

**Частное образовательное учреждение высшего образования
«Русско-Британский Институт Управления»
(ЧОУВО РБИУ)
Общеобразовательная школа «7 ключей»**

Ворошилова ул., д. 12, Челябинск, 454014. Тел. (351) 216-10-10, факс 216-10-30. E-mail: info@rbiu.ru, school7keys@rbiu.ru

СОГЛАСОВАНО:

Заместитель директора по УВР

 О.С. Васильева

«28» августа 2017 г.



УТВЕРЖДАЮ:

Директор школы

Н.А. Попова

«28» августа 2017 г.

**МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ
К УЧЕБНОМУ ПРЕДМЕТУ «ФИЗИКА»**

СРЕДНЕГО ОБЩЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
ПРЕДМЕТНАЯ ОБЛАСТЬ «ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ»
10-11 КЛАССЫ

Разработал: Грабович Вадим Борисович, учитель физики

Принято
на заседании Педагогического совета
Общеобразовательной школы «7 ключей»
Протокол № 1 от 28.08.2017

Рассмотрено
на заседании Методического объединения
учителей естественно-математических дисциплин
Протокол № 1 от 25.08.2017

Челябинск, 2017 г.

I. Пояснительная записка к методическим материалам

Цель работы – обобщить знания по решению различных типов задач по физике

Предлагаемая работа может быть полезна учащимся старших 10-11-х классов при овладении методикой решения задач по физике при подготовке к урокам физики в 10-11 классе. Методическое пособие способно помочь в освоении пропущенных тем углублённого изучения учебного предмета «Физика».

В помощь старшеклассникам предлагается разбор типовых задач по кинематике, динамике, статике, законам сохранения энергии и импульса, молекулярной физике, геометрической оптике и некоторым другим темам курса физики 10-11 классов с алгоритмами решения и оформлением решения задач.

Для решения физических задач необходимо очень хорошо понимать характер протекания физических явлений (процессов), а также физический смысл величин, входящих в уравнения, описывающие физические закономерности.

II. Перечень методических материалов по предмету

1. Методические рекомендации по классификации физических задач
2. Методические рекомендации по решению задач по кинематике
3. Методические рекомендации по решению задач по динамике

III. Характеристика методических материалов

Методика решения учебных задач по физике

http://studbooks.net/1276147/pedagogika/klassifikatsiya_zadach_fizike

1. Классификация учебных задач по физике

В методике обучения физике **процесс решения учебной задачи** рассматривается как выбор стратегии решения, ее логики и структуры, определение общих и частных правил, которые можно применить для решения задачи. Под стратегией понимают исчерпывающий план действий, который складывается в процессе формирования замысла решения конкретной задачи.

Обычно **стратегия решения физической задачи состоит из следующих этапов:**

- предварительного - изучение условия задачи и его анализа;
- планирующего - формирование замысла и принятие плана решения;
- реализующего - осуществление решения задачи;
- проверки и анализа выполненного решения.

С точки зрения использования средств решения задачи эти этапы в некоторых случаях называют так:

физический этап - анализ задачи, поиск решения, составление замкнутой системы уравнений;

математический этап - решение задачи в общем виде и числовые расчеты;

этап анализа решения и исследование результатов.

Для выявления функций, роли и места задач в процессе обучения, уровня усвоения учебного материала, развития познавательных способностей и творческих возможностей учащихся, задачи по физике классифицируют по различным признакам. Выбор этих признаков зависит от целей классификации задач. Так если необходимо выявить общие подходы к решению задач определенного типа или составить алгоритм их решения, то задачи классифицируют по способам решения. Основаниями для классификации физических задач могут выступать особенности формулировки условия задачи, характер ее содержания,

методы решения, дидактическая роль задач в учебном процессе, средства решения, степень сложности, характер требований задачи и др. [4, с. 8]

Достаточно удобной для учебных целей является классификация физических задач по следующим признакам, которые выделил В. А. Яковенко:

по характеру требований:

- на нахождение искомого;
- на доказательство;
- на конструирование;

по содержанию и степени обобщенности:

- простые и комбинированные;
- конкретные, абстрактные, ситуативные, метазадачи;
- с техническим, графическим, экспериментальным, практическим, краеведческим, историческим, бытовым, межпредметным, занимательным содержанием;

по характеру формулировки:

- текстовые,
- на основе рисунков, схем, фотографий, таблиц, графиков, опытов;
- качественные, количественные, графические, экспериментальные;
- с необходимыми, недостающими, избыточными данными;

по способу решения:

математические и экспериментальные;
с одним или несколькими решениями;

по дидактическим целям:

тренировочные (типовые, стандартные (на применение знаний в знакомых ситуациях));

познавательные (на применение знаний и умений в новых взаимосвязях);

творческие (исследовательские, конструкторские (на применение знаний в новых ситуациях)).

В зависимости от способа классификации одни и те же задачи могут быть отнесены к различным группам. В связи с этим любая классификация задач является неполной и не до конца последовательной. Однако в методических целях классификацию задач применять полезно. Так, чтобы эффективно формировать навыки применения знаний на практике, нужно выбрать правильное сочетание задач по физике с конкретным и абстрактным содержанием. Задачи с абстрактным содержанием формулируются таким образом, что несущественные связи и признаки объектов, явлений и процессов, о которых говорится в условии, отброшены, произведено отвлечение от конкретной предметной действительности, то есть абстрагирование. Поэтому такие задачи представляют собой некоторую абстракцию реальной практической ситуации.

Примером такой задачи является следующая задача: «Определить, чему равен коэффициент трения, если предмет начал двигаться равномерно по наклонной плоскости при угле наклона α ».

Достоинство абстрактных задач состоит в том, что в них легко выявляются существенные связи и физическая сущность явлений, выяснению которых не мешают второстепенные детали. Это облегчает проведение анализа и решение задач, но, если таким задачам отдается постоянное предпочтение, то это затрудняет формирование навыков применения физических знаний на практике. Чтобы сформировать такие навыки, в процессе обучения физике необходимо использовать также задачи с конкретным содержанием, описывающие реальные практические и жизненные ситуации, например:

«Ручной тормоз автомобиля считается исправным, если автомобиль удерживается тормозом на дороге с уклоном 120. Для дорог, с каким коэффициентом трения рассчитано это правило?»

Конкретные задачи обычно содержат числовые значения физических величин, единицы их измерения, а также требование, предполагающее получение определенного (численного) результата. При анализе таких задач учащимся необходимо самостоятельно осуществить процессы абстрагирования с целью выявления существенных связей и физической сущности явлений. Во многих случаях это вызывает значительные трудности, но способствует формированию умений применять знаний по физике на практике.

В зависимости от степени обобщенности выделяют также ситуативные и метазадачи. **Ситуативные задачи** представляют собой описание некоторой физической ситуации, на основе которой требуется составить абстрактные (или конкретные) задачи с различными искомыми величинами, содержащимися в описании данной ситуации. Например:

«Провод с удельным сопротивлением ρ имеет длину l и диаметр d . При напряжении U между концами провода сила тока в нем I . Сопротивление провода R . Составить абстрактные задачи с двумя неизвестными на основе описания этой ситуации». Таким образом, в ситуативных задачах перечисляются лишь объекты, явления и физические величины с их буквенными обозначениями. В них отсутствует вопрос или требование определить какую либо конкретную физическую величину. Любая величина ситуативной задачи может выступать в роли искомой.

Метазадачи - это задачи, требующие описания ситуации задачи или составления ситуативной задачи по определенной теме курса физики. Например: «Составить ситуативную задачу на закон Ома для замкнутой цепи и работу электрического тока».

Анализ предложенной классификации позволяет также сделать вывод о том, что различные типы задач имеют различное значение и меру использования в процессе обучения физике. Так, задачи на нахождение искомого (то есть определение значения физических величин) достаточно полно представлены во всех сборниках и занимают доминирующее положение в учебном процессе (около 80%). Другие типы задач (например, на конструирование, на доказательство; с историческим, межпредметным и «занимательным» содержанием) представлены в учебном процессе недостаточно, хотя необходимость их использования не вызывает сомнений. Менее всего разработаны и внедрены в учебный процесс задачи с межпредметным содержанием, то есть задачи, условие, содержание и процесс решения которых интегрирует в себе структурные элементы знаний, изучаемых в смежных учебных предметах.

Задачи с межпредметным содержанием являются одной из форм межпредметных связей. Для их составления, анализа и решения необходимо знание различных учебных предметов (математики, химии, астрономии, биологии и др.). Межпредметное содержание обычно задается в их условии или выявляется при решении. Соотношение основного и смежного предметов в содержании задач может быть различным. Задача по физике может содержать параметры (термины, символы и т. д.) из смежного предмета, которые в решении непосредственно не используются, например: «Длина наружного слухового канала уха человека (следовательно, и длина резонирующего в нем столба воздуха) составляет 2,7 см. При какой частоте звука слышимость будет наилучшей?»

В условии задачи может включаться материал смежного предмета в неявном виде, но без его использования решение задачи невозможно, например: «Указать, какие из следующих примесей: фосфор, алюминий, мышьяк, сурьма, галлий, бор, кремний, углерод - придают германиевому полупроводнику электронную, а какие - дырочную проводимость».

Содержание задачи может включать материал смежного предмета, необходимого для ее решения, в явном виде, например: «Сравнить время покрытия детали слоем цинка и серебра одинаковой массы при одной и той же силе тока в гальванической ванне».

Задачи с межпредметным содержанием применяются на всех этапах усвоения учебного материала по физике, а также при его повторении и систематизации. Использование таких задач в учебном процессе позволяет сообщить учащимся более глубокие знания по смежным предметам, создать у них системные представления о многих явлениях приро-

ды, показать единство законов природы, подготовить к целостному восприятию научной картины мира.

При **классификации по содержанию** выделяют также задачи с **техническим, графическим, экспериментальным, практическим, историческим, краеведческим, бытовым и др. содержанием.**

К **задачам с техническим содержанием** относятся задачи, в которых сообщаются сведения о промышленном и сельскохозяйственном производстве, транспорте, связи и др. Они должны быть логически связаны с учебным материалом по физике и содержать сведения о технических объектах и явлениях, имеющих широкое применение в народном хозяйстве. Особенно ценны задачи, в которых производятся распространенные в технике расчеты (расчет электрической цепи, определение расходов электроэнергии и т. д.). Например: «Рассчитать сечение алюминиевого провода линии электропередачи от станции к предприятию, если длина линии l , передаваемая мощность S , напряжение, под которым передается энергия, U . Потери мощности S_1 ».

Задачи с техническим содержанием должны не только по содержанию, но и по форме возможно ближе подходить к производственным условиям (содержать реальные данные, предполагать использование паспортных данных машин и установок, сведений из справочной литературы, чертежей, схем и т. д.). Например: «Рассчитать стоимость электроэнергии, потребляемой вашей стиральной машиной за 1,5 ч». Применение таких задач в учебном процессе способствует политехнической подготовке учащихся, повышает их интерес к физике, знакомит с достижениями и перспективами развития современной техники.

Задачи с историческим содержанием содержат сведения исторического характера о физических опытах, открытиях, изобретениях, методах определения физических величин и т. п. Они позволяют ввести элементы истории физики и техники в курс физики средней школы. Например: «В электрических лампах, созданных А.Н. Лодыгиным (1872 г.), нагревался угольный стержень. Рассчитать мощность шестивольтовой лампочки Лодыгина, если угольный стержень имел длину 6 см и диаметр 2 мм».

С помощью задач по физике исторического содержания можно показать те огромные изменения, которые произошли в науке и технике. Например: «Первый в мире электроход Б.С. Якоби имел мощность двигателя 180 Вт. Судно прошло по Неве (13 сентября 1838 г.) 7 км за 3 ч. Какую работу совершил двигатель и чему равна его сила тяги?» Для сравнения надо сообщить учащимся сведения об аналогичных современных машинах и установках.

Решение задач по физике исторического характера способствует развитию любознательности, углубленному и осмысленному усвоению курса физики, патриотическому воспитанию учащихся.

С целью формирования у учащихся практических умений и навыков в учебном процессе по физике применяются **задачи с практическим содержанием** (их обычно называют практическими заданиями). Такие задания предусматривают подтверждение или проверку физических закономерностей, применение знаний на практике, наблюдение за протеканием физических процессов и т. д. В качестве примера приведем следующие задания:

Определите толщину листа книги.

Сделайте из цветного пластилина модели двух молекул воды. Затем из этих молекул составьте модели молекул кислорода и водорода.

Определите, какое давление вы произведете при ходьбе и стоя на месте.

Такие задания предлагаются учащимся чаще всего в качестве домашних наблюдений, расчетов.

По **характеру формулировки условия** физические задачи делятся на **текстовые, экспериментальные и графические.**

Наибольшее применение в учебном процессе получили **текстовые задачи.** Это такие задачи, условие которых выражено словесно, в виде текста, и содержит все необходимые данные, кроме физических констант. Текстовые задачи могут формулироваться с

опорой на рисунок, чертеж, схему, фотографию, таблицу и др.

Однако условие задачи в виде текста оказывается неудобным для образного представления задачи. Поэтому процесс восприятия задачи сопровождается перекодированием ее условия. Первой формой перекодирования является переход от задачи в виде текста к краткой записи ее условия в виде буквенных и знаковых обозначений, выполнения рисунков, схем электрических цепей и др. Возможно и дальнейшее перекодирование, например, использование для кодирования диаграмм сил (выделение взаимодействующих тел и изображение мер этих взаимодействий с помощью векторов сил), аналитической формы записи условия задачи и др.

Важным фактором, определяющим мыслительную деятельность учащихся при решении текстовых задач, являются характер и особенности параметров условия, их компонентный состав. Задачи по физике характеризуются следующими параметрами: заданными и открытыми; постоянными и переменными; поясняющими и ограничивающими.

Заданные параметры обычно характеризуют начальное и конечное состояния системы, о которой говорится в задаче.

Ограничивающие параметры позволяют определить условия применимости физических законов, принципов, правил в конкретных ситуациях. Так, некоторые законы и положения, справедливые в земных условиях, неприменимы в состоянии невесомости (расчет давления жидкости на дно и стенки сосуда; возникновение выталкивающей силы; явление конвекции).

Поясняющие параметры обычно указывают на те упрощения, которые следует сделать для решения задачи (сопротивление воздуха не учитывать; массой блока пренебречь; гравитационное поле Земли считать однородным и т. п.).

Выявление и учет параметров (и других компонентов задачи) является начальным этапом применения метода моделирования, на основе которого решаются физические задачи. Сущность этого метода заключается в том, что для исследования задачной ситуации создается ее модель, которая заменяет оригинал и служит предметом изучения. С этой целью объекты, явления, процессы и др., представленные в задаче, заменяются их идеализированными моделями (материальная точка, абсолютно черное тело, идеальный газ, модель атома и др.). Сами задачи по физике с абстрактным содержанием можно рассматривать как идеализированные модели реальных физических задач с конкретным содержанием.

Психологи считают, что в процессе решения физических задач используются модели двух видов: вспомогательные и решающие. Вспомогательные модели (рисунки, схемы, графики, модели отдельных объектов) служат для анализа условия задачи, выявления ее основных частей и структуры, поиска метода решения задачи. Решающие модели представляют собой новые задачи, заменяющие исходные задачи и в каком-то отношении более удобные, чем они. С точки зрения психологии, процесс решения задачи это процесс ее перемоделирования, т. е. построение цепи моделей исходной задачи, конечными звеньями которой являются задачи-модели, методы решения которых известны. [4, с.16]

Вспомогательные и решающие модели выполняют в процессе решения задач различные функции, главные из которых представляют собой конкретизацию, схематизацию, построение наглядного образа задачной ситуации, абстрагирование, обобщение и др.

В зависимости от характера и метода исследования физических явлений **текстовые задачи по физике делятся на качественные (логические, задачи-вопросы) и количественные (вычислительные или расчетные).**

Качественными называют такие задачи, при решении которых определяются только качественные зависимости между параметрами, характеристиками физических явлений, процессов, объектов. Для их решения, как правило, не требуется никаких вычислений. Решение качественных задач заключается в применении физических закономерностей к анализу явлений, о которых говорится в задаче, т. е. объектом изучения является физическая сущность явлений на уровне их объяснения. В связи с этим решение качественных задач наиболее целесообразно на начальных этапах усвоения учебного материала

(в частности, с целью формирования физических понятий).

Качественные задачи очень разнообразны по содержанию. Основными их видами являются задачи на объяснение физических явлений, их предсказание; выделение общих черт и существенных различий конкретных явлений, их сравнение; систематизацию и т. д.

Качественные задачи по физике повышают интерес к предмету, развивают логическое мышление учащихся, формируют умение применять знания для объяснения явлений природы и др. Их можно использовать в процессе формирования новых знаний, их обобщении, закреплении и проверке. Качественные задачи включают в самостоятельные и контрольные работы по физике, а также в домашние задания учащимся.

Задачи, при решении которых устанавливаются **количественные** зависимости между физическими величинами, называют количественными (вычислительными или расчетными). Для получения ответа на вопрос задачи (в виде формулы или числа) необходимо произвести определенные математические операции. Начальным этапом решения таких задач является качественный анализ, который затем дополняется количественным анализом с вычислением определенных числовых характеристик процессов. Однако в процессе обучения отмечаются случаи, когда количественные задачи решаются без достаточного качественного анализа путем подстановки данных в формулу, подбираемую по чисто формальным признакам. При этом математические операции могут выступать на передний план, заслоняя физическую сущность задачи.

Таким образом, решение количественных задач необходимо сопровождать достаточно глубоким и всесторонним качественным анализом, выявлением физической сущности задачи. **Количественные задачи** не следует противопоставлять качественным, так как в основе решения задач обоих типов лежит понимание физической сущности законов и умение применять их на практике.

Решение количественных задач способствует глубокому усвоению физических теорий, понятий и законов, формирует действенные знания, воспитывает материалистические представления о природе и т. д. [4, с.19]

Исходя из числа зависимостей, включенных в задачу, **количественные задачи по физике делят на простые и комбинированные.**

Простые задачи требуют несложного анализа и небольших вычислений. Для их решения, как правило, требуется одна-две формулы. Цель решения таких задач - помочь учащимся запомнить формулы, научить подстановке данных, конкретизировать полученные закономерности, закрепить знание наименований физических величин, некоторых констант и др. Такие задачи целесообразно решать (в небольшом количестве) после изучения новой закономерности, а также включать в домашние задания. По дидактическим целям эти задачи являются тренировочными.

Если задачи предполагают применение многих закономерностей из разных тем и разделов физики, то их называют **комбинированными.** Эти задачи можно использовать для углубления знаний учащихся, расширения их представлений о взаимосвязях физических явлений, а также для тематической проверки знаний. По дидактическим целям такие задачи обычно относятся к задачам с познавательным содержанием.

Кроме текстовых задач в процессе обучения физике (в частности, при изучении кинематики, газовых законов, основ термодинамики и др.) широко применяются графические задачи, то есть задачи, в условии или требовании которых содержится график. Для них задается графическая зависимость между двумя физическими величинами или содержится требование выразить графически такую зависимость. И именно графические задачи способствуют формированию функционального мышления у учащихся.

Таким образом, существует огромное количество видов и способов решения задач по физике, которые рассматриваются в учебно-методической литературе. Поэтому важно для учителя подобрать такой комплекс задач, чтобы он способствовал всестороннему развитию ученика и его интереса к физике как к науке.

2. Методические рекомендации по решению задач по кинематике.

2.1. Основные понятия кинематики

Механическое движение – это изменение с течением времени положения тела относительно других тел.

Траектория - это линия, вдоль которой движется тело. Она может быть видимой и невидимой, прямой или кривой.

Путь – это сумма длин всех участков траектории, по которой движется тело в течение некоторого промежутка времени.

Материальная точка – физическая абстракция, обозначающая тело, размерами и формой которого можно пренебречь в данных условиях.

Поступательное движение: Тело движется поступательно, если прямая, проведенная через любые две точки этого тела, при его перемещении смещается параллельно своему первоначальному положению.

Тело отсчёта - это тело, относительно которого определяется положение других (движущихся) тел.

Система отсчёта: Тело отсчета, связанная с ним система координат и часы для отсчета времени движения образуют систему отсчета (относительно которой рассматривается движение тела)

Равномерное движение - это такое движение, при котором тело за любые равные промежутки времени проходит равные пути.

Перемещение - это направленный отрезок прямой (т.е. вектор), соединяющий начальное и конечное (или последующее) положения тела.

Скорость равномерного прямолинейного движения (РПД) – это постоянная векторная величина, равная отношению перемещения тела за любой промежуток времени к величине этого промежутка.

Скорость РПД характеризует быстроту движения. Она показывает, каково перемещение тела в единичный интервал времени.

Неравномерное движение - это такое движение, при котором тело хотя бы за некоторые равные промежутки времени проходит неравные пути.

Средняя скорость неравномерного движения равна скорости такого равномерного движения, при котором тело за такое же время проходит такой же путь.

Мгновенной скоростью называется скорость тела в данный момент времени. **Мгновенная скорость точки** есть величина, равная пределу отношения перемещения ΔS к промежутку времени Δt , в течение которого это перемещение произошло, при стремлении промежутка времени Δt к нулю.

Прямолинейным равноускоренным движением называют такое движение, при котором тело движется по прямой, и при этом за **любые равные** промежутки времени **скорость тела изменяется на равные величины**.

Ускорением тела при его РУД называется векторная физическая величина, характеризующая быстроту изменения скорости и равная отношению изменения скорости к промежутку времени, за которое это изменение произошло .

2.2. Алгоритм решения задач по кинематике

Постановка задачи – наиболее важный, а в школьных задачах, и наиболее трудный этап. Мы должны понять *физику явления*, сформулировать *физическую модель*, а затем перевести ее в *математическую*. Конечным результатом этого этапа должна быть *система уравнений и неравенств*.

При решении задач по кинематике этот этап разбивается на четыре ступени:

1. Внимательно, не торопясь, **прочитайте условие задачи. Анализ задачной ситуации.** Подумайте, о каком физическом явлении идет речь. Какие физические величины известны, а какие надо найти? (Когда задача сложная, не следует особенно стремиться получить ответ. Надо последовательно, аккуратно ставить задачу, а ответ придет сам, куда ему деваться?)

2. **Изобразите на рисунке (схематически) рассматриваемые тела, изобразите их движения.**

3. **Выберите систему отсчета.** Для этого надо построить систему координат, т. е. задать ее начало и положительные направления координатных осей. Кроме того, надо выбрать начало отсчета времени. Без выбора системы отсчета описать движение полностью невозможно.

Для описания прямолинейного движения достаточно одна координатная ось, совмещенная с траекторией движения. Если движение происходит в одной плоскости, то потребуются две оси, для 3-х мерного движения необходима 3-х мерная система координат.

Выбор системы отсчета произволен и не влияет на конечный результат решения задачи. Но удачный выбор системы отсчета упрощает решение задачи.

На этом мы заканчиваем построение *физической модели* и нам надо превратить ее в *математическую модель*. Помните, математика – язык физики.

4. **Запишите уравнения, описывающие движения всех тел.** В случае кинематики в школьных задачах это будут уравнения для зависимости координат *материальных точек* от времени. Далее от уравнений для значений координат и проекций заданных величин надо перейти к уравнениям для их модулей. Это непростой момент, рисунок должен Вам помочь.

5. **Сформулируйте на языке математики так называемые «начальные» и «скрытые» условия.** В качестве начальных условий обычно выступают значения координат и скоростей в начальный момент времени, а вот нахождение скрытых условий – это самый деликатный момент в решении задачи. В кинематике в качестве скрытых условий может быть, например, встреча двух тел в момент времени t_B , т. е. их координаты в этот момент равны. Это условие дает уравнение:

$$x_1(t_B) = x_2(t_B).$$

Общее число уравнений должно равняться числу неизвестных.

6. **На этом заканчивается этап постановки задачи.** Мы получили систему уравнений, может быть, систему уравнений и неравенств, которые являются математической моделью решаемой нами задачи. В последний момент мы посмотрим, а что, собственно, нам надо найти в этой задаче, и из состояния «физик» мы переходим в состояние «математик» и решаем эту систему в общем (буквенном) виде. *Решать в общем виде – это строго обязательно.* Всякая подстановка численных значений до получения общего ответа – это серьезное нарушение. Оценка за это снижается немилосердно!

7. **Повторный анализ.** После того, как получен ответ в общем виде, мы снова переходим в состояние «физик» и занимаемся *анализом* задачи. Полезно посмотреть, к каким последствиям приводит увеличение или уменьшение величин, заданных в условии задачи. Посмотрите области допустимых значений. Проследите, чтобы размерности правой и левой части уравнений были одинаковы. Если у Вас метры складываются с секундами, идите в начало задачи и ищите ошибку. Замечательно, что Вы ошиблись, поиск своих или чужих ошибок – самый эффективный способ обучения. Когда все получается с первого раза – чему тогда учиться?

8. **Подстановка численных значений и вычисления.** Подставьте в буквенный ответ числовые значения заданных физических величин с наименованием их единиц. Предварительно надо выразить все числовые значения в одной системе единиц. Выполните вычисления и получите ответ. Пользуйтесь правилами приближенных вычислений. Следите, чтобы точность полученного ответа не превосходила точности заданных величин. К сожалению, составители задач редко правильно задают точность исходных величин.

Перечисленные рекомендации не надо считать абсолютно жесткими, неизменными. Всего не предусмотреть. В некоторых случаях отдельные пункты можно опустить, иногда приходится вводить новые. Многие задачи проще решать графически. Но на первых этапах мы должны придерживаться этой схемы. Если где-то мы отходим от нее, то делать это надо осознанно. Когда Вы станете большими мастерами в решении задач по физике, тогда Вы можете импровизировать. А эталон, то к чему надо стремиться, сформулировал Р.Фейнман:

Физик, это тот, кто видит решение задачи, еще не решая ее.

2.3. Примеры решения задач по кинематике.

Приступаем к решению задач. Понятно, что первые задачи будут несложными. Надо привыкнуть к последовательному выполнению этапов решения задач по кинематике.

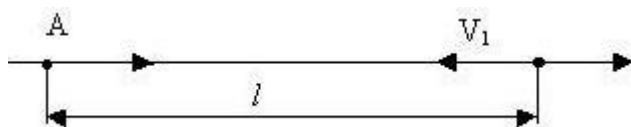
Задача 1

Тело движется равномерно вдоль оси X. Со скоростью $v = 2$ м/с противоположно положительному направлению оси X. Найдите положение тела в момент времени $t_1 = 10$ с после начала движения, если начальная координата $x_0 = 5$ м. Чему равен путь, пройденный телом?

Решение.

Выписываем в левом верхнем углу «Дано» и делаем рисунок. Иногда это полезно делать одновременно.

Дано:
 $v = 2$ м/с
 $t_1 = 10$ с
 $x_0 = 5$ м
 $x(t_1) = ?$
 $s(t_1) = ?$



Из условия задачи видно, что *физической моделью* задачи является *материальная точка*, движущаяся по прямой с постоянной скоростью. *Математической моделью* такого процесса является математическое уравнение для координат материальной точки:

$$x = x_0 + v_x t.$$

По условию задачи $v_x = -v$ и формула для координаты принимает вид:

$$x = x_0 - vt.$$

Пройденный телом путь равен

$$s = vt.$$

В этих уравнениях t – параметр, переменная величина. Уравнения показывают, как изменяется координата материальной точки и пройденный ею путь со временем t . Можно для большей ясности писать $x(t)$ и $s(t)$. Смотрим в условие задачи, что нам нужно найти. Координату и пройденный путь в момент времени t_1 . Физика закончилась. Переходим в состояние «математик» и смотрим, что нам предстоит решить. В этой задаче работы для математика нет. Надо подставить вместо t ее численное значение t_1 и подсчитать численный ответ. Обратите внимание, t – переменная величина, а t_1 – число. В школьных задачах по физике, как правило, не бывает сложной математики. Поэтому когда Вы оформляете решение задачи в чистовике, математическую часть можно излагать предельно кратко. Леша Щекин на контрольных и олимпиадах выписывал исходную систему уравнений, потом сразу выписывал ответ в общем виде и численный ответ. Это правильно. Но когда Саша Головкич записывал «Дано», потом замирал на какое-то время, а потом сразу писал ответ, то это уже слишком. Так поступать не следует. Экзаменатор может подумать, что Вы списали.

Итак, мы имеем:

$$x(t_1) = x_0 - vt_1 = 5 \text{ м} - 2 \text{ м/с} \cdot 10 \text{ с} = -15 \text{ м}.$$

Пройденный телом путь равен

$$s(t_1) = vt_1 = 2 \text{ м/с} \cdot 10 \text{ с} = 20 \text{ м}.$$

Анализ решения.

Из уравнение для координаты видно, что тело из +? движется к началу координат, в момент времени $t = 0$ оно проходит координату $x_0 = 5 \text{ м}$, в момент времени $2,5 \text{ с}$ оно проходит через начало координат и уходит в -?. С размерностями величин все в порядке. Поэтому у нас есть основания надеяться, что мы правильно решили задачу.

Задача 2

Из пунктов А и В, расстояние между которыми $l = 55 \text{ км}$, одновременно начали двигаться с постоянными скоростями навстречу друг другу по прямому шоссе два автомобиля. Скорость первого автомобиля $v_1 = 50 \text{ км/ч}$, а второго $v_2 = 60 \text{ км/ч}$. Через сколько времени после начала движения автомобили встретятся? Найдите пути, пройденные каждым автомобилем за это время.

Решение.

Дано:

$$l = 55 \text{ км}$$

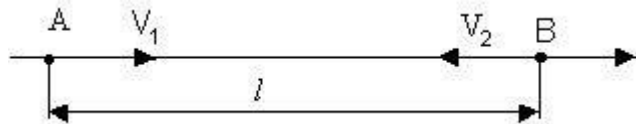
$$v_1 = 50 \text{ км/ч}$$

$$v_2 = 60 \text{ км/ч}$$

$$t_1 = ?$$

$$s_1 = ?$$

$$s_2 = ?$$



Представим движение автомобилей как движение материальных точек.

Примем пункт А за начало координат и направим координатную ось X в сторону пункта В (см.рис.). Движение автомобилей будет описываться уравнениями:

$$x_1(t) = x_{01} + v_{1x}t,$$

$$x_2(t) = x_{02} + v_{2x}t.$$

Начальные условия:

$$x_{01} = 0, x_{02} = l.$$

Так как вектор скорости первого автомобиля направлен в положительном направлении, а второго – в отрицательном, то

$$v_{1x} = v_1, v_{2x} = -v_2.$$

Поэтому первые два уравнения перепишем в виде:

$$x_1(t) = v_1t,$$

$$x_2(t) = l - v_2t.$$

Когда в момент времени t_1 автомобили встретятся, они будут иметь равные координаты:

$$x_1(t_1) = x_2(t_1),$$

или

$$v_1t_1 = l - v_2t_1.$$

Откуда

$$t_1 = l / (v_1 + v_2) = 0,5 \text{ ч}.$$

Пройденные пути равны

$$s_1 = v_1t_1 = 25 \text{ км}, s_2 = v_2t_1 = 30 \text{ км}.$$

Анализ задачи.

Задача слишком простая, чтобы что-то еще анализировать. Можно сложить $s_1 + s_2$, получается 55 км , значит, решили правильно, скорее всего.

Задача 3

Движение точки на плоскости описывается уравнениями

$$x = 6 \text{ м} + 3 \text{ м/с} \cdot t,$$

$$y = 4 \text{ м/с} \cdot t.$$

Определить траекторию движения точки и построить ее на плоскости ХОУ.

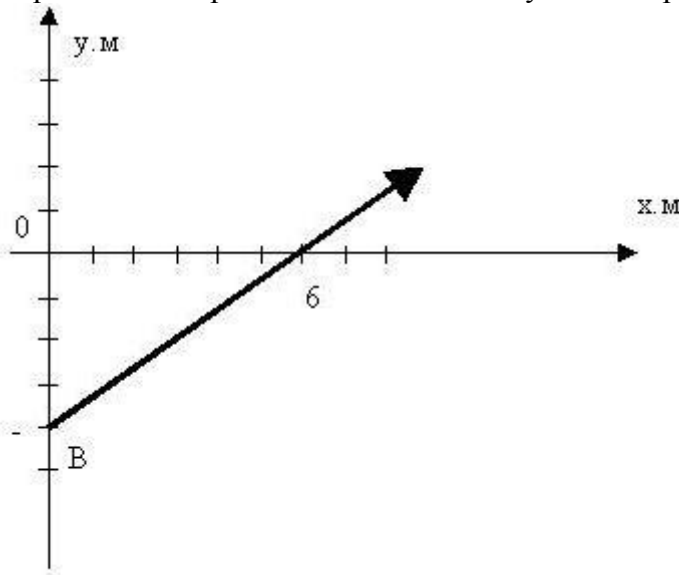
Решение.

Исключим из обоих уравнений параметр t . Для этого выразим время из первого уравнения и подставим во второе, получим:

$$y = 4x/3 - 8 \text{ м.}$$

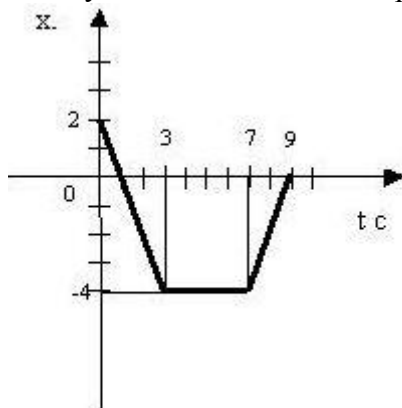
Это уравнение прямой линии с угловым коэффициентом $4/3$ и пересекающая ось ОУ в точке -8 . Можно построить ее по точкам, при $x = 0$ $y = -8$ м и при $y = 0$ $x = 6$ м.

Направление скорости движения точки укажем стрелкой.



Задача 4

На рисунке изображен график зависимости от времени координаты точки, движущейся вдоль оси Х. Как двигалась точка? Постройте графики модуля v и проекции v_x скорости, а также пути в зависимости от времени.



Решение.

В течение первых 3 с координаты точки изменялись от 2 м до -4 м, следовательно, точка двигалась противоположно положительному направлению оси Х. Проекция скорости равна

$$v_{1x} = (-4 - 2) / 3 \text{ м/с} = -2 \text{ м/с},$$

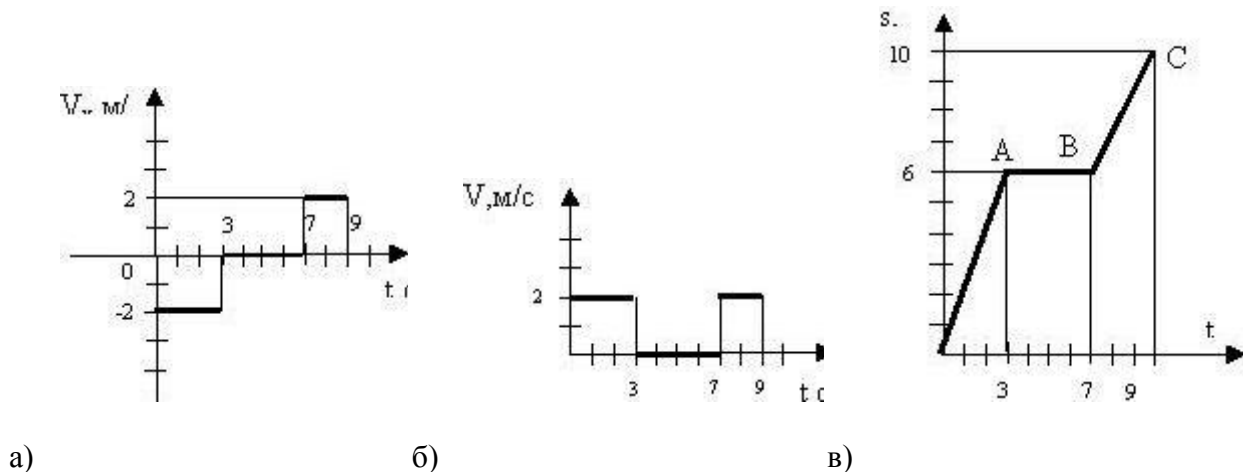
А модуль скорости равен $v_1 = 2 \text{ м/с}$.

Следующие 4 с точка не двигалась, ее координаты не изменялись, $v_{2x} = v_2 = 0$. Потом в течение 2 с точка двигалась в положительном направлении оси Х и пришла в начало координат ($x = 0$). Проекция и модуль скорости соответственно равны

$$v_{3x} = v_3 = (0 - (-4)) / 2 \text{ м/с} = 2 \text{ м/с}.$$

На рисунке «а» изображен график проекции скорости, на рисунке «б» – график модуля

скорости, на рисунке «в» - график пути. При построении графика пути не забывайте, что путь не может быть отрицательным и при движении не убывает.



3. Методические рекомендации по решению задач по динамике

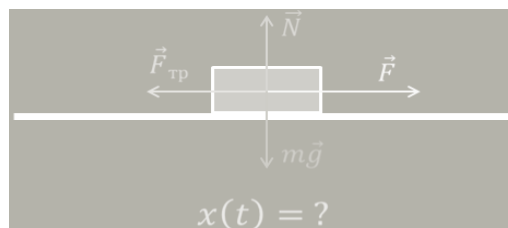
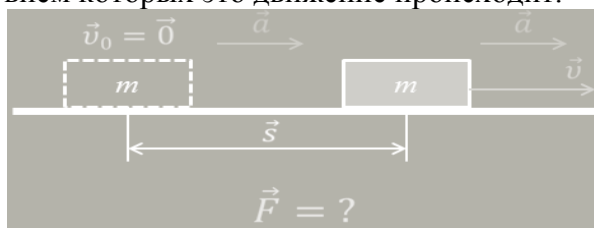
«Я плохо представляю, что происходит с людьми: они учатся не путем понимания. Они учатся каким-то другим способом — путем механического запоминания или как-то иначе. Их знания так хрупки!»
Ричард Фейнман

Данная тема будет посвящена рассмотрению основных формул, связанных с разделом динамики материальной точки, а также методических рекомендаций и порядок действий при решении задач на данную тему.

Динамика — это раздел механики, посвященный изучению движения тел под действием приложенных к ним сил.

Иными словами, в этом разделе будут рассматриваться причины появления у тел ускорений, то есть причины, которые вызывают изменение состояния движения тел. **Основные положения динамики были сформулированы Исааком Ньютоном в 1687 году в виде трех законов**, из которых как следствия получаются уравнения, необходимые для решения задач динамики. **Важно помнить следующее:** законы Ньютона относятся к материальной точке и телам, движущимся поступательно. Однако не забывайте и то, что далеко не всегда тело можно считать материальной точкой.

В динамике рассматриваются два типа задач. К первому типу относятся задачи, в которых необходимо по известным законам движения тела **определить силы**, под действием которых это движение происходит.



А ко второму — задачи, где надо по известным силам, действующим на тело, определить закон его движения, т. е. **его положение, скорость и ускорение в любой момент времени.** Задачи второго типа являются в динамике основными.

Законы динамики справедливы только при изучении движения по отношению к инерциальной системе отсчета. Инерциальные системы отсчёта – это такие системы отсчета, относительно которых материальная точка сохраняет состояние покоя или равномерного прямолинейного движения, если на него не действуют внешние силы, или дей-

ствие этих сил скомпенсировано.

$$\text{При } \vec{R} = \vec{0} \quad \vec{a} = \vec{0} \quad \text{и } \vec{v} = \overline{const}.$$

При этом считается, что течение времени во всех инерциальных системах отсчета происходит одинаково, то есть время носит абсолютный характер в механике Ньютона.

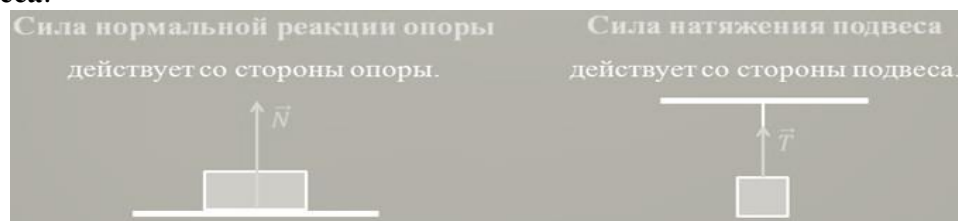
Скорость движения инерциальных систем отсчета не влияет на ускорение материальной точки и на силы взаимодействия между этими точками.

Масса данного тела в механике Ньютона не зависит от выбора инерциальной системы отсчета.

Таким образом, можно заключить, что **во всех инерциальных системах отсчета механические процессы протекают одинаково и подчиняются одним и тем же законам**. Эти утверждения выражают **механический принцип относительности Галилея — Ньютона**. Исходя из этого принципа, выбор инерциальной системы отсчета диктуется удобством решения динамической задачи, при этом следует помнить, что положение точки, ее скорость, траектория различны в разных инерциальных системах отсчета.

Три вида сил являются предметом рассмотрения в динамике материальной точки: **силы упругости, силы трения и гравитационные силы**.

Сила упругости возникает в результате деформации тел, т. е. при изменении их формы и размеров. Силу упругости, действующую со стороны опоры, называют **силой нормальной реакции опоры**, а действующую со стороны подвеса — силой **натяжения подвеса**.



Во многих задачах рассматриваются одномерные (линейные) деформации растяжения либо сжатия. В этих случаях силы упругости направлены вдоль осей продольно деформируемых нитей, стержней и определяются по **закону Гука**.

$$\vec{F}_{\text{упр}} = -k\vec{x}$$

Силы трения — это силы, которые возникают при взаимодействии соприкасающихся тел и препятствуют их перемещению относительно друг друга. При сухом трении (то есть когда между соприкасающимися поверхностями отсутствует жидкая прослойка) различают три вида сил трения:

– **сила трения покоя** (она возникает при попытке вывести тело из состояния покоя и препятствует движению одного тела по поверхности другого);

– **сила трения скольжения** (она возникает при соприкосновении движущихся относительно друг друга тел и затрудняет их движение);

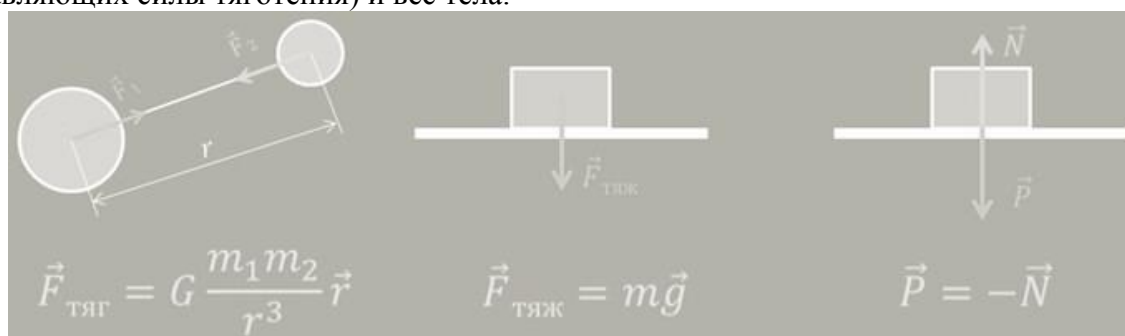
– **сила трения качения** (возникает, когда одно тело катится по поверхности другого тела).



Решая задачи, будем приближенно считать, что максимальное значение силы трения покоя равно силе трения скольжения.

$$\vec{F}_{\text{тр}} = \mu\vec{N}$$

Гравитационные силы, которые возникают при взаимном притяжении, присущем всем материальным объектам. К ним относят силу тяготения, силу тяжести (как одну из составляющих силы тяготения) и вес тела.



Напомним, что силу тяготения открыл Исаак Ньютон в одна тысяча шестьсот восемьдесят втором году, сформулировав свой закон всемирного тяготения, согласно которому, все тела во Вселенной притягиваются друг к другу с силой, прямо пропорциональной произведению их масс и обратно пропорциональной квадрату расстояния между ними.

Сила тяжести тела — это сила, с которой тело притягивается Землей.

А **весом тела** называют силу, с которой тело вследствие притяжения к Земле действует на горизонтальную опору или вертикальный подвес, удерживающие его от свободного падения

Сведём в таблицу основные формулы динамики материальной точки.

Основные формулы динамики материальной точки.

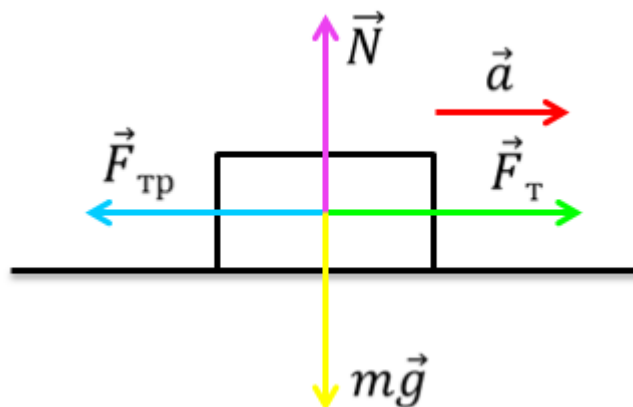
Формула	Описание формулы
$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m}$	Второй закон Ньютона, где \vec{a} — результирующее ускорение тела, \vec{F} — равнодействующая всех сил, действующих на тело, m — масса тела.
$\vec{F}_1 = -\vec{F}_2$	Третий закон Ньютона, где \vec{F}_1 и \vec{F}_2 — силы взаимодействия двух тел.
$F_x = -kx$	Закон Гука, где F_x — проекция силы упругости, k — жесткость тела, x — абсолютное удлинение.
$F_{тр.с} = F_{тр.п.мах}$ $F_{тр} = \mu N$	Сила трения скольжения, где $F_{тр.п.мах}$ — максимальная сила трения покоя, μ — коэффициент трения, N — сила реакции опоры.
$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$	Закон всемирного тяготения, где $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ (Н} \times \text{м}^2) / \text{кг}^2$, F — сила притяжения, m_1 и m_2 — массы тел, которые притягиваются, r — расстояние между телами.
$\vec{F}_т = m\vec{g}$	Сила тяжести, где g — ускорение свободного падения.
$g = \frac{GM}{R^2}$	Ускорение свободного падения, вблизи поверхности небесного тела.
$g = \frac{GM}{(R + h)^2}$	Ускорение свободного падения на некоторой высоте от поверхности небесного тела.

$\vec{P} = -\vec{N}$	Вес тела.
$v = \sqrt{\frac{GM}{R+h}}$	Линейная скорость спутника, движущегося по круговой орбите, где G — гравитационная постоянная, M — масса планеты, R — ее радиус, h — высота спутника над поверхностью планеты.
$v_1 = \sqrt{gR}$	Первая космическая скорость тела для планеты.

Методические рекомендации по решению задач на динамику материальной точки. Алгоритм решения задач по динамике.

1) Определить направление и характер движения тела.

2) сделать схематический чертеж, на котором тело изобразить в виде прямоугольника (или кружка) только в целях наглядности, а все силы, действующие на него, указать приложенными в одной точке, т. е. тело рассмотреть как материальную точку. Изображая силы, приложенные к телу, необходимо руководствоваться третьим законом Ньютона, помня, что силы могут действовать на тело только со стороны каких-то других тел.

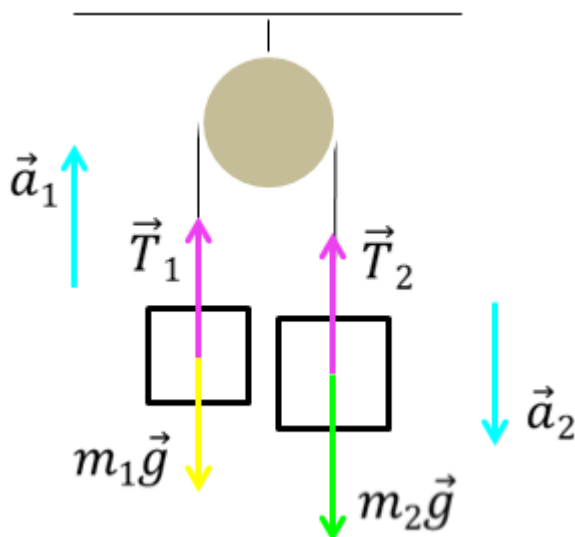


3) записать второй закон Ньютона в виде

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m} \quad \text{или} \quad \vec{F} = m\vec{a}$$

Первая запись второго закона Ньютона более приемлема с точки зрения физики, а со второй удобнее производить математические выкладки.

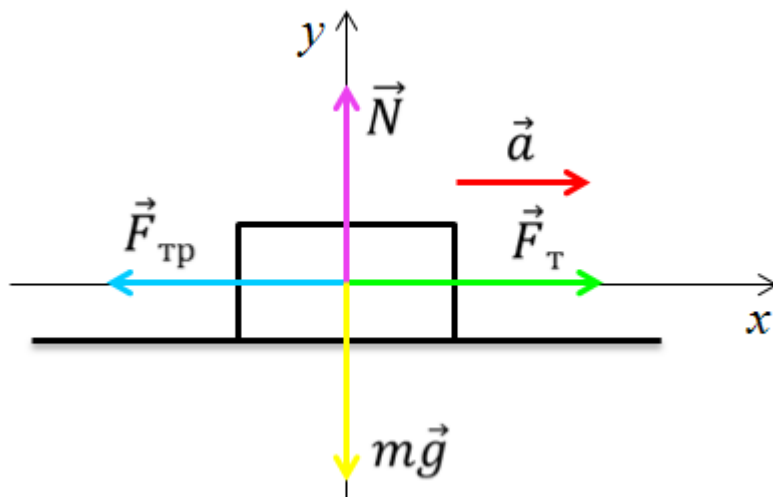
4) если рассматривается движение системы связанных между собой тел, то уравнения движения записывают для каждого тела в отдельности.



При этом следует помнить, что тела, связанные нерастяжимой нитью, имеют равные по модулю ускорения. Если нить перекинута через блок, причем массы нити и блока, а также силы трения, возникающие при вращении блока, достаточно малы, то натянутая нить действует с одинаковыми силами как на одно, так и на другое тело.

5) перейти от векторной формы записи уравнения динамики к скалярной, причем надо руководствоваться следующим правилом:

Если силы действуют вдоль нескольких прямых, но лежат в одной плоскости, надо выбрать две взаимно перпендикулярные оси Ox и Oy , лежащие в плоскости действия сил. Тело изобразить в произвольной точке траектории, а оси координат (заметим, не оси системы отсчета) связать с этим телом. Спроектировав все векторы, входящие в основное уравнение динамики, на эти оси и записать его в виде двух скалярных уравнений.



Если движение прямолинейное, то одну из осей следует направить вдоль вектора ускорения, а другую — ей перпендикулярно.

б) если в задаче требуется найти не только силы и ускорения, но также координаты тел и их скорости, то дополнительно следует написать кинематические уравнения, связывающие их в выбранной системе отсчета. Решить полученную систему уравнений относительно неизвестных величин. Решение получить в общем виде и проверить правило размерностей. Получить результат в численном виде в единицах СИ и оценить его реальность.