График зависимости



проекции скорости тела от времени при равноускоренном движении. 2. Перемещение при прямолинейном равноускоренном движении. 3. Уравнение движения при прямолинейном равноускоренном движении.

Задачи:

1. С каким ускорением двигался автомобиль, если на пути в 1 км его скорость возросла с 36 до 72 км/ч?
2. Шайба, брошенная на лед со скоростью 90 км/ч, пролетела по льду 62,5 м, потеряв 10% скорости. Чему было равно ускорение шайбы?
3. Пуля в стволе автомата Калашникова движется с ускорением 616 км/с^2 . Какова скорость вылета пули, если длина ствола 41,5 см?
4. Тело, двигаясь равноускоренно, за первые 5 с своего движения прошло путь $S_1 = 100 \text{ м}$, а за первые 10 с — $S_2 = 300 \text{ м}$. Определите начальную скорость тела.

Вопросы:

1. При прямолинейном движении в начале и в конце движения модуль скорости оказался одинаков. Могло ли тело двигаться с постоянным ускорением?
2. Сколько времени будет тормозить до полной остановки автомобиль, движущийся со скоростью 20 м/с, если его ускорение 5 м/с^2 ?
3. Точка движется вдоль оси Ох по закону: $x = t \cdot (2 + 5t)$. Чему равна проекция начальной скорости точки на ось Ох?
4. Автомобиль проехал мимо одного километрового столба со скоростью 15 м/с, а мимо следующего — со скоростью 25 м/с. Сколько времени он ехал от одного столба до другого, если он двигался равноускоренно?
5. Длина шкалы спидометра 15 см. Он измеряет скорость автомобиля в пределах от нуля до 150 км/ч. Найдите в см/с скорость указателя спидометра, если автомобиль движется с ускорением 2 м/с^2 .
6. Во сколько раз скорость пули в середине ствола меньше ее скорости при вылете из него?
7. Предположим, что система противоракетной обороны получает оповещение о том, что через минуту над стартовой площадкой ракеты-перехватчика на высоте 200 км будет находиться баллистическая ракета противника. Ракета-перехватчик способна развить ускорение 100 м/с^2 . Достаточно ли одной минуты для перехвата?

III. Задачи:

1. Автомобиль, движущийся со скоростью 5 м/с в течение 5 с подвергается ускорению 2 м/с^2 , а затем в течение 10 с движется равномерно. Определите перемещение автомобиля. (Учитель решает задачу графически, потом аналитически).

2. Поезд начинает движение из состояния покоя и равномерно увеличивает свою скорость. На первом километре она возросла на 10 м/с. Какой она будет в конце второго километра?
3. Перемещение автомобиля во время разгона составляет 90 м. Последнюю треть этого перемещения автомобиль прошел за 2 с. Определите ускорение и время разгона, если автомобиль движется равноускоренно из состояния покоя.
4. Мотоциклист разгоняется с места с ускорением 2 м/с^2 . Определите длину участка разгона, время разгона и скорость в конце участка разгона, если известно, что первая половина участка была пройдена мотоциклистом за 3 с.
5. Автомобиль тормозит с постоянным ускорением до полной остановки. Торможение заняло 4 с, а тормозной путь составил 20 м. Какова была скорость автомобиля на середине тормозного пути?
6. Двигаясь от стоянки равноускоренно, автомобиль за 10 с достигает скорости 20 м/с. Следующие 5 с он движется равномерно, а затем останавливается в течение 5 с, двигаясь с постоянным ускорением. Найдите перемещение автомобиля за все время движения.

V. Упр. 7, № 5-9

1. Воспроизведите в домашних условиях равноускоренное движение тела. Какие у вас есть доказательства, что наблюдаемое вами движение равноускоренное?
2. Тормозной путь автомобиля 320 м. Считать движение равнозамедленным, разбить весь путь на такие четыре участка, на прохождение каждого из которых затрачено одинаковое время.

То, что было принято без доказательств, может быть отвергнуто без доказательств.

Евклид

Наука начинается с тех пор, как начинают измерять.

И.Д. Менделеев

Урок 13/13.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1: «ИЗМЕРЕНИЕ УСКОРЕНИЯ ТЕЛА ПРИ ЕГО РАВНОУСКОРЕННОМ ДВИЖЕНИИ».

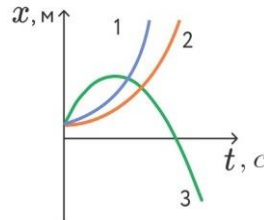
Цель урока: научить учеников измерять ускорение тела при прямолинейном равноускоренном движении.

Тип урока: лабораторная работа.

Оборудование: измерительная линейка, секундомер, желоб, шарик, штатив с муфтой и лапкой, металлический цилиндр.

План урока:

1. Вступительная часть
2. Вводный инструктаж
3. Выполнение работы
4. Подведение итогов
5. Задание на дом



II. Записать в тетради название работы, оборудование, цель работы, краткую теорию (инструктаж проводит учащийся у доски). Сборка демонстрационной установки. Измерение перемещения шарика и определение среднего значения времени движения шарика $t_{\text{ср}}$. Погрешности измерения времени: $\Delta t_{\text{ср}} = \Delta t / \sqrt{N}$. Простой секундомер $\Delta t = 1,5 \text{ с}$, электронный $\Delta t = 0,1 \text{ с}$. При умножении и делении относительные погрешности складываются!

Расчет ускорения шарика по формуле: $a_{cp} = S_{cp}/t_{cp}^2$; $\Delta a / a_{cp} = \Delta S / S_{cp} + 2 \Delta t_{cp} / t_{cp} = \varepsilon$.

III. Ход работы:

Дополнительное задание:

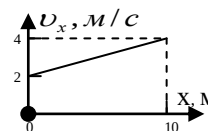
- По известному перемещению и ускорению шарика определите его мгновенную скорость в момент удара о металлический цилиндр (второй способ, по известному ускорению (a_x) и t).
- Установите зависимость времени движения шарика от угла наклона желоба.

№ п/п	t , с	t_{cp} , с	S_{cp} , м	a_{cp} , м/с ²
1.				
2 - 4.				
5.				
Относительная погрешность				

IV. Сравнение полученных значений ускорения и обсуждение результатов.

V. § 12, Упр. 7, № 9

- Двигаясь равноускоренно по прямой из состояния покоя, тело проходит некоторый путь. Чему равно отношение средней скорости тела на второй половине пути к средней скорости на первой половине пути?
- Как должно двигаться тело, чтобы для вычисления его средней скорости можно было использовать формулу $v_{cp} = \frac{v_0 + v}{2}$?
- Частица движется вдоль прямой так, что ее перемещение за любую секунду на три метра больше ее перемещения за предыдущую секунду. С каким ускорением частица движется?
- «Время, в течение которого тело, вышедшее из состояния покоя и движущееся равномерно ускоренно, проходит некоторое расстояние, равно времени, в течение которого это же расстояние было пройдено тем же телом при равномерном движении, скорость которого равна половине наибольшей конечной скорости, достигаемой при первом равномерно ускоренном движении». Докажите это утверждение Галилея.
- График проекции скорости от координаты представляет собой прямую линию. Каким будет график проекции ускорения от: 1) проекции скорости; 2) координаты?



... насколько я знал, никто еще не доказал, что пространства, проходимые падающим телом в одинаковые промежутки времени, относятся между собой, как последовательные нечетные числа.

Галилей

Урок 14/14.

СВОБОДНОЕ ПАДЕНИЕ ТЕЛ

Возможно ли движение без опоры?

Цель урока: Развить представления учеников о свободном падении тел в поле тяготения Земли и измерить ускорение свободного падения.

Тип урока: комбинированный.

Оборудование: Секундомер электронный, шарик стальной, приставки – панели к секундомеру, штатив, провода соединительные, трубка Ньютона.

- План урока:**
1. Вступительная часть
 2. Опрос-повторение
 3. Объяснение
 4. Закрепление
 5. Домашнее задание



II. Задачи:

1. Точка движется по закону: $x = 2 - 12 \cdot t + 2 \cdot t^2$ (СИ). Построить графики зависимости координаты, проекции скорости и проекции ускорения точки от времени (задачу решают три ученика, и каждый строит свой график).
2. Прямолинейное движение точки описывается уравнением: $x = 1 + 3 \cdot t - 2t^2$. Где находится точка в начальный момент времени? Как меняется скорость точки со временем? Когда точка окажется в начале координат?
3. Автомобиль за время t набрал скорость v и сразу начал тормозить. Найти пройденный до остановки путь, если при торможении ускорение вдвое больше, чем при разгоне.
4. Тело движется по закону $x = -8 + 4t - t^2$. Найти путь и перемещение тела за 3 секунды.
5. Отходящий от станции поезд на первом километре пути увеличил свою скорость на 10 м/с, а на втором - на 5 м/с. На каком километре ускорение поезда было больше?
6. Электричка тормозит с постоянным ускорением до полной остановки. Тормозной путь составил 50 м, а скорость на середине тормозного пути была 10 м/с. Сколько времени продолжалось торможение? $5\sqrt{2}$

Все великое достигается с легким сердцем!

Рамта

Вопросы:

1. Что представляет собой примерный график зависимости проекции перемещения от проекции скорости при равноускоренном движении?
2. Как отличить равноускоренное движение от других?
3. Мотоциклист тормозит с постоянным ускорением 1 м/с^2 . Мимо поста ДПС он проезжает со скоростью 36 км/ч. На каком расстоянии от поста он находился 10 с назад? Какой была его начальная скорость?
4. Утверждают, что уравнение $x = 10 - 4t - 3t^2$ описывает равноускоренное движение. Верно ли это утверждение? С каким ускорением оно происходит? Чему равны начальная скорость и начальная координата тела?
5. Пусть при прямолинейном движении ускорение пропорционально времени. Как зависит от времени пройденный путь?

III. Аристотель утверждал, что падающие тела мгновенно приобретают свою скорость, стоит их только отпустить. Демонстрация свободного падения капель при стробоскопическом освещении и отношение путей, проходимых каплей в последовательные равные промежутки времени: $S_1 : S_2 : S_3 = 1:3:5$. **Свободное падение капель – равноускоренное движение.** Демонстрация свободного

падения шарика и листа бумаги (затем шарика и скомканного листа бумаги). Почему шарик и скомканный лист бумаги падают почти одновременно? Опыт с трубкой Ньютона. **Падение в вакууме, которому ничего не мешает, называется свободным падением. Все тела падают с одинаковым ускорением (закон свободного падения).**

Аристотель считал, что тяжелое тело падает быстрее легкого. Рассуждения Галилея: если склеить легкое и тяжелое тело, то новое тело должно падать медленнее (если прав Аристотель), но в то же время новое тело должно падать быстрее (если прав Аристотель).

Измерение ускорения свободного падения (демонстрация). Направление $\vec{g}$.

Зависимость модуля $\vec{g}$ от географической широты местности и высоты над уровнем моря, но эти изменения малы, и ими можно пренебречь. На Земле: $9,834 \text{ м/с}^2 \geq g \geq 9,764 \text{ м/с}^2$.

$$g = 9,8 \text{ м/с}^2 \approx 10 \text{ м/с}^2$$

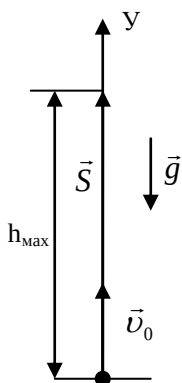
Не пренебрегай врагами: они первыми замечают твои погрешности.

Антисфен из Афин

Во многих случаях сопротивление воздуха оказывает незначительное влияние и, большей частью, мы им также будем пренебрегать. Однако, если расстояние, проходимое телом, велико, то сопротивление воздуха будет оказывать заметное влияние даже на тяжелые тела. *Примеры:* капли дождя, парашютист.

Применение формул равноускоренного движения к свободному падению.

С помощью формул равноускоренного движения можно определить:



1. **Время подъема тела до максимальной высоты:** $t = v_0/g =$

$t_{\text{под}}$ и максимальную высоту подъема: $h_{\text{max}} = \frac{v_0^2}{2g}$.

2. **Время полета тела:** $0 = v_0 t - \frac{gt^2}{2} = t \left(v_0 - \frac{gt}{2} \right) \rightarrow t_{\text{пол}} = \frac{2v_0}{g} =$

$2t_{\text{под}}$ и скорость тела в момент падения.

Брошенный вверх камень на твою же голову и упадет.

Монгольская пословица.

Движение тела по наклонной плоскости без трения – свободное падение с ускорением: $a = g \sin \alpha$. Предметы и объекты падают на землю с одинаковым ускорением по одной просто причине - они словно бы катятся по искривлённому участку пространства!

IV. Задачи:

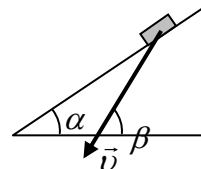
1. Камень брошен вертикально вверх со скоростью 50 м/с. Через сколько секунд его скорость будет равна 30 м/с и направлена вертикально вниз?
2. Парашютист обычно приземляется со скоростью 18 км/ч. Если вам придет в голову потренироваться в приземлении с такой скоростью, прыгивая с крыши, то на какой высоте должна быть крыша?

3. С какой минимальной скоростью лосось должен выпрыгнуть из воды, чтобы попасть на вершину водопада высотой 2,1 м?

Вопросы:

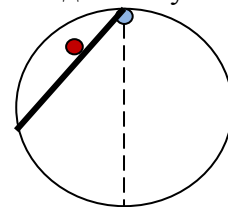
1. Что общего и в чем различие между свободным падением и равноускоренным движением?
2. Как с помощью длинной веревки и секундомера измерить объем комнаты? Измерьте расстояние с вашего балкона до земли.
3. Петя Иванов подбросил вверх камень со скоростью 18 км/ч. Чему равно ускорение камня в самой верхней точке траектории?
4. Насколько изменится скорость свободно падающего тела за шестую секунду падения?
5. Как с помощью линейки измерить время падения шарика на пол?
6. Почему мяч, упавший с крыши дома, опаснее мяча, упавшего с табуретки?
7. Почему макет крепостной стены падает быстрее, чем сама стена?
8. Во сколько раз высота одного дома больше высоты другого дома, если время падения сосулек с их крыш отличается в два раза?
9. Автомобиль врезается со скоростью 90 км/ч в твердую стену. Падению, с какой высоты эквивалентен этот удар?
10. Два шарика выпущены из одной точки один после другого. Меняется ли расстояния между ними при падении?
11. С крыши дома высотой 8 м через одинаковые промежутки времени падают капли воды, причем первая ударяется о землю тогда, когда пятая отрывается от крыши. Определить расстояние между каплями в момент, когда первая капля ударяется о землю.

12. Скорость монеты, соскальзывающей с клина, изображена на рисунке. Графическим построением найдите скорость клина.



V. § 13

1. С помощью демонстрационной линейки измерьте время реакции человека.
2. Из верхней точки окружности начинают двигаться два шарика. Один из них скользит по наклонному желобу, другой падает. Докажите, что оба шарика одновременно достигнут окружности (задача Галилея). Трение не учитывать.
3. Измерьте среднее время прыжка с места вертикально вверх и определите высоту прыжка.
4. Тело брошено вертикально вверх со скоростью v_0 . Направим ось Y вертикально вверх. Нарисовать графики высоты, проекции скорости и проекции ускорения от времени: $y(t)$, $v_y(t)$, $a_y(t)$ и скорости от высоты $v_y(y)$.



Кто ясно видит величие чужой мысли, тот и сам поднимается до того же уровня и возносит мысль свою на ту же высоту.

М. Монтель

Не желай, чтобы было легче. Желай, чтобы тебе было лучше.

Джим Рон

Урок 15/15

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ

На какую высоту сможет прыгнуть человек на Луне?

Цель урока: Выработать алгоритм решения кинематических задач и на его помощь решить представленные задачи.

Тип урока: решение задач.

Оборудование: пистолет баллистический, линейка.

План урока:

1. Вступительная часть
2. Опрос
3. Решение задач
4. Решение задач
5. Задание на дом

II. Опрос фундаментальный. Свободное падение.

Задачи:

1. Предельная скорость падения человеческого тела в воздухе около 55 м/с. С какой высоты должно падать тело в вакууме, чтобы достичь такой скорости?
2. Стрела выпущена из лука вертикально вверх со скоростью 40 м/с. На какую максимальную высоту она поднимается? Сколько времени стрела пробудет в воздухе, прежде чем возвратиться обратно на землю?
3. Камень брошен с высоты 28 м вертикально вверх с начальной скоростью 8 м/с. Найдите скорость падения камня на землю.

Вопросы:

1. Кусок мела бросают вертикально вверх, после чего он, достигнув высшей точки траектории, падает вниз. Каковы знаки проекции перемещения, проекции скорости и проекции ускорения на восходящем и нисходящем участках траектории?
2. Выйдя весной в чистое поле, Петя от восторга швырнул камешек вертикально вверх со скоростью 10 м/с. Какая скорость окажется у камешка через 3 с?
3. Начальная скорость брошенного вверх тела уменьшилась в 2 раза. Во сколько раз уменьшилась высота подъема?
4. Пуля выпущена из винтовки вертикально вверх. Можно ли поймать пулю руками в высшей точке её траектории?
5. Почему восходящая струя фонтана сплошная, а нисходящая распадается на отдельные части?
6. Как надо бросить камень с балкона, чтобы его скорость при падении на землю была наибольшей?

7. Тяжелый предмет подвешен на веревке к воздушному шару, равномерно поднимающемуся с некоторой скоростью. Как будет двигаться предмет для наблюдателя на земле и для наблюдателя на шаре, если веревку перерезать?
8. Тело на некоторой вновь открытой планете свободно падало с высоты 100 м. Какова была средняя скорость во время падения и сколько времени длилось падение, если при ударе скорость тела 40 м/с?
9. На высоте 100 м с одинаковыми начальными скоростями брошен один камень вверх, другой вниз. У какого камня больше скорость при падении на Землю?
10. Лыжник скатывается с горы (наклонная плоскость) за время t . За какое время он спустится с горы такой же формы, но в 4 раза большего размера?
11. Медведь упал в яму-ловушку глубиной 19,617 метров. Время его падения составило 2,000 с. Какого цвета был медведь?
12. Из двух точек, расположенных на одной вертикали вблизи поверхности Земли, начинают одновременно падать два тела. Как будет меняться расстояние между ними при свободном падении?
13. На клин, плоскость которого составляет угол α с горизонтом, положили тело. Какое ускорение необходимо сообщить клину в горизонтальном направлении, чтобы тело свободно падало вертикально вниз? $a = g \cot \alpha$
14. Вода из Большого Гейзера на острове Исландия выбрасывается на высоту 40 – 60 м. с какой скоростью она вырывается из отверстия?

«Ронану не нужна была физика. Он мог запугать даже кусок фанеры, чтобы заставить его делать то, что он хотел».

Мэгги Стиффатер

III. АЛГОРИТМ РЕШЕНИЯ КИНЕМАТИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

1. Внимательно прочтите условие задачи и выясните смысл входящих в нее терминов и выражений.
2. Кратко запишите условие с последующим переводом значений физических величин в единицы системы СИ.
3. Выполните соответствующий условию задачи рисунок или чертеж.
4. Выберите систему отсчета: это предполагает выбор тела отсчета, положительного направления осей координат, начала отсчета времени.
5. Установите вид движения каждого из тел и запишите кинематические уравнения движения для каждого тела (уравнения скорости и перемещения).
6. Запишите кинематические уравнения движения в проекциях на координатные оси.
7. Используя выражения для проекций векторов, начальные и дополнительные условия, решите систему уравнений относительно искомых величин.
8. Вычислите значения искомых величин, проанализируйте решение и запишите ответ.
15. Какую форму следует придать желобу, чтобы шарик скатывался за минимальное время?

IV. Задачи.

1. Тело брошено с высоты 30 м вертикально вверх (вниз) со скоростью 5 м/с.

Определите время полета тела.

2. Маленькая ракета, взлетающая с Луны, поднимается вверх с ускорением 3 м/с^2 . Через 40 с после начала движения от нее отделяются пустые топливные баки. Через какое время после этого они упадут на поверхность Луны? Ускорение свободного падения равно $1,6 \text{ м/с}^2$. Баки отделяются без толчка.
3. Тело падает вертикально вниз с высоты 20 м без начальной скорости. Определить путь, пройденный телом за последнюю секунду падения.
4. Винни-Пух полез на высокий-превысокий дуб за мёдом и свалился. За последнюю секунду падения Винни-Пух пролетел 20 метров. Вычислите высоту высокого-превысокого дуба.
5. Прыгая с вышки, пловец погрузился в воду на глубину 2 м за 0,4 с. С каким средним ускорением двигался пловец в воде? С какой высоты он прыгал?
6. В точке наивысшего подъема сигнальная ракета взрывается, при этом образуется множество осколков, которые разлетаются во все стороны с одинаковыми по модулю скоростями. Время полета осколка, упавшего на землю раньше других, равно 5 с, а время полета осколка, упавшего на землю позже всех, равно 10 с. Определите высоту, на которой произошел взрыв, и скорость вылета осколков.
7. Два тела начали падать с одной и той же высоты с интервалом $t_0 = 5 \text{ с}$. Через какое время τ после начала падения второго тела расстояние между телами будет $d = 200 \text{ м}$? Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$, сопротивление воздуха не учитывать.
8. Камень, падающий свободно без начальной скорости, пролетел вторую половину пути за 2 с. С какой высоты он падал?

V. § 13.

1. Составить обобщающую таблицу «Прямолинейное равноускоренное движение», используя рисунки, чертежи и текстовый материал.
2. Как изменяется скорость и ускорение тела при его спуске с гладкой горки, имеющей выпуклый (вогнутый) профиль?
3. Как измерить среднюю путевую скорость тела, брошенного вертикально вверх?
4. Чтобы измерить скорость движущегося тела, нужно заставить его подниматься по наклонной плоскости и засечь высоту, на которую оно поднимется. Обоснуйте этот способ измерения скорости тела.
5. Определить скорость, полученную при толчке, при вашем прыжке вертикально вверх.
6. Какой угол наклона должна иметь крыша, чтобы вода стекала за минимальное время?
7. Маленький упругий шарик падает вертикально на плоскость, наклоненную под углом α к горизонту. Верно ли, что расстояния между последовательными точками ударов растут в арифметической прогрессии? Удары шарика абсолютно упругие.
8. С какой минимальной начальной скоростью нужно бросить вертикально вверх тело, чтобы оно прошло путь 100 м?
9. С какой скоростью нужно бросить вверх тело, чтобы за 6 с оно прошло путь 100 м?

Язык физики - это язык физических величин, на основе использования которых формируются и законы, и принципы, и теории.

В.Н. Мощанский

Урок 16/16.

СКОРОСТЬ И УСКОРЕНИЕ ПРИ ВРАЩАТЕЛЬНОМ ДВИЖЕНИИ ТЕЛА.

В какой момент необходимо отпустить пращу, чтобы она попала в цель?

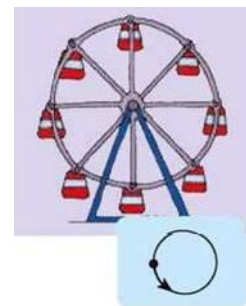
Цель урока: Дать представление о направлении скорости при криволинейном движении. Вывести формулу для определения модулей нормального и тангенциального ускорений.

Тип урока: комбинированный.

Оборудование: диск вращающийся с принадлежностями.

План урока:

1. Вступительная часть
2. Опрос
3. Объяснение
4. Закрепление
5. Задание на дом



II. Опрос фундаментальный. Прямолинейное равноускоренное движение.

Задачи:

1. Тело бросают вертикально вверх. Наблюдатель замечает промежуток времени 3 с между двумя моментами, когда тело находится на высоте 10 м. Найти начальную скорость тела и время его движения.
2. Два камня брошены из одной точки с одинаковыми скоростями: один - вертикально вверх, другой - вертикально вниз. Они упали на землю с интервалом времени 5 с. С какой скоростью были брошены камни? Сопротивление воздуха не учитывать.
3. Определить, как относится время прохождения свободно падающим телом первой половины пути ко времени прохождения им второй половины.

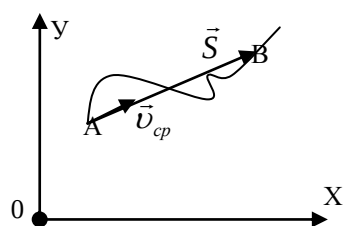
Вопросы:

1. Камень первую половину пути движется замедленно, а вторую – ускоренно. Означает ли это, что в первом случае его ускорение отрицательно, а во вторую – положительно?
2. Стальной шарик периодически подпрыгивает на стальной плите с периодом 1 с. На какую высоту он поднимается?
3. Докажите графически, что при броске тела вертикально вверх с поверхности Земли, время подъема тела на максимальную высоту равно времени его падения на Землю.
4. По наклонной доске пустили катиться снизу-вверх шарик. На расстоянии 30 см от начального положения шарик побывал дважды: через 1 с и через 3 с после начала движения. Найдите всё время движения шарика.

5. Какой должна быть начальная скорость камня, брошенного с земли вертикально вверх, чтобы за четвертую секунду после броска его перемещение было равно нулю?
6. С поверхности земли вертикально вверх бросают камешек. Во сколько раз перемещение камешка за первую половину времени подъема больше перемещения за вторую половину?
7. Доказать, что при свободном движении тел вблизи поверхности Земли их относительная скорость постоянна.
8. Ускорение свободного падения на Луне в шесть раз меньше, чем на Земле. Означает ли это, что при прочих равных условиях человек на Луне подпрыгнет в шесть раз выше, чем на Земле?
9. Воздушный шар поднимается равномерно. К нему на нитке подвешена гирька. Опишите движение гирьки после пережигания нитки.

III. Криволинейное движение (траектория - кривая линия: окружность, эллипс, парабола, гипербола и т.д.). Примеры: движение тела, брошенного под углом к горизонту, движение искусственного спутника Земли, планет и т.д.

Криволинейное движение на плоскости. Как измерить среднюю скорость тела? его мгновенную скорость? Как направлен вектор мгновенной скорости при криволинейном движении? Демонстрация. **Мгновенная скорость тела в**

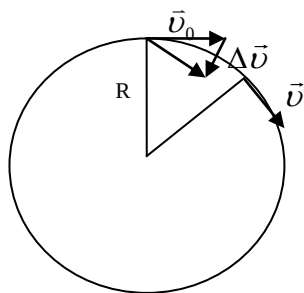


любой точке криволинейной траектории направлена по касательной к траектории в этой точке. Вектор скорости всегда направлен по касательной к траектории в той точке, через которую проходит движущееся тело! Примеры:

искры от точильного круга, брызги от колес буксующего автомобиля.

Изменение модуля и направления скорости при криволинейном движении. Любое криволинейное движение - как комбинация равномерных движений по дугам окружностей. Никаким перемещением нельзя заменить вращение!

Равномерное вращательное движение. Примеры: движение шарика, раскручиваемого на веревке, движение Луны вокруг Земли. При таком движении скорость остается постоянной по модулю, но ее направление непрерывно изменяется. Вектор



изменения скорости и вектор ускорения. Если $\Delta t \rightarrow 0$, то $\varphi \rightarrow 0$, и, следовательно, вектор $\Delta \vec{v}$ направлен к центру окружности.

Ускорение тела, равномерно движущегося по окружности - центростремительное, т.е. направлено по радиусу окружности к ее центру.

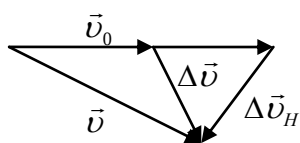
Сформулируйте правило вычитания векторов!

$$\vec{a} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} \rightarrow \frac{\Delta v}{v} = \frac{S}{R} = \frac{v \Delta t}{R} \rightarrow a_n = \frac{v^2}{R}$$

Центростремительное ускорение Солнечной системы при орбитальном движении в Галактике: $0,00000000022 \text{ м/с}^2$, центростремительное ускорение Земли при орбитальном движении вокруг Солнца: $0,006 \text{ м/с}^2$.

Неудивительно, что модуль центростремительного ускорения зависит от v и R . Почему неудивительно? Если ускорение перпендикулярно скорости $\vec{v}$, то скорость не может измениться по модулю? Почему?

Если скорость тела, движущегося по окружности, изменяется и по модулю (неравномерное движение), то наряду с центростремительным ускорением $\vec{a}_n$ будет иметь место и



тангенциальное ускорение $\vec{a}_\tau$. Ускорение по пути следования тела называют тангенциальным, а перпендикулярно – нормальным.

Полное ускорение $\vec{a} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = \frac{\Delta \vec{v}_\tau}{\Delta t} + \frac{\Delta \vec{v}_n}{\Delta t}$. Модуль тангенциального

ускорения: $a_\tau = \frac{v - v_0}{t}$. Модуль полного ускорения: $a = \sqrt{a_n^2 + a_\tau^2}$.

IV. Задачи:

- Военный самолет пикирует по вертикали навстречу горизонтальной поверхности Земли со скоростью 720 км/ч . Предположим, что самолет выходит из пике по дуге вертикальной окружности с постоянной скоростью. Найти минимальную высоту, на которой начинается выход из пикирования, если ускорение при этом не превышает $8g$.

Без циркуля можно нарисовать, не отрывая руки, почти идеальную окружность, если в армии два года крутить мясорубку!

- На какую максимальную высоту поднимаются брызги с колес машины лидера гонки «Формула-1», когда он в дождливую погоду движется без проскальзывания по трассе со скоростью 252 км/ч ? Влиянием атмосферы на полет капель пренебречь.

V. § 14-15. Упр. 6, № 1,2.

- Можно раскрутить ведро с водой в вертикальной плоскости и не разлить воду при условии, что центростремительное ускорение будет не меньше ускорения свободного падения. Если радиус петли, образуемой рукой и ручкой ведра, равен 1 м , то какова необходимая для этого скорость? Каким должно быть время одного оборота?

Человек должен верить, что непостижимое постижимо, иначе он не будет исследовать.

И. Гете

Урок 17/17.

КИНЕМАТИКА РАВНОМЕРНОГО ВРАЩАТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ

Вращение пули в полете и движение ее центра масс никак не влияют друг на друга.

Цель урока: Ввести основные понятия кинематики вращательного движения и получить уравнения движения.

Тип урока: комбинированный.

Оборудование: стробоскоп, диск вращающийся с принадлежностями.

План урока:

1. Вступительная часть
2. Опрос
3. Объяснение
4. Закрепление
5. Задание на дом



II. Опрос фундаментальный. 1. Криволинейное движение.

2. Ускорение при равномерном вращательном движении. 3. Ускорение при равноускоренном вращательном движении.

Задачи:

1. При равномерном движении по окружности тело проходит 5 м за 2 с. Определить величину центростремительного ускорения тела, если его период обращения 5 с.
2. Предмет движется по окружности радиуса 2,9 м и испытывает центростремительное ускорение $3g$. Какова скорость предмета? Каков период его движения?
3. Вдали от всех других тел, в глубинах космоса, движется летающая тарелка. Её скорость в некоторый момент времени равна 200 м/с. Пилот хочет произвести маневр, в результате которого скорость будет направлена перпендикулярно начальному направлению (под углом 90 градусов) и останется такой же по величине как до маневра. Ускорение корабля не должно превышать заданной величины 80 м/с^2 . Найдите минимальное время маневра.
4. Найти линейную скорость и центростремительное ускорение точки на широте 60° . Считать радиус Земли 6400 км.
5. Поезд въезжает на закругленный участок пути с начальной скоростью 54 км/ч и проходит равноускоренно расстояние 600 м за время 30 с. Радиус закругления 1 км. Найти скорость и полное ускорение поезда в конце этого участка пути.

Вопросы:

1. Как определить радиус окружности, по которой движется на тело, на каком-либо участке криволинейной траектории?
2. Укажите два случая движения тел, в которых нормальное ускорение обращается в нуль? Точка – окружность с радиусом, равным нулю, а прямая – окружность с радиусом, равным бесконечности.
3. Укажите два случая движения тел, в которых тангенциальное ускорение обращается в нуль?
4. Как изменяется угол между скоростью и ускорением у тела, которое начинает двигаться по окружности с возрастающей скоростью?

5. Под каким углом - острым или тупым - направлено полное ускорение относительно скорости автомобиля, когда водитель тормозит на закругленном участке дороги?
6. Какие из перечисленных тел движутся с ускорением: Луна, лифт, автомобиль на повороте, лыжник на трамплине, человек на эскалаторе?
7. Точка движется по окружности радиуса 2 м с постоянным по модулю центростремительным ускорением 8 м/с^2 . Определить модуль перемещения точки за время π с.
8. Могут ли совпадать направления мгновенной скорости и ускорения материальной точки при ее движении по криволинейной траектории? не могут.
9. На какой угол повернется часовая стрелка, если ее конец, двигаясь по окружности, пройдет путь, равный длине стрелки?
10. Может ли тело иметь скорость, постоянную по величине, при изменяющемся векторе скорости?
11. Чему равен радиус кривизны циклоиды в верхней точке?

В ИСО с центром колеса $a = \frac{v^2}{r}$, а в ИСО с землей $a = \frac{(2v)^2}{R}$, откуда $R = 4r$.

III. Равномерное движение тела по окружности. Примеры движения по окружности:

- Грузовик движется по мосту с радиусом кривизны R .
- Атлет крутит шар в руке перед тем, как бросить его.
- Космическая станция летает по кругу над поверхностью Земли.
- Катафот вращается на раскрученном колесе велосипеда.

Основные понятия:

1. Период обращения (T) - промежуток времени, в течение которого тело совершает один полный оборот вокруг оси вращения.

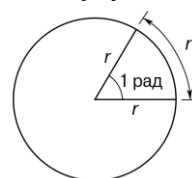
$$T = \frac{t}{N}; [T] = [c], v = \frac{2\pi R}{T}; a_n = \frac{4\pi^2 R}{T^2}.$$

2. Частота обращения (n) - число оборотов, совершаемых телом за единицу времени. $n = \frac{N}{t}; n = \frac{1}{T}; [n] = [c^{-1}] = [об/с]; v = 2 \cdot \pi \cdot R n; a_n = 4\pi^2 n^2 R.$

В шлифовальных (прецизионных) станках частота вращения шпинделя достигает 300000 об/мин при диаметре обрабатываемого отверстия 1 мм. Физики в лаборатории разогнали наночастицы кремния до рекордной для всех известных вращающихся тел скорости - более миллиарда оборотов в секунду. Лучшие теннисисты мира способны ударом справа с отскока придать мячу вращение в 2700 оборотов в минуту и даже свыше 5000 оборотов в минуту.

3. Угол поворота (φ) - угол, на который поворачивается тело за данный промежуток времени, измеряемый в радианах.

Центральный угол, опирающийся на дугу в 1° , имеет величину 1° , центральный угол, опирающийся на дугу, длиной в 1 радиус, имеет величину 1 радиан. Так как дуга — это часть окружности, найти длину дуги можно, вычислив, какую долю эта дуга составляет от длины окружности.



4. Угловая скорость (ω) - свойство равномерно вращающегося тела, измеряемое отношением изменения угла поворота к промежутку времени, за который это изменение произошло.

$$\omega = \frac{\varphi - \varphi_0}{t}; [\omega] = [c^{-1}] = [\text{рад/с}]; \omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi n; v = \omega R; a_n = \omega^2 R.$$

Знает каждый инженер: вэ равно омега эр!

Направление вектора угловой скорости определяется с помощью правила правой руки (правила правого винта, правой руки или буравчика).

Аналогия между равномерным движением по окружности и равномерным прямолинейным движением.

Прямолинейное движение

x - координата тела

x_0 - начальная координата тела

v_x - проекция скорости тела

$x = x_0 + v_x t$ - уравнение движения

Вращательное движение

φ - угол поворота

φ_0 - начальный угол

ω_z - проекция угловой скорости тела

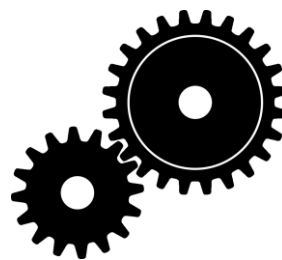
$\varphi = \varphi_0 + \omega_z t$ - уравнение движения.

Дополнительная информация. Кинематические схемы:

1. **Ременная передача:** $\omega_1 r_1 = \omega_2 r_2 \rightarrow \frac{n_1}{n_2} = \frac{r_2}{r_1}.$

2. **Зубчатая передача:** $\omega_1 r_1 = \omega_2 r_2 \rightarrow \frac{n_1}{n_2} = \frac{z_2}{z_1}.$

3. **Цепная передача** - это передача механической энергии при помощи гибкого элемента - цепи, за счёт сил зацепления. Может иметь как постоянное, так и переменное передаточное число (например, цепной вариатор). Состоит из ведущей и ведомой звездочки и цепи. Цепь состоит из подвижных звеньев. Цепная передача применяются в сельскохозяйственных машинах, велосипедах, мотоциклах, автомобилях, строительно-дорожных машинах, в нефтяном оборудовании и т. д.



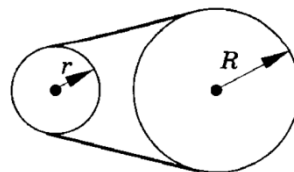
IV. Задачи:

1. При подъеме груза лебедкой, барабан диаметром 24 см совершает 1 об/с. Определите, с какой скоростью поднимается груз.
2. Чтобы обеспечить устойчивый полет пули, в канале ствола огнестрельного оружия делают винтовую нарезку. Внутри ствола длиной 1 м пуля делает один полный оборот и вылетает со скоростью 800 м/с. Определить время, в течение которого пуля движется внутри ствола и частоту обращения пули при вылете (винтовка). Пуля современного пистолета вращается с частотой около 3000 об/с при скорости вылета порядка 600 м/с.
3. За сколько секунд колесо, вращаясь равномерно с угловой скоростью 4π рад/с, сделает 100 оборотов?
4. Автомобиль движется со скоростью 72 км/ч. Сколько оборотов в секунду делают его колеса, если он по шоссе катится без скольжения, а внешний

диаметр покрышек колес равен 60 см? (Можно представить, что автомобиль неподвижен, а шоссе едет навстречу.)

5. Во сколько раз линейная скорость точки обода колеса радиусом 8 см больше линейной скорости точки, расположенной на 3 см ближе к оси вращения колеса?

6. Два шкива связаны бесконечным ремнем. Радиусы шкивов $r = 10$ см и $R = 20$ см. Период обращения шкива меньшего радиуса $T_1 = 0,2$ с. Найти линейную скорость точек ремня v и период обращения T_2 второго шкива.



7. Экспериментатор Глюк пробегает по стадиону один круг за 20 с. Если Глюк и его друг теоретик Баг стартуют с одного места и побегут по дорожке стадиона в разные стороны, то они встретятся через 12 с. За какое время Баг пробежит один круг?

8. Через какое время повторяются противостояния Земли и Марса, если $T_3 = 1$ год, а $T_m = 1,8$ года?

9. Верхний край лестницы, приставленной к стене, скользит по стене со скоростью $v = 1,5$ м/с. Найти скорость u нижнего края, скользящего по полу, в тот момент, когда угол α между лестницей и горизонтом равен 60° .

Вопросы:

1. Что длиннее – градус широты или градус долготы?

2. Во сколько раз угловая скорость вращения Земли вокруг своей оси больше угловой скорости обращения Земли вокруг Солнца?

3. Выразите в радианах угол, на который поворачивается часовая стрелка за 1 ч; 4; 6; 12; 24 ч.

4. Тело повернулось равномерно на 10 рад за 5 с. Чему равна угловая скорость и что означает полученный результат?

5. Чему равно перемещение тела за 45 с, период обращения которого 10 с?

6. Танк движется со скоростью 20 м/с. С какой скоростью относительно земли движется верхняя часть гусеницы?

7. Материальная точка за две секунды прошла треть окружности. Определите период и частоту ее обращения.

8. Частота вращения воздушного винта самолета 1500 об/мин. Сколько оборотов сделает винт на пути 90 км при скорости полета 180 км/ч?

9. Какова линейная скорость конца часовой стрелки часов на Спасской башне Московского Кремля, если длина стрелки 3,5 м?

10. Приведите примеры, когда две точки движутся с разными по модулю, но одинаковыми по направлению скоростями, при этом расстояние между точками не изменяется.

11. При увеличении в 4 раза радиуса круговой орбиты искусственного спутника планеты период его обращения увеличивается в 8 раз. Во сколько раз и как изменяется скорость движения спутника по орбите?
12. Если автомобиль едет с постоянной скоростью, то, какое движение совершает шип протектора колеса относительно водителя?
13. Диск с радиальной полосой равномерно вращается с частотой 20 об/с в темной комнате и освещается стробоскопом с частотой 60 вспышек в секунду. Сколько неподвижных радиальных полос будет видеть наблюдатель?
14. При езде на велосипеде без заднего крыла грязь с колеса попадает на спину велосипедисту. Как это получается?
15. Ручные механические часы имеют минутную стрелку в полтора раза длиннее часовой. Во сколько раз отличаются линейные скорости вращения конца минутной и часовой стрелок?
16. Если смотреть на окна движущегося поезда, то деревья, которые расположены ближе, проносятся мимо нас быстрее, а дальние – медленно. Почему?
17. Под каким углом виден ноготь на вашем мизинце?
18. Каковы достоинства и недостатки, например, цепной передачи?
19. Почему тень от низко летящего самолета перемещается по земной поверхности быстрее, чем тень от облаков?
20. Когда жители Земли движутся быстрее вокруг Солнца – в полдень или в полночь?
21. Сколько раз в сутки минутная и часовая стрелка совпадают?

V. § 17, 18. Упр. 8, № 3-5

1. По горизонтальной плоскости со скоростью катится без проскальзывания обруч. Каковы мгновенные скорости верхней и нижней точки обруча?
2. **Интересный факт.** Пол-литровая бутылка московской особой водки стоила 2,87 рубля, а четвертина – 1,49 рубля. Математики догадались, что если стоимость четвертины возвести в степень стоимости поллитровки, то у них получится...?
3. Ученик ростом 1,8 м стоит на экваторе. Насколько скорость вращения его головы больше скорости вращения его ног?
4. Дома возьмите любой предмет, привяжите его к веревке и раскрутите с постоянной частотой. Снимите процесс на видео, чтобы измерить частоту или период вращения, и определите центростремительное ускорение.
5. Нижнюю педаль неподвижно стоявшего на горизонтальном полу велосипеда потянули назад. Куда переместится велосипед и в какую сторону сместилась потянутая назад нижняя педаль относительно пола?
6. Вращение от мотора автомобиля передается ведущим колесам через дифференциал - устройство, благодаря которому каждое из ведущих колес может вращаться с разной скоростью. Зачем нужен дифференциал? Почему нельзя оба ведущих колеса жестко

закрепить на одной оси, которой передается вращение от мотора?

7. Возьмите две пятикопеечные монеты. Прижмите одну из них к столу, вторую вращайте относительно первой без проскальзывания. Сколько оборотов относительно своей оси сделает вторая монета, совершив один полный оборот относительно неподвижной? Почему?
8. Насколько изменится число суток в году, если одно из двух вращений Земли (вокруг оси и вокруг Солнца) изменить на противоположное направление? А если изменить на противоположное направление оба вращения?
9. Измерив, время заката Солнца на данной широте в данное время, оцените его угловой диаметр.
10. В системе отсчета Птолемея (Земля неподвижна) Солнце движется со скоростью около 11000 км/с. Расстояние от Венеры до Солнца примерно на 30% меньше, чем расстояние от Земли до Солнца. С какой минимальной и с какой максимальной по величине скоростью движется Венера в этой системе отсчета?

Каждая величина известна лишь в той мере, в которой ее можно измерить.

У. Томсон

Урок 18/18.

КИНЕМАТИКА РАВНОУСКОРЕННОГО ВРАЩАТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ

Доказано физикой: к успеху приводит тернистый путь!

Цель урока: ввести основные понятия кинематики равноускоренного вращательного движения и получить уравнение движения.

Тип урока: комбинированный.

Оборудование: стробоскоп, диск вращающийся с принадлежностями.

План урока:

1. Вступительная часть
2. Опрос
3. Объяснение
4. Закрепление
5. Задание на дом

II. Опрос фундаментальный. Кинематика равномерного вращательного движения.

Задачи:

1. Какова должна быть частота вращения рабочего колеса центробежного насоса радиусом 20 см, чтобы подавать воду на высоту 20 м?
2. Тонкостенный шар радиусом 1 м вращается с угловой скоростью 628 рад/с относительно оси, проходящей через его центр. С какой максимальной скоростью должна лететь пробивающая шар пуля, чтобы в оболочке шара было одно отверстие? Траектория пули проходит через центр шара.
3. При увеличении в 4 раза радиуса круговой орбиты искусственного спутника Земли его период обращения увеличивается в 8 раз. Во сколько раз изменяются скорость спутника на орбите и его центростремительное ускорение?
4. Циркулярная плита имеет диаметр 600 мм. На ось пилы насажен шкив

диаметром 300 мм, который приводится во вращение посредством ременной передачи от шкива диаметром 120 мм, насаженного на вал электродвигателя. Какова скорость зубьев пилы, если вал электродвигателя совершает 1200 оборотов в минуту?

5. Юла, вращаясь относительно вертикальной оси с угловой скоростью 31,4 рад/с, свободно падает вдоль оси вращения с высоты 5 м. Сколько оборотов сделает юла за время падения?
6. Вращающееся колесо, имеющее 6 спиц, освещают неоновой лампой, которая работает на переменном токе. Лампа вспыхивает и гаснет 100 раз в секунду. Определите наименьшую частоту обращения колеса, при которой оно кажется неподвижным. Каким будет казаться движение колеса, если оно будет делать 16 об/с?
7. По окружности радиуса R равномерно и в одном направлении движутся две точки. Одна из них делает полный оборот на t - секунд быстрее второй. Время между двумя последовательными встречами точек равно T . Определить скорости этих точек.

Вопросы:

1. На какой угол поворачивается Земля вокруг своей оси за 1 минуту?
2. Гусеничный трактор идет со скоростью 3 м/с. С какой скоростью относительно дороги движутся верхняя часть и нижняя часть гусеницы трактора?
3. Чему равен в радианах угол 60° и угол 30° ?
4. Когда задние колеса автомобиля крутятся в два раза медленнее, чем передние?
5. Если частота вспышек стробоскопа в два раза больше частоты вращения диска, то наблюдателю будет казаться, что диск ...
6. Как направлено ускорение, если тело движется по окружности неравномерно?
7. На видеокамеру записывают движение диска с радиальной полоской, вращающегося с частотой 30 об/с. С какой частотой будет вращаться диск на видеозаписи, если частота записи камеры 25 кадров в секунду?
8. Почему в кино, когда автомобиль движется вперед, зачастую кажется, что его колеса вертятся назад?
9. Круг радиусом R катится по кругу радиусом $4R$. Сколько оборотов совершит малый круг по возвращении в первоначальное положение?
10. За день переднее колесо велосипеда проехало на 50 метров меньше, чем заднее колесо того же велосипеда. Могло ли так быть?

11. Какую скорость имеют верхние точки обода велосипедного колеса, если велосипедист едет со скоростью 18 км/ч?
12. Сколько раз в сутки острый угол между часовой и минутной стрелками составляет 60° ?
13. Два туриста пошли одновременно друг за другом из одного места вокруг озера. Один идет со скоростью 4 км/ч, другой $3(1/3)$ км/ч. Путь вокруг озера составляет 15 км. Через сколько часов они опять сойдутся, и сколько раз каждый из них обойдет озеро за это время?
14. Через какие промежутки времени встречаются на циферблате минутная и часовая стрелки?
15. Почему обтачивание на токарных станках изделий большего диаметра производится с меньшей угловой скоростью, чем изделий малого диаметра?
16. Как экспериментально определить расстояние между двумя соседними бороздками долгоиграющей пластинки? Сделайте это дома (творческое задание).
17. Как измерить толщину магнитофонной ленты? длину?

III. Равноускоренное вращательное движение. Примеры.

Аналогия между прямолинейным равноускоренным движением и равноускоренным вращательным движением:

Прямолинейное движение.

$$\vec{a} = \frac{\vec{v} - \vec{v}_0}{t}$$

$$\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{a}t$$

$$x = x_0 + v_{0x}t + \frac{a_x t^2}{2}$$

Вращательное движение.

$$\vec{\varepsilon} = \frac{\vec{\omega} - \vec{\omega}_0}{t}$$

$$\vec{\omega} = \vec{\omega}_0 + \vec{\varepsilon}t$$

$$\varphi = \varphi_0 + \omega_{0z}t + \frac{\varepsilon_z t^2}{2}. \Delta\varphi = 2\pi N$$

Угловое ускорение ($\vec{\varepsilon}$) - свойство равноускорено вращающегося тела, измеряемое отношением изменения угловой скорости к промежутку времени за который это изменение произошло.

Вектор углового ускорения направлен в сторону вектора изменения **угловой скорости**. **Связь между тангенциальным и угловым ускорением:** $a_\tau = \varepsilon \cdot R$.

Вопрос: Куда по отношению направления движения автомобиля направлена угловая скорость и угловое ускорение колес при сбрасывании скорости?

IV. Задачи:

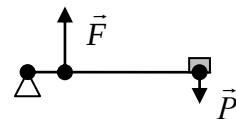
1. Диск проигрывателя достигает установленной частоты вращения 33 об/мин после 1,5 оборота. Чему равно его угловое ускорение?
2. Пропеллер самолета вращается с угловой скоростью, соответствующей 1200 об/мин. В некоторый момент времени выключают мотор. Сделав 80

оборотов, пропеллер останавливается. Сколько времени прошло с момента выключения мотора до остановки, если вращение пропеллера можно считать равнозамедленным?

3. Колесо радиусом 10 см вращается с постоянным угловым ускорением. К концу 5-го оборота после начала движения линейная скорость точек на ободе колеса равна 0,1 м/с. Определите угловое ускорение колеса.

4. Диск, находившийся в состоянии покоя, начал вращаться с постоянным угловым ускорением $0,25 \text{ рад/с}^2$. Через сколько времени угол между векторами скорости и ускорения составит 45° ?

5. Муравей бежит по вращающейся грампластинке с постоянной (относительно пластинки) скоростью v , направленной по радиусу от центра. Пластинка вращается с постоянной угловой скоростью ω . Найдите величину полного ускорения муравья относительно Земли в тот момент, когда расстояние от него до центра грампластинки равно r .



V. Подготовка к контрольной работе.

1. Зачем нужен рычаг, изображенный на рисунке?
2. Тело равнозамедленно движется по окружности. Известно, что за первые 12 оборотов его угловая скорость уменьшилась вдвое. Найдите, сколько всего оборотов сделало тело до остановки.
3. По кольцевой трассе движутся два гоночных автомобиля со скоростями 300 км/ч и 310 км/ч в одну сторону. Сколько кругов совершит второй автомобиль от момента обгона до следующего обгона?

Сокровища тайн постигаются разумом.

Навои

Назначение естествоиспытателя как раз в том и заключается, чтобы в чудесах открывать законы природы.

К. Бэр

Урок 19/19.

ОБОБЩАЮЩИЙ УРОК ПО КИНЕМАТИКЕ

Цель урока: Систематизировать и обобщить знания по кинематике.

Тип урока: повторительно-обобщающий.

Оборудование: обобщающая таблица "механическое движение", кинофильм: «Поступательное и вращательное движение твердого тела».

План урока:

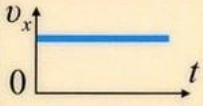
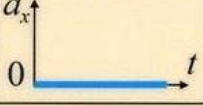
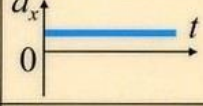
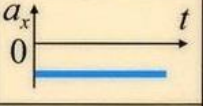
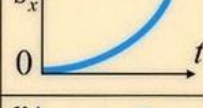
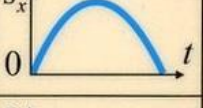
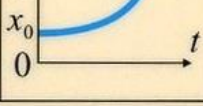
1. Вступительная часть
2. Обобщающее повторение
3. Демонстрация кинофильма
4. Самостоятельная работа
5. Задание на дом

II. Повторение по обобщающей таблице "физическое явление" следующих

явлений: равномерное движение тела, равноускоренное движение тела, свободное падение, вращательное движение. Заполнение таблицы:

движение параметр	Прямолинейное движение			Вращательное движение	
	равномерное	равноускоренное	свободное падение	равномерное	равноускоренное
ускорение					
скорость					
перемещение					
координата					

График движения:

Графики движений					
Равномерное движение			Равноускоренное движение		
	Формула	График	Формула	График	
				$\vec{a} \uparrow \uparrow \vec{v}_0$	$\vec{a} \uparrow \downarrow \vec{v}_0$
Скорость	$\vec{v} = \frac{\vec{s}}{t}$		$\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{a}t$		
Ускорение	$\vec{a} = \vec{0}$		$\vec{a} = \frac{\vec{v} - \vec{v}_0}{t}$		
Перемещение	$\vec{s} = \vec{v}t$		$\vec{s} = \vec{v}_0t + \frac{\vec{a}t^2}{2}$		
Координата	$x = x_0 + v_x t$		$x = x_0 + v_0t + \frac{a_x t^2}{2}$		

III. Демонстрация кинофильма.

IV. Работа по зачетной папке "Кинематика".

Вопросы:

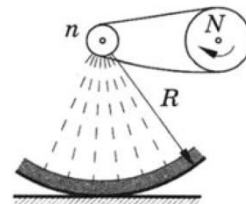
1. Назовите явление:

- Падение камня с крыши дома;
- Движение искусственного спутника Земли по кольцевой орбите;
- Движение конькобежца сразу после старта;
- Спуск парашютиста;
- Старт космического корабля;
- Торможение точильного круга после выключения двигателя станка.

2. О какой скорости идет речь в следующих случаях:

- скорость движения молотка при ударе по гвоздю 8 м/с;
- поезд совершил перемещение между городами со скоростью 50 км/ч;

- заводная игрушка движется со скоростью 20 см/с;
 - точка на ободе колеса радиусом 0,5 м делает оборот за 0,2 с.
2. Вы встретили вечером двух ребят, которые катаются с одинаковой скоростью на велосипедах с разными по диаметру колесами. У кого из них ярче горит фонарик, работающий от генератора на ободе колеса?
 3. Почему нам кажется, что далёкие предметы движутся медленнее, чем близкие?
 4. Мы обкатываем маленькую монету радиуса r (без проскальзывания) вокруг неподвижной большой монеты радиуса $4r$. Сколько оборотов вокруг своей оси сделает маленькая монета, прежде чем вернётся в исходное положение?
 5. Перед вами пять формул: $h = v_0 t - \frac{gt^2}{2}$; $v_y = v_0 - gt$; $S = \frac{at^2}{2}$; $S = v \cdot t$; $v_x = v_{0x} + a_x t$.
 6. Какую из формул необходимо использовать для нахождения:
 - максимальной высоты подъема тела при его броске вертикально вверх с известной начальной скоростью;
 - времени полета тела, брошенного вертикально вверх, при известной начальной скорости;
 - перемещения покоившегося тела при известном ускорении и времени разгона;
 - времени торможения тела до полной остановки, при известной начальной скорости и ускорении тела;
 - перемещение тела за время равномерного прямолинейного движения при известной скорости.
 7. Ведущая шестеренка цепной передачи велосипеда имеет $N_1 = 32$ зуба, ведомая – $N_2 = 16$ зубьев. С какой скоростью едет велосипедист, если он крутит педали с частотой $n = 2$ об/с, а радиус колес велосипеда $R = 0,35$ м?

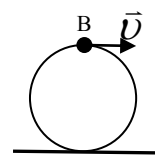


Задачи:

1. Уравнение скорости движущегося тела $v = 5 + 4t$. Как зависит путь от времени?
2. Когда спортсмен – любитель, совершая пробежку вдоль трамвайной линии, поравнялся с остановкой, от нее одновременно отошли два трамвая (в противоположных направлениях). Через 250 с после этого он встретил идущий ему навстречу трамвай, а еще через 125 с его обогнал трамвай. Определите интервал времени (в минутах) трамваев, если скорость спортсмена 8 км/ч. Время, которое трамвай стоит на остановке, очень мало.

Расстояние между всеми остановками одинаково! Расстояние между всеми остановками одинаково!

3. Материальная точка движется равномерно вдоль оси X так, что в момент времени $t_1 = 1$ с - ее координата $x_1 = 6$ м, а к моменту $t_2 = 5$ с - ее координата $x_2 = -4$ м. Постройте график движения, запишите уравнение движения, дополнительно постройте графики проекции скорости и пути от времени.
4. Через блок перекинули нерастяжимую нить, к концам которой прикрепили два груза. В некоторый момент ось блока поднимается вертикально вверх со скоростью 2 м/с, а один из грузов опускается со скоростью 3 м/с. С какой скоростью движется в этот момент другой груз?
5. Шарик движется равномерно и прямолинейно в плоскости xOy со скоростью 1 м/с под углом 30° к оси x . Написать уравнения зависимости координат x и y от времени и уравнение траектории шарика $y = y(x)$, если начальные координаты $x_0 = 0$, $y_0 = 40$ см.
6. Палочка движется по плоскости. В некоторый момент скорость одного конца палочки направлена вдоль палочки и равна 25 см/с, а скорость второго конца направлена под углом 60° к линии палочки. Чему равна в этот момент скорость второго конца?
7. Камень, брошенный вертикально вверх, оказался на высоте $h_2 = 20$ м через время $\tau = 2$ с после того, как он побывал на высоте $h_1 = 16$ м. Определите максимальную высоту H , на которую поднялся камень во время полета. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².
8. Брошенный вертикально вверх камень поднимается на высоту 10 м и падает обратно. Чему равна средняя и среднепутевая скорости камня за время движения?
9. Шар радиуса катится по горизонтальной плоскости без проскальзывания с ускорением $\vec{a}$. Определите ускорение точки в момент времени, когда скорость тела равна $\vec{v}$.
10. Скорость течения u вблизи от берега некой реки прямо пропорциональна расстоянию до берега x : $u=k \cdot x$. Пловец стартует из некоторой точки берега и плывет со скоростью v относительно воды перпендикулярно течению. Удалившись от берега на расстояние L , он быстро разворачивается и плывет назад с той же скоростью. На каком расстоянии от точки старта он выйдет на берег?
11. Поезд метро проходит перегон 2 км за 2 мин 20 с. Максимальная скорость поезда 60 км/ч. В начале и конце перегона поезд движется с постоянными



ускорениями, равными по абсолютной величине. Определить эти ускорения.

12. Точка движется по окружности радиусом $R = 2$ м согласно уравнению $s = 2t^3$. В какой момент времени нормальное ускорение точки будет равно тангенциальному? Чему будет равно полное ускорение в этот момент времени?

V.

1. Составить обобщающие таблицы по кинематике, используя рисунки, чертежи и текстовый материал.
2. Самолет совершает прямой и обратный рейсы между двумя населенными пунктами. При каком направлении ветра относительно трассы время полета будет минимальным?

Главный признак таланта — это когда человек знает, чего он хочет.

Петр Капица

Кто не понимает движения, тот не понимает природы.

Аристотель

Урок 20/20.

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 1

Вы должны быть честными, а я не должен быть лохом!

Нам не дано предугадать,

Как слово наше отзовется

Ф. Тютчев

Дополнительная информация. Когда будущий математик Джордж Данциг был еще студентом, с ним произошла следующая история. Джордж относился к учебе очень серьезно и часто засиживался до поздней ночи. Однажды он из-за этого немного проспал и пришел на лекцию профессора Неймана с 20-минутным опозданием. Студент быстро переписал две задачи с доски, полагая, что это домашнее задание. На их решение у Джорджа ушло несколько часов, и на следующий день он принес решение профессору. Тот ничего не сказал, но через несколько недель ворвался в дом Джорджа в шесть утра. Оказалось, что студент нашел правильное решение двух ранее неразрешимых задач математики, о чем даже и не подозревал, так как опоздал на занятие и не слышал преамбулы к задачам на доске. За два часа ему удалось решить не одну, а две задачи, над которыми математики мучились тысячу лет, и даже Эйнштейн не смог найти им решение. Джордж не был ограничен славой этих задач как неразрешимых, он просто не знал, что это невозможно.

Дополнительная информация. Человечество «возникло» не тогда, когда у наших предков окончательно сформировались черты Homo sapiens, а когда они обрели способность творить второй, виртуальный мир. Ученые называют его по-разному: например, действительностью-2 или собственным выражением бытия. В англоязычной литературе процесс активного формирования гоминидами среды своего обитания, физической и духовной, именуется конструированием ниши. Сначала это были мифы, потом религия, далее - философия, наука, а одновременно со всем этим - произведения искусства.

Ни одному пессимисту в истории не удалось раскрыть тайны звезд, доплыть до неведомой земли или открыть новые горизонты человеческого разума.

Хелен Келлер

Вот сидите вы в Саблинских пещерах, прячетесь от мутантов и рейдеров. Что будут спрашивать дети? Чем закончилась история Хазбика в ЧБД? Как поднять бабла в 1xBet? Или все же, почему небо голубое? На сколько большой мир и сколько ему лет?

Технология и идеология сотрясают в XXI веке основы капитализма. Технология делает умения и знания единственным источником устойчивого стратегического преимущества.

Лестер Туроу (Lester Thurow)

Империи будущего будут империями разума.

Уинстон Черчилль

ЛИТЕРАТУРА:

1. Л.Я. Зорина. Дидактические основы формирования системности знаний старшеклассников. – М.: Педагогика, 1978.
2. Кикоин И. К., Кикоин А. К. Физика: Учеб. для 9 кл. сред. шк. - 2-е изд. - М.: Просвещение, 1992.
3. А.П. Рымкевич, П.А. Рымкевич. Сборник задач по физике для 8 – 10 классов средней школы. – М.: Просвещение, 1978
4. Гутман В.И., Мощанский В.Н. Алгоритмы решения задач по механике в средней школе. – М.: Просвещение, 1988.
5. М.Е. Тульчинский. Качественные задачи по физике в средней школе. - М.: Просвещение, 1972.
6. И.Е. Иродов, И.В. Савельев, О.И. Замша. Сборник задач по общей физике. – М.: Наука, 1975.
7. С.П. Стрелков, Д.В. Сивухин, В.А. Угаров, И.А. Яковлев. Сборник задач по общей физике. Механика. – М.: Наука, 1977.
8. Д. Джанколи. Физика. - М.: Мир, 1989.
9. О.Я. Савченко. Задачи по физике. Новосибирский государственный университет, 1999.
10. Дж. Орир. Физика: Пер. с англ.-М.: Мир, 1981.
11. В.И. Лукашик. Сборник вопросов и задач по физике. – М.: Просвещение, 1981.
12. А.М. Прохоров и др. Физический энциклопедический словарь – М.: Советская энциклопедия, 1983.
13. Е.И. Бутиков, А.С. Кондратьев. Физика: Учебное пособие: В 3 кн. Кн.1. Механика. – М; ФИЗМАТЛИТ, 2004.
14. Мякишев Г.Я., Синяков А.З., Слободсков Б.А. Физика: Учебник для 10-11 классов с углубленным изучением физики. – М.: Дрофа, 2010 г.
15. А.А. Найдин. Системный подход при обучении физике в школе. Новокузнецк, МАОУ ДПО ИПК 2002 г., ISBN 5-7291-0266-6.
16. А.А. Найдин. Системное знание на уроках физики в школе. Новокузнецк, МАОУ ДПО ИПК 2010 г., ISBN 978-5-7291-0489-5.
17. Интернет-ресурсы: <http://www.physbook.ru/>.
18. А.А. Найдин. Примерные планы уроков. Кинематика. – М.: ИПК, Новокузнецк, 2001, ISBN: 5-7291-0223-2.
19. Физика и жизнь. Законы природы: от кухни до космоса / Элен Черски; пер. с англ. И. Веригина; [науч. ред. А. Минько]. — Москва: Манн, Иванов и Фербер, 2021. — 336 с.
20. Горлач В. В. Методы решения физических задач. – М.:ООО Юрайт, 2024.
21. К о н д р а ть е в А. С., У з д и н В. М. Физика. Сборник задач. —М.: ФИЗМАТЛИТ, 2005. — 392 с. — ISBN 5-9221-0579-5.
22. Личный сайт Найдина Анатолия Анатольевича. <https://naidin.ru>