

Э. Мамбетакунов,
Б. Б. Мурзаibraимова



ФИЗИКА

7 класс

Учебник для общеобразовательных школ

*Рекомендовано Министерством образования и науки
Кыргызской Республики*

Бишкек
2023

УДК 373.167.1:53
ББК 22.3я721
М22

Рецензенты:

Токонбекова Г. Ч. – заведующий кафедрой физики и техн.
обучения КГУ им. И. Арабаева, канд. техн.
наук, доц.
Сартбаева Р. В. – учитель физики УВК гимназии № 23
им. И. В. Гёте, г. Бишкек.

Мамбетакунов, Э., Мурзаibraимова, Б. Б.

Физика: 7 кл. учебник для общеобразоват. школ. – Б.:
«Учкун», 2023. – 272 стр., илл.

ISBN 978–9967–17-155-8

Учебник написан в соответствии с требованиями предметного стандарта и учебной программы по физике, разработанного на основе государственного общеобразовательного стандарта Кыргызской Республики. Учебный материал подбирался с учетом психодидактических особенностей учащихся 7-х классов и при его написании использовались принципы современных технологий обучения.

УСЛОВНЫЕ ЗНАКИ



– вопросы, рассматриваемые в параграфе



– определения



– законы и правила



– основные формулы



– вопросы и задания для самопроверки



– материалы для дополнительного чтения



– практические задания



– упражнения и задачи

УДК 373.167.1:53
ББК 22.3я721

ISBN 978–9967–17-155-8

© Мамбетакунов Э., Мурзаibraимова Б. Б., 2023
© Министерство образования и науки
КР, 2023
© ОАО «Учкун», 2023

ВВЕДЕНИЕ

Уважаемые учащиеся! Вы приступаете к изучению предмета «Физика». В первой главе учебника Вы узнаете что изучает физика, зачем и как её изучать.

Основные объекты, которым учит физика – это материя природного мира – вещества и тела; движение и взаимодействие тел; энергия и ее использование в жизни человека. Вы должны уметь применять свои знания, полученные по физике в сельском хозяйстве, быту и промышленности. Возможность применить полученные знания на практике – это ваша предметная компетенция и способности.

Учебник состоит из 6 глав. Каждая глава разбита на параграфы. В них включены планы по каждой теме (рассматриваемые вопросы), содержание, рисунки, формулы, определения, правила, вопросы и задания для проверки знаний, упражнения и задачи, информация для дополнительного чтения.

Некоторые образцы выполнения заданий и ответы на некоторые упражнения также даны в учебнике. В тексте они обозначены специальными символами. Значение специальных символов можно посмотреть во внутреннем титульном листе учебника, их следует запомнить. Обратите особое внимание на название каждого параграфа и план к нему, постарайтесь понять и найти ответы на каждый вопрос. Анализируя учебный материал, постарайтесь соотнести текст со схемами, рисунками и формулами. Для лучшего запоминания материала, старайтесь конспектировать основные идеи своими словами.

Учебные пособия «Упражнения и задачи по физике», «Практические и лабораторные работы по физике», которые включают упражнения и задачи, лабораторные работы,

вопросы и задания к каждому параграфу учебника, будут способствовать получению глубоких и прочных знаний.

Всегда помните народную мудрость: «Книга – источник знаний, знание – свет жизни» и учитесь культуре работы с учебником. Конечно, в современном быстро меняющемся мире очень много источников информации. Систематические основы знаний описаны только в учебных книгах. Поэтому читайте книги, любите их и храните. Научитесь правильно ими пользоваться. Правильно используйте свои знания.

Желаем удачи и светлого будущего!

Мамбетакунов Эсенбек, член-корреспондент НАН КР,
доктор педагогических наук, профессор,
лауреат Государственной премии Кыргызской Республики
в области науки и техники, заслуженный работник образования КР,
заведующий кафедрой Кыргызского национального университета
им. Ж. Баласагына

Мурзаibraимова Бибисара Бекмаматовна,
ведущий научный сотрудник
Кыргызской академии образования,
кандидат педагогических наук,
отличник образования Кыргызской Республики

ФИЗИКА. СПОСОБЫ ИЗУЧЕНИЯ ФИЗИКИ

(Метапредметные знания)

Человек сознательно относится к выполнению любой работы: во-первых, он предвидит, зачем он будет выполнять эту работу, что принесет пользу ему и другим и каких результатов он достигнет; во-вторых, он думает о том, что будет, если работа не будет сделана, кто пострадает или что он потеряет; в-третьих, он будет планировать найти способы достижения цели, если будет убежден, что работа должна быть выполнена. Таким образом, человек хорошо выполняет работу и достигает ожидаемых результатов. Точно так же, когда мы начинаем изучать физику и каждую ее тему нам нужно знать почему и как её изучать. Физические знания изменили и будут продолжать изменять жизнь человечества в целом.

Физические знания очень полезны в повседневной жизни. Экологическая грамотность населения, техническая культура, социально-экономическое развитие страны, куда входят различные машины, компьютеры, товары для дома, разработки технических устройств для добычи полезных ископаемых, переработка сельхозпродукции и др. напрямую связаны с физическими знаниями. В отсталой в научном и техническом отношении стране не только такое оборудование, но и простые предметы домашнего обихода, детские игрушки не разрабатываются, а все они импортируются. Нецелевое использование природных ресурсов также увеличивает зависимость от других стран. Поэтому роль и значение физических знаний всегда велико, нужно его качественно освоить. Для этого нам нужно знать способы изучения физики и как применять их на практике. Это то, что мы узнаем в этой главе.

§ 1. Физика, природа и жизнь.

Что изучает физика?



1. Значение термина «физика», его введение в науку.
2. Природа и природные явления.
3. Ученые, внесшие вклад в развитие физики.
4. Ученые Центральной Азии в области естественных наук.
5. Значение физики в практике и ее связь с техникой.

Слово «физика» произошло от греческого слова «φύσις – фюзис». По-нашему это означает «**природа**». Следовательно, физика – это наука о природе.

Физика – это наука об изучении закономерностей природных явлений и применение их на практике.

Термин «физика» впервые появился в трудах древнегреческого мыслителя Аристотеля (384–322 гг. до н. э.). В русском языке слово «физика» впервые использовал М. В. Ломоносов (1711–1765) в учебнике, переведенном с немецкого языка.

Все, что окружает людей – животные, растения, воздух и вода, горы и скалы, Земля и Луна, Солнце и планеты, далекие звезды – считается природой. Сам человек – неотъемлемая часть природы.

Жизнь – это повседневный быт народа. Уровень жизни человека зависит от его отношения к природе. Изучая изменения, которые произошли и происходят в природе, человечество смогло улучшить свою жизнь. Поэтому люди всегда внимательно относятся к изменениям в природе. Они наблюдают за ними и пытаются понять их секреты.

Все изменения, происходящие в природе, называются **природными явлениями**.

Биологические явления – это явления, происходящие в живой природе. Явления, связанные с неодушевленной



Аристотель

(384–322 гг. до н. э.)

Древнегреческий философ, педагог. Проводил первые естественно-научные исследования и сделал множество фундаментальных открытий



Ломоносов

Михаил Васильевич
(1711–1765)

Первый русский ученый-естествоиспытатель. Универсальный человек: физик, химик, астроном, географ, филолог, поэт, художник и др.

природой, называются физическими и химическими явлениями и изучаются в физике и химии (5 класс, естествознания).

Физика и техника неразрывно связаны между собой. Появление технических средств, которые мы используем в нашей жизни, основано на физической науке. Законы физики применяются, начиная от использования обычных ножниц до полета космических кораблей.

В этом классе мы узнаем о биографиях и открытиях некоторых ученых, внесших значительный вклад в развитие физики. Например, такие открытия как **свободное падение тел** Галилео Галилея (1564–1642), **законы движения** Исаака Ньютона (1643–1727), **давление жидкостей и газов** Блеза Паскаля (1623–1662), **атмосферное давление** Эванджелиста Торричелли (1608–1647) и **правила рычага, законы гидростатики** Архимеда (287–212 гг. до н.э.) считаются великими открытиями в области физики.

Сведения о природе нашли отражение в трудах ученых Центральной Азии, таких как аль-Хорезми (787–850), аль-Фараби (870–950), аль-Фергани (IX век), Бируни (973–1050), ибн-Сина (980–1037), Улугбек (1394–1449) и другие. Физики

Кыргызстана также внесли значительный вклад в развитие физики. Это академики: Жайнаков А., Жээнбаев Ж., Токтомышев С., Чалов П. и др.; член-корреспонденты Национальной академии наук Алыбаков А., Бийбосунов И., Шаршекеев Ө.; знаменитые ученые Мамбетов Д., Тузов Л., Энгельшт В. и др.

Технология – это способ применения в повседневной практике научных знаний, в том числе физических. Первая технология в жизни человека – это использование **рычагов на практике**. Затем появились технологии использования энергии ветра и воды, тепла и электричества. Мы познакомимся с ними, когда прочитаем следующие разделы физики.

- T?**
1. Что означает слово «физика»?
 2. Кто и когда ввел термин «физика» в науку?
 3. Как вы понимаете слово «природа»?
 4. Как природа влияет на жизнь человека?
 5. Что такое природное явление?
 6. Кто такой Ломоносов М. В.? Что вы знаете о нем?
 7. Каких вы знаете ученых, изучавших природу и живших в Центральной Азии?
 8. Приведите пример связи физики и техники.

§ 2. Физические знания и его виды



1. *Взаимосвязь между наукой и знанием.*
2. *Структура физического знания.*

Открытие новых закономерностей природных явлений в результате умственной деятельности человека является одной из функций **науки**. Усвоение другими людьми новых открытых наук называют **знанием**. Это исходит от человеческого «Я знаю». Изучая и усваивая основы физики, мы получаем физические знания. Наука и знания тесно связаны. Наука развивает знания, а знание способствует открытию новых наук. Не бывает знания без науки, а науки без знания.

Как показано на рисунке 1, существуют различные виды (элементы) физических знаний: *факты, понятия, законы, теории, методы исследования, практическое применение знаний*.

Физические факты – это события, явления, которые имели и имеют место в природе. Например, если мы поднимем любое тело и уроним его, то оно обязательно упадет на землю. Возшедшее утром Солнце заходит за горизонт вечером. В темноте, без света ничего не видно. Все это в физике называют фактами.

Чтобы понять содержание физических фактов и различных изменений, нам необходимо знать основные признаки, отличающие одно явление от другого. Следовательно, **понятие (понимание)** – это знание существенных признаков,

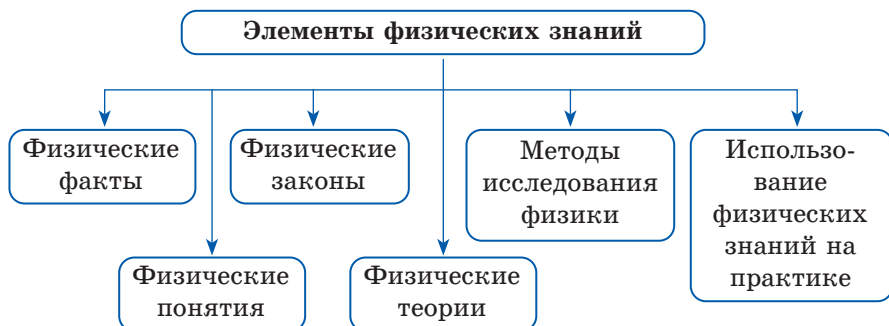


Рис. 1

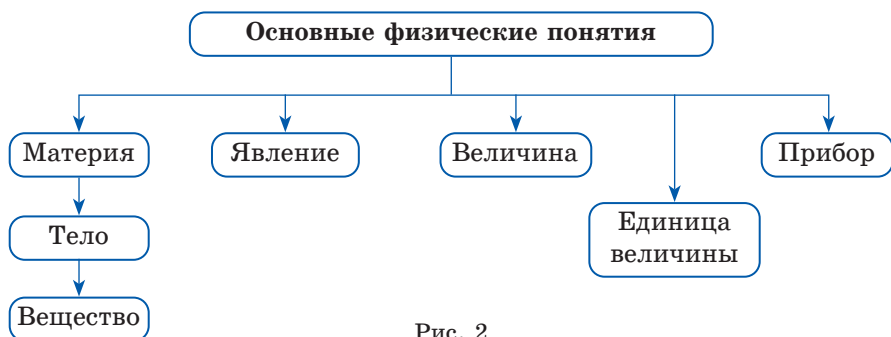


Рис. 2

отличающие одно явление от другого. Виды физических понятий показаны на рисунке 2.

Основное понятие, которое нужно усвоить при изучении физики – это **материя**.

Все, что существует в пространстве независимо от нашего сознания, воздействуя на органы чувств человека называется **материей**.

Тело – это материальный объект, имеющий определенную форму и объем.

Вещество – это форма материи, которая составляет тело и определяет его свойства.

Вещества могут находиться в твердом, жидком, газообразном состоянии и в состоянии плазмы. В зависимости от состояния они могут быть **твердыми** (лед, кусочки золота, кусочки сахара и т.п.), **жидкими** (вода, раствор золота, сок, масло и т.п.), **газообразными** (водяной пар, пары золота, воздух и т.п.).

Самая маленькая частица, сохраняющая все свойства вещества – это **молекула**. Молекулы состоят из атомов, а атом – из ядра и электронов.

Таким образом, тела состоят из веществ, а вещества состоят из мелких частиц (Естествознание, 5 класс, §§ 10–12). Все это является вещественным составляющим материи.

Строительный материал (кирпич, доска и др.) соединяющийся между собой гвоздями, проволокой, цементом составляют дом. Также и все тела, вещества и мелкие частицы составляющие вещества, связаны между собой полями, которые образуют Вселенную. Таким образом, поле тоже является материей. Существуют следующие типы полей: электрические, магнитные, гравитационные и квантовые. Следовательно, материя существует в форме **вещества и поля**, образуя Вселенную.

Движение – основная форма жизни материи. Т.к. всё во Вселенной находится в постоянном движении. Все, что нам кажется *спокойным* или движущимся, относительно только к другим телам. Например, положите на землю кусок металла. Мы думаем, что он лежит неподвижно. Однако человеческому глазу не доступно то, что частицы внутри него находятся в постоянном движении, и они движутся вокруг Солнца вместе с Землей. В 7 классе будут рассмотрены только видимые движения.

Самым простым явлением, которое изучается в физике, является движение. Например, изменение положения тела под воздействием другого тела, колебание шара, подвешенного на нити при толчке, падение предмета, выпущенного из рук и др.

В 7 классе в основном мы будем изучать механическое движение. А также характеризующие это движение физические величины: *скорость, пройденный путь, время, ускорение, сила и др.*

Связь между физическими явлениями и величинами отражается через физические формулы, законы, теории и т. д.

Схематически такую связь между физическим знанием и физической наукой можно изобразить в виде «дерева» (рис. 3). Как показано на схеме, физическая наука состоит из 5 больших разделов (описано как большие ветви дерева): 1) механика; 2) молекулярная физика; 3) электродинамика; 4) оптика; 5) квантовая физика. В каждом разделе описывается отдельная группа физических явлений в зависимости от названия. Каждый из этих разделов представляют собой отдельную науку, и они также состоят из отдельных разделов. Например, наука «**механика**» состоит из трех разделов:

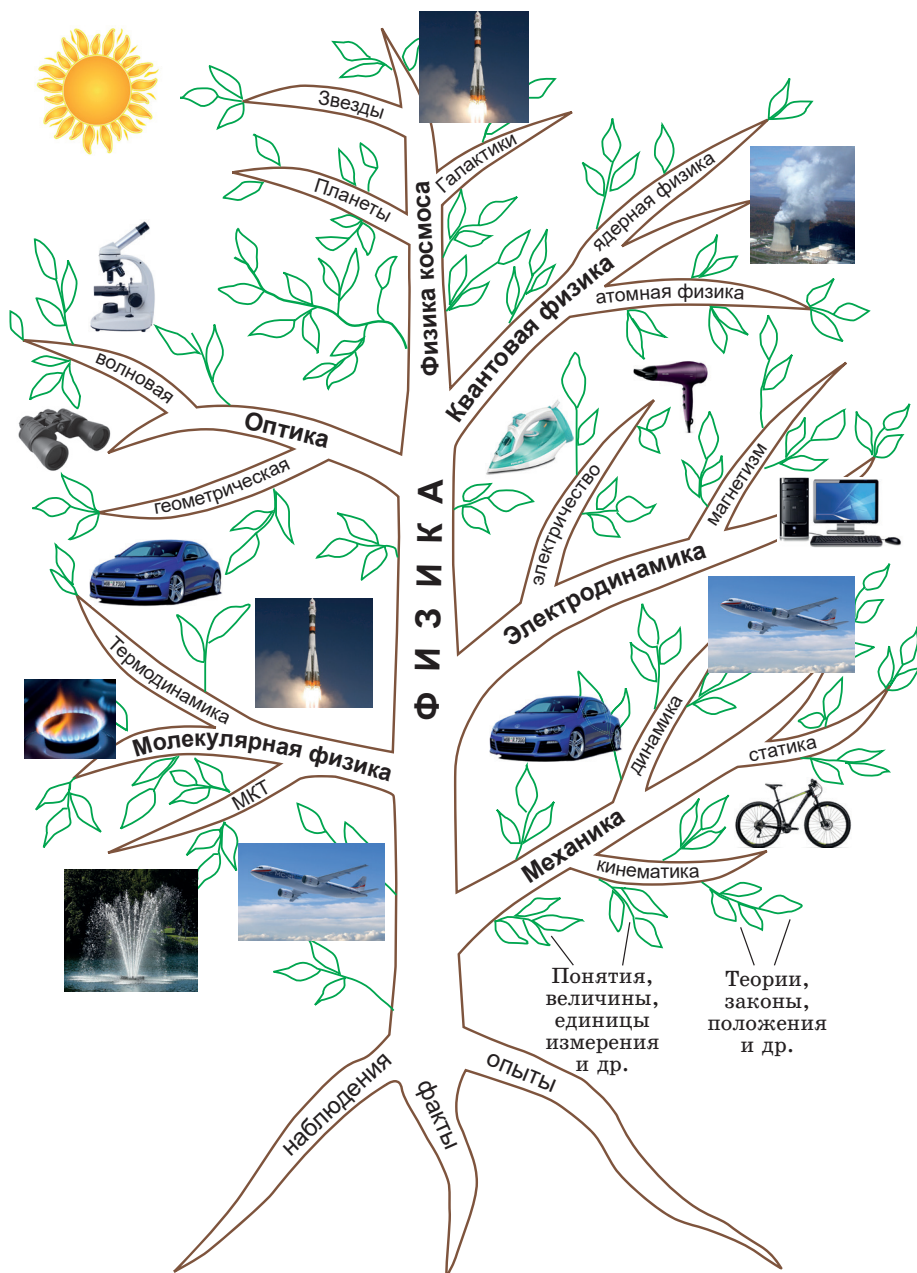


Рис. 3. Схема-дерево – структура физики

«кинематика», «динамика» и «статика». **Молекулярная физика** делится на два раздела: «молекулярно-кинетическая теория (МКТ)» и «термодинамика». Следующий раздел – «**электродинамика**» состоит из двух разделов: «электричество» и «магнетизм». Раздел **оптика** – *геометрическая и волновая оптика*. **Квантовая физика** делится на два, *атомную и ядерную физику*.

Физика также широко используется в исследовании космоса. В частности, физическими методами изучается движение, структура небесных источников света. Они составляют «**физику космоса**».

Каждый раздел физики исследует и изучает относящиеся к ним явления.

Для изучения предмета физики целесообразно уметь различать элементы знания (явления, величины и связывающие их законы и др.), относящиеся к каждому разделу физики. На схеме они показаны как листья и соединяющие их стебли (рис. 3).

Различные «плоды» каждой ветви дерева, изображенные на схеме, отражают физику в целом как науку, в частности виды техники, разработанные в результате глубокого изучения соответствующего ее раздела.

Корни дерева указывают на то, что физическая наука основана на понимании фактов, их наблюдении, опытным (экспериментальном) подтверждении и развитии.

В природе рост обычного дерева зависит в первую очередь от его полезности для человека. Соответственно, требуется работа садовода. Затем нужен воздух, вода, почва, солнечный свет и др. Физические знания также очень важны в жизни. Для их развития нужен неустанный труд ученых, их взаимодействие с другими науками (математика, биология, химия, география, астрономия, информатика) и особенно важен интерес молодого поколения к науке.

- Т?** 1. Как вы понимаете физическую науку? Какие есть элементы (составляющие, разделы) физической науки?
2. Какие основные виды физических понятий Вы знаете?
3. Приведите примеры различий между телами и веществами.

4. Из чего состоит вещество? Какие виды веществ существуют?
5. Опишите свое понимание схемы «дерево». Как вы понимаете нарисованный «плод» на каждой ее ветке?
6. Что еще нужно для развития физической науки? С чем можно сравнить физическую науку в схеме «дерево»?

§ 3. Физические явления



1. Что такое явление?
2. Физические явления.

Как известно, все изменения, происходящие в природе, называются **явлениями**. В мире слишком много изменений. Например, смена дня и ночи; грохот молнии; пожелтение зеленых листьев осенью; коррозия гвоздей и т. д. Но не всё это физические явления.

Например: смена дня и ночи – астрономическое явление; молния – физическое явление; пожелтение листьев – явление биологическое; коррозия гвоздей – это химическое явление. Изучая физику, мы изучаем только физические явления. Такое разделение зависит от закономерности явления.

Закономерность – это относительно устойчивые существенные взаимосвязи природных явлений. Внутренняя связь между причиной и результатом природного явления отражается **законом**. Если люди регулируют свое поведение и взаимоотношения в обществе посредством государственных законов, то своё поведение в природе и отношение к природе им необходимо регулировать с учетом законов природы.

Основное различие законов природы состоит в том, что они не возникают в зависимости от ситуации, а живут в ней как тайна природы. Никто не может нарушить или изменить законы природы. Если не учитывать эти законы, они могут привести к катастрофам.

Если закономерность природных явлений подчиняется законам физики, то эти явления называются **физическими явлениями**.

К физическим явлениям относятся механические, тепловые, электромагнитные и световые явления.

К механическим явлениям относятся все движения, которые мы можем видеть собственными глазами (рис. 4).

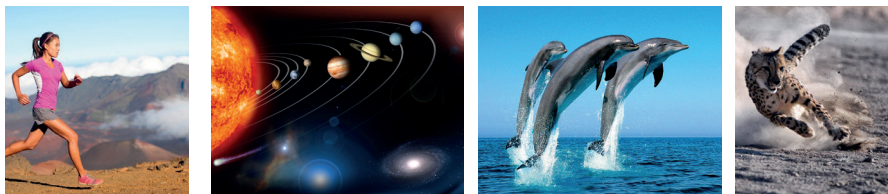


Рис. 4. Механические явления

Например, движения, начиная от насекомых до космических кораблей, даже таких космических объектов как Земля, Луна, Солнце и т. д.

К тепловым явлениям относятся нагревание и охлаждение тел, замерзание и оттаивание, образование пара, ветра и т. д. (рис. 5).



Рис. 5. Тепловые явления

Примерами *электрических явлений* являются электризация тел, производство электроэнергии, использование электрического тока в быту, промышленности, сельском хозяйстве, молнии и грозы (рис. 6).



Рис. 6. Электрические явления

Примеры *магнитных явлений* включают притяжение железа к магниту, обнаружение с помощью компаса полюсов Земли, работу устройств, генерирующих электрический ток (рис. 7).



Рис. 7. Магнитные явления

Световые явления объясняются рассеянием и отражением света, образованием теней и наличием различных цветов (рис. 8).

Вышеуказанные явления всегда встречаются в повседневной практике и стали для нас обычными. Мы не уделяем особого внимания пониманию их сути. Однако, если мы задумаемся на мгновение и зададим себе вопрос об их происхождении, то сразу станет очевидно, что мы не знаем сути этих явлений.

Приведем пример. Почему камень, брошенный вверх, падает на землю? Почему ложка в чашке с горячей водой нагревается? Почему без огня электрическая лампочка дает свет? Какая разница между водой, паром и льдом? Почему находящиеся в одной и той же комнате железо на ощупь холодное, а дерево теплое? На чем основана работа радио, телевизора, телефона, компьютера? Вот для того, чтобы ответить на множество таких вопросов, изучить каждое природное явление, улучшить жизнь человечества мы и должны изучать физику.



Рис. 8. Световые явления

Механические явления изучаются в 7-м классе, тепловые и электромагнитные явления – в 8-м классе, а световые явления – в 9-м классе.

- Т?** 1. Что такое явление?
2. Какие вы знаете физические явления?

§ 4. Методы изучения физики

- ?** 1. Значение слова «метод».
2. Методы исследования физической науки.
3. Методы изучения предмета физика.
4. Наблюдение за природными явлениями.
5. Опыт изучения физики.

Два способа изучения:

1. **Научное исследование** – познание или усвоение фактов посредством научного исследования, уточнения.

2. **Приобретение знаний** – изучить, усвоить исследованные, уточненные данные о фактах, научных открытиях, сделать их своими знаниями, получение знаний и умение их применять.

В начальной школе мы уже узнали, что Земля имеет форму шара. Однако, временами говорят что «Земля не круглая». Что делать?

Если мы сами начнем исследовать форму Земли или проанализируем и сравним исследования по ней, а затем сделаем выводы, то это является **научным исследованием**. Если мы прочитаем об этом достоверную с научной точки зрения информацию в книгах и поймем, то это будет **приобретение знаний**.

Есть несколько широко используемых методов научного исследования и приобретения знаний.

«**Метод**» (греч. *methodos*) – это использование каких-либо средств, действий для достижения установленной цели. Например, если есть два способа добраться от северного берега Иссык-Куля до южного берега по воде и суше, то мы можем использовать средства (транспортные и т. д.)

и сравнить способ пересечения этих дорог используя разнообразие методов. Существует множество различных методов, и они используются выборочно в зависимости от цели познавательной или практической деятельности человека.

Методы научного исследования делятся на два.

Теоретические методы исследования: *анализ, сравнение, синтез, обобщение, моделирование*. Они также называются логическим рассуждением.

Анализ – выделение и разностороннее изучение отдельных частей объектов исследования.

Сравнение – возможность количественно или качественно сравнить два или более объекта и отличить их друг от друга.

Синтез – соединение ранее проанализированных элементов, рассмотрение их как единое целое.

Обобщение – выявление общих признаков объекта в результате мыслительной деятельности.

Эмпирические методы исследования: *внимание, наблюдение, моделирование, проведение опытов и экспериментов*.

Наблюдение – это изучение фактов, т. е. уделение внимания к изменениям в окружающей среде, попытка проанализировать и понять их особенности, причины, целенаправленное исследование по заранее составленному плану, чтобы узнать внешние особенности изучаемого объекта.

Например, почему Солнце восходит ежедневно с востока? Почему Солнце в полдень находится в зените и земля нагревается? Почему вечером Солнце заходит на западе за горизонт? Часто мы не придаем значения всему этому. А вот наблюдательный человек старается понять смысл этих явлений. Поэтому, очень важно быть наблюдательным и внимательным ко всем событиям, происходящим во Вселенной, в окружающей среде.

Есть три элемента наблюдения: *наблюдатель (субъект), объект наблюдения (наблюдаемый предмет) и средства наблюдения*. К средствам наблюдения относятся средства и действия, помогающие органам чувств.

На что необходимо обратить внимание при наблюдении за природными явлениями:

1. Определение цели проведения наблюдения.
2. Нахождение объекта, средства наблюдения.
3. Последовательность проведения наблюдения.
4. Проведение анализа итогов наблюдений.
5. Определение причин и результатов явления.

Моделирование – это разработка модели исследуемого явления, тела или действия, другими словами, разработка приближительного результата исследования (научная гипотеза).

Опыт – это искусственное повторение природных явлений. Для этого применяются специальное оборудование и материалы. В результате уточняются условия, при которых происходит явление, и результаты происходящего явления.

Эксперимент – это основной метод исследования в физике. Эксперимент проводится в специально созданной лабораторной среде, которая может быть изменена по желанию. Эксперимент подтверждает или опровергает любую научную гипотезу. В отличие от наблюдения экспериментатор активно воздействует на объект.

Информация для дополнительного чтения

Различие между экспериментом и опытом – эксперимент проводится раньше, подтверждает или опровергает точность *научной гипотезы*. Опыт проводится для получения заранее известного результата.

При проведении эксперимента или опыта по физике предлагается использовать следующий план:

1. Определение цели проведения эксперимента или опыта.
2. Определение и подготовка необходимых для эксперимента или опыта оборудования и материалов.
3. Создание условий для проведения эксперимента или опыта.
4. Знание последовательности проведения эксперимента или опыта.

5. Проведение эксперимента или опыта.

6. Подведение итогов.

Теоретические и эмпирические методы научного исследования тесно взаимосвязаны. Например, в эмпирических исследованиях также применяются методы теоретического мышления, моделирования и др.

Есть также много **методов приобретения знаний**. Наука, изучающая их, называется дидактикой.

Обучение – это познавательная деятельность, которая проходит в сочетании с осознанной практической деятельностью. В зависимости от степени воздействия на познавательную деятельность методы обучения делятся на два.

1. Репродуктивная. В этом случае ученик получает, понимает, запоминает уже готовые знания или то, что говорит учитель, и может их пересказать. Этот метод – один из самых экономичных и простых способов изучения обобщенного, систематического опыта человечества. Используется на всех типах уроков. Однако он не развивает у учащихся самостоятельных творческих способностей, хотя позволяет им накапливать знания.

2. Продуктивная. В этом случае учитель поднимает проблемные вопросы, обучает учащихся самостоятельной творческой деятельности. Ученик осваивает новые знания в результате творческой деятельности (*небольшое исследование, эвристика, т. е. новое изобретение, исследование*), решает сомнительные, спорные вопросы.

Эти методы взаимосвязаны и используются в учебном процессе совместно. Творческая деятельность невозможна без репродуктивного обучения.

В последние годы стало актуальным использование исследовательских методов в школах. Обычно это осуществляется путем проектного исследования. Преимущество проектного исследования заключается в том, что учащиеся выбирают интересную, актуальную для жизни, проблемную тему и проводят исследование, используя знания, полученные по нескольким предметам, в удобный период (2–4 дня, неделя, 6 месяцев или 1 год).

Разрабатывают план проектного исследования самостоятельно или с учителем. Они проводят исследования в парах и группах, затем защищают.

Известные педагоги-ученые Усова А. В., Мамбетакунов Э. М. и др. разработали план изучения физических знаний (элементы знания: явление, величины, инструменты и т. д.). Их использование создаст условия систематическому изучению физики.

Общий план изучения физических явлений:

1. Какие бывают внешние признаки изучаемых явлений?
2. При каких условиях происходит явление?
3. Как определяется понятия явление?
4. Какова связь данного явления с другими, и в чем их различия?
5. Какие величины характеризуют явление в количественном отношении?
6. Примеры явлений, наблюдаемых в природе.
7. Примеры использования явлений в повседневной жизни.

Все это подчиняется следующему правилу.

Активное восприятие окружающей среды → мысленный анализ и понимание → применение полученных знаний на практике.

Если мы сможем учиться следуя этой последовательности, то мы научимся самостоятельно приобретать знания. Во-вторых, мы можем применить полученные знания в своей жизни.

- Т?**
1. Как вы понимаете слово метод?
 2. Какие есть методы исследования?
 3. Какие есть методы приобретения знаний?
 4. Какие мыслительные действия совершаются в процессе познания?
 5. Как вы понимаете слова восприятие, наблюдение, эксперимент, опыт? Что нужно знать для их проведения?
 6. Понаблюдайте за каким-нибудь природным явлением и попробуйте в домашних условиях воспроизвести его опытным путем.

7. Проведите опыт и определите продолжительность восхода и захода Солнца. Запишите в тетради, как вы это определили.
8. Попробуйте выполнить проектное исследование «Форма и движение Земли».

§ 5. Физические величины. Измерение физических величин



1. Что такое физическая величина?
2. Измерение физических величин.
3. Основные физические величины.
4. Измерение величин.
5. Международная система единиц.
6. Общий план изучения величин.
7. Информация о физических законах и теориях.

В повседневной практике телам или явлениям от их особенностей дается характеристика как «большой-маленький», «меньше-больше», «длинный-короткий», «горячий-холодный», «тяжелый-легкий», «быстрый-медленный» и т. д. Например, компьютер больше сотового телефона; коробок спичек меньше пачки сахара; река Нарын длиннее реки Ак-Бууры; летом жарко, зимой холодно; мешок с песком тяжелее мешка с хлопком; самолет летит быстрее, чем вертолет и т. д. Здесь одно сравнивают с другим.

Для сравнения свойств, качественных и количественных характеристик объектов в науку был введен термин **«величина»**. Размер объекта (длина, толщина, диаметр, высота, глубина) характеризуют длина, площадь, объем; тяжесть тела характеризуют масса, вес; температура характеризует теплоту, которые нам известны по предметам математика, естествознание и др.

В 7 классе на уроках физики мы познакомимся с такими физическими величинами, как **длина, время, скорость, ускорение, сила, работа, мощность, энергия** и др. Физические величины делятся на **основные** и **производные**. *Длина, время, масса и температура* приняты как основные физические величины. Такие величины как *площадь, объем, скорость* и т. д. считаются производными величинами.

Объекты в форме параллелепипедов имеют три измерения: *длину, ширину и толщину* (или глубину). Например, спичечный коробок, класс и подвал – трехмерные. Диаметр и глубина характеризуют объем колодца круглой формы. Хотя они называются по разному, приняты они как длина. Поэтому, длина – это *основная физическая величина*. Обозначается буквой l (эл).

Площадь и объем являются производной величиной, т.к. площадь двух или трехмерного объекта определяется длиной его сторон. Измеряем длину (a) и ширину (b) прямоугольной плоскости (параллелограмма) и определяем площадь поверхности по формуле $S = a \cdot b$. Измеряя длину (a), ширину (b) и высоту (c) параллелепипеда, мы определяем его объем по формуле $V = a \cdot b \cdot c$.

Физические величины могут быть скалярными и векторными. Если величины определяются числовым значением, то они являются **скалярными**. Длина, время, температура и другие это скалярные величины.

Если величина определяется как числовым значением, так и направлением, такие величины называются **векторными**. Например, скорость имеет числовое значение и направление. При необходимости над векторными величинами ставится стрелка ($\rightarrow$). К векторным величинам относятся скорость, сила и т.п.

Для определения объема физических величин и сравнения числовых значений было введено понятие единица измерения. Единица измерения длины – 1 метр (м). Единица площади – 1 м^2 . Единица объема – 1 м^3 или 1 л (литр).

$$1 \text{ л} = 10^{-3} \text{ м}^3 = 10^{-3} (10^2 \text{ см})^3 = 10^{-3} \cdot 10^6 \text{ см}^3 = 10^3 \text{ см}^3 = 1000 \text{ см}^3.$$

Еще одна важная величина – **время**. **Продолжительность последовательности событий** называется временем. Обозначается буквой t . Основная единица времени называется секунда (с). Также используются: сутки, час, минута (мин):

$$1 \text{ сутки} = 24 \text{ часа}$$

$$1 \text{ час} = 60 \text{ минут}$$

$$1 \text{ минута} = 60 \text{ секунд}$$

Удобно составить и использовать таблицу наименований, обозначений и единиц измерения величин (таблица 1).

В целях применения во всех странах мира одинаковых правил единиц измерения величин в 1962 году была принята Международная система единиц (СИ – система интернациональная). Для удобства записи и считывания результатов измерений, были определены символы (приставки) кратных и дольных единиц (таблицы 2 и 3).

Таблица 1

Величина	Обозначение	Единица	Значение
Длина	l	1 м	Метр
Площадь	S	1 м ²	Квадратный метр
Объем	V	1 м ³	Кубический метр
Время	t	1 с	Секунда
Масса	m	кг	Килограмм
Температура	t	°C	Градус Цельсия

Таблица 2

Наименование и обозначение десятичных кратных единиц							
Приставки кратных единиц	дека	гекто	кило	мега	гига	тера	пета
Обозначение	de	g	k	M	G	T	P
Увеличение	10 ¹	10 ²	10 ³	10 ⁶	10 ⁹	10 ¹²	10 ¹⁵

Степени рядом с числом 10 указывают, сколько нулей нужно поставить после числа.

Например: $12 \cdot 10^9 = 12\,000\,000\,000$, здесь девять нулей поставили после числа 12.

Таблица 3

Наименование и обозначение десятичных дольных единиц							
Приставки дольных единиц	деци	санти	милли	микро	нано	пико	фемто
Обозначение	<i>д</i>	<i>с</i>	<i>м</i>	<i>мк</i>	<i>н</i>	<i>п</i>	<i>ф</i>
Увеличение	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-6}	10^{-9}	10^{-12}	10^{-15}

Отрицательные степени рядом с числом 10 указывают количество цифр после запятой, включая числа и нули. Например: $5 \cdot 10^{-6} \text{ м} = 5 \text{ мкм} = 0,000005 \text{ м}$.

Используя эти приставки, вы можете преобразовывать единицы многих величин в кратные и дольные. Например, единицы длины (таблица 4).

Таблица 4

Кратные	Дольные
1 метр (1 м)	1 дециметр (дм) = 0,1 м
1 декаметр (дем) = 10 м	1 сантиметр (см) = 0,01 м
1 гектометр (гм) = 100 м	1 миллиметр (мм) = 0,001 м
1 километр (км) = 1 000 м	Возьмем наоборот:
1 мегаметр (Мм) = 1 000 000 м	1 м = 10 дм
1 гигаметр (Гм) = 1 000 000 000 м	1 м = 100 см
д. р.	1 м = 1 000 мм и др.

Обобщенный план изучения физических величин:

1. Какие свойства тела или явления характеризует физическая величина?
2. Когда и кем была введена величина?
3. Дайте определение понятия величина.
4. Как обозначается величина и единица ее измерения?
5. Прибор измерения величины.
6. Способы измерения или определения величины.

Многие физические величины изучаются в разных разделах физики. Чтобы изучить и понять каждую из них, нам нужно придерживаться вышеуказанного плана и отвечать на вопросы.

Здесь можно отметить тесную связь между элементами физических знаний.

Физические законы выражают количественную взаимосвязь между причиной и результатом явлений происходящих в природе.

Физическая теория – это базовые знания, объясняющие правильность физических законов, природу явлений и механизм движения. Законы Ньютона являются механической теорией, потому что они используются для объяснения многих механических явлений и законов.

В физике есть четыре основные теории: механическая теория Ньютона, молекулярная-кинетическая теория, объясняющая тепловые явления, электродинамическая теория, объясняющая электрические и магнитные явления, и квантовая теория света. Все явления и законы, которые изучаются в физике, объясняются и подтверждаются на основе этих четырех теорий.

Чтобы усвоить законы физики, вам необходимо знать:

1. Между какими явлениями или величинами показывает связь заданный закон?
2. Правило и математическое выражение закона.
3. Опыты, подтверждающие правильность закона.
4. Наблюдение закона в природе и его применение на практике.

Чтобы усвоить физическую теорию, нужно знать следующее:

1. Название теории и ее основные положения.
2. Тайны природы и опыты, послужившие основанием для разработки теории.
3. Правило и математическое выражение теории.
4. Явления, законы объясняемые теорией.

- Т?**
1. Какая была необходимость в введении термина величина?
 2. Какая связь между телом, явлением и физической величиной?
 3. Какие величины вы знали раньше?
 4. Какие основные и производные физические величины вы знаете?
 5. Что такое единица величины? Какие единицы вы знаете?
 6. Какие кратные и дольные единицы?
 7. Что нужно знать для изучения физических величин?
 8. Какая связь между элементами физического знания?
 9. Как вы понимаете физические законы?
 10. Как вы понимаете физическую теорию?



Упражнение 1

В таблице 5 выразите кратные единицы площади и объема в метрах (м), а дольные единицы – в сантиметрах (см).

Таблица 5

Единицы площади	Единицы объема
$1 \text{ км}^2 =$	$1 \text{ км}^3 =$
$1 \text{ Мм}^2 =$	$1 \text{ Мм}^3 =$
$1 \text{ м}^2 =$	$1 \text{ м}^3 =$
$1 \text{ дм}^2 =$	$1 \text{ дм}^3 =$
$1 \text{ см}^2 =$	$1 \text{ см}^3 =$
$1 \text{ мм}^2 =$	$1 \text{ мм}^3 =$

§ 6. Физические приборы.

Измерение физических величин

- ?**
1. Физические приборы.
 2. Измерение физических величин.
 3. Шкала, цена деления шкалы.
 4. Абсолютная и относительная погрешность измерения.

Еще один элемент физических знаний это «физический прибор». В толковом словаре говорится, что «Прибор – это общее название инструментов и средств, используемых для облегчения человеческого труда при выполнении чего-либо». Его еще называют приспособлением. В 5 классе изучая предмет «естествознание» мы уже встречали такие физические

приборы как «гномон», «флюгер», «термометр», «компас», «весы» и др.

Приспособления, используемые для изучения свойств и характеристик физического явления или тела, называются физическими приборами.

Физические приборы обычно делятся на две группы:

1. Приборы научного назначения (увеличительные, фотографирующие, звукозаписывающие и др.).

2. Приборы для обучения.

Физические приборы для обучения делятся еще на несколько групп:

- приборы для измерения физических величин (термометр, рулетка, мензурка, секундомер и др.);
- приборы для повторения физических явлений в лабораторных условиях (шар Паскаля, ведро Архимеда, посуда и др.);
- приборы, используемые как источник тока, света (аккумулятор, батарея, лампочка);
- дополнительные приборы и материалы: штатив, тонкие или плотные прямоугольные пластины из дерева, алюминия, пластика (пластина, наклонная плоскость), прямоугольная древесина в форме параллелепипеда (брусок), железные прутья, тележки и т. д. С ними мы познакомимся, когда будем изучать соответствующие материалы.

«Наука начинается с тех пор, как начинают измерять. Точная наука немислима без меры», – сказал великий русский ученый Д. И. Менделеев. В этом разделе мы будем изучать приборы, измеряющие физические величины.

Во-первых, нужно уточнить значение терминов «измерение», «мера». В физике термин «мера» можно понимать как описание, определение объема предмета путем сравнения его с каким-нибудь образцом.

Следовательно, для количественной характеристики физических величин их необходимо измерять. Для измерения используются следующие физические приборы.



Рис. 9



Рис. 10

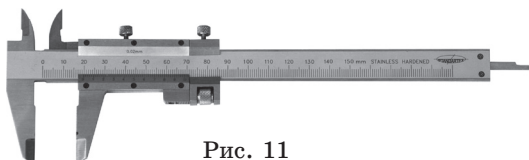


Рис. 11



Рис. 12

Например, чтобы измерить длину предмета, используется метр (рис. 9), линейка, рулетка (рис. 10) и т. д. Это простейшие физические приборы.

Для измерения длины очень маленьких предметов, например, диаметра тонкой проволоки применяются штангенциркуль (рис. 11) и микрометр (рис. 12).

Время измеряем с помощью часов, секундомера (рис. 13), а массу предмета измеряем с помощью весов. Раньше на одну сторону весов ставили предмет, массу которого нужно определить, а с другой стороны ставили калибровочные гири (рис. 14а). Сейчас в основном используются электронные весы (рис. 14б).

Если мы измеряем площадь и объем тела правильной формы с помощью линейки, то измерить объем тела (замок или кусок металла) неправильной формы можно с помощью мензурки (рис. 15). Мензурка происходит от латинского слова *mensura*, что означает «объем», «мера». Мензурка, которую



Рис. 13



а)



б)

Рис. 14

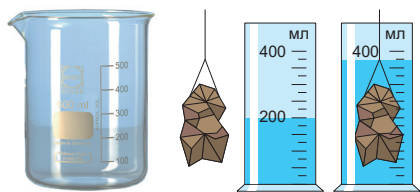


Рис. 15

мы используем, представляет собой стеклянную посуду в форме цилиндра. На его поверхности есть шкала, разделенная линиями. Линии показывают объем налитой в него жидкости.

Для измерения температуры используется термометр (рис. 16).

Основной частью измерительных приборов является шкала. На поверхности вышеуказанных измерительных приборов нанесены равномерные линии деления. Длина некоторых линий короче, но через несколько линий длиннее. Рядом с длинными линиями ставятся цифры. Эти линии деления и соответствующие ей цифры называются шкалой.

Для измерения физической величины, надо знать цену деления шкалы прибора. Чтобы найти цену деления шкалы линейки на рисунке 17, мы должны считать деления между значениями двух соседних длинных линий. Например, цифры 0, 1, 2, 3, 4 и 5 на длинных линиях разделены на десять равных делений. Тогда значение маленьких линий равно одной десятой большой линии, т. е. 0,1; 0,2; ...; 0,5; 0,6; ...; 1 ... и т. д. Следовательно, цена деления шкалы этой линейки – 0,1 см.

Подобные шкалы используются для мензурок, часов и др. Еще одна характеристика шкалы – это предел измерения прибора. Она определяется самой большой цифрой указанной на шкале измерительного прибора. Так как мензурки

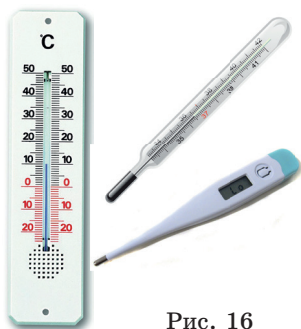


Рис. 16



Рис. 17

секундомера на рисунке нет, то возможно, стоит добавить пояснение что, если бы цифрой 4 оканчивалась шкала мензурки, то такая мензурка измеряла бы максимальный объем 4 мл, а если – секундомера, то предел измерения секундомера был бы равен 4 с.

Единица измерения каждого измерительного прибора указана на его поверхности. Например, линейка измеряет сантиметры (см), мензурка – миллилитры (мл), секундомер – секунды, а термометр – градусы Цельсия. Количество линий на шкале может быть разным.

Для того, чтобы знать цену шкалы измерительного прибора, надо знать следующее правило:

1) выделите две длинные линии, показывающие значение величин на шкале; 2) вычтите из большего числа меньшее; 3) полученное число разделите на число находящееся между большими цифрами мелких делений; 4) последнее число и будет ценой деления шкалы этого прибора.

Общий план изучения физических приборов:

1. Знать название и назначение прибора.
2. Знать как устроен прибор, назначение его частей.
3. Знать шкалу и единицу измерения прибора.
4. Знать цену деления шкалы, предел измерительного прибора.
5. Уметь измерять величину с помощью прибора.

Информация для дополнительного чтения

Также важно найти точность измерения, абсолютную и относительную погрешность.

Линейка на рисунке 17 показывает длину одной стороны спичечной коробки. Можно не брать во внимание мелкие шкалы и сказать, что примерная длина спичечной коробки (l_0) составляет 4,5 или 5 см.

Однако, тогда мы сделаем ошибку около 0,2 см. При этом, укажем истинную длину спичечной коробки таким образом $l = 4,5 \text{ см} \pm 0,2 \text{ см}$. В общем, получаем формулу: $l = l_0 \pm \Delta l$.

В этом случае Δl является абсолютной погрешностью.

Разница между фактическим значением и приближенным значением называется абсолютной погрешностью измерения (Δl).

Погрешность измерения, выраженная отношением абсолютной погрешности измерения к приближенному значению модуля (l_0) в процентах называется относительной погрешностью.

Относительная погрешность обозначается буквой ε (эпсилон) и определяется по следующей формуле:

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0} \cdot 100\%.$$

Следовательно, чем меньше шкала измерительного прибора, тем точнее будет измерение.

Практическое задание

- Изучив шкалы измерительных приборов (линейка, рулетка, мензурка) заполните таблицу.

Таблица 6

Название приборов	Линейка	Рулетка	Мензурка
Предназначение			
Предел измерения			
Цена шкалы			

- Сделайте измерение и напишите ответ.
- Длина стола: $l =$
- Толщина учебника: $d =$
- Объем стакана воды: $V =$
- Сделайте мензурку из стеклянных банок объемом не более 1 литра.

-  1. Что означает пословица «Семь раз измерь, один раз отрежь»? Связано ли это с темой?
- Как вы понимаете слово прибор, физический прибор в целом? Какие виды физических приборов вы знаете?
 - Что из перечисленного является физическим прибором: молоток, кисть, компьютер, телефон, ножницы, телевизор, космический корабль, телескоп, игла, компас? Запишите это в тетради отдельно.

4. В чем разница между физическим прибором и другими приборами?
5. Какой прибор изображен на рисунке 18? Как его использовать его и остальные устройства?
6. Что вы знаете о шкале измерительного прибора?
7. Что означает точность и погрешность измерений?
8. На какие вопросы нужно ответить, чтобы узнать больше о физических приборах?

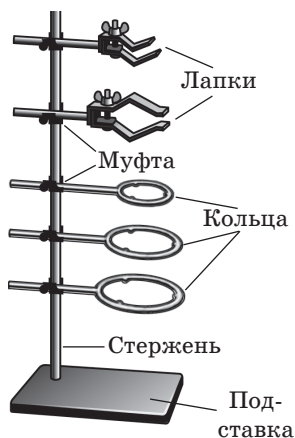


Рис. 18



Упражнение 2

1. Определите предел измерения и цену деления шкалы мензурки, показанной на рисунке 15.
2. Определите относительную погрешность спичечной коробки, если его приблизительная длина составляет 4,5 см (рис. 17).

§7. Применение физических знаний на практике



1. Важность физических знаний в повседневной практике, в сельском хозяйстве, в промышленности.
2. Примеры практического применения физической науки. Информация об ученых, которые осуществили практическое применение.

Практическое применение знаний – это результат обучения и элемент знания (§ 2, рис. 1). Знания необходимы не только для обогащения сознания, но и для улучшения своей жизни и окружающих. Разносторонний человек умеет применять свои знания. Знания, особенно физико-технические, не только облегчают человеку усилия, но и облегчают его умственную деятельность. Приведем пример.

Архимед, древнегреческий ученый, живший с 287 по 212 годы до нашей эры, был очень талантливым человеком. Архимед известен во всем мире как великий математик, астроном и механик. Еще в те времена он изобрел прибор – рычаг,



Архимед
(287–212 гг. до н. э.)

Древнегреческий ученый. Открыл законы равновесия, правила рычага и т. д.

с помощью которого можно было легко перемещать тяжелые предметы (рис. 19). До сих пор люди помнят красноречивые слова Архимеда: «Дайте мне точку опоры, и я переверну Землю». Это научное открытие вошло в историю как первый пример применения знаний (технологии) на практике.

Другим примером технологии или применения науки на практике было изобретение Ползунова – **паровая машина**.

И. И. Ползунов родился в 1728 году в Алтайском крае России в семье военно-

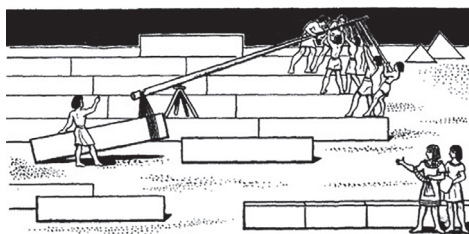


Рис. 19.
Строительство пирамид Хеопса



Рис. 20. Паровая машина Ползунова

го. В Екатеринбургском горном училище он изучал математику, основы механики, горное дело и черчение.

В 20 лет он начал работать на металлургическом заводе в городе Барнаул. В 1765 году Ползунов изобрел непрерывно работающую паровую машину (рис. 20). Однако, в 1766 году в возрасте 38 лет за неделю до его запуска Иван Ползунов скончался.

Его ученики запустили первый в мире универсальный паровой двигатель. Машина непрерывно проработала 43 дня.

Таким образом была создана возможность использования тепловой энергии в жизнедеятельности человека. Это был источник всех современных тепловых двигателей.

Английский ученый **Майкл Фарадей** 29 августа 1831 года экспериментально доказал возможность получения электричества с помощью магнитов. И электричество стало улучшать жизнь человечества. В настоящее время работающие на Токтогульской, Курп-Сайской, Камбар-Атинской и других гидроэлектростанциях в Кыргызстане генераторы, подобные модели, изображенной на рисунке 21, созданной М. Фарадеем. Сегодня мы не можем представить свою жизнь без электричества. Это и есть наглядный пример применения человеческих знаний на практике.

Ярким примером применения в жизни человека физической науки является изобретение российскими учеными «нового света». В частности, в 1803 г. В. В. Петров открыл электрическую дугу, работающую от электричества. В 1873 году **А. Лодыгин** первым изготовил новую электрическую лампочку и включил ночное освещение улицы в нынешнем Санкт-Петербурге. В 1876 году **П. Яблочков** разработал прибор дающий свет, назвав его «электрическая лампочка».

В настоящее время используются усовершенствованные модели ламп накаливания (рис. 22).

Достижения в области физической науки позволили человечеству строить атомные электростанции, исследовать



Ползунов Иван
(1728–1766)

Русский изобретатель.
Он изобрел первую
паровую машину.



Майкл Фарадей
(1791–1867)

Английский физик, химик. Он заложил основу в производство электроэнергии. Он сделал великие открытия, связанные с электрическим зарядом и током.

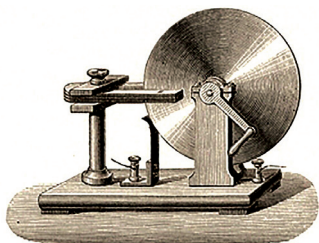


Рис. 21



Рис. 22

космическое пространство, использовать радиосвязь, создавать телевизионные системы, которые передают и принимают цветные изображения на большие расстояния, использовать мобильные телефоны и устанавливать интернет. Техники и технологии направленные на улучшение здоровья человека, лечения болезней, также основаны на физических знаниях. Поэтому, если мы овладеем базовыми знаниями физики в школе, в будущем у нас будет возможность делать больше полезных дел для всего человечества и использовать их в своей жизни. Не будем это забывать, давайте приложим целенаправленные усилия.

- Т?**
1. В чем смысл физических знаний?
 2. Каких еще ученых вы знаете, которые одними из первых внесли вклад в применение на практике физических знаний?
 3. Какие устройства, облегчающие человеческий труд, вы узнали? Приведите пример из практики.
 4. Назовите приборы работающие от электричества.

§ 8. Определение объема предметов правильной и неправильной формы.

Лабораторная работа № 1

Цель работы: ознакомиться с методами измерения объема тел. Определение цены деления шкалы измерительного прибора. Научиться определять объемы тел различной формы.

Приборы и материалы: линейка, мензурка, посуда с водой, мелкие предметы правильной и неправильной формы.

Указания к работе:

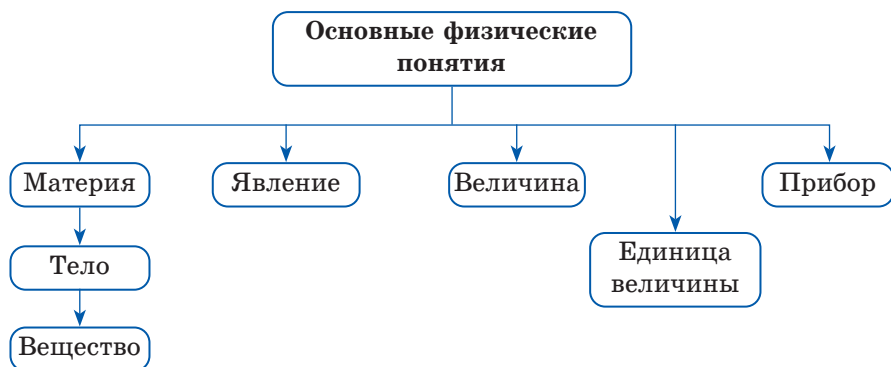
1. Определите цену деления шкалы линейки и мензурки.
Для этого возьмите два ближайших числа на шкале линейки и мензурки и вычтите наименьшее из наибольшего. Разделите полученное число на количество маленьких делений между двумя соседними числами. Это число и будет ценой деления шкалы линейки или мензурки, которую вы держите.
2. Вспомните известные вам способы, формулы и единицы определения объема предмета правильной формы.
3. С помощью линейки определите объем предметов правильной геометрической формы и выразите их в см^3 , мм^3 .
4. Определите их объем с помощью мензурки и выразите в см^3 , мм^3 . Сравните с начальными результатами.
5. Возьмите предмет неправильной формы, с помощью мензурки определите его объем и выразите в см^3 , мм^3 .
6. Нарисуйте в тетради следующую таблицу и запишите в нее результаты измерений и расчетов.

Таблица 7

Наименование предметов	Измерение линейкой		Измерение мензуркой	
	$V (\text{см}^3)$	$V (\text{мм}^3)$	$V (\text{см}^3)$	$V (\text{мм}^3)$

7. Сделайте выводы на основании проведенных измерений.

**Основные понятия I главы и
их взаимосвязь**



**Примеры тестовых заданий
по I главе**

1. Какой смысл слово «физика»?
А) Явление
Б) Природа
В) Вселенная
Г) Вещества
2. Что такое явление?
А) Все изменения
Б) Нагревание вещества
В) Рост травы
Г) Измерение длины
3. Кто является великим астрономом Центральной Азии?
В каких годах он жил?
А) Бируни (973–1050)
Б) Аль-Фараби (870–950)
В) Улугбек (1394–1449)
Г) Аль-Хорезми (787–850)
4. Какие слова из перечисленных относятся к физическим знаниям?
А) Гипотенуза
Б) Грамматика
В) Гидростанция (ГЭС)
Г) Гербарий

5. Выделите из перечисленных слов вещества.
- | | |
|------------|---------------|
| А) Тачка | В) Железо |
| Б) Самолёт | Г) Пластмасса |
6. Какие слова из перечисленных относятся к физическим величинам?
- | | |
|-------------|---------|
| А) Длина | В) Цвет |
| Б) Скорость | Г) Вкус |
7. Назовите физические измерительные приборы.
- | | |
|------------|-------------|
| А) Линейка | В) Мензурка |
| Б) Ремень | Г) Часы |
8. Что означает слово метод?
- А) Действия человека
 - Б) Приборы
 - В) Путь достижения цели
 - Г) Поставленная цель
9. Кто изобрел тепловой двигатель?
- | | |
|--------------|-------------|
| А) Яблочков | В) Попов |
| Б) Менделеев | Г) Ползунов |
10. Кто первым генерировал электрический ток?
- | | |
|-------------|-------------|
| А) Яблочков | В) Жээнбаев |
| Б) Эйнштейн | Г) Фарадей |

МЕХАНИКА. ОСНОВЫ КИНЕМАТИКИ

Первым разделом, изучаемым в физике, является механика (рис. 8). Термин «**механика**» происходит от греческих слов «механизм» и «техника». Механизм (греч. μηχανή – «приспособление», «устройство») – устройства и средства, приспособленные для выполнения какой-либо работы. Умение ими пользоваться требует от людей искусства.

Искусство (мастерство, творчество) – это греческое слово, означающее «**техника**» или «**технология**» (τέχνη). Следовательно, творческая разработка с применением средств и методов выполнения какой-либо задачи или достижения цели является «**техникой**», а их применение – «**технологией**». Устройства и аппараты на латыни называются «**машинами**» (*machina*).

Итак, «**механика**» – это раздел физики, изучающий движение тел, их взаимодействие, состояние равновесия, а также означает науку о технике машиностроения. Механика состоит из трех разделов: кинематики, динамики и статики.

Раздел «**Кинематика**» (греч. *kinematos* означает движение) изучает механические движения, типы движений, пройденный путь движущегося тела, его перемещения, скорость движения, ускорение и т. д.

Раздел «**Динамика**» (греч. *dinamikos* означает «сила, мощь») изучает силу, являющуюся причиной движения тел, результаты действия сил, работа силы, скорость работы и энергию, затраченную на выполнение работы.

Раздел «**Статика**» (греч. *statos* – покой, равновесие) определяет условия состояния покоя или равновесия тел. На основе статики мы узнаем наиболее удобные способы, средства и устройства приведения в движение тел, находящихся в состоянии покоя, а также о простых механизмах и правилах их применения.

Таким образом, изучая курс механики, вы получите базовые знания о технике машиностроения. Привыкайте к развитию, обогащению и применению знаний.

§ 9. Механическое движение

Жизнь — это движение.

Аристотель



1. Состояние покоя и движение тел
2. Почему состояние покоя и движение тел считаются относительными?
3. На какие виды делятся траектория механического движения и собственное состояние тела?

Во Вселенной нет ничего неподвижного. Вся Вселенная, все что в ней находится в движении, потому что все меняется.

Многие вещи вокруг нас кажутся находящимися в состоянии покоя. Например, Земля, Луна на небе, деревья на улице, здания, дома, мебель в них, спящий человек, вода в ведре, припаркованная машина и так далее.

Но если мы задумаемся об этом, то увидим, что все это действительно в движении. Например, т. к. Земля движется вокруг Солнца по его оси, поэтому день сменяет ночь и времена года.

Поскольку Луна движется вокруг Земли, то мы видим ее в разных фазах; дерево растет за счет полива водой и других минералов, питая свои корни и стволы; человеческое сердце бьется постоянно, кровь циркулирует и происходит обмен веществ; мелкие частицы веществ, составляющие материалы зданий, домов, машин и других вещей находятся в постоянном хаотичном движении.

В то же время все они находятся в постоянном движении вместе с Землей (рис. 23).

Следовательно, предметы, которые кажутся находящимися в состоянии покоя, находятся в покое относительно только друг к другу.

Неизменное положение тела относительно других тел в пространстве называется **механическим состоянием тела, находящегося в покое.**

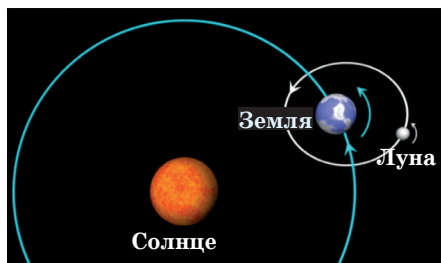


Рис. 23



Рис. 24

Тот факт, что тела находятся в движении, также оценивается относительно другого тела в состоянии покоя, находящегося рядом.

Например, Танабай искал на пастбище свою лошадь. Вдалеке показался силуэт (рис. 24). Сначала он подумал, что это камень или грунт. Он смотрел, не отводя глаз на мгновение, затем заметил, что силуэт отдаляется от холма и приближается к большому белому камню на краю этого холма. Так или иначе, он понял, что это его потерявшаяся лошадь и верхом на Гулсары поскакал к силуэту и нашел свою лошадь.

Таким образом, Танабай по движению силуэта, относительно холма и большого белого камня в состоянии покоя определил, что это его лошадь, которую он искал.

Изменение положения тела в пространстве относительно других тел с течением времени называется **механическим движением**.

Тело, движущееся относительно одного тела, может находиться в состоянии покоя относительно другого тела.

Например, сколько бы футбольный мяч не катился бы по полю, положение (форма, углы) шестиугольных фигур на поверхности мяча не изменятся относительно друг друга. Поэтому эти фигуры находятся в состоянии покоя относительно друг к другу (рис. 25). Два пассажира в двух соседних автобусах относительно сиденьям и стенкам автобуса находятся в состоянии покоя (рис. 26).



Рис. 25



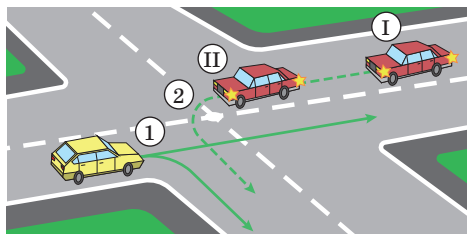
Рис. 26

Один из них не заметил, что автобус в котором он сидит двинулся вперед, а другой автобус рядом с ним показался ему что двинулся назад. Иногда два автобуса одновременно могут прийти в движение, но людям внутри покажется, что автобусы стоят в состоянии покоя. А иногда людям внутри автобуса покажется, что движется не автобус, а деревья на улице и дома вдоль дороги движутся назад.

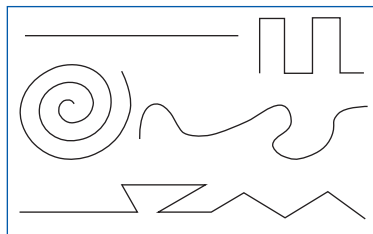
Но в этом нет никакой ошибки. Человек сравнивает себя и движение автобуса, в котором он сидит (при условии, что он и автобус в состоянии покоя) с движением второго автобуса и деревьев, домов на улице. Движение тела определяется тем, с чем его сравнивают.

Если мы проведем мелом по классной доске, то получится линия. Даже если линия по которой движутся различные тела (автомобили на асфальте, самолеты и т. д.) не будет видна, мы можем представить по какой линии они движутся (рис. 27а).

Линия, по которой движется тело, называется **траекторией движения**.



а)



б)

Рис. 27

Траектория движения может быть представлена прямой или кривой линией (рис. 27б).

Значит, по траектории механическое движение тел делится на два вида: *прямолинейное движение* и *криволинейное движение* (рис. 28).

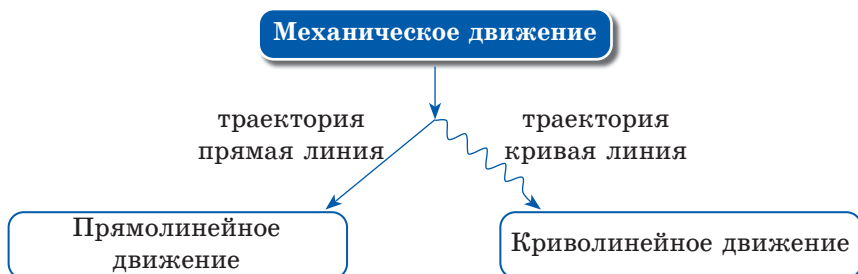


Рис. 28

Если траекторией движения является прямая линия, то это движение называется **прямолинейным**.

Если траекторией движения является кривая линия, то такое движение называется **криволинейным**.

Механическое движение также делится на два вида по положению тела на своей оси. Например, если все точки движущегося тела описывают одинаковую траекторию, это называется **поступательным движением** (рис. 29а). Если все точки тела описывают в пространстве окружности, это называется **вращательным движением** тела вокруг своей оси. Например, кузов автомобиля, движущийся по прямой линии, выполняет поступательное движение, а колеса – вращательное движение (рис. 29б).

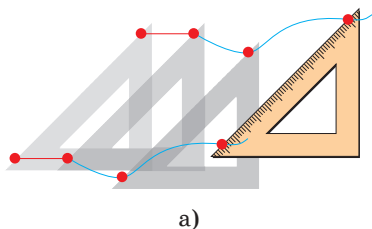


Рис. 29

Упражнение 3

1. На сиденье движущегося автобуса сидит Алима. Стоящие на остановке Эльнура и Эрмек спорят о том, находится ли Алима в движении или в покое. Эльнура говорит, что Алима движется, а Эрмек говорит, что она не движется, а сидит на месте. Кто из них прав? Попробуем проанализировать их мнения.

- Т?**
1. Что такое механическое состояние тела, находящегося в покое?
 2. Обоснуйте относительность состояния покоя и движения, приведите пример.
 3. На какие виды делятся механические движения по траектории? Приведите пример.
 4. Объясните разницу между вращательным и поступательным движениями.

§ 10. Пройденный путь движущегося тела и его перемещение

- ?**
1. *Какое значение имеет перемещение из одного места в другое в повседневной практике? Возможно ли жить без перемещения?*
 2. *Что такое путь, перемещение? Какая у них единица величины?*
 3. *Различия и сходства пути и перемещения.*

Невозможно представить жизнь человека или тело без перемещения из одного места в другое. При перемещении тел с одного места на другое, оно во время движения описывает определенную траекторию.

Длина траектории движения называется **пройденным путем**.

Пройденный путь также как длина обозначается буквой l и определяется теми же приборами.

В качестве единицы измерения используется 1 м – единица длины. Кратные и дольные единицы длины, кроме метров,

используются для определения длины пройденного пути в миллиметрах (мм), сантиметрах (см), дециметрах (дм), километрах (км):

$$\begin{array}{ll} 1 \text{ мм} = 0,001 \text{ м} & 1 \text{ м} = 1000 \text{ мм} \\ 1 \text{ см} = 0,01 \text{ м} & 1 \text{ м} = 100 \text{ см} \\ 1 \text{ дм} = 0,1 \text{ м} & 1 \text{ м} = 10 \text{ дм} \\ 1 \text{ км} = 1000 \text{ м} & 1 \text{ м} = 0,001 \text{ км} \end{array}$$

Физическая величина, имеющая только числовое значение, называется *скалярной величиной*.

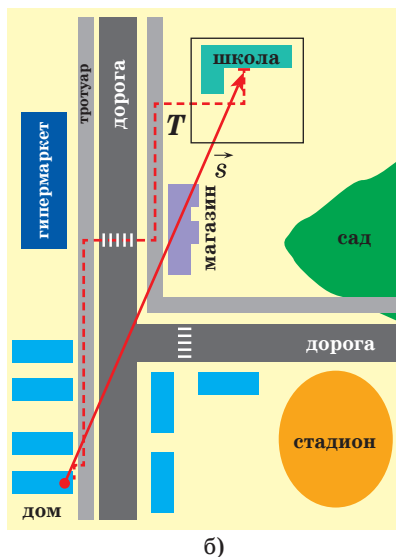
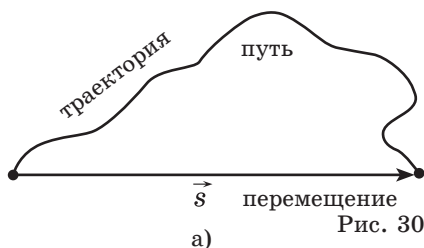
Значит, пройденный путь является скалярной физической величиной.

Вектор или направленный отрезок, соединяющий местоположения тела в начале и в конце движения, называется **перемещением**.

Перемещение происходит от итальянского *spostamento* – смещение, перемещение и обозначается его начальной буквой s .

В отличие от пройденного пути, перемещение имеет как числовое значение, так и направление. Значит, перемещение является векторной величиной, над буквой s ставится знак вектора $\vec{s}$.

Например. Обозначим буквой T траекторию движения Бектура от дома до школы. Тогда длина траектории T становится пройденным путем (s) Бектура. Вектор $\vec{s}$ соединяющий



начальное положение (дом) и конечное положение (школа) на пройденном пути Бектура считается его перемещением (рис. 30б).

На практике всегда выполняется условие $s \geq \vec{s}$. Другими словами, если движение криволинейное, его пройденный путь будет больше, чем перемещение $s > \vec{s}$.

Если тело движется по замкнутой линии, такой как круг, то начальная точка движения совпадает с конечной точкой движения, а перемещение равно нулю: $\vec{s} = 0$. В этом случае пройденный путь равен длине окружности: $s = l$.

Если движение прямолинейное, то пройденный путь будет равен перемещению: $s = \vec{s}$.

Если пройденный путь будет равен перемещению для данного условия $s = \vec{s}$ будет считаться кратчайшим путем. Однако на практике абсолютно прямого пути не бывает. Тем не менее, люди пытаются найти самый короткий путь. Примером может служить строительство туннелей, воздушных и водных маршрутов (рис. 31, 32).

Направление вектора перемещения ($\vec{s}$) определяется направлением движения. Нелегко найти числовое значение, когда движение не прямолинейное.

На практике широко используется понятие «расстояние». Поэтому в физике необходимо понимать суть этого понятия. Например, если нас спросят, какое расстояние между городами Бишкек и Ош, мы должны сказать длину автодороги, воздушного пути или же длину железной дороги?



Рис. 31

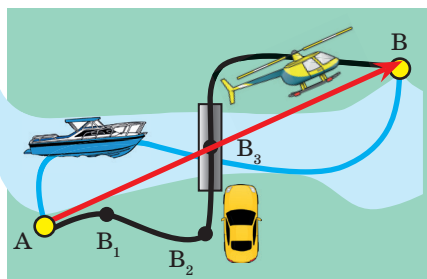


Рис. 32

Протяженность автомобильной дороги Бишкек–Ош составляет 667 км. Протяженность авиамаршрута Бишкек–Ош составляет 300 км. Если будет построена альтернативная дорога Балыкчи–Казарман–Джалал-Абад–Ош, длина дороги сократится на 300 км. Также есть планы построить параллельную железную дорогу.

Таким образом, говоря «расстояние между городами Бишкек и Ош» нужно понимать длину вектора соединяющего города Бишкек и Ош.



Как известно в математике под *расстоянием* мы понимаем длину (l) прямой линии, соединяющей две точки.



Упражнение 4

Используя карту Кыргызстана (рис. 33), рассчитайте расстояние между городами Бишкек и Ош. Помните, что это является одним из способов определения перемещения тела.

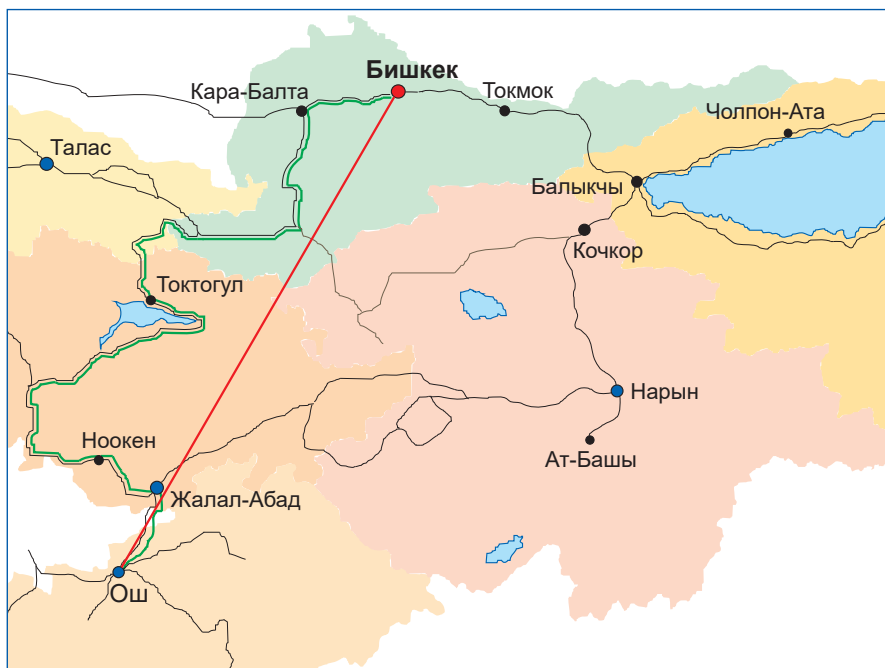


Рис. 33



Как вы заметили:

- в механике часто используется понятие «тело»;
- большие города показаны на карте крупными точками;
- микрорайоны в этом же городе также отмечены точками на чертеже;
- движения некоторых рассматриваемых тел, также обозначены на чертеже в виде точек.

Чтобы это понять, нужно знать следующие правила:

1. Рассматривая пройденный путь или перемещение, можно не обращать внимание на виды движущегося тела. Поэтому движение, перемещение, например, вертолета, лодки, машины, человека, черепахи, вместо того чтоб называть их отдельно, можно говорить, как *движение тела*, *перемещение тела*.

2. В некоторых случаях можно не принимать во внимание размер тела. Это зависит от среды, в котором рассматривается движение. Если размер тела намного меньше размера пространства, в котором рассматривается его движение, то для облегчения характеристики движения используется понятие «*материальная точка*» вместо понятия «тело». Например, на карте размер городов, пунктов, транспортных средств, движущихся между ними, намного меньше размера пространства, в котором они расположены и движутся. Поэтому они отмечены точками на карте или чертеже, которые можно рассматривать как «*материальные точки*» (рис. 33).

3. Поступательные движения твердых тел также можно рассматривать как материальные точки. Так как изучение движения одной точки твердого тела, достаточно и для остальных. Например, поступательное движение корабля, плывущего из одного порта в другой, можно рассматривать как материальную точку. Но, при этом мы не можем рассматривать шар или людей внутри корабля как материальную точку.

Тела, при изучении движения которых возможно не учитывать их размеры называются **материальными точками**. **Материальная точка** – это идеальная, представленная в сознании модель материи.



Упражнение 5

1. Укажите траекторию, пройденный путь, перемещение и направление движения каждого транспортного средства на рисунке 32.

2. Что из перечисленного можно считать материальной точкой:

- а) вагон относительно рельсов;
- б) мальчик, который находится в комнате;
- в) космическая станция между Землей и Луной.



Практическое задание

Тема: Определение расстояния от дома до школы

Цель: Научиться определять пройденный путь из дома в школу

Средство: сантиметровая лента или рулетка.

Ход выполнения работы:

- 1. Выбор направления движения.
- 2. Определить приблизительную длину (l) одного шага с помощью сантиметровой ленты или рулетки.
- 3. Рассчитать количество шагов (N) по выбранному направлению.
- 4. Рассчитать длину дороги по формуле $s = l \cdot N$, выразить в метрах, километрах.



- 1. Что мы называем пройденным путем? Как обозначается и что принимается за единицу измерения?
- 2. Что такое перемещение? Как обозначается и что принимается за единицу измерения?
- 3. В чем заключается разница между путем и перемещением, т. е. расскажите разницу и общее между величинами s и $\vec{s}$.
- 4. Что такое материальная точка?

§ 11. Скорость движения.

Единицы скорости



1. Сходства и различия между понятиями быстрота и скорость.
2. Понятие скорости. Единицы измерения, способы определения величины.

Люди всегда стараются добраться до определенного места в установленное время. Есть разные способы быстрее добраться до пункта назначения: использовать более быстрые транспортные средства (велосипеды, лошади, мотоциклы, разные виды автомобилей, поезда, вертолеты, самолеты), увеличить скорость движения транспортных средств, сокращение пути (строительство тоннелей, водных путей, железных дорог и их использование) и т. д.

«Быстро» мы понимаем, как за меньшее время совершить больше движения. Здесь дело не в расстоянии. Не каждое ускорение любого движения приводит к задуманному. Предположим, что автомобиль, лошадь и спортсмен одновременно мчатся из точки А в точку В (рис. 34). Конечно, первым до точки В доберется автомашина, лошадь независимо от того, насколько быстро двигает ногами и сильно бегают доберется до конечной точки после машины. А вот спортсмен доберется в самом конце. Таким образом, они преодолевают одно и то же расстояние в разное время или одновременно преодолевают разные расстояния. Точно так же орел, махая крыльями и медленно летая в небе, с легкостью может схватить лису, которая в спешке будет убегать от него. В этом случае орел и лисица одновременно проходят разные пути.

Следовательно, при рассмотрении механического движения тел важна не быстрота движения их частей (конечностей, крыльев, колес и т. д.), а главное, прохождение заданного

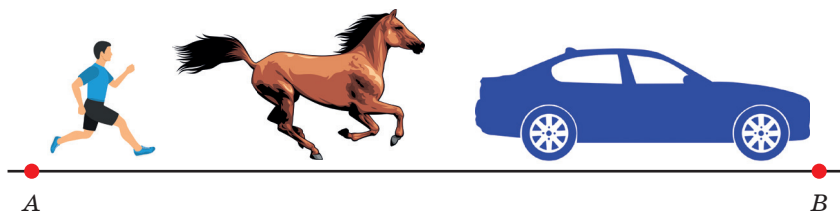


Рис. 34

пути за меньшее время или прохождение большого расстояния за заданное время. Оно характеризуется величиной «скорость».

Физическая величина, характеризующая пройденный путь за единицу времени, называется **скоростью**.

Скорость обозначается буквой v которая образована от заглавной буквы (v) латинского слова *vēlōcītās* – «скорость».

Если мы обозначим пройденный путь тела (s), разделим на время пройденного пути (t), то мы сможем найти скорость тела. Другими словами, формула для нахождения скорости определяется следующим образом:

$$v = \frac{s}{t}$$

Здесь s – пройденный путь, t – время, затраченное на прохождение этого пути.

В Международной системе единиц физических величин (СИ – франц. *Système international d'unités*, SI) за единицу скорости принят 1 м/с. Это скорость читается как 1 м деленный на 1 секунду или просто метр в секунду.

Скорость, кроме числового значения, имеет и направление, поэтому считается векторной величиной. Следовательно, над буквой, обозначающей скорость, ставится знак вектора ($\vec{v}$). За направление скорости берется направление движения тела. Например, направления скорости тел на рисунке 34 направлены с точки А к точке В.

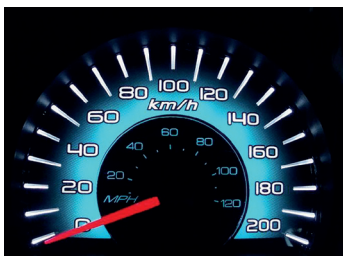


Рис. 35

Для единицы скорости кроме 1 м/с принимается еще миллиметр в секунду (1 мм/с), сантиметр в секунду (1 см/с), километр в час (1 км/час).

Скорость транспортных средств традиционно дается в км/час. Например, скорость автомобиля 60 км/час, скорость велосипеда 20 км/час.

Очень маленькие скорости удобно измерять небольшими единицами. Например, скорость улитки в винограде около 1,5 мм/с.

Скорость автомобиля измеряется специальным прибором, который называется спидометр (рис. 35).

Указания по решению задачи

1. Расстояние между Бишкеком и Токмоком 60 км. Если автомобиль пройдет это расстояние за 1 час, то какая его скорость?

По условию задачи: $s = 60 \text{ км}$, $t = 1 \text{ час}$.

Если мы поставим значения s и t в формулу $v = \frac{s}{t}$:

$$v = \frac{60 \text{ км}}{1 \text{ час}} = 60 \frac{\text{км}}{\text{час}}$$

Ответ: скорость автомашины $v = 60 \text{ км/час}$, другими словами автомашина проходит в час 60 км.

2. Если скорость дается единицами $1 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ или $1 \frac{\text{км}}{\text{час}}$, то как можно вычислить их соотношение?

1) Скорость $v = 72 \frac{\text{км}}{\text{час}}$. Выразить его в $\frac{\text{м}}{\text{с}}$.

Решение: здесь, мы знаем, что $1 \text{ км} = 1000 \text{ м}$, $1 \text{ час} = 60 \text{ мин} = 60 (60 \text{ с}) = 3600 \text{ с}$.

Подставляем эти числа вместо км и час, и получаем следующее, $v = 72 \frac{\text{км}}{\text{час}} = \frac{72 \cdot 1000 \text{ м}}{3600 \text{ с}} = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$.

Значит, $v = 72 \frac{\text{км}}{\text{час}} = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$.

2) Скорость $v = 15 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ выразить в $\frac{\text{км}}{\text{час}}$.

Решение: здесь, $1 \text{ м} = 0,001 \text{ км}$. $1 \text{ с} = \frac{1}{60} \text{ мин} = \frac{1}{60 \cdot 60} \text{ с} = \frac{1}{3600} \text{ час}$. Подставляем эти числа вместо м и с, $v = 15 \frac{\text{м}}{\text{с}} = 15 \cdot \frac{0,001 \text{ км}}{\frac{1}{3600} \text{ час}} = 15 \cdot 3600 \cdot 0,001 \frac{\text{км}}{\text{час}} = 54 \frac{\text{км}}{\text{час}}$.

Значит, $v = 15 \frac{\text{м}}{\text{с}} = 54 \frac{\text{км}}{\text{час}}$.

Как видно из формулы $v = \frac{s}{t}$ скорость движения тел в природе характеризуется двумя величинами. Первая – величина пути, пройденного в определенное время, вторая – величина времени, потраченного на прохождение одного и того же пути. С помощью этих характеристик определяется, как быстро или медленно движутся тела.

Если известны скорость движения тела и время, то можно определить пройденный путь тела в любое время по вышеуказанной формуле: $s = v \cdot t$. За единицу пути принимается 1 м.

Из формулы скорости найдем время: $t = \frac{s}{v}$.

Единица времени определяется из этой же формулы:

$$t = \frac{s}{v} = \frac{\frac{m}{c}}{\frac{m}{c}} = \frac{m}{1} \cdot \frac{c}{m} = c$$



Упражнение 6

1. Найдите пройденный путь автомобиля, мотоцикла, велосипеда и черепахи за 2 часа движущихся со скоростью 60 км/ч, 28,8 км/ч, 5,5 м/с и 5 см/с соответственно.

2. Дорога от дома до пастбища 30 км. Омурбек верхом на лошади вышел из дома в 8 часов утра и прибыл на пастбище в 11 часов. Определите скорость движения лошади.



1. Что такое скорость? Какое свойство движения характеризует скорость?
2. По какой формуле определяется скорость? Какая единица скорости?
3. Чем отличается движение тел?
4. Почему скорость считается векторной величиной?
5. Каким прибором измеряется скорость автомобиля?

§ 12. Равномерное и неравномерное движение



1. Всегда ли скорость движения постоянна или переменна?
2. Как увидеть, что скорость движения постоянная или переменная?
3. Какие бывают виды механических движений в зависимости от скорости?

Движение тел в зависимости от скорости делится на два вида *равномерное* и *неравномерное*.

Самым простым из механических движений является равномерное движение тела.

Если тело за любые равные промежутки времени проходит равные пути или скорость движения будет постоянной, то его движение называют **равномерным**.

Если тело за любые равные промежутки времени проходит разные пути, или скорость движения будет переменной, то его движение называют **неравномерным**.

Например, если автомашина за четверть часа проезжает расстояние 20 км, за полчаса 30 км, а за час 50 км, то такое движение считается неравномерным. Если эта же автомашина за каждую четверть часа проходит расстояние 20 км, за каждые полчаса 40 км, за каждый час – 80 км, то такое движение считается равномерным.

Равномерное и неравномерное движение можно наблюдать с помощью следующего опыта (рис. 36).

Движущаяся со скоростью $\vec{v}$ тележка с капельницей, из которой через одинаковые промежутки времени падают капли.

Опыт на рисунке 36а показывает, что расстояние следов от капель на доске одинаковые. Значит, тележка при движении за одинаковые промежутки времени проходит одинаковый путь. Движение равномерное.

Опыт на рисунке 36б показывает, что расстояние следов от капель на доске неодинаковы. А это означает, что за одинаковые промежутки времени тележка проходит разные пути. Значит, движение неравномерное.

Измеряя расстояние между каплями, можно заметить, что тележка двигалась по прямой линии. Такое движение называется прямолинейным равномерным движением.

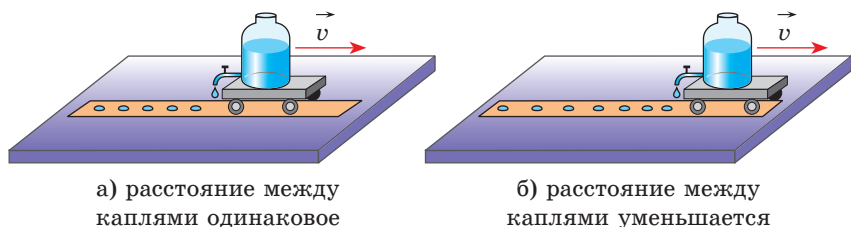


Рис. 36. Опыт, показывающий равномерное и неравномерное движение

Равномерное движение не всегда бывает прямолинейным. Например, движение стрелки часов равномерное, но каждая точка стрелки чертит окружность разного радиуса.

В этом параграфе рассмотрим только прямолинейное равномерное движение.

Если тело за любые равные промежутки времени совершает равное перемещение, то его называют **равномерным движением**.

В природе и повседневной жизни равномерное движение встречается довольно редко. Например, планеты, свет, звук в определенной среде и специально разработанные устройства (стрелка часов, эскалатор, автоматически открывающиеся и закрывающиеся двери и т. д.) движутся равномерно.

Скорость всего остального (ветра, воды, людей, животных, автомобилей и т. д.) переменна. Движение различных технических устройств и транспортных средств регулируются специальными механизмами (тормоза, газ и др.).

При необходимости их скорость снижают или увеличивают. Изобретение транспортных средств и других устройств регулирования скоростей, их разработка связана с технологией машиностроения, т. е. развитием механики.

Указания по решению задачи

1. Поезд, движущийся с постоянной скоростью, проехал за 2 часа 108 км. Найдите скорость движения поезда.

Решая задачу, сначала читаем ее условие и записываем их в кратком виде. Затем пишем соответствующую формулу, подставляем заданные числовые значения вместо величин и производим расчет. Решение задачи пишется по следующей форме.

<i>Дано:</i>	<i>Формула:</i>	<i>Решение:</i>
<i>Вопрос</i>		<i>Ответ:</i>
		<i>Единица измерения:</i>

Решите самостоятельно предложенную задачу по этому правилу.

-  1. Скорость каких тел постоянна, а каких переменна?
2. Что такое равномерное и неравномерное движение?
3. Приведите пример прямолинейного равномерного движения.
4. На какие виды делится движение по траектории и скорости?

§ 13. Средняя скорость

-  1. Как можно определить скорость неравномерного движения?
2. Что такое средняя скорость?
3. Способы определения средней скорости.

В природе не бывает идеально равномерно движущихся тел. Потому что тело может двигаться почти равномерно только при определенных условиях. Например, автомобиль на рисунке 33 может равномерно двигаться из точки А в точку В только при следующих условиях: если автомобиль нигде не останавливается; если скорость в точке А одинакова, как и в точке В; дорога прямая и ровная. Однако такое условие может быть только на некоторых коротких участках дороги.

Например, расстояние между Бишкеком и Нарыном составляет 320 км. В среднем автобус проходит это расстояние примерно за 6 часов. Потому что он едет то медленно, то быстро. Некоторое время он даже стоит на месте. Значит, движение автобуса неравномерное. В таких случаях приходится говорить о средней скорости автобуса.

Для того, чтобы найти среднюю скорость, мы весь пройденный путь должны поделить на общее время пути: $v_{\text{ср}} = \frac{s}{t}$.

По этой формуле средняя скорость автобуса, едущего по маршруту Бишкек–Нарын в приведенном выше примере составляет:

$$v_{\text{ср}} = 320 \text{ км} : 6 \text{ часов} = 53,3 \frac{\text{км}}{\text{час}}.$$

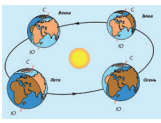
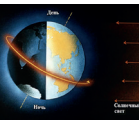
Пройденный путь и время неравномерного движения тел рассчитываются по следующим формулам:

$$s = v_{\text{ср}} \cdot t ; \quad t = \frac{s}{v_{\text{ср}}}$$

Таблица 8

Средние скорости различных тел, м/с

Улитка		0,0014	Черепаша		0,05
Человек (пешком)		1,1	Человек (в беге)		10
Снежный барс		31	Орел		100
Эскалатор		0,75–1	Автоматические двери		1,0–1,2
Автомобиль		19,4	Самолет (ТУ–154)		259

Велосипед		5,5	Мотоцикл		13,8
Земля, вращающаяся вокруг Солнца		$2,98 \cdot 10^4$	Земля, вращающаяся вокруг своей оси		$4,651 \cdot 10^2$
Луна, вращающаяся вокруг Земли		1 000	Искусственный спутник Земли		8 000

Указания по решению задачи

1. Предположим, что автомобиль первые 40 минут ехал со скоростью 60 км/ч, потом следующие 20 минут ехал со скоростью 30 км/час. Какая средняя скорость автомобиля?

Дано:	Формула:	Решение:
$t_1 = 40 \text{ мин}$	$v_{\text{ср}} = \frac{s}{t}$	$t = 40 \text{ мин} + 20 \text{ мин} = 60 \text{ мин} = 1 \text{ час}$
$v_1 = 60 \frac{\text{км}}{\text{час}}$	$t = t_1 + t_2; s = s_1 + s_2$ $s_1 = v_1 \cdot t_1$	$s_1 = 60 \frac{\text{км}}{\text{час}} \cdot \frac{40}{60} \text{ часа} = 40 \text{ км}$
$t_2 = 20 \text{ мин} = 0,3 \text{ часа}$	$s_2 = v_2 \cdot t_2$	$s_2 = 30 \frac{\text{км}}{\text{час}} \cdot \frac{20}{60} \text{ часа} = 10 \text{ км}$
$v_2 = 30 \frac{\text{км}}{\text{час}}$	$v_{\text{ср}} = \frac{s_1 + s_2}{t_1 + t_2}$	$s = 40 \text{ км} + 10 \text{ км} = 50 \text{ км}$
$v_{\text{ср}} = ?$		$v_{\text{ср}} = \frac{50 \text{ км}}{1 \text{ час}} = 50 \frac{\text{км}}{\text{час}}$ Ответ: $v_{\text{ср}} = 50 \frac{\text{км}}{\text{час}}$

2. Земля вращается вокруг Солнца со скоростью 30 км/с. Какой путь пройдет Земля за один урок?

Дано:	Формула:	Решение:
$v = 30 \frac{\text{км}}{\text{с}}$	$v = \frac{s}{t}$	$30 \frac{\text{км}}{\text{с}} = 30000 \frac{\text{м}}{\text{с}};$
$t = 45 \text{ мин}$		$45 \text{ мин} = 45 \cdot 60 \text{ с} = 2700 \text{ с}$
		$s = 30000 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot 2700 \text{ с} =$
		$= 81000000 \text{ м} = 81000 \text{ км}$
$s - ?$		Ответ: за один урок Земля проходит $s = 81000 \text{ км}$.



Упражнение 7

1. За какое время человек, улитка и снежный барс могут преодолеть расстояние в 1 км?

2. Самый быстрый конькобежец 1500-метровую дистанцию пробегает за 1 минуту 52,5 секунд. Найдите среднюю скорость конькобежца (13 м/с).

3. Лыжница, спускающаяся с гор, за 5 секунд проходит расстояние 50 метров. После спуска с горы она за 15 секунд проходит 30 метров до полной остановки. Найдите среднюю скорость лыжницы (40 м/с).



1. Ответьте на следующие вопросы по таблице 8.

- Какие тела имеют постоянную скорость?
- Какие тела имеют переменную скорость?
- Какие тела обладают средней скоростью?
- Какие значения скорости почти верны и постоянны?
- Какие тела могут контролировать своё движение, как и почему?
- Движение каких тел контролируются человеком, как и почему?

2. Как определяется величина средней скорости?

3. Какой единицей измеряется средняя скорость?

§ 14. Способы изображения движения на графике.

Система отсчета



1. Что такое график, координата?
2. В чем необходимость изображения движения на графике?
3. Что такое система отсчета?
4. Из чего состоит система отсчета?

Для того, чтобы наглядно показать взаимозависимость величин, характеризующих движение, принято показывать движение графически. Зависимость одной физической величины от другой можно представить с помощью графика. График строится в системе координат. Под системой координат мы подразумеваем совокупность условий, определяющих положение тела на прямой линии, плоскости или в пространстве.

Представим, что тело, движущееся со скоростью v за время t переместилось от координаты x_0 до координаты x по горизонтальной оси Ox (рис. 37а).

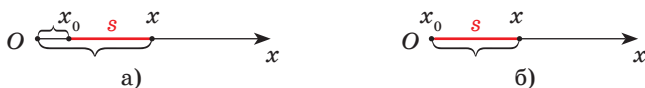


Рис. 37. Координаты тела при прямолинейном движении

Тогда пройденный путь: $s = x - x_0$. А вот пройденный путь, используя величины скорости и времени определяется по формуле $s = v \cdot t$. Если левые части этих двух уравнений равны, то и правые части будут равны: $x - x_0 = v \cdot t$.

Тогда будем иметь формулу определения координат (положения) тела в любой момент времени $x = x_0 + vt$.

Если $x_0 = 0$ то формула будет следующей: $x = vt$. Значит, начальная координата тела при прямолинейном движении, совпадает с координатой тела в начальной координате и его пройденным путем (рис. 37б)

Здесь, x_0 – начальная координата тела, а x – координата через некоторое время t .

Движение любого тела можно описать по отношению к другим телам. Тело, относительно которого определяется

движение другого тела называется телом отсчёта или началом отсчета. При построении графика движения начало координат (O) всегда помещается в начало отсчета, то есть в точку отсчета движения тела.

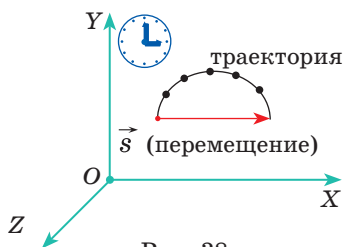


Рис. 38.
Система отсчета

Таким образом, чтобы знать координаты движущегося тела в любой момент времени, требуется тело отсчета, связанная с ним система координат и прибор показывающий время – часы. Вместе они образуют систему отсчета (рис. 38).

Как уже известно, движение тела не всегда прямолинейное. Если движение тела прямолинейное, тогда его координаты (положение) в любой момент времени можно описать на одной оси координат Ox (рис. 37 и 39а). А если тело движется в любой плоскости по кривой линии, то его положение определяется по двум координатным осям (x, y) (рис. 39б). На этом рисунке вместо тела, взята его модель – M (материальная точка.)

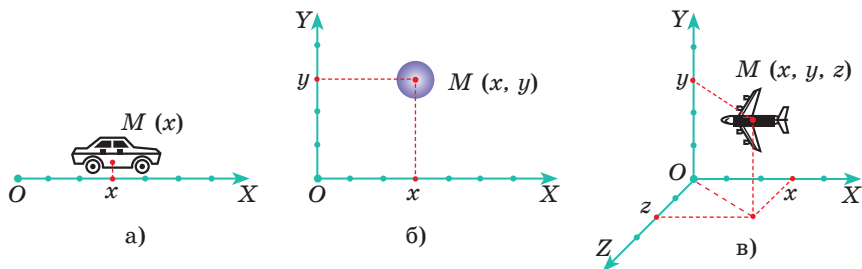


Рис. 39

Если тело движется в пространстве (например, летящий самолет, птица и т. д.), то его координаты определяются по трем координатным осям (x, y, z) (рис. 39в). Все оси координат расположены перпендикулярно друг другу.

Указания к решению задачи

Дано задание: показать на графике координаты тела, движущегося со скоростью 10 м/с через 4 секунды. Начальная координата тела $x_0 = 0$. Используя значения времени $0, 1, 2, 3, 4 \text{ с}$, мы находим значения координаты x .

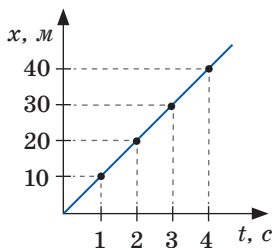
Дано:	Формула:	Решение:
$t = 0$	$x = x_0 + vt$	$x = 0 + 10 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot 0 = 0; s = 0$
$t_1 = 1 \text{ с}$	$s = v \cdot t$	$x_1 = 0 + 10 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot 1 \text{ с} = 10 \text{ м}$ $s_1 = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot 1 \text{ с} = 10 \text{ м}$
$t_2 = 2 \text{ с}$		$x_2 = 0 + 10 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot 2 \text{ с} = 20 \text{ м}$ $s_2 = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot 2 \text{ с} = 20 \text{ м}$
$t_3 = 3 \text{ с}$		$x_3 = 0 + 10 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot 3 \text{ с} = 30 \text{ м}$ $s_3 = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot 3 \text{ с} = 30 \text{ м}$
$t_4 = 4 \text{ с}$		$x_4 = 0 + 10 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot 4 \text{ с} = 40 \text{ м}$ $s_4 = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot 4 \text{ с} = 40 \text{ м}$

Эти данные запишем в виде таблицы:

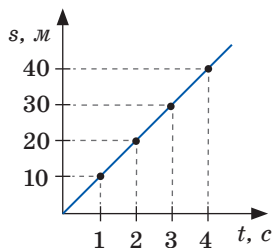
$t, \text{ с}$	0	1	2	3	4
$x, \text{ м}$	0	10	20	30	40
$s, \text{ м}$	0	10	20	30	40

В системе координат откладываем по оси абсцисс значения времени, по оси ординаты значения координат и пройденного пути тела, найдем их точки пересечения и соединяем (рис. 40 а, б).

Если сравнить этот график с известным из математики графиком функции $y = ax$, то, можем наблюдать, что так же как Y прямопропорционален X , так и при равномерном движении координаты и пройденный путь тела прямопропорциональны времени.



а) График зависимости координаты движущегося тела от времени



б) График зависимости пройденного пути от времени

Рис. 40



Упражнение 8

1. Начертите график равномерного прямолинейного движения для следующих случаев:

- $v = 18 \text{ км/час}$ и $x_0 = 0$
- $v = 5 \text{ м/с}$ и $x_0 = 2 \text{ м}$
- $v = 2 \text{ м/с}$ и $x_0 = 4 \text{ м}$

2. На рис. 41 показан график зависимости пройденного пути от времени двух тел, движущихся прямолинейно с постоянной скоростью. Найдите их скорость? Чья скорость больше?

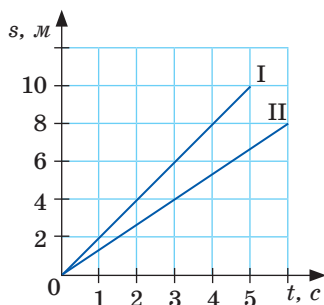


Рис. 41. График зависимости пройденного пути от времени для разных тел



- Почему было принято изображать движение в виде графика?
- Что такое система отсчета? Что мы называем телом отсчета?
- Какие есть системы координат? Когда и как они используются?
- Можно ли найти координату тела при помощи формулы пройденного пути?
- Что характеризует график движения?



Практическое задание

Начертите координаты своего дома. Для этого выберите тело отсчета (в практике его называют ориентир). Это может быть пересечение двух улиц или знакомое здание, предприятие, башня и т. д.

§ 15. Ускорение. Единица ускорения



1. Изменение скорости тела.
2. Взаимосвязь времени с изменением скорости.
3. Ускорение и его единица измерения.

Известно, что в природе и на практике тела в большинстве случаев находятся в неравномерном движении (§ 13). Скорость движения тела меняется в зависимости от состояния дороги, по которой оно проезжает. Однако для каждого человека важно знать, в какое время, каким образом и насколько меняется скорость. Например, зимой, когда мы едем кататься на лыжах, сначала лыжник с помощью палки начинает движение с горы с небольшой скоростью, затем до достижения подножия горы, скорость постоянно увеличивается. Поэтому, люди вокруг, и сам лыжник должны быть внимательны, чтобы не столкнуться друг с другом (рис. 42).

Двигаясь на большой скорости, очень тяжело сбросить скорость или резко затормозить, иногда это и невозможно, что приводит к авариям. Поэтому, при переходе трассы нужно соблюдать особую осторожность.

Из-за большого движения в городах автомашины останавливаются на остановках, перед светофорами и пешеходными переходами (на зебре). При поворотах приходится сбавлять скорость, а затем снова увеличивать ее. При необходимости резкой остановки, автомашинам следует держаться друг от друга на расстоянии. Для этого скорость машин в городе не должна превышать 40–60 км/ч.

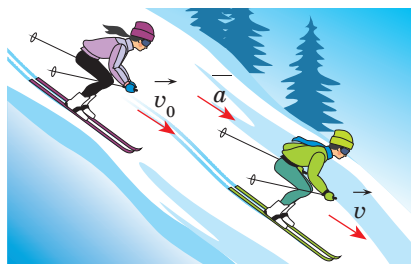


Рис. 42



Рис. 43

Нужно знать предел на какую величину и в течении какого времени можно изменять скорость. Движение, при котором с течением времени изменяется скорость, называется ускоренным.

Физическая величина, характеризующая изменение скорости за единицу времени, называется ускорением и обозначается буквой a .

Начальную скорость тела, движущегося неравномерно, обозначим через v_0 , скорость после истечения времени t обозначим v . Тогда изменение скорости за время t будет равно $v - v_0$. По определению ускорения:

$$a = \frac{v - v_0}{t}$$

Как и скорость, ускорение – это векторная величина. Его направление совпадает с направлением изменения вектора скорости. Но условно принято обозначать их v и a , без знака вектора.

В СИ скорость измеряется в $\frac{м}{с}$, а время в секундах. Подставив единицы этих величин в формулу ускорения, мы получаем единицу ускорения в СИ. $[a] = \frac{1 \cdot \frac{м}{с}}{с} = 1 \frac{м}{с^2}$. Значит, за единицу ускорения берется 1 метр деленный на секунду в

квадрате. Например, $a = 2 \frac{м}{с^2}$. Ускорение этого тела читается, как 2 метра в секунду в квадрате. Физически: это означает, что за 1 секунду скорость тела изменяется на $2 \frac{м}{с}$.

Из формулы ускорения мы находим начальную и конечную скорости:

$$v - v_0 = at, \quad v_0 = v - at, \quad v = v_0 + at.$$

Указания к решению задач

1. Скорость автомобиля за 40 секунд с $5 \frac{м}{с}$ выросла до $15 \frac{м}{с}$. Найдите ускорение автомобиля.

Дано:	Формула:	Решение:
$v_0 = 5 \frac{м}{с}$	$a = \frac{v - v_0}{t}$	$a = \frac{15 \frac{м}{с} - 5 \frac{м}{с}}{40 с} = \frac{10 \frac{м}{с}}{40 с} = 0,25 \frac{м}{с^2}$
$v = 15 \frac{м}{с}$		
$t = 40 с$		
$a - ?$		Ответ: $a = 0,25 \frac{м}{с^2}$.

2. Поезд, вышедший со станции, в течение 7 секунд двигался с ускорением $0,9 \frac{м}{с^2}$. Найдите конечную скорость поезда.

Дано:	Формула:	Решение:
$v_0 = 0$	$v = v_0 + at$	$v = 0 + 0,9 \frac{м}{с^2} \cdot 7 с = 6,3 \frac{м}{с}$
$t = 7 с$		
$a = 0,9 \frac{м}{с^2}$		
$v - ?$		Ответ: $v = 6,3 \frac{м}{с}$.

3. Велосипедистка, двигаясь прямолинейно с ускорением $1,5 \frac{м}{с^2}$ увеличила скорость от $3 \frac{м}{с}$ до $15 \frac{м}{с}$. Вычислите время, за которое произошло это изменение.

Дано:	Формула:	Решение:
$a = 1,5 \frac{м}{с^2}$	$a = \frac{v - v_0}{t}$	$t = \frac{15 \frac{м}{с} - 3 \frac{м}{с}}{1,5 \frac{м}{с^2}} = 8 с$
$v_0 = 3 \frac{м}{с}$	$at = v - v_0$	
$v = 15 \frac{м}{с}$	$t = \frac{v - v_0}{a}$	
$t - ?$		Ответ: $t = 8 с$.

- Т?**
1. Какие свойства движения характеризует ускорение?
 2. Что такое ускорение?
 3. Какой буквой обозначается ускорение?
 4. Какая формула ускорения?
 5. Что характеризует величина ускорения?
 6. Определите скорость и время из формулы ускорения.
 7. Охарактеризуйте ускорение по обобщенному плану.



Упражнение 9

1. Ускорение тела $3 \frac{м}{с^2}$. Что это означает?
2. Если ускорение тела $2 \frac{м}{с^2}$, то на сколько изменится его скорость за 1 секунду?
3. Движущийся поезд начал тормозить. Куда направлены скорость и ускорение?
4. Меняется ли направление ускорения при прямолинейном движении?
5. Автобус, трогаясь с места, за 50 секунд увеличил скорость до $15 \frac{м}{с}$. Чему равно ускорение автобуса? (Ответ: $0,3 \frac{м}{с^2}$)
6. Машина, движущаяся с ускорением $0,5 \frac{м}{с^2}$ начала тормозить. Найдите ее скорость через 10 секунд, если первоначально она двигалась со скоростью $36 \frac{км}{час}$. (Ответ: $15 \frac{м}{с}$)
7. Велосипедист, двигавшийся прямолинейно с постоянным ускорением в $0,2 \frac{м}{с^2}$ за 25 секунд увеличил свою скорость до $10 \frac{м}{с}$. Найдите его первоначальную скорость. (Ответ: $5 \frac{м}{с}$)
8. Автобус выехал с остановки с ускорением $0,5 \frac{м}{с^2}$. За какое время он достигнет скорости $10 \frac{м}{с}$? (Ответ: 20 с)

§ 16. Ускоренное и замедленное движение



1. Что такое ускоренное движение?
2. Что такое замедленное движение?
3. Как определить ускорение при ускоренном движении?
4. Как определяется ускорение при замедленном движении?

Для того, чтобы понять физические явления, надо проводить анализ характеризующих их формул. Например, во время равномерного движения пройденный телом путь определяется по формуле $s = v \cdot t$. Здесь, v – скорость равномерного движения.

Если движение равномерное, величина скорости будет постоянной. Значит, величина пройденного пути зависит от времени пути. Чем больше время движения, тем большее расстояние пройдет тело. Во время прямолинейного движения направление скорости совпадает с направлением перемещения.

Теперь рассмотрим формулу ускорения:

$$a = \frac{v - v_0}{t}.$$

Рассмотрим два случая, характеризующие изменения скорости движения.

Первый случай, тело с начальной скоростью $v_0 = 0$ выходя из состояния покоя, за какой-либо промежуток времени t достигает определенной скорости. В этом случае ускорение тела определяется по формуле $a = \frac{v}{t}$. Такое движение называется ускоренным. Не обязательно для ускоренного движения тело вначале должно находиться в состоянии покоя. Движущееся тело в какой-то промежуток времени может начать увеличивать свою скорость. Например, тело движущееся со скоростью 5 м/с , за 6 секунд увеличило скорость на 3 м/с . Движение ускорилось. Чему равно ускорение?

Для того, чтобы ответить на поставленный вопрос, проведем следующий анализ. Начальная скорость тела $v_0 = 5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. Время движения $t = 6 \text{ с}$. Изменение скорости $v - v_0 = 3 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. В этом вопросе следует обратить особое внимание на слова «скорость увеличилась на $3 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ ». Это не значит, что конечная скорость тела $3 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, а это означает, что скорость тела увеличилась на $3 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ по сравнению с начальной скоростью.

Здесь, конечная скорость равна $v = 5 \frac{\text{м}}{\text{с}} + 3 \frac{\text{м}}{\text{с}} = 8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$.

Найдем ускорение:

$$a = \frac{v - v_0}{t} = \frac{8 \frac{\text{м}}{\text{с}} - 5 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{6 \text{ с}} = \frac{3 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{6 \text{ с}} = 0,5 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

Движение, при котором с течением времени скорость увеличивается, называется ускоренным движением. Здесь принято условие $v > v_0$, $a > 0$.

Движение является ускоренным, т.к. найденное ускорение является положительным числом. Эту закономерность в общем математическом виде запишем следующим образом. Если конечная скорость тела v больше первоначальной скорости, другими словами $v > v_0$ разность скоростей дает положительное число. Поэтому и значение ускорения тоже положительное. Такое движение является ускоренным движением.

Второй случай. Тело, движущееся со скоростью $10 \frac{м}{с}$ начало замедлять движение. После истечения 40 секунд его скорость стала $2 \frac{м}{с}$, другими словами скорость замедлилась. Чему равно ускорение?

По условиям задачи: $v_0 = 10 \frac{м}{с}$; $t = 40 с$; $v = 2 \frac{м}{с}$. Здесь, $2 \frac{м}{с}$ – это не изменение скорости, а значение конечной скорости тела. Используя данные, находим ускорение:

$$a = \frac{v - v_0}{t} = \frac{2 \frac{м}{с} - 10 \frac{м}{с}}{40 с} = -\frac{8 \frac{м}{с}}{40 с} = -0,2 \frac{м}{с^2}$$

В этом примере величина конечной скорости меньше значения начальной скорости, то есть $v < v_0$.

Так как, $v - v_0 = 2 \frac{м}{с} - 10 \frac{м}{с} = -8 \frac{м}{с}$, то и значение ускорения тоже стало обозначаться отрицательным числом ($a < 0$) или $a = -0,2 \frac{м}{с^2}$.

Движение, у которого значение ускорения имеет отрицательное значение, является примером замедленного движения. При таком движении с течением времени скорость уменьшается.

Движение, при котором с течением времени скорость уменьшается, называется замедленным движением. Здесь принято условие $v < v_0$, $a < 0$.

Указания к решению задач

1. Когда велосипедистка уменьшила свою скорость с 15 м/с до 3 м/с , ее ускорение равнялось $-1,5 \text{ м/с}^2$. Определите время, которое ушло на замедление скорости.

Если показать направление скорости движения и ускорения на оси координат, то получим следующее (рис. 44). Движение направлено по оси Ox . Если начальная скорость v_0 , то после истечения времени t скорость равна v . Так как движение является замедленным, ускорение имеет отрицательное значение.

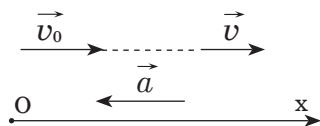


Рис. 44

В этом случае направления скорости и ускорения являются противоположными.

Дано:	Формула:	Решение:
$a = -1,5 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$	$a = \frac{v - v_0}{t}$	$t = \frac{3 \frac{\text{м}}{\text{с}} - 15 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{-1,5 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} = \frac{-12 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{-1,5 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} = 8 \text{ с}$ Ответ: $t = 8 \text{ с}$. Велосипедистка двигаясь со скоростью 15 м/с уменьшила скорость до 3 м/с за 8 секунд.
$v_0 = 15 \frac{\text{м}}{\text{с}}$	$at = v - v_0$	
$v = 3 \frac{\text{м}}{\text{с}}$	$t = \frac{v - v_0}{a}$	
$t - ?$		

2. Чему равно ускорение автомашины, если она за $1,25$ секунды изменила скорость с $18 \frac{\text{км}}{\text{час}}$ до $2,5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$? Определите характер движения.

По условиям задачи, запишем кратко заданное, затем начинаем решать по правилам.

Дано:	Формула:	Решение:
$v_0 = 18 \frac{\text{км}}{\text{час}} = 5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$	$a = \frac{v - v_0}{t}$	$a = \frac{2,5 \frac{\text{м}}{\text{с}} - 5 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{1,25 \text{ с}} = \frac{-2,5 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{1,25 \text{ с}} = -2 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$ Ответ: $a = -2 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$.
$t = 1,25 \text{ с}$		
$v = 2,5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$		
$a - ?$		

Согласно полученному ответу, значение ускорения является отрицательным числом. Поэтому движение считается замедленным. Это означает, что тело за 1 секунду уменьшает свою скорость на 2 м/с .

3. Автомобиль, движущийся со скоростью 30 м/с начинает медленно тормозить. Если во время торможения ускорение автомобиля $0,3\text{ м/с}^2$, найдите его скорость через 1 минуту.

Дано:	Формула:	Решение:
$v_0 = 30 \frac{\text{м}}{\text{с}}$	$a = \frac{v - v_0}{t}$	$v = v_0 + at =$
$a = -0,3 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$	$at = v - v_0$	$= 30 \frac{\text{м}}{\text{с}} - 0,3 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 60\text{ с} =$
$t = 1\text{ мин} = 60\text{ с}$	$v = v_0 + at$	$= 30 \frac{\text{м}}{\text{с}} - 18 \frac{\text{м}}{\text{с}} = 12 \frac{\text{м}}{\text{с}}$
$v = ?$		Ответ: $v = 12 \frac{\text{м}}{\text{с}}$.

Упражнение 10

1. Мотоциклист, ехавший со скоростью 72 км/час , за 20 секунд снизил скорость до 36 км/час . Определите ускорение. ($-0,5\text{ м/с}^2$)

2. Поезд, движущийся со скоростью 36 км/час , через 1 минуту остановился на станции. Чему равно ускорение поезда? ($\approx -0,17\text{ м/с}^2$)

3. Охарактеризуйте движение, показанное на рис. 45.

4. Определите по рис. 45 скорость движения тела во вторую секунду, а затем на шестой секунде. Определите ускорение движения на каждом отрезке.

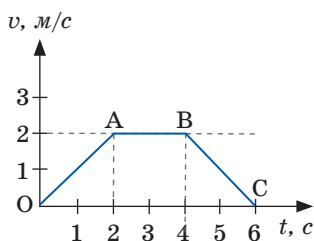


Рис. 45. График, зависимости скорости от времени

- T** 1. Что такое ускоренное движение? Приведите примеры.
2. Что такое замедленное движение? Приведите примеры.
3. Ускорение тела равно -3 м/с^2 . Как можно это объяснить?
4. $v > v_0$ какой вид движения?
5. $v < v_0$ какой вид движения?

§ 17. Движение тела по окружности. Величины, характеризующие движение по окружности

1. Криволинейное движение. Движение по окружности.
2. Величины характеризующие движение по окружности: период вращения, частота вращения, линейная скорость.

В рамках прошлых тем мы рассматривали прямолинейные движения. Но такие движения встречаются редко. Потому что, в природе и на практике тела в большинстве случаев движутся по криволинейной траектории. Как пример, можно привести движения рек, планет, мяча, брошенного под углом к горизонту, машин при поворотах на дорогах, птиц и т. д.

Если траекторией движения тела является кривая линия, то такое движение называется криволинейным (§ 9, рис. 28).

Самым простым видом криволинейного движения считается равномерное движение тела по окружности.

Движение тела по окружности с постоянной скоростью называется равномерным движением по окружности.

Например, представим, что тело движется по кривой линии, показанной на рис. 46. Тогда, радиусы r_1 , r_2 , r_3 на делениях кривой траектории можно считать как дуги окружности.

Такие движения по окружности часто встречаются в нашей жизни: движение лыжника на вершине горы, движение при заточке ножа, движение колеса движущейся машины (рис. 47), движение Земли вокруг Солнца и т. д. Поэтому для изучения криволинейного движения мы рассмотрим движение по окружности.

Представим, что тело движется вокруг центра O (рис. 48). Направление его скорости схоже со скоростями тел на рисунке 47 (лыжника на холме, грязи на колесе, искры от заточки) и направлена по дуге, проведенной вокруг огибающей линии. Поэтому она называется линейной скоростью. Линейная скорость тела движущегося по окружности как и обычная

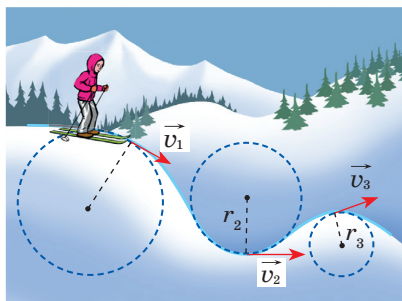


Рис. 46

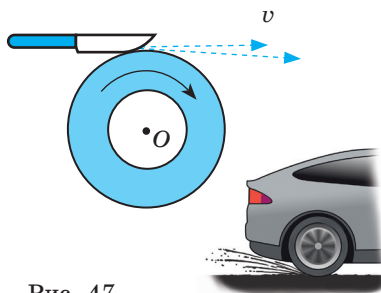


Рис. 47

скорость определяется формулой $\vec{v} = \frac{s}{t}$ делением пройденного пути на время. Тогда, пройденный путь тела движущегося по окружности равен длине окружности $l = 2\pi r$. Значит, формула линейной скорости тела движущегося по окружности определяется как

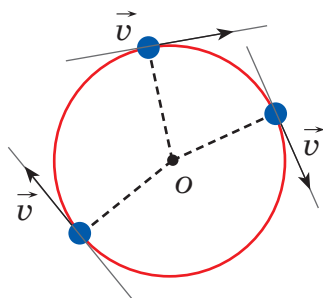


Рис. 48

$$\vec{v} = \frac{2\pi r}{t}. \text{ Единица: } 1 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

Представим, что тело (материальная точка) вокруг точки O совершила N количество оборотов. Если разделим количество оборотов на потраченное время $\frac{N}{t}$, то получим количество оборотов за единицу времени или за 1 секунду. Оно обозначается буквой n и называется частотой вращения.

Число оборотов за единицу времени называется частотой вращения. Формула $n = \frac{N}{t}$.

Например, если в одну секунду тело совершает 10 оборотов, то его частота равна $n = 10 \frac{1}{\text{с}} = 10 \text{ с}^{-1}$.

Время, за которое тело совершает один полный оборот, называется периодом вращения, обозначается буквой T .

Формула: $T = \frac{t}{N}$. Единица: 1 секунда (1 с).

Если в формулах частоты и периода вращения найдем t и N , и поставим значения вместо них, то получим следующие формулы:

$$n = \frac{1}{T} \text{ и } T = \frac{1}{n} .$$

Они являются связывающими формулами частоты и периода вращения.

Используя эти формулы, запишем формулу линейной скорости тела движущегося по окружности:

$$v = \frac{2\pi r}{T} \text{ или } v = 2\pi r n .$$



Указания к решению задач

1. Радиус колеса велосипеда 25 см. Чему равна скорость велосипеда, если частота вращения колеса велосипеда равна 1 с^{-1} ?

Дано:	Формула:	Решение:
$r = 25 \text{ см} = 0,25 \text{ м}$	$v = \frac{2\pi r}{T}$	$v = 2 \cdot 3,14 \cdot 0,25 \text{ м} \cdot 1 \text{ с}^{-1} =$ $= 1,57 \frac{\text{м}}{\text{с}}$
$\pi = 3,14$	$n = \frac{1}{T}$	Ответ: $v = 1,57 \frac{\text{м}}{\text{с}}$
$n = 1 \text{ с}^{-1}$	$v = 2\pi r n$	
$v = ?$		



1. Что такое криволинейное движение?
2. Что такое равномерное движение по окружности?
3. В чем заключается смысл изучения движения по окружности?
4. Как определить линейную скорость? Почему она называется «линейная»?
5. Что такое частота, период вращения?
6. Как изменяется направление линейной скорости? Как опытным путем показать это?
7. Период вращения тела 14 с. Что это означает?
8. Частота вращения составляет 10 с^{-1} . Что это означает?



Упражнение 11

1. Определите скорость материальной точки, находящейся на экваторе, за сутки вращения Земли. Радиус Земли $r_3 = 6400\text{ км}$ (465 м/с).
2. Скорость колеса, движущегося равномерно 10 м/с , частота вращения 4 с^{-1} . Определите радиус колеса. ($0,39\text{ м}$)
3. Определите скорость движения и частоту вращения секундной стрелки на ваших часах.
4. Охарактеризуйте по обобщенному плану величины «период вращения» и «частота вращения».

§ 18. Колебательное движение



1. Какое движение называется колебательным?
2. Какими величинами характеризуется колебание?

Мы узнали, что механические движения тела различаются по траектории: прямолинейные и криволинейные; по скорости: равномерные и неравномерные; по ускорению: ускоренные и замедленные. Также мы научились различать механическое движение в зависимости от положения тела на оси, познакомились с такими видами как поступательное движение и вращение по своей оси. Еще один вид движения – колебательное движение.

В практике колебательные движения распространены очень широко. Движения веток, листьев деревьев под воздействием

ветра, землетрясения, колебания качели и колыбели, движения струн комуза, гитары, шарика, подвешенного на нити, маятника часов и другие движения могут быть примерами колебательного движения.

Характерным признаком колебательного движения является повторение движения. Обратимся к следующему опыту.

Привяжем маленький шарик на нитку и закрепим его на штативе. Состояние покоя шара называется состоянием равновесия (рис. 49). Если шар отклонить из состояния равновесия в какую-либо сторону (рис. 50), то он начнет качаться вправо-влево, то есть будет совершать повторяющиеся движения. Шарик совершает полное колебание, то есть из крайней левой точки А движется до крайней правой точки В (АОВ), и снова повторяет это движение (ВОА), и дальше продолжает движение (рис. 51). Также, например, если потянуть вниз груз, висящий на пружине и отпустить его обратно, то движение будет повторяться, то вверх, то вниз (рис. 52).

В указанных опытах на рисунках 49–52 наблюдается повторение движения тела. Точно или приблизительно повторяющееся движение в определенный промежуток времени называется периодическим.

Колебательным движением называется периодически повторяющиеся движения тел.

Самым простым видом колебаний считаются свободные колебания. Для того, чтобы привести в свободное колебание груз, подвешенный на пружине, нити или стальной шар



Рис. 49

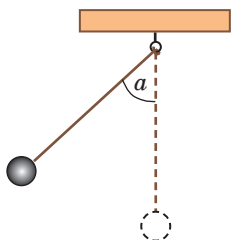


Рис. 50

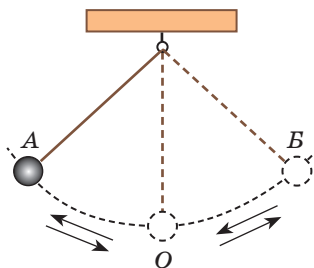


Рис. 51

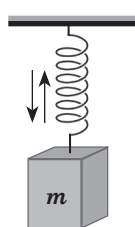


Рис. 52

внутри пустого котла, достаточно вывести их из состояния равновесия и отпустить обратно. Свободное колебание является затухающим. Потому что в результате противодействий воздуха или другой среды, колебание понемногу уменьшится и после затухает. Например, раскачанные качели через некоторое время останавливаются. Если их время от времени раскачивать, они продолжают качаться.

Колебания, которые происходят в результате действий внешних сил называются вынужденными колебаниями. Колебание колыбели, маятника часов, иглы швейной машины и другие могут служить примером этого движения (рис. 53).

Подвешенное на что-либо и колеблющееся тело называется маятником. Например, маятник часов подвешивается на диск вращающий стрелки часов.

Величины характеризующие колебания.

Амплитуда колебаний. При колебательном движении тело из состояния равновесия O движется до какого-либо (положение 1, 2) расстояния (рис. 54).

Наибольшее расстояние, на которое смещается тело из состояния равновесия, называется амплитудой колебания. Амплитуду обозначают буквой A . За единицу амплитуды берется 1 метр (1 м).

Если бы не было влияния среды, то амплитуда колебания не изменялась бы, то есть на какое расстояние тело переместилось бы из состояния равновесия, в таком же виде колебания продолжались бы и далее. Значит, амплитуда колебания зависит от расстояния, на которое переместилось тело начальный момент времени.



Рис. 53

Период колебания. Колебательное движение периодическое. Другими словами, это означает, что если тело совершает одно полное колебание за определенный промежуток времени, то по истечении такого же времени его движение точно или приблизительно будет повторяться.

Если тело совершает одно полное колебание за 2 с, то его период колебания равен 2 с. Если оно совершает полное колебание за 5 с, то его период колебания равен 5 с.

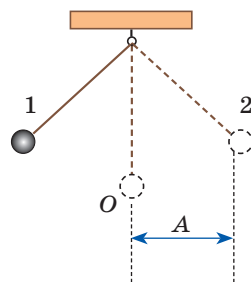


Рис. 54

Время, за которое совершается одно полное колебание, называется периодом колебания. Период колебания обозначается буквой T и за ее единицу принимается 1 секунда (1 с).

Частота колебания. Еще одна физическая величина характеризующая колебательное движение – частота колебания. Она показывает число колебаний за 1 секунду.

Число колебаний за единицу времени называется частотой колебания.

Частота колебания обозначается буквой n (эн). За единицу частоты принимается одно полное колебание за 1 секунду. Эта единица называется герц (кратко Гц):

$$1 \text{ Гц} = 1/\text{с} \text{ или } \text{с}^{-1}.$$

Согласно определению частоты, между периодом колебания и частотой существует очень простая связь. Частота и период колебания являются обратными друг другу величинами:

$$n = \frac{1}{T} \text{ откуда: } T = \frac{1}{n}.$$

Например, если тело совершает полное колебание за 0,1 с, то в 1 секунду оно совершает 10 колебаний. $1/0,1 \text{ с} = 10$ колебаний/секунду. Значит, частота колебаний равна 10 Гц .

Траектория, скорость и ускорение колебательного движения

Мы знаем, что движения различаются по траектории на прямолинейные и криволинейные, по скорости на равномерные и неравномерные, по ускорению на ускоренные и замедленные (§ 13–17). А колебательные движения? Давайте разберем. Мы узнали, что по траектории колебательные движения относятся к криволинейному движению, на примере движения чугунного шарика в котле или маятника (рис. 50). Чтобы узнать криволинейное ли движение груза подвешенного на пружине или иглы швейной машины, можем рассмотреть следующий опыт.

Прикрепим ведро с небольшим отверстием и наполненное чернилами к нити и закрепим его на штативе тележки. Под тележку поместим белую бумагу и будем перемещать по ней тележку. Откроем отверстие ведерка с чернилами и приведем нить в колебательное движение в перпендикулярном направлении (рис. 55). В этом случае струя чернил образует на бумаге кривые линии (рис. 55, 56). Эти линии представляют траекторию колебательного движения. Колебательные движения во многих случаях изображены через такие линии. Здесь нельзя забывать, что вид линий зависит от скорости движения тележки: если скорость высокая – линии будут растянутые, если скорость низкая – линии будут плотные, если тележка стоит на месте – траектория колебательного движения подвешенного ведерка с чернилами будет прямолинейной или в виде разрыва. Следовательно, чтобы точно видеть амплитуду

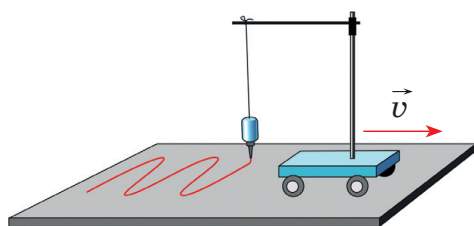


Рис. 55

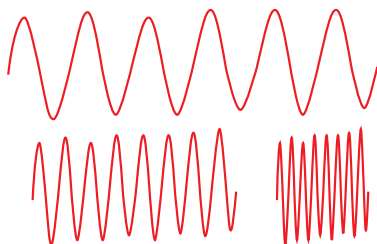


Рис. 56

и частоту колебательного движения, необходимо перемещать тележку быстрее.

Свободное колебательное движение относится к неравномерному движению. Вынужденные колебания могут быть равномерными. Значит оно имеет ускорение. Точнее говоря, любое свободное колебательное движение в природе состоит из ускоренного и замедленного движений. Когда шар подвешенный на нитке, выводят из состояния равновесия и отпускают, то его скорость постепенно увеличивается. Когда шар достигает положения равновесия, скорость становится наибольшей.

Затем снова скорость уменьшается и в самой крайней точке равняется нулю. Потом шарик повторяет это движение в противоположном направлении. Итак скорость тела при колебательном движении в самой дальней точке (А и Б) от состояния равновесия равна нулю (рис. 49). В этих точках тело останавливается и начинает движение в противоположном направлении. Когда оно достигает точки равновесия О, его скорость наибольшая. Значит, скорость при колебательном движении тоже периодически изменяется. В течение каждого периода колебания величина скорости два раза достигает своего наибольшего значения.

-  1. Какое движение называется механическим колебанием? Приведите примеры.
2. Что такое колебательные системы? Приведите их примеры.
3. Что такое амплитуда? Что мы называем амплитудой, периодом, частотой колебания? Каковы их единицы?
4. Какая связь между частотой и периодом колебания?
5. Как изменится скорость тела при колебательном движении?

Информация для дополнительного изучения

Математический маятник

Изучая колебательное движение, мы много раз будем использовать шарик подвешенный на нитке. Тело, размеры которого меньше длины нити на которой оно подвешено называется математическим маятником (рис. 49–52). Здесь

нить нерастяжимая и невесомая (масса не учитывается), а тело является материальной точкой.

Когда нить находится в вертикальном положении маятник находится в состоянии покоя. Если его сместить на какой-то угол и отпустить, он начнет колебаться.

Теперь проверим используя математический маятник, от чего зависит период колебания тела, другими словами время (T) на совершение одного полного колебания.

Для этого подвесим на длинную легкую нить металлический (свинцовый) шарик. Выведем маятник из состояния равновесия и заставим колебаться, секундомером определим время колебания. После истечения какого-то времени мы заметим, что амплитуда колебания маятника стала уменьшаться.

Определим время колебания и в этот момент. Отсюда мы находим, что время колебания осталось таким же, как и прежде. Итак, из этого опыта мы приходим к выводу, что время колебания маятника не зависит от амплитуды.

Это свойство маятника называется изохронизмом («изо» – постоянный, «хронос» – время).

Теперь не изменяя длину маятника, заменим шарик на пластмассовый (или деревянный) и повторим опыт. Время колебания, как и в опыте со свинцовым шариком, остается прежним. Опыт можно повторять с шариками из разных материалов, но все равно приходим к тому же выводу. Значит, время колебания математического маятника не зависит от его массы.

После этого повторим опыт несколько раз, изменяя длину нити. Отсюда мы наблюдаем, что период колебания увеличивается при увеличении длины нити, и наоборот, уменьшается при уменьшении длины нити. Значит, при увеличении длины нити период колебания увеличивается. Другими словами, шарик колеблется медленнее.

Продолжим опыт. Теперь возьмем стальной круглый маятник и под него поместим сильный магнит (рис. 57) и приведем в движение. При этом период колебания маятника заметно уменьшается, т. к. сила действия магнита, тянущая шарик вниз, сильно препятствует его колебаниям. Сила притяжения

магнита, направленная вниз, подобна силе притяжения Земли. В общем, от полюсов к экватору сила притяжения Земли уменьшается. Если в каком-то месте Земли есть залежи железа, в этих местах притяжение становится больше.

Все эти проведенные опыты приводят к выводам, что время колебания математического маятника не зависит от его массы и амплитуды, а зависит только от длины нити.

Периодичность колебательного движения используется при вычислении времени.

В 1657 году великий голландский физик Христиан Гюйгенс определил, что изохроническое свойство колебания маятника можно использовать для измерения времени.

Предложенное Гюйгенсом основное устройство механизма часов сохраняется и до сегодняшних дней. Хотя устройство часов бывает различным, в основе всех них лежит периодичность движения – колебания.

В 1675 году Гюйгенс вместо маятника изобрел маленькую пружину в качестве равновесного груза (балансир) применяемую в конструкции часов. Она имеет мировое значение и сегодня используется во всех механических часах.

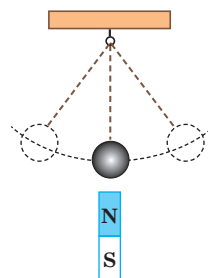


Рис. 57. Действие магнита на стальной шарик



Х. Гюйгенс
(1629–1695)

Голландский физик, математик, астроном, изобретатель. Один из основоположников основ механики.

1. Что такое математический маятник?
2. При каких условиях груз, подвешенный на нитке, можно рассматривать как математический маятник?
3. От каких величин зависит период колебания математического маятника?
4. Изменится ли период колебания маятника, если массу груза увеличить в два раза? Если изменится, то как?

5. Почему мы используем маятник для измерения времени?
6. Кто первым предложил способ измерения времени с помощью маятников?

Уважаемые ученики! Вы изучили раздел кинематики из курса механики. Теперь вы должны закрепить и систематизировать свои знания. Для этого вы должны понять основные понятия кинематики и взаимосвязь между ними, показанные на рисунке. Повторите определение каждого понятия. Запомните формулы, определяющие связи величин, закрепите умения применять их при решении задач. Подготовьтесь к выполнению контрольных письменных работ по данному разделу.

**Основные понятия во II главе,
их взаимосвязь**



Образцы тестовых заданий
по II главе

Вариант 1

- 1.1. Относительно чего движется человек, сидящий в движущемся автобусе:
А) Сиденья автобуса
Б) Домов вдоль дороги
В) Рядом сидящего соседа
Г) Водителя автобуса
- 1.2. В каких случаях траектория движения тела является прямолинейной?
А) Лодка движется по озеру
Б) Тело движется вертикально вверх
В) При рисовании мелом на доске
Г) Движение стрелки часов
- 1.3. Человек движется с постоянной скоростью и за 6 с прошел расстояние 12 м. Какое он пройдет расстояние с той же скоростью за 3 с?
А) 2 м Б) 36 м В) 4 м Г) 6 м
- 1.4. Сколько $\frac{м}{с}$ в $18 \frac{км}{час}$?
А) $6 \frac{м}{с}$ Б) $5 \frac{м}{с}$ В) $4,5 \frac{м}{с}$ Г) $3 \frac{м}{с}$
- 1.5. Какие бывают существенные признаки неравномерного движения?
А) Шум от движения
Б) Одинаковый путь за равный промежуток времени
В) Разный путь за равный промежуток времени
Г) Одинаковое перемещение за равный промежуток времени
- 1.6. Найдите формулу ускорения?
А) $s = v \cdot t$
Б) $a = \frac{v + v_0}{t}$
В) $a = \frac{v - v_0}{t}$
Г) $a = \frac{v_0}{t}$
- 1.7. Что такое кинематика?
А) Наука о скорости
Б) Наука о математическом описании движения

- В) Механическое движение
- Г) Законы движения

1.8. Ускорение $a > 0$, $v > v_0$.

Каков характер движения?

- А) Равномерное
- Б) Замедленное
- В) Ускоренное
- Г) Тело находится в состоянии покоя

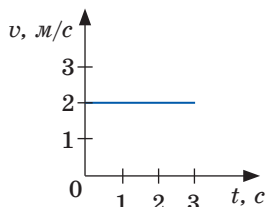


Рис.58. График зависимости скорости движения от времени

1.9. Охарактеризуйте движение по рисунку 58.

- А) Равномерное
- Б) Замедленное
- В) Ускоренное
- Г) Вращательное

1.10. Чему равен пройденный путь при совершении телом одного полного оборота по окружности?

- А) Радиусу круга
- Б) Диаметру круга
- В) Длине окружности
- Г) $2\pi r$

1.11. Частота вращения 10 с^{-1} . Чему равен период вращения?

- А) 2 с
- Б) 4 с
- В) 0,1 с
- Г) 0,01 с

Вариант 2

2.1. Каков существенный признак материальной точки?

- А) Не принимается в расчет цвет тела
- Б) Не называется название тела
- В) Не принимается в расчет размер тела
- Г) Не принимается в расчет вещество тела

2.2. Относительно чего можно рассматривать движение Луны ночью в облачную погоду?

- А) дома на земле
- Б) деревьев
- В) облака
- Г) реки

2.3. В чем отличие между пройденным путем и перемещением?

- А) В быстроте передвижения тела
- Б) В начале движения тела из состояния покоя

- В) В прохождении большого расстояния
 Г) В разнице между длиной траектории и расстоянием между начальным и конечным положением тела.

2.4. Тело в первую минуту прошло путь 70 м, во вторую минуту 70 м, в третью минуту 60 м. Каков вид движения?

- А) Равномерное
 Б) Прямолинейное
 В) Криволинейное
 Г) Неравномерное

2.5. Какой путь пройдет тело, движущееся со скоростью 1,5 м/с за 10 с?

- А) 15 м
 Б) 8,5 м
 В) 0,15 м
 Г) 150 м

2.6. Изменение скорости движения равно отрицательному числу $v_0 > v$. Каков вид движения?

- А) Равномерное
 Б) Ускоренное
 В) Замедленное
 Г) Тело находится в состоянии покоя

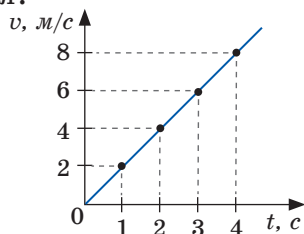


Рис. 59. График зависимости пройденного пути от времени

2.7. Определите скорость движения по графику, показанному на рис. 59.

- А) 4 м/с
 Б) 8 м/с
 В) 2 м/с
 Г) 3 м/с

2.8. Начальная скорость тела 4 м/с. Ускорение 0,25 м/с². Найдите скорость тела через 4 с.

- А) 10 м/с
 Б) 5 м/с
 В) 15 м/с
 Г) 4 м/с

2.9. Ускорение тела 3 м/с². Что это означает?

- А) Расстояние 1 м проходит за 3 с
 Б) За 1 с уменьшается скорость на 3 м/с
 В) За 1 с увеличивается скорость на 3 м/с
 Г) Скорость 3 м/с

2.10. Какова формула линейной скорости при движении тела по окружности?

- А) $v = \frac{s}{R}$
 Б) $v = \frac{s}{t}$
 В) $v = \frac{2\pi r}{t}$
 Г) $v = at$

ОСНОВЫ ДИНАМИКИ

Никто не знает, каковы его силы,
пока их не использует.

И. Гёте

Слово «динамика» взято от греческого слова «динамикос» ($\deltaύναμις$ – сила). Один из разделов механики, изучающий причины возникновения движения, его ускорения называется динамикой.

В разделе «Динамика» мы познакомимся с такими основными физическими понятиями как взаимодействие тел, и величинами, такими как сила, масса, и установим их взаимосвязь.

§ 19. Взаимодействие тел.

Сила. Единица силы



1. *Взаимодействие тел.*
2. *Сила – физическая величина. Единица силы.*
3. *Сила – векторная величина. Точка приложения силы.*

В природе все тела и явления тесно взаимосвязаны между собой. Такая связь характеризуется через действия тел друг на друга. Рассмотрим взаимодействие тел на следующих опытах.

1. Если к стальному шару на столе, находящемуся в состоянии покоя приблизить магнит, то шар начинает двигаться со скоростью v_1 и ускорением a_1 (рис. 60). Причиной движения шара является то, что магнит воздействует на стальной шар. Если магнит заменить еще большим магнитом, мы заметим, что шар начинает двигаться с еще большей скоростью (v_2) и с большим ускорением (a_2) чем раньше (рис. 61). Итак, мы заметили, что действие магнита на шар изменила скорость и дало ускорение шару.

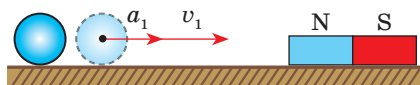


Рис. 60

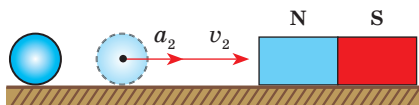


Рис. 61

2. Когда одно тело действует на другое, то оно может не полностью прийти в движение, а движется только его часть. Например, как показано на рис. 62, на стальную линейку положим какой-нибудь груз. Под тяжестью груза линейка искривится, другими словами, изменится форма линейки.

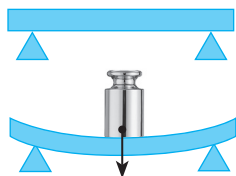


Рис. 62

Изменение формы или объема тела под внешним воздействием называется деформацией.

Деформация (на латыни *deformatio* – искажение, изменение) – означает искажение, изменение формы тела. Если деформированное тело самостоятельно возвращается в свое исходное положение, такая деформация называется упругой деформацией. Если деформированное тело не возвращается в свое исходное положение, такая деформация называется необратимой (пластической) деформацией.

3. Теперь изогнем и привяжем ниткой тонкую / железную пластину подвешенную на штативе и разместим между двух тележек. Если мы разрежем нить, пластина выпрямится и начнет толкать тележки. Тележки начнут двигаться противоположно со скоростью v_1 (рис. 63а).

Теперь изогнем пластину еще больше и повторим опыт. Если мы разрежем нить, тележки начнут двигаться с большей скоростью v_2 чем раньше. Итак, мы заметили что одна и та же пластина, в двух случаях воздействует на тележку по-разному.

Теперь этот же опыт повторим, поставив препятствие на пути тележек. Здесь препятствие противодействуют движению тележек. Но, тележки, движущиеся с меньшей скоростью постепенно замедлятся и могут остановиться

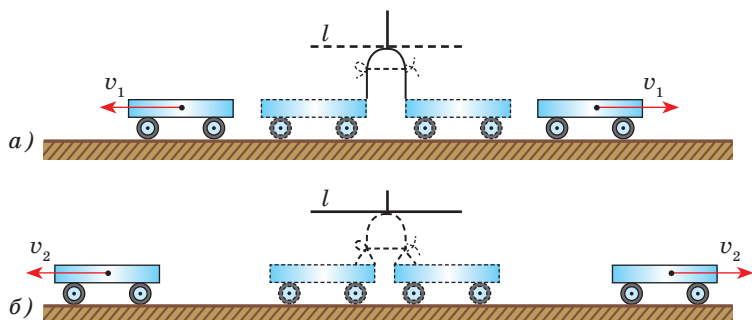


Рис. 63

не достигнув середины (рис. 64а). А вот тележки, движущиеся с большой скоростью, дольше сохраняют скорость, и могут достигнув друг друга остановиться (или продолжат движение в противоположном направлении) (рис. 64б).

Значит, тела взаимодействуют друг с другом в разных направлениях и их воздействие бывает разной величины.

Физическая величина, количественно характеризующая действие одного тела на другое, называется силой.

Слово сила взято от латинского слова fortis («сильный»). Применяется ее начальная буква, в физике обозначается буквой F (эф).

За единицу силы принимается 1 ньютон (Н). Эта единица названа в честь английского ученого И. Ньютона.

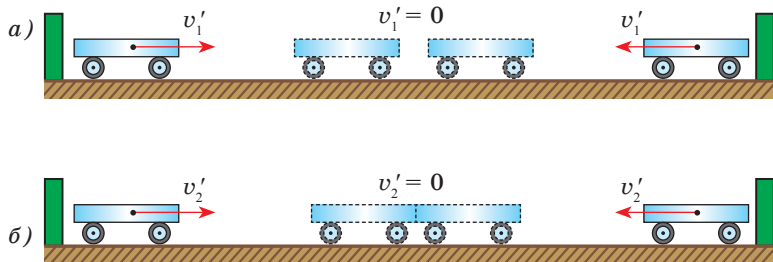


Рис. 64

Взаимодействие тел друг с другом в разных направлениях означает, что сила имеет направление. Физические величины, имеющие направление, называются векторными величинами.

Сила – векторная величина. Направление силы определяется направлением взаимодействия тел друг на друга.

Результаты действия силы:

- движение
- ускорение
- деформация

Из опытов мы узнали, что взаимодействующие тела приходят в движение, имеют ускорение (ускоренное или замедленное) или деформируются. Они являются результатами действия силы. Результат действия силы зависит от направления действия, его величины и точки приложения силы. Например, для того, чтобы легко открыть или закрыть дверь, дверную ручку прикрепляют не к месту прикрепления двери к стене, а к свободной стороне.

Для того, чтобы раскачать качели их толкают не в месте, где они прикреплены, а подальше от этого места. Для того, чтобы не пролить ведро воды, его нужно поднимать по середине ручки (рис. 65).

Все это показывает, что нельзя прилагать силу в любой точке. Поэтому в физике используется термин точка действия силы (точка приложения силы).



Рис. 65

- Т?**
1. Приведите примеры действия тел друг на друга?
 2. Что такое сила? Что принимается за единицу силы?
 3. Знакомо ли вам слово «сила»? Как мы понимаем слова сильный человек, сильный ветер, машина сильнее лошади?
 4. В чем причина изменения движения и ускорения тела? Приведите примеры.
 5. Что является причиной деформации? Какие есть виды деформации?
 6. Как деформируется железная пластина в 3-ем опыте?
 7. Почему мы называем силу векторной величиной?
 8. Что такое точка приложения силы? В чем ее смысл?
 9. Покажите направления и точки приложения действия силы на вышеуказанных рисунках с опытами.
 10. В результате какой силы мы ходим? Почему тяжело ходить в гололед, а в воде ходить невозможно?
 11. Какими результатами силы могут быть примеры, показанные на рисунке 66? Найдите на них направления и точки приложения силы.

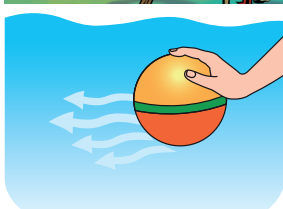
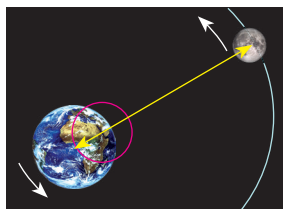


Рис. 66

§ 20. Инерция и инертность.

Первый закон Ньютона

- ❓ 1. Явление инерции. Значение термина инерция.
2. Инертность – свойство тела.
3. Первый закон Ньютона.

Изменение состояния покоя или движения всех тел в природе, результат взаимодействия тел. Тут возникает вопрос: что было бы, если тела не взаимодействовали друг с другом?

Предметы на земле, находящиеся в покое, могут быть в таком состоянии сколько угодно времени, если на них не будут действовать другие тела. Само по себе ничто не может выйти из состояния покоя и начать движение. А что, если на движущиеся тела ничего не будет действовать?

Для того, чтобы ответить на этот вопрос великий итальянский ученый Г. Галилей провел несколько опытов. Проведем их вместе.

Допустим, металлический шарик скатывается с наклонной плоскости и набирает ускорение, затем продолжает движение по горизонтальной плоскости (рис. 67).

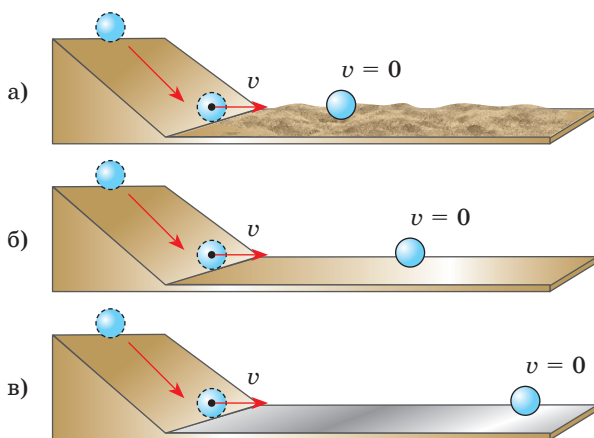
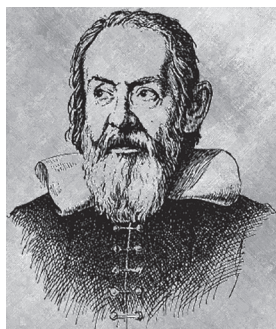


Рис. 67

Давайте рассмотрим движение тела на этой плоскости.

Для этого, изменим горизонтальную плоскость следующим образом:

В первом случае, насыплем песок на горизонтальную плоскость. В этом случае скорость шарика резко уменьшится и он остановится (рис. 67а).



Галилео Галилей
(1564–1642)

Итальянский физик, астроном. Он заложил экспериментальные основы физики. Он сделал много открытий в теории относительности, инерции, свободного падения и астрономии.

Во втором случае, используем демонстрационную деревянную доску как горизонтальную плоскость. Здесь, ни как в первом случае, шарик пройдет большее расстояние не изменяя скорость, затем скорость будет уменьшаться и движение прекратится.

В третьем случае, возьмем скользкую металлическую пластину как плоскость и поставим на стол. В этом случае шарик будет двигаться по горизонтальной плоскости равномерно прямолинейно (рис. 67в).

Здесь, с уменьшением сопротивления горизонтальной плоскости, движение шарика становится ближе к равномерному прямолинейному. Если не будет сопротивления плоскости, то шарик продолжит равномерное прямолинейное движение бесконечно. Из этого сделаем следующий вывод:

Если на тело не действуют другие тела, то оно сохраняет состояние покоя или движется равномерно и прямолинейно.

К такому выводу пришел Галилео Галилей в 1632 году и назвал это явление инерцией.

Инерция происходит от латинских слов *iners*, *inertis*. Оно означает бездеятельность, невозможность изменить начальное положение.

Явление сохранения телом состояния покоя или равномерного прямолинейного движения, при отсутствии воздействия других тел называется инерцией.

Это одно из основных явлений природы. Явление инерции мы наблюдаем в практике очень часто.

Если лошадь на скаку увидит перед собой что-то пугающее ее, то она резко остановится, и человек может перелететь через голову лошади (рис. 68). Есть много таких случаев с необъезженными лошадьми.

Если велосипедист, движущийся на большой скорости врежется в препятствие, то он может упасть с велосипеда (рис. 69).

Рассмотрим опыты, показывающие вышеуказанные примеры. Возьмем тележку, на которой вертикально установлен прямоугольный брусок. Если резко толкнем тележку вперед, то брусок падает назад (рис. 70а).

Если тележку осторожно двинем вперед и на ее пути поставим препятствие, то тележка, уткнувшись в него, остановится. А деревянный брусок падает вперед (рис. 70б). Это происходит потому, что нижняя часть бруска, находящаяся в соприкосновении с тележкой, движется вместе с ней, а верхняя стремится сохранить состояние покоя, и поэтому брусок падает.

Значит, в природе нет тела находящегося абсолютно без движения или движется равномерно и прямолинейно.

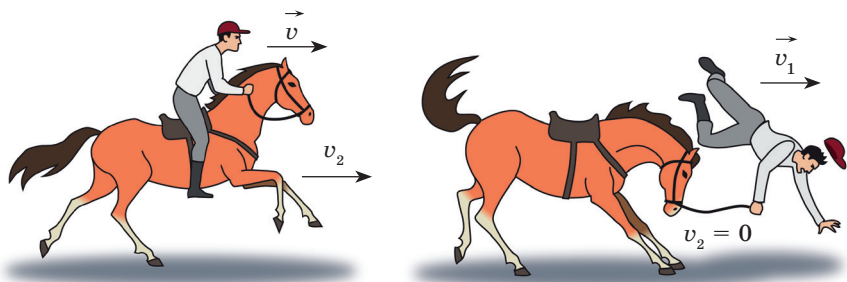


Рис. 68

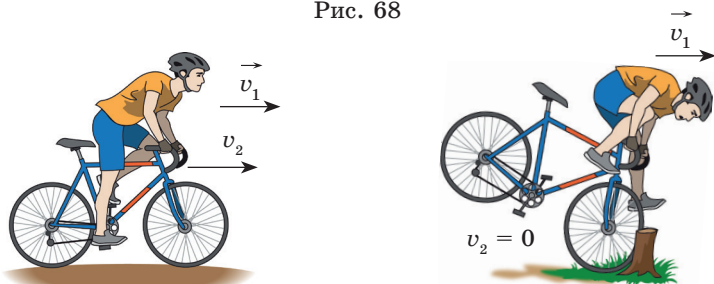


Рис. 69

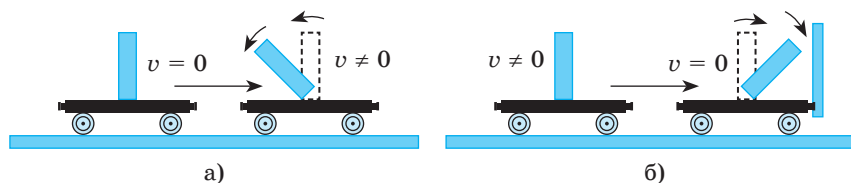


Рис. 70

Тело неизбежно попадает под воздействие других тел (внешние силы). Тело под воздействием внешних сил обязательно изменяет состояние покоя или скорость.

Но, от одинакового воздействия, состояние не всех тел одинаково изменяется. Точнее говоря, способность тел, подвергшихся воздействию внешней силы, выходить из состояния покоя (или поддерживать состояние покоя) и изменять свою скорость (или сохранять свою первоначальную скорость) – не то же самое. Это зависит от свойства каждого тела.

Свойство тел сохранять свою скорость при воздействии на них внешних сил называется инертностью.

Например, в пенёк, в который врезался велосипедист (рис. 69), машина КамАЗ не ударится, а просто переедет его; если на лошади будет мальчик, то он упадет дальше, чем взрослый человек; мальчики, толкающие легковую машину, вряд ли сдвинут с места трактор и т. д. В этих примерах, какие тела более инертны? Конечно же, КамАЗ более инертнее, чем лошадь, взрослый человек инертнее, чем мальчик, трактор инертнее, чем легковая машина.

Изменив воздействие внешних сил (уменьшение трения, увеличение или уменьшение площади сопротивления воздуха) можно регулировать явление инерции и применять ее на практике. Например, когда машина едет со спуска по прямой дороге, скорость машины переключают на холостой ход, и так экономят горючее. Полозья санок, лыж делают скользкими.

До открытия явления инерции тысячами люди опирались на утверждение Аристотеля что, «тело не может быть в движении самостоятельно. Значит, чтобы тело пришло в движение, необходимо непрерывное воздействие другого тела». Например, «для того, чтобы тележка пришла в непрерывное движение, либо лошадь, либо человек должны без остановки тянуть или толкать ее», «для того, чтобы машина была в движении, мотор должен работать непрерывно» думали они. Закон инерции опроверг утверждение Аристотеля и поднял науку на новую ступень.

Ошибкой Галилео является то, что он думал «явление инерции имеет место только у тех тел, которые находятся на горизонтальной плоскости, а небесные тела не зависимы ни от какой силы и находятся в самостоятельном вращательном движении».

В 1687 году (спустя 55 лет) английский ученый Исаак Ньютон установил, что явление инерции присуще для всех тел и обобщил следующим образом:



Исаак Ньютон
(1643–1727)

Английский физик, математик. Он открыл основные законы механики. Сделал много открытий в физике, математике и астрономии.

Если на тело не действуют внешние силы или их действие скомпенсировано, то все тела находятся в состоянии покоя или равномерного прямолинейного движения.

Это называется первым законом Ньютона.

- Т?**
1. В чем разница между понятиями «инерция» и «инертность»?
 2. Приведите примеры проявления инерции.
 3. В чем ошибка Аристотеля, Галилея?
 4. Какой закон первым ввел в науку Ньютон?
 5. Приведите примеры сравнения инертности разных тел.
 6. Какие положения автобуса можно увидеть на рисунке 71? Какое нужно условие для того чтобы не изменилось положение сидящих в автобусе людей?

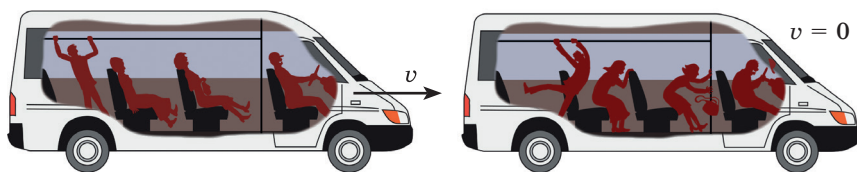


Рис. 71

7. Какие работы необходимо выполнить, чтобы увидеть проявление инерции? Приведите примеры.

Практическое задание

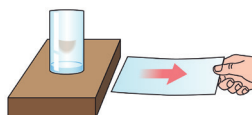


Рис. 72

Положите белую бумагу на стол, поверх нее поставьте стакан (рис. 72). Затем:

1. Потяните листок к краю стола.
2. Потяните листок резко к краю стола.
3. Объясните явление.

§ 21. Масса тела



1. Масса – величина характеризующая меру инертности.
2. Физическое значение массы.
3. Единица, кратные и дольные единицы массы.

Тела могут быть более или менее инертными, в зависимости от их способности изменять свое исходное состояние под действием внешних сил. Возникают вопросы: как мы можем измерить инертность тела? Что такое мера инертности?

Мерой инертности принимается знакомая нам ранее величина массы.

Физическая величина, характеризующая инертность тел, называется массой. Масса – мера инертности.

Мы можем отметить, что обозначенные более инертными в предыдущем параграфе примеры тел имеют более большую массу. Другими словами КамАЗ инертнее и больше по массе чем лошадь, взрослый человек более инертнее и больше по массе чем мальчик, трактор более инертнее и больше по массе чем легковая машина. Если сравнивать их с телами меньшими по массе, то сдвинуть их с места, привести в состояние покоя, уменьшив их скорость после того, как они разогнались, потребует больше силы. Докажем следующим опытом связь массы и инертности тела.

Поставим на стол две легко движущиеся тележки (рис. 73). К краю одной тележки прикрепим упругую стальную

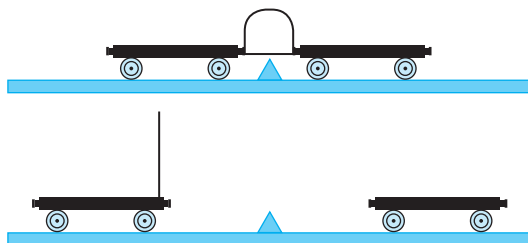


Рис. 73

пластину. Край пластины изогнем и ниткой привяжем к краю тележки. Край второй тележки прикоснем к краю изогнутой пластины.

Если мы разрежем нить, держащую пластину в изогнутом положении, пластина выпрямится и начнет толкать вторую тележку. Вторая тележка в то же время действует на первую, и обе они одновременно начинают движение в противоположных направлениях.

Так как обе тележки одинакового объема и сделаны из одного материала, то они пройдут одинаковое расстояние. Значит, они имеют одинаковую скорость.

Теперь повторим тот же опыт, но на первую тележку поставим одну лабораторную гирию, а на вторую – две такие же гири $m_2 = 2m_1$, (рис. 74). Как показано на рисунке, за одно и тоже время вторая тележка пройдет расстояние вдвое меньше, чем первая.

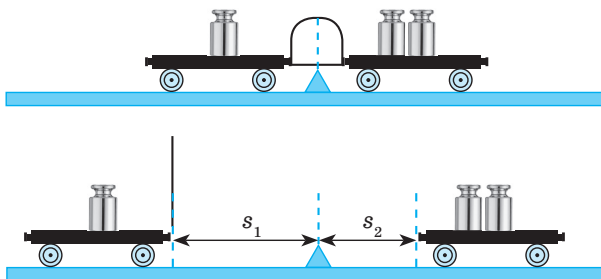


Рис. 74

Как показывают измерения, $s_1 = 2s_2$. Скорость тележек определяется по формулам $v_1 = \frac{s_1}{t}$ и $v_2 = \frac{s_2}{t}$. Отсюда $s_1 = v_1 t$, $s_2 = v_2 t$.

Если подставим значения, то получим: $v_1 t = 2v_2 t$ или $v_1 = 2v_2$. Здесь мы видим, что скорость первой тележки по сравнению со скоростью второй в два раза больше. Это связано с массами тележек. Другими словами, общая масса первой тележки вдвое меньше массы второй тележки, поэтому ее скорость вдвое больше скорости второй тележки. Отсюда мы делаем следующий вывод.

Отношение масс двух тел в их взаимодействии обратно пропорционально отношению их скоростей:

$$\frac{m_2}{m_1} = \frac{v_1}{v_2}$$

Это равенство можно прочесть так. Во сколько раз больше масса первого тела, находящегося во взаимодействии со вторым телом, во столько раз его скорость меньше скорости второго тела. Другими словами, чем больше масса тела, тем меньше его скорость, следовательно, его инертность больше.

Понятие «масса» взято напрямую от латинского слова *massa*. Она переводится как закругленный предмет, кусок. Все предметы, частицы имеют массу.

В повседневной практике мы просто используем этот термин, но в физике масса является очень важной физической величиной. Эта величина применяется во всех разделах курса

физики. Для изучения явлений очень важно знать массу тел или малых частиц.

Масса обозначается буквой m (эм). В системе СИ за единицу массы принимается килограмм (1 кг). Масса – скалярная величина. Эталон массы в 1 кг – это образец массы в виде цилиндра, изготовленного из сплава платины и иридия (рис. 75). Этот образец как «эталон массы» хранится в Международном бюро мер и весов во французском городе Севр с 1889 года, его копии распространены по всему миру.

В качестве кратных и дольных единиц массы в основном используются тонна (t), килограмм ($кг$), грамм ($г$), миллиграмм ($мг$).

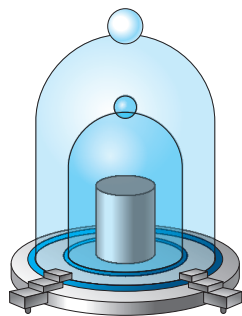


Рис. 75.
Эталон
килограмма

$$1 \text{ кг} = 1000 \text{ г} (10^3 \text{ г})$$

$$1 \text{ г} = 0,001 \text{ кг} (10^{-3} \text{ кг})$$

$$1 \text{ кг} = 1000000 \text{ мг} (10^6 \text{ мг})$$

$$1 \text{ мг} = 0,000001 \text{ кг} (10^{-6} \text{ кг})$$

$$1 \text{ т} = 1000 \text{ кг} (10^3 \text{ кг})$$

$$1 \text{ кг} = 0,001 \text{ т} (10^{-3} \text{ т})$$

- Т?**
1. Как вы понимаете меру инертности?
 2. Что такое масса? Как определяется масса как физическая величина? Какова ее характеристика?
 3. Какая связь между массой и изменением скоростей взаимодействующих тел?
 4. Что принимается за единицу массы? Расскажите об ее образце.
 5. Какие существуют кратные и дольные единицы массы? Каковы их соотношения?
 6. Почему некоторых людей называют инертными?

Информация для дополнительного изучения

За 130 лет заметили, что главный эталон массы дает разницу в ± 50 миллиграмм. Поэтому физики, любящие точность, решают не привязывать эталон массы к материальному носителю. 16 ноября 2018 года Международное бюро

мер и весов принимает решение не сравнивать точность 1 килограмма с эталоном, а определять ее через Постоянную Планка¹, которая считается фундаментальной физической постоянной. Решение вступило в силу 20 мая 2019 года.

Значит, единицей массы остается килограмм, точность килограмма можно не сравнивать с вышеуказанным эталоном, а можно сравнить, уточнить с постоянной Планка.

§ 22. Измерение массы тела при помощи весов



1. *Весы, виды весов.*
2. *Гири.*
3. *Правила измерения массы предметов с помощью весов.*

В повседневной практике для определения массы предметов используются весы. Мы знаем, что на коробках и пакетах из-под конфет, сахара и других продуктов питания, продающиеся в магазине, указана их масса. Их заранее взвешивают и ставят. Но иногда, продавцы взвешивают продукты ровно столько, сколько просит покупатель.

Существуют разные виды весов: учебные (рис. 76а), медицинские (рис. 76б), хозяйственные (77 а,б), торговые (77в) и другие.

Основная часть весов используемая в учебной работе называется коромысло (1). В середине коромысла установлена стрела (2). На концы коромысла повешены две чаши (3). Для выражения массы предмета в числах используются специальные весовые гири (рис. 76 в, г). В учебных весах используются граммовые и миллиграммовые гири. Массы этих гирь 200, 50, 20, 20, 10, 5, 2, 2 и 1 грамм. С их помощью мы можем взвесить массы от 1 г до 310 грамм. Гири, массой меньше 1 грамма сделаны из алюминиевых пластинок. Их массы 500, 200, 200, 100, 50, 20, 20, и 10 миллиграммов.

¹ Формула определяющая энергию фотона $E = h\nu$, h – постоянная Планка (изучается в старших классах).

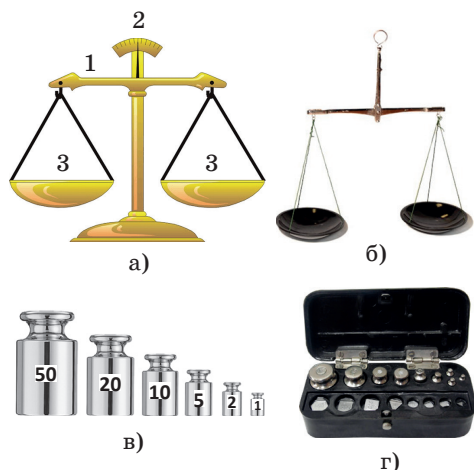


Рис. 76. Весы,
используемые в учебе и
медицине

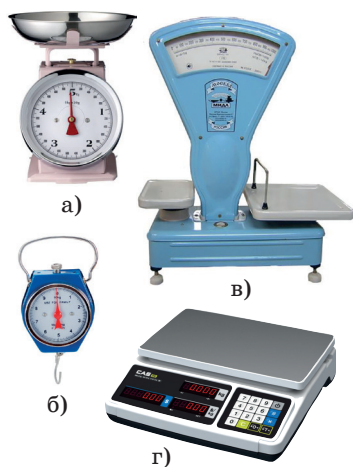


Рис. 77. Весы,
хозяйственные (а, б)
и торговые (в, г)

Правила взвешивания на весах

1. Проверка равновесия коромысел.
2. Предмет, массу которого надо определить, помещается на левую чашу. При этом равновесие коромысел нарушается.
3. На правую чашу коромысла помещаются гири разной массы.
4. При выборе гирь масса тела определяется на глаз, потом помещаются гири меньшей массы.
5. После этого помещаются другие гири, чтобы коромысло пришло в равновесие.
6. Сумма масс гирь в правой чаше равна массе предмета на левой чаше весов.
7. Для того, чтобы не брать гири руками, используется специальный пинцет.

В настоящее время, широко применяются электронные весы (рис. 77в). Они бывают разных видов и форм, применяются в разных целях (в медицине, торговле, производстве, хозяйстве и т. д.).

Массу можно определить и формулой из предыдущего параграфа $\frac{m_1}{m_2} = \frac{v_2}{v_1}$. Для этого, необходимо тела привести в действие с другими телами с известной массой, и определить их скорость. Согласно формуле, по отношению скоростей, можно определить массу нужного предмета. Такой метод применяется при изучении движения космических тел и определения их массы.

-  1. Опишите устройство весов, используемых для учебных целей?
2. Для чего используются весовые гири?
3. Как выбраны массы гирь?
4. Как правильно взвешивать на весах?
5. Назовите другие способы определения массы тел.

Практическое задание

1. При помощи учебных весов определите массу мелких предметов:

а) ручки; б) ластика; в) горошины и массу других интересующих вас мелких предметов.

2. Сделайте дома весы наподобие аптекарских. Необходимые для этого материалы: деревянный кусок (в форме цилиндра), тонкая проволока, нить, спичечный коробок.

3. Возьмите в руки кусочек мела, оцените на глаз его массу. Потом при помощи весов проверьте правильность вашего предположения.

§ 23. Плотность вещества



1. Какие свойства вещества характеризуют его плотность?
2. Способы определения плотности.
3. Определение плотности вещества, формула плотности, единица плотности.

Предметы, используемые нами в повседневной жизни, характеризуются своим объемом и массой. Например, если предметы сделаны из одного вещества и имеют один и тот же объем, то и их массы будут одинаковыми. А вот предметы, сделанные из разных веществ с одинаковым объемом, имеют разные массы. В чем причина этого?

Для этого возьмем кубики объемом 15 см^3 , сделанные из меди, алюминия, сухой сосны, пробки и взвесим их с помощью рычажных весов. Масса кубика из меди – $133,5 \text{ г}$, масса алюминия – $40,5 \text{ г}$, масса кубика из сосны 6 г , масса пробки – $3,6 \text{ г}$. Значит, мы увидели, что кубики, имеющие одинаковый объем, но сделанные из разных веществ, имеют разную массу.

Теперь возьмем предметы, имеющие разные объемы, но сделанные из одного и того же вещества, и взвесим их на весах. Например, стальные предметы: кубик, шар и ложка. Разделив их массы на объемы, получим во всех случаях число $7,8$ (см. табл.)

Вид предмета	Объем, $V (\text{см}^3)$	Масса, $m (\text{г})$	$\frac{m}{V} \left(\frac{\text{г}}{\text{см}^3} \right)$
Стальной кубик	15	117	7,8
Стальной шар	8	62,4	7,8
Стальная ложка	22	171,6	7,8

Отсюда можно сделать вывод, что при различных значениях масс и объемов стальных предметов, отношение их масс к объемам всегда будет постоянным. Опыты, проделанные с предметами из алюминия или пластмассы, приводят к таким же результатам.

Значит, масса предмета зависит не только от его объема, но и от того, из какого вещества он сделан. Для характеристики такого свойства веществ в физике введено понятие плотности вещества.

Физическая величина, характеризующая массу вещества в единице объема, называется плотностью вещества.

Она обозначается греческой буквой ρ (ро) определяется с помощью следующей формулы:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Единица: $[\rho] = \frac{[m]}{[V]} = 1 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ – в СИ единицей плотности является килограмм деленный на кубический метр.

Например, плотность серебра $10\,500 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$. Это означает, что масса 1 м^3 серебра составляет $10\,500 \text{ кг}$.

Плотность вещества также принято выражать в $1 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$. Если плотность вещества дана $\frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ то как это перевести в $\frac{\text{г}}{\text{см}^3}$?

Приведем пример. Плотность золота $19\,300 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$. Переведем это значение в $\frac{\text{г}}{\text{см}^3}$. Сначала переведем килограммы в граммы, кубические метры в сантиметры:

$$1 \text{ кг} = 1000 \text{ г}; 19\,300 \text{ кг} = 19\,300\,000 \text{ г}.$$

$$1 \text{ м}^3 = (100 \text{ см})^3 = 1\,000\,000 \text{ см}^3.$$

$$\rho = \frac{19\,300\,000 \text{ г}}{1\,000\,000 \text{ см}^3} = 19,3 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}.$$

Надо помнить еще и то, что вещество, находящееся в различных состояниях, может иметь разную плотность. Например, плотность воды $1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$, если вода замерзнет и превратится в лед, плотность вещества станет $900 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$. Плотность водяного пара равна $0,590 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$.

Различная плотность веществ имеет в человеческой жизни очень важное значение (рис. 78). Вещества, имеющие малую плотность, называются рыхлыми (пористыми).

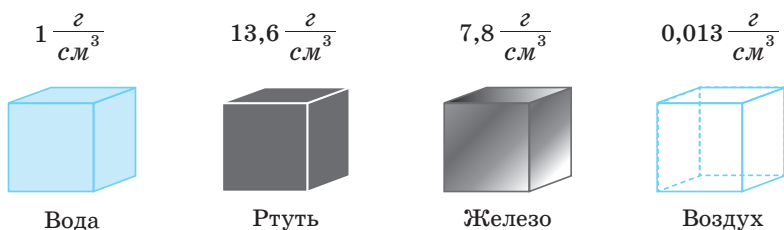


Рис. 78. Разные вещества в одном и том же объеме имеют разную плотность

Например, свинец плотный, а пробка рыхлая. Про тяжелые предметы говорят, «тяжелый как свинец», а про некоторые говорят «легкий, как перекати – поле». Один мешок песка поднять трудно, а вот мешок ваты мы поднимаем с легкостью. Это пример того, что тела, имеющие одинаковый объем, имеют разную массу.

В следующих таблицах 9–11 приведены значения плотностей веществ и тел в разных состояниях.

Таблица 9

Плотности некоторых твердых веществ

Твердые вещества	$\rho = \frac{\kappa \text{г}}{\text{м}^3}$	$\rho = \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$	Твердые вещества	$\rho = \frac{\kappa \text{г}}{\text{м}^3}$	$\rho = \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$
Золото	19 300	19,3	Бетон	2 300	2,3
Свинец	11 300	11,3	Сахар	1 600	1,6
Серебро	10 500	10,5	Кирпич	1 800	1,8
Сталь, железо	7 800	7,8	Капрон	1 100	1,1
Олово	7 300	7,3	Дуб	700	0,70
Цинк	7 100	7,1	Красная сосна	400	0,40
Чугун	7 000	7,0	Пробка	240	0,24
Алюминий	2 700	2,7	Полиэтилен	920	0,92
Мрамор	2 700	2,7	Парафин	900	0,90
Стекло	2 500	2,5	Лед	900	0,90

Таблица 10

Плотности некоторых газов

Газ	$\rho, \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	$\rho, \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$	Газ	$\rho, \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	$\rho, \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$
Хлор	3,210	0,00321	Природный газ	0,800	0,0008
Кислород	1,430	0,00143	Водяной пар	0,590	0,00059
Воздух	1,290	0,00129	Гелий	0,180	0,00018
Азот	1,250	0,00125	Водород	0,090	0,00009

Таблица 11

Плотности некоторых жидкостей

Жидкость	$\rho, \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	$\rho, \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$	Жидкость	$\rho, \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	$\rho, \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$
Ртуть	13 600	13,6	Керосин	800	0,80
Серная кислота	1 800	1,80	Спирт	800	0,80
Мед	1 350	1,35	Нефть	800	0,80
Морская вода	1 030	1,35	Ацетон	790	0,79
Цельное молоко	1 030	1,03	Бензин	710	0,71
Чистая вода	1 000	1,0	Эфир	710	0,71
Растительное масло	930	0,93	Жидкий калий	6 800	6,80
Машинное масло	900	0,93	Жидкий газ	860	0,86

Используя таблицы 9, 10, 11, если известен объем вещества, то можно определить массу, а если известна масса, то можно определить объем.



Указания к решению задач

1. Как найти плотность металла массой 3 кг и объемом 200 см^3 ? Какой это металл?

Дано:	Формула:	Решение:
$m = 3 \text{ кг} = 3000 \text{ г}$	$\rho = \frac{m}{V}$	$\rho = \frac{3000 \text{ г}}{200 \text{ см}^3} = 15 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$
$V = 200 \text{ см}^3$		Ответ: $\rho = 15 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$
$\rho - ?$		

2. Определите массу золотого слитка длиной 8 см , шириной 4 см и высотой 2 см . Учитывайте, что золото в $19,3$ раза плотнее воды (плотность воды $1 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$, а плотность золота $19,3$ раза больше плотности воды, то $\rho_{\text{з}} = 19,3 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$).

Дано:	Формула:	Решение:
$a = 8 \text{ см}$	$m = \rho \cdot V$	$V = 8 \text{ см} \cdot 4 \text{ см} \cdot 2 \text{ см} = 64 \text{ см}^3$
$b = 4 \text{ см}$	$\rho = \frac{m}{V}$	$m = 19,3 \frac{\text{г}}{\text{см}^3} \cdot 64 \text{ см}^3 = 1235,2 \text{ г}$
$c = 2 \text{ см}$	$V = a \cdot b \cdot c$	
$\rho_{\text{з}} = 19,3 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$		Ответ: $m = 1235,2 \text{ г}$
$m - ?$		



1. Как мы понимаем плотность вещества? Объясните примерами.
2. Плотность это величина скалярная или векторная?
3. Что принимается за единицу плотности? Запишите.
4. Приведите примеры веществ, плотность которых больше и меньше плотности воды.
5. Даны кубики мрамора, меди и льда одинакового объема. Масса какого кубика больше, а какого меньше? Почему?
6. Масса подсолнечного масла в бутылке 930 г . Найдите объем бутылки.



Упражнение 12

1. Определите массу 10 л воды и ртути (10 кг; 136 кг).
2. Сколько килограмм меда поместится в пятилитровую посуду?
3. На лицевой стороне прямоугольного куска мыла написана его масса. Определите плотность мыла.
4. Предложите способы определения плотности вашего тела.
5. Площадь дна прямоугольного аквариума 0,4 м на 0,2 м. Аквариум наполнен водой до высоты 0,15 м. Определите объем и массу воды в аквариуме. Плотность воды $1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ (0,012 м³; 12 кг).

§ 24. Определение плотности вещества

Лабораторная работа № 2

Цель работы: ознакомление с разными способами определения плотности вещества; изучение способов определения плотности твердых, жидких и газообразных веществ; определить на практике плотность вещества, из которого состоит тело.

Приборы и материалы: линейка, мензурка, весы, предметы одинакового объема, сделанные из разных веществ, предметы разного объема и формы, сделанные из одного вещества.



Как мы можем найти плотность вещества, используя эти приборы и материалы?

Указания к выполнению работы:

1. Для того, чтобы записать результаты измерений и вычислений, начертите в тетрадах следующую таблицу.

Таблица 12

Тела	Объемы		Массы		Плотность $\rho = \frac{m}{V}$	
	$V \text{ (см}^3\text{)}$	$V \text{ (м}^3\text{)}$	$m \text{ (г)}$	$m \text{ (кг)}$	(г/см^3)	(кг/м^3)
1.						
2.						
3.						
...						

2. С помощью линейки, мензурки и весов определите объемы и массу тел одинакового объема, которые сделаны из разных веществ и запишите в таблицу 12.
3. С помощью формулы рассчитайте их плотность и сделайте выводы.
4. Определите объемы и массу тел разного объема и форм, сделанных из одного вещества.
5. Объясните выводы.

§ 25. Взаимосвязь ускорения, силы и массы тела.

Второй закон Ньютона



1. Ускорение тела – результат действия на него силы
2. Ускорение тела зависит от силы, которая воздействует на него
3. Ускорение тела зависит от его массы
4. Второй закон Ньютона

Нас интересует результат любого полезного (положительного) действия. Результатами сил, действующих на тело являются движение, ускорение, деформация (§ 19). Какая имеется связь между ними? Давайте рассмотрим.

Ускорение тела зависит от действующей на тело силы и от его массы. Эту зависимость впервые определил И. Ньютон на основе опытов.

Давайте разберем опыт. Необходимые приборы и материалы: тележка с колесом, посуда с капельницей, трибометр с блоком на конце, нить, полоска бумаги, равная длине

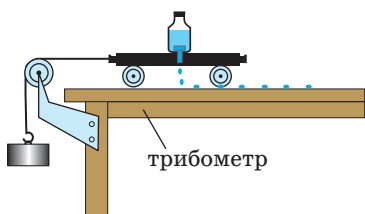


Рис. 79

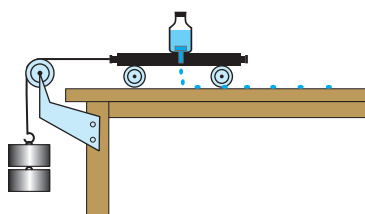


Рис. 81



Рис. 80



Рис. 82

трибометра, несколько 100-граммовых грузиков, разновесные гири. Используя их, соберем устройство, как показано на рис. 79.

1. Если на нить повесить груз, по массе, равный массе тележки и капельницы, то тележка будет двигаться равномерно. Это видно из того, что капли на бумаге на столе расположены на одинаковом расстоянии (рис. 80). Тележка не имеет ускорения.

После этого, поместим тележку на первоначальное место, а на нить повесим дополнительный груз (рис. 81). Когда мы отпустим груз, то увидим, что расстояния между каплями на бумаге увеличивались с каждым разом (рис. 82). Это является доказательством того, что тележка движется с ускорением.

Если проанализировать проделанный опыт, то можно прийти к следующему выводу. С увеличением груза на нити увеличивается величина силы, действующая на тележку. На тележку воздействует вся большая сила, и вместе с этим возрастает ускорение тележки. Значит, при возрастании силы, действующей на тележку, возрастает и ее ускорение.

Это правило запишем в математическом виде:

$$m = \text{const}, a \sim F$$

Constanta, сокращенно const латинское слово и означает постоянный. Значит, если масса постоянна (константа), то ускорение будет прямо пропорционально действующей силе, другими словами, во сколько раз возрастает действующая сила, во столько раз возрастает и ускорение.

2. Во втором этапе опыта оставляем действующую на тело силу постоянной и проверим зависимость ускорения от массы. Для этого мы используем то же устройство, что и в предыдущем опыте. Через блок мы навешиваем грузы, приводящие тележку к ускоряющемуся движению, и приведем тележку в движение.

Как и в предыдущем случае, тележка начнет двигаться с большим ускорением. Во второй раз мы положим на тележку дополнительный груз и повторим опыт. Заметим, что ускорение тележки уменьшилось. Если положим на тележку еще груз, то увидим, что ускорение еще уменьшилось. Отсюда следует вывод, что если увеличивается масса тележки при воздействии постоянной силы, то уменьшается ее ускорение. В математическом виде это записывается так:

$$F = \text{const}, a \sim \frac{1}{m}$$

Это означает, «если действующая сила постоянная, то ускорение обратно пропорционально массе», другими словами, во сколько раз возрастает масса, во столько раз уменьшается и ускорение.

На основе проделанных двух опытов мы приходим к следующему выводу:

Ускорение тела прямо пропорционально действующей силе и обратно пропорционально ее массе, другими словами $a = \frac{F}{m}$.

К такому выводу первым пришел Ньютон, поэтому это выражение называется Вторым законом Ньютона.

В этой формуле сила и ускорение – векторные, а масса – скалярная величины. Если разделим векторную величину на скалярную, получается векторная величина. Поэтому направление ускорения совпадает с направлением действия силы.

Если из формулы второго закона Ньютона найдем силу, то получится,

$$F = m \cdot a$$

Если известны масса и ускорение тела, то по этой формуле можно определить величину силы.

Если мы подставим в формулу $F = m \cdot a$ единицы массы и ускорения в СИ, то мы можем определить единицу силы в 1 ньютон (Н):

$$1 \text{ Н} = 1 \text{ кг} \cdot 1 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} = 1 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}^2}$$

Значит, 1 ньютон – это сила, действующая на тело массой 1 кг и дающая ускорение в $1 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$.



Указания к решению задач

1. Определите силу двигателя машины массой 1500 кг, которая движется в горизонтальном направлении с ускорением в $0,5 \text{ м/с}^2$.

Дано:	Формула:	Решение:
$m = 1500 \text{ кг}$	$a = \frac{F}{m}$	$F = 1500 \cdot 0,5 \text{ м/с}^2 = 750 \text{ Н}$
$a = 0,5 \text{ м/с}^2$	$F = m \cdot a$	Ответ: $F = 750 \text{ Н}$
$F - ?$		

2. Поезд, массой $5 \cdot 10^5 \text{ кг}$ движущийся со скоростью 10 м/с, после начала торможения остановился через 20 минут. Найдите силу торможения поезда.

Дано:	Формула:	Решение:
$m = 5 \cdot 10^5 \text{ кг}$	$F = m \cdot a$	$F = 5 \cdot 10^5 \text{ кг} \cdot \frac{0 - 10 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{1200 \text{ с}} =$
$v_0 = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}}$	$a = \frac{v - v_0}{t}$	$= \frac{5\,000\,000}{1200} \text{ Н} = -4\,166 \text{ Н}$
$v = 0 \frac{\text{м}}{\text{с}}$		Ответ: $F = -4\,166 \text{ Н}$
$t = 20 \text{ мин} = 1200 \text{ с}$	$F = m \cdot \frac{v - v_0}{t}$	
$F - ?$		

Знак минус «-» означает противоположность направления силы торможения направлению движения.



1. Когда у тела возникает ускорение?
2. От каких величин зависит ускорение?
3. Как мы определим зависимость ускорения от действующей силы при постоянной массе?
4. Как мы определим зависимость ускорения от массы при действующей силе?
5. Как формулируется второй закон Ньютона?
6. В чем заключается физический смысл 10 Н ?



Упражнение 13

1. Какую силу надо приложить, чтобы тело массой 200 кг двигалось с ускорением $1,5 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$? (300 Н)
2. Определите массу тела, которое при силе 5 Н движется с ускорением $10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$. ($0,5 \text{ кг}$)
3. Тело массой $0,5 \text{ кг}$ из состояния покоя под действием силы 35 Н начинает двигаться. Чему будет равна его скорость через 4 секунды? ($280 \frac{\text{м}}{\text{с}}$)
4. Раскройте в письменном виде по обобщенному плану содержание величин «сила», «масса», «ускорение».
5. Объясните по обобщенному плану содержание второго закона Ньютона.
6. Выберите правильное определение:
 - а) перемещение определяется только силой действия;
 - б) ускорение определяется через массу тела и действие силы;
 - в) скорость движения тела определяется через его массу;
 - г) направление ускорения соответствует направлению действия силы;
 - д) сила действия определяется только через скорости движущегося тела.
7. Какие из формул $a = \frac{F}{m}$, $F = m \cdot a$, $m = \frac{F}{a}$ можно принять в виде второго закона Ньютона?

§ 26. Притяжение тел к земле.
Всемирное тяготение. Свободное падение.
Ускорение свободного падения

1. Сила притяжения Земли
2. Закон всемирного тяготения
3. Труды Г. Галилея и И. Ньютона
4. Свободное падение. Ускорение свободного падения
5. Постоянство ускорения свободного падения

Если какой-то предмет (мяч, камень, древесина и т. д.) поднять с земли и отпустить или бросить вверх, то он упадет вертикально вниз на землю. Если бросить мяч в горизонтальном направлении, его траекторией будет кривая линия и он упадет на землю (рис. 83). Яблоко, оторвавшись от ветки, придет в движение вертикально вниз и упадет на землю (рис. 84а).

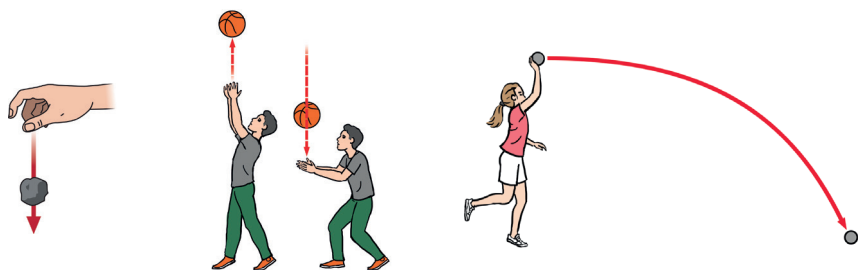


Рис. 83

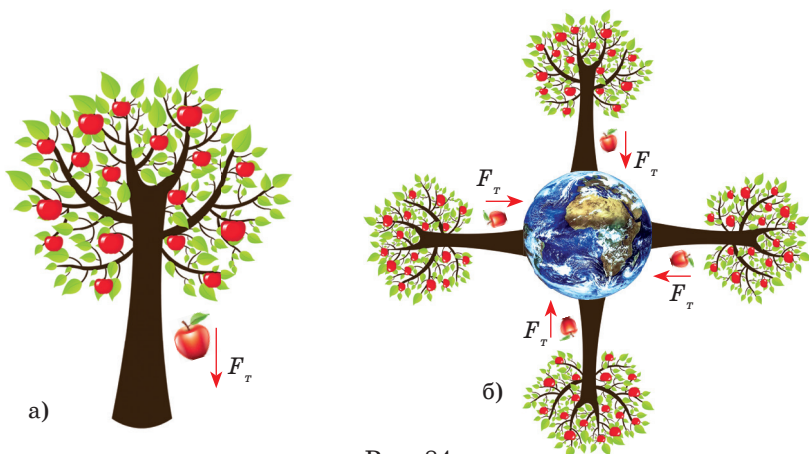


Рис. 84

Мы всегда видим такие явления, но не обращаем на них внимания.

Английский ученый Исаак Ньютон в студенческие годы уже отличался своей наблюдательностью, чуткостью и анализируя причины таких явлений открыл универсальный закон.

Когда Ньютон учился в университете, в Англии была эпидемия болезни, учеба была остановлена, он приехал домой и жил там. Однажды он сидел с книжкой под яблоней и обратил внимание, как с ветки упало яблоко. «Почему оно падает на землю?» возник у него вопрос, и с этих пор он стал стараться найти ответ на этот вопрос.

Давайте, мы тоже подумаем. Земля имеет форму шара и она движется по своей оси и также вращается вокруг Солнца (Естествознание, 5 кл.). Итак, ветка яблони возможно, как показано на рисунке 84б на Земле может быть в этих положениях и яблоко, оторвавшись от ветки, обязательно упадет на землю. Здесь воздействует сила притяжения Земли. Потому что все тела на Земле притягиваются к ней и даже воздух. Движения искусственных спутников вокруг Земли тоже результат силы притяжения (рис. 85).

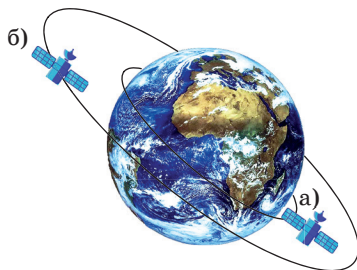


Рис. 85

В результате многих исследований И. Ньютон доказал, что все тела на Земле притягиваются к ней, такое притяжение свойственно не только Земле и телам на ней, а всем телам во Вселенной.

Луна притягивается к Земле, а все планеты притягиваются к Солнцу и друг к другу (рис. 86). Притяжение имеют не только большие тела на Земле, имеющие большую массу, и космические тела, но и мелкие частицы, из которых состоят эти тела. Поэтому такое притяжение называется всемирным тяготением или гравитацией.

Гравитация (происходит от латинского *gravitas* – «тяжесть») – означает притяжение между телами, обладающими массой или всемирное тяготение. Поэтому силу притяжения тел называют силой гравитации или силой тяготения.

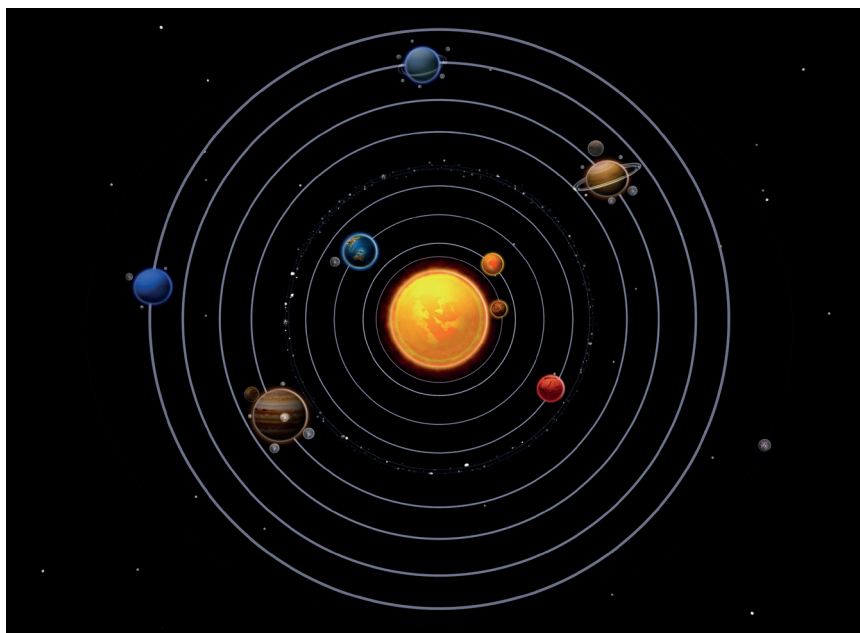


Рис. 86

Чем больше массы тел, тем больше сила их притяжения, чем больше расстояние между ними, тем меньше сила их притяжения.

Это называется законом всемирного тяготения Ньютона.

Итак, тело, поднятое вверх от земли в результате силы земного притяжения, всегда падает на землю. Согласно второму закону Ньютона $\left(a = \frac{F}{m}\right)$, если масса тела и величина силы действующая на него не изменяется, то и скорость будет постоянной.

Тогда, какова скорость тел, падающих на Землю? Ответим на этот вопрос.

Летом на берегу озера Иссык-Куль можно наблюдать за людьми как они играют и летают на парашютах, привязанных к моторным лодкам (рис. 87). Давайте подумаем, какая сила воздействует для того, чтобы поднять человека на парашюте на такую высоту? Чем служит моторная лодка?

В начале движения моторной лодки, увеличивается трение между парашютом и воздухом, и он начинает широко раскрываться. Сила воздуха, действующая на широко раскрывшийся парашют, может поднять его вместе с людьми. Если моторная лодка прекратит движение, то пропадает



Рис. 87

подъемная сила воздуха, которая держит раскрытым парашют. Под действием силы притяжения Земли, люди вместе с парашютом, в один момент с одинаковой скоростью упадут в воду. Потому что в этих условиях трение воздуха не сможет противостоять телам с большей плотностью, и массой больше чем воздух.

Падение на землю тел под действием только силы притяжения Земли называется свободным падением.

Ускорение, которое приобретают тела, под действием силы тяжести называют ускорением свободного падения.

Этот вопрос первым исследовал великий итальянский ученый Галилео Галилей с помощью опыта. Он бросал сверху два связанных нитью шарика сделанных из чугуна и камня с наклонной башни (рис. 88) в итальянском городе Пиза и установил, что они падают одновременно. Если бы большой,



Рис. 88. Пиза

тяжелый шар падал быстрее, то он в полете оборвал бы тонкую нить между ним и малым шаром. Но, до удара о землю нить между ними не обрывалась. Итак, доказано, что, несмотря на то, что тело является тяжелым или легким, они упадут на Землю одинаково. Здесь, Галилей сделал вывод о том, что во время свободного падения, тела движутся с одинаковым ускорением.

Пизанская башня на сегодняшний день является всемирно известным историческим памятником и имеет большое значение в науке.

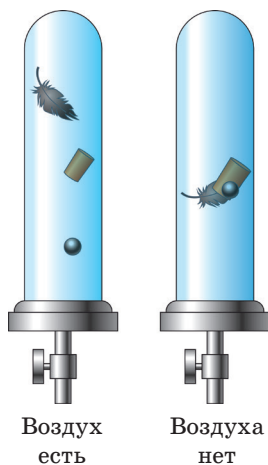


Рис. 89

Исаак Ньютон точно доказал правильность вывода Галилея на основе другого опыта и рассчитал ускорение свободного падения. В стеклянной трубке, прозванной «трубкой Ньютона», он поместил стальной шар, пробку, птичье перо и закрыл пробкой трубку и резко перевернул ее. На дно трубки первым упал стальной шар, затем пробка и в конце птичье перо.

После этого он удалил воздух из трубки, и снова перевернул, тогда на дно трубки предметы упали за одинаковое время.

На основе опытов сделаны следующие обобщенные выводы:

1. Падение тела в безвоздушном пространстве называется свободным падением.
2. Свободное падение тела является равноускоренным движением.
3. Ускорение свободного падения обозначается буквой g , оно одинаково для всех свободно падающих тел.

4. Ускорение тел на поверхности Земли $g \approx 9,8 \text{ м/с}^2$. Это означает, что свободно падающее тело за 1 секунду увеличивает (ускоряет) свою *скорость* на 9,8 м/с. В некоторых случаях для облегчения расчета принимается $g \approx 10 \text{ м/с}^2$.
5. Запишем формулу ускорения $a = \frac{v - v_0}{t}$ для свободного падения: $g = \frac{v - v_0}{t}$. Здесь тело с начальной скоростью v_0 через время t скорость v свободного падения на Землю определяется по формуле: $v = v_0 + gt$. Например, если начальная скорость тела, брошенного с какой-нибудь высоты $v_0 = 0$. Тогда формула будет $v = gt$. Если найдем скорость тела через $t = 1 \text{ с}$, $t = 2 \text{ с}$, $t = 3 \text{ с}$ и т. д. время, то скорость будет $v_1 = 9,8 \text{ м/с}$; $v_2 = 19,6 \text{ м/с}$; $v_3 = 29,4 \text{ м/с}$ и т. д., другими словами, можно увидеть, что тело, падающее на Землю свободно, за каждую единицу времени увеличивает скорость на 9,8 м/с.
6. Движение тела брошенного вертикально вверх, будет равнозамедленным. Его ускорение $g \approx -9,8 \text{ м/с}^2$. Это означает, если тело от поверхности Земли бросить вверх, его скорость за 1 секунду будет уменьшаться на 9,8 м/с.
7. Если тело от поверхности Земли бросить вверх с начальной скоростью v_0 через время t его скорость определяется по формуле $v = v_0 - gt$.



1. Почему тела, поднятые над поверхностью Земли, падают обратно на Землю?
2. Как вы понимаете всемирное тяготение?
3. Кто открыл закон всемирного тяготения? В чем его смысл?
4. Что такое свободное падение? Какие были проделаны опыты?
5. Чему равно ускорение свободного падения? Везде ли оно одинаково или нет?
6. Какими формулами определяются скорости при свободном падении и когда тела подбрасывают вверх?

§ 27. Сила тяжести и вес

1. Сила тяжести. На что она приложена и куда направлена?
2. Определение силы тяжести через массу и ускорение тела.
3. Вес тела. Единица и измерение.
4. Общие и отличительные признаки силы тяжести и веса тела.

Для тех, кто живет на Земле, сила притяжения очень важна. Допустим, в результате притяжения Земли, тело, падая с какой-нибудь высоты, придет в движение в сторону Земли. По второму закону Ньютона, если тело массой m , имеет ускорение a , тогда его величина будет иметь силу, которая определяется через $F = m \cdot a$.

Если принять что ускорение свободно падающего тела будет g , то для него второй закон Ньютона запишем как $F = m \cdot g$. Это является силой, которую тело приобретает вследствие притяжения Земли или силу, с которой Земля притягивает к себе тела. Эта сила называется силой тяжести, и обозначается буквой $F_{\text{тяж}}$.

Сила, с которой Земля действует на тело, называется силой тяжести.

Сила тяжести определяется по формуле $F_{\text{тяж}} = mg$. За единицу силы тяжести принимается $1H$:

$$1H = 1 \text{ кг} \cdot \text{м}/\text{с}^2.$$

Сила тяжести всегда приложена к центру тела и направлена к Земле (рис. 90).

Нам известно, что Земля имеет форму шара ближе к эллипсу. Но его радиус не одинаков на разных точках поверхности Земли. Радиус на полюсах Земли меньше радиуса на экваторе. Если сила тяжести обратно пропорциональна расстоянию (§ 26), то сила тяжести на Северном и Южном полюсах

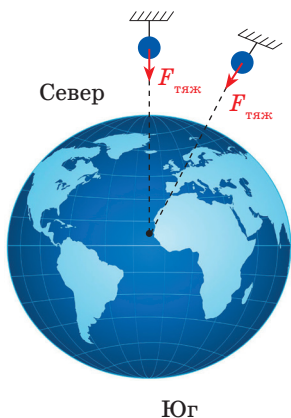


Рис. 90

Земли больше, чем сила тяжести на экваторе, а сила тяжести в предгорьях больше силы тяжести на вершине горы. Это также показывают измерения скорости, с которой тела свободно падают на Землю под действием силы тяжести: ускорение свободного падения на Северном полюсе Земли больше ($g \approx 9,8324 \text{ м/с}^2$), на экваторе меньше ($g \approx 9,7805 \text{ м/с}^2$), а в средних широтах Земли $g \approx 9,80665 \text{ м/с}^2$.

Из формулы $F_{\text{тяж}} = mg$ видно, что сила тяжести прямо пропорциональна массе тела. Поэтому тело, имеющее большую массу, называют тяжелым, а тело, имеющее меньшую массу, называют легким. Если массы тел одинаковые, то действующая на них сила тяжести тоже одинаковая.

В повседневной жизни кроме силы тяжести употребляется понятие «вес». В чем его смысл? Есть ли у него что-то общее с силой тяжести? И в чем их разница?

Мы знаем, что на тело (например, деревянный брусок) лежащее на поверхности стола (рис. 91а) или на тело, подвешенное на нитке к подвесу (рис. 91б), действуют сила тяжести. Под влиянием силы тяжести, тело, некоторой силой действует на поверхность стола (опору) (рис. 92а) или на нитку, подвешенную к подвесу (рис. 92б). Эта сила является весом тела и обозначается буквой P .

Сила, с которой тело вследствие притяжения Земли действует на опору или подвес, называется весом тела. Вес – векторная величина. За единицу веса принимается $1Н$.

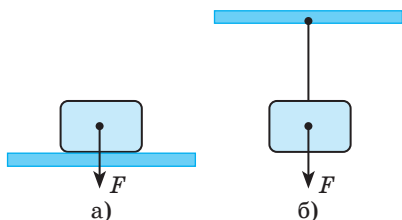


Рис. 91. Воздействие силы тяжести на тело

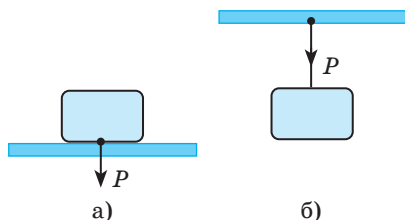


Рис. 92. Воздействие тела на стол и на подвес

Когда тело расположено на горизонтальной плоскости, вес тела равен силе тяжести.

Кроме того, даже когда тело подвешено, сила тяжести, действующая на объект, всегда равна его весу:

$$P = mg = F_{\text{тяж}}$$

Если тело расположено на наклонной поверхности, то вышеуказанное уравнение не будет иметь места или сила тяжести будет больше его веса.

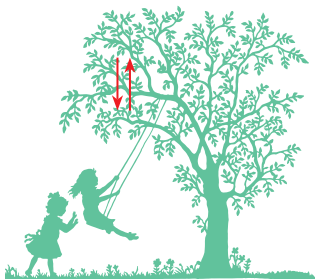


Рис. 93

В жизни иногда говорят «навалился всем весом» и это соответствует первому случаю (рис. 93), или «облокотился» и это соответствует 2 случаю.

Отсутствие силы взаимодействия тела с опорой или подвесом называется невесомостью. В результате ускорения, более сильное взаимодействие тела с опорой или подвесом называется перегрузка. Например, девочка ка-

тается на качелях, ветка дерева наклоняется вниз, при движении обратно вверх, можно наблюдать, что девочка в одно время в весомости, и в то же время в невесомости. Общие признаки тяжести и веса:

1. Обе силы возникают в результате притяжения Земли.
2. Когда тело находится в состоянии покоя или движется в горизонтальном направлении $F_{\text{тяж}} = P = mg$ и обе они направлены к центру Земли.
3. У обеих величин принимается за единицу измерения 1 Н.

Признаки, отличающие силу тяжести от веса:

1. Сила тяжести приложена к телу.
2. Вес тела приложен к подвесу или опоре.
3. Сила тяжести возникает в результате взаимодействия Земли и тела.
4. Вес тела возникает в результате взаимодействия тела с опорой или подвесом.

Указания к решению задач

1. Вычислите силу тяжести, действующую на тело массой 4,5 кг.

<i>Дано:</i>	<i>Формула:</i>	<i>Решение:</i>
$m = 4,5 \text{ кг}$	$F_{\text{тяж}} = mg$	$F_{\text{тяж}} = 4,5 \text{ кг} \cdot 9,8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} = 44,10 \text{ Н}$
$g = 9,8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$		Ответ: $F_{\text{тяж}} = 44,10 \text{ Н}$
$F_{\text{тяж}} = ?$		

2. Вес тела человека 700 Н. Чему равна его масса?

<i>Дано:</i>	<i>Формула:</i>	<i>Решение:</i>
$P = 700 \text{ Н}$	$P = mg$	$m = \frac{700 \text{ Н}}{9,8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} = 71,4 \text{ кг}$
$g = 9,8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$	$m = \frac{P}{g}$	Ответ: $m = 71,4 \text{ кг}$
$m = ?$		

Упражнение 14

1. Покажите в следующей таблице общие и отличительные признаки силы тяжести и веса тела. Заполните таблицу.

№	Общие признаки	Отличительные признаки	
		сила тяжести	вес тела

2. На средней широте сила тяжести, действующая на тело, составляет 196,12 Н. Какова масса тела? Есть ли разница между действиями сил, действующих на тело, на экваторе и на полюсах Земли? Если да, то сколько? (20,01 кг)

3. Масса чайника на столе 1,5 кг. Найдите вес чайника и силу тяжести, действующую на него. Покажите величину этих сил в масштабе ($P = F_{\text{тяж}} = 15 \text{ Н}$).

- Т?**
1. Какая сила называется силой тяжести?
 2. Что такое вес тела?
 3. К чему приложена сила тяжести? Каково ее направление?
 4. В обычных условиях, когда тело находится в состоянии покоя, действующая на него сила тяжести и вес одинаковы или разные?
 5. Приведите примеры невесомости и перегрузок.
 6. Назовите общие и отличительные признаки «силы тяжести» и «веса тела».

§ 28. Сила упругости

- ?**
1. *Явление, возвращающее или не возвращающее в первоначальную форму, при изменении формы твердых тел*
 2. *Виды упругости тел*
 3. *Сила упругости. Направление, обозначение*
 4. *Закон Гука*

Мы знаем, что одним из результатов силы действующей на тело, является деформация (§ 19). Если деформированное тело самостоятельно возвращается в свое исходное положение, то такая деформация называется упругой. Например, если мы растянем стальную пружину и отпустим, то она примет первоначальную форму.

Если мы изогнем стальную линейку, то и она примет первоначальную форму. Такие предметы называются упругими. Упругие тела при сжатии или растяжении стремятся принять первоначальную форму.

Сила, возникающая в теле в результате его деформации и стремящаяся вернуть тело в исходное положение, называется силой упругости.

Давайте вспомним опыт в § 19. Мы изогнули и привязали ниткой тонкую железную пластину, разместили между двух тележек и разрезали нить. Здесь пластина выпрямится и начнет толкать тележки, сила действующая на тележки была силой упругости. Для того, чтобы открывающаяся дверь снова закрывалась, с внутренней стороны двери

располагают пружину. Когда дверь открывается, то пружина растягивается и возникает сила упругости.

Когда дверь отпускают, сила упругости стремится вернуть растянутую пружину в исходное положение и заставляет дверь закрыться.

Стрелы лука, камушки из рогатки вылетают под действием силы упругости. Возникновение такого действия зависит от строения вещества.

Представим, что дана упругая пружина с первоначальной длиной x_0 (рис. 94а). Если мы растянем пружину, приложив к ней силу F , то ее длина станет равна x .

Удлинение пружины определяется разницей $x - x_0$. Во время растяжения пружины возникает сила $F_{\text{упр}}$, стремящаяся вернуть ее в первоначальную форму.

Как видно из рисунка, сила F , растягивающая пружину, и сила упругости ($F_{\text{упр}}$) направлены в противоположные стороны.

Такое же явление возникает и при сжатии пружины. Если мы пружину, имеющую длину x_0 , сожмем до длины x (рис. 94б), то в ней возникает сила упругости, направленная против направления силы сжатия.

Когда сжимающая сила прекращает свое действие, то сила упругости возвращает пружину в первоначальную форму.

Из приведенных выше примеров можно сделать следующий вывод:

Сила упругости направлена против направления деформирующей силы.

Величина силы упругости зависит не только от растяжения или сжатия пружины, но и от твердости пружины. Насколько тверда пружина, настолько велика и сила растяжения или сжатия. Но и сила упругости, возникающая при этом, будет настолько же велика.

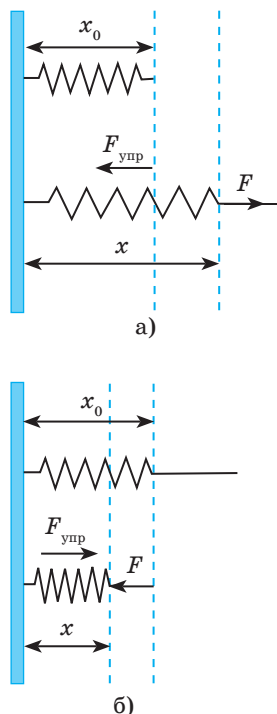


Рис. 94



Роберт Гук
(1635–1703)

Английский ученый-энциклопедист, автор многих открытий и изобретений в природе

Если обозначим жесткость пружины буквой k , то силу растяжения или сжатия можно определить по формуле $F = kx$. Здесь x – удлинение или сокращение пружины.

Поскольку сила упругости направлена против деформирующей силы (растяжения или сжатия), она равна $F_{упр} = -kx$.

Если не брать во внимание направление силы упругости, тогда можно использовать формулу $F_{упр} = kx$.

Из формулы можно найти жесткость пружины и вещество из которого она сделана:

$$k = \frac{F_{упр}}{x}$$

Сила упругости прямо пропорциональна изменению длины и коэффициенту жесткости пружины.

Такую зависимость впервые установил английский ученый Роберт Гук (1635–1703), и она называется законом Гука.

Информация для дополнительного изучения

Когда вес тела действует на опору, со стороны опоры действует сила на само тело. Эту силу называют силой реакции опоры. Слова «реакция» происходит от латинских слов *reaction* – *re...* «против», *actio* «действие», другими словами, означает ответ на действие или противодействие.

Сила реакции опоры направлена перпендикулярно к поверхности соприкосновения тел друг к другу. Слово перпендикуляр происходит от латинского *normalis* – «прямо, прямой», поэтому сила реакции обозначается ее заглавной буквой N .

Сила реакции опоры происходит от упругой деформации между опорой и телом, другими словами ее происхождением является сила упругости.

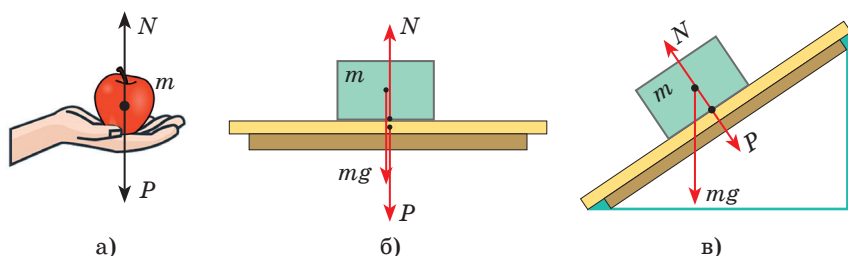


Рис. 95

Например, возьмем в ладони предмет с массой m , он будет действовать на ладонь с весом $P = mg$ (рис. 95а). Для того, чтобы удерживать в ладони предмет, можно приблизительно узнать вес предмета в зависимости от потраченной мышцами N силой реакции. Если поставить предмет на опору (стол или плоскость), то со стороны опоры действует N сила реакции (рис. 95 б, в).

Если опора будет упругой (мягкой, хрупкой), а предмет будет иметь большой вес, тогда они будут тесно соприкасаться друг с другом. Например, если поставить ведро с водой на снег, то от веса ведра останется след на снегу.

Сила, с которой опора действует на тело, равная по величине весу и действующая в противоположном направлении, называется силой реакции (N). Вес и сила реакции всегда приложены к поверхности соприкосновения тела и опоры и перпендикулярны к этой поверхности.

- Т?**
1. Расскажите об упругой и остаточной деформации.
 2. Как возникает сила упругости?
 3. Приведите примеры возникновения силы упругости.
 4. Как можно определить величину силы упругости и ее направление?
 5. Что вы знаете о Роберте Гуке?

§ 29. Измерение силы. Динамометр

1. Математический способ вычисления числового значения силы.
2. Измерение силы динамометром. Виды динамометров.
3. Устройство пружинного динамометра.
4. Принцип работы пружинного динамометра.

Нам известно, что величина силы, действующей на тело, определяется по формуле $F = m \cdot a$. Прибор, называемый динамометром, применяется для непосредственного измерения силы. Слово «динамометр» происходит от греческих слов δύναμις (динамос) – «сила» и μέτρον (метрео) – «измеряю». Для измерения разных сил применяются разные динамометры. Их виды указаны на рисунке 96. Кроме этого есть ртутные, гидравлические и электрические динамометры. В динамометрах используется свойство упругости твердых тел.



Динамометр, измеряющий силу мышц



Динамометр, измеряющий силу тяги машин



Демонстрационные динамометры

Рис. 96

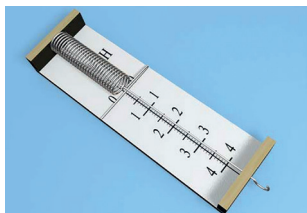
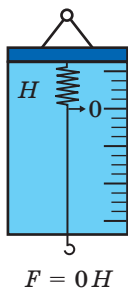


Рис. 97

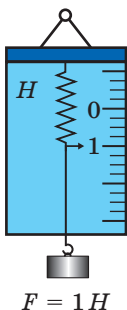
Простой динамометр, используемый в школе, называется пружинным динамометром. Он состоит из небольшой деревянной или пластмассовой доски. На одном конце доски на крючок прикреплена стальная пружина (рис. 97).

Когда к нижнему концу стальной пружины прикрепляется груз, пружина упруго деформируется и возвращается в исходное положение, когда действие силы прекращается. На кончике пружины расположена стрелочка, она показывает величину силы.



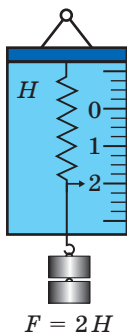
$$F = 0 \text{ Н}$$

Рис. 98



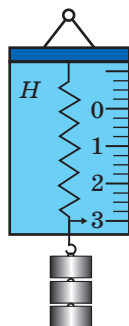
$$F = 1 \text{ Н}$$

Рис. 99



$$F = 2 \text{ Н}$$

Рис. 100



$$F = 3 \text{ Н}$$

Рис. 101

Когда пружина не растягивается, точка, на которую указывает стрелка, является нулевой (рис. 98). Если на крючок пружины повесить груз весом в 100 г, то сила тяжести, действующая на него, составит:

$$F_{\text{тяж}} = mg = 100 \text{ г} \cdot 10 \text{ м/с}^2 = 0,1 \text{ кг} \cdot 10 \text{ м/с}^2 = 1 \text{ Н}.$$

Точку, на которую указывает стрелка пружины, обозначим цифрой 1 (рис. 99).

Если к первому грузу добавить дополнительно груз массой в 100 г, то $F_{\text{тяж}} = 2 \text{ Н}$. Эту точку обозначим цифрой 2 (рис. 100). Таким же путем обозначаются цифры 3, 4 и т. д. (рис. 101). Поскольку эти цифры означают, что динамометр измеряет величину силы в ньютонах, то на ее поверхности пишется буква Н.

Это означает, что данный динамометр измеряет силу в ньютонах. На шкале промежутки между цифрами разделены на более мелкие равные деления. Ими можно определить значения силы, имеющие величину меньше 1 ньютона.

Такой способ называется градуированием динамометра. Таким путем определяются границы измерения и цена деления шкалы динамометра. Например, на рисунке 101, граница измерения динамометра 3 Н , а цена шкалы $0,25 \text{ Н}$.



1. Как называется прибор для измерения силы?
2. Что означает слово динамометр?
3. На чем основан принцип работы пружинного динамометра?

4. Почему пружина динамометра растягивается, если на него повесить груз?
5. Повесьте на пружину динамометра груз и определите точки приложения силы тяжести, силы упругости и веса тела, а также укажите направление этих сил.
6. Какие виды динамометров вы знаете?
7. Научитесь по обобщенному плану изучения физических приборов изучать устройство динамометров, имеющихся в школе.



Упражнение 15

1. Определите цену деления шкалы динамометра, показанного на рис. 102, а также силу тяжести, действующую на различные тела. Можно ли эту силу называть весом этих тел?

2. Найдите способ изготовления простейшего динамометра. Постарайтесь самостоятельно сделать его.

3. Можно ли сделать динамометр, цена деления шкалы которого будет равна $0,1H$? Если да, то покажите эту шкалу на рисунке.

4. Используя динамометр, найдите пути сложения нескольких сил, действующих в одном направлении.

5. Вычислите силу тяжести, действующую на маленький стальной цилиндр. После этого измерьте силу тяжести на динамометре. Сравните полученные результаты

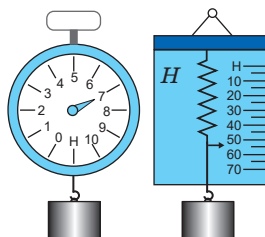


Рис. 102

§ 30. Градуирование пружинного динамометра. Измерение силы

Лабораторная работа № 3

Цель работы: проградуировать пружинный динамометр и научиться с его помощью измерять силу.

Приборы и материалы: два одинаковых динамометра, белая бумага, ручка, линейка, штатив с муфтой и держателями, несколько грузов с массой по 100 г и 2 г.

Указания к выполнению работы:

1. Вспомните в учебнике тему «Измерение силы. Динамометр».
2. На лицевую сторону динамометра положите белую бумагу, прикрепите ее к штативу.
3. При нерастянутой пружине обозначьте положение стрелки, другими словами, нулевая точка пружины будет 0.
4. На крючок пружины подвесьте груз массой 102 г и подставьте значения по формуле $F = mg$. Рассчитайте величину силы тяжести действующую на груз:
 $F = mg = 102 \text{ г} \cdot 9,8 \text{ м/с}^2 = 0,1 \text{ кг} \cdot 9,8 \text{ м/с}^2 = 1 \text{ Н}$. Так, обозначьте точку положения стрелки с грузом массой 102 г, напишите рядом с ней 1 Н.
5. На крючок пружины подвешивайте грузы массой 2, 3, 4 раза больше, другими словами 204 г, 306 г, 408 г. Таким же способом как указано выше вычислим величину силы тяжести. Отмечайте показания динамометра в 2 Н, 3 Н, 4 Н.
6. Расстояния между 0 и 1, между 1 и 2, между 2 и 3, между 3 и 4 разделите на равные десять частей. Здесь каждое деление будет означать 0,1 Н.
7. Градуированный динамометр сравните с другим динамометром без бумаги.
8. На основе проведенного опыта сделайте выводы.



1. Какова граница измерения проградуированного вами динамометра и цена деления шкалы?
2. Можно ли определить силу тяжести любого груза используя шкалу, сделанную на листке бумаги?
3. Подвесьте на динамометр бутылку с водой объемом 0,4 л, найдите ее вес, массу и силу тяжести, действующую на нее.
4. Расскажите отличия между понятиями вес, масса и сила тяжести.

§ 31. Действие и противодействие. Третий закон Ньютона.

Сложение двух сил, направленных по одной прямой.

Равнодействующая сила



1. Взаимодействие и противодействие тел.
2. Третий закон Ньютона.
3. Равнодействующая сила. Сложение сил.

Если в природе одно тело действует на другое тело, то обязательно второе действует на первое. Поэтому мы говорим, что тела взаимодействуют. Взаимодействие тел можно про-демонстрировать на примере простого опыта.

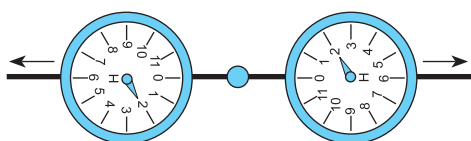


Рис. 103

Два демонстрационных динамометра закрепим на штативе в горизонтальной плоскости (рис. 103). Подсоединим оба динамометра

друг к другу проволокой и станем тянуть их в разные стороны. Сколько их ни тянуть, они всегда будут показывать одинаковую силу.

Значит, сила, с которой первый динамометр действует на второй равна силе, с которой второй динамометр действует на первый. Кроме этого, эти силы направлены прямолинейно в противоположных направлениях.

Это явление также изучил И. Ньютон и сформулировал в виде закона. Поэтому он называется третьим законом Ньютона. Он определяется следующим образом.

Силы двух взаимодействующих тел равны по величине и противоположны по направлению.

Третий закон Ньютона в математической форме записывается так: $F_1 = -F_2$.

Здесь F_1 – сила, с которой первое тело действует на второе, F_2 – сила, с которой второе тело действует на первое. Знак «-» показывает, что направления этих сил противоположны. Приведем пример из практики.

Если человек, находящийся в лодке, толкнет другую лодку, то обе лодки разойдутся на одинаковое расстояние (рис. 104а). Значит, при взаимодействии оба тела переместятся

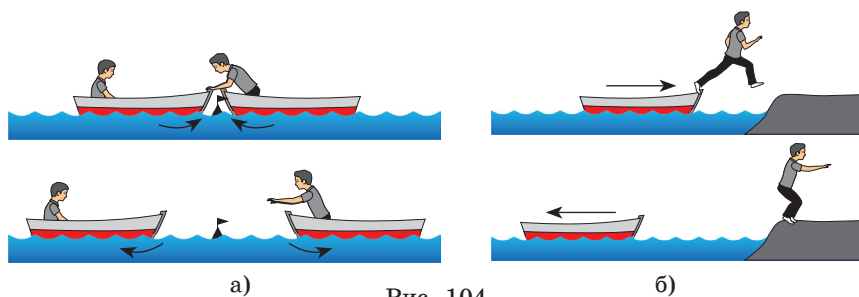


Рис. 104

на одинаковое расстояние. Для того, чтобы лодка плыла быстрее, нужно быстрее грести веслом.

Если человек, находящийся в лодке, спрыгнет на берег, то лодка начинает двигаться в противоположном направлении (рис. 104б). Здесь на лодку воздействует человек. А лодка тоже воздействует на человека. Человек при отталкивании увеличивает свою скорость и легко спрыгивает на берег.

Возникает следующий вопрос: Если действие человека, везущего санки, равно силе, с которой эти санки действуют на человека, почему человек все-таки везет эти санки? Здесь надо рассматривать не только действие человека и саней, но и влияние внешней силы (рис. 105).

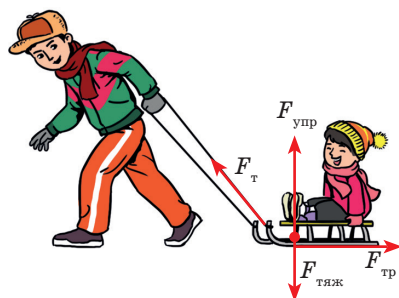


Рис. 105

В этом случае внешней силой считается сила трения между землей и подошвой человека и между дном саней и землей.

Если сила, с которой земля действует на человека, больше силы, с которой санки действуют на человека, то человек везет санки. В этом случае говорят о равнодействующей сил.

Равнодействующей сил называют векторную сумму всех сил, действующих на тело.

В практике часто встречается, когда на тело действует ни одна сила, а сразу несколько сил. Если на тело действуют несколько сил разной величины по одной прямой, то важно

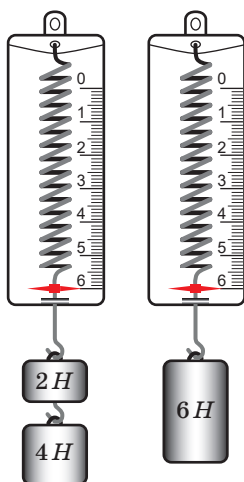


Рис. 106

знать их равнодействующую. Для этого необходимо узнать сумму сил.

Проведем следующий опыт.

К динамометру подвесим два груза, вес которых составляет $2H$ и $4H$. Обозначим точку до которой растянулась пружина динамометра. После этого вместо этих грузов подвесим одинаковые грузы с весом $6H$ и увидим, что пружина динамометра приблизилась к ранее отмеченной точке (рис. 106). В обоих случаях динамометр покажет $6H$. Значит, равнодействующая двух сил $2H$ и $4H$, действующая на динамометр в первом случае равна $6H$.

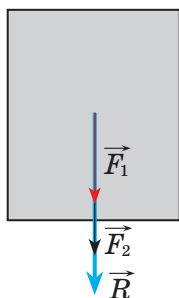


Рис. 107

Из опыта можно сделать следующий вывод:

Если силы направлены в одну сторону, то равнодействующая этих сил направлена в ту же сторону, а их величина равна сумме модулей составляющих ее сил (рис. 107).

Другими словами, $R = F_1 + F_2$, здесь R – равнодействующая сила.

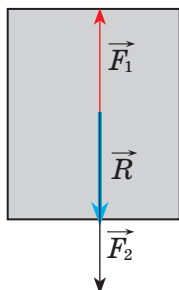


Рис. 108

Если на тело действуют силы по одной прямой, но направленные в разные стороны, то равнодействующая этих сил направлена в сторону большей по модулю силы, а её модуль равен разности модулей составляющих сил (рис. 108). Другими словами: $R = F_2 - F_1$, здесь R – равнодействующая сила.

Если на тело действуют две силы равные по величине по одной прямой, но направленные в противоположные стороны, то они компенсируют друг друга, тело останется в состоянии покоя или сохранит прямолинейное равномерное движение. В этом случае будет иметь место равновесие сил.

Тело находится в равновесии, если равнодействующая всех сил равна нулю. (рис. 109).

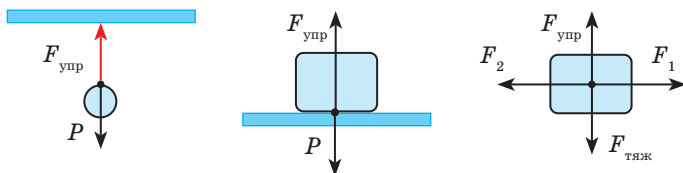


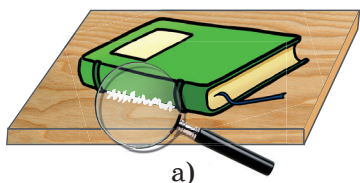
Рис. 109. Равновесие нескольких сил действующих на тело

- Т?**
1. Как вы понимаете взаимодействие тел?
 2. Какими силами взаимодействуют тела между собой? Приведите примеры.
 3. Как пишется в математической форме третий закон Ньютона?
 4. На тело действуют две силы в одном направлении. Как можно определить их равнодействующую силу?
 5. На тело в одно время действуют две силы в противоположном направлении, найдите их равнодействующую силу.
 6. Назовите силы, показанные на рисунке 109.

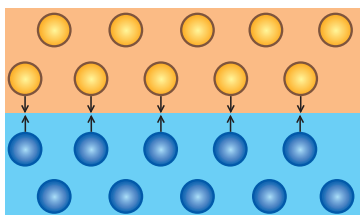
§ 32. Сила трения. Виды трения. Коэффициент трения

- ?**
1. Причины возникновения трения.
 2. Виды трения.
 3. Сила трения.
 4. Коэффициент трения.

Ранее, мы уже говорили о сопротивлении внешней среды или трении при движении тел. Например, свободное колебание под влиянием внешней среды будет затухать (колебание, § 18), «если на тело не будет действовать внешняя среда, то оно сохранит состояние покоя или равномерное прямолинейное движение» (инерция, § 20), «в пространстве без воздуха (вакуум) все тела падают на землю одновременно» (свободное падение, § 26), санки легче возить по льду, на песке возить не сможем (равнодействующая сила, § 32).



а)



б)

Рис. 110

Взаимодействие соприкасающихся поверхностей тел друг с другом считается трением. Трение тел друг с другом связано с взаимодействием молекул (рис. 110а), которые их составляют и шероховатостью соприкасающихся поверхностей тел (рис. 110б).

Чем больше или сильнее шероховатость поверхности, тем больше трение. Рассмотрим, как пример, металлический шар скатывающийся на разные поверхности с наклонной плоскости (§ 20, рис. 70).

Шар скатывается с наклонной плоскости и сохраняет скорость на некоторое время при движении по металлической и деревянной поверхности, а на песочной шероховатой поверхности быстро уменьшает скорость и останавливается. Потому что, на песочной поверхности движению шара препятствует сила трения.

Если поверхность двух взаимодействующих тел будет гладкой, то их молекулы приблизятся, т. е. создается условие для увеличения трения. Если соединить стеклянные и металлические пластины, то их трудно разделить.

Сила, возникающая при движении одного тела по поверхности другого, называется силой трения.

Она обозначается буквой $F_{\text{тр}}$. За единицу принимается 1 Н.

В природе встречаются три вида трения. Это трение скольжения, трение качения, трение покоя.

Трение покоя возникает в результате взаимодействия поверхностей тел, одно из которых находится на поверхности другого. Из-за трения покоя трудно бывает передвигать тяжелый шкаф по полу.

При работе стиральная машина не сдвинется с места, задерживается гвоздь, вбитый в доску, швы на материи не

дают ей расходиться, а завязанная веревка сама не развязывается и т. д.

Трение скольжения возникает, когда одно тело движется по гладкой поверхности другого тела. Например, если по поверхности стола мы будем двигать деревянный брусок, если возить санки по льду или снегу, это будет примером трения скольжения.

Трение качения возникает между поверхностями колес машин, велосипедов и поверхностью дороги. Для легкой погрузки тяжелых грузов на машины используют наклонные плоскости.

На их поверхность ставят бревна в форме цилиндра или тележки и с помощью них погрузка также будет легче. Это означает, что трение качения меньше трения скольжения.

В природе и технике наблюдаются положительные и отрицательные стороны трения. Иногда силу трения необходимо увеличивать, а иногда уменьшать.

В качестве примеров увеличения трения можно привести случаи, когда зимой гололед посыпают песком или, когда забуксовала машина, то под колеса кладут доски или камни.

Рассмотрим несколько путей уменьшения трения.

Зная причины возникновения силы трения, можно найти пути ее уменьшения:

1. Для того, чтобы обеспечить наименьшее воздействие молекул, нужно уменьшить площадь соприкосновения плоскостей и вес тела. Например, когда делают санки, коньки, сторону, соприкасающуюся с землей, делают узкой.

2. Замена трения скольжения трением качения.

3. Смазка соприкасающихся поверхностей. Например, машинные масла создают между трущимися деталями жидкую прослойку, тем самым уменьшается трение. Жидкости в местах соединения костей человека также уменьшают трение и способствуют легкому движению тела.

4. Замена веществ, составляющих тела. Например, величина силы трения между телами зависит также и от веществ, из которых состоят эти тела. Трение между деревом и металлом отличается от трения между двумя деревянными телами.

Поэтому вводится такая величина, как коэффициент трения. Его обозначают буквой μ (мю), ее величина определяется по формуле:

$$F_{\text{тр}} = \mu P \quad \mu = \frac{F_{\text{тр}}}{P}$$

Здесь μ – коэффициент трения, $F_{\text{тр}}$ – сила трения, P – вес движущегося тела. Коэффициент трения не имеет единиц измерения.

Способ определения коэффициента трения. Необходимые приборы и материалы: трибометр, деревянный брусок, пружинный динамометр.

На поверхность трибометра кладем деревянный брусок с известным весом, с помощью привязанного к нему динамометра приводим в равномерное движение. Во время равномерного движения бруска показания динамометра равны силе трения. По формуле. $\mu = \frac{F_{\text{тр}}}{P}$ мы можем определить коэффициент трения дерева с деревом.

В таблице 13 даны значения коэффициентов трения разных веществ.

Таблица 13

Коэффициент трения различных веществ

Тела, подвергаемые трению	Коэффициент трения
Металл с металлом	0,15–0,20
Дерево с деревом	0,20–0,50
Металл со смазанным металлом	0,07–0,10
Дерево со льдом	0,035
Металл со льдом	0,020
Сталь со льдом	0,025
Лед со льдом	0,028
Колеса с сухим асфальтом	0,50–0,70
Колесо с мокрым асфальтом	0,35–0,45
Смазанные подшипники	0,02–0,08

Указания к решению задач

1. Тело массой 50 кг равномерно движется по ровной поверхности под действием силы в 200 Н . Чему равен коэффициент трения?

<i>Дано:</i>	<i>Формула:</i>	<i>Решение:</i>
$m = 50 \text{ кг}$	$\mu = \frac{F_{\text{тр}}}{P}$	$\mu = \frac{200 \text{ Н}}{50 \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} = \frac{200 \text{ Н}}{500 \text{ Н}} = 0,4$
	$P = m \cdot g$	
$F = 200 \text{ Н}$	$\mu = \frac{F_{\text{тр}}}{mg}$	
	$F = F_{\text{тр}}$	
$\mu - ?$		Ответ: $\mu = 0,4$

2. Какую силу нужно приложить, чтобы сдвинуть с места шкаф массой в 70 кг ? Коэффициент трения $0,3$.

<i>Дано:</i>	<i>Формула:</i>	<i>Решение:</i>
$m = 70 \text{ кг}$	$\mu = \frac{F_{\text{тр}}}{P}$	$F_{\text{тр}} = 70 \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 0,3 = 210 \text{ Н}$
$\mu = 0,3$	$F_{\text{тр}} = P \cdot \mu$	
$g \approx 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$	$F_{\text{тр}} = mg \cdot \mu$	
$F_{\text{тр}} - ?$		
		Ответ: $F_{\text{тр}} = 210 \text{ Н}$

- Т?**
- Каковы причины возникновения силы трения?
 - Приведите примеры опытов, доказывающие существование силы трения.
 - Какие существуют виды трения?
 - Какие есть способы уменьшения и увеличения трения?
 - Чему равен коэффициент трения?
 - Какому виду трения относятся примеры, показанные на рисунке 111?
 - Как и для чего изготавливается пандус¹?

¹ Пандус – наклонная плоскость у входа в здания, предназначенная для людей с ограниченными возможностями, подъема и спуска тележек.

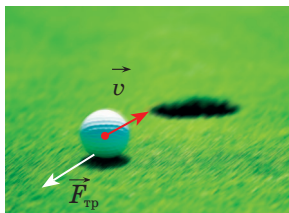
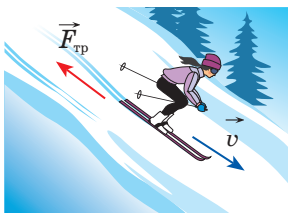


Рис. 111



Упражнение 16

1. По обобщенному плану проанализируйте силу трения.
2. Лошадь везет деревянные сани общей массой 120 кг по льду. Коэффициент трения между деревом и льдом $0,035$. Найдите силу тяги лошади. (42 Н)
3. Масса машины с грузом 7000 кг . Для того, чтобы она начала равномерное движение действует сила 35 кН . Определите коэффициент трения между колесом машины и поверхностью дороги. (Ответ: $0,5$)

§ 33. Определение коэффициента трения различных тел

Лабораторная работа № 4

Цель работы: опытным путем изучить зависимость силы трения скольжения от поверхностей.

Приборы и материалы: динамометр, деревянный брусок с крючком, деревянная доска, стеклянная и металлическая плоскости.

Указания к выполнению работы:

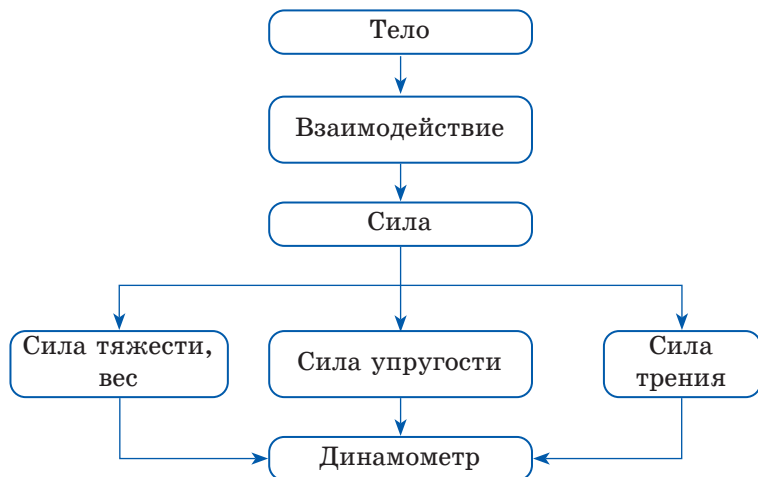
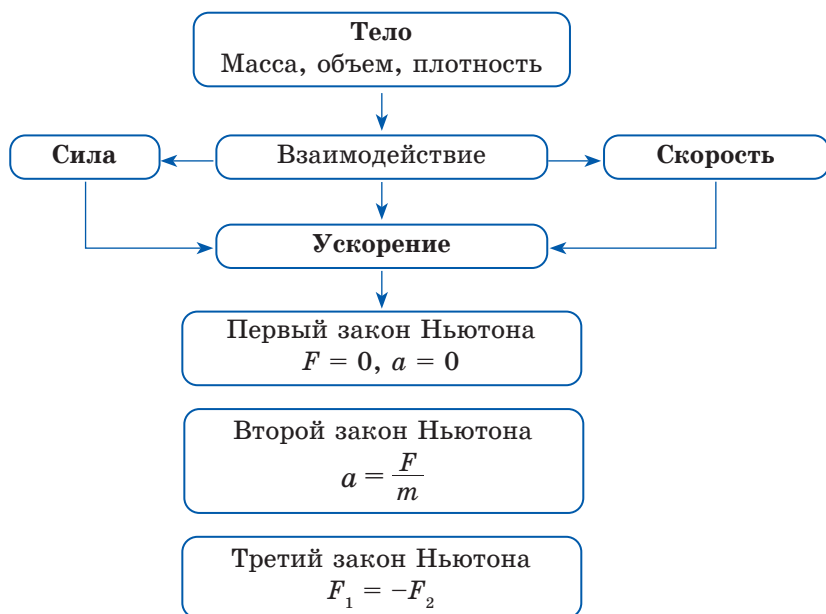
1. Повторите тему «Сила трения. Виды трения. Коэффициент трения».
2. Прикрепив деревянный брусок на динамометр, потихоньку будем двигать его по горизонтальной поверхности деревянной доски. Запишем показания динамометра. При равномерном движении показание динамометра равно силе трения, возникающей при скольжении.

3. Определите массу и вес деревянного бруска.
4. Определите коэффициент трения по соответствующей формуле.
5. Повторите опыт используя стеклянную или металлическую плоскости вместо деревянной.
6. Начертите следующую таблицу в тетради и запишите результаты вычислений.

Состав взаимодействующих тел	Сила трения, H
1. Дерево по дереву	
2. Дерево по металлу	
3. Дерево по стеклу	

7. На основе проведенных измерений сделайте выводы.

**Основные понятия в III главе,
их взаимосвязь**



Основные понятия

Материя	Явление	Закон
Тело	Движение	Первый закон Ньютона $F = 0, a = 0$
	Взаимодействие	Второй закон Ньютона $a = \frac{F}{m}$
	Инерция	
	Инертность	
	Действие F_1	Третий закон Ньютона $F_1 = -F_2$
	Противодействие F_2	

Величина	Знак величины	Формула величины	Единица величины	Измерительный прибор
Масса	m	$m = \rho V$	кг	Весы
Плотность	ρ	$\rho = \frac{m}{V}$	кг/м ³	
Объем	V	$V = \frac{m}{\rho}$	м ³ , л	Линейка, мензурка
Сила	F	$F = ma$	Н; $\frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}^2}$	Динамометр
Пройденный путь	s	$s = vt$	м	
Перемещение	$\vec{s}$	$\vec{s} = \vec{v}t$	м	
Скорость	v	$v = \frac{s}{t}$	м/с	Спидометр
Ускорение	a	$a = \frac{v - v_0}{t}$	м/с ²	
Сила тяжести, вес	$F_{\text{тяж}}; P$	$F_{\text{тяж}} = mg$ $P = mg$	Н; $\frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}^2}$	
Сила упругости	$F_{\text{упр}}$	$F_{\text{упр}} = -kx$	Н	
Сила трения	$F_{\text{тр}}$	$F_{\text{тр}} = \mu P$	Н	

Образцы тестовых заданий
по III главе

Вариант 1

1.1. Какая сила действует на стрелу, выпущенную из лука?

- А) Сила упругости
- Б) Сила тяжести
- В) Сила трения
- Г) Вес стрелы
- Д) Никакая сила не действует

1.2. В каких случаях скорость тела изменяется меньше?

- А) Когда на тело действует сила упругости
- Б) Когда на тело действует сила тяжести
- В) Когда действует меньшая сила
- Г) Когда действует большая сила
- Д) Когда действует сила трения

1.3. Чему равна масса тела, если на него действует сила тяжести 6 Н ?

- | | |
|--------------------|-------------------|
| А) 60 г | Г) $0,6\text{ Н}$ |
| Б) $0,6\text{ кг}$ | Д) 3 кг |
| В) 60 кг | |

1.4. Куб, плотность которого ρ , имеет длину a , ширину b , высоту c . Какой формулой определяется масса куба?

- А) $m = \frac{\rho}{a \cdot b \cdot c}$
- Б) $m = \rho \cdot a \cdot b$
- В) $m = \frac{a \cdot b \cdot c}{\rho}$
- Г) $m = a \cdot b \cdot c$
- Д) $m = \rho \cdot a \cdot b \cdot c$

1.5. На металлический шар действует сила тяжести F_0 . Плотность металла ρ . Какой формулой определяется объем шара?

А) $V = F_0 \rho$

Г) $V = \frac{F_0 \rho}{g}$

Б) $V = \frac{F_0}{\rho}$

Д) $V = \frac{F_0 g}{\rho}$

В) $V = \frac{F_0}{g \cdot \rho}$

1.6. На тело действует сила тяжести 20 000 Н. Выразите это в кН.

А) 20 кН

Г) 200 000 кН

Б) 20 000 000 кН

Д) 0,02 Н

В) 2 000 кН

1.7. Какое соотношение следующих единиц измерения является правильным?

А) $H = \text{кг} \cdot \text{м}$

Г) $H = \text{кг} \cdot \text{с}$

Б) $\text{кг} = \frac{H}{\text{м}}$

Д) $\text{кг} = H \cdot \frac{\text{м}}{\text{с}}$

В) $H = \text{кг} \cdot \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

1.8. На тело массой 5 кг действует сила 10 Н. Найдите ускорение тела.

А) $50 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

Г) $5 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

Б) $2 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

Д) $0,2 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

В) $0,5 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

1.9. Выберите единицы силы трения?

А) кг

Г) м^3

Б) с

Д) м

В) Н

1.10. Чему равно ускорение свободного падения?

А) 9,8 Н

Г) 9,8 с

Б) 9,8 м/с

Д) 9,8 м

В) 9,8 м/с²

Вариант 2

2.1. Какое из следующих 5 слов является единицей физической величины?

- А) Движение В) Сила Д) Весы
Б) Скорость Г) Ньютон

2.2. Что означает инерция?

- А) Величина В) Тело Д) Прибор
Б) Явление Г) Единица

2.3. Когда тело движется равномерно?

- А) Когда на тело действует большая сила
Б) Когда тело находится в состоянии покоя
В) Когда на тело действует малая сила
Г) Когда тело твердое
Д) Когда действующие на тело силы равны между собой

2.4. В чем причина действия силы?

- А) Твердость тел
Б) Взаимодействия тел
В) Изменение строения тел
Г) Нагревание тел
Д) Охлаждение тел

2.5. Масса кирпича 2,5 кг. Чему равна действующая на него сила тяжести?

- А) 2500 Н В) 250 Н Д) 12,5 Н
Б) 25 Н Г) 0,25 Н

2.6. Когда на пружину динамометра подвесили какой-то груз, то его стрелка показала 1,5 Н. Какую силу покажет динамометр, если груз потянуть вниз с силой 0,5 Н?

- А) 2 Н В) 0 Н Д) 1,5 Н
Б) 1 Н Г) 0,5 Н

2.7. Масса газа в баллоне 50 кг. Плотность газа 5 кг/м³. Каков объем баллона?

- А) 250 м³ В) 55 м³ Д) 10 м³
Б) 0,1 м³ Г) 45 м³

- 2.8. Два тела взаимодействуют между собой с силой 20 Н . Чему равна сила, с которой первое тело действует на второе?
- А) 20 Н В) 30 Н Д) -10 Н
Б) 10 Н Г) -20 Н
- 2.9. На что действует сила тяжести?
- А) На опору В) На тело Д) На динамометр
Б) Ни на что Г) На подвес
- 2.10. В каком движении находится тело в свободном падении?
- А) Равномерном движении
Б) Ускоренном движении
В) Замедленном движении
Г) Находится в состоянии покоя
Д) Двигается горизонтально
- 2.11. Какие силы сыграли главную роль в победе серебряного призера Айсулуу Тыныбековой (двукратная чемпионка мира), серебряного призера Акжолы Махмудова и бронзового призера Мээрим Жуманазаровой на олимпиаде «Токио-2021» по вольной борьбе?



- А) Сила тяжести Г) Сила упругости
Б) Сила трения Д) Все вышеперечисленные
В) Сила мышц

ДАВЛЕНИЕ ТВЕРДЫХ ТЕЛ, ГАЗОВ И ЖИДКОСТЕЙ

«Давление» одно из основных понятий в физике. Оно играет важную роль в развитии применения физики на практике и в технике. Понимая давление твердых тел, вы можете регулировать влияние тел друг на друга или на любую поверхность. Например, тракторы для заболоченных земель, шины грузовиков, копающие, режущие, стригущие инструменты и другое это применение знаний о давлении твердых тел. Развитие грузоперевозок кораблями, катерами, авиаперелетами, воздушными шарами, водяные баллоны, устройства орошения пахотных земель, торможение, пресс и др. основаны на знании о давлениях жидкостей и газов, а также на великих открытиях Паскаля и Архимеда.

В этой главе вы узнаете об этом и научитесь применять полученные знания.

§ 34. Давление твердых тел



1. Что такое давление?
2. Формула давления.
3. Зависимость давления твердых тел от площади соприкасающихся поверхностей.

Твердые тела взаимодействуют только тогда, когда они действуют друг на друга. Действие одного тела на другое или сила может не только ускорять тела, но также деформировать или сжимать поверхность тела. Рассмотрим силу, действующую на соприкасающуюся поверхность. Для этого рассмотрим следующий простой опыт.

Насыпьте песок в две одинаково прозрачные емкости и приготовьте две тонкие доски разной площади и гири массой 3-4 кг. Убедитесь, что площадь одной доски полностью покрывает поверхность песка, а вторая доска в 2-3 раза меньше площади первой. Сначала на песок в 1-й емкости кладем доску большего размера, а сверху ставим гирю. Здесь мы

видим, что гиря давит на песок меньше, и доска остается на поверхности песка (рис. 112а). Затем кладем гирию во вторую емкость с небольшой доской. В этом случае мы видим, что гирия больше прижимается к песку, и доска почти полностью погружена в песок (рис. 112б).

Возникает вопрос: почему одна и та же гирия по-разному действует на поверхности одного и того же объема песка в двух случаях?

В обоих случаях гирия действовала на песок вместе с доской, другими словами доска стала соприкасающейся поверхностью гири с песком. Вышеупомянутый опыт показал, что давление гири на поверхность песка зависит от площади соприкасаемой с песком поверхности.

Другими словами, чем больше площадь доски, на которую действует сила тяжести гири, тем меньше давление на поверхность песка. И чем меньше площадь доски, на которую действует сила, тем больше давление на поверхность песка. Распределение сил по площади поверхности показано на рисунке 112.

Физическая величина, характеризующая силу, действующую перпендикулярно к единицу площади поверхности тела, называется давлением.

Давление – это физическое величина. Как показывает опыт, величину давления можно изменять – увеличивать и уменьшать.

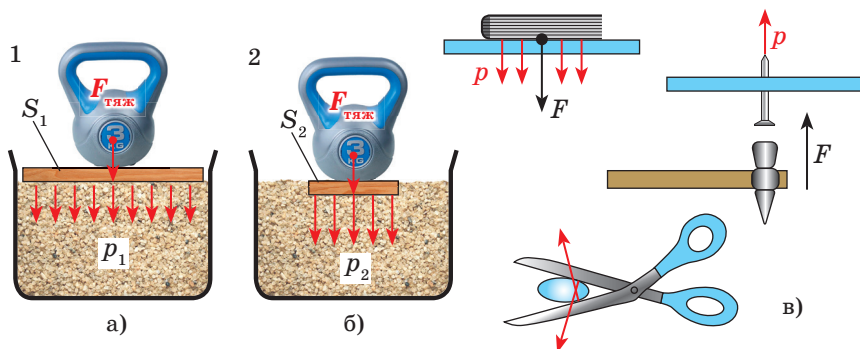


Рис. 112

Обозначим давление буквой p . Оно образовано от первой буквы латинского слова *pressare* – «давить, нажимать». Формула давления:

$$p = \frac{F}{S}$$

В этом случае F – сила тяжести, действующая на тело; S – площадь поверхности тела.

Также изменив силу можно изменить его воздействие на поверхность. Например, если масса гири (сила тяжести) будет большая, то ее воздействие будет больше, если сила тяжести меньше (масса гири легкая) – то ее воздействие будет меньше.

Следовательно, давление прямо пропорционально силе и обратно пропорционально площади поверхности тела.

Как показано на рисунке 112 сила давления направлено перпендикулярно площади поверхности тела.

Следовательно, давление всегда воздействует перпендикулярно к поверхности тел.

В СИ за единицу давления принимается 1 паскаль ($Па$):

$$1 Па = \frac{1 Н}{1 м^2}.$$

Названа она в честь французского ученого Блеза Паскаля. Это означает, что 1 $Па$ равен силе в 1 $Н$, действующего на 1 $м^2$ площади.

На практике, кроме паскаля, используются также единицы как гектопаскаль ($гПа$), килопаскаль ($кПа$) и мегапаскаль ($МПа$). Их взаимосвязи пишутся следующим образом:

$$1 гПа = 100 Па$$

$$1 Па = 0,01 гПа$$

$$1 кПа = 1000 Па$$

$$1 Па = 0,001 кПа$$

$$1 МПа = 1\,000\,000 Па$$

$$1 Па = 0,000001 МПа$$

Закрепим изученное следующими примерами.

Пример 1. Что можно сделать, чтобы ножка тяжелого шкафа не провалилась? Конечно же, под ножки шкафа ставим доску. В этом случае за счет увеличения площади контакта ножек шкафа с землей снижается его давление на землю.

Теперь для этого используются специальные накладки для ножек мебели (рис. 113а). Под тяжелыми предметами, такими как стиральные машины и холодильники, дно сделано таким же просторным и удобным, как заводское. Мы также можем уменьшить давление на пол, убрав предметы и полки внутри шкафа.

Пример 2. Что делать, если нам нужно прибить к земле толстый деревянный колышек, чтобы привязать корову на пастбище во время летних каникул? Сначала немного заточите одну из сторон колышка (рис. 113б). В этот момент площадь контакта колышка с землей уменьшается, а давление, оказываемое на него, увеличивается. Также разумно использовать тяжелый молот или позвать на помощь.

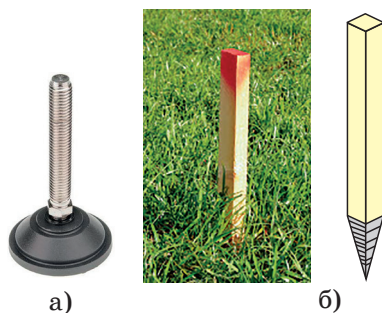


Рис. 113

Пример 3. На рисунке 114а показаны девочка и мальчик, идущие по твердому снегу. Их вес практически одинаков. Однако, как вы можете видеть на картинке, лыжница свободно идет по снегу. А у мальчика без лыж ботинки увязли в снегу. Почему? Попробуйте объяснить причину самостоятельно.

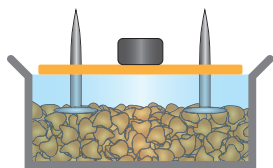
Если вы нашли причину, то сравните свой ответ со следующим.

Площадь соприкосновения лыж у девочки и площадь соприкосновения ботинок мальчика со снегом разная. Площадь соприкосновения лыжницы со снегом равна площади поверхности двух лыж. А у мальчика без лыж площадь действия на поверхность снега равна площади поверхности подошвы его обуви.

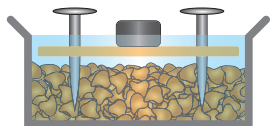
Согласно формуле давления $p = \frac{F}{S}$, мы определим распределение веса каждого из них по площади соприкасаемых поверхностей, т. е. силы, действующие на единицу площади (1 см^2) – найдем давление. Мальчик и девочка весят одинаково (P), а площадь лыжи почти в 8 раз превышает площадь подошвы обуви.



а)



б)



в)

Рис. 114

Тогда: $p_{\text{м.}} = \frac{P}{S_{\text{м.}}}$ $p_{\text{д.}} = \frac{P}{S_{\text{д.}}} = \frac{P}{8S_{\text{м.}}}.$

Найдем соотношение давлений мальчика в ботинках ($p_{\text{м.}}$) и

лыжницы ($p_{\text{д.}}$): $\frac{p_{\text{м.}}}{p_{\text{д.}}} = \frac{\frac{P}{S_{\text{м.}}}}{\frac{P}{8S_{\text{м.}}}} = \frac{P8S_{\text{м.}}}{PS_{\text{м.}}} = 8.$

Это означает, что даже при одинаковой массе лыжница оказывает на снег в 8 раз меньше давления, чем мальчик в ботинках. Поэтому она стоит на снегу.

Практическое задание

Насыпьте больше половины песка в большую прозрачную емкость и выровняйте поверхность. Прибейте два больших гвоздя (или четыре маленьких гвоздя в четырех углах) по двум краям прямоугольной доски с меньшей площадью на одинаковом расстоянии от середины. Теперь шляпку гвоздя расположите на песок.

Поместите на доску гирю весом 3 кг и посмотрите, что произошло (рис. 114б). Затем снова выровняйте поверхность песка и расположите доску так, чтобы острия были в песке. Поместите на него груз весом 3 кг и наблюдайте что произойдет (рис. 114в). Объясните, что вы наблюдали, и запишите это в свою тетрадь. Сделайте вывод.



Указания к решению задач

1. На полу лежат три одинаковых кирпича (рис. 115). Ширина кирпича вдвое меньше его длины и вдвое больше толщины. Какой из них (1, 2 или 3) оказывает большее давление на пол? А какой из них меньше? Во сколько раз между ними разница?

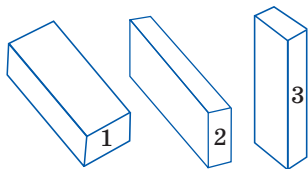


Рис. 115

Решение. При этом сила тяжести, действующая на кирпич, и вес кирпича, действующего на пол во всех трех случаях одинаковы: $F_{\text{тяж}} = P = mg$. Тогда, согласно формуле давления $p = \frac{F}{S}$, давление кирпича на пол зависит от площади соприкасаемых поверхностей. Самая маленькая площадь это в 3-ем положении кирпича (S_3). Площадь во втором положении больше в два раза $S_2 = 2S_3$, площадь в первом положении больше в 2 раза в зависимости от второго положения и в 4 раза от 3-го положения, другими словами, $S_1 = 2S_2 = 2(2S_3) = 4S_3$. Значит кирпич оказывает самое большое давление в 3-ем положении. Во 2-ом положении меньше в 2 раза, а в 1-ом положении в 4 раза.

2. На поверхность стола, имеющего длину 22 см и ширину 16,5 см, действует сила 3 Н. Определите давление.

Дано:	Формула:	Решение:
$a = 22 \text{ см} = 0,22 \text{ м}$	$p = \frac{F}{S}$	$p = \frac{3 \text{ Н}}{0,22 \text{ м} \cdot 0,165 \text{ м}} =$
$b = 16,5 \text{ см} = 0,165 \text{ м}$	$S = a \cdot b$	$= \frac{3 \text{ Н}}{0,0363 \text{ м}^2} = 82,65 \text{ Па}$
$F = 3 \text{ Н}$	$p = \frac{F}{a \cdot b}$	
$p = ?$		Ответ: $p = 82,65 \text{ Па}$



1. Что такое давление?
2. Чему равна величина давления?
3. Какие вы знаете единицы давления?
4. Приведите примеры большого давления на практике.
5. Проанализируйте самостоятельно случаи на озере с лодкой и без.
6. Из формулы $p = \frac{F}{S}$ получаем формулу $S = \frac{F}{p}$. Можно ли сказать, что площадь поверхности обратно пропорциональна давлению?

Упражнение 17

1. Величина давления, действующего на площадь 100 см^2 , равна $5\,000 \text{ Па}$. Найдите действующую силу. (50 Н)
2. Вес стоящего на снегу лыжника равен 780 Н . Длина лыж $1,95 \text{ м}$, ширина 8 см . Определите давление, которое оказывает лыжник на поверхность снега. ($2,5 \text{ кПа}$)
3. Переведите значения данных величин давления в паскали: 5 зПа ; $0,04 \frac{\text{Н}}{\text{см}^2}$; $0,002 \text{ кПа}$.
4. Человек действует на лопату силой 600 Н . Ширина острия лопаты 20 см , а толщина – $0,5 \text{ мм}$. Найдите давление, оказываемое лопатой на грунт. (6 МПа .)
5. Какие характерные признаки вы заметили на всех показанных ситуациях рисунка 116?

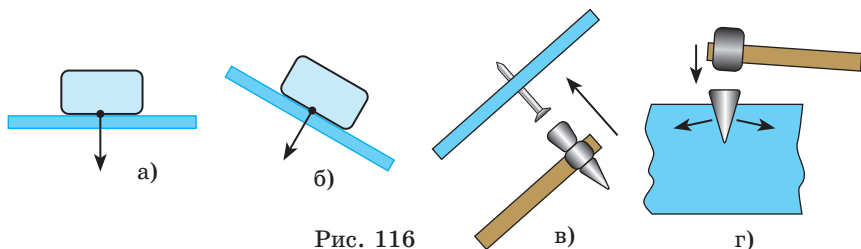


Рис. 116

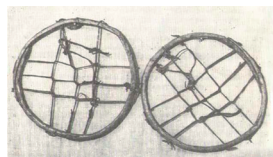
§ 35. Способы увеличения и уменьшения давления твердых тел

1. Смысл увеличения и уменьшения давления.
2. Способы увеличения и уменьшения давления.
3. Почему ножницы, шины, лопаты изготавливают не из дерева, пластмассы, а в основном из железа и стали?

В повседневной жизни человека увеличение и уменьшение давления имеет разное значение. В зависимости от условий в некоторых случаях необходимо увеличить давление, иногда возникает необходимость уменьшить его. Например, в некоторых случаях наши предки делали на ноги приспособление, чтобы ходить по глубокому снегу, которое называли «жапкак» (рис. 117а). В других случаях для хождения по скользкому льду они придумали другое приспособление – тайтуяк (рис. 117б). Если в первом случае давление уменьшалось,

то во втором случае оно увеличивалось. В обоих случаях создавались условия для того, чтобы человеку было легче ходить.

Животные тоже приспособлялись к условиям, в которых они живут, строение их тел развивалось в зависимости от них. Например, верблюды приспособлены для пустынь и степей, подошвы их лап больше, чем у других животных. Это создает условия, чтобы верблюды не вязли в песках при ходьбе. А у косуль, живущих в горах, копытца тоненькие. Это помогает им быстро передвигаться среди камней в горах.



а)



б)

Рис. 117

В предметах, используемых в домашних условиях, имеет важное значение изменение давления. Например, чтобы увеличить давление, оказываемое иглой на ткань силой руки, площадь острия иглы должна составлять $0,0003 \text{ см}^2$ или меньше. Как в приведенном выше примере шилом, ножом, ножницами, бритвой, резакон, плоскогубцами, вилами и другими предметами, у них концы тонкие, лезвия острые, и поэтому работать с ними легко.

«Шила в мешке не утаишь», – говорят в народе. В прямом значении это показывает, что острый предмет в результате небольшого усилия может оказывать большое давление.

На заре человеческой жизни люди вспахивали землю деревянным бревном (рис. 118). Сегодня человеческое сознание и знания развиваются, и люди начали использовать различную технику. Например, для вспашки земли использовали деревянные плуги (рис. 119).

Материал и форма его творчески совершенствовалась, пока плуг не принял современную форму лопаты (рис. 120). Для того, чтобы тяжелые машины, трактора и танки на различных дорогах не увязали в земле и не опрокидывались, их колеса делают широкими.

Например, по сравнению с колесами легковых автомобилей колеса грузовых машин намного шире. А под кузовами большегрузных машин ставятся по два колеса. Колеса тракторов и танков соединяются как бы в одну подошву, и они



Рис. 118



Рис. 119



Рис. 120

называются гусеничным транспортом. Они легко передвигаются по болотистой или рыхлой поверхности земли. Их тяжелый вес распределяется по площади $15\text{--}20\text{ м}^2$ и поэтому на единицу площади действует совсем небольшая сила.

А если уменьшается площадь действующего предмета, то небольшим усилием можно создавать большое давление. Например, когда на доску надавливают кнопкой, то действующая сила равна 50 Н . Площадь острия кнопки 1 мм^2 , а давление, оказываемое ею на доску, равно:

$$p = \frac{50\text{ Н}}{0,000001\text{ м}^2} = 50\,000\,000\text{ Па} = 50\,000\text{ кПа}.$$
 Это давление в 1000 раз больше, чем давление, оказываемое гусеничным трактором на землю.

Способ уменьшения давления используется и при строительстве больших зданий и мостов. Для этого в местах, где будет построено здание, роют глубокий котлован и в нем строят широкий фундамент. Поэтому здания не проваливаются в землю и стоят так долгие годы. К тому же они являются прочными и в случае землетрясений.

Уменьшение или увеличение давления связано не только с уменьшением или увеличением площади соприкасающихся поверхностей тел, но также связано и с физической характеристикой тела.

Поэтому при работе с твердыми телами используются вещества разной плотности или твердости. Например, фрезы, дрели и экскаваторы часто делают из железа или стали, чтобы они не износились или не ломались во время работы. Помимо увеличения площади поперечного сечения тела, для снижения давления используются деформируемые вещества (резина, пробка и т. д.).



1. Какой лопатой, показанной на рисунке 120 легче копать землю? В каких целях применяется каждая из них?
2. Приведите примеры увеличения площади поверхности, которая действует на предметы для уменьшения давления.
3. Для чего колеса сельскохозяйственных машин делают широкими?
4. Приведите примеры, для чего нужно увеличивать или уменьшать давление.
5. Полезно или вредно то, что клювы и когти пернатых острые?
6. Почему колющие и режущие предметы делают тонкими и острыми?



Упражнение 18

1. Какое давление получается, когда на стол ставится прямоугольный деревянный брусок разными гранями? Определите величину давления бруска на стол при этом, измерив вес бруска динамометром, вычислив площадь каждой грани при помощи линейки. Сравните итоги друг с другом и сделайте вывод.

2. Вычислите давление вашего тела на землю, зная свою массу и измерив площадь подошвы вашей обуви.

3. Подготовьте реферат о значении увеличения и уменьшения давления в домашних условиях, природе, технике, сельском хозяйстве, о различных путях достижения этого.

§ 36. Давление в газах и жидкостях



1. Причина возникновения давления в жидкостях.
2. Давление в газах.
3. Способы и значение изменения давления газа.
4. Передача давления в жидкостях и газах.

По сравнению с твердыми телами, молекулы жидких веществ движутся хаотично и находятся на больших расстояниях друг от друга, они слабо притягиваются и больше сталкиваются.

Следовательно, жидкие вещества обладают свойством течь и жидкости можно разбрызгивать. Это подтверждается тем, что жидкости принимают форму того сосуда, в которую их наливают и быстро испаряются, образуя газ.

Жидкие вещества имеют массу, поэтому они оказывают давление действуя силой тяжести на дно сосуда, в котором находятся. Конечно, согласно формуле, $F = mg$ сила тяжести жидких веществ зависит от их массы. Масса жидкости зависит от объема ($m = \rho V$), а объем зависит от площади и высоты сосуда ($V = Sh$) в котором находится. Следовательно, давление жидкости на разных уровнях высоты сосуда, в котором она находится, будет разная. $F = mg = \rho Vg = \rho Shg$. Подставим значения в формулу давления:

$$p = \frac{F}{S} = \frac{\rho Shg}{S} = \rho hg \qquad p = \rho gh$$

Следовательно, давление, оказываемое жидкостью на дно сосуда, зависит только от высоты столба и плотности жидкости.

А вот молекулы газов находятся друг от друга на еще большем расстоянии, чем у жидкостей и притяжение между молекулами совсем незначительное. Вследствие того, что молекулы газа находятся в быстром и постоянном движении, они все время сталкиваются друг с другом, и как упругие шары снова разлетаются. В результате таких взаимных столкновений они отталкивают друг друга и разлетаются в разных направлениях. Как бы не было мало газа, все равно он стремится полностью заполнить собой весь объем сосуда или

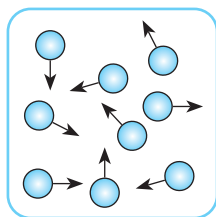


Рис. 121

комнаты. Газы не имеют постоянную форму и объема. Это подтверждается тем, что пар, дым рассеиваются, невозможно наполнить газом наполовину.

Молекулы газа сталкиваются не только друг с другом, но и со стенками сосуда, в котором находятся (рис. 121).

Давление в газах создается в результате столкновений молекул со стенками сосуда, в котором находится газ.

Вследствие того, что молекулы жидкостей и газов находятся на большем расстоянии, чем у твердых веществ, можно отметить, что между ними очень слабое притяжение и сильное отталкивание. Значит, некоторые признаки жидкостей и газов близки друг другу. Например, молекулы жидкостей, также как и газов, сталкиваются со стенками сосуда и оказывают давление.

Из следующего опыта можно увидеть, что молекулы газов сталкиваются со стенками сосуда, в котором они находятся, и оказывают на них давление.

Под колпак воздушного насоса поместим резиновый шар, перевязанный ниткой. В нем находится немного воздуха (рис. 122 а). После этого из под колпака с помощью насоса выкачиваем воздух. При этом резиновый шар увеличивает свой объем и понемногу принимает форму правильного шара (рис. 122 б).

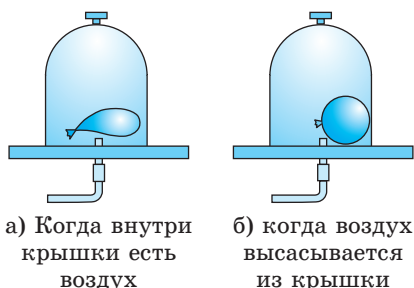


Рис. 122

Объясним это явление. Сначала на внутреннюю поверхность шарика действуют молекулы газа, находящегося внутри, а также молекулы газа, находящегося под колпаком. Когда начинают выкачивать газ из-под колпака, то количество молекул, действующих на резиновый шар извне, уменьшается.

А количество газа внутри шарика остается без изменений. С течением времени количество столкновений молекул с внутренней стенкой шарика становится больше, чем с внешней стороной шарика. Значит, давление газа является результатом столкновений молекул газа со стенками сосуда.

Если давление твердого тела действующего на опору зависит от веса тела и площади опоры, то от чего зависит давление жидкостей и газов, действующих на стенки сосуда? Давайте это рассмотрим.

Давайте найдем ответ на простой вопрос. Молекулы газа оказывают давление в результате столкновений на стенки сосуда, в котором находятся. Когда может быть больше столкновений? Количество столкновений увеличивается по

мере увеличения количества (плотности) молекул или ускорения их движения. Однако при каких условиях мы можем увеличить количество молекул газа известной массы, сталкивающихся со стенкой сосуда, и как мы можем ускорить их движение?

Приведем следующие предположения:

1. Если не изменять массу газа, то увеличивается число молекул, сталкивающихся со стенками сосуда лишь на небольшое количество. Для этого нужно сжать сосуд, в котором находится газ до небольших размеров.

2. Если мы не будем изменять массу или объем газа, то следует изменить температуру газа, точнее нагреть.

Проверим правильность этих предположений на следующем опыте.

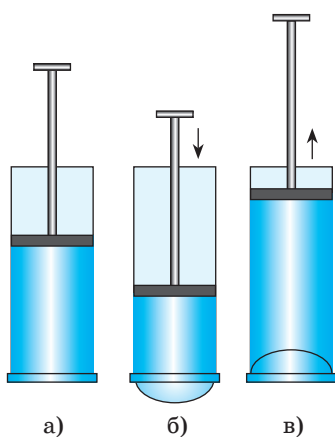


Рис. 123

1. Для этого посмотрим на устройство, показанное на рис. 123. На нем показана стеклянная трубка, один конец которой перевязан тонкой резиновой пленкой. В трубку вложен поршень (рис. 123 а). Мы знаем, что между поршнем и резиной находится воздух. Когда мы начнем передвигать поршень внутри вниз, то объем воздуха в трубке уменьшится. В это время резиновая пленка покажет, что давление воздуха в трубке увеличилось, надувшись во внешнюю сторону (рис. 123 б).

Если наоборот поршень начнем вытягивать из трубки, т. е. начнем увеличивать объем, при этом пленка покажет уменьшение давления воздуха в трубке, втянувшись внутрь трубки (рис. 123 в).

Значит, при уменьшении объема газа известной массы его давление увеличивается, а при увеличении объема давление уменьшается.

2. Давление газа также зависит от его температуры, что доказывает следующий опыт. Когда газ нагревают, увеличивается скорость движения молекул. Если мы поместим слабо надутый резиновый шар в кастрюлю с горячей водой, воздушный шар примет форму хорошо надутого шара.

Когда газ нагревают, увеличивается скорость движения молекул.

Они начинают быстрее двигаться. Они быстрее сталкиваются со стенками сосуда.

Значит, чем выше температура газа в сосуде, тем больше давление внутри него.

По этим опытам можно сделать обобщенный вывод.

Давление оказываемое на стенки сосуда молекулами жидкостей и газов прямо пропорционально их температуре и обратно пропорционально их объему.

Такую взаимосвязь между давлением газа и его объемом установили с помощью опытов английский ученый Р. Бойль в 1662 году и французский ученый Э. Мариотт в 1667 году.

Указания к решению задач

1. Высота воды внутри аквариума в форме прямоугольного параллелепипеда 50 см. Чему равно давление воды действующее на дно аквариума?

Решение. Сила тяжести жидкости действует на дно сосуда. Как говорилось в начале параграфа, давление жидкости действующее на дно сосуда определяется следующей формулой: $p = \frac{F}{S}$.

$$F = mg = \rho Vg = \rho Shg.$$

При подстановке получим: $p = \frac{F}{S} = \frac{\rho Shg}{S} = \rho hg$.

$p = \rho hg$. Если плотность воды $1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$,

$$p = \rho hg = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 0,5 \text{ м} = 5000 \frac{\text{Н}}{\text{м}^2} = 5000 \text{ Па}.$$

Ответ: $p = 5000 \text{ Па}$.

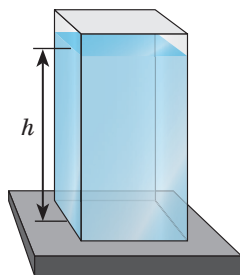


Рис. 124

Упражнение 19

1. Определите давление на глубине 0,6 м в воде, керосине, ртути. (≈ 6 кПа; $\approx 4,8$ кПа; ≈ 82 кПа)

2. Вычислите давление воды на дно одной из глубочайших морских впадин, глубина которой 10900 м. Плотность морской воды 1030 кг/м^3 . (≈ 112000 кПа)

3. Налейте воды в банку любого объема. Произведите необходимые расчеты, вычислите давление воды на дно сосуда.

- Т?**
1. Какие состояния веществ вы знаете? Что такое молекула?
 2. Какой опыт показывает существование давления газа?
 3. Какая существует зависимость между объемом и давлением газа? Кто определил это одним из первых?
 4. Как зависит давление газа от температуры?
 5. Приведите примеры доказательства давления жидкостей.

§ 37. Закон Паскаля

- ?**
1. Паскаль и его закон.
 2. Применение на практике закона Паскаля.

Давление твердых тел направлено перпендикулярно поверхности. Это означает, что давление твердых тел направлено всегда только в одном направлении.

Жидкости и газы также действуют на дно сосуда, в котором находятся по направлению силы тяжести. Однако еще одной особенностью жидкостей и газов является то, что оказываемое ими давление равномерно распределяется во всех направлениях и производится на все точки. Это объясняется тем, что частицы жидкостей и газов находятся в постоянном и хаотичном движении.

Производимое давление в жидкостях и газах было установлено французским ученым Б. Паскалем.

Содержание этого показывают следующие опыты. На рис. 125 показан полый шар с отверстиями в разных местах. Шар сделан из металла и называется шаром Паскаля. С шаром соединена стеклянная трубка с поршнем.

Если в шар налить воду и толкать поршень, то вода из отверстий будет одинаково вытекать во все стороны (рис. 125а).

Почему? Поршень давит на поверхность воды в трубке. Частицы воды под поршнем находятся под давлением и передают давление поршня слоям, находящимся ниже. В то же время давление производится и на боковую часть сосуда.

Итак, давление поршня производится на все точки жидкости, находящейся в шаре. Как видно из опыта, вода из отверстий в шаре во всех направлениях бьет одинаково.

Это зависит от направления движения поршня и что доказывает давление в жидкости производится одинаково во всех направлениях.

Если шар наполнить дымом и толкнуть поршень, то также из отверстий в шаре дым будет вылетать одинаково во всех направлениях (рис. 125 б).

Это означает, что и в газах давление производится одинаково во всех направлениях. На основе таких опытов Паскаль пришел к следующему выводу:



Паскаль Блез
(1623–1662)

Французский ученый, открыл свойства жидкостей и газов и доказал существование атмосферного давления.

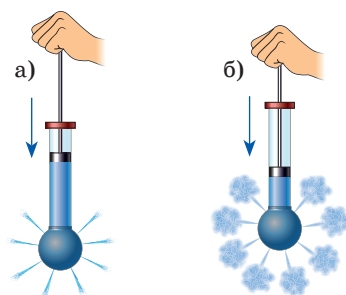


Рис. 125

Жидкости и газы передают оказываемое на них давление по всем направлениям одинаково.

Это называется законом Паскаля. Он был открыт в 1653 году. Для того, чтобы полнее понять значение закона Паскаля, обратимся к учению о молекулярном строении веществ.

На рисунке 126а показан сосуд, наполненный газом. Частицы газа равномерно распределены по всему объему сосуда. Если в верхней части сосуда установить поршень и немного надавить, то в верхнем слое газа частицы расположатся более плотно, чем раньше (рис. 126б). Вследствие того, что частицы газа находятся в постоянном движении, они

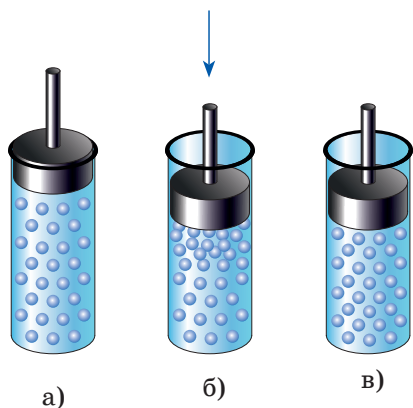


Рис. 126

переместятся во всех направлениях и снова расположатся одинаково. Но в этом случае они расположатся ближе друг к другу, чем в первом положении (рис. 126в). Так объясняется давление газа в сосудах и то, что во всех точках и во всех направлениях производимое давление бывает одинаковым.

Такой же вывод можно сделать и относительно частиц жидкостей, проводя этот же опыт.

- Т?**
1. Что вы знаете о Блезе Паскале?
 2. Можно ли сделать самодельный вариант шара Паскаля?
 3. Как формулируется закон Паскаля?
 4. Почему закон Паскаля относится одинаково и к газам, и к жидкостям?

Практическое задание

1. Возьмите двухлитровую пластмассовую бутылку. Сделайте три отверстия на стенке бутылки с разным уровнем, начиная с ее дна. Заклейте отверстия скотчем, и наполните бутылку водой. Быстро откройте отверстия и наблюдайте за вытекающей водой.

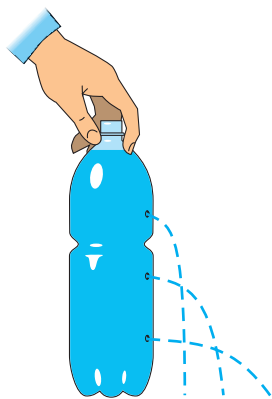


Рис. 127

Почему вода вытекает из отверстий? Как можно увидеть, что внизу давление воды увеличивается? Обратно наполните водой пластмассовую бутылку, сильно сожмите ее, объясните увиденное.

2. Поместите на стол слабо надутый резиновый шар и слегка надавите руками сверху. Что вы заметили? Объясните явление.

§ 38. Применение закона Паскаля в жизни.

Гидравлический пресс и гидравлический тормоз



1. Принцип работы и использование гидравлического пресса.
2. Принцип работы и использование гидравлического тормоза.

По сравнению с другими законами физики закон Паскаля имеет в жизни большое значение и удобен для применения. Правила этого закона используются во многих домашних приборах и устройствах, применяемых в жизни человека. Например, в используемых дома в столовых чайниках, кофеварках, лейках для полива, капельницах, тормозных устройствах автомобилей, в системах слива воды многоэтажных зданий, шлюзах для судоходства значение закона Паскаля видно наглядно. Рассмотрим некоторые из них.

1. Гидравлический пресс

После того как Паскаль провел несколько опытов по давлению газов, он решает сконструировать «новую машину увеличивающую силу». На основе этой машины сделано устройство гидравлический пресс (с греч. означает гидравликос – вода, пресс – сжатие).

Машина, используемая для прессования (сжатия), называется гидравлическим прессом.

Гидравлический пресс в своей основе состоит из двух сообщающихся сосудов в форме цилиндра. У них разные диаметры, в которых имеются поршни. Как показано на рис. 128 площадь поршня S_1 меньше площади поршня S_2 . Сжимаемое тело помещается на платформу, соединенную с большим поршнем S_2 . Если мы наполним эти сосуды водой и приложим силу F_1 к поршню S_1 , поршень S_1 будет иметь давление $p = \frac{F_1}{S_1}$. Это давление передается ко всем точкам жидкости в соответствии с законом Паскаля, поэтому сила, направленная вверх, равная модулю $F_2 = p \cdot S_2 = \frac{F_1 S_2}{S_1}$ действует на поршень S_2 , который имеет большую площадь. Отсюда вытекает следующая формула:

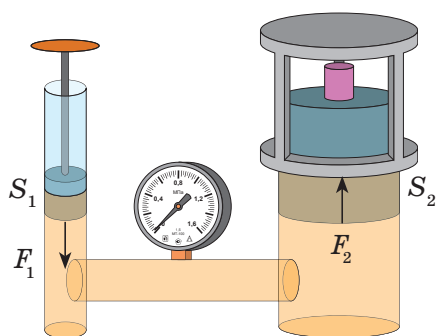


Рис. 128. Гидравлический пресс

$$\frac{F_2}{F_1} = \frac{S_2}{S_1}.$$

Значит, во сколько раз площадь малого поршня меньше площади большого, во столько раз сила действия на большой поршень больше силы, действующей на малый поршень.

Под действием силы F_2 поршень, имеющий большую площадь, поднимается, тело касается высокой неподвижной платформы и сжимается. Таким образом, с помощью гидравлического пресса мы выигрываем в силе. Например, если площадь большого поршня составляет 500 см^2 , а площадь маленького поршня составляет 5 см^2 , коэффициент усиления равен 100.

Паскаль писал об этом удивительном факте: «Сила человека, который нажимает на маленький поршень, может уравновесить силу 100 человек, которые нажимают на поршень в 100 раз больше по площади. Тем самым он может победить силу 99 человек».

Гидравлические прессы применяются в местах, где требуется большая сила. Например, на маслодобывающем заводе для выжимания семян при получении масла, для прессования фанер, картона, сена.

2. Гидравлический тормоз и подъемник

На рис. 129 показана схема гидравлического тормоза. Когда нажимают на педаль, давление жидкости в главном цилиндре распространяется во всех направлениях, и тормоз зажимает диски колодок с двух сторон, и колеса перестают крутиться.

На рис. 130 показана схема гидравлического подъемника. Гидравлический подъемник в своей основе состоит из двух сообщающихся сосудов. Один из них – узкий, а второй – широкий цилиндры. В один из них вставлен поршень с малой

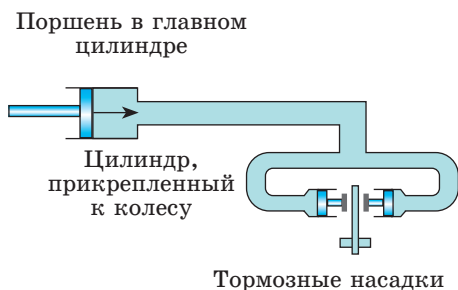


Рис. 129. Гидравлический тормоз

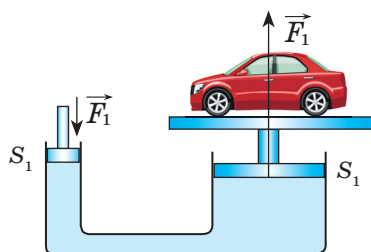


Рис. 130. Гидравлический подъемник

площадью, а во второй – с большой площадью. Если на малый поршень подъемника действовать с силой F_1 , то это давление передается через жидкость и воздействует на второй поршень. Во сколько раз площадь малого поршня меньше площади большого, во столько раз сила действия на большой поршень больше силы, действующей на малый поршень.

Если площадь второго цилиндра по сравнению с площадью первого больше в 20 раз, то мы выигрываем в силе в 20 раз. Положив на первый поршень груз в 100 кг, с помощью второго можно поднять автомашину массой в 2 тонны.

3. Шлюзы

Специальное устройство, облегчающее проход судов в места, где меняется уровень воды в реках и водохранилищах называется шлюз. Шлюзы состоят из нескольких камер и ворот, которые блокируют и снова открывают воду. Схематический и реалистичный вид шлюзов можно увидеть на рисунке 131.

Когда камеры в шлюзах закрыты, уровень воды в них равномерно поднимается, тем самым позволяя и кораблям подниматься равномерно. Когда открываются ворота следующей камеры, уровень воды будет уменьшаться постепенно, и корабль будет опускаться равномерно.

Таким образом, корабли можно перемещать из одной ячейки в другую, и, следовательно, грузовые корабли можно перемещать из одной реки в другую (из одного города в другой). Это пример практического применения закона Паскаля.

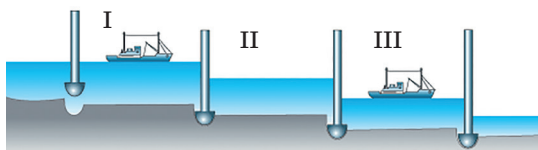


Рис. 131. Шлюзы со схемой

- ?**
1. Объясните работу гидравлического пресса. Какую силу можно выиграть с этим устройством?
 2. Можно ли использовать газ вместо жидкости в гидравлическом прессе?
 3. Расскажите как работает гидравлический тормоз в автомобилях.
 4. Каков принцип работы гидравлического подъемника? Как действует закон Паскаля?
 5. Что такое шлюз? В каких целях используется?
 6. Как применяется закон Паскаля в шлюзах?

§ 39. Сообщающиеся сосуды

- ?**
1. Сообщающиеся сосуды, их признаки.
 2. Столбы разных жидкостей находящихся в сообщающихся сосудах.
 3. Применение на практике сообщающихся сосудов.
 4. Манометры, их виды и принцип работы.

На рисунке 132а показаны две стеклянные трубки, закрепленные на штативе. Нижние концы их соединены резиновой трубочкой. Прищемив середину резиновой трубки металлическим зажимом, в правую трубку нальем подкрашенную воду.

Если освободить резиновую трубку от зажима, то вода потечет в левую трубку и поднимется по ней вверх. Через некоторое время вода в обеих трубках установится на одинаковом уровне (рис. 132б).

Мы можем увидеть, что если мы нальем окрашенную воду в сосуды разной формы, то уровень воды во всех них будет одинаковый (рис. 133). Это сообщающиеся сосуды.

Любые два или несколько соединённых между собой сосудов, в которых жидкость может свободно перетекать из одного сосуда в другой, называют сообщающимися сосудами.

Если прикрепим резиновую грушу к концу одной стеклянной трубки и выдуем из нее воздух, то давление воздуха будет давить на воду и понизит его уровень. Вследствие того, что в жидкости давление передается одинаково во всех направлениях, то в остальных трубках уровень воды повысится. Этот опыт показывает, как действует закон Паскаля.

Уровни однородных жидкостей, налитых в сообщающиеся сосуды с открытым верхом одинаковы. Давление жидкости одинаково во всех точках горизонтальной плоскости.

Это правило и является признаком сообщающихся сосудов.

Используемые в домашней жизни простые чайники могут быть примером сообщающихся сосудов. Чайник состоит из емкости для воды и носика.

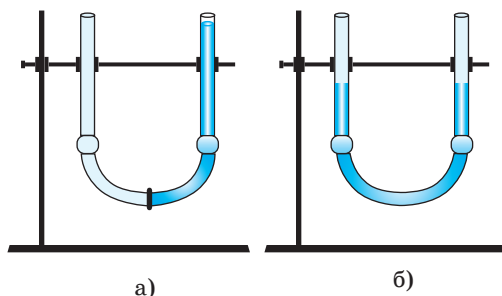


Рис. 132

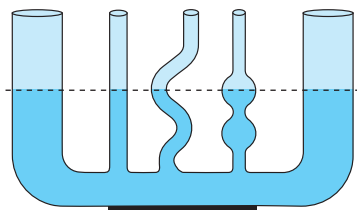


Рис. 133

Уровень воды в чайнике и в носике бывает на одном уровне. Для удобства использования верх чайника и верхний конец носика делают на одном уровне (рис.134а)

Если бы конец носика располагался ниже, невозможно было бы наполнить чайник доверху (рис. 134б), так как часть наполненной воды из чайника переходила бы в носик, и вода через него выливалась бы.

А если бы уровень носика был выше верхнего уровня чайника, то для того, чтобы налить чай его пришлось бы поднимать высоко и наклонять слишком круто. Тогда бы вода текла из самого чайника, а не из носика (рис. 134в). Это показывает использование свойства сообщающихся сосудов в повседневной жизни.

Если мы поместим жидкость одной плотности в один из сообщающихся сосудов, а жидкость другой плотности – в другой, то уровни жидкостей никогда не будут одинаковыми (рис. 134). Это объясняется следующим образом.

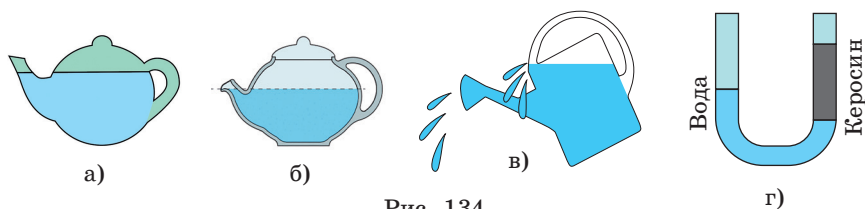


Рис. 134

Когда жидкости с обеих частей сосуда находятся в равновесии, другими словами жидкость перестает перетекать с одной стороны на другую, давление одинаковое ($p_1 = p_2$).

Тогда по формуле $p = \rho gh$ давление, оказываемое двумя жидкостями на дно сосуда, определяется следующим образом:

$$p_1 = \rho_1 g h_1, p_2 = \rho_2 g h_2.$$

Если $p_1 = p_2$ тогда будет $\rho_1 g h_1 = \rho_2 g h_2$.

Отсюда вытекает следующая формула, $\frac{h_1}{h_2} = \frac{\rho_2}{\rho_1}$.

Когда две разные жидкости, налитые в сообщающиеся сосуды находятся в состоянии равновесия, то высота столба зависит от плотности жидкостей. Т. е. во сколько раз плотность жидкостей отличается друг от друга, во столько раз и высота столбов отличается друг от друга.

Например, плотность керосина в 1,25 раза меньше, чем чистой воды. В этом случае высота столба керосина всегда в 1,25 раза больше высоты столба воды. При этом все жидкости в сообщающихся сосудах находятся в состоянии равновесия.

Работа приборов (барометры, манометры) измеряющие давление жидкостей и газов также основывается на свойствах сообщающихся сосудов.

- Т?**
1. Что мы называем сообщающимися сосудами?
 2. Опишите свойства сообщающихся сосудов.
 3. Приведите примеры сообщающихся сосудов.
 4. Как расположены поверхности жидкостей разной плотности находящихся в сообщающихся сосудах?

Q Практическое задание

1. Применяя свойства сообщающихся сосудов, с помощью пластмассовой бутылки и резиновой трубки сделайте небольшой фонтан.
2. С помощью двух пластиковых бутылок с вырезанным дном, изготовьте прибор для определения уровня двух точек на поверхности стены.

§ 40. Атмосферное давление

- ?**
1. Что такое атмосферное давление?
 2. Практическое значение атмосферного давления.

Газовая оболочка вокруг небесных тел называется атмосферой. Это слово взято из греческих слов $\alpha\tau\mu\acute{o}\varsigma$ — «пар» и $\sigma\phi\alpha\iota\rho\alpha$ — «сфера». У всех планет солнечной системы (кроме Меркурия) есть атмосфера, и они вращаются вместе со своими планетами.

Атмосфера Земли – это слой воздуха окружающий Землю. Воздух состоит из азота (78 %), кислорода (21 %), водяного пара (1 %), аргона (1 %) и других газов. Так как молекулы газа имеют массу и находятся в беспорядочном движении, то воздушный слой Земли неодинаков. На поверхности Земли плотность воздуха больше. Чем выше от поверхности Земли, тем воздух становится разреженнее, и на 2-3 тысячах километрах высоты начинается безвоздушное пространство.

Под действием силы тяжести воздух давит на Землю. Чтобы узнать вес воздуха, нужно найти его массу.

Поскольку при нормальных условиях масса воздуха нам не ощутима, даже думали, что воздух не имеет массы и невесом. Однако давайте посмотрим на практике, что воздух имеет массу.

С помощью насоса наполним воздухом два одинаковых шара и концы завяжем ниткой. К обоим концам тонкой палочки длиной 50-60 см привязываем шарики. Завяжем посередине палочки нить подвес и уравновесим систему. (рис. 135а). Затем один из воздушных шаров прокалываем иглой. Наблюдается нарушение равновесия палочки (рис. 135б). Следовательно, воздух имеет массу, и чем он плотнее, тем больше его масса.

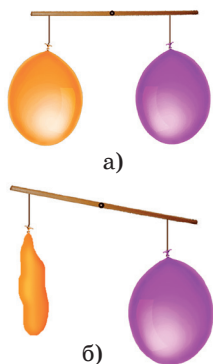


Рис. 135

Г. Галилей уверенно доказал, что воздух имеет массу и использовал следующий опыт.

Отверстие тонкой стеклянной колбы в форме шара закрыто резиновой пробкой. Через пробку проведена резиновая трубка и насажен зажим регулирующий подачу воздуха.

Сначала мы убираем зажим и с помощью насоса выкачиваем воздух из колбы (рис. 136а). Затем устанавливаем зажим на место и взвешиваем колбу на весах (рис. 136б).

Если мы освободим зажим, то в колбу поступит воздух и равновесие весов нарушится (рис. 136в). Теперь установим маленькие гири (рис. 136г) на левую чашу весов и снова приводим весы в равновесие.

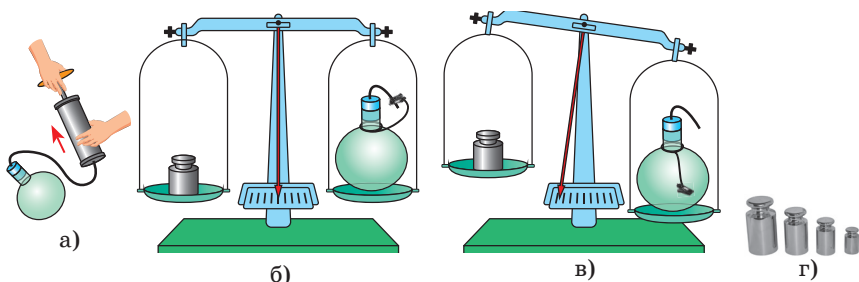


Рис. 136

Масса гирь, которые положены на весы позднее, равна массе воздуха в колбе. По формуле $P = mg$ можно определить вес этого воздуха.

На основе таких опытов определено, что масса 1 м^3 воздуха равна $1,3 \text{ кг}$. Значит, вес воздуха объемом в 1 м^3 определяется: $P = mg$, $P = 1,3 \text{ кг} \cdot 9,8 \text{ м/с}^2 = 13 \text{ Н}$

В результате своего веса верхние слои воздуха давят на нижние слои. Это давление по закону Паскаля передается одинаково во всех направлениях. В результате этого поверхность Земли и все, что на ней находится, подвержены давлению всех слоев воздуха. Такое давление называется **атмосферным**.

В соответствии с законом Паскаля, на нас давление действует со всех сторон, и поэтому мы не замечаем его.

Наличием атмосферного давления объясняются многие явления. Например, для закапывания в глаза или нос лекарств применяются пипетки (рис. 137). То, что в них заходит жидкое лекарство, доказывает наличие атмосферного давления. Когда прикрепленную к широкому концу резиновую трубку сдвигают, то в стеклянной трубке давление воздуха уменьшается. Когда резинку отпускают, то атмосферное давление вталкивает жидкое лекарство в трубку. Таким образом заполняются чернила в ручку, лекарство в шприц. Если бы не существовало атмосферного давления, то такие явления не могли произойти.

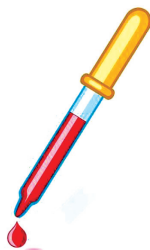


Рис. 137

- Т?** 1. Что означает слово «атмосфера»?
2. Как можно определить массу и вес воздуха?

3. Каковы причины возникновения атмосферного давления?
4. Постарайтесь провести опыты, подтверждающие существование атмосферного давления.

Практическое задание

1. Измерьте размер комнаты в вашей квартире. Вычислите массу и вес воздуха в комнате учитывая, что плотность воздуха составляет $1,3 \text{ кг/м}^3$.

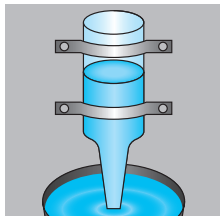


Рис. 138

2. На рис. 138 показано устройство автоматической поилки для кур. Горлышко бутылки погружено в воду, находящегося в плоской посуде, чуть ниже уровня воды.

Почему вода из бутылки не выливается? Если уровень воды в посуде понизится или горлышко бутылки выйдет из воды, то вода из бутылки выльется. Почему? Сделайте такое устройство и используйте его.

§ 41. Опыт Торричелли по измерению атмосферного давления. Барометр

1. Измерение атмосферного давления.
2. Торричелли и его опыт по измерению атмосферного давления.
3. Устройство барометра.

Кажется, что атмосферное давление легко определить по формуле $p = \frac{P}{S}$ как вес воздуха ($P = mg$) действующий на единицу площади Земли (S). Но, для того чтобы найти общую массу воздуха в атмосфере ($m = \rho \cdot V$; $V = S_{\text{зем}} \cdot h$) следует выяснить толщину атмосферы h , а это не легко.

Способ измерения атмосферного давления определил в XVII веке итальянский ученый Эванджелиста Торричелли.

Опыт Торричелли. Он взял стеклянную трубку длиной примерно в 1 м, один конец которой закрыт и заполнил ее ртутью. Закрыв плотно открытый конец трубки, он перевернул ее, опустил в сосуд с ртутью, и открыл конец.

В это время часть ртути вылилась в сосуд, а оставшаяся часть осталась в трубке (рис. 139). Длина столбика ртути, оставшейся в трубке, равна примерно 760 мм.

Атмосфера оказывает давление на поверхность ртути в сосуде. Если атмосферное давление равно давлению (массе) ртути в трубке, то ртуть не выливалась бы из трубки. А в опыте так не происходит, часть ртути вылилась в сосуд.

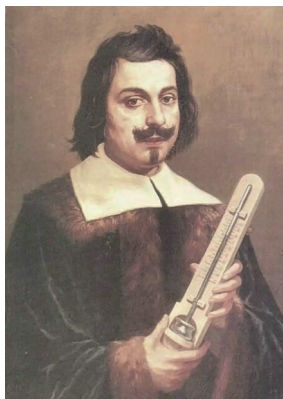
Значит, давление ртути в трубке больше атмосферного давления. Когда давление ртутного столбика в трубке будет равно атмосферному давлению, тогда ртуть перестает вытекать из трубки. Отсюда следует вывод:

Величина атмосферного давления равна давлению ртутного столба в 760 мм при нормальных условиях.

Если атмосферное давление снизится, то длина ртутного столбика в трубке Торричелли также понизится. Если атмосферное давление повысится, то ртутный столбик в трубке тоже повысится.

Поэтому за единицу атмосферного давления принимается 1 мм ртутного столба (1 мм рт. ст.), выразим его в паскалях. Другими словами, давайте найдем, скольким паскалям равен 1 миллиметр ртутного столба:

$$p_{1 \text{ мм рт. ст.}} = \rho gh = 13600 \text{ кг/м}^3 \cdot 9,8 \text{ м/с}^2 \cdot 0,001 \text{ м} \approx 133,3 \text{ Па}$$



Эванджелиста Торричелли (1608–1647)

Итальянский ученый, ученик Галилея. Ввел понятие атмосферного давления. Сделал ряд открытий в области физики и математики.

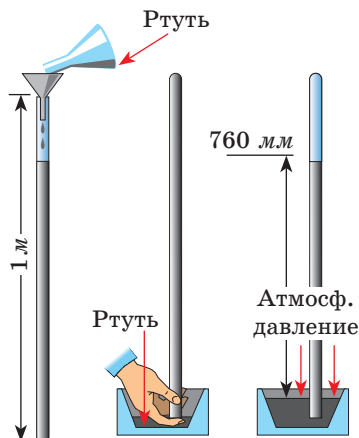


Рис. 139. Опыт Торричелли

Значит, 1 мм рт. ст. = 133,3 Па.

Торричелли наблюдал за высотой ртутного столбика в трубке каждый день, и заметил, что несмотря на ее небольшую высоту, она меняется. Отсюда он делал вывод, что атмосферное давление не является постоянным и может уменьшаться, и увеличиваться. Кроме того, он заметил, что изменение атмосферного давления как-то связано с изменением погоды.

Барометр. Так как атмосферное давление оказывает большое влияние на жизнь человека, то возникла необходимость измерения ее простыми способами. Если к трубке с ртутью, используемой в опыте Торричелли, прикрепим шкалу, то получается самый простой ртутный барометр – прибор для измерения атмосферного давления.

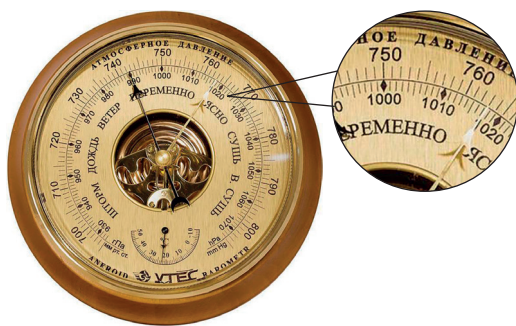
Барометр – греческое слово, барос – «вес», метрео – «измеряю». Но конечно, неудобно всегда носить с собой трубку, наполненную ртутью и плоский сосуд. К тому же ртутные пары являются вредными и ядовитыми для человека.

Для измерения атмосферного давления на практике используется металлический барометр под названием анероид (рис. 140а). Анероид – греческое слово, означает «без жидкости».

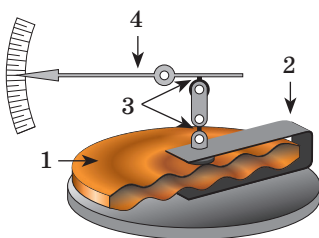
Внешнее устройство анероида показано на рис. 140б. Основной частью анероида является металлическая коробочка (1) с волнистой (гофрированной) поверхностью. Из коробочки выкачан воздух. Для того, чтобы атмосферное давление не раздавило коробочку, ее крышка соединена с упругой пластиной (2), которая поднимает ее вверх.

Когда атмосферное давление увеличивается, крышка металлической коробочки изгибается вовнутрь и притягивает пластину к себе. Конец пластины через специальный механизм (3) соединен со стрелкой (4). Когда давление увеличивается, пластина тянет конец стрелки, и ее конец поворачивается вправо.

А если атмосферное давление уменьшается, то пластина толкает конец стрелки вверх и поворачивает ее конец влево. Когда стрелка поворачивается вправо, то значение атмосферного давления большое, а когда сдвинута влево, то шкала анероида показывает ее маленькое значение.



а) Общий вид
барометра-анероида



б) Внутреннее устройство
барометра-анероида

Рис. 140

Каждая часть шкалы анероида обозначена миллиметрами ртутного столба. На рис. 140а стрелка показывает вокруг 750-760. Это означает, что атмосферное давление около 750-760 мм рт. ст.

Множество опытов и наблюдений доказывают, что чем выше поднимаешься над поверхностью земли, тем меньше становится атмосферное давление. На поверхностях, находящихся на уровне моря, давление принято считать нормальным. Итак, нормальное атмосферное давление равно 760 мм рт. ст.

Нормальным атмосферным давлением считается атмосферное давление, равное 760 мм рт. ст. при температуре 0 °С.

Чем выше высота от уровня моря, тем меньше становится давление. Это объясняется тем, что при повышении над поверхностью Земли уменьшается плотность воздуха и соответственно сила притяжения Земли.

С поднятием над поверхностью Земли на 12 метров, давление в среднем уменьшается на 1 мм рт. ст. Множество опытов доказали эту зависимость, и теперь, наблюдая за изменением показаний барометра, можно определить высоту над уровнем моря.

Анероиды, позволяющие вычислить высоту, называются высотомером.

Шкала таких anerоидов обозначена единицами длины (*м, см, мм*). Они чаще всего используются в авиации, альпинистами или людьми, поднимающимися в горы.

Информация для дополнительного изучения

Манометр. Тонометр

Манометр (греческое слово манос – «неплотный» и метрео – «измеряю») – прибор, измеряющий большое или маленькое давление чем атмосферное давление. Есть два вида манометров: жидкостные и металлические.

1. Жидкостный манометр. Этот манометр может измерять давления меньшее чем атмосферное. Жидкостный манометр состоит из двух разветвленных стеклянных трубок. В нее наливают какую-нибудь жидкость. В один конец стеклянной трубки крепится резиновая трубка, другой конец которой соединен с круглым плоским коробом, облицованным резиновой пленкой (рис. 141а).

Чем глубже короб погружен в жидкость в сосуде (рис. 141б, в), тем больше разница высот столбиков жидкости в двух ветвях манометра. Следовательно, на глубине жидкость также оказывает большее давление на пленку. Таким образом, работа манометра основана на сравнении давления в его замкнутой трубки с внешним давлением в открытой трубке.

2. Металлический манометр. С помощью такого манометра (рис. 142а) измеряют большее давление чем атмосферное, например, измеряют давление сжатого газа в баллонах. Основной частью манометра считается согнутая

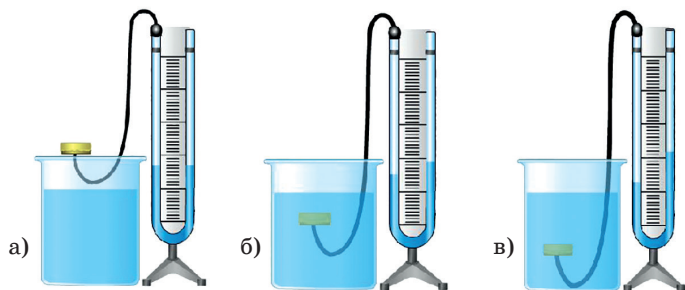


Рис. 141

металлическая трубка (1) в виде лука (рис. 142 б). Один конец закрытый, другой конец соединен с газовым сосудом и краном (4). По мере увеличения давления трубка начинает распрямляться, и движение ее закрытого конца передается стрелке (2), которая перемещается возле шкалы прибора посредством зубцов (3) и рычага (5). При уменьшении давления трубка возвращается в исходное положение за счет своей эластичности, а стрелка на шкале показывает цифру ноль.

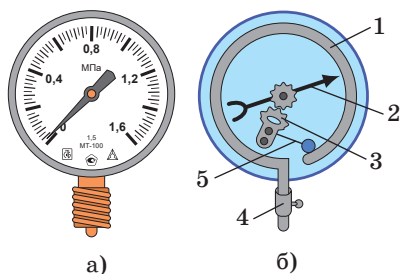


Рис. 142

Тонометр. Людям необходимо регулярно проверять артериальное давление, чтобы предотвратить различные заболевания. Прибор, называемый тонометром, используется для измерения кровяного давления человека. В настоящее время были изобретены автоматические, полуавтоматические, механические, электронные тонометры и др. Из них в медицине широко используются механические тонометры (рис. 143).



Рис. 143

Указания к решению задач

1. Выразите нормальное атмосферное давление (760 мм рт. ст.) в паскалях.

Решение. Используя формулу $p = \rho gh$, для давления высотой 760 мм ртутного столба получаем следующее:

$$p = 13600 \text{ кг/м}^3 \cdot 9,8 \text{ м/с}^2 \cdot 0,76 \text{ м} = 1,01 \cdot 10^5 \text{ Па} \approx 100 \text{ кПа}$$

Значит, 760 мм рт. ст. = $1,01 \cdot 10^5 \text{ Па} \approx 10^5 \text{ Па}$

2. С какой силой действует атмосфера на площадь поверхностью 1 см²?

Дано:	Формула:	Решение:
$S = 1 \text{ см}^2 = 10^{-4} \text{ м}^2$	$F = p \cdot S$	$F = 10^5 \text{ Па} \cdot 10^{-4} \text{ м}^2 = 10 \text{ Н}$
$p = 10^5 \text{ Па}$		Ответ: $F = 10 \text{ Н}$
$F - ?$		



1. Кто предложил первым способ измерения атмосферного давления
2. Объясните опыт Торричелли.
3. Что объясняет запись «атмосферное давление равно 770 мм рт. ст.»? Скольким паскалям она равна?
4. Какие приборы используются для измерения атмосферного давления? Как они работают?
5. Как устроен барометр-анероид?
6. Какое имеет значение знание атмосферного давления на поверхности Земли и в разных точках земного шара?
7. Как изменяется атмосферное давление по мере увеличения высоты над поверхностью Земли?
8. Что такое нормальное атмосферное давление?
9. С чем связана повышение давления в высоких горных местностях?
10. В каких целях используются высотомеры, предназначенные для измерения атмосферного давления?
11. Объясните устройство и работу манометра.
12. Каково устройство, принцип действия и применение жидкостного манометра?
13. Почему уровень жидкости в открытом манометре одинаково в обоих коленях?
-  14. Устройство, принцип действия и применение металлических манометров.

Упражнение 20

1. Выразите давления равные 740 мм рт. ст. и 780 мм рт. ст. в паскалях.

2. Если давление воздуха на первом этаже дома равно 760 мм рт. ст., а давление воздуха на верхнем этаже равно 752 мм рт. ст., то найдите высоту здания.

3. Рассчитайте атмосферное давление, принимая среднюю плотность воздуха $1,2 \text{ кг/м}^3$, если радиус Земли составляет 6400 км, а толщина атмосферы составляет от 2000 до 3000 км. Сравните результаты со значением атмосферного давления, измеренным ртутным барометром Торричелли.

🔍 Практическое задание

1. Налейте в стакан воды и накройте его листом белой бумаги. Прижмите лист бумаги ладонью и быстро переверните стакан вверх дном. Если вы уберете ладонь от бумаги, то вода не станет выливаться из стакана (рис. 144). Как будто лист бумаги приклеился к поверхности стакана. Почему? Обоснуйте ответ на этот вопрос.

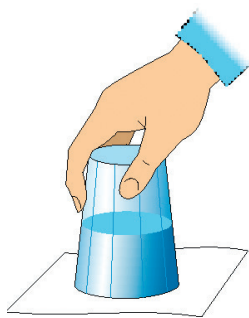


Рис. 144

2. Научитесь определять значение атмосферного давления по барометру-анероиду, который висит на стене в кабинете физики. Проведите наблюдение за изменением атмосферного давления в зависимости от изменений погоды.

§ 42. Архимедова сила

1. *Архимед и его труды.*
2. *Архимедова сила.*
3. *Влияние и величина Архимедовой силы.*

Если резиновый мяч мы погрузим в воду и отпустим, то он снова всплывает на поверхность. Такая выталкивающая сила наблюдалась и в газах. Поскольку эта сила была определена греческим ученым Архимедом¹ в 3 веке до н. э., она называется Архимедовой силой и обозначается буквой F_A .

Сила, выталкивающая вверх тело, погружённое в жидкость или газ, называется Архимедовой силой.

Об истории открытия Архимедовой силы рассказывают такую легенду:

В 260 году до нашей эры царь города-государства Сиракузы Гиерон решил проверить честность мастера, который изготовил для него золотую царскую корону. Он дал задание Архимеду. Вес короны был равен весу золота, которое дали мастеру, но царь подозревал, что он подмешал к золоту другой, более дешёвый металл.

¹ Об Архимеде говорилось в параграфе 7.

И задание Архимеда состояло в том, чтобы, не сломав корону, узнать, есть ли в ней примеси другого металла.

Архимед сначала определил, что слиток золота в 19,3 раза тяжелее воды того же объема. Это означает, что плотность золота в 19,3 раза больше плотности воды.

Архимед постарался определить плотность металла, из которого сделана корона. Если плотность короны не была бы в 19,3 раза больше плотности воды, то он бы доказал, что корона сделана не из чистого золота.

Для определения плотности тела надо его массу разделить на объем. Массу короны определить легко, но из-за причудливой формы короны было очень трудно найти ее объем.

В один из дней Архимед полез в ванну, наполненную водой, и в этот момент он внезапно нашел ответ на мучавший его вопрос. От радости он даже воскликнул: «Эврика! Эврика!», что означает «Нашел! Нашел!».

Он обнаружил, что тело, полностью погруженное в жидкость, вытесняет такой же объем жидкости как объем тела. Это открытие позволило определять объемы тел, имеющих неправильную форму. Мензурка, используемая нами для проведения лабораторных работ, во многих случаях используется именно для этой цели.

В легенде говорится, что плотность металла, из которого сделана корона, оказалась меньше плотности золота. Так открылась вина мастера, но зато в науке появилось очень хорошее открытие. В чем же основное содержание этого открытия?

Сначала рассмотрим действие, которое оказывают жидкости на тела, погружаемые в них. Для более легкого понимания мы опустим в воду предмет, имеющий форму параллелепипеда. Это тело в жидкости займет положение, которое показано на рис. 145.

Под влиянием сил, которые действуют на боковые грани, тело будет находиться в сжатом состоянии. Но силы, которые действуют на верхние и нижние грани тела, не одинаковые. На верхнюю грань высотой h_1 сверху вниз действует столб воды силой в F_1 . На нижнюю грань тела высотой h_2 снизу вверх действует столб воды силой в F_2 .

Высота h_2 больше высоты h_1 и значит, сила F_2 больше силы F_1 . Значит, тело, погруженное в жидкость, выталкивается из воды с силой $F_2 - F_1$, равной разности.

Значит, на тело, погруженное в жидкость, действует выталкивающая вверх сила. Эта сила называется Архимедовой (F_A) и получаем следующее:

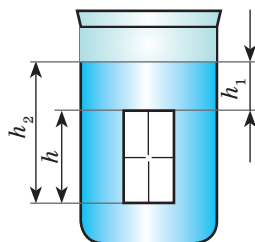


Рис. 145

$$F_{\text{выт}} = F_A; F_A = F_2 - F_1$$

- T?**
1. Какие вы знаете явления известные на практике, которые указывают на наличие выталкивающей силы в жидкостях?
 2. Какие вы знаете явления известные на практике, которые указывают на наличие выталкивающей силы в газах?
 3. Какую силу называют Архимедовой силой?
 4. Расскажите историю открытия Архимедовой силы.

§ 43. Способ вычисления Архимедовой силы

- ?**
1. Математический способ определения Архимедовой силы.
 2. Опытный способ определения Архимедовой силы.

Теперь давайте вычислим выталкивающую силу, действующую на тело погруженную в жидкость. Для этого вернемся к рисунку 145. По рисунку у параллелепипеда, погруженного в жидкость, площадь верхних и нижних граней S_1, S_2 , а давления, действующие на них p_1, p_2 .

Тогда, согласно формуле, $p = \rho gh$ давление столбика жидкости на высоте h_1, h_2 будет $p_1 = \rho \cdot g \cdot h_1$ и $p_2 = \rho \cdot g \cdot h_2$.

По формуле давления $p = \frac{F}{S}$ будет $F = p \cdot S$.

Тогда, $F_A = F_2 - F_1 = \rho \cdot g \cdot h_2 \cdot S - \rho \cdot g \cdot h_1 \cdot S = \rho \cdot g \cdot S \cdot (h_2 - h_1) = \rho \cdot g \cdot S \cdot h$.

Так как $V = S \cdot h$

$$F_A = \rho g V,$$

здесь, $m = \rho \cdot V$ – масса жидкости, равная объему параллелепипеда. Значит,

Архимедова сила равна весу жидкости или газа в объеме, вытесненном телом.

Все сказанное выше можно легко проверить с помощью опыта. Для этого на пружину подвешиваются маленькое ведерко (ведерко Архимеда) и предмет цилиндрической формы. При растяжении пружины стрелка на штативе показывает вес тела на воздухе (рис. 146а).

После этого предмет немного поднимается вверх и под него ставится сосуд с носиком, направленным вниз. Этот сосуд наполнен до уровня носика подкрашенной водой. Затем тело погружается полностью в воду (рис. 146б). В это время какая-то часть воды выливается в стакан.

Показатель пружины поднимется вверх. Так как кроме силы тяжести на тело действует выталкивающая сила воды. Если воду из стакана налить в ведро, он наполнится, и пружина вернется в первоначальное положение (рис. 146в).

Значит тело, полностью погруженное в жидкость, вытесняет воду по объему равную объему тела. Таков основной смысл открытия, сделанного Архимедом.

На основе этого опыта делается следующий вывод:

Архимедова сила, выталкивающая сила, действующая на погруженное в жидкость тело, равна весу жидкости, вытесненной этим телом.

Это называется законом Архимеда, который был открыт в III веке до н. э.

Вес тела направлен сверху вниз, а Архимедова сила направлена снизу вверх. Если вес тела действует на жидкость, то Архимедова сила со стороны жидкости действует на тело.

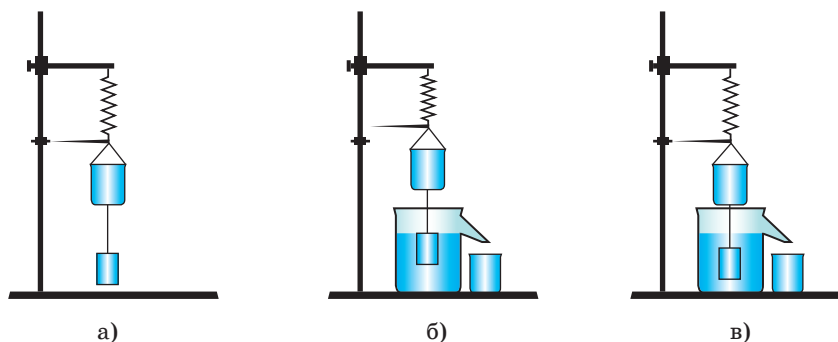


Рис. 146. Эксперименты с ведром Архимеда

Значит Архимедова сила определяется следующей формулой:

$$F_A = g \cdot \rho_{\text{ж}} \cdot V_{\text{т}}$$

Здесь g – ускорение свободного падения, $\rho_{\text{ж}}$ – плотность жидкости, $V_{\text{т}}$ – объем тела, погружаемого в жидкость.

На тело, погруженное в жидкость, действуют две противоположно направленные силы. Это сила тяжести, направленная вниз, и Архимедова сила, направленная вверх. Поэтому вес тела в жидкости (P_1) по Архимедовой силе меньше веса тела в воздухе (P), то есть:

$$P_1 = P - F_A = mg - m_{\text{ж}} g = g (m - m_{\text{ж}}).$$

Здесь $F_A = P - P_1$, другими словами, Архимедова сила равна разности веса тела в воздухе и веса тела в жидкости.

Указания к решению задач

1. Для выполнения задания Гиерона, определите по какой формуле Архимед нашел плотность короны.

Решение. Обозначим вес короны в воздухе P , а вес в воде P_1 . Тогда $P - P_1 = \rho_{\text{ж}} \cdot g \cdot V_{\text{т}}$

Здесь, $\rho_{\text{ж}}$ – плотность воды, $V_{\text{т}}$ – объем короны. Отсюда вытекает $V_{\text{т}} = \frac{P - P_1}{\rho_{\text{ж}} \cdot g}$. Подставим это в формулу определения плотности короны $\rho = \frac{P}{V \cdot g}$ и получаем следующее:

$$\rho = \frac{P}{V \cdot g} = P_{\text{ж}} \cdot \frac{P}{P - P_1}.$$

Значит $\rho = \rho_c \cdot \frac{P}{P - P_1}$.

С помощью этой формулы можно определить плотность тела любой формы.

- ?**
1. Выталкивающая сила, действующая на тела, погруженные в жидкость, основана на законе Паскаля или нет? Докажите свой ответ.
 2. Расскажите историю, подтолкнувшую Архимеда к открытию.
 3. Как вычисляется формула, определяющая выталкивающую силу жидкости?
 4. Покажите на простом опыте выталкивающую силу жидкости.
 5. Какой объем жидкости выталкивает тело, погруженное в жидкость?
 6. Как вычисляется Архимедова сила? Выразите Архимедову силу через массу жидкости.
 7. Чему равна масса тела, погруженного в жидкость?

Практическое задание

Определите Архимедову силу, действующую на картофель любого размера и плотности картофеля, когда он полностью погружен в воду (рис. 147). Плотность воды 1000 кг/м^3 . Используемые материалы: нитка и динамометр.

Упражнение 21

1. Объем части железа $0,1 \text{ дм}^3$. Какая выталкивающая сила будет действовать на него при погружении в воду? А в керосин? ($0,98 \text{ Н}$)

2. Вес золотой короны царя Гиерона в воздухе примерно составляет 20 Н , а в воде $18,75 \text{ Н}$. Определите плотность вещества, из которого сделана корона. Считайте, что в короне примесь только серебра и вычислите, сколько в короне золота и сколько серебра.

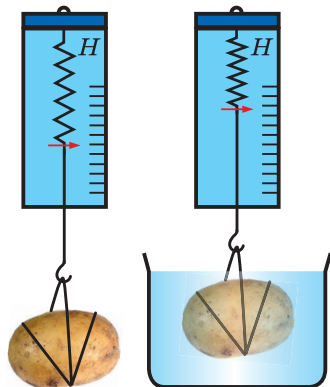


Рис. 147

При решении задачи учитывайте, что плотность золота равна $20\,000\text{ кг/м}^3$, а серебра $10\,000\text{ кг/м}^3$. Чему будет равен объем короны, сделанной из чистого золота?

3. Найдите выталкивающую силу, действующую на камень объемом $1,6\text{ м}^3$ в морской воде. ($F_A = 16\,480\text{ Н}$)

§ 44. Условия плавания тел в жидкостях



1. Условия, при которых тела плавают на поверхности жидкости, в жидкости и тонут.

2. Опыты, доказывающие эти условия.

В предыдущем параграфе показано, что на тело, погруженное в жидкость, действуют сила тяжести и Архимедова сила. От соотношения сил зависит положение тела в жидкости. (рис. 148). Здесь могут быть три случая.

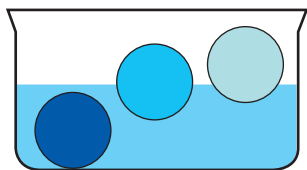


Рис. 148

1. Если сила тяжести больше Архимедовой силы ($F_{\text{тяж}} > F_A$), тогда тело тонет в жидкости.

2. Если сила тяжести равна Архимедовой силе ($F_{\text{тяж}} = F_A$), тогда тело плавает в жидкости.

3. Если сила тяжести меньше Архимедовой силы ($F_{\text{тяж}} < F_A$), тогда тело плавает на поверхности жидкости.

Тонет любое тело или плавает в жидкости, зависит от их плотности. Масса тела, а соответственно и его вес зависит от плотности вещества, из которого оно изготовлено. Если плотность твердого тела больше плотности жидкости, то это тело тонет в жидкости.

Если плотность тела меньше плотности воды, то это тело плавает на поверхности воды. А если плотность тела равна плотности воды, то оно будет в состоянии равновесия внутри жидкости. Например, если кусок железа тонет в воде, то в ртути он плавает.

На рисунке 148 у тела, плавающего в жидкости, некоторая часть погружена в нее. Это происходит потому, что

насколько плотность тела меньше плотности воды, настолько меньшая часть этого тела будет погружена в жидкость.

Чему равна Архимедова сила, действующая на тело, плавающее в жидкости? Для ответа на этот вопрос обратимся к опыту.

В сосуд с носиком налита вода. В этот сосуд помещен прямоугольный деревянный предмет, у которого предварительно определен вес в воздухе. Когда некоторая его часть

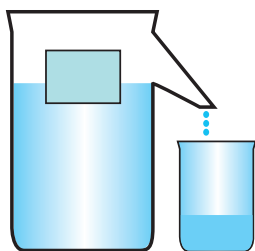


Рис. 149

погружается в воду, то столько же объема воды выливается из сосуда (рис. 149). Объем вытесненной воды равен объему части тела, которое погружено в воду. Эта вода взвешивается на весах и определяется ее вес, то есть определяется сила, равная Архимедовой. Отсюда можно убедиться, что если тело плавает на поверхности воды, то вес вытесненной им воды равен весу этого тела на воздухе.

Значит, на тело, плавающее на поверхности воды, действует со стороны жидкости Архимедова сила, равная весу тела на воздухе. Этот результат учитывается при постройке водных кораблей и управлении ими. Так как вес воды, вытесненной погруженной в воду частью корабля, равен весу корабля вместе с грузом в воздухе.

Глубина погружения корабля в воду на его борту отмечается красной линией, которая называется ватерлинией (ватер – голландское слово, означает вода). Значит, ватерлиния показывает, до какой части корабля поднимается вода, когда корабль плавает. Если вода поднимается выше ватерлинии, то наступает угроза затопления корабля.

Ватерлиния

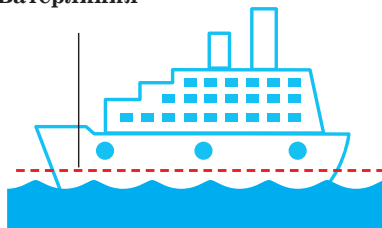


Рис. 150

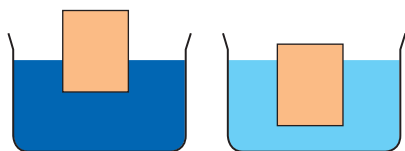


1. Какие есть условия плавания тел в жидкости?
2. В каких случаях тело плавает на поверхности жидкости? Приведите примеры.
3. В каких случаях тело тонет в жидкости? Приведите примеры.
4. В каких случаях тело плавает в жидкости? Приведите примеры.
5. Что такое ватерлиния корабля? Каково его значение?
6. Чему равен вес вытесненной жидкости плавающим в ней телом?
7. Картофель тонет в пресной воде, а в соленой плавает. Проверьте это на опыте. Объясните, почему так происходит.
8. Почему тяжелый корабль не тонет в воде, а железный гвоздь тонет?



Упражнение 22

1. На рисунке показано одно и то же тело, плавающее в двух разных жидкостях. У какой жидкости плотность высокая? Почему? Что можно сказать о силе тяжести этого тела и Архимедовой силы в двух случаях?



2. Используя таблицы 9–11 в параграфе 23, в которых указаны плотности тел, определите, какие металлы будут плавать в ртути, а какие будут тонуть.

§ 45. Архимедова сила и воздушные шары

1. Стремление людей летать в воздухе.
2. Наблюдение архимедовой силы в атмосфере.
3. Цель запуска воздушных шаров.
4. Поднятие груза воздушным шаром.

Человек с древних времен хотел научиться летать в воздухе так, как он плавает по воде. Так как он не мог достичь этой цели напрямую, то придумывал различные интерпретации, предположения.

Например, в эпосе «Эр Төштүк» «Жер тыңшаар Маамыт», «Куюн Маамыт», «Алпкаракуш» и другие, в кыргызских народных сказках есть волшебные ковры-самолеты, которые демонстрируют желания людей и их фантазии.

Для того, чтобы воплотить эту мечту в реальность, некоторые предлагали использовать различные крылья, хвосты. Но из этого ничего не выходило. Затем для полетов стали использовать воздушные шары. Для того, чтобы шар поднялся в воздух, его надо наполнить газом, который имеет плотность меньшую, чем плотность воздуха. Это, например, водород, гелий или нагретый воздух. Во многих случаях воздушные шары наполняют нагретым воздухом. Этот способ удобен тем, что с помощью некоторых устройств температуру воздуха в воздушном шаре можно изменять. Такие воздушные шары и сейчас используются в научных экспедициях для фотографирования поверхности Земли и моря, жизни животных.

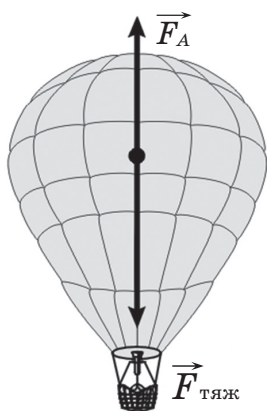


Рис. 151

Для изучения верхних слоев атмосферы в разных пунктах страны ежедневно запускаются небольшие воздушные шары диаметром в 1-2 метра, называемые зондами. Они могут подниматься на высоту 35-40 км. Эти зонды через радиосигналы передают на землю информацию о давлении, температуре и влажности воздуха.

Полученные с помощью таких шаров-зондов сведения очень важны для прогнозирования погоды.

Воздушные шары могут подниматься в воздух не только сами, но и поднимать вместе с собой дополнительные грузы: кабины, приборы и людей (рис. 151).

Например, представим шар объемом в 40 м^3 , наполненный гелием. Масса гелия в шаре,

$$m_{\text{г}} = \rho_{\text{г}} \cdot V = 0,180 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 40 \text{ м}^3 = 7,2 \text{ кг}.$$

$$\text{А вес его: } P = mg = 9,8 \text{ Н/кг} \cdot 7,2 \text{ кг} = 71,0 \text{ Н}.$$

В воздухе выталкивающая сила, действующая на этот шар, равна весу воздуха объемом в 40 м^3 , то есть

$$F_A = mg = \rho \cdot V \cdot g = 1,3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 40 \text{ м}^3 \cdot 9,8 \text{ Н/кг} \approx 510 \text{ Н}.$$

Значит, шар, наполненный гелием объемом в 40 м^3 , сможет поднять груз $510 \text{ Н} - 71 \text{ Н} = 439 \text{ Н}$.

Чем выше поднимается шар в воздухе, тем меньше становится действующая на него Архимедова сила. Так как плотность воздуха в верхних слоях меньше, чем на поверхности Земли. Поэтому, чем выше шар поднимается над Землей, тем больше надо уменьшать массу шара.

Для этого в кабине шара имеются мешки с песком, которые по мере надобности высыпают из мешка. Для того, чтобы шар снова опустился на землю, при помощи специального клапана надо выпускать газ из шара. В это время сила, толкающая шар вверх, уменьшается, и он потихоньку опускается на Землю.



1. На чем основано поднятие шара в атмосферу?
2. Чем заполняют шар для того, чтобы он поднялся в воздух?
3. Зависит ли уровень погружения тела в жидкость от его плотности? Если да, то как?
4. С какой целью запускают воздушные шары?



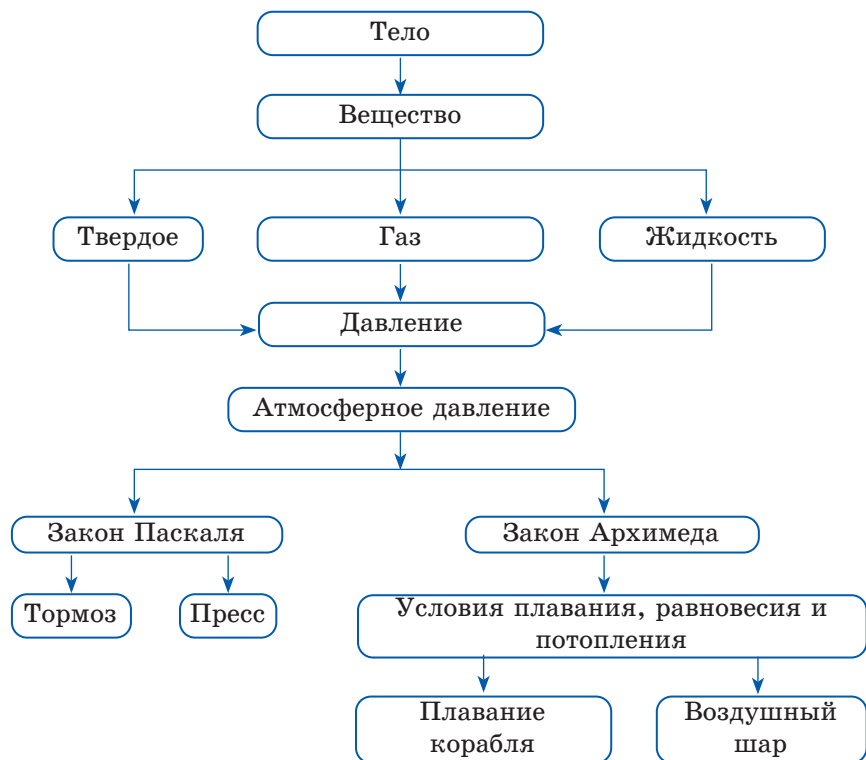
Упражнение 23

1. Вычислите выталкивающую силу, которая будет действовать на шар, заполненный 1 м^3 гелием?

2. Шар-зонд, объемом 20 м^3 , заполнен водородом. Вычислите выталкивающую силу, которая будет действовать на шар-зонд на высоте 10 км .

Плотность атмосферы $0,414 \text{ кг/м}^3$. ($64,81 \text{ Н}$)

Основные понятия в IV главе и их взаимосвязь



Образцы тестовых заданий по IV главе

Вариант 1

1.1. Какое из этих 5 слов означает физическую величину?

- А) Динамометр
- Б) Метр
- В) Секунда

- Г) Давление
- Д) Движение

1.2. Давление доски на землю равно p . Длина доски a , ширина b , как определить его массу?

А) $m = \frac{pab}{g}$

Б) $m = \frac{pab}{P}$

$$\text{В)} m = \frac{p}{abg}$$

$$\text{Д)} m = \frac{pab}{g}$$

$$\text{Г)} m = \frac{a \cdot b}{\rho \cdot g}$$

1.3. Выразите давление 200 Па в кПа.

А) 20 кПа

Г) 2000 кПа

Б) 0,2 кПа

Д) 0,002 кПа

В) 20000 кПа

1.4. В чем причина возникновения давления в газах?

А) Маленький объем

Б) Форма сосуда

В) Движение молекул

Г) Вид газа

Д) Запах газа. Температура газа.

1.5. Как изменится давление газа в баллоне, если туда вдуть еще газ?

А) Давление газа не изменится

Б) Уменьшится

В) Давление газа увеличится

Г) Не будет оказываться давление на внутренние стенки баллона

Д) Уменьшится объем газа.

1.6. Изменяются ли показания барометра-анероида, если его с первого этажа поднять на десятый этаж?

А) Не изменится

Б) Показания уменьшатся

В) Показания увеличатся

Г) Ничего не будет показывать

Д) Все ответы неправильные

1.7. Как называется единица Архимедовой силы?

А) Па

Г) F

Б) кПа

Д) H

В) Kz

1.8. Из какой страны ученый Паскаль Блез?

- А) Франция
- Б) Англия
- В) Россия
- Г) Германия
- Д) США

1.9. В каком веке жил Архимед?

- А) V–IX вв.
- Б) 1900–1956 гг.
- В) 287–212 годы до нашей эры
- Г) V век до нашей эры
- Д) конец XX века

1.10. Железную гирю от весов сначала опустили полностью в воду, а затем в керосин. В каком случае на гирю Архимедова сила будет действовать больше и во сколько раз? Плотность воды 1000 кг/м^3 , плотность керосина 800 кг/м^3 .

- А) В первом случае действие силы будет в 1,25 раза меньше
- Б) В первом случае действие силы будет в 2,5 раза меньше
- В) В первом и втором случаях будет одинаковой
- Г) Во втором случае в 1,25 раза меньше
- Д) Во втором случае в 2,5 раза меньше

Вариант 2

2.1. Какая единица давления столбика жидкости?

- А) H
- Б) Kg
- В) kH
- Г) Pa
- Д) kg/m^3

2.2. На лодку действует Архимедова сила в 3 кН. Обозначьте это в ньютонах.

- А) $0,003 H$
- Б) $30 H$
- В) $0,3 H$
- Г) $3000 H$
- Д) $3000000 H$

2.3. На столе стоят две 3-х литровые банки. Одна из них наполнена водой, вторая – медом. Плотность воды

1000 кг/м³, плотность меда 1350 кг/м³. Какая из банок оказывает меньшее давление на стол?

- А) Оба давления одинаковые
- Б) Банка с водой
- В) Банка с медом
- Г) Банка с водой не давит на стол
- Д) Банка с медом не давит на стол

2.4. В колбу, закрытую пробкой, был накачан через пробку газ. В каком месте колбы давление газа будет большим?

- А) На пробку
- Б) На дно колбы
- В) На стенки колбы
- Г) Будет везде одинаковым
- Д) Газ не оказывает никакого давления

2.5. Как изменится давление в газовом баллоне, если из него откачать немного газа?

- А) Не изменится
- Б) Давление уменьшится
- В) Давление увеличится
- Г) Давление останется прежним
- Д) Не знаю

2.6. Если трубку с ртутью из опыта Торричелли опустим в глубокую яму, как изменится высота столбика ртути?

- А) Высота столбика ртути не изменится
- Б) Высота столбика ртути уменьшится
- В) Высота столбика ртути увеличится
- Г) Высота столбика ртути будет равна 0.
- Д) Все ответы неправильные

2.7. Как изменится давление газа в баллоне, если его нагреть?

- А) Давление не изменится
- Б) Давление уменьшится
- В) Давление увеличится
- Г) В баллоне давления не наблюдается
- Д) Будет равна атмосферному давлению

2.8. Два одинаковых деревянных кубика помещены в разные жидкости. Один из них плавает на поверхности жидкости, второй наполовину опустил в жидкость. Плотность какой жидкости больше?

- А) Плотность жидкостей одинаковая
- Б) Плотность одной из жидкостей равна плотности воды
- В) Плотность первой жидкости больше, чем у второй
- Г) Плотность второй жидкости больше, чем у первой
- Д) Все ответы неправильные

2.9. Как изменяется атмосферное давление, если вы поднялись на вершину горы?

- А) Не изменяется
- Б) Уменьшится
- В) Увеличится
- Г) Равно 0
- Д) Постоянство сохранится

2.10. Воздушный шар объемом 30 м^3 наполнен водородом и поднят на высоту 15 км . Какова плотность воздуха на этой высоте, если на шар действует Архимедова сила $60H$. Плотность водорода $0,09 \text{ кг/м}^3$.

- А) $2,2 \text{ кг/м}^3$
- Б) $0,22 \text{ кг/м}^3$
- В) $1,3 \text{ кг/м}^3$
- Г) $0,13 \text{ кг/м}^3$
- Д) $0,2 \text{ кг/м}^3$

РАБОТА, МОЩНОСТЬ И ЭНЕРГИЯ

Работа (труд) – целенаправленная, осознанная и полезная деятельность, направленная на удовлетворение личных и общественных потребностей человека. В ходе этой деятельности человек использует природные материалы, их механические, физические и химические свойства и явления в соответствии с их целями.

Выполнение работы быстро, качественно и без особых затрат определяется мощностью и энергией. В то время как мощность характеризует скорость выполнения работы, энергия характеризует способность тел выполнять работу. Мы подробно познакомимся с работой, мощностью и энергией в этой главе.

§ 46. Механическая работа. Единица работы

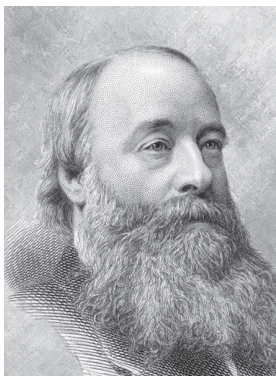


1. Работа и механическая работа.
2. Условия выполнения механической работы.
3. Работа – физическая величина. Единица работы.
4. Определение механической работы.

В повседневной жизни мы часто слышим и употребляем слово «работа». Если мы колем дрова, косим траву, читаем книгу, вычисляем что-нибудь – все это работа. Даже сторож, сидя на месте, выполняет свою работу. Результат какой-либо работы, произведенной телом, письменные публикации (книги, произведения и т. д.) также называются работой, трудом. Работа – это общее понятие. Но, кроме жизненного значения слово работа имеет и научное значение. В курсе физики мы изучим его научное значение.

Понятие работа – физическая величина, связанная с движением. Так как в 7 классе изучается механическое движение, мы рассмотрим и механический вид работы.

Если на одно тело действует другое, то первое тело начинает двигаться или остается в состоянии покоя. Приведем пример. Под действием силы тяги лошади тележка движется,



**Джеймс Прескотт
Джоуль
(1818–1889)**

английский физик, изучавший тепловые явления и внесший значительный вклад в науку термодинамики.

выполняется механическая работа. На книжный мешок, подвешенный на вешалке, действует сила тяжести. Но, если мешок под действием силы тяжести не упадет вниз, то в этом случае работа не выполняется.

В некоторых случаях на тела не действует никакая сила, и они могут двигаться по инерции. В этот момент работа также не выполняется.

Значит, для выполнения механической работы на тело должна действовать сила и оно должно двигаться по направлению силы, т. е. переместиться на какое-нибудь расстояние.

Это является основным условием выполнения механической работы.

Важное значение имеет умение вычислять величину работу.

Величина механической работы определяется произведением силы, действующей на тело и пройденного пути.

Работа обозначается буквой A и определяется по формуле:

$$A = F \cdot s$$

Здесь F – сила, действующая на тело, s – пройденный путь.

За единицу работы в честь английского ученого Джеймса Джоуля принимается 1 джоуль, обозначается как 1 Дж.

1 джоуль – 1 ньютон · 1 метр

Краткое описание: 1 Дж = 1 Н · м

1 кДж (1 килоджоуль) = 1000 Дж.

Рассмотрим, как механическая работа зависит от силы и пройденного пути.

Для начала рассмотрим зависимость работы от силы. На рис. 152а мальчик затрачивает силу F_1 , чтобы переместить груз в ящике на расстояние s , и выполняет работу

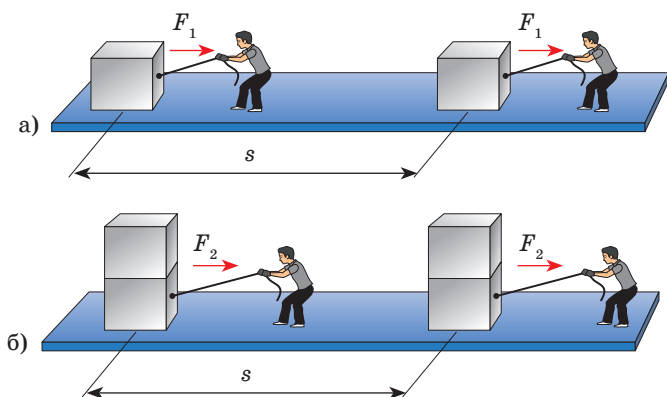


Рис. 152

$A_1 = F_1 \cdot s$. Затем он добавил еще одну коробку такой же массы (рис. 152 б) и приложил вдвое больше усилий, чем в первом случае, чтобы переместить их на расстояние s , как и раньше, $F_2 = 2F_1$. Здесь величина работы увеличилась вдвое за счет затраченных усилий:

$$A_2 = F_2 \cdot s, A_2 = 2F_1 \cdot s \text{ или } A_2 = 2A_1$$

Рассмотрим, как работа зависит от пройденного пути. Сначала мальчик тянет груз с силой F и двигает его на расстояние s_1 . При этом выполняется работа $A_1 = F \cdot s_1$ (рис. 153а). После он переместил тот же груз с той же силой на расстояние $s_2 = 2s_1$, вдвое большее (рис. 153б), и выполнил в два раза больше работы, чем раньше. При этом величина работы увеличилась вдвое за счет пройденного пути: $A_2 = F \cdot$

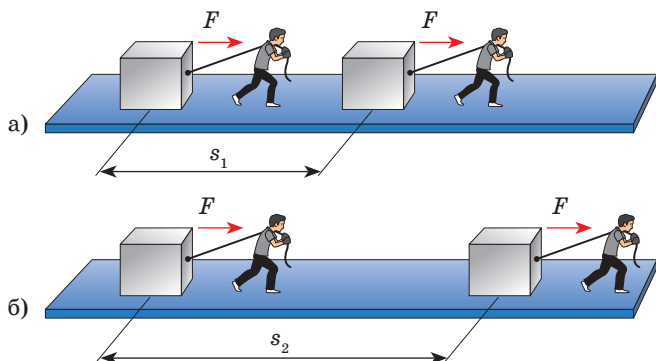


Рис. 153

$2s_1$ или $A_2 = 2A_1$. Значит работа зависит от силы и пройденного пути.

В приведенных выше примерах движение тела прямолинейно, а пройденный путь равен перемещению тела. В жизни зачастую пройденный путь больше, чем перемещение. Чтобы переместить тело на необходимое расстояние приходится обходить препятствия или предпринимать другие попытки. В этом случае, кажется, что проделана большая работа, но большое значение отводится на то, что тело было перемещено на соответствующее расстояние.

Пройденный путь, при спуске или подъеме тела, равен высоте h , на которую переносится объект: $s = h$. При этом обращают внимание на высоту груза h и действующую на него силу:

$$A = F \cdot h$$



Указания к выполнению задачи

1. Какую работу выполняет человек, если он из колодца глубиной 10 м поднимает ведро с водой массой 15 кг?

Дано:	Формула:	Решение:
$h = 10 \text{ м}$	$A = F_{\text{тяж}} \cdot h$	$A = 15 \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 10 \text{ м} =$
$m = 15 \text{ кг}$	$F_{\text{тяж}} = m \cdot g$	$= 1500 \text{ Н} \cdot \text{м} = 1500 \text{ Дж}$
$g \approx 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$	$A = m \cdot g \cdot h$	Ответ: $A = 1500 \text{ Дж}$
$A - ?$		



Упражнение 24

1. Предположим, что 100 кирпичей, каждый массой около 2 кг, был поднят на третий этаж строящегося дома пятью рабочими. Такое же количество кирпичей было поднято краном только один раз. Если высота каждого этажа составляет 3 метра, сравните работу, совершенную рабочими и произведенную подъемным краном

2. По мосту длиной 25 метров, через реку переправили 50 килограммов муки на тележке. Найдите выполненную работу.

- Т?**
1. В чем сходство и различие между понятиями работа и механическая работа?
 2. Какие основные условия совершения механической работы?
 3. Какой буквой обозначается работа, и какой формулой она определяется?
 4. Что принимается за единицу работы?
 5. Выразите 10 кДж в джоулях?
 6. Массивный шар падает вертикально вниз. Совершает ли работу его сила тяжести?
 7. Запишите по обобщенному плану смысл понятия работа.

§ 47. Мощность. Единицы мощности

- ?**
1. *Мощность и его связь с работой.*
 2. *Определение величины мощности.*
 3. *Единицы мощности.*

В практике человек всегда ищет пути выполнения работы быстро, качественно и легко. Для этого он трудится над изобретением различных механизмов, технических устройств, методов, облегчающих хлопоты. В настоящее время используются множество разных видов машин. Например, автомобили позволяют нам двигаться намного быстрее чемпиона по бегу.

Подъемный кран поднимает кирпичи за несколько минут на крышу строящегося дома, а люди будут поднимать этот объем кирпичей целый день. Если детям и взрослому поручено одинаковое количество работы, как бы дети ни старались, взрослый ее выполнит быстрее.

Во всех приведенных примерах имеет значение не сама работа, а быстрота её совершения. Поэтому для характеристики скорости работы за определенный промежуток времени введена специальная величина, называемая *мощностью*.

Физическая величина, характеризующая выполненную работу за единицу времени, называется **мощностью**.

Значит, чтобы найти мощность, мы делим выполненную работу на затраченное на нее время. Другими словами,

мощность определяется отношением работы ко времени, за которое она была совершена.

Мощность обозначается буквой N и определяется формулой:

$$N = \frac{A}{t}.$$

Здесь A – выполненная работа, t – время, затраченное на ее выполнение.

За единицу мощности принимается 1 ватт. Он принят в честь английского ученого Джеймса Уатта (1736–1819), который применил первую паровую машину после изобретения И. И. Ползуновым. Его количественное значение определяется следующим образом:

1 ватт = 1 джоуль/1секунда, или $1 \text{ Вт} = 1 \text{ Дж/с}$. Это означает, что устройство имеет мощность 1 ватт, если оно за 1 секунду совершает работу в 1 Дж. Если устройство за 1 секунду выполняет работу 10 Дж, то его мощность равна 10 Вт.

На практике используются несколько больших единиц мощности. Это киловатт (кВт), мегаватт (МВт) и другие.

$$1 \text{ кВт} = 1000 \text{ Вт}; 1 \text{ МВт} = 1\,000\,000 \text{ Вт}.$$

В нормальных условиях рабочий человек имеет мощность в 70-80 Вт. А когда он прыгает или бежит вверх по лестнице, он может довести свою мощность до 700 Вт, а в некоторых случаях и больше.

На практике используются разные виды двигателей. Они в соответствии с видами движения делятся на механические, тепловые, электрические, атомные и имеют различную мощность.

В таблице 14 показаны мощности некоторых двигателей.

Таблица 14

Тип двигателя	Мощность (кВт)	Тип двигателя	Мощность (кВт)
Автомобиль Волга	70	Самолет АН-2	740
Автомобиль Мерседес	220	Космическая ракета	20 000 000
Вертолет МИ-8	2 200	Атомный ледокол «Сибирь»	55 200

Зная мощность двигателя, можно вычислить его работу за какое-то время.

Из формулы: $N = \frac{A}{t}$ выходит $A = N \cdot t$.

Если $A = F \cdot s$, то $F \cdot s = N \cdot t$; $N = F \cdot \frac{s}{t} = F \cdot v$ или $N = F \cdot v$.

Значит, если известна сила, действующая на тело и скорость его движения, можно вычислить мощность.



Указания к решению задач

1. Сила тяги тепловоза 100 кН. Какова его мощность, если при равномерном прямолинейном движении за 1 минуту он проходит расстояние 600 метров.

Дано:	Формула:	Решение:
$F = 100\,000\text{ Н}$	$N = \frac{A}{t}$	$N = \frac{100\,000\text{ Н} \cdot 600\text{ м}}{60\text{ с}} =$
$t = 60\text{ с}$	$A = F \cdot s$	$= 1\,000\,000 \frac{\text{Дж}}{\text{с}} = 1\,000\text{ кВт} =$
$s = 600\text{ м}$	$N = \frac{F \cdot s}{t}$	$= 1\text{ МВт}$
$N = ?$		Ответ: $N = 1\text{ МВт}$

2. Кран мощностью 5 кВт поднимает равномерно груз со скоростью $0,1 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. Определите массу груза.

Дано:	Формула:	Решение:
$N = 5\,000\text{ Вт}$	$N = \frac{A}{t}$	$m = \frac{5\,000\text{ Вт}}{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 0,1 \frac{\text{м}}{\text{с}}} =$
$v = 0,1 \frac{\text{м}}{\text{с}}$	$A = F \cdot s$	$= 5\,000 \frac{\text{Дж}}{\text{с} \cdot \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot \frac{\text{м}}{\text{с}}} =$
$g \approx 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$	$N = F \cdot \frac{s}{t} = F \cdot v$	$= 5\,000 \frac{\text{Н} \cdot \text{м}}{\frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}} =$
	$F = m \cdot g$	$= 5\,000 \frac{\text{кг} \cdot \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot \text{м}}{\frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}} = 5\,000\text{ кг} =$
	$N = m \cdot g \cdot v$	$= 5\text{ т}$
	$m = \frac{N}{g \cdot v}$	Ответ: $m = 5\text{ т}$
$m = ?$		

- T?**
1. Что характеризует мощность?
 2. Как определяется величина мощности?
 3. Какую мощность развивает человек в нормальных условиях?
 4. В чем физический смысл записи 1 Вт ?
 5. Какую работу совершит устройство мощностью 15 Вт за единицу времени?

§ 48. Определение работы и мощности, совершенной при перемещении тела

Лабораторная работа № 5

Цель работы: Наблюдение и определение на опыте работы, совершенной при перемещении тела.

Приборы и материалы: динамометр, деревянный кубик с крючком, линейка, часы.

Указания к выполнению работы:

1. Повторите по учебнику тему «Механическая работа» и «Мощность».
2. Положите на стол деревянный кубик и обозначьте его переднюю границу.
3. Прикрепите деревянный кубик к динамометру и продвиньте его равномерно на какое-то расстояние, запишите затраченное время и показания динамометра.

4. Измерьте пройденное кубиком расстояние линейкой.
5. Начертите в тетради следующую таблицу и внесите в нее итоги измерений и вычислений.

Величина силы, H	Время, t	Пройденное расстояние, m	Совершенная работа, $Дж$	Мощность, $Вт$

6. Можете выполнить измерения и для других случаев.
7. При помощи полученных сведений вычислите величину совершенной работы и мощности.
8. Сделайте выводы из того, что вы поняли по итогам лабораторной работы.



Упражнение 25

1. Какую работу совершает двигатель мощностью 100 кВт за 20 минут? ($\approx 120\,000\text{ кДж}$)

2. Штангист поднимает штангу весом 125 кг на высоту 70 см за $0,3$ секунды. Какая у спортсмена будет средняя мощность? ($\approx 2,9\text{ кВт}$)

3. Два одинаковых КамАЗа грузоподъемностью 3 тонны доставили гравий на строительную площадку на плотине на расстоянии 1 км . Первый КамАЗ проработал 5 часов, второй – 3 часа. Сравните их мощности, учитывая, что они перевозят гравий дважды в час.

4. Чтобы поднять груз массой 1 кг на высоту 1 м , необходимо приложить усилие $9,8\text{ Н}$. Тогда совершенная работа $A = F \cdot s = 9,8\text{ Н} \cdot 1\text{ м} = 9,8\text{ Н} \cdot \text{м} = 9,8\text{ Дж}$. Какая работа будет совершена, если на такую же высоту поднять груз весом 5 кг ? (49 Дж)

5. Вернувшись из школы домой, оцените, какую работу вы совершите.

6. Какова мощность человека при ходьбе, если за 2 ч он делает 10000 шагов и за каждый шаг совершает 40 Дж работы. ($55,5\text{ Вт}$)

7. Мощность автомобиля равна 70 кВт . Какую работу он выполняет за 1 час 30 минут? (378 МДж)

§ 49. Механическая энергия.

Потенциальная и кинетическая энергия

- ?** 1. Что такое энергия, механическая энергия, виды механической энергии?
2. Потенциальная и кинетическая энергии.
3. Практическое значение механической энергии.

Какими бы мощными ни были тела, они не всегда могут работать непрерывно. Тела способны совершать работу только тогда, когда они находятся в движении и всегда имеют силу и мощность. Энергия – физическая величина, характеризующая способность тел совершать работу. Энергия происходит от греческого слова *energeia*, означает, мощность, сила, действие, деятельность.

Люди, животные (лошади, верблюды и т. д.) получают энергию от пищи, автомобили получают энергию из нефтепродуктов (бензина и дизельного топлива), а троллейбусы получают электроэнергию от электричества. Механическая работа не может быть совершена за счет тепловой энергии или энергии света в чистом виде. Для того необходимо преобразовать световую или тепловую энергию в механическую.

Откуда берут энергию тела, способные совершать механическую работу?

Есть два способа получения механической энергии:

- 1) в результате взаимодействия тел;
- 2) в результате движения тел.

Существует два вида механической энергии:

Потенциальной энергией называется энергия, которая возникает в результате взаимодействия тел.

Рассмотрим потенциальную энергию на следующем опыте.

Закрепите шар к пружине длиной x_0 при нормальном положении, растяните пружину до длины x и удерживайте (рис. 154а). В этом растянутом положении, пружина поднимает шар, тем самым выполняет механическую работу.

Если отпустить шар, на него действует сила упругости $\vec{F}$ которая смещает на расстояние $x - x_0$ и выполняет работу.

Даже когда пружину сжать от исходной длины x_0 до длины x (рис. 154б), она все еще сохраняет механическую энергию. Когда ее отпустить, на шар действует сила упругости $\vec{F}$ смещая его на расстояние $x - x_0$.

Сила тяжести в опыте, изображенном на рисунке, на деформацию пружины не влияет. Если обозначить

начальное расстояние притяжения пружины от состояния покоя через x , то начальное значение силы упругости будет $F_{\text{упр}} = -kx$ (§ 28). Когда он снова начинает сжиматься, он уменьшается с kx до 0. Значит, среднее значение силы упругости будет $F_{\text{упр. ср}} = \frac{kx}{2}$. Тогда совершенная работа равна произведению средней силы упругости на расстояние x шара, к которой приложена сила: $A = \frac{kx}{2} \cdot x = \frac{kx^2}{2}$.

Если предположить, что потенциальная энергия деформированной (сжатой или удлинённой) пружины полностью передана шару и работа совершена, то потенциальную энергию пружины можно записать в следующей формуле:

$$E_{\pi} = A = \frac{kx}{2} \cdot x = \frac{kx^2}{2}.$$

Любое деформированное тело обладает потенциальной энергией и совершает механическую работу. И это широко используется на практике. Например, закрытие и открытие дверей (рис. 155а), стрельба из лука (рис. 155б), перфорация бумаги или шнуровка металлическими зубьями (рис. 155в) и т. д.

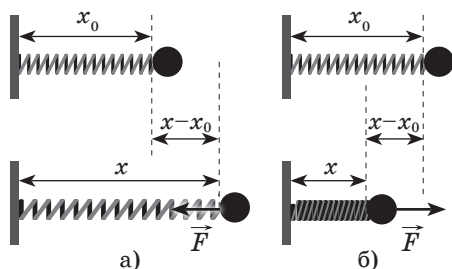


Рис. 154



Рис. 155

Потенциальная энергия деформированных пружин используется в механических часах или заводных игрушечных машинах. Спортсмены для прыжков в воду используют упругие доски – трамплины.

Теперь рассмотрим потенциальную энергию, которую тела получают в результате их притяжения к Земле. Потенциальная энергия чего-либо на Земле равна нулю. Следовательно, когда тела на Земле находятся в состоянии покоя, они не могут выполнять механическую работу. Тело приобретает потенциальную энергию только тогда, когда оно находится над землей, другими словами, когда оно (или другое тело, которое прикреплено к нему) брошено и под действием силы тяжести перемещается и совершает работу.

Когда тело поднятое над землей постепенно падает вниз, его потенциальная энергия уменьшается. Потенциальная энергия тела, поднятого над землей, считается равной работе, которая выполняется при падении этого тела на землю.

Тело, поднятое над землей на высоту h , при падении на землю совершает работу $A = F_{\text{тяж}} \cdot h$. Здесь F – сила тяжести тела. Определяется по формуле $F_{\text{тяж}} = m \cdot g$. В этом случае потенциальная энергия тела $E_{\text{п}}$ также равна:

$$A = E_{\text{п}} = F_{\text{тяж}} \cdot h \text{ или } E_{\text{п}} = m \cdot g \cdot h.$$

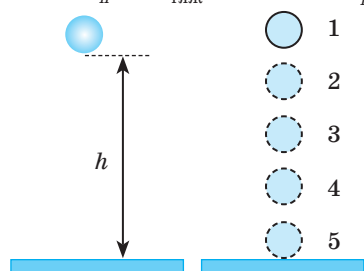


Рис. 156

Значит, величина потенциальной энергии тела, поднятого на определенную высоту над землей, зависит от того, близко или далеко оно расположено от земли. Чем выше тело поднято над землей, тем больше его потенциальная энергия (рис. 156):

$$E_{\text{п}_1} > E_{\text{п}_2} > E_{\text{п}_3} > \dots$$

По положению тела относительно земли его энергия может быть различной, и эта энергия используется в разных целях. Например, на гидроэлектростанциях (рис. 157) для



Рис. 157

получения электрической энергии используется потенциальная энергия воды. Для этого на реках строятся плотины, которые повышают уровень воды. Падающая из них вода крутит на станциях турбины и совершает работу. В результате получается электрический ток.

Кинетическая энергия возникает в результате движения тела.

Энергия, которой обладает тело вследствие своего движения, называется кинетической.

Слово *kinema* с греческого означает «движение».

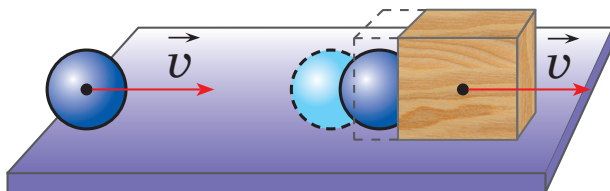


Рис. 158

От чего зависит кинетическая энергия? Чему равна ее величина? Для того, чтобы ответить на эти вопросы, обратимся к опыту, показанному на рис. 158.

Допустим, шар на доске движется со скоростью v и ударяется о брусок. Шар выполняет механическую работу, действует силой на брусок и перемещает ее.

Если мы увеличим скорость шара или воспользуемся большим шаром с большей массой, сила, действующая на брусок, и его смещение увеличатся, а выполненная работа будет больше.

На основе приведенных опытов, можно сделать вывод, что кинетическая энергия тела зависит от массы и скорости тела.

В математическом виде это записывается так $E_k = \frac{mv^2}{2}$, это формула кинетической энергии.

Если брусок сдвинется и остановится, то кинетическая энергия шара полностью будет затрачена на выполнение работы. Тогда проделанная работа будет равна кинетической энергии шара.

Как показывают вышеупомянутые опыты, понятие энергии тесно связано с работой. Энергия тела, выполнившая работу изменяется, другими словами, выполненная работа равна изменению энергии. Следовательно, за единицу энергии, как и работы берется 1 джоуль (*Дж*). Подробному рассмотрению физического значения этих величин остановимся в следующем параграфе.

Тепловая, электрическая энергия тел также преобразуется в механическую с помощью специальных устройств, называемых двигателями. Тепловые двигатели будем изучать при рассмотрении тепловых явлений, а электродвигатели – электрических явлений.

- Т?**
1. Когда мы можем сказать, что тело имеет энергию?
 2. Что такое механическая энергия? Приведите примеры.
 3. Что такое потенциальная энергия? Чему она равна?
 4. Приведите примеры тел, имеющих потенциальную энергию.
 5. Когда мы говорим, что потенциальная энергия тела равна 0?

6. Что такое кинетическая энергия? От чего зависит кинетическая энергия?
7. В каких случаях кинетическая энергия тела равна 0?
8. Приведите примеры тел, имеющих кинетическую энергию.
9. Приведите примеры взаимосвязи работы и энергии.
10. Чему равно изменение энергии?
11. Каковы единицы работы и энергии?



Указания к решению задач

1. Блок, предназначенный для строительства, поднятый на высоту 15 м от земли, имеет потенциальную энергию 1500 кДж. Какова его масса?

Дано:	Формула:	Решение:
$h = 15 \text{ м}$	$E_{\text{п}} = mgh$	$m = \frac{1\,500\,000 \text{ Дж}}{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 15 \text{ м}} = 10 \text{ т}$
$E_{\text{п}} = 1\,500\,000 \text{ Дж}$	$m = \frac{E_{\text{п}}}{g \cdot h}$	
$g \approx 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$		Ответ: $m = 10 \text{ т}$
$m - ?$		

2. Тело массой 0,25 г подкинули вверх. На какой высоте его потенциальная энергия будет равна 25 джоулей?

Дано:	Формула:	Решение:
$m = 0,25 \text{ кг}$	$E_{\text{п}} = mgh$	$h = \frac{25 \text{ Дж}}{0,25 \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} = \frac{25 \text{ Н} \cdot \text{м}}{2,5 \text{ Н}} = 10 \text{ м}$
$E_{\text{п}} = 25 \text{ Дж}$	$h = \frac{E_{\text{п}}}{m \cdot g}$	
$g \approx 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$		Ответ: $h = 10 \text{ м}$
$h - ?$		

3. Кинетическая энергия тела, движущегося со скоростью $72 \frac{\text{км}}{\text{час}}$ равна 600 Дж . Найдите его массу.

Дано:	Формула:	Решение:
$v = 72 \frac{\text{км}}{\text{час}} = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ $E_k = 600 \text{ Дж}$ $g \approx 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$	$E_k = \frac{mv^2}{2}$ $m = \frac{2E_k}{v^2}$	$m = \frac{2 \cdot 600 \text{ Дж}}{400 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}} = 3 \frac{\text{Н} \cdot \text{м}}{\frac{\text{м}}{\text{с}^2}} =$ $= 3 \text{ кг}$ Ответ: $m = 3 \text{ кг}$
$m - ?$		

4. Когда выстрелили пулей массой 10 г , она имеет кинетическую энергию 3200 Дж . Чему равна скорость пули?

Дано:	Формула:	Решение:
$m = 0,01 \text{ кг}$ $E_k = 3200 \text{ Дж}$	$E_k = \frac{mv^2}{2}$ $v^2 = \frac{2E_k}{m}$ $v = \sqrt{\frac{2E_k}{m}}$	$v = \sqrt{\frac{2 \cdot 3200}{0,01}} = \sqrt{\frac{6400}{0,01 \text{ с}}} =$ $= \sqrt{640000} \frac{\text{м}}{\text{с}} = 800 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ $v = \sqrt{\frac{\text{кг} \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \text{м}}{\text{кг}}} = \sqrt{\frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}} = \frac{\text{м}}{\text{с}}$ Ответ: $v = 800 \frac{\text{м}}{\text{с}}$
$v - ?$		



Упражнение 26

1. Какой потенциальной энергией относительно Земли обладает тело массой 100 кг на высоте 10 м ? ($\approx 210 \text{ кДж}$)

2. Определите кинетическую энергию автомобиля массой 1000 т , движущегося со скоростью 108 км/ч .

3. На какую высоту подняли груз массой 2 кг , если его потенциальная энергия равна 600 Дж ?

4. Молот копра для забивания свай массой 500 кг падает с высоты 10 м . Чему будет равна потенциальная энергия молота

на высоте 4 м? Какая работа совершается при падении с высоты 10 м? (20 кДж; 50 кДж)

5. Масса грузовой машины 4 500 кг скорость равна 20 м/с, а масса легковой машины 900 кг скорость 40 м/с. У какой машины кинетическая энергия больше? (900 кДж; 720 кДж)

6. Чему равна потенциальная энергия мальчика массой 50 кг относительно земли, если он поднялся на высоту 5 метров? (2500 Дж)

§ 50. Превращение одного вида механической энергии в другой. Закон сохранения энергии



1. Каким образом механическая энергия превращается в другой вид энергии?
2. Чему равна полная механическая энергия тела?
3. Закон сохранения механической энергии и ее формула.

В предыдущем параграфе мы говорили об изменении энергии во время работы. Какая энергия и как изменяется? В этом параграфе рассмотрим следующий опыт.

Имеем устройство, состоящее из шарика, прикрепленного к пружине с обеих сторон. Если мы приведем шар в положение А (рис. 159), он придет в движение под действием силы упругости пружины (рис. 159а). Движение шара возвращается сначала в положение О (рис. 159а), затем в положение В (рис. 159с), а затем в положение А (рис. 159а). Если бы на эту систему, состоящую из шара и пружины не действовала

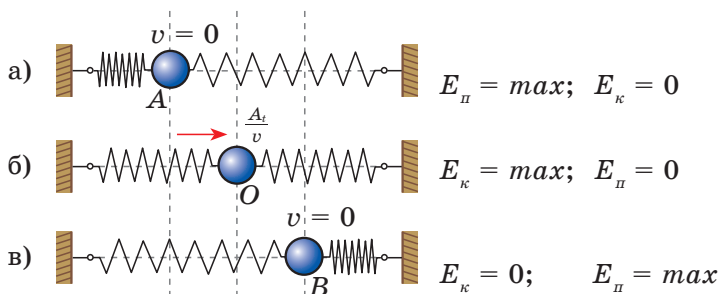


Рис. 159

силы трения, их повторяющееся движение продолжалось бы бесконечно.

Теперь посмотрим на энергии пружины и шара. В положении A потенциальная энергия пружины максимальна ($E_{\pi} = \max$). Затем она переходит в кинетическую энергию шара, и шар приходит в движение. Из-за уменьшения потенциальной энергии пружины и увеличения кинетической энергии шара, при достижении положения O будет:

$$E_{\kappa} = \max, E_{\pi} = 0.$$

Затем, когда шар перемещается в положение B , пружина снова начинает деформироваться, ее потенциальная энергия увеличивается, а кинетическая энергия шара начинает уменьшаться. При достижении положения B будет:

$$E_{\kappa} = 0; E_{\pi} = \max.$$

Таким образом, при колебании шара, прикрепленного к пружине, происходит преобразование потенциальной энергии в кинетическую или, наоборот, кинетическую энергию в потенциальную. Самое главное, что сумма потенциальной и кинетической энергии остается неизменной, другими словами, полная механическая энергия сохраняется постоянной:

$$E = E_{\pi} + E_{\kappa} = \text{const}.$$

Сумма потенциальной и кинетической энергии тела называется полной механической энергией:

$$E = E_{\pi} + E_{\kappa}.$$

Мы часто наблюдаем, что в природе и повседневной жизни механическая энергия из одного вида превращается в другой. Точнее говоря, потенциальная энергия тела превращается в кинетическую энергию и наоборот, кинетическая энергия превращается в потенциальную. Например, рассмотрим резиновый мяч, который ударяется о землю.

Когда ребенок бьет резиновый мяч с какой-то высоты, мяч от удара о землю деформируется и за счет этого снова поднимается вверх. В этом случае кинетическая энергия мяча переходит в потенциальную энергию. Когда один вид механической энергии превращается в другой, он поднимается, падает и снова поднимается. Такие случаи известны каждому из нас, и мы часто их видим.

Когда стрела вставляется одним концом в тетиву лука, и тетива натягивается, то тетива обладает потенциальной энергией. Когда натянутую тетиву лука отпускают, то ее потенциальная энергия переходит в кинетическую энергию стрелы, и она летит вперед.

Теперь превращение энергии и сохранение полной механической энергии тела попробуем доказать в математической форме. Для этого представим, что показанный на рис. 160 шар держится на высоте h на точке А. На этой точке полная энергия шара

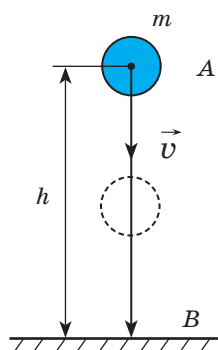


Рис. 160

$$E = E_{\text{п}} + E_{\text{к}}.$$

Так как на этой точке тело находится в покое, то его скорость равна 0. Тогда $E = E_{\text{п}} + 0$. Значит, полная энергия шара в точке А равна ее потенциальной энергии:

$$E = mgh \quad (1).$$

Теперь вычислим полную энергию шара, когда он упадет в точку В) Когда тело приходит в точку В, его потенциальная энергия полностью переходит в кинетическую. Значит, его скорость v имеет максимальное значение.

Так как здесь $h = 0$, то $E_{\text{п}} = 0$. Тогда кинетическая энергия тела:

$$E_{\text{к}} = m \frac{v^2}{2}.$$

Здесь полная энергия тела:

$$E = E_{\text{п}} + E_{\text{к}} = E_{\text{к}} \text{ или } E = m \frac{v^2}{2} \quad (2).$$

Если левые стороны уравнений 1 и 2 равны, то и правые стороны будут равны, другими словами.

$mgh = m\frac{v^2}{2}$. Здесь $v^2 = 2gh$ (формула скорости тела, падающего вниз).

Значит, значение кинетической энергии шара в точке В равно потенциальной энергии в точке А. Это показывает превращение одного вида энергии в другой и называется законом сохранения энергии.

Полная механическая энергия тела не исчезает и не появляется ниоткуда, она только превращается из одного вида в другой.

Правильность указанного закона хорошо видна в замкнутой системе, в которой действуют только сила тяжести и сила упругости. А в случае, когда сила трения больше?

В таких случаях механическая энергия в результате трения частично превращается во внутреннюю энергию взаимодействующих тел, за счет чего увеличивается скорость теплового движения частиц, составляющих эти тела, и она нагреваются. В результате общая энергия остается неизменной. Это видно по нагреву соприкасающихся поверхностей. Следовательно, закон сохранения энергии универсален и соблюдается всегда. Открытие закона сохранения и превращения энергии было сделано великим русским ученым М. В. Ломоносовым (1711–1765). Сто лет спустя Р. Майер (1814–1878), Дж. Джоуль (1818–1889), Э. Х. Ленц (1804–1865), Г. Гельмгольц (1821–1894) и др. доказали, что закон сохранения и превращения энергии является общим законом природы.



Указания к решению задачи

Найдите скорость тела, брошенного с высоты 30 м с начальной скоростью 10 м/с.

Для решения данной задачи нужно использовать закон сохранения и превращения механической энергии. Сначала найдем потенциальную энергию тела на высоте 30 м:

$$E_{\text{п}} = mgh.$$

Когда тело бросают вертикально вниз с этой высоты, его потенциальная энергия постепенно переходит в кинетическую. Его потенциальная энергия имеет максимальное значение на высоте 30 м, а при падении на землю она равна нулю. На Земле же кинетическая энергия имеет максимальное значение. Кинетическая энергия определяется по формуле

$$E_{\text{к}} = \frac{m(v^2 - v_0^2)}{2}.$$

Согласно закону превращения энергии, потенциальная энергия тела на высоте h полностью преобразуется в кинетическую энергию в конце движения:

$$E = E_{\text{к}}.$$

Если подставим их значения:

$$E_{\text{к}} = \frac{m(v^2 - v_0^2)}{2};$$

$$mgh = \frac{m(v^2 - v_0^2)}{2}.$$

$$2mgh = m(v^2 - v_0^2), \quad 2gh = v^2 - v_0^2, \quad v^2 = v_0^2 + 2gh.$$

$$v^2 = 100 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2} + 2 \cdot 10 \text{ м/с}^2 \cdot 30 \text{ м} = 700 \text{ м}^2/\text{с}^2;$$

$$v = \sqrt{700 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}} \approx 26,45 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

$$\text{Ответ: } v = 26,45 \text{ м/с}.$$



1. Чему равна полная механическая энергия?
2. Приведите примеры превращения одного вида механической энергии в другую.
3. Как пишется формула закона сохранения энергии?
4. Как формулируется правило закона сохранения энергии?



Упражнение 27

1. В каких местах реки – у истоков или в устье – каждый кубический метр воды обладает большей потенциальной энергией? Ответ обоснуйте.

2. Даткайым на лошади скачет со скоростью $5,5 \text{ м/с}$. Масса лошади 320 кг , а масса девочки 40 кг . Какова общая кинетическая энергия девочки и лошади? (5445 Дж)

3. Чему равна потенциальная энергия шара массой 2 кг на высоте 5 м ? Какова будет энергия шара, если он опуститься на 3 м ? (100 Дж ; 40 Дж)

4. Тело брошено со скоростью 40 м/с . Определить высоту с которой оно было брошено. (80 м)

§ 51. Использование энергии в быту



1. Значение энергии в практике.
2. Источники механической энергии в природе.

Механическая энергия широко используется в жизни человека, в промышленности и сельском хозяйстве. Источниками этой энергии считаются энергия поднятых над землей твердых тел и жидкостей, сжатых жидкостей и газов, сжатых или растянутых упругих тел, энергия движения воздуха (ветра). Приведем примеры.

Потенциальная энергия сжатых газов используется в тепловых двигателях. В горнорудной промышленности, при строительстве дорог, при пробивании твердых пород или асфальта применяются пневматические устройства. Источником их энергии является сжатый газ.

Энергия сжатых или растянутых пружин используется, например, в механических часах и в разных игрушечных

заводных машинах и стреляющих игрушках.

Движущийся воздух тоже имеет кинетическую энергию. Поэтому мы часто видели, что сильный ветер может унести кусочки земли, скошенное сено и мелкий песок. Энергию ветра человек тоже научился использовать. Один из результативных способов этого – ветряные мельницы.



Рис. 161

Ветряные мельницы строятся там, где постоянно дует ветер (рис. 161). Основная часть ветряной мельницы – это лопасть. Когда ветер действует на лопасть мельницы, она начинает крутиться. Подсоединенные к оси лопасти устройства тоже приходят в движение и выполняют полезную работу.

Таким же способом энергия воды используется в водяных мельницах (рис. 162). В них тоже основной частью является лопасть. Для того, чтобы мельница работала, надо немного поднять уровень воды и увеличить потенциальную энергию воды.

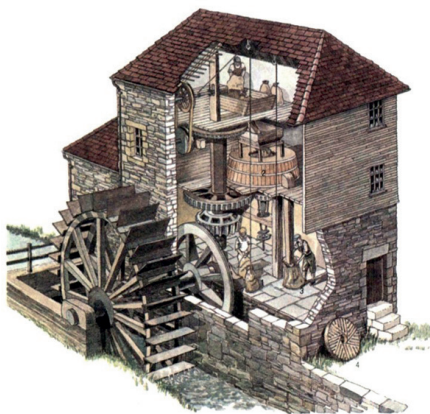


Рис. 162

Во многих случаях мельницы расположены ниже уровня воды в речках (рис. 163а). На лопасть мельницы вода подается по желобу.

В это время потенциальная энергия воды превращается в кинетическую энергию, и она вращает лопасти. Такое устройство люди использовали с древних времен. В последнее время применяют мельницы, в которых используются и другие виды энергии (электромельницы и др.).

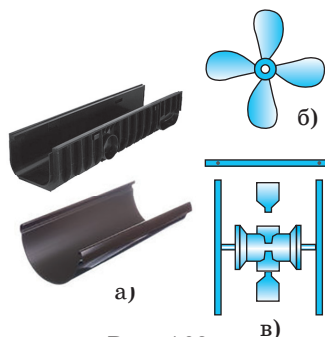


Рис. 163

Лопастные мельницы иногда называют водяными колесами или водяными турбинами. Простые самодельные модели показаны на рисунке 163б. Их вы можете сделать сами из подручных материалов.

Водяные колеса все время совершенствовались, и в настоящее время они достигли уровня гидротурбин на гидроэлектростанциях (ГЭС). Здесь слово «гидро» означает «вода». Гидроэлектростанции – это электростанции, работающие на воде. Гидротурбина – это водяная турбина.

Для того, чтобы использовать на ГЭС энергию воды, строят высокие плотины. На рис. 157 показана плотина Токтогульской ГЭС. Вода в плотине в соответствии с ее высотой имеет большую потенциальную энергию. Вода, вытекающая из плотины, движется вниз, и ее потенциальная энергия превращается в кинетическую такой же величины. Кинетическая энергия крутит турбины, соединенные с электрогенераторами, и в них вырабатывается электрический ток. Так, за счет кинетической энергии воды вырабатывается электрическая энергия.

В этом примере сначала потенциальная энергия воды превращается в кинетическую, а затем превращается в кинетическую энергию турбин. Она же превращается в электроэнергию.

Вода после того, как она вращала турбины, используется и для других целей, например, для поливных работ. Например, вода из Токтогульской ГЭС используется не только в Кыргызстане, но и в соседнем Узбекистане для полива хлопка, овощей и фруктов. Это только один из показателей полезности наших природных богатств. Бережное использование воды – долг каждого из нас.

- Т?**
1. Какие вы знаете источники механической энергии в природе, где они используются?
 2. Можно ли искусственно увеличивать механическую энергию тел? Если да, то сохраняется ли закон сохранения энергии или нет?
 3. Сделайте разные водяные колеса или лопасти.
 4. Какие вы знаете гидроэлектростанции?
 5. Будет ли работать водяная мельница, если уровень её и желоба одинаков? А если лопасти мельницы будут выше уровня желоба?

Упражнение 28

1. Во всех случаях, показанных на рис. 164, совершается механическая работа. Какие вы видите присущие работе признаки?

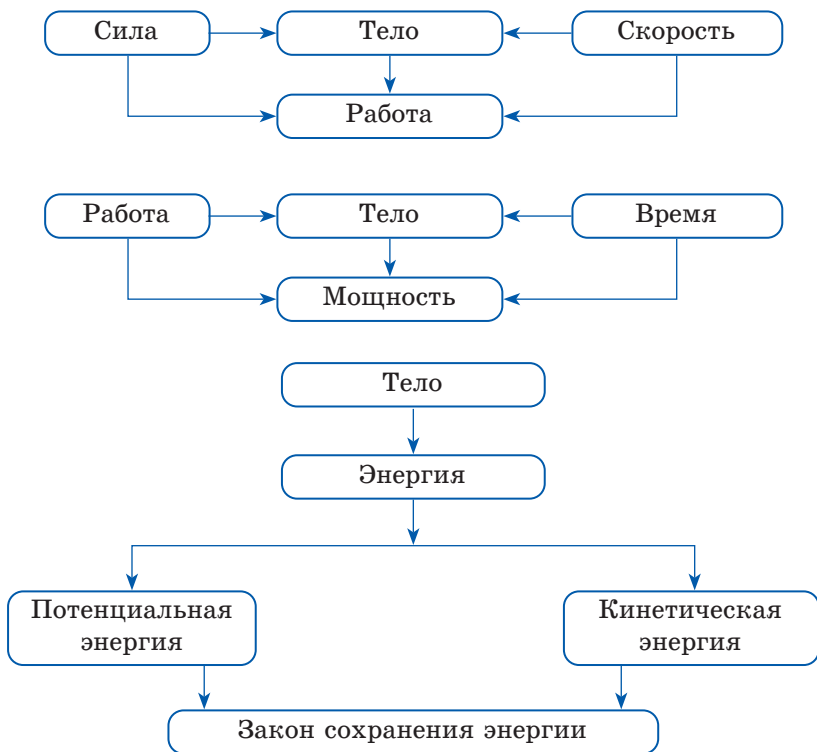
2. Во время пахоты трактор тянет плуг с силой $15\,000\text{ Н}$. Какую он выполнит работу, пройдя расстояние 200 м ? ($3 \cdot 10^6\text{ Дж}$ или 3 МДж)



Рис. 164

3. В каких из следующих случаев происходит механическая работа: мальчик лезет на дерево; девочка играет на пианино; человек носит на спине дочку; мама подпирает плечом дверь; вода оказывает давление на стенки посуды.

**Основные понятия в V главе
и их взаимосвязь**



**Примеры тестовых заданий
по V главе**

Вариант I

1.1. Какие из следующих терминов означают физические величины?

- А) Динамометр
- Б) Движение
- В) Работа
- Г) Дождь
- Д) Осень

1.2. Какая сила совершает работу, когда груз поднимают вертикально вверх?

- А) сила упругости
- Б) сила тяжести
- В) сила веса
- Г) сила трения
- Д) поднимающая сила

1.3. У человека, поднимающегося по лестнице, мощность равна 200 Вт . Определите время подъема, если он выполнил работу 4000 Дж ?

- А) 50 с
- Б) 20 с
- В) 800 с
- Г) 3800 с
- Д) 4200 с

1.4. Ученик по поверхности стола передвинул пенал на расстояние $1,5 \text{ м}$, и за 2 секунды выполнил работу $0,45 \text{ Дж}$. Найдите силу, с которой действовал ученик?

- | | |
|---------------------|--------------------|
| А) 3 Н | Г) $0,3 \text{ Н}$ |
| Б) $0,9 \text{ Н}$ | Д) $0,6 \text{ Н}$ |
| В) $0,75 \text{ Н}$ | |

1.5. Спортсмен мощностью 800 Вт натягивает тетиву лука. Какую работу он выполняет за $0,5 \text{ с}$?

- | | |
|----------------------|---------------------|
| А) 1600 Дж | Г) 400 Дж |
| Б) 6250 Дж | Д) 4 кДж |
| В) 16 кДж | |

1.6. Футболист ударил по мячу, он полетел к воротам. Какой энергией обладает мяч?

- А) потенциальной
- Б) кинетической
- В) кинетической и потенциальной
- Г) не имеет энергии
- Д) Ответы А–Г неправильные

1.7. Двумя разными тракторами в одинаковое время пахали землю. У какого трактора мощность меньше?

- А) если оба трактора работали одинаковое время, то мощности у них одинаковые
- Б) мощность трактора равна 0
- В) у трактора, выполнившего большую работу
- Г) у трактора, выполнившего меньшую работу
- Д) у трактора, не выполнившего работу

1.8. У лошади, тянущей сани с постоянной скоростью ϑ , мощность N . Чему равна противодействующая сила?

- | | |
|----------------------|-----------------------|
| А) $F = Nv$ | Г) $F = Nvg$ |
| Б) $F = \frac{N}{v}$ | Д) $F = \frac{Ng}{v}$ |
| В) $F = \frac{v}{N}$ | |

Вариант II

2.1. Какие из следующих терминов указывают на единицы физических величин?

- | | |
|---------------|-----------|
| А) динамометр | Г) сила |
| Б) скорость | Д) работа |
| В) Джоуль | |

2.2. Что является единицей мощности?

- | | |
|-----------|--------------|
| А) Ньютон | Г) килограмм |
| Б) Джоуль | Д) метр |
| В) ватт | |

2.3. Какая сила совершает работу, когда груз падает вертикально вниз?

- А) сила упругости
- Б) сила тяжести
- В) сила трения
- Г) атмосферное давление
- Д) работа не выполняется

- 2.4. Мальчик толкает санки в горизонтальном направлении с силой 100 Н и за 2 с выполняет работу 500 Дж . Вычислите, какое расстояние проходят санки.
- А) 200 м
 - Б) $0,2\text{ м}$
 - В) 5 м
 - Г) 250 м
 - Д) 10 м
- 2.5. Человек, поднимающийся по лестнице, за 3 с выполнил работу $1\,500\text{ Дж}$. Чему равна мощность человека?
- А) $5\,000\text{ В}$
 - Б) 50 кВт
 - В) $7\,500\text{ Вт}$
 - Г) $3,3\text{ кВт}$
 - Д) 500 Вт
- 2.6. Девочка и мальчик за одинаковое время поднимали гантели с разной мощностью. Кто из них выполнил меньшую работу?
- А) если время поднятия гантелей одинаковое, то они выполнили одинаковую работу
 - Б) они не выполняют работу
 - В) мальчик, выполняет меньшую работу
 - Г) девочка, выполняет меньшую работу
 - Д) у кого меньшая мощность
- 2.7. Какой энергией обладает юла, крутящаяся на столе?
- А) Потенциальной
 - Б) Кинетической
 - В) Потенциальной и кинетической
 - Г) Энергия равна 0
 - Д) Потенциальная энергия равна кинетической

2.8. Трактор, пахущий землю, движется со скоростью v , за время t он выполняет работу A . С какой силой плуг трактора действует на почву?

А) $F = Avt$

Б) $F = \frac{A_t}{v}$

В) $F = \frac{A_v}{v}$

Г) $F = \frac{A}{vt}$

Д) $F = \frac{v_t}{A}$

2.9. Что означает слово «динамика»?

А) ток

Б) сопротивление тока

В) наука о движении

Г) наука об изучении законов механики

ОСНОВЫ СТАТИКИ

Жизнь — как вождение велосипеда.
Чтобы сохранить равновесие, ты должен двигаться.

А. Эйнштейн

«Статика» (от греческого «statos» – неподвижный) – раздел механики, изучающий условия равновесия тел в состоянии покоя.

Равновесие – научное понятие, характеризующее состояние природы и общественных систем: система считается находящейся в состоянии равновесия, если одни воздействия на неё компенсируются другими.

В зависимости от характера различают механическое, тепловое, экономическое равновесие и т. д. В этом разделе мы будем рассматривать механическое равновесие, а именно равновесие тел.

Равновесие тел – состояние тела, находящегося в покое при котором величины равны друг другу по значению, но противоположны по направлению.

Равновесие может быть устойчивым, неустойчивым или безразличным.

Равновесие тела называют устойчивым, если при отклонении от него возникают силы, возвращающие тело в положение равновесия. На практике, под состоянием равновесия подразумевается устойчивое равновесие.

Равновесие тела называют неустойчивым, если при самом незначительном отклонении от него равнодействующая действующих на тело сил вызывает дальнейшее отклонение тела от положения равновесия. Например, если тело находится в высшей точке сферы, то это будет неустойчивое равновесие.

Равновесие, при котором смещение тела в любом направлении не вызывает изменения, действующих на него сил и

равновесие тела сохраняется, называют безразличным. Например, катящийся по горизонтальной плоскости шар или колесо находятся в состоянии безразличного равновесия (рис. 165).

Изменение равновесия в природе и обществе приводит к хаосу, другими словами могут привести к несправедливости, беспорядкам, катастрофам. Поэтому люди должны сохранять равновесие в жизни.

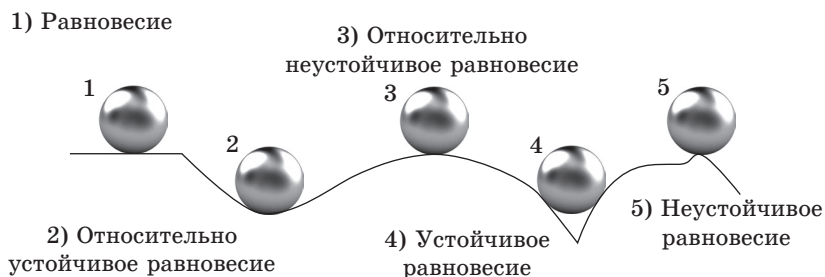


Рис. 165

§ 52. Простые механизмы. Рычаг

1. *Виды простых механизмов.*
2. *Рычаг.*
3. *Условия равновесия рычага.*

Рассмотрим пример из практики. Мама попросила своих сыновей 7 и 5 класса донести тяжелый чемодан с автостоянки до дома. Вначале им трудно было нести данный груз. Затем по предложению старшего сына они взяли длинную палку, просунули через ручку чемодана и решили нести схватившись за два конца палки. Сперва, когда они повесили чемодан по середине палки, как показано на рисунке 166, то младшему сыну всё равно было трудно нести груз. Затем, как только большую часть палки передвинули (рис. 167) в сторону младшего сына, то они уже с легкостью донесли чемодан до дома и тем самым совершили механическую работу.

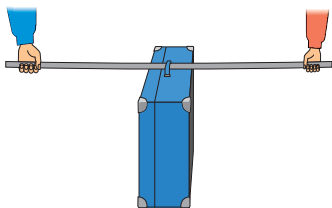


Рис. 166

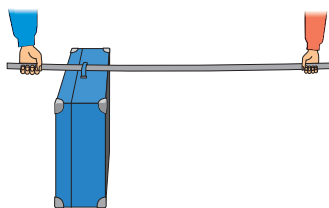


Рис. 167

Давайте подумаем, в каком случае сохранялось равновесие, когда чемодан был посередине или когда палку передвинули в сторону младшего сына? Необходима ли большая сила, чтобы выполнить большую работу?

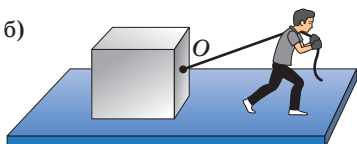
Конечно, второй случай (рис. 167) помог мальчикам распределить равновесие и вес груза с учетом их физических возможностей, соответственно выполнить работу. Ребята получили выигрыш в силе, т. е. каждый из мальчиков затратил меньшее количество силы.

Повседневная жизнь человека связана с выполнением различной механической работы. На некоторые виды работ человек затрачивает больше силы, чем на другие. Но, для выполнения механической работы он с древних времен кроме палки применяет и другие различные приспособления, и механизмы. Например, предметы, которые невозможно поднять руками (большой камень, ящик с грузом, станок и др.) можно легко сдвинуть с места при помощи прочной палки или лома (рис. 168 а, б). Для поднятия их на какую-то высоту, использовали наклонную плоскость (рис. 168в). Это первые простые механизмы, которые применял человек для облегчения выполнения механической работы.

а)



б)



в)

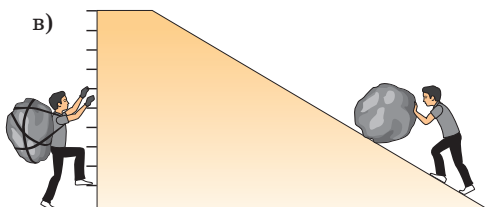


Рис. 168

Приспособления, предназначенные для выигрыша в силе, называются простыми механизмами.

Из всех простых механизмов больше всего используется рычаг.

Рычаг представляет собой тело, которое вращается вокруг неподвижной опоры.

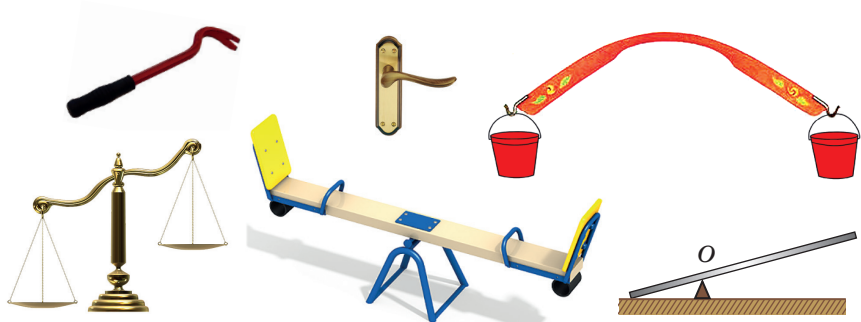


Рис. 169

Рычаги изготавливаются из веществ различной плотности (пластмассы, железа, дерева и т. д.), разной формы (треугольник, цилиндр, параллелепипед, длинный, прямой или изогнутый) и в разном объеме (рис. 169). Следовательно, обычная палка, лом, деревянная палка двигаясь вокруг неподвижной точки дает выигрыш в силе и используется как рычаг.

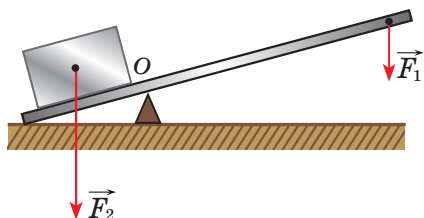


Рис. 170

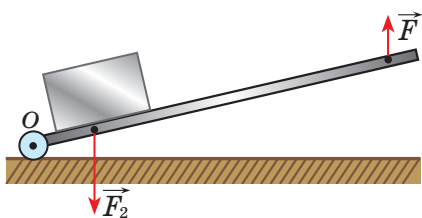


Рис. 171

В зависимости от расположения точки опоры рычаги бывают односторонние и двусторонние. Если точка опоры лежит

между точками приложения сил, то такой рычаг называется двухсторонним (рис. 170). Если точка опоры лежит только на стороне точки приложения сил, то такой рычаг называется односторонним (рис. 171).

Отличие. Двусторонние рычаги меняют в удобном направлении действие силы. Если усилия необходимы для поднятия тела без дополнительных устройств, то для поднятия тела при помощи рычага сила направлена вниз. А односторонние рычаги не меняют направление силы, т. е. при поднятии тела расходуется сила как без использования дополнительных устройств.

Поэтому, удобно использовать подъемные диски в точке опоры одностороннего рычага (рис. 171).

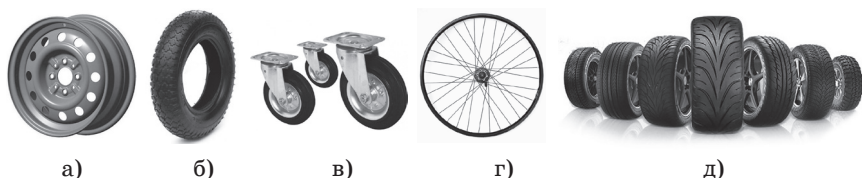


Рис. 172

Использование вращающихся дисков вместо точки опоры (рис. 172а), в практике широко используются автомобильные шины (рис. 172 б, в, г, д). Такие рычаги используются в разных машинах, медицинских кроватях, чемоданах, грузоподъемных блоках и т. д. (рис. 173).

Работу рычага изучал древнегреческий ученый Архимед (287–212 гг. до нашей эры). Про то, что с помощью рычага можно выиграть в силе во много раз, он сказал очень образную фразу: «Дайте мне точку опоры, и я переверну Землю».

Три тысячи лет назад в Древнем Египте при постройке пирамид использовали наклонные плоскости на колесах для перемещения и поднятия на большую высоту тяжелых каменных плит (рис. 174).



а)



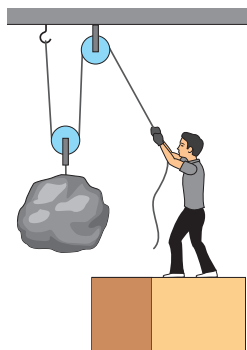
в)



б)



г)



д)

Рис. 173

- Т?**
1. Чему обучает статика?
 2. Что мы называем простыми механизмами и с какой целью они применяются?
 3. Какие есть виды простых механизмов? Что такое рычаг?

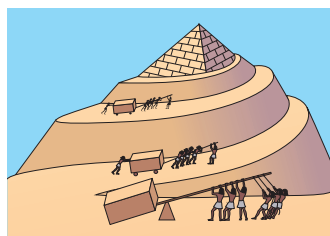


Рис. 174

§ 53. Равновесие сил на рычаге. Момент силы

- ?**
1. Условия равновесия сил на рычаге.
 2. Момент силы.

Успешное использование рычага или для получения выигрыша в силе большое значение имеет выбор точки опоры. Для правильного выбора точки опоры рычага необходимо определить состояние его равновесия. При каких условиях рычаг находится в равновесии? Чтобы ответить на этот вопрос, рассмотрим следующий опыт.

Приведем рычаг в состояние равновесия учитывая, что при равном весе ($\vec{F}_1 = \vec{F}_2$) тела располагаются на двух краях на равных расстояниях (рис. 175). Тогда ось вращения О будет точкой опоры рычага.

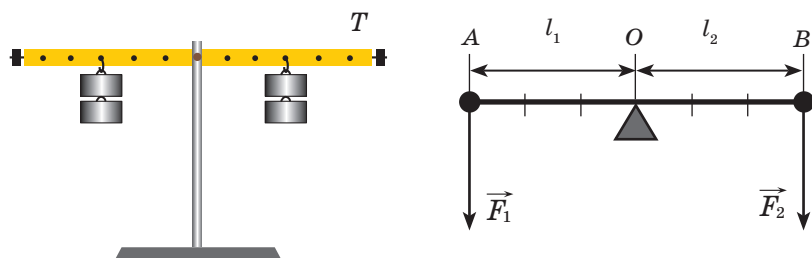


Рис. 175

Тогда тела, $\vec{F}_1$, $\vec{F}_2$ будут расположены на одинаковом расстоянии ($l_1 = l_2$) от точки опоры.

Силы по обе стороны рычага действуют в противоположном направлении. Другими словами, $\vec{F}_1$ действует на рычаг в противоположном направлении (против часовой стрелки), а сила $\vec{F}_2$ в направлении движения часовой стрелки.

Кратчайшее расстояние между точкой опоры и точкой приложения сил, действующих на рычаг, называется плечом силы.

В нашем случае l_1 плечо силы $\vec{F}_1$, l_2 плечо силы, $\vec{F}_2$ (рис. 175).

Теперь рассмотрим случай, когда вес грузов на рычаге разный. При вращении рычага против часовой стрелки мы увидим, что состояние равновесия нарушится, т. к. сила $\vec{F}_1$ больше силы $\vec{F}_2$. При каких условиях рычаг будет находиться в состоянии равновесия?

Давайте уравновесим рычаг путем изменения количества грузов или изменения точек приложения силы. При этом каждый момент зафиксируем в таблице.

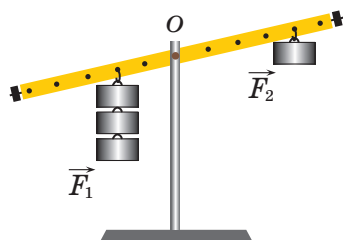


Рис. 176

№	$\vec{F}_1$	l_1	$\vec{F}_2$	l_2	$\vec{F}_1 / \vec{F}_2$	l_2 / l_1
1	1	2	1	4	1	2
2	4	2	2	4	2	2
3	1	2	3	4	0,33	2

Как видно из таблицы, во втором случае рычаг находится в состоянии равновесия (с F_1 был убран один грузик). Это стало возможным благодаря тому, что $\frac{\vec{F}_1}{\vec{F}_2}$ стало равно $\frac{l_2}{l_1}$.

В результате таких опытов более 2000 лет назад древнегреческий ученый Архимед, определил следующее правило:

Рычаг находится в состоянии равновесия, если силы, действующие на рычаг обратно пропорциональны длине плеч рычага.

Рычаг находится в равновесии, если приложенные к рычагу силы F_1 и F_2 обратно пропорциональны плечам этих сил: $F_1/F_2 = l_2/l_1$. Это условие равновесия рычага

$$\frac{\vec{F}_1}{\vec{F}_2} = \frac{l_2}{l_1} \quad \text{или} \quad \vec{F}_1 \cdot l_1 = \vec{F}_2 \cdot l_2$$

Таким образом, для равновесия рычага необходимо в два раза увеличить силу приложения к точке А, а в противоположной стороне груз передвинуть на расстояние в 2 раза большее, чем было и приложить силу к точке В (рис. 177).

Для равновесия одностороннего рычага надо учитывать, что чем больше вес тела F на одной стороне, тем ближе надо закреплять груз к точке опоры (расстояние l). Т. е. надо увеличить плечо силы (рис. 178).

Произведение величины силы на ее плечо называется моментом силы:

$$M = \vec{F} \cdot l$$

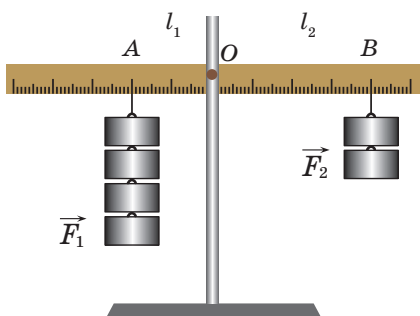


Рис. 177

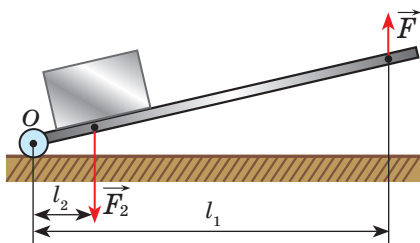


Рис. 178

Значит, за единицу момента силы принимается момент силы в 1 Н , плечо которой равно 1 м . Эта единица читается как ньютон метр.

Используя определение момента силы, можно определить условие равновесия рычага:

Рычаг находится в равновесии под действием двух сил, если момент силы, вращающей его по часовой стрелке (M_1), равен моменту силы, вращающей его против часовой стрелки (M_2).

$$M_1 = M_2$$

Момент силы — одна из основных величин, изучаемых в физике. Эта величина характеризует действие силы. Она зависит одновременно от величины силы и от ее плеча. Например, сила, действующая на дверь, зависит не только от величины силы, но и от места, куда она действует. Если мы ручку двери прибьем близко к оси ее вращения, то будет трудно открывать и закрывать дверь.

Таким образом, зная условие равновесия рычагов можно увидеть, как при выполнении работы получить выигрыш в силе.

- ?** 1. Что мы называем плечом силы?
2. Что такое момент силы?
3. Как читается правило равновесия рычага, и кто его открыл?
4. На рычагах (рис. 176–178) покажите плечо сил, точку опоры и точки приложения сил.

Задание для проведения опыта

Положите под середину линейки карандаш и приведите ее в равновесие. На одну сторону полученного рычага положите один ластик, на вторую половину – два ластика и снова приведите линейку в равновесие. Измерьте плечи силы. Проверьте состояние равновесия рычага.

Упражнение 29

1. Рабочий при помощи рычага может поднять груз массой 260 кг. Какую силу прилагает рабочий на длинное плечо рычага, равное 2,2 м, если короткое плечо рычага равно 0,5 л? (590 Н).
2. Расскажите, как используются рычаги в строительных подъемных кранах.
3. К каким видам относятся рычаги, показанные на рисунке 179. Покажите точки опоры, точки приложения сил и плечи сил рычагов.
4. Рассмотрите устройство плоскогубцев (ореходава, ножниц по железу). Найдите их оси вращения, плечи сил сопротивления и действующих сил. Вычислите, какой выигрыш в силе дают эти инструменты.
5. Подготовьте сообщение на тему: «Рычаги в организмах человека, животных и насекомых».

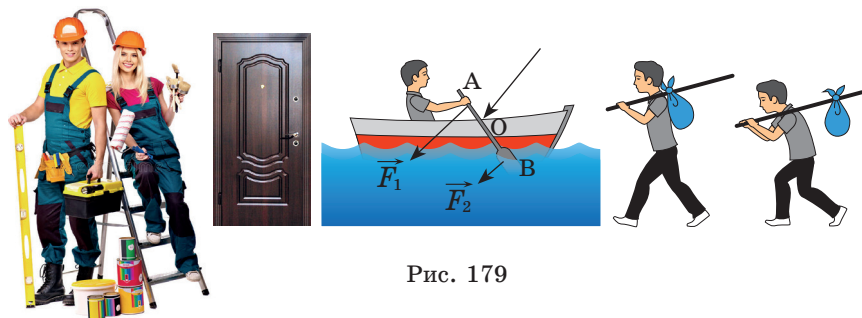


Рис. 179

§ 54. Рычаги в быту, технике и природе



1. Рычаги в быту.
2. Рычаги в технике.
3. Рычаги в живой и неживой природе.

Работа ряда устройств, используемых в технике и быту, основана на правиле рычага. Потому что, во всех них выигрыш в силе. Например, ножницы, которые используются для резки всевозможных материалов, тоже основаны на правиле рычага. Ось его вращения проходит через винт, соединяющий две его части. Направления мускульной силы руки человека и двух частей ножниц, действующих на разрезаемый предмет, показаны на рис. 180а.

В зависимости от назначения у ножниц бывает и различное устройство. У ножниц для резки бумаг и режущая часть бывает длинной. И ручки у них бывают такой же длины, так как для резки бумаги не требуется большой силы. А ножницы, предназначенные для резки листового железа, имеют длинные ручки по сравнению с режущими частями (рис. 180б).

Потому что для преодоления противодействующей силы железа требуется большая сила. Это достигается в результате мускульной силы рук, действующей на длинное плечо рычага. У клещей, предназначенных для резки проволоки, вытаскивания гвоздей (рис. 180в) разница между длиной режущей части и ручки бывает очень большой.

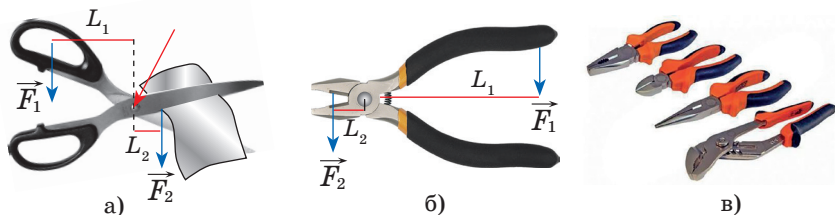


Рис. 180

В качестве примеров рычагов можно привести автомобиль, велосипедные педали, тормоза, пианино, клавиатура компьютеров, ручки тисков, верстаки, рычаги сверлильных станков в мастерской по трудовому обучению.

Несмотря на наличие электронного оборудования всё ещё используются и рычажные весы (а), механические мясорубки (б), лапшерезки (в), швейные машинки (г) и т. д. (рис. 181).



Рис. 181

Правило рычага часто используется в строительстве. В целях безопасности основания экскаваторов, тяжелых машин и кранов делают в основном тяжелыми, сбалансированными и используются колонны (рис. 182–184).



Рис. 182



Рис. 183



Рис. 184

Рычаги в природе встречаются часто. Например, во Вселенной примерами рычага могут быть вращение планет вокруг Солнца (рис. 185), вращение Солнца, Земли и всех планет вокруг своей оси. Притяжение Солнца и планет друг к другу уравновешивается благодаря Всемирному притяжению.

Есть также много примеров рычагов на теле человека, животных, птиц и насекомых.

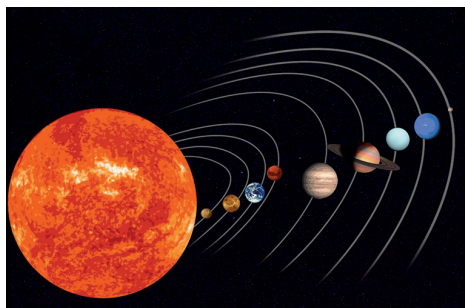


Рис. 185

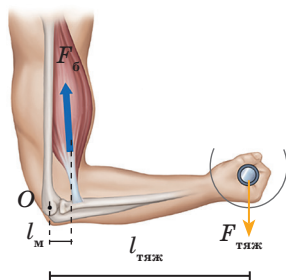


Рис. 186

В скелете человека все кости, имеющие некоторую свободу движения, являются рычагами. В качестве примера мы можем указать работу локтя человека при поднятии груза определенного веса (рис. 186).

Здесь, точка опоры рычага находится внутри локтя. Вес прикрепленного груза равен $F_{\text{тяж}}$, а сила мышц F_m человека возникает при сгибании локтя. Плечи этих сил будут соответственно $l_{\text{тяж}}$, l_m .

Если мы обратим внимание на мир растений, то увидим, что симметрия украшает окружающую среду и безопасна (рис. 187). То, что растения делают симметричным это длинные, твердые или толстые корни.



Рис. 187

Если деревья растут криво, то они несимметричны, тем самым нарушают красоту окружающей среды и опасны для людей (рис. 188 а). Это потому, что такие деревья могут упасть при сильном ветре.

Используя принцип рычага объясним процесс падения дерева (рис. 188 б).

Несимметричность, другими словами, сила земли F , действующая на корни дерева не достаточна, так как сильный ветер действуя на дерево нарушает равновесие. В итоге дерево падает (рис. 188 в)

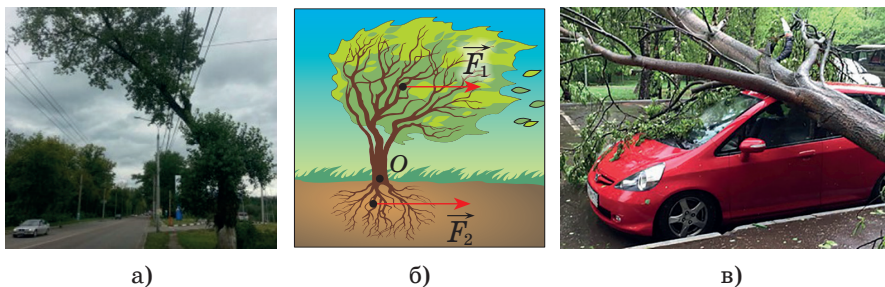


Рис. 188

Чтобы предотвратить такие явления, необходимо правильно ухаживать за деревьями, окучивать, вовремя поливать. Люди тоже должны ровно сидеть, ровно ходить и заботиться о нормальном росте костных рычагов. Люди всегда должны пытаться поддерживать равновесие в природе и обществе.

- Т?**
1. Объясните работу приборов в качестве рычагов (рис. 180).
 2. Объясните, почему в ножницах по металлу и клещях выигрыш в силе.
 3. Приведите примеры использования рычагов в быту, технике и природе.



Упражнение 30

1. Почему во время плавания на лодке с веслом мы проигрываем в силе и для чего он нужен?

2. К рычагу приложены две силы – 100 Н и 300 Н . Плечо какой силы больше и во сколько раз, если рычаг находится в равновесии?

§ 55. Блок. Виды блоков. Применение

1. Блок и его виды. Способы применения.
2. Положительные стороны использования блоков.
3. Использование блока дает выигрыш в силе.

Если установить шину на вращающийся обод диска, то мы получим разные виды колес (рис. 172). Ну, а если вокруг вращающегося диска пропускают канат (веревку, трос или цепь), то образуется блок (189 а).

Таким образом, колесо с желобом, вращающееся вокруг своей оси, называется блоком.

Желоб блока должен соответствовать диаметру каната. Если желоб будет тонким, то произойдет излишнее трение и канат может разорваться, а если желоб будет толще, чем канат, то это приведет к неудобствам (рис. 189б).

Блоки соединены с грузом, неподвижной подвеской или другими блоками через специальные петли (рис. 189в). Блоки делятся на неподвижные и подвижные.



Рис. 189

Блок, ось которого закреплена и при подъеме грузов не поднимается и не опускается, называется неподвижным блоком.

Неподвижный блок можно рассматривать как равноплечий рычаг, у которого плечи сил равны радиусу колеса (рис. 190). Сила F_1 заставляет неподвижный блок вращаться против часовой стрелки, а сила F_2 вращаться по часовой стрелке, при этом выполняется работа. Так как в таком блоке плечи действующих сил равны, то равны и сами эти силы: $F_1 = F_2$. Это выходит из правила равновесия рычага.

Значит, неподвижный блок не дает выигрыш в силе, но позволяет менять направление действия силы. Для получения выигрыша в силе, используют подвижный блок.

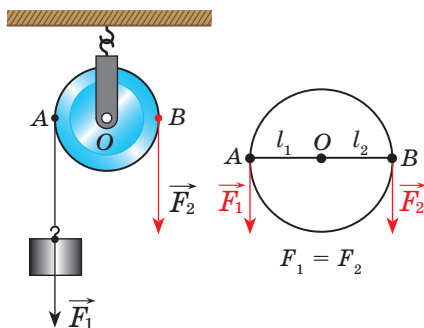


Рис. 190

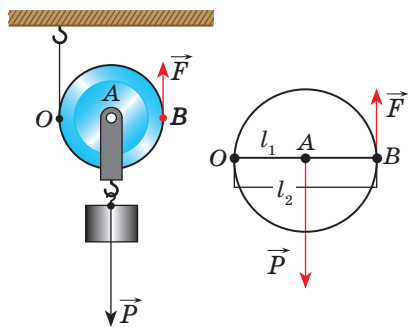


Рис. 191

Блок, у которого ось вращения движется вместе с грузом вверх и вниз, называется подвижным.

При выполнении работы с использованием подвижного блока к неподвижному крючку прикрепляется не сам блок, а один конец каната (веревки, троса) (рис. 191). Груз всегда подвешивается к крючку на оси блока. Вес груза P . Ко второму концу каната приложена сила человека или другого устройства.

Подвижный блок можно представить как односторонний рычаг (рис. 191). Здесь, ось вращения рычага проходит через точку O . Он перпендикулярен веревке и прямой OB . К точке A прикреплено тело весом P и его действие направлено вниз. Тогда OA плечо силы P , а OB плечо силы F . При этом плечо OB в два раза длиннее плеча OA (схема на рис. 191). Сила F меньше силы P в два раза: $l_2 = OB = 2OA$, $F = 2P$. Если вставим в формулу равновесия рычагов, то имеем:

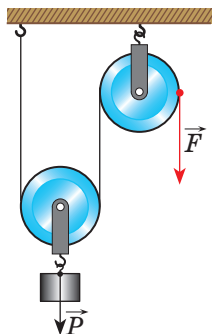


Рис. 192

$$\frac{\vec{F}_1}{\vec{F}_2} = \frac{l_2}{l_1}; \quad \frac{\vec{P}}{\vec{F}} = \frac{2\vec{F}}{\vec{F}} = \frac{2OA}{OA} = 2.$$

Значит, подвижный блок дает выигрыш в силе в два раза.

Для того, чтобы получить больше выигрыша в силе, используют соединенные неподвижные и подвижные блоки (рис. 192).



1. Что такое блок?
2. Какие виды блоков Вы знаете?
3. Какой блок дает выигрыш в силе?
4. Покажите силы и их плечи в неподвижном и подвижном блоках?
5. Чем блоки схожи с рычагами?
6. Какой блок можно сравнить с односторонним рычагом? А двусторонний?
7. Приведите примеры использования блоков.

§ 56. Равенство работ при использовании простых механизмов. «Золотое правило» механики



1. При использовании простых механизмов, выигрываем в силе, но проигрываем в работе.
2. Выигрываем в расстоянии, но проигрываем в силе.

Таким образом, мы узнали, что при использовании в быту, технике и природе простых механизмов реализуется условие равновесия рычагов $\frac{\vec{F}_1}{\vec{F}_2} = \frac{l_2}{l_1}$, или $\vec{F}_1 \cdot l_1 = \vec{F}_2 \cdot l_2$.

Как видно из формулы, $\vec{F}_1$ – это сила тяжести самого груза, $\vec{F}_2$ – это сила человека (какого-либо устройства) для перемещения груза и сила воздействия на рычаг. Соответственно l_1 – расстояние от точки опоры до точки приложения силы тяжести груза, l_2 – расстояние от точки опоры до точки приложения силы человека.

$\frac{\vec{F}_1}{\vec{F}_2}$ – показывает на сколько сила тяжести груза больше силы воздействия рычага, иначе говоря, во сколько раз человек выигрывает в силе при использовании рычага. А $\frac{l_2}{l_1}$ показывает, на сколько надо увеличить расстояние от точки опоры для получения выигрыша в силе, другими словами, на сколько мы проигрываем в расстоянии. А из их равенства $\frac{\vec{F}_1}{\vec{F}_2} = \frac{l_2}{l_1}$ мы имеем следующий вывод:

При использовании простых механизмов во сколько раз уменьшается сила, во столько раз увеличивается расстояние.

Например, чтобы сила $\vec{F}_2$ уравновешивала силу $\vec{F}_1$ которая в два раза больше ее, она находится на расстоянии от точки опоры в два раза большем, чем сила F_1 . А также, чтобы шар массой 100 кг был в равновесии с шаром, который в 20 раз меньше (5 кг) его, расстояние груза в 5 кг от точки

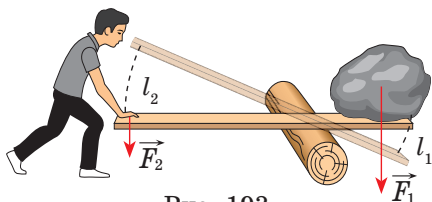


Рис. 193

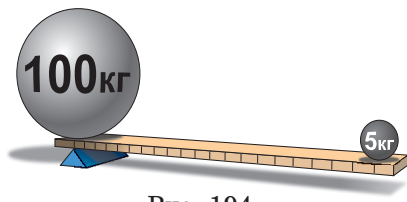


Рис. 194

опоры надо увеличить в 20 раз. Другими словами, если большой груз находится от точки опоры на расстоянии 1 метр, то малый груз должен находится от точки опоры на расстоянии 20 метров (рис. 194).

Мы знаем, что работа прямо пропорциональна силе. Тогда возникает вопрос: если мы выигрываем в силе, то проигрываем ли в работе? Конечно нет. Как показали эксперименты, насколько сила F_2 меньше силы F_1 , то при нажатии на левое плечо рычага расстояние l_2 будет во столько же раз больше расстояние l_1 (рис. 193). Или выполняется следующее условие:

$$\frac{\vec{F}_1}{\vec{F}_2} = \frac{l_2}{l_1}, \quad \vec{F}_1 \cdot l_1 = \vec{F}_2 \cdot l_2 \quad \text{или} \quad A_1 = A_2,$$

отсюда имеем следующее правило:

При использовании простых механизмов нет выигрыша в работе. Во сколько раз выигрываем в силе, во столько раз проигрываем в расстоянии.

Это правило называется «золотым правилом» механики.

В использовании «золотого правила» механики в блоках легко поверить с помощью экспериментов.

На неподвижном блоке величины силы F и P , плечи равны. Значит, надо потянуть веревку на такое же расстояние, на которое надо поднять груз (рис. 195). Тогда работа, совершенная с двух сторон неподвижного блока будет одинаковой. Неподвижный блок не дает выигрыша в работе.

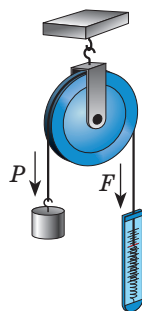


Рис. 195

Хотя при использовании подвижного блока выигрышается в силе в два раза, но и здесь нет выигрыша в работе. Обратимся к опыту.

Для того, чтобы с помощью подвижного блока поднять груз на высоту h (рис. 196), необходимо конец веревки, к которому прикреплен динамометр, переместить на высоту $2h$. Итак, получая выигрыш в силе в 2 раза, в то же время проигрываем в 2 раза в пути. Значит, и подвижный блок не дает выигрыш в работе.

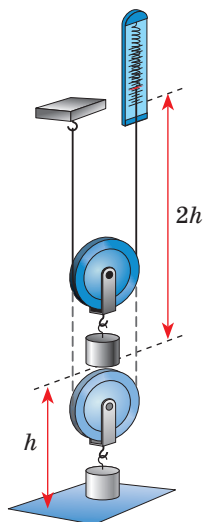


Рис. 196

Начиная с древних времен люди хотели научиться с помощью простых механизмов выигрывать в работе. Но, на практике это невозможно.

- Т?**
1. Что такое «золотое правило» механики?
 2. Какая существует связь между силами, действующими на рычаг, и плечами этих сил?
 3. Какие пути проходят точки приложения сил в рычаге?
 4. Как можно объяснить применение блоков?

Упражнение 31

1. Груз при помощи подвижного блока подняли на высоту 2 м. На какое расстояние в этот момент передвинулся свободный конец веревки?

2. Рабочий с помощью подвижного блока поднял груз на высоту 7 м, прилагая к свободному концу веревки силу 160 Н. Какую работу он совершил?

§ 57. Коэффициент полезного действия механизмов



1. *Полезная работа.*
2. *Полная работа.*
3. *Коэффициент полезного действия механизма.*

При вычислении действующих сил и выполненной работы при использовании рычага мы не учитывали собственный вес рычага. Также при использовании блока мы не учитывали трение между колесом и веревкой. В действительности такие условия невозможны на практике. Часть силы человека, направленная на веревку, перекинутую через блок, тратится на поднятие рычага или на преодоление силы трения между колесом и веревкой. Значит, не вся сила тратится на полезную работу.

На основе всего сказанного правильно будет ввести такие понятия, как полезная работа и полная работа при использовании простых механизмов.

Работа, выполняемая при поднятии определенного груза на необходимую высоту, называется полезной работой.

Сумма работы, выполненной при поднятии груза, и добавочной работы, выполненной для приведения в действие простых механизмов, называется полной работой.

Например, при использовании подвижного блока надо поднять и сам блок, и перекинутую через него веревку, а также выполнить добавочную работу для преодоления силы трения в оси блока и между веревкой и блоком.

Поэтому, полная работа, выполненная при помощи простых механизмов, всегда больше полезной работы. Но эта разница в различных механизмах бывает разной. Для того, чтобы обозначить эту разницу, вводится величина, называемая коэффициентом полезного действия.

Отношение полезной работы к полной работе называется коэффициентом полезного действия механизма. Сокращенное название коэффициента полезного действия – КПД, обозначается греческой буквой η (эта).

КПД определяется как: $\eta = \frac{A_{\text{Полез}}}{A_{\text{Полн}}}$

Здесь, $A_{\text{Полез}}$ – полезная работа, $A_{\text{Полн}}$ – полная работа.

Так как полезная работа всегда меньше полной работы, их отношения меньше 1 и записываются так:

$$A_{\text{Полез}} < A_{\text{Полн}}, \frac{A_{\text{Полез}}}{A_{\text{Полн}}} < 1$$

Обычно, коэффициент полезного действия выражается в процентах. Для этого вышеприведенную формулу запишем так:

$$\eta = \frac{A_{\text{Полез}}}{A_{\text{Полн}}} \cdot 100\%$$

Таким образом, когда мы говорим о коэффициенте полезного действия, то мы имеем ввиду каков процент использования предложенного механизма расходуется на полезную работу по отношению к полной работе.

Для того, чтобы было понятно, попробуем решить следующую задачу.



Указания к решению задачи

На короткое плечо рычага подвешен груз массой 100 кг. Для поднятия груза на длинное плечо рычага приложили силу 250 Н. Груз подняли на высоту $h_1 = 0,08$ м. В этот момент точка приложения снизилась на $h_2 = 0,4$ м. Найдите КПД рычага.

Дано:	Формула:	Решение:
$m = 100 \text{ кг}$	$\eta = \frac{A_{\text{Полез}}}{A_{\text{Полн}}} \cdot 100\%$	$P = 100 \text{ кг} \cdot 9,8 \text{ м/с}^2 = 1000 \text{ Н}$
$g = 9,8 \text{ м/с}^2$	Полная работа: $A_{\text{Полн}} = F \cdot h_2 + A_{\text{Полез}}$	$A_{\text{Полн}} = 250 \text{ Н} \cdot 0,4 = 100 \text{ Дж}$

$F = 250 \text{ Н}$	Полезная работа: $A_{\text{Полез}} = P \cdot h_1$	$A_{\text{Полез}} = 1000 \text{ Н} \cdot 0,08 \text{ м} = 80 \text{ Дж}$
$h_1 = 0,08 \text{ м}$	$P = mg$	$\eta = (80 \text{ Дж} / 100 \text{ Дж}) \cdot 100\% = 80\%$
$h_2 = 0,4 \text{ м}$		Ответ: $\eta = 80\%$
$\eta - ?$		

Это означает, что коэффициент полезного действия механизма равен 80 %? Т. е. при использовании простого механизма только 80 % от полной работы является полезной работой. А 20 % при этом затрачено на приведение в действие самого механизма и на преодоление различных сил трения. Такой вывод не противоречит «золотому правилу» механики, так как КПД любого механизма всегда меньше 100%. По этой причине люди всегда стремятся усовершенствовать сами механизмы и их работу, чтобы увеличить КПД. Самый простой путь для этого – уменьшение силы трения в осях механизмов и уменьшение их веса.

- Т?**
1. Какую работу называют полезной работой?
 2. Какую работу называют полной работой?
 3. Что такое коэффициент полезного действия механизма?
 4. Может ли КПД быть больше единицы? Ответ обоснуйте.



Упражнение 32

1. С помощью подвижного блока поднимают груз массой 200 кг, прикладывая силу 1200 Н. Чему равен КПД блока?
2. При помощи неподвижного блока подняли груз массой 120 кг. Найдите силу, затраченную на поднятие груза, если КПД блока 80 %.

§ 58. Определение коэффициента полезного действия наклонной плоскости

Лабораторная работа № 6

Цель работы: опытным путем доказать, что полезная работа, выполненная при использовании наклонной плоскости, меньше полной работы.

Приборы и материалы: брусок, штатив с муфтой и держателями, линейка, плоская дощечка.

Указания к выполнению работы:

1. Повторите по учебнику темы «Механическая работа» и «Коэффициент полезного действия механизмов».
2. Закрепите дощечку на штативе наклонно (рис. 197).
3. Измерьте высоту h и длину l наклонной плоскости.
4. Измерьте динамометром силу тяжести F бруска.
5. Прицепите деревянный кубик к динамометру и продвигайте его равномерно по наклонной плоскости вверх. Измерьте силу тяги F .
6. Вычислите работу, совершенную при подъеме деревянного кубика вертикально вверх на высоту h , то есть полезную работу ($A_{\text{полез}} = F \cdot h$).
7. Вычислите работу, совершенную при подъеме деревянного кубика на ту же высоту по наклонной плоскости, то есть полную работу ($A_{\text{полн}} = F \cdot l$).
8. Вычислите коэффициент полезного действия наклонной плоскости ($\eta = \frac{A_{\text{Полез}}}{A_{\text{Полн}}} \cdot 100\%$).
9. Начертите в тетрадах следующую таблицу, внесите в нее итоги измерений и вычислений:

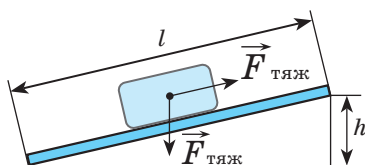
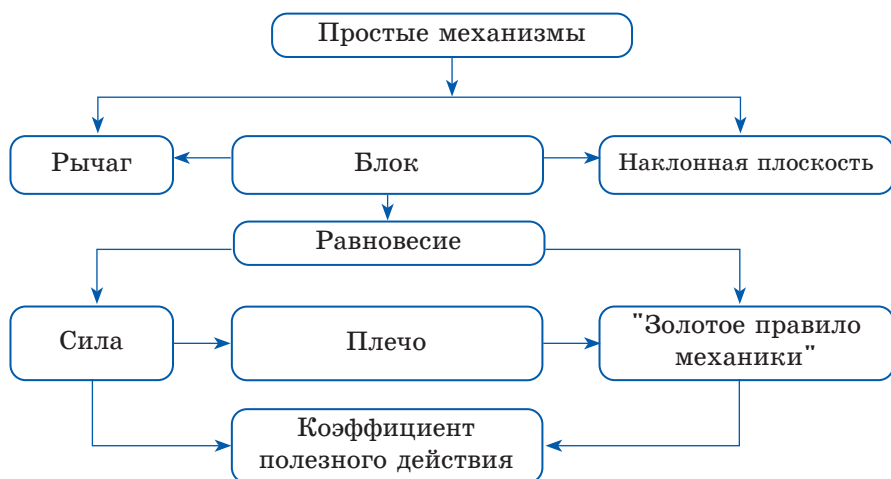


Рис. 197

Высота h , м	Сила тяжести F , Н	Полезная работа $A_{\text{П}} = F \cdot h$	Длина l , м	Сила тяги $F_{\text{тяги}}$, Н	Полная работа $A_{\text{Полн}} = F \cdot l$	КПД %

Основные понятия в VI главе и их взаимосвязь



Образцы тестовых заданий по VI главе

Вариант 1

- 1.1. Какие из данных терминов являются физическими величинами?
 - А) Простой механизм
 - Б) Рычаг
 - В) Блок
 - Г) Наклонная плоскость
 - Д) Сила
- 1.2. Кто из следующих ученых внес вклад в науку «Статика»?
 - А) Архимед
 - Б) Леонардо да Винчи
 - В) Стевин
 - Г) Курчатов
 - Д) Галилей
- 1.3. Какие из следующих терминов характерны для рычага?
 - А) Сила
 - Б) Ускорение

- В) Линейная скорость
- Г) Плечи сил
- Д) Электрический ток

1.4. Правое плечо рычага 12 см, левое плечо – 6 см. Какая сила должна действовать на левое плечо рычага для равновесия, если на правое плечо действует сила 2 Н?
 А) 9 Н Б) 4 Н В) 6 Н Г) 2 Н Д) 20 Н

1.5. В каком случае рычаг будет находиться в равновесии?
 А) $F_1 = F_2$ Г) $F_1 l_1 = F_2 l_2$
 Б) $l_1 = l_2$ Д) $F_1 l_1 < F_2 l_2$
 В) $F_1 l_1 > F_2 l_2$

1.6. Колесо, вращающееся вокруг какой-то оси и имеющее желоб для веревки, называется.
 А) динамометром Г) блоком
 Б) термометром Д) рычагом
 В) компасом

1.7. Сколько существует видов блоков?
 А) Один Б) Два В) Три Г) Четыре Д) Пять

1.8. В чем смысл «золотого правила» механики?
 А) Во сколько раз выигрываешь в силе, во столько раз выигрываешь в расстоянии.
 Б) Во сколько раз выигрываешь в силе, во столько раз проигрываешь в расстоянии.
 В) Выигрыш в силе не связан с расстоянием.
 Г) Если есть сила, то работа выполняется.
 Д) Если тело движется, то выполняется работа.

1.9. Какова формула коэффициента полезного действия?
 А) $\eta = \frac{N}{A}$ Г) $\eta = \frac{A_{\text{Полез}}}{A_{\text{Полн}}} \cdot 100\%$
 Б) $\eta = \frac{N}{t}$ Д) $\eta = F \cdot s$
 В) $\eta = \frac{A_{\text{Полез}}}{A_{\text{Полн}}}$

1.10. Каково соотношение полезной работы и полной работы?

А) $A_{\text{п}} > A_{\text{т}}$

Г) $A_{\text{п}} < A_{\text{т}}$

Б) $A_{\text{п}} : A_{\text{т}}$

Д) $A_{\text{п}} : A_{\text{т}}$

В) $A \cdot A_{\text{т}}$

Вариант 2

2.1. Какие из данных терминов являются физическими величинами?

А) Наклонная плоскость

Б) Момент силы

В) Блок

Г) Простой механизм

Д) Рычаг

2.2. Кто из следующих ученых определил условие равновесия рычага?

А) Архимед

Г) Курчатов

Б) Леонардо да Винчи

Д) Галилей

В) Стевин

2.3. Какие из следующих терминов характерны для сил, действующих на рычаг?

А) Линейная скорость

Г) Электрический ток

Б) Ускорение

Д) Точка опоры

В) Сила

2.4. Одно плечо рычага 12 см, второе – 60 см. Какая сила должна действовать на второе плечо рычага для равновесия, если на маленькое плечо повесили груз массой 50 кг?

А) 50 Н

Г) 300 Н

Б) 100 Н

Д) 400 Н

В) 200 Н

2.5. Используя простые механизмы, мы выигрываем в ...

- А) работе
- Б) силе
- В) КПД
- Г) мощности
- Д) расстоянию

2.6. За единицу момента силы принимают?

- А) $H \cdot m$
- Б) H/c
- В) H/m^2
- Г) H/kg
- Д) H/m

2.7. Согласно «золотому правилу» механики ...

- А) Используя рычаг, выигрываем в работе.
- Б) Используя рычаг, выигрываем в силе.
- В) Два конца рычага проходят одинаковое расстояние.
- Г) Используя рычаг во сколько раз выигрываем в силе, во столько раз проигрываем в расстоянии.
- Д) Используя простые механизмы, можно изменить направление действия силы и выигрываем в работе.

2.8. Коэффициент полезного действия всегда

- А) $\eta = 1$
- Б) $\eta < 1$
- В) $\eta > 1$
- Г) $\eta = 0$
- Д) $\eta < 0$

2.9. Коэффициент полезного действия означает.

- А) произведение полезной работы на полную работу
- Б) отношение полезной работы к полной работе
- В) отношение полной работы к полезной работе
- Г) произведение полной работы на полезную работу
- Д) сумма полезной работы и полной работы

2.10. Что такое статика?

- А) влияние силы на движение
- Б) раздел механики
- В) закон движения
- Г) машиностроение

1. Связь ключевых и предметных компетентностей

Уважаемые учащиеся, в результате семейного и школьного образования, вам необходимо стать личностью, у которой сформировалась информационная, социально-коммуникативная компетентности, а также компетентность в самостоятельном решении проблем, а также стать культурной личностью.

Чтобы сформировать информационную компетентность, вам необходимо уметь находить информацию, обрабатывать, запоминать, использовать ее для аргументированных решений. Для этого необходимо осваивать культуру работы с информацией, т. е. целенаправленно искать недостающую информацию, сопоставлять отдельные фрагменты, владеть навыками анализа и постановки научного предположения (гипотезы).

В процессе изучения физики у учащихся должны формироваться навыки усвоения системы физических знаний и умение ставить научные вопросы. Для этого необходимо:

- понимание изученных научных знаний, отличая их значимые признаки;
- соблюдение и определение ситуаций, которые требуют дальнейших исследований;
- выбор особо важной информации при поиске необходимой научной информации;
- необходимо определить методы и средства приобретения физических знаний.

Быть социально-коммуникативным – готовность соотносить свои устремления с интересами других людей и социальных групп, цивилизованно отстаивать свою точку зрения на основе признания разнообразия ценностей других людей; готовность получать в диалоге необходимую информацию, представлять ее в устной и письменной форме; дать возможность использовать ресурсы других людей и социальных институтов.

В процессе изучения физики для формирования социально-коммуникативной компетентности у учащихся должны формироваться навыки научного обоснования (объяснения) физических явлений, закономерностей. Для этого необходимо:

- понимание научного основания физических явлений, объяснение причины некоторых изменений в природе;
- применение знаний по физике в разных ситуациях;
- научно обоснованные объяснения другим, готовность доказать и создавать научные предположения.

Компетентность «Самоорганизация и разрешение проблем» – готовность обнаруживать противоречия в информации, учебной и жизненной ситуациях и разрешать их, используя разнообразные способы, самостоятельно или во взаимодействии с другими людьми, а также принимать решения о дальнейших действиях.

В процессе изучения физики для формирования данной компетентности у учащихся должны формироваться навыки применения научных доказательств в практике. Для этого необходимо:

- осуществлять интерпретацию информации, полученную при изучении научных фактов, явлений, величин, законов и делать выводы;
- объяснять другим заключения, основанные на научных фактах, гипотезах и доказательствах;
- давать оценку о положительных или отрицательных последствиях обществу и природе от применения достижений науки и технологий.

Вышеуказанные компетенции, сформированные в процессе обучения физике, являются предметными компетентностями.

Во 2–4 приложениях даны вопросы по трем компетентностям. Вы можете оценить свои предметные компетентности, если Вы ответили на 80–100 % вопросов, то можете поставить себе «отлично», если 60–80 %, то «хорошо», если 40–60 %, то «удовлетворительно».

2. Вопросы и задания по проверке и оценке сформированности информационной и метапредметной компетентностей

Глава I. Физика. Методы изучения физики

1. Чему учит физика?
2. Что такое природа?
3. Какие тела являются естественными и искусственными?
4. Что входит в живую и неживую природу?
5. Приведите примеры связи между природой и жизнью.
6. Какие есть виды и элементы физических знаний?
7. Какие есть виды физических явлений? Чем они отличаются?
8. Что такое физическая величина? Что означает единица измерения физической величины? Каков обобщенный план изучения физической величины?
9. Физические приборы. Способы измерения физических величин.
10. Что Вы понимаете под физическими законами?
11. Какие Вы знаете методы изучения физики?
12. Приведите примеры использования физических знаний на практике.

Глава II. Механика. Основы кинематики

13. Что мы называем механическим движением тела?
14. Что такое траектория движения?
15. Что мы называем перемещением тела и пройденным путем?
16. Что такое скорость тела? Какова единица измерения скорости?
17. Что такое равномерное и неравномерное движение?
18. Что мы называем средней скоростью?
19. Как изображать движение тела на графике?
20. Что такое ускорение и какова единица его измерения?
21. Что такое ускоренное и замедленное движение?
22. Что такое движение вращения? Какие величины его характеризуют?

23. Что такое колебательное движение? Какие величины характеризуют колебательное движение? Единицы измерения.

Глава III. Основы динамики

24. Как происходит взаимодействие тел?
25. Что такое сила? Единица силы.
26. Что такое инерция? Что такое инертность?
27. Что такое масса тела? Единицы массы.
28. Каковы правила измерения массы?
29. Что такое плотность вещества? Единицы измерения.
30. Какова связь между ускорением, силой и массой тела?
31. Почему тела притягиваются к Земле? Что такое свободное падение? Каково ускорение свободного падения?
32. В чем разница между силой тяжести и весом?
33. Что мы называем силой упругости?
34. Что такое динамометр, какова его структура и каков принцип его работы?
35. Как мы сложим две силы, направленные по одной прямой линии?
36. Что такое равнодействующая сил?
37. Что мы называем силой трения? Какие виды трения Вы знаете?
38. Что такое коэффициент трения?

Глава IV. Давление твердых тел, газов и жидкостей

39. Что такое давление? От чего зависит давление твердого тела?
40. Каковы способы увеличения или уменьшения давления твердых тел?
41. Какое давление газа и жидкости?
42. О чем указывает закон Паскаля?
43. Приведите примеры использования закона Паскаля в практике.
44. Каковы особенности работы тормоза и гидравлического пресса?
45. Что такое сообщающиеся сосуды? Что такое манометр?
46. Атмосферное давление.

47. Измерение атмосферного давления. Опыт Торричелли. Барометр. Барометр-анероид.
48. Архимедова сила.
49. Способы измерения Архимедова силы.
50. Каковы условия плавания тел?
51. Архимедова сила и воздушный шар.

Глава V. Работа, мощность и энергия

52. Механическая работа. Единицы измерения.
53. Мощность. Единицы мощности.
54. Определение работы при перемещении тела.
55. Энергия. Потенциальная и кинетическая энергия.
56. Превращение механической энергии из одного вида в другой. Закон сохранения энергии.
57. Использование энергии в быту.

Глава VI. Основы статики

58. Простые механизмы. Рычаг. Равновесие сил.
59. Применение рычагов в технике, практике и природе.
60. Блок. Виды блоков. Применение.
61. Равенство работ при использовании простых механизмов. «Золотое правило» механики.
62. Коэффициент полезного действия механизмов.
63. Определение коэффициента полезного действия наклонной плоскости.

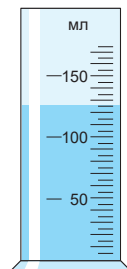
3. Вопросы и задания по проверке и оценке сформированности социально-коммуникативной компетентностей

Глава I. Физика. Способы изучения физики

1., происходящие в природе, называются природными явлениями.
а) тела; б) изменения; в) движения; г) предметы.
2. Физика состоит из нескольких разделов. Какой из этих разделов, присущих к разным наукам, относится к разделу физики?
а) материи; б) электрические и магнитные явления; в) стереометрия; г) грамматика.
3. Все предметы и вещи, свойства которых мы должны изучать, называются
а) физические тела; б) материя;
в) вещества; г) физические явления.
4. Все виды движения, которые мы можем видеть и наблюдать являются:
а) физические тела; б) механическое движение;
в) скорость; г) изменение.
5. Каким прибором измеряем время?
а) часы; б) вольтметр;
в) термометр; г) секундомер.
6. Что означает слово «милли» (м)?
а) 100 (или 10^2); б) 1 000 (или 10^3);
в) 0,1 (или 10^{-1}); г) 0,001 (или 10^{-3})
7. Что означает слово «Гекто» (Г)?
а) 100 (или 10^2); б) 1 000 000 (или 10^6);
в) 0,01 (или 10^{-2}); г) 0,001 (или 10^{-3}).
8. Что означает слово «Санتي» (с)?
а) 100 (или 10^2); б) 1 000 (или 10^3);
в) 0,01 (или 10^{-2}); г) 0,001 (или 10^{-3}).
9. Что означает слово «Кило» (к)?
а) 100 (или 10^2); б) 1 000 (или 10^3);
в) 0,01 (или 10^{-2}); г) 0,001 (или 10^{-3}).

10. Что означает слово «Деци» (д)?

- а) 100 (или 10^2); б) 0,1 (или 10^{-1});
в) 0,01 (или 10^{-2}); г) 0,001 (или 10^{-3}).



11. Насколько шкалы состоят из маленьких делений, настолько прибор

- а) маленький; б) дешевый; в) высокоточные измерения; г) низкоточные измерения.

12. Какова цена деления мензурки?

- а) 20 мл; б) 5 мл; в) 25 мл; г) 10 мл.

13. Измерение физической величины – это...

- а) нахождение максимального значения величины;
б) нахождение точности измерения;
в) нахождение предполагаемых единиц измерения;
г) сравнить его с заданной величиной.

14. Какое из следующих понятий обозначает физическую величину?

- а) длина; б) жидкость; в) килограмм; г) теплота.

15. Все, из чего состоят физические тела, называется

- а) материя; б) жидкость; в) вещество; г) соединения.

Глава II. Механика. Основы кинематики

16. Что мы называем механическим движением?

- а) длина траектории, которую прошло тело;
б) изменение положения тела относительно других тел;
в) линия, по которой движется тело.

17. Как называется длина линии, которую описывает тело за определенный промежуток времени?

- а) пройденный путь;
б) траектория;
в) механическое движение.

18. От дома до школы расстояние 900 м. Этот путь ученик прошёл за 15 мин. С какой средней скоростью шёл ученик?

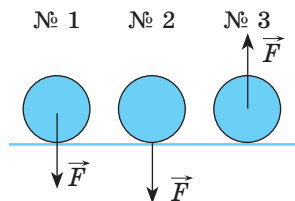
- а) 60 м/с; б) 1 м/с; в) 15 м/с; г) 10 м/с.

19. Сила трения зависит от
- а) соприкасаемых поверхностей;
 - б) площади соприкасающихся поверхностей и сил;
 - в) скорости тел;
 - г) сил, действующих на соприкасаемые поверхности.
20. ... называется силой упругости .
- а) влияние одного тела на деформацию другого;
 - б) сила, которая заставляет тела принимать первоначальную форму;
 - в) сила, которая действует на пружину;
 - г) сила, действующая на опору или подвес под действием силы тяжести.
21. Весом мы называем
- а) силу, действующую на опору или подвес под действием силы тяжести;
 - б) сила, которая приводит к первоначальному состоянию деформированное тело;
 - в) сила, действующая на пружину;
 - г) сила притяжения тела к Земле.
22. Космические ракеты, предназначенные для полетов на другие планеты, должны иметь скорость относительно Земли 41760 км/ч. Выразите эту скорость в м/с.
- а) 200 м/с; б) 11 600 м/с; в) 15 м/с; г) 8 900 м/с.
23. Сидя в автобусе, пассажир отмечал время прохождения автобуса между придорожными столбами, установленными через каждый километр дороги. Оказалось, что первый километр он проехал за 70 с, второй — за 80 с и третий — за 50 с. Вычислите среднюю скорость автобуса.
- а) 5 м/с; б) 18 м/с; в) 7,5 м/с; г) 15 м/с.
24. $72 \text{ км/час} = 20 \text{ м/с}$. Это правильно?
- а) правильно; б) неправильно; в) не могу ответить.
25. $2 \text{ м/с} = 7,2 \text{ км/с}$. Это правильно?
- а) правильно; б) неправильно; в) не могу ответить.
26. Переведите 69 км/час в м/час.
- а) 19,2 м/час; б) 69 000 м/час;
 - в) 7,5 м/час; г) 15 м/час.

27. Переведите 3 000 м/мин в м/с.
а) 20 м/с; б) 15 м/с; в) 70 м/с; г) 50 м/с.
28. Переведите 7 200 км/час в м/с.
а) 30 м/с; б) 25 м/с; в) 2 000 м/с; г) 36 м/с.
29. Велосипедист за 20 мин. проехал 6 км. Вычислите скорость велосипедиста?
а) 30 м/с; б) 25 м/с; в) 2 000 м/с; г) 36 м/с.

Глава III. Основы динамики

30. На каком из рисунков буквой F изображена сила тяжести, действующая на тело?
а) № 1; б) № 2; в) № 3; г) на всех.
31. Какое свойство тела называют инертностью?
а) Изменение его скорости при взаимодействии с другими телами;
б) сохранение скорости, если нет взаимодействия с другими телами;
в) интенсивность изменения скорости тела при его взаимодействии с разными телами;
г) среди ответов нет верного.
32. Какая физическая величина введена для характеристики инертности тела?
а) время движения;
б) пройденный после взаимодействия путь;
в) скорость движения;
г) масса.
33. Основная единица массы в СИ — это...
а) грамм (г); б) килограмм (кг);
в) тонна (т); г) миллиграмм (мг).
34. Плотность бетона 2200 кг/м³ означает что...
а) 2200 кг бетона имеют объём 2200 м³;
б) 2200 кг бетона имеют объём 1 м³;
в) 1 кг бетона имеет объём 2200 м³;
г) 2 200 м³ бетона имеют массу равную 1 кг.



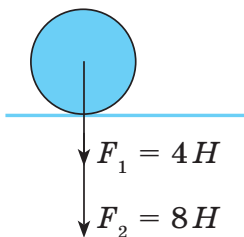
35. Масса коробки конфет равна 600 г. Какова её масса в килограммах?
а) 0,06 кг; б) $6 \cdot 10^{-2}$ кг; в) 6 кг; г) 0,6 кг.
36. Сколько рейсов должен совершить самосвал грузоподъёмностью 5 тонн, чтобы перевезти 100 м^3 . Плотность гранита 2600 кг/м^3 .
а) 50 рейс; б) 52 рейс; в) 26 рейс; г) 62 рейс.
37. При столкновении двух тележек массами 2 кг и 4 кг, первая получила ускорение, равное 1 м/с^2 . Определите модуль ускорения второй тележки.
а) $0,5 \text{ м/с}^2$; б) 2 м/с^2 ; в) $1,5 \text{ м/с}^2$; г) 3 м/с^2 .
38. Определите силу, при которой тело массой 2 кг движется с ускорением $0,5 \text{ м/с}^2$.
а) 2 Н; б) 1 Н; в) 0,5 Н; г) 2,5 Н.
39. Два человека тянут веревку в противоположные стороны с силой 50 Н каждый. Разорвется ли веревка если она выдерживает натяжение 60 Н?
а) Да, разорвется. б) Нет, не разорвется.
40. На сколько изменится масса и вес человека если он выпьет воды вместимостью 0,2 л?
а) масса на 2 кг, вес на 19,6 Н;
б) масса на 20 кг, вес на 1,96 Н;
в) масса на 0,2 кг, вес на 19,6 Н;
г) масса на 0,2 кг, вес на 1,96 Н.
41. Какую силу мы называем весом тела?
а) силу, действующую на опору или подвес под действием земного тяготения;
б) сила, деформирующая тело;
в) силу тяготения тела к Земле;
г) сила взаимодействия тел.
42. Найдите равнодействующую сил $F_1 = 4 \text{ Н}$ и $F_2 = 8 \text{ Н}$.
а) 4 Н; б) 8 Н; в) 12 Н; г) -4 Н.
43. На скользкие участки тротуара посыпали песок. В этом случае сила трения между обувью и льдом ...
а) не изменится; б) уменьшится; в) повысится; г) исчезнет.

44. Чему примерно равна масса тела, если его вес 800 ньютонов?

- а) 8000 кг; б) 80 кг; в) 8 кг; г) 800 кг.

45. Каково направление силы трения?

- а) в любую сторону;
б) по направлению движения;
в) в обратную сторону направления движения;
г) нет направления.



Глава IV. Давление твердых тел, газов и жидкостей

46. Книга лежит на столе. Масса книги равна 0,8 кг. Площадь ее соприкосновения со столом 0,08 м². Определите давление книги на стол.

- а) 75 Па; б) 7,5 Па; в) 0,13 Па; г) 0,048 Па.

47. Давление воды на дно озера 4 кПа. Сколько это в Паскалях?

- а) 4 Па; б) 40 Па; в) 400 Па; г) 4000 Па.

48. Каким прибором измеряют атмосферное давление?

- а) тонометр; б) барометр-анероид; в) обоими.

49. Как изменяется сила Архимеда, если объем тела увеличится в 2 раза?

- а) Увеличится в 2 раза;
б) уменьшится в 2 раза;
в) не изменится.

Глава V. Работа, мощность и энергия

50. Вертолет массой 6 т равномерно поднимается на высоту 100 м. Какую работу при этом совершает двигатель вертолета.

- а) 6 МДж; б) 60 кДж; в) 16,6 Дж; г) 60 000 Н.

51. Мужчина пытался переместить тяжелый шкаф и потратил много сил. Совершил ли он работу?

- а) да;
б) нет;
в) частично совершил работу;
г) попытался совершить работу.

52. Определите неправильную формулу?
а) $A = FS$; б) $A = Nt$; в) $E = mgh$; г) $E = mv^2$
53. Самолет летит на некоторой высоте над поверхностью Земли. В этом случае он обладает... .
а) кинетической энергией
б) потенциальной энергией
в) кинетической и потенциальной энергией
г) энергией не обладает
54. Какую мощность развивает двигатель совершая работу 54 кдж за 3 минуты?
а) 0,3 Вт; б) 18 Вт; в) 300 Вт; г) 1800 Вт.

Глава VI. Основы статики

55. На левое плечо рычага действует сила 20 Н, его длина 10 см. Какая сила действует на правое плечо при равновесии рычага, если его длина 40 см?
а) 0,5 Н; б) 5 Н; в) 50 Н; г) 80 Н.

4. Вопросы и задания по проверке и оценке сформированности компетенции самоорганизации и разрешении проблем

1. Стоящий в автобусе пассажир непроизвольно отклонился назад. Чем это вызвано?
а) автобус повернул;
б) автобус уменьшил скорость;
в) автобус увеличил скорость.
2. Железный и алюминиевый стержни имеют одинаковые площади поперечного сечения и массы. Какой из стержней длиннее? (плотность железа $7,8 \text{ г/см}^3$, а алюминия $- 2,6 \text{ г/см}^3$).
а) длины обоих стержней одинаковы;
б) длина железного стержня длиннее;
в) длина алюминиевого стержня длиннее.
3. Железный брусок в воде тонет, а деревянный брусок этого же объема плавает, частично погрузившись в воду. На какой брусок действует большая выталкивающая сила и почему?

- а) на железный брусок;
 б) на деревянный брусок;
 в) на обоих одинаково.
4. Гусеничный трактор площадью гусениц 5 м^2 оказывает на грунт давление в 20 кПа . Найдите вес трактора.
 а) 1000 Н ; б) 100000 Н ; в) 100 Н .
5. Гусеничный трактор весом $60\,000 \text{ Н}$ имеет опорную площадь обеих гусениц 3 м^2 . Определите давление трактора на грунт.
 а) 2000 Па ; б) 6000 Па ;
 в) $180\,000 \text{ Па}$; г) $20\,000 \text{ Па}$.
6. Вместимость цистерна 60 м^3 . Сколько тонн бензина можно в неё налить (плотность бензина 700 кг/м^3).
 а) 22 т ; б) 32 т ; в) 42 т ; г) 52 т .
7. Если на тело, погруженное в жидкость действует сила тяжести, то тело может плавать на поверхности жидкости.
 а) меньше Архимедовой силы;
 б) больше Архимедовой силы;
 в) равна Архимедовой силе.
8. В емкость помещается 1 кг воды. Поместится ли в ту же емкость 1 кг керосина?
 а) будет до краев;
 б) поместится и еще останется место;
 в) не поместится.
9. Лодка, в которой находится мальчик вытолкнула воду объемом $0,1 \text{ м}^3$. Плотность воды $1\,000 \text{ кг/м}^3$, а $g = 10 \text{ м/с}^2$. Тогда вес мальчика с лодкой будет ... Н .
 а) 1000 Н ; б) 100 Н ; в) 10 Н ; г) 1 Н .
10. Объем куска железа $0,001 \text{ м}^3$. Чтобы удержать его в воде, нужна сила в?
 а) $9,8 \text{ Н}$; б) 10 Н ; в) 100 Н ; г) 200 Н
11. Масса банки с краской равна $m = 10 \text{ кг}$. Её поднимают на 5-й этаж дома, у которого расстояние между этажами равно $3,5 \text{ м}$. Какую при этом совершают работу.
 а) 350 Дж ; б) 400 Дж ; в) 350 Дж ; г) 15 Дж .

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.	3
Глава I. Физика. Способы изучения физики	5
§ 1. Физика, природа и жизнь. Что изучает физика?	6
§ 2. Физические знания и его виды.	9
§ 3. Физические явления.	14
§ 4. Методы изучения физики	17
§ 5. Физические величины. Измерение физических величин	22
§ 6. Физические приборы. Измерение физических величин	27
§ 7. Применение физических знаний на практике	33
§ 8. Определение объема предметов правильной и неправильной формы. Лабораторная работа 1.	36
Глава II. Механика. Основы кинематики	40
§ 9. Механическое движение	41
§ 10. Пройденный путь движущегося тела и его перемещение	45
§ 11. Скорость движения. Единицы скорости	51
§ 12. Равномерное и неравномерное движение.	54
§ 13. Средняя скорость	57
§ 14. Способы изображения движения на графике. . Система отсчета	61
§ 15. Ускорение. Единица ускорения	65
§ 16. Ускоренное и замедленное движение	68
§ 17. Движение тела по окружности. Величины, характеризующие движение по окружности	73
§ 18. Колебательное движение	76
Образцы тестовых заданий по II главе	85
Глава III. Основы динамики	88
§ 19. Взаимодействие тел. Сила. Единица силы	88
§ 20. Инерция и инертность. Первый закон Ньютона	93
§ 21. Масса тела.	98
§ 22. Измерение массы тела при помощи весов	102
§ 23. Плотность вещества	105
§ 24. Определение плотности вещества. Лабораторная работа № 2	110
§ 25. Взаимосвязь ускорения, силы и массы тела. Второй закон Ньютона	111

§ 26. Притяжение тел к земле. Всемирное тяготение. Свободное падение. Ускорение свободного падения. . . .	116
§ 27. Сила тяжести и вес.	122
§ 28. Сила упругости	126
§ 29. Измерение силы. Динамометр	130
§ 30. Градуирование пружинного динамометра. Измерение силы. Лабораторная работа № 3.	132
§ 31. Действие и противодействие. Третий закон Ньютона. Сложение двух сил, направленных по одной прямой. Равнодействующая сила	134
§ 32. Сила трения. Виды трения. Коэффициент трения	137
§ 33. Определение коэффициента трения различных тел. Лабораторная работа № 4	142
Образцы тестовых заданий по III главе	146

Глава IV. Давление твердых тел, газов и жидкостей. 150

§ 34. Давление твердых тел.	150
§ 35. Способы увеличения и уменьшения давления твердых тел.	156
§ 36. Давление в газах и жидкостях.	159
§ 37. Закон Паскаля.	164
§ 38. Применение закона Паскаля в жизни. Гидравлический пресс и гидравлический тормоз	167
§ 39. Сообщающиеся сосуды	170
§ 40. Атмосферное давление	173
§ 41. Опыт Торричелли по измерению атмосферного давления. Барометр	176
§ 42. Архимедова сила	183
§ 43. Способ вычисления Архимедовой силы.	185
§ 44. Условия плавания тел в жидкостях	189
§ 45. Архимедова сила и воздушные шары	191
Образцы тестовых заданий по IV главе	194

Глава V. Работа, мощность и энергия 199

§ 46. Механическая работа. Единица работы	199
§ 47. Мощность. Единица мощности.	203
§ 48. Определение работы и мощности, совершенной при перемещении тела. Лабораторная работа № 5	206
§ 49. Механическая энергия. Потенциальная и кинетическая энергия.	208

§ 50. Превращение одного вида механической энергии в другой. Закон сохранения энергии.	215
§ 51. Использование энергии в быту.	220
Примеры тестовых заданий по V главе	225
Глава VI. Основы статики	229
§ 52. Простые механизмы. Рычаг.	230
§ 53. Равновесие сил на рычаге. Момент силы.	234
§ 54. Рычаги в быту, технике и природе	239
§ 55. Блок. Виды блоков. Применение	243
§ 56. Равенство работ при использовании простых механизмов. «Золотое правило» механики	245
§ 57. Коэффициент полезного действия механизмов.	248
§ 58. Определение коэффициента полезного действия наклонной плоскости. Лабораторная работа № 6	251
Образцы тестовых заданий по VI главе	252
1. Связь ключевых и предметных компетентностей	256
2. Вопросы и задания по проверке и оценке сформированности информационной и метапредметной компетентностей.	258
3. Вопросы и задания по проверке и оценке сформированности социально-коммуникативной компетентностей.	261
4. Вопросы и задания по проверке и оценке сформированности компетенции самоорганизации и разрешении проблем.	267

Учебное издание

**Мамбетакунов Эсенбек
Мурзаibraимова Бибисара Бекмаматовна**

ФИЗИКА

7 класс

Учебник для общеобразовательных школ

Перевод с кыргызского языка
на русский Мамбетакунова У. Э.

Дизайнер обложки: *К. Эшенкулов*
Технический редактор: *Н. Женалиева*
Корректор: *Г. Абдрахманова*
Компьютерная верстка: *Г. Мураталиева*

Подписано к печати 19.08.2023 г.
Формат 60×90 ¹/₁₆. Офсетная бумага 80 гр.
Гарнитура SchoolBook.
Офсетная печать. Объем 17,0 п.л.
Тираж 47 750. Заказ № 376.

Отпечатано в типографии ОАО «Учкун».
720031, г. Бишкек, ул. С. Ибраимова, 24.