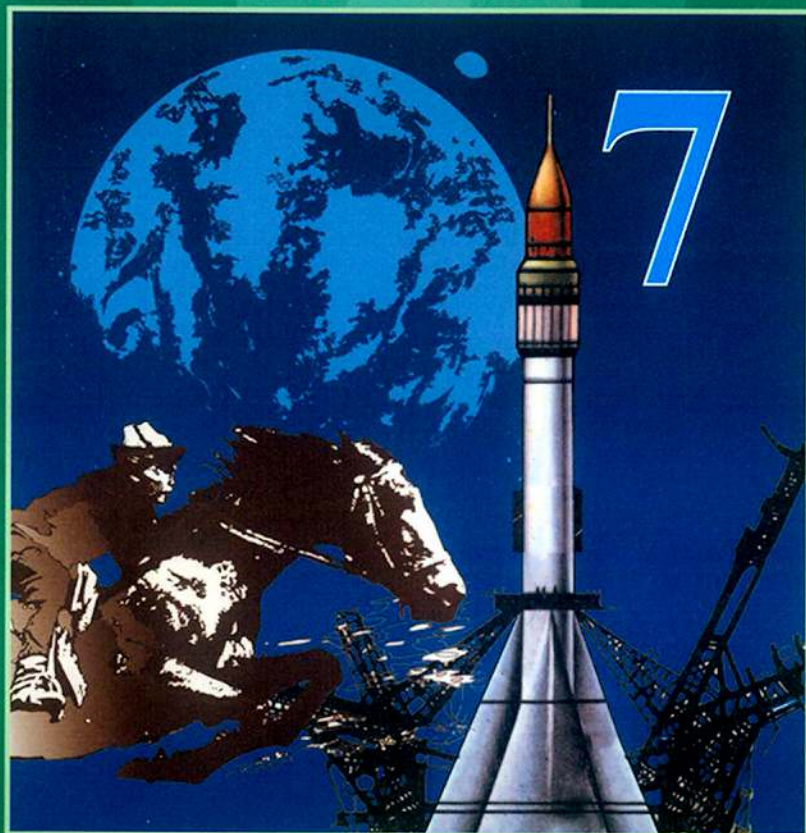




PDF Compressor Free Version

Э. М. Мамбетакунов



ФИЗИКА

Государственный Герб Кыргызской Республики



Государственный Флаг Кыргызской Республики



PDF Compressor Free Version
Государственный Гидрометеорологический институт
Кыргызской Республики

*Слова: Ж. Садыков, Ш. Кулуев
Муз.: Н. Давлесов, К. Молдобасанов*

Ак мөңгүлүү аска-зоолор, талаалар,
Элибиздин жаны менен барабар.
Сансыз кылым Ала-Тоосун мекендеп,
Сактап келди биздин ата-бабалар.

Припев: Алгалай бер, кыргыз эл,
Азаттыктын жолунда.
Өркүндөй бер, өсө бер,
Өз тагдырын колунда.

Байыртадан бүткөн мүнөз элиме,
Досторуна даяр дилин берүүгө.
Бул ынтымак эл бирдигин ширетип,
Бейкуттукту берет кыргыз жерине.

Припев:

Аткарылып элдин үмүт-тилеги,
Желбиреди эркиндиктин желеги.
Бизге жеткен ата салтын, мурасын,
Ыйык сактап, урпактарга берели.

Припев:

Э. Мамбетакунов

ФИЗИКА

учебник для 7 класса средней школы

*Рекомендовано
Министерством образования и науки
Кыргызской Республики*



Бишкек – 2009

УДК 373.167.1
ББК 22.3 я 721
М 22

PDF Compressor Free Version

УКАЗАНИЯ К РАБОТЕ С УЧЕБНИКОМ



Настоящий учебник издан Министерством образования и науки Кыргызской Республики в рамках проекта «Сельское образование» при финансовой поддержке Всемирного Банка.



Уважаемые ученики!

Этот учебник по физике предназначен для вас. Обратите внимание на мои слова, с которыми я к вам обращаюсь.

Вы изучали в 5 классе предмет «Естествознание», в 6 классе – «Ботанику», «Физическую географию». Из них вы усвоили такие понятия, как «природа», «природные явления», «Земля», «Солнце», «Луна», «звезды» и многое другое. Значит, вы овладели начальными знаниями о природе.

С началом нового учебного года вы начнете изучать основы науки физики. Физика входит в ряд предметов, изучающих природу. Природу также изучают такие науки, как биология, химия, астрономия, география.

В школах Кыргызской Республики физику начинают проходить в 7 и заканчивают в 11 классе. В эти годы предмет физики будет изучаться в двух концентриках. Первый концентр – это 7–9 классы, второй – 10–11 классы.

Разделы курса физики, элементы физических знаний, виды физических понятий даны во введении учебника. Требования, предъявляемые к усвоению понятий, законов, проведению опытов или общие планы овладения этими знаниями в 7 классе и о других сведениях широко пойдет речь во введении учебника. С помощью учителя вы должны хорошо усвоить их и использовать в процессе изучения всего курса физики. Они должны стать вашей путеводной звездой в познании физического мира.

Затем вы должны ознакомиться с условными знаками, данными на второй странице, и научиться различать и использовать их. В этом деле тоже вашим первым советником должен стать ваш учитель.






В следующих разделах учебника дается содержание материалов, которые вы будете изучать в течение учебного года. Они даны в виде текстов, формул и рисунков. При чтении текста старайтесь вникнуть в его логическую суть. Определяйте связи между отдельными абзацами. Смысл текстов старайтесь закрепить формулами и связывайте с данными рисунков. Это поможет сделать ваши представления абстрактными и, наоборот, представить наглядно ваши знания.

В книге даются схематичные рисунки некоторых физических опытов. Изучайте их внимательно, запоминайте применяемые в опытах средства и механизмы их действия. Затем вы, под руководством учителя, будете проводить эти опыты самостоятельно.

Мамбетакунов Э.

М 22 **Физика:** учебник для 7 кл. ср. шк. – Бишкек: Билим-компьютер, 2009.
– 176 стр., ил.
ISBN 978–9967–426–95–5

Условные знаки:

-  – правила
-  – основные формулы
-  – вопросы для самопроверки
-  – упражнения, задачи
-  – материалы для дополнительного чтения

М 4306021200–09

УДК 373.167.1
ББК 22.3 я721

ISBN 978–9967–426–95–5

© Мамбетакунов Э., 2009
© Билим-компьютер, 2009
© МОиН КР, 2009

В конце каждого параграфа даются вопросы для проверки ваших знаний. Читайте каждый вопрос, вникайте в смысл и находите соответствующий раздел учебника, чтобы ответить, запоминайте сказанное учителем по этой теме. Находите ответы на вопросы и старайтесь четко и кратко отвечать на них. Находите связь между содержанием вопросов и вашим ответом на них. Не забывайте, что только в этом случае ваши знания будут полными и глубокими.

После параграфов и некоторых разделов в учебнике даются группы специальных упражнений и заданий. Существуют определенные правила для выполнения заданий. Их вам объяснит ваш учитель. Некоторые образцы выполнения заданий также даются в учебнике. Внимательно изучите и усвойте их. Только тогда вы поймете значение физических знаний в жизни. Выполните тестовые задания по проверке полученных знаний. Ознакомьтесь с путями оценки ваших знаний.

Уважаемые ученики!

Всегда помните народную мудрость: «Книга – источник знаний, знание – путеводитель по жизни», учитесь культуре работы с учебником. Конечно, сегодня, в век широкого развития информационных технологий много источников информации. Но помните, что не всякая полученная информация может стать человеческим знанием. Систематические основы знаний могут дать только книги. Поэтому любите и берегите книгу. Учитесь пользоваться учебником.

Обращение к учителям!

Этот учебник физики мы постарались разработать в соответствии с требованиями, предъявляемыми к учебникам новых поколений. Это такие основные показатели, как: учет этнопедагогических и этнопсихологических требований в условиях присутствия разных культур; в минимальном виде удовлетворить права учащегося в процессе учебы; отказ от политизации учебных материалов; не противопоставлять науку и религию, а показывать их общность и различия в объяснении природных и общественных явлений; формировать способности применять различные методы для объяснения природных явлений и закономерностей и умения анализировать их; иметь представление о содержании природных явлений, образно представлять полученные в процессе учебы знания; предлагаются материалы, способствующие формированию и развитию у учащихся способностей к познавательному труду; использование дополнительных метапредметных материалов о физических знаниях, их элементах и требованиях к овладению этими знаниями; предлагаются критерии самостоятельной оценки учащимися своих знаний и др.

В процессе работы над учебником использовались итоги сорокалетнего учительского и научно-педагогического опыта. Их можно вкратце описать так.

1. Широкое применение иллюстративного материала (рисунки, опыты, схемы и т.д.) сообразно особенностям детского восприятия.
 2. Упор на овладение методами познания сообразно особенностям изучения физических явлений.
 3. Обеспечение доступности учебного материала без снижения научного уровня.
 4. Подача материала в форме вопросов-ответов и диалогов.
 5. Уточнение структурных элементов физических знаний, использование плана по их изучению.
 6. Предлагаются специальные упражнения обучающего характера.
 7. Показ на простых примерах использования в повседневной жизни физических явлений и законов.
 8. Наряду с использованием принципа историзма все больше уделять внимания гуманизации содержания учебных материалов.
 9. В целях создания условий для самооценки учащимися своих знаний предлагаются простые критерии оценки.
 10. Обеспечение принципа укрупнения дидактических единиц знаний.
 11. Упор на обучение школьников рациональным способам получения знаний.
 12. Составление опорных знаков и сигналов и обучение школьников их использованию.
 13. Использование приемов характеристик и описаний физических явлений, которые веками использовал кыргызский народ.
 14. Вместе с использованием этнопедагогических и этнопсихологических достижений и особенностей в обучении старались создавать условия для более легкого восприятия учащимися учебного материала.
- Конечно, все сказанное может осуществиться только в случае понимания между автором и учителями, единства и двусторонних связей между ними. Жду от вас содержательных отзывов и советов.

С глубоким уважением автор

§ 1. Физика, природа и жизнь

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

Все, что окружает человека: животный и растительный мир, вода, воздух, горы и скалы, Земля и Луна, Солнце и планеты, далекие звезды – все это называется природой. И человек тоже является неотъемлемой частью этой природы.

Жизнь – это ежедневное существование народа. Уровень жизни человека напрямую зависит от отношения его к природе, его разумной деятельности.

Термин «физика» впервые встречается в трудах древнегреческого мыслителя Аристотеля (384–322 годы до нашей эры). В Центральной Азии научные сведения о природе описываются в трудах таких ученых и мыслителей древности, как аль-Хорезми (787–850), аль-Фараби (870–950), аль-Фергани (IX век), Бируни (973–1050), ибн-Сина (980–1037), Жусуп Баласагын (IX век), Улугбек (1394–1449) и других. А в русском языке впервые употребил М. В. Ломоносов (1711–1765) в своем переводе книги с немецкого языка.

Вместе с изучением природных явлений человечество всегда стремилось использовать их для своих нужд, для улучшения своей жизни. Поэтому люди всегда обращали внимание на происходящие изменения природы. Они наблюдали и старались всегда раскрыть тайны природы.

Изменения, происходящие в природе, называются природными явлениями.

В курсе физики изучаются механические, тепловые, электрические, магнитные и световые явления.

К механическим явлениям относятся видимые и наблюдаемые глазом человека явления. Например, все движения, начиная от движения насекомых до движения космических тел, таких, как Земля, Луна, Солнце, тоже относятся к механическим явлениям.

К тепловым явлениям можно отнести нагревание и охлаждение, замерзание и таяние, возникновение пара, дуновение ветра и другие.

Примерами электрических явлений могут служить получение электрического тока, применение электричества в домашних условиях, на производстве, в сельском хозяйстве, возникновение молний и шум грома.

В качестве примера магнитных явлений можно привести притяжение намагниченных металлов к себе, определение полюсов Земли с помощью компаса, работу механизмов, вырабатывающих электрический ток.

Световые явления объясняются строением светового луча, распространением света, возникновением тени, наличием в природе разных цветов.

Описанные выше явления ежедневно встречаются в жизни человека и не вызывают у нас удивления. Мы часто не обращаем на них внимания и не пытаемся проникнуть в суть этих явлений. Но если призадуматься и задать себе вопросы, то сразу становится ясно, что мы не знаем суть всех этих явлений.

Приведем пример: Почему камень, брошенный вверх, падает на землю? Почему ложка в стакане с горячим чаем нагревается? Почему без огня электрическая лампочка дает свет? Какая разница между водой, паром и льдом? Почему железо в комнате на ощупь холодное, а находящееся тут же дерево теплое? На чем основана работа радио, телевизора, телефона, компьютера? Вот для того, чтобы ответить на такие вопросы, мы и должны изучать физику.

Физика и техника развиваются совместно с древнейших времен. Возникновение техники основано на науке физике. Законы физики используются, начиная от использования простых ножниц и до полета на космические объекты.

- ?
1. Что означает слово «физика»?
 2. Как вы понимаете слово «природа»?
 3. Есть ли влияние природы на жизнь человека?
 4. Кто ввел в науку термин «физика»?
 5. Изучали ли природу восточные ученые? Назовите их.
 6. Кто такой М. В. Ломоносов? Что вы знаете о нем?
 7. Что такое природное явление?
 8. Какие вы знаете виды физических явлений? Приведите примеры.
 9. Приведите примеры связи физики и техники.

§ 2. Физические знания и указания к их изучению

Для чего надо изучать физику?

Во-первых, физика – основа современной техники. Во-вторых, физика – это ключ к познанию природных явлений и закономерностей. В-третьих, физика помогает узнать свойства веществ. В-четвертых, физика объясняет тайны всей Вселенной. В-пятых, она формирует природное и научное мировоззрение человека.

В учебнике физики даны учебные материалы. В процессе чтения учебника школьник получает знания по физике. Эти знания каждый человек может применить в повседневной жизни, в технике, в производстве, строительстве, транспорте, земледелии и даже в животноводстве. Итак, что же это такое – физические знания? Какие есть их виды? Как надо их изучать? Остановимся на этом.

Правильное понимание человеком природных явлений является физическим знанием.

Разделы курса физики, изучаемой в школе, делятся в зависимости от видов физических явлений. Например, механика, молекулярная физика, электромагнетизм, оптика, атомная физика. Если основы этих явлений изучаются в разделах курса 7–9 классов, то в 10–11 классах они изучаются более углубленно.

Для того, чтобы овладеть знаниями по физике, важно знать виды этих знаний и существующие связи между ними, так как есть закономерности изучения учебных материалов. Эти закономерности связаны с восприятием человека, его памятью, мышлением, способностью делать выводы, и, в конечном счете, со способностью понимать изученное.

На основе научно-логического анализа содержания курса физики можно отметить, что система физических знаний состоит из их следующих элементов (рис. 1).

Представленное на рисунке 1 содержание элементов физических знаний очень сложное. Вы можете его полностью понять с помощью учителя и в процессе изучения данного учебника.

Какой бы вы предмет ни изучали, в каждом из них есть свои понятия. Например, в математике это число, арифметические действия (сложение, вычитание, умножение, деление) и другие; в русском языке – это слово, предложение, существительное, глагол и другие; в географии – рельеф, ландшафт, материк и другие.

Содержание курса физики тоже имеет свои, присущие только ей понятия. Они даны на рисунке 2.

Остановимся на характеристике некоторых понятий и требованиях к их изучению, показанных на рисунке 2.

В физике основным является понятие о материи.

Все, что существует независимо от нашего сознания, называется **материей** (животные, воздух, вода, растения, Луна, Солнце и т. д.). Понятие материи похоже на упомянутое ранее понятие природы. Но в процессе изучения физики в 7 классе мы будем рассматривать материю как физические тела.

Физические тела – это все предметы и вещи, свойства которых мы должны изучать, другими словами, это модели материи, существующие в сознании человека. Например, автомобиль, поезд, компьютер, кнопка, капля, ложка, колыбель и др. Но все это обобщенно мы называем **физическими телами**.

Все, из чего состоят физические тела, называется **веществом**.

Например, вода – это вещество, капля воды – тело, железо – вещество, железный гвоздь – тело. Многие тела состоят не из одного, а из множества веществ. Например, вспомните строение велосипеда.



Рис. 1.

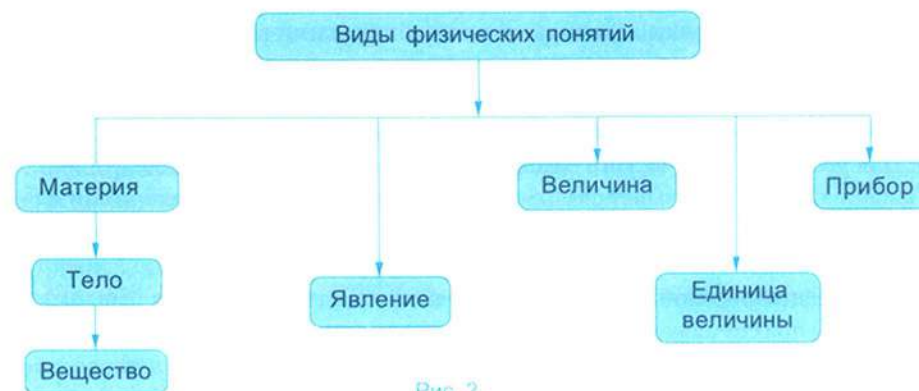


Рис. 2.

Следующее одно из основных понятий – это *физическое явление*. Все изменения, происходящие в природе, называются явлениями. В курсе физики изучаются механические, тепловые, электрические, световые явления.

Все изменения, связанные с движением тел, называются **механическими явлениями**.

Например, изменения положения тела под воздействием другого тела, колебание шара на нитке при толчке, падение предмета, выпущенного из рук, и др.

На какие вопросы надо ответить для того, чтобы изучить физические явления, другими словами, что для этого надо знать:

1. Каковы внешние признаки изучаемых явлений?
2. При каких условиях происходит явление?
3. Каково определение понятия явления?
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.

Эти требования учитываются при изучении всех физических явлений. Для полного понимания данного явления необходимо найти ответы на все вышеуказанные вопросы. Ответы на эти вопросы можно найти в тексте учебника, в объяснениях учителя, из фактов природы, наблюдаемых зрительно, услышанных слухом, влияющих на наше тело.

Физические явления или свойства тела количественно выражаются **физическими величинами**. Для её усвоения необходимы следующие требования:

1. Заданная величина характеризует какое физическое явление или свойство тела?
2. Определение величины, обозначение.
3. Формула связывающая заданную величину с другими величинами.
4. Единица величины.
5. Способы измерения величины.

Взаимосвязь между физическими явлениями и величинами выразится в виде **закона**. Для усвоения физического закона необходимо знать следующее:

1. Заданный закон показывает связь между какими физическими явлениями или величинами?
2. Правило и математическое выражение закона.
3. Опыты подтверждающие правильность закона.
4. Примеры практического применения законов.

Самые эффективные способы изучения физических знаний – это *наблюдение* над природой и проведение *опытов*.

Наблюдение – это внимательное восприятие окружающих предметов, происходящих событий и изменений, анализ их особенностей.

Например, придание значения происходящим событиям, удивление и старание понять их причины. Например, почему Солнце встает ежедневно с востока? Почему Солнце в полдень светит вертикально и земля нагревается? Почему вечером Солнце уходит на западе за горизонт? Часто мы не придаем значения всему этому. А вот наблюдательный человек всегда старается понять смысл этих явлений. Поэтому, важно быть наблюдательным и внимательным ко всем событиям, происходящим в окружающем мире.

На что необходимо обратить внимание при наблюдении за природными явлениями:

1. Определить цель проведения наблюдения (зачем мы проводим это наблюдение?).
2. Нахождение объекта наблюдения (за чем мы будем наблюдать?).

3. Последовательность проведения наблюдения.
4. Проведение анализа итогов наблюдения.
5. Определение причин и результатов наблюдения.

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

При проведении физического опыта предлагается использовать следующий план.

1. Определение цели проведения опыта.
2. Определение и подготовка необходимых для опыта оборудования и материалов.
3. Создание условий для проведения опыта.
4. Знание последовательности проведения опыта.
5. Проведение опыта.
6. Подведение итогов.

Для проведения опыта нужны приборы и материалы. Для изучения и применения приборов можно использовать следующий план.

1. Название прибора и в каких целях он используется.
2. Устройство прибора.
3. Знание работы каждого механизма прибора.
4. Обозначение прибора на рисунках и схемах.
5. Механизм работы прибора.
6. Правила пользования прибором.

Необходимо хорошо изучить эти рекомендации, потому что они используются при изучении всего курса физики и требуют постоянного внимания.

- ?
1. Что такое физические знания?
 2. Какие в физике есть разделы?
 3. Какие есть виды физических знаний?
 4. Какие вы знаете виды физических понятий?
 5. Что такое материя?
 6. Какая существует связь между телом и материей?
 7. Приведите примеры различий между телами и веществами.
 8. Что такое механическое явление?
 9. Что надо знать для изучения явлений?
 10. Какая существует разница между наблюдением и опытом?
 11. Что надо знать для проведения наблюдений и опытов?

§ 3. Основные физические величины. Измерение величин

Для того, чтобы сравнить свойства физических явлений или тел используются специальные характеристики. Например, для сравнения движения скачущей лошади

ди, летящей птицы или самолета используются три вида характеристик. Одна из них – это время, вторая – пройденный путь, третья – скорость. Время, пройденный путь и скорость – это физические величины, потому что они количественно характеризуют движение. Через эти величины сравнивается, медленно или быстро происходит движение.

Физические величины количественно характеризуют свойства тел и явлений.

В физике за основные величины принято считать длину, массу, время. Длина обозначается l (эл), масса m (эм), время t (т).

У всех физических величин есть свои единицы измерения. Единица измерения длины – метр (m), единица массы – килограмм ($кг$). Единица времени – секунда (c). Система этих и других единиц утверждена всемирным договором в 1963 году. Поэтому эта система называется СИ (система интернациональная). СИ – это международная система единиц.

В повседневной жизни используются единицы в 10, 100, 1000 раз больше или меньше названных. Для удобства их применения используются греческие и латинские слова, которые характеризуют кратные и дольные единицы.

Например, для названий в 10, 100, 1000 раз больших единиц используются греческие слова: дека...–10, гекто...100, кило...1000. Например, $1 дкм = 10 м$, $1 гм = 100 м$, $1 км = 1000 м$.

Для названий единиц в 10, 100, 1000 раз меньших используются слова, взятые из латинского языка: деци..., санти..., милли.... Деци...– 0,1 санти..., 0,01, милли...0,001. Например, $1 дм = 0,1 м$, $1 см = 0,01 м$, $1 мм = 0,001 м$.

Для измерения физических величин созданы различные приспособления. Для измерения длины применяются: линейки, рулетки (рис. 3, 4); для измерения объема – цилиндры-мензурки (рис. 5); для измерения времени – секундомер (рис. 6); для измерения температуры – термометр (рис. 7).

На всех измерительных приборах имеется шкала. Что она показывает? Например, на всех названных приборах нанесены равномерные деления. Некоторые деления короткие, некоторые – длинные. Под длинные деления нанесены цифры. Эти деления и нанесенные под ними цифры называются *шкалой*.

Для измерения физической величины надо знать цену шкалы прибора. Приведем пример. На рисунке 3 показана часть простой линейки. На нее нанесены цифры 1, 2, 3 и между ними 10 делений. Значит, между 1 и 2 нанесены 10 делений, между 2 и 3 также 10 делений, между 3 и 4 – тоже 10 делений. Цифры 1, 2, 3 показывают сантиметры, а между ними расположены 10 миллиметров. Расстояния между мелкими делениями равны 1 миллиметру. Значит, цена шкалы показанной на рисунке 3 линейки – 1 миллиметр.

Для того, чтобы знать цену шкалы всех измерительных приборов, надо знать следующее правило.

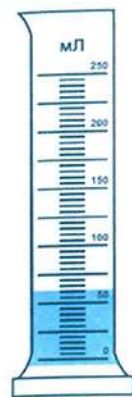


Рис. 5. Мензурка



Рис. 3. Линейка



Рис. 6. Секундомер

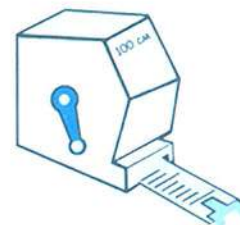


Рис. 4. Рулетка

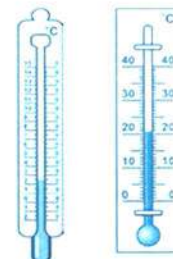


Рис. 7. Термометры

- * надо найти два длинных деления, показывающие значение величин на шкале;
- * найдите разницу между большей и меньшей цифрами;
- * полученное число разделите на число находящихся между большими цифрами мелких делений;
- * последнее число и будет ценой шкалы этого прибора. На каждом приборе указывается, какой единицей измерения измеряет данный прибор. Например, на рисунке 3 линейка измеряет в сантиметрах ($см$), мензурка – в миллилитрах ($мл$), это показано на их лицевой стороне. А показанные на рисунке 7 термометры измеряют температуру в градусах Цельсия ($^{\circ}C$).

Вычислим цену шкалы показанного на рисунке 7б термометра. Для этого возьмем обозначенные длинными делениями цифры $20^{\circ}C$ и $30^{\circ}C$. Между ними нанесены еще десять коротких делений. $10^{\circ}C$ делим на 10, получается $1^{\circ}C$. Значит, цена шкалы этого термометра $1^{\circ}C$.

- ?
1. Что такое физическая величина?
 2. Какие в физике существуют основные величины?
 3. Назовите единицы основных физических величин.
 4. Что обозначает СИ?
 5. Назовите краткие единицы, в 10, 100, 1000 раз большие одной единицы.
 6. Назовите дольные единицы, в 10, 100, 1000 раз меньшие одной единицы.
 7. Чем измеряются физические величины?
 8. Какие вы знаете измерительные приборы?
 9. Как вы понимаете цену шкалы измерительного прибора?
 10. Чему равен объем жидкости в мензурке, показанной на рисунке 5?
 11. Какую температуру показывает термометр, показанный на рисунке 7а?
 12. Чему равна цена шкалы рулетки, показанной на рисунке 4?

§ 4. Механическое движение тела. Траектория движения. Виды движения

Представим, что летним днем мы увидели вдалеке автомашину или всадника на коне. Как мы узнаем, двигаются они или нет?

Есть разные способы узнать, находится ли машина в движении. Например, если машина движется по дороге, покрытой щебенкой или грунтовой дороге, то за ней клубится шлейф пыли. Это говорит о том, что машина движется. Если машина приблизилась, то становится все громче шум работающего мотора. Но все это не является существенными показателями движения автомашины.

Для того, чтобы четко определить изменение положения машины в пространстве, мы проведем наблюдение. Для этого мы сравним положение машины относительно предметов, находящихся в состоянии покоя. Например, как за некоторое время машина отдаляется или приближается к деревьям вдоль дороги, домам или столбам. Другими словами, положение машины относительно других предметов изменяется. Значит, машина находится в движении. Если положение машины относительно других предметов не изменяется, то значит, она находится в состоянии покоя. Движение человека, идущего пешком, всадника на коне, полет самолета или птицы можно определить таким же способом сравнения.

Раздел физики, изучающий движение тел, их взаимодействие, состояние равновесия, называется **механикой**.

Это слово пришло из греческого языка. В переводе на русский язык оно означает «машина».

В средней школе изучаются три раздела механики: кинематика, динамика и статика.

Кинематика – тоже греческое слово. По нашему это означает движение. В разделе кинематика не принимается во внимание причины движения, а изучаются только общие характеристики.

Изменение положения тел за данное время относительно других тел называется **механическим движением**.

При изучении механического движения используется термин «относительность движения». В чем его смысл? Приведем пример.

На сиденье движущегося автобуса сидит мальчик Алик. Стоящие на остановке другие мальчики Эльдияр и Саша спорят о том, находится ли Алик в движении или в покое. Эльдияр говорит, что Алик движется, а Саша утверждает, что Алик не движется, а сидит на месте. Кто из них прав? Попробуем проанализировать их мнения.

Эльдияр рассматривает положение Алика относительно остановки. Ведь сидящий в автобусе Алик приблизился к остановке. Автобус остановился, потом поехал дальше, и Алик отдалился от остановки. Значит, делает вывод Эльдияр, «относительно остановки Алик находится в движении».

А вот Саша рассматривал положение Алика относительно автобуса и сиденья, на котором он сидит. Относительно автобуса и сиденья положение Алика не изменилось, так как он сидит на одном месте. Значит, и мнение Саши тоже можно считать правильным. Как же можно понять такое? Почему Алик одно и то же время находится и в движении, и в покое?

Все здесь зависит от того, с каким предметом мы сравниваем положение Алика. Действительно, относительно скамейки на остановке он находится в движении, а относительно автобуса или сиденья он находится без движения. Это называется *относительностью* движения и покоя. Значит, когда мы рассматриваем, находится ли предмет в движении или нет, важное значение приобретает то, с чем мы его сравниваем.

Например, в естественных условиях дом находится в покое только относительно Земли. А вот относительно Солнца он находится в движении вместе с Землей. Такие явления встречаются в природе очень часто.

Когда тело изменяет свое положение в пространстве или меняет месторасположение из одного места в другое, оно движется по какой то линии.

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

Если водить мелом по классной доске, то получается линия только одного из двух видов. Первая – это прямая линия, остальные – криволинейные (рис. 8). Значит, по траектории движения делятся на два вида: прямолинейное движение и криволинейное движение (рис. 9).

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

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

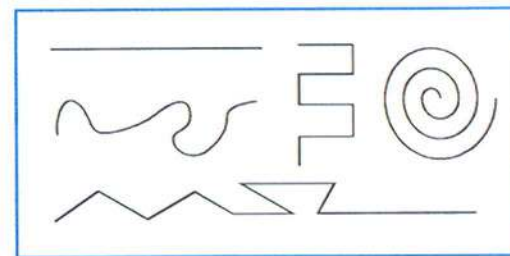


Рис. 8. Виды траекторий.



Рис. 9.

- ?
1. Что такое механическое движение?
 2. Как мы можем узнать об изменении положения тела в пространстве?
 3. Как вы понимаете относительность движения и состояния покоя?
 4. Что такое траектория?
 5. На какие виды делятся движения по траектории? Приведите примеры.

§ 5. Путь и перемещение

В этом параграфе ознакомимся с двумя величинами, характеризующими механическое движение. Первая – это **пройденный путь**, вторая – **перемещение**.

Длина траектории движения называется пройденным путем.

Она обозначается буквой s . В качестве единицы берется единица длины – один метр (1 м). В предыдущем параграфе рассказывалось о кратных и дольных единицах длины. Это миллиметр (мм), сантиметр (см), дециметр (дм), километр (км).

1 мм = 0,001 м,	1 м = 1000 мм,
1 см = 0,01 м,	1 м = 100 см,
1 дм = 0,1 м,	1 м = 10 дм,
1 км = 1 000 м,	1 м = 0,001 км.

При механическом движении предметы всегда перемещаются из одного места в другое. Поэтому для характеристики движения вводится такая величина, как **перемещение**.

Отрезок, равный длине прямой линии, соединяющей место положения тела в начале и в конце движения, называется перемещением.

Путь – скалярная величина, а перемещение – векторная величина.

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

Например, автобус, выехавший из Бишкека в 9⁰⁰ часов, через час находится в 60 километрах от Бишкека. Здесь пройденный автобусом путь составляет 60 км. Нас не интересует, в каком направлении ехал автобус, где он находится через час, а интересует только то, что автобус за час проехал 60 км, $s = 60$ км.

Физическая величина, вместе с числовым значением показывающая направление движения, называется векторной величиной.

Например, перемещение – это векторная величина. Автобус выехал с автовокзала Бишкека в 9⁰⁰ часов, за час проехал несколько сел и приехал в город Кант (рис. 10). Может быть, автобус проехал 50 – 60 км через села A, B, C . Но его перемещение равно длине прямой линии между центром (или автовокзалами) Бишкека и Канта. OD – перемещение. Оно обозначается буквой s , над ним ставится стрелка (\vec{s}). Это означает, что перемещение является векторной величиной. А вот пройденный автобусом путь равен длине линий $OABCD$. Во многих случаях длина пройденного пути и длина перемещения не совпадают. Если тело преодолевает путь между двумя пунктами по прямой линии, то тогда пройденный путь и перемещение будут одинаковыми. Это записывается как $s = \vec{s}$. За единицу перемещения также берется 1 м.

При изучении механического движения обратим внимание на еще одно утверждение. В жизни все окружающие нас материальные объекты находятся в движении. Для изучения особенностей движения не надо приводить примеры с конкретными человеком, машиной, самолетом или ящерицей, поездом или летучей мышью. Все это рассматривается в общем как движение тела. Иногда для точной характеристики движения приходится учитывать и размер движущегося тела. Например, если мы хотим вычислить путь длинного поезда за 5 минут, мы не можем не учесть длину всех вагонов. Конечно, каждый вагон за указанное время пройдет одинаковый путь, но остается неясным, в отношении какого вагона надо проводить вычисления.

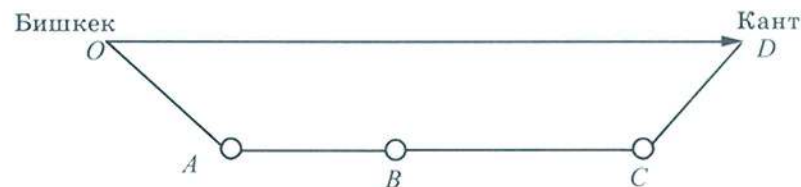


Рис. 10. Разница пройденного пути и перемещения.

Для того, чтобы облегчить характеристику движения, **PDF-Compressor Free Version** тие материальная точка.

Материальная точка – это идеальная, представленная в сознании модель движения, то есть это модель тела, которая не учитывает размеры предмета. Тела, у которых не учитываются размеры, называются **материальными точками**.

Для принятия движущихся тел как материальных точек есть свои правила. Например, передвигающегося по комнате мальчика в отношении комнаты нельзя считать материальной точкой. А вот космическую станцию, двигающуюся по орбите между Землей и Луной, можно считать материальной точкой. Значит, материальная точка определяется в зависимости от размера самого тела и пространства, в котором оно движется.

- ?
1. Что мы называем пройденным путем?
 2. Что такое перемещение?
 3. В чем заключается разница между скалярной и векторной величинами?
 4. Приведите примеры, показывающие разницу между пройденным путем и перемещением.
 5. Что такое материальная точка? Для чего вводится этот термин?
 6. Приведите примеры, когда используется материальная точка.

§ 6. Скорость движения. Равномерное движение

Механическое движение характеризуется двумя физическими величинами. Первая – величина пути, пройденного в определенное время, вторая – времени, за которое пройдено определенное расстояние. С помощью этих характеристик определяется, как быстро или медленно движутся тела. Например, в течение 1 часа самолет пролетает 650 км, автомобиль «Жигули» проедет 90 км, пешеход пройдет 5 км, черепаха проползет 0,36 км, страус пробежит 80 км. Значит, самолет движется быстрее «Жигулей», пешеход намного быстрее идет по сравнению с черепахой. Для обозначения быстроты движения используется такое понятие, как скорость.

Физическая величина, характеризующая пройденный путь за определенное время, называется скоростью.

Скорость обозначается буквой v (v). Она – векторная величина. Обозначается \vec{v} . Величина скорости определяется через пройденный путь и время, затраченное на прохождение этого пути, то есть:

$$\text{Скорость} = \frac{\text{Путь}}{\text{Время}}$$

Если мы обозначим пройденный путь s , время буквой t , то скорость можно определить по формуле:

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

Это формула скорости.

Расстояние между Бишкеком и Токмоком 60 км. Если автомашина пройдет это расстояние за 1 час, то какова ее скорость? По условию, $s = 60$ км, $t = 1$ час. Если мы подставим в формулу скорости значения s и t то получим 60 км/час. Можно сказать, что автомашина проходит в час 60 км.

В СИ за единицу скорости принята скорость прохождения 1 метра за 1 секунду. Она по формуле скорости записывается как 1 м/с. Эта скорость читается как 1 м деленный на 1 секунду, или просто метр в секунду. Например, если $v = 15$ м/с, это означает, что за 1 секунду пройдено расстояние в 15 метров, или скорость составляет 15 метров в секунду.

Для единицы скорости кроме 1 м/с принимается еще 1 км/час. Как можно вычислить их соотношение?

Приведем пример:

1. $v = 72$ км/час. Выразить его в м/с.

Решение: $v = 72 \frac{\text{км}}{\text{час}}$. Здесь, 1 км = 1000 м,

$$1 \text{ час} = 60 \text{ мин} = 60 \cdot 60 \text{ с} = 3600 \text{ с}.$$

Подставляем эти числа вместо км и час, и получаем следующее:

$$v = 72 \frac{\text{км}}{\text{час}} = \frac{72 \cdot 1000 \text{ м}}{3600 \text{ с}} = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

2. Скорость $v = 15$ м/с выразить в км/час.

$$v = 15 \frac{\text{м}}{\text{с}}; \quad 1 \text{ м} = 0,001 \text{ км}, \quad 1 \text{ с} = \frac{1}{60} \text{ мин} = \frac{1}{60 \cdot 60} \text{ с} = \frac{1}{3600} \text{ час}.$$

$$v = 15 \cdot \frac{0,001 \text{ км}}{\frac{1}{3600} \text{ час}} = 15 \cdot 3600 \cdot 0,001 \frac{\text{км}}{\text{час}} = 15 \cdot 3,6 \frac{\text{км}}{\text{час}} = 54 \frac{\text{км}}{\text{час}}.$$

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

Движение тел по скорости также делится на два вида. **PDF Compressor Free Version**

Если скорость движения постоянная, то такое движение называется **равномерным**. Если скорость движения изменяется, то такое движение называется **неравномерным**.



Рис. 11.

Если автомашина в четверть часа (15 мин) проезжает 20 км, за полчаса (30 мин) – 40 км, а за час – 80 км, такое движение считается равномерным. А если автомашина в первые полчаса (30 мин) проехала расстояние в 40 км, а во вторые полчаса – 50 км, то такое движение называется неравномерным.

Пример для решения задачи:

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

Для решения этой задачи надо сначала внимательно прочитать ее условия и записать их в кратком виде. После этого надо написать соответствующую формулу, подставить вместо величин числовые значения и выполнить вычисления. Решение задачи записывается в следующей форме.

<p>Дано:</p> $s = 108 \text{ км} = 108\,000 \text{ м}$ $t = 2 \text{ час} = 7\,200 \text{ с}$ $v = ?$	<p>Формула:</p> $v = \frac{s}{t}$	<p>Решение:</p> $1. \quad v = \frac{108 \text{ км}}{2 \text{ час}} = 54 \frac{\text{км}}{\text{час}}$ $2. \quad v = \frac{108\,000 \text{ м}}{7200 \text{ с}} = 15 \frac{\text{м}}{\text{с}}$
<p>О т в е т: $v = 54 \frac{\text{км}}{\text{час}}$ или $v = 15 \frac{\text{м}}{\text{с}}$</p>		

- ? 1. Что такое скорость?
2. Какое свойство движения характеризует скорость?

3. Как обозначается величина скорости?
4. Какова единица скорости?
5. Переведите скорость 108 км/час в м/с.
6. Что такое равномерное движение?
7. На какие виды делится движение по траектории и скорости?
8. Какое движение называется равномерным прямолинейным движением?

§ 7. Неравномерное движение. Средняя скорость

В природе и повседневной жизни равномерное движение встречается довольно редко. Постоянными могут быть скорости только специально сделанных устройств. Например, движение эскалатора, ход часов, движение автоматических дверей и др. И в то же время многие наблюдаемые движения являются неравномерными.

Неравномерное и равномерное движение можно продемонстрировать на следующем опыте (рис. 12).



Рис. 12. Опыт, показывающий равномерное и неравномерное движение.

На рисунке 12а расстояние между каплями, падающими на лист бумаги, одинаковое. Значит, тележка в одинаковое время проходит одинаковое расстояние. Движение в этом случае является равномерным.

На рисунке 12б расстояние между каплями на листе бумаги неодинаковое. Здесь за определенное время тележка проходит разное расстояние. Значит, движение – неравномерное.

Расположение капель на рисунке 12 можно изобразить следующей схемой (рис. 13). На рис. 13а пройденные за определенное время пути равны между собой: $s_1 = s_2 = s_3 = s_4 = s_5$. А на рисунке 13б пути были пройдены за одинаковое время. Но здесь $s_1 < s_2 < s_3 < s_4 < s_5$. Значит, за одинаковый промежуток времени тележка проходила все



Рис. 13. Разница пройденного пути за одинаковое время.

большее расстояние. Такое движение является примером **неравномерного движения**.

Если тело за одинаковое время проходит разные пути, то движение называется неравномерным движением.

При неравномерном движении пройденный путь за одинаковое время обязательно уменьшается или увеличивается. При этом возможно, что тело иногда движется медленно, иногда быстро, иногда замедляет ход, иногда ускоряется и т. д.

Например, расстояние между Бишкеком и Нарыном 320 км. В среднем автобус проходит это расстояние за 6 часов. Потому что он едет то быстро, то медленно. 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: $v_{\text{ср}} = \frac{s}{t}$.

В этом примере средняя скорость автобуса, едущего из Бишкека в Нарын, составляет: $v_{\text{ср}} = 320 \text{ км} : 6 \text{ час} = 53,3 \text{ км/час}$.

В таблице 1 даны средние значения скоростей разных тел.

Средние скорости различных тел, животных, машин, звука, радиоволн и света, в м/с

таблица 1.

Улитка	0,0014	Самолет ИЛ-18	180
Черепаша	0,10	Звук в воздухе (0° С)	332
Муха	5	Луна, вращающаяся вокруг Земли	1000
Пешеход	1,3	Искусственный спутник Земли	8000
Конькобежец	13	Земля, вращающаяся вокруг Солнца	30 000
Скворец	20	Свет, радиоволны	300 000 000
Страус	22	Тепловоз ТЭ10Л	28

Пример решения задачи:

Автомобиль за первые 40 минут ехал со скоростью 60 км/час, потом следующие 20 минут ехал со скоростью 30 км/час. Какова средняя скорость автомобиля.

Дано:	Формула:	Решение:
$t_1 = 40 \text{ мин}$	$v_{\text{ср}} = \frac{s}{t}$	$t = 40 \text{ мин} + 20 \text{ мин} = 60 \text{ мин}$
$v_1 = 60 \frac{\text{км}}{\text{час}}$	$t_1 = t_1 + t_2; \quad s = s_1 + s_2$	$s_1 = 60 \frac{\text{км}}{\text{час}} \cdot \frac{40}{60} \text{ час} = 40 \text{ км}$

$$\begin{array}{l|l|l}
 t_2 = 20 \text{ мин} & v_{\text{ср}} = \frac{s_1 + s_2}{t_1 + t_2} & s_2 = 30 \frac{\text{км}}{\text{час}} \cdot \frac{20}{60} \text{ час} = 10 \text{ км} \\
 v_2 = 30 \frac{\text{км}}{\text{час}} & s_1 = v_1 \cdot t_1 & s = 40 \text{ км} + 10 \text{ км} = 50 \text{ км} \\
 v_{\text{ср}} = ? & s_2 = v_2 \cdot t_2 & v_{\text{ср}} = \frac{50 \text{ км}}{1 \text{ час}} = 50 \frac{\text{км}}{\text{час}}
 \end{array}$$

- ?
1. Дайте определение неравномерного движения.
 2. Какие вы знаете опыты, демонстрирующие равномерное и неравномерное движение?
 3. Как определяется величина средней скорости?
 4. Что берется за единицу средней скорости?

Упражнение 1

1. Самый быстрый конькобежец 1500-метровую дистанцию пробегает за 1 мин 52,5 с. Найдите среднюю скорость конькобежца (13 м/с).
2. Лыжник, спускающийся с гор, за 5 с проходит расстояние 50 м. После спуска с горы он за 15 с проходит 39 м до полной остановки. Найдите среднюю скорость лыжника за все время спуска (40 м/с).

§ 8. Расчет пройденного пути и времени. Изображение движения на графике

Если известны скорость движения тела и время, то можно определить пройденный путь.

Если из формулы $v = \frac{s}{t}$ найти пройденный путь, $s = v \cdot t$. Для того, чтобы определить пройденный путь, надо скорость умножить на время. Единица пути:

$$s = v \cdot t = 1 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot \text{с} = 1 \text{ м}.$$

Теперь из формулы $s = v \cdot t$ найдем время движения. Здесь мы вспомним известную из математики функцию $y = ax$. Если отсюда найдем x , то получается $x = \frac{y}{a}$.

Используя это, получаем, что $t = \frac{s}{v}$. Единица времени определяется из этой формулы: $t = \frac{s}{v} = \frac{\text{м}}{\frac{\text{м}}{\text{с}}} = \frac{\text{м}}{1 \frac{\text{м}}{\text{с}}} = \text{с}$.

Путь и время при неравномерном движении вычисляются по следующим формулам:

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

Примеры решения задач:

PDF Compressor Free Version

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

<p>Дано:</p> $v = 30 \frac{\text{км}}{\text{с}}$ $t = 45 \text{ мин}$ $s = ?$	<p>Формула:</p> $v = \frac{s}{t};$ $s = v \cdot t$	<p>Решение:</p> $30 \frac{\text{км}}{\text{с}} = 30000 \frac{\text{м}}{\text{с}};$ $45 \text{ мин} = 45 \cdot 60 \text{ с} = 2700 \text{ с}$ $s = 30000 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot 2700 \text{ с} = 81\,000\,000 \text{ м} = 81\,000 \text{ км}$ <p style="text-align: right;">О т в е т: $s = 81\,000 \text{ км}$.</p>
---	--	---

2. Автомашина проехала расстояние 1500 м со скоростью 36 км/ч . Вычислите время, за которое машина проехала это путь.

<p>Дано:</p> $s = 1500 \text{ м}$ $v = 36 \frac{\text{км}}{\text{час}}$ $t = ?$	<p>Формула:</p> $v = \frac{s}{t};$ $t = \frac{s}{v}$	<p>Решение:</p> $36 \frac{\text{км}}{\text{час}} = \frac{36 \cdot 1000 \text{ м}}{3600 \text{ с}} = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ $t = \frac{1500 \text{ м}}{10 \frac{\text{м}}{\text{с}}} = 150 \text{ с} = 2 \text{ мин } 30 \text{ с}$ <p style="text-align: right;">О т в е т: $t = 2 \text{ мин } 30 \text{ с}$.</p>
---	--	--

Для того, чтобы наглядно показать взаимозависимость величин, характеризующих движение, принято показывать движение графически. Представим, что тело, движущееся со скоростью v за время t переместилось от координаты x_0 до координаты x (рис. 14). Тогда пройденный путь $s = x - x_0$. А вот пройденный путь по скорости и времени определяется по формуле $s = v \cdot t$. Если мы приравняем правые стороны этих двух уравнений, то получаем $x - x_0 = v \cdot t$. Отсюда $x = x_0 + v \cdot t$. Это показывает, что движущееся тело с начальной координатой x_0 через некоторое время t имеет координаты x .

Д а н о з а д а н и е: 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 .

$t = 0, \quad x = 0 + 10 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot 0 = 0$	$t = 3, \quad x = 0 + 10 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot 3 = 30$
$t = 1, \quad x = 0 + 10 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot 1 \text{ с} = 10 \text{ м}$	$t = 4, \quad x = 0 + 10 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot 4 \text{ с} = 40 \text{ м}$
$t = 2, \quad x = 0 + 10 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot 2 \text{ с} = 20 \text{ м}$	

Эти данные заносим в таблицу:

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

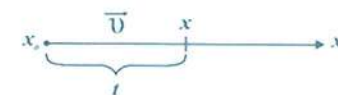


Рис. 14. Связь между изменениями скорости, времени, координаты.

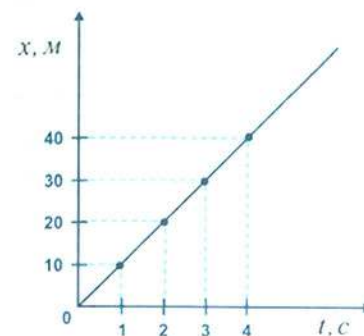


Рис. 15. График зависимости координаты движущегося тела от времени.

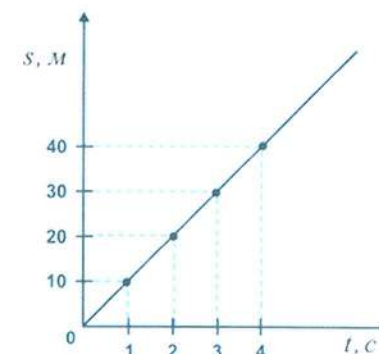


Рис. 16. График зависимости пройденного пути от времени.

Построим зависимости координат движущегося тела от времени. Для этого откладываем по оси ординаты значения x , а по оси абсциссы значения времени t (рис. 15).

Если сравнить этот график с известным из математики графиком функции $y = ax$, то мы видим прямую пропорциональность y от x . Также и в случае равномерного движения координаты тела изменяются прямо пропорционально времени. Другими словами, пройденный путь тела, движущегося с постоянной скоростью, прямо пропорционален времени. С увеличением времени увеличивается длина пройденного пути. Этот же график можно начертить, как зависимость пути от времени (рис. 16).

- ?
1. Напишите формулы определения пройденного пути и времени при равномерном и неравномерном движении.
 2. Можно ли найти координаты тела при помощи формулы пройденного пути?
 3. Что характеризует график движения?

Упражнение 2

1. Автобус первые 9 км пути ехал со скоростью 36 км/час , вторые 24 км – со скоростью 54 км/час . Какова средняя скорость автобуса? (47 км/час).

2. Начертите графики равномерного прямолинейного движения для следующих случаев:

а) $v = 18 \frac{\text{км}}{\text{саат}}$ и x_0 ; б) $v = 5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ и $x_0 = 2 \text{ м}$;

в) $v = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ и $x_0 = 4 \text{ м}$.

3. На рис. 17 показан график зависимости пройденного пути от времени двух тел, движущихся прямолинейно с постоянной скоростью. Найдите их скорость. Чья скорость больше? ($v_1 = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, $v_2 = 1 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. Скорость первого тела больше).

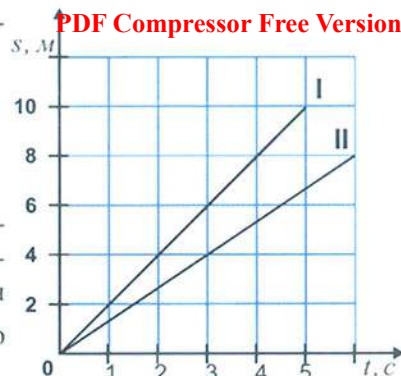


Рис. 17. График зависимости пути от времени для движения с различной скоростью

§ 9. Ускорение

При равномерном движении значение скорости в любой точке траектории одинаковое. А если движение неравномерное, то величина скорости с течением времени изменяется. Например, поезд, вышедший со станции, постепенно повышает свою скорость, а при подходе к следующей станции замедляет ход и останавливается. Такое же явление мы можем наблюдать, когда машина подъезжает к светофору и затем снова увеличивает скорость после него. Суть этого явления состоит в том, что в течение некоторого времени изменяется скорость движения. Для характеристики такого явления вводится особая величина — ускорение.

Физическая величина, характеризующая изменение скорости за единицу времени, называется **ускорением**.

Ускорение обозначается буквой a . Величина ускорения определяется следующим образом.

Представим, что материальная точка находится в неравномерном движении. Скорость точки в начале движения обозначим через v_0 . А 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 .

В СИ скорость измеряется в м/с , а время в секундах. Подставив единицы этих величин в формулу ускорения, мы получаем единицу ускорения в СИ.

$$[a] = \frac{1 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{\text{с}} = 1 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

Значит, за единицу ускорения берется 1 метр деленный на секунду в квадрате. Обычно он читается как метр секунда в квадрате. Например, $a = 2 \text{ м/с}^2$. Ускорение этого тела читается, как 2 метра секунды в квадрате. Это означает, что в 1 секунду скорость тела изменяется на 2 м. Из формулы ускорения мы находим конечную скорость: $v - v_0 = at$, $v = v_0 + at$, а начальная скорость определяется $v_0 = v - at$.

1. Скорость автомобиля за 40 секунд с 5 м/с выросла до 15 м/с . Найдите ускорение автомобиля.

Дано:

$$v_0 = 5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$v = 15 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$t = 40 \text{ с}$$

$$a = ?$$

Формула:

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

Решение:

$$a = \frac{15 \frac{\text{м}}{\text{с}} - 5 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{40 \text{ с}} = \frac{10 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{40 \text{ с}} = 0,25 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

Ответ: $a = 0,25 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

2. Поезд, вышедший со станции, за 7 секунд довел ускорение до $0,9 \text{ м/с}^2$. Найдите конечную скорость поезда.

Дано:

$$v_0 = 0$$

$$t = 7 \text{ с}$$

$$a = 0,9 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$v = ?$$

Формула:

$$v = v_0 + at$$

Решение:

$$v = 0 + 0,9 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 7 \text{ с} = 6,3 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Ответ: $v = 6,3 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

3. Велосипедист, двигаясь прямолинейно с ускорением $1,5 \text{ м/с}^2$, увеличил скорость от 3 м/с до 15 м/с . Вычислите время, за которое произошло это изменение.

Дано:

$$a = 1,5 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$v = 3 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$v = 15 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$t = ?$$

Формула:

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

$$at = v - v_0$$

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

Решение:

$$t = \frac{15 \frac{\text{м}}{\text{с}} - 3 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{1,5 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} = 8 \text{ с}$$

Ответ: $t = 8 \text{ с}$

1. Какие свойства движения характеризует ускорение? **PDF Compressor Free Version**
 2. Что такое ускорение?
 3. Как обозначается ускорение?
 4. Какова формула ускорения?
 5. Что характеризует величина ускорения?
 6. Определите скорость и время из формулы ускорения.
 7. Охарактеризуйте ускорение по обобщенному плану.

Упражнение 3

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

§ 10. Ускоренное и замедленное движение

Для того, чтобы понять многие 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: $a = \frac{v - v_0}{t}$. Здесь может быть два случая, характеризующие изменения скорости движения.

Первый, тело, выходя из состояния покоя, за время t достигает определенной скорости. Начальная скорость тела $v_0 = 0$. И ускорение определяется по формуле $a = \frac{v}{t}$ и имеет положительное значение. Такое движение мы называем *ускоренным*. Не обязательно для ускоренного движения тело в начале должно находиться в сос-

тоянии 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 стало быстрее или медленнее? Чему равно ускорение?

Для того, чтобы ответить на поставленный вопрос, проведем следующий анализ. Начальная скорость тела $v_0 = 5 \text{ м/с}$. Время движения $t = 6 \text{ с}$. Изменение скорости $v - v_0 = 3 \text{ м/с}$. В этом вопросе следует обратить особое внимание на слова «скорость увеличилась на 3 м/с ». Это не значит, что конечная скорость тела 3 м/с . Эти слова означают, что если первоначальная скорость была 5 м/с , то она увеличилась на 3 м/с . Здесь конечная скорость равна $v = 5 \text{ м/с} + 3 \text{ м/с} = 8 \text{ м/с}$. Найдём ускорение:

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

Так как найденное ускорение является положительным числом, то движение является ускоренным. 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: $a > 0$. Такое движение является ускоренным.

Движение, при котором с течением времени скорость увеличивается, называется **ускоренным движением** ($v > v_0$, $a > 0$).

Второй случай. Тело, движущееся со скоростью 10 м/с , начало замедлять движение. После истечения 40 с его скорость стала 2 м/с . Каково значение ускорения? Определите характер движения.

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

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

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

Значит, $v - v_0 = 3 \text{ м/с} - 10 \text{ м/с} = -7 \text{ м/с}$, и значение ускорения $a = -0,7 \text{ м/с}^2$ (или $a < 0$) или $a = -0,7 \text{ м/с}^2$.

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 ($v < v_0, a < 0$).

Примеры решения задач:

1. Когда велосипедист уменьшил свою скорость с 15 м/с до 3 м/с , его 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. 18). Так как движение является замедленным, ускорение имеет отрицательное значение. Направления скорости и ускорения являются противоположными.

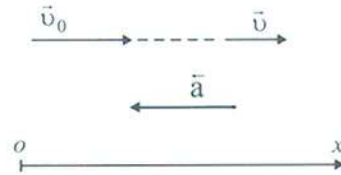


Рис. 18. Сравнение направления скорости и ускорения при замедленном движении.

Дано:

Формула:

Решение:

$$a = -1,5 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$v_0 = 15 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$v = 3 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$t = ?$$

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

$$at = v - v_0$$

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

$$t = \frac{3 \frac{\text{м}}{\text{с}} - 15 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{-1,5 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} = \frac{-12 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{-1,5 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} = 8 \text{ с}$$

Ответ: $t = 8 \text{ с}$

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

Решение задачи:

Дано:

Формула:

Решение:

$$v_0 = 18 \frac{\text{км}}{\text{саат}} = 5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$v = 2,5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$t = 1,25 \text{ с}$$

$$a = ?$$

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

$$a = \frac{2,5 \frac{\text{м}}{\text{с}} - 5 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{1,25 \text{ с}} = \frac{-2,5 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{1,25 \text{ с}} = -2 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

Ответ: $a = -2 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$.

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

3. График скорости движения показан на рис. 19. Определите величины, характеризующие движение.

Ответы:

1. Начальная скорость движения $v_0 = -2 \text{ м/с}$.
2. Через 3 с после начала движения $v = 0$.
3. Ещё через три секунды скорость -2 м/с .

$$4. a = \frac{v - v_0}{t} = \frac{0 - (-2 \frac{\text{м}}{\text{с}})}{3 \text{ с}} = \frac{2 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{3 \text{ с}} \approx 0,67 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$a \approx 0,67 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

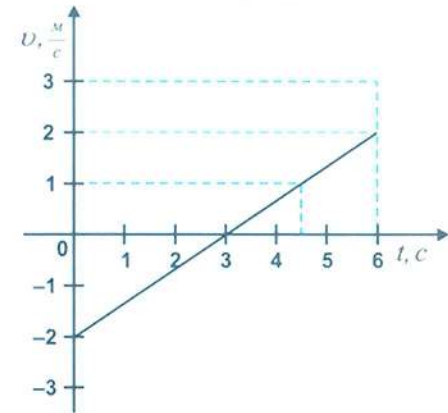


Рис. 19. График скорости для замедленного и ускоренного движения.

- ?
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. Если $v > v_0$, каков вид движения?
 5. Если $v < v_0$, каков вид движения?

Упражнение 4

1. Мотоциклист, ехавший со скоростью 72 км/час , за 20 секунд снизил скорость до 36 км/час . Определите ускорение. ($-0,5 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$)
2. Поезд, движущийся со скоростью 36 км/час , через 1 минуту остановился на станции. Чему равно ускорение поезда? ($\approx -0,17 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$)
3. Охарактеризуйте движение, показанное на рис. 20.
4. Определите по рис. 20 скорость движения тела в первую секунду, а затем в пятую секунду. Определите ускорение движения на каждом отрезке.

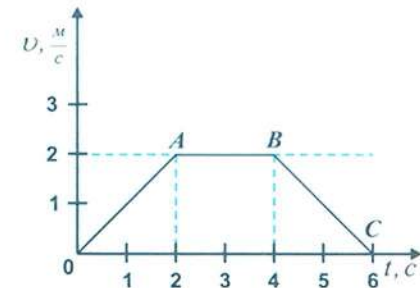


Рис. 20. График, характеризующий движение по скорости.

§ 11. Движение тела по окружности

До этого мы рассматривали прямолинейные движения. Но в природе и технике тела в большинстве случаев движутся криволинейно.

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

Например, представим, что тело движется по траектории, показанной на рис. 21. Каждый его поворот можно представить как часть окружности. Поэтому, для изучения криволинейного движения мы рассмотрим равномерное движение по окружности.

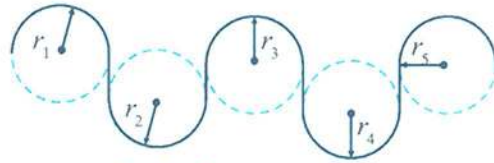


Рис. 21. Пример для изучения криволинейного движения.

Движение по окружности с постоянной по модулю скоростью называется **равномерным движением по окружности**.

Представим, что тело на рис. 22 переместилось с точки A в точку B . Тогда пройденный путь (s) тела равен длине дуги AB . А перемещение тела \vec{s} равно длине хорды AB . Величина скорости тела определяется по формуле $v = \frac{s}{t}$.

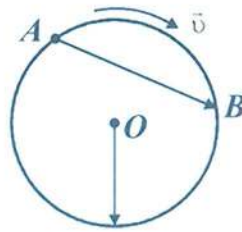


Рис. 22. Показ величин, характеризующих движение тела по кругу.

Скорость тела, движущегося по окружности, называется **линейной скоростью**.

Единицей линейной скорости также является 1 м/с .

Если тело совершило один полный оборот, его пройденный путь равен $2\pi r$. Так как из математики известно, что длина круга с радиусом r равна $2\pi r$. Тогда линейная скорость определяется по формуле $v = \frac{2\pi r}{t}$.

Время, за которое тело совершает один полный оборот по окружности, называется **периодом**.

Оно обозначается буквой T . За единицу принимается 1 секунда. Значит, линейная скорость тела, совершившего один полный оборот, определяется по формуле:

$$v = \frac{2\pi r}{T}$$

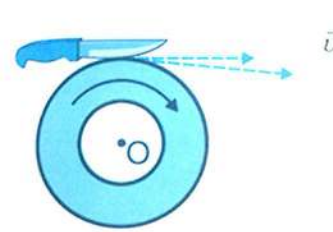


Рис. 23. Скорость движения по окружности направлена горизонтально

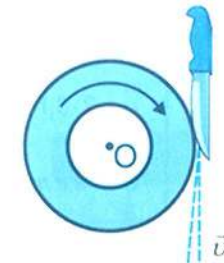


Рис. 24. Скорость движения направлена вниз.

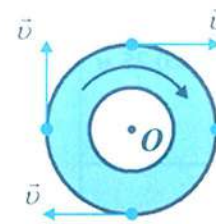


Рис. 25. Направление скорости движения все время меняется.

Во время кругового движения тела численное значение скорости является постоянным. А вот направление вектора скорости все время изменяется. Для того, чтобы представить эти изменения, посмотрим на движение наждачного круга для заточки ножей. Когда острое ножа прикасается к кругу, появляются искры, которые движутся по прямой линии. Эти искры появляются в точке соприкосновения ножа с кругом (рис. 23). Если прикоснуться ножом до другой точки наждачного круга, то искры начинают двигаться в другом направлении, точнее говоря, в соответствии с той точкой, где нож соприкасается с кругом (рис. 24). Значит, скорость материальной точки, движущейся по окружности, направлено по касательной к окружности (рис. 25).

Количество оборотов за 1 секунду называется **частотой вращения**.

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

Частота и период вращения между собой связаны следующим образом:

$$n = \frac{1}{T} \quad \text{или} \quad T = \frac{1}{n}$$

Если частота вращения равна $n = 10 \text{ с}^{-1}$, то период его оборотов $T = 0,1 \text{ с}$. Это означает, что время движения, которое в 1 секунду делает 10 оборотов, равно $0,1 \text{ с}$. Другими словами, материальная точка делает один полный оборот за $0,1 \text{ с}$.

Примеры решения задач:

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

Дано:

$$r = 25 \text{ см} = 0,25 \text{ м}$$

$$\pi = 3,14$$

$$n = 1 \text{ с}^{-1}$$

$$v = ?$$

Формула:

$$v = \frac{2\pi r}{T};$$

$$n = \frac{1}{T};$$

$$v = 2\pi r n$$

Решение: PDF Compressor Free Version

$$v = 2 \cdot 3,14 \cdot 0,25 \text{ м} \cdot 1 \text{ с}^{-1} = 1,57 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$\text{О т в е т: } v = 1,57 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

- ?
1. Что такое равномерное движение по окружности?
 2. Каково значение изучения движения по окружности?
 3. Как определить линейную скорость движения?
 4. Что такое период?
 5. Что называется частотой вращения?
 6. Как изменяется направление линейной скорости вращения? На каком опыте можно показать это?
 7. Период вращения тела 14 с. Что это означает?
 8. Представим, что камень на нитке при вращении оборвался. Куда будет направлен вектор скорости камня?
 9. Частота вращения составляет 10 с^{-1} . Что это означает?

Упражнение 5

1. Определите скорость материальной точки, находящейся на экваторе, за сутки вращения Земли. Радиус Земли равен 6 400 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» и «частота» вращения.

Уважаемые ученики!

Вы изучили раздел кинематики из курса механики – предмета физики. Теперь вы должны закрепить и систематизировать свои знания. Для этого вы должны понять основные понятия кинематики и взаимосвязь между ними, показанные на рис. 26. 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.

ЭЛЕМЕНТЫ ЗНАНИЙ ПО ГЛАВЕ, ИХ ВЗАИМОСВЯЗИ

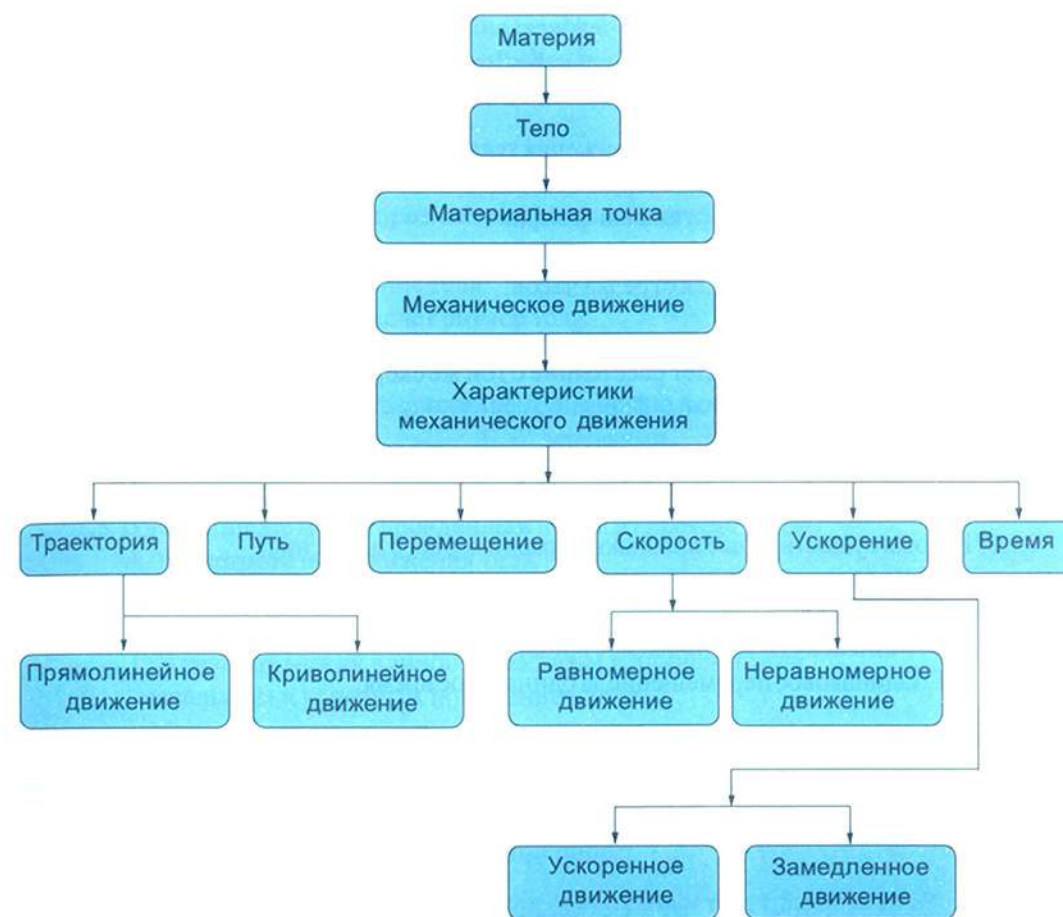


Рис. 26.

1 вариант

- 1.1. Относительно чего движется человек, сидящий в едущем 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. Мальчик рисует мелом на доске.
 Г. Двигается минутная стрелка часов.
- 1.3. Пешеход движется с равномерной скоростью и за 6 секунд прошел расстояние 12 метров. Какое он пройдет расстояние с той же скоростью за 3 секунды?
 А. 2 м. Б. 36 м. В. 4 м. Г. 6 м.
- 1.4. Сколько м/с в 18 км/час?
 А. 6 м/с. Б. 5 м/с. В. 4,5 м/с. Г. 3 м/с.
- 1.5. Каковы существенные признаки неравномерного движения?
 А. Шум от движения.
 Б. Одинаковый путь за одинаковое время.
 В. Разный путь за одинаковое время.
 Г. Одинаковое перемещение за одинаковое время.
- 1.6. Какая из нижеприведенных формула 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. Ускорение $a > 0$, $v > v_0$. Каков характер движения?
 А. Равномерное. Б. Замедленное.
 В. Ускоренное. Г. Тело покоится.
- 1.8. Охарактеризуйте движение по графику, показанному на рис. 27.
 А. Равномерное движение. Б. Замедленное движение.
 В. Ускоренное движение. Г. Вращательное движение.

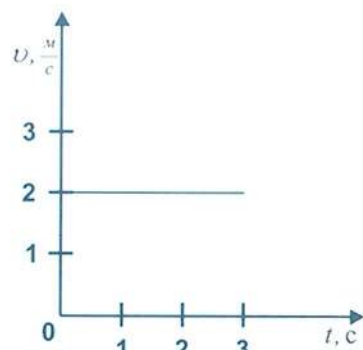


Рис. 27. График зависимости скорости движения от времени.

- 1.9. Чему равен пройденный путь при совершении телом одного полного оборота по окружности?
 А. Радиусу круга. Б. Диаметру круга.
 В. Длине окружности $2\pi r$. Г. $2\pi R$.
- 1.10. Частота вращения 10 с^{-1} . Чему равен период вращения?
 А. 2 с. Б. 4 с. В. 0,1 с. Г. 0,01 с.

2 вариант

- 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. С чем можно сравнить движение Луны ночью в облачную погоду?
 А. С домами на земле. Б. С деревьями.
 В. С облаками. Г. С речкой.
- 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 длиной 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.

2.7. Определите скорость движения по графику, показанному на рис. 28.

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. В 1 с уменьшается скорость на 3 м/с.

В. В 1 с увеличивается скорость на 3 м/с.

Г. Скорость 3 м/с.

2.10. Какова формула линейной скорости?

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

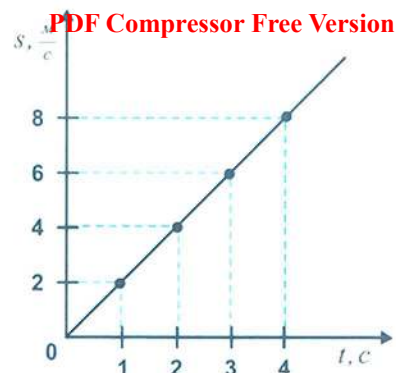


Рис. 28. График зависимости пройденного пути от времени.

II глава ОСНОВЫ ДИНАМИКИ

Слово «динамика» взято от греческого слова «динамикос». По-нашему, означает «сила». Раздел курса механики, изучающий причины возникновения движения и ускорения, называется динамикой.

В этом разделе изучаются такие основные физические понятия, как взаимодействие тел, сила, масса, виды сил, а также законы динамики, которые называются законами Ньютона.

§ 12. Взаимодействие тел. Сила

В природе все тела тесно связаны между собой. Каждая такая связь характеризуется через действие тел друг на друга. Если одно тело действует на другое тело, то и второе действует таким же образом на первое. Поэтому говорится, что тела находятся во взаимодействии друг с другом.

Под действием какого-нибудь тела второе начинает двигаться. А если на тело, движущееся с равномерной скоростью, действует другое тело, то оно начинает изменять скорость и приобретает ускорение.

Если к легкой железной тележке на столе, находящейся в состоянии покоя, приблизить магнит, то она начинает двигаться (рис. 29). Причиной движения тележки является то, что магнит воздействует на железную тележку. Если к движущейся тележке поднести второй магнит с другим полюсом, то под ее воздействием тележка остановится (рис. 30).

Если человек, находящийся в лодке, толкнет другую лодку, то они начинают взаимодействовать (рис. 31). В результате их взаимодействия обе лодки (если они одинаковые) переместятся на одинаковое расстояние.

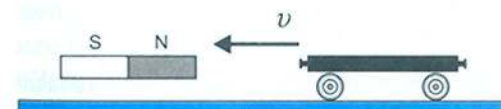


Рис. 29. Под действием магнита стоящая тележка начинает двигаться.



Рис. 30. Под действием магнита движущаяся тележка останавливается.

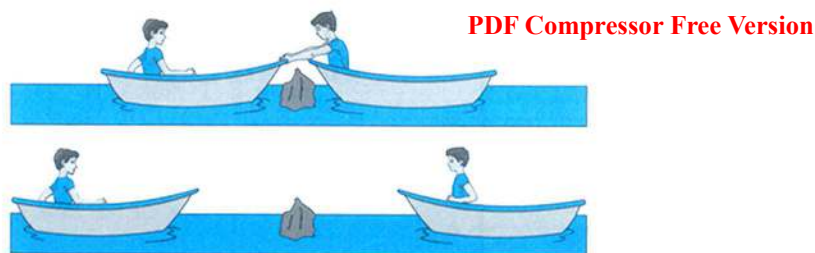


Рис. 31. В результате взаимодействия две лодки перемещаются на одинаковое расстояние.

Если человек, находящийся в лодке, прыгнет на берег, то лодка начинает двигаться в противоположном направлении. Здесь на лодку воздействует человек. А лодка тоже воздействует на человека. Человек от нее получает скорость и легко спрыгивает на берег.

Приведенные два примера характеризуют взаимодействие двух тел, и в результате этого изменяется их положение. Изменение положения тела относительно других предметов указывает на то, что оно пришло в движение. Причиной движения является взаимодействие одного тела на другое.

Когда одно тело действует на другое, то оно может не полностью прийти в движение, а двигаться только его часть. Например, как показано на рис. 33, на стальную линейку положим какой-нибудь груз. Под тяжестью груза линейка искривится, другими словами, изменится форма линейки.

Изменение формы тела под воздействием другого тела называется деформацией.

Деформация — латинское слово. По-нашему, означает изменение формы или объема.

На основе примеров, приведенных выше, можно прийти к следующему выводу. Если на одно тело воздействует другое тело, то тело приходит в движение или деформируется. В таких случаях говорят, что на тело действует сила.

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

Под действием силы тело приходит в движение или деформируется.

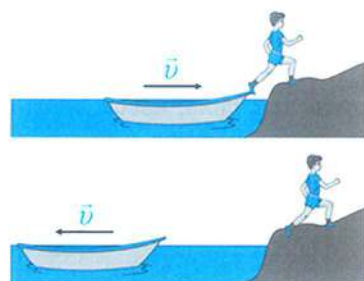


Рис. 32

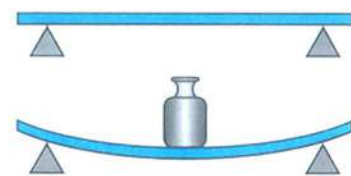


Рис. 33.

Когда лошадь везет телегу, футболист бьет по мячу, человек сжимает пружину или поднимает тяжелый груз, говорят, что на тело действует сила. В действительности, во всех этих случаях наблюдается взаимодействие двух тел. Результатом этого является движение телеги, полет футбольного мяча, поднятие груза от земли, сжатие пружины. Значит, при взаимодействии двух тел наблюдаются механические изменения.

В физике сила обозначается буквой F (эф). За единицу силы принимается 1 ньюто́н (H), в честь английского ученого И. Ньютона.

Сила — векторная величина. Она кроме числового значения имеет также направление. Результат действия силы зависит от направления действия, его величины и точки приложения. 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 остановить движущиеся санки надо приложить силу, противоположную их движению. Для того, чтобы поднять какое-нибудь тело, не давят на него вниз, а поднимают вверх. Для того, чтобы раскатать веревочные качели их толкают не в месте, где веревки прикреплены, а подальше от этого места. Все это доказывает, что у силы есть направление, что нельзя прилагать эту силу в любой точке. С этой целью применяется термин *точка приложения силы*.

- ?
1. Приведите примеры действия тел друг на друга.
 2. В чем причина изменения скорости движения тела?
 3. Когда мы говорим, что тело деформировалось?
 4. Что такое сила? Сила — векторная величина или скалярная?
 5. Что принимается за единицу силы?

§ 13. Инерция. Инертность. Первый закон Ньютона

Предметы на земле, находящиеся в покое, могут пребывать в таком состоянии сколько угодно времени, если на них не будут действовать другие тела. А если на тело, двигающееся прямолинейно и равномерно, не будут действовать внешние силы, то есть на него не будет действовать другое тело, то оно будет продолжать двигаться прямолинейно и равномерно. Но в природе и жизненной практике очень редко встречаются случаи, когда тело находится абсолютно без движения или движется равномерно и прямолинейно. Например, человек считает, что горы на Земле или здания находятся без движения, но они ведь движутся вместе с Землей. Вместе с Землей движемся и мы. Но так как мы рассматриваем себя и горы в сравнении с Землей, то мы не видим никакого движения. Поэтому тела на Земле, не изменяющие положения в сравнении с другими телами, мы считаем неподвижными.

Движущаяся по столу игрушечная машина через некоторое время останавливается. На ее движение отрицательно влияют сопротивление воздуха и неровности поверхности стола. Если на тело, движущееся прямолинейно с постоянной скоростью, не действуют никакие тела, то оно продолжает двигаться дальше.

Явление сохранения телом своего состояния покоя или равномерное прямолинейное движение называется инерцией.

Инерция – латинское слово. По-нашему, означает неподвижность, бездеятельность.

Явление инерции мы наблюдаем в жизни очень часто. Если автобус с пассажирами, подъехавший к остановке, резко затормозит, то люди подаются вперед и останавливаются через некоторое время. Тот же автобус, в случае резкого движения вперед, заставляет людей податься назад. Кто не держится за поручни, может в этих случаях, упасть.

Если мальчик на горячем скакуне прищпорит лошадь, то она быстро с места понесется вскачь. Мальчик подается назад и иногда с него слетает шапка. Если лошадь на скаку увидит перед собой что-то пугающее ее, то она резко останавливается, и мальчик может перелететь через голову лошади. Если лошадь внезапно повернет направо, то всадник подается налево. Если лошадь поворачивает налево, то всадник подается вправо. Мальчики, если они легкие, падают с лошади. А более тяжелые взрослые люди так сильно не колеблются.

Свойство тел сохранять состояние покоя или равномерное прямолинейное движение, называется инертностью.

Инерция присуща всем предметам, но разные тела имеют разную инертность. Например, в нашем примере инертность мальчика на лошади меньше инертности взрослого человека. И причина падения первого именно в этом. Но опытные всадники, для того чтобы не упасть, в таких случаях всегда бывают наготове.

Теперь рассмотрим некоторые опыты, показывающие наглядно эти явления. Возьмем тележку, на которой вертикально установлен прямоугольный деревянный брусок, и толкнем тележку вперед. Когда тележка начинает двигаться вперед, то брусок падает назад (рис. 34). Это происходит потому, что нижняя часть бруска, находящаяся в прикосновении с тележкой, движется вместе с ней, а верхняя стремится сохранить состояние покоя, и поэтому брусок падает.

Ту же тележку осторожно двинем вперед. Если на пути тележки поставить другой брусок, то тележка, уткнувшись в него, сразу останавливается. А брусок на тележке падает вперед (рис. 35). Это происходит потому, что когда тележка останавливается, то обе соприкасающиеся поверхности – тележки и бруска, тоже останавливаются.

А верхняя часть бруска продолжает по инерции двигаться вперед, и брусок падает вперед.

Из приведенных примеров мы видим, что состояние покоя или равномерное прямолинейное движение тел находится в зависимости от силы воздействия других тел. К такому выводу сначала пришел Галилео Галилей, а затем Исаак Ньютон вывел закон. Он называется первым законом Ньютона или законом инерции. Этот закон формулируется следующим образом.

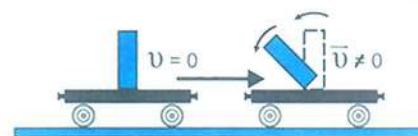


Рис. 34.

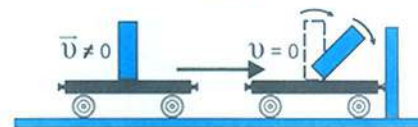


Рис. 35.

Если на тело не воздействуют другие тела, то оно находится в состоянии покоя или движется равномерно и прямолинейно.

Физический закон характеризует связь между величинами или явлениями. Первый закон Ньютона характеризует связь между следующими физическими понятиями: взаимодействие тел, действие силы, состояние покоя, равномерное прямолинейное движение. Основной смысл первого закона состоит в том, что если на тело не действует другое тело, то оно сохраняет состояние покоя или продолжает двигаться равномерно прямолинейно. Из этого следует вывод о том, что для того, чтобы тело пришло в движение, необходимо воздействие на него другого тела. Такой вывод еще до нашей эры сделал греческий мыслитель Аристотель. Но как закон природы в науку ввел Ньютон. Если на движущееся тело воздействует другое тело, то оно изменяет скорость. Или скорость увеличивается, или замедляется, другими словами, движение становится или ускоренным, или замедленным.

- ?
1. От чего зависит состояние покоя тела?
 2. В каких случаях тело движется равномерно прямолинейно?
 3. Что такое инерция?
 4. В чем разница между инерцией и инертностью?
 5. Приведите примеры проявления инерции.
 6. Приведите примеры сравнения инертности разных тел.
 7. Как формулируется первый закон Ньютона? В чем его смысл?

§ 14. Масса тела

Слово «масса» мы встречаем в повседневной жизни довольно часто. Все, что мы видим вокруг, имеет массу. У одних предметов она маленькая, у других – большая. Например, на упаковке продуктов в магазинах указана их масса. Продавцы определяют массу конфет или сахара, ставя их на весы. В повседневной практике мы просто ис-



Галилео Галилей
(1564 – 1642)

Великий итальянский физик и астроном, поставил науку физику на основу опытов. Сделал много открытий в области относительности движения, инерции, свободном падении и в астрономии.



Исаак Ньютон
(1643 – 1727)

Английский физик и математик. Открыл основные законы механики. Автор многих других открытий в физике, математике и астрономии.

пользуем этот термин, но в физике она является очень важной физической величиной. Эта величина применяется во всех разделах физики. Для изучения явлений очень важно знать массу предметов или малых частиц. Тогда, что такое масса? Чтобы ответить на этот вопрос, обратимся к простому опыту.

Поставим на стол две легко движущиеся тележки (рис. 36). К краю одной тележки прикрепим упругую стальную пластину. Край пластины изогнем и ниткой привяжем к краю тележки. Край второй тележки прикоснем к краю изогнутой пластины. Если мы разрежем нить, держащую пластинку в одном положении, пластинка 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 мате-

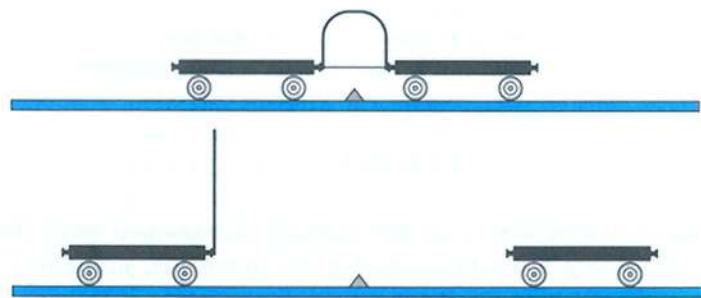


Рис. 36. Одинаковые тележки при взаимодействии проходят одинаковые расстояния.

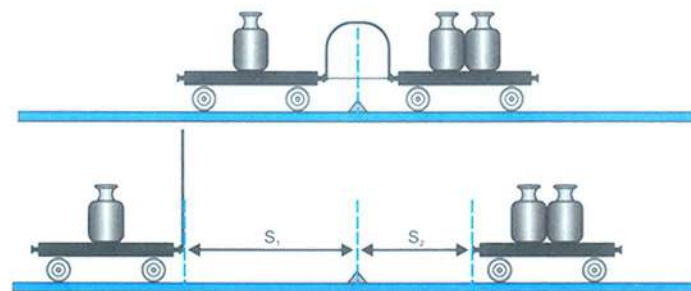


Рис. 37. Разные тележки в процессе взаимодействия проходят разные расстояния.

риала, то они пройдут одинаковое расстояние. Теперь повторим тот же опыт, но на первую тележку поставим одну лабораторную гирию, а на вторую – две такие же гири (рис. 37). Как показано на рисунке, за одно и то же время вторая тележка пройдет расстояние вдвое меньшее, чем первая.

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 $s_1 = v_1 \cdot t_1$, $s_2 = v_2 \cdot t_2$. Если подставим значения величин s_1 и s_2 , 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. Значит, масса первой тележки вдвое меньше массы второй тележки. Поэтому ее скорость вдвое больше и в одинаковое время она проходит расстояние вдвое большее. Отсюда мы делаем следующий вывод.

Отношение масс двух тел в их взаимодействии обратно пропорционально отношению их скоростей после начала их движения: $\frac{m_1}{m_2} = \frac{v_2}{v_1}$

Это равенство можно прочесть и так. Во сколько раз больше скорость первого тела, находящегося во взаимодействии со вторым телом, во столько раз его масса меньше массы второго тела.

Чем меньше в процессе взаимодействия изменяется скорость тела, тем больше его масса. Говорят, что его инертность большая.

Чем больше в процессе взаимодействия изменяется скорость тела, тем меньше его масса. Инертность такого тела тоже маленькая.

Во взаимодействии тел их скорости изменяются по-разному. Такое свойство тел называется *инертностью*. Используя такое свойство предметов, можно дать определение массы тел.

Физическая величина, характеризующая инертность тел, называется массой.

Масса обозначается буквой m (эм). Масса – скалярная величина. В системе СИ за единицу массы принимается один килограмм (1 кг).

Килограмм – это масса специально изготовленного эталона (рис. 38). Он изготовлен из сплава платины и иридия. Международный эталон килограмма хранится в городе Севр близ Парижа. Копии их хранятся в сорока государствах мира.

В качестве других единиц массы используются тонна, грамм, миллиграмм.

$$1 \text{ кг} = 1\,000 \text{ г} (10^3 \text{ г});$$

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

$$1 \text{ кг} = 1\,000\,000 \text{ мг} (10^6 \text{ мг});$$

$$1 \text{ мг} = 0,000\,001 \text{ кг} (10^{-6} \text{ кг});$$

$$1 \text{ т} = 1\,000 \text{ кг} (10^3 \text{ кг});$$

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

- ?
1. Приведите примеры взаимодействия тел.
 2. Как изменяются скорости тел при их взаимодействии?
 3. Какая связь существует между массой и изменением скоростей взаимодействующих тел?
 4. Что такое инертность?
 5. Как определяется масса по инертности тел?
 6. Что принимается за единицу массы?
 7. Какие существуют кратные и дольные единицы массы? Каковы их соотношения?



Рис. 38. Эталон массы.

§ 15. Измерение массы тела при помощи весов

В § 14 мы ознакомились с одним путем определения массы тела. Для этого тело, массу которого мы хотим определить, приводили во взаимодействие с телом, масса которого известна, и надо знать их скорость. Такой метод используется при изучении движения космических тел и для определения их массы.

В повседневной жизни для определения массы предметов используются весы. Существуют разные виды весов: учебные, медицинские, аналитические, аптекарские, электронные, весы для определения массы тяжелых предметов и др.

На рис. 39 показаны весы, используемые в учебной работе. Основной их частью является коромысло (1). В середине коромысла установлена стрелка, поворачивающаяся направо и налево (2). На концы коромысла повешены две тарелки (3). Для определения массы используются гири, имеющие разные массы (рис. 40). Они состоят из гирь массой в граммы и миллиграммы. Мы называем их разновесами. Массы этих гирь 200, 50, 20, 10, 5, 2 и 1 грамм. С их помощью мы можем взвесить массы от 1 г до 310 г.

Гири, массой меньше 1 грамма, состоят из алюминиевых пластинок. Их массы 500, 200, 100, 50, 20, и 10 миллиграммов.

Правила взвешивания на весах:

1. Проверка равновесия коромысел.
2. Предмет, массу которого надо определить, помещается на левую тарелку. При этом равновесие коромысел нарушается.
3. На правую тарелку 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. Для того, чтобы не брать гири руками, используется специальный пинцет.

На рис. 41 показаны различные весы, используемые в повседневной жизни. Их принципы работы мы более полно изучим в разделе простых механизмов.

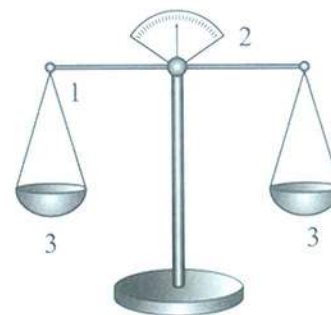


Рис. 39. Учебные весы.



Рис. 40. Гири с разной массой.

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



1)



2)



Рис. 41. 1) аптечные весы; 2) торговые и хозяйственные весы.

Задания

1. При помощи учебных весов определите массу мелких предметов: а) ручки; б) ластика; в) горошины и других интересующих вас предметов.
2. Сделайте дома весы наподобие аптекарских. Необходимые для этого предметы: деревянная деталь цилиндрической формы, нитка, спичечные коробки, тонкая проволока.
3. Возьмите в руки кусочек мела, оцените на глаз его массу. Потом при помощи весов проверьте правильность вашего предположения.

§ 16. Плотность вещества PDF Compressor Free Version

Предметы и вещества, 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, имеющие разный объем стальные кубик, шар и ложку. Значения их объемов и масс запишем в следующую таблицу 1. Разделив их массы на объемы, получим во всех случаях число 7,8.

Таблица 1

Вид предмета	Объем (см^3)	Масса (г)	Отношение массы к объему ($\frac{\text{г}}{\text{см}^3}$)
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 делении массы на объем у стальных предметов всегда получается постоянная величина. 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). Для нахождения плотности вещества массу тела надо разделить на его объем:

$$\text{Плотность} = \frac{\text{масса}}{\text{объем}}$$

Если подставить буквы, обозначающие эти величины, то получается формула:

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

Здесь ρ – плотность вещества, m – масса вещества, V – объем вещества.

В СИ единицей плотности вещества принимается килограмм, деленный на кубометр. Кратко она пишется $1 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$.

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 обычно принято считать в $1 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$. Если плотность вещества дана в $\frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$, то как это перевести в $\frac{\text{г}}{\text{см}^3}$.

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

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

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

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

Надо помнить еще и то, что вещество, находящееся в различных состояниях, может иметь разную плотность. Например, плотность льда $900 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$, воды – $1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$, водяного пара – $590 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$.

Различная плотность веществ имеет в человеческой жизни важное значение. Вещества, имеющие малую плотность, называются рыхлыми. Например, свинец плотный, а пробка рыхлая. Про тяжелые предметы говорят, «тяжелый, как свинец», а про некоторые предметы говорят, «легкий, как перекати-поле». Один мешок песка поднять очень трудно, а вот мешок ваты мы поднимаем с легкостью. Это пример того, что тела, имеющие одинаковый объем, имеют разную массу (рис.42).

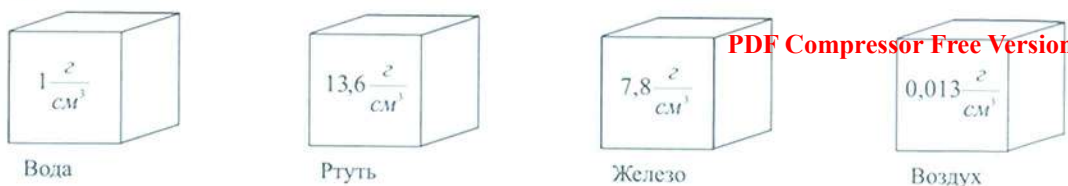


Рис. 42. Плотности разных веществ одинакового объема различны.

В следующих таблицах (2–4 табл.) приведены значения плотностей веществ и тел в разных состояниях.

Таблица 2

Плотности некоторых твердых тел и веществ

Твердые тела и вещества	кг/м ³	г/см ³	Твердые тела и вещества	кг/м ³	г/см ³
Золото	19300	19,3	Бетон	2300	2,3
Свинец	11300	11,3	Сахар	600	1,6
Серебро	10500	10,5	Кирпич	1800	1,8
Сталь, железо	7800	7,8	Капрон	1100	1,1
Олово	7300	7,3	Дуб	700	0,70
Цинк	7100	7,1	Сосна	400	0,40
Чугун	7000	7,0	Пробка	240	0,24
Алюминий	2700	2,7	Полиэтилен	920	0,92
Мрамор	2700	2,7	Парафин	900	0,90
Стекло	2500	2,5	Лед	900	0,90

Таблица 3

Плотности некоторых газов

Газ	кг/м ³	г/см ³	Газ	кг/м ³	г/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 4

Плотности некоторых жидкостей

Жидкость	кг/м ³	г/см ³	Жидкость	кг/м ³	г/см ³
Ртуть	13600	13,6	Керосин	800	0,80
Серная кислота	1800	1,80	Спирт	800	0,80
Мед	1350	1,35	Нефть	800	0,80
Морская вода	1030	1,03	Ацетон	790	0,79
Цельное молоко	1030	1,03	Эфир	710	0,71
Чистая вода	1000	1,0	Бензин	710	0,71
Растительное масло	930	0,93	Жидкий калий	6800	6,80
Машинное масло	900	0,93	Жидкий газ	860	0,86

Указания к решению задач:

1. Какова плотность металла массой 3 кг и объемом 200 см³

Дано: $m = 3 \text{ кг} = 3000 \text{ г}$ $V = 200 \text{ см}^3$ <hr style="width: 100%;"/> $\rho = ?$	Формула: $\rho = \frac{m}{V}$	Решение: $\rho = \frac{3000 \text{ г}}{200 \text{ см}^3} = 15 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$ Ответ: $15 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$.
---	----------------------------------	--

2. Определите массу золотого слитка длиной 8 см, шириной 4 см и высотой 2 см. Учитывайте, что золото в 19,3 раза плотнее воды.

Указания к решению:

Как мы понимаем то, что золото в 19,3 плотнее воды? Плотность воды $1 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$, а так как плотность золота в 19,3 больше плотности воды, то $\rho_z = 19,3 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$.

Дано: $a = 8 \text{ см}$ $b = 4 \text{ см}$ $c = 2 \text{ см}$ $V = a \cdot b \cdot c$ <hr style="width: 100%;"/> $m = ?$	Формула: $m = \rho \cdot V$ $\rho = \frac{m}{V}$	Решение: $V = 8 \text{ см} \cdot 4 \text{ см} \cdot 2 \text{ см} = 64 \text{ см}^3$ $m = 19,3 \frac{\text{г}}{\text{см}^3} \cdot 64 \text{ см}^3 = 1235,2 \text{ г}$ Ответ: $m = 1235,2 \text{ г} = 1,2352 \text{ кг}$
--	--	---

1. Что такое плотность вещества?
 2. Что принимается за единицу плотности?
 3. Плотность керосина 80 г/см^3 . Что означает это число?
 4. Приведите примеры веществ, плотность которых больше и меньше плотности воды.
 5. Как определить объем тела, если известны его масса и плотность?
 6. Можно ли определить массу тела, если известны плотность и объем?
 7. Даны кубики мрамора, меди и льда одинакового объема. Плотность чего больше и чего меньше?

Упражнение 6

1. Определите массу 10 л воды и ртути (10 кг; 136 кг).
2. Сколько бензина помещается 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 х 0,2 м. Аквариум наполнен водой до высоты 0,15 м. Определите объем и массу воды в аквариуме. Плотность воды 1000 кг/м^3 ($0,012 \text{ м}^3$, 12 кг).

§ 17. Второй закон Ньютона

Ранее мы ознакомились с несколькими величинами, характеризующими механическое состояние тел. Это сила, масса и ускорение. Эти понятия широко будут использоваться в следующих разделах физики. Хотя они находятся в тесной взаимосвязи, в то же время они характеризуют совершенно разные свойства тел. Например, сила характеризует взаимодействие тел и возникающие при этом результаты. Масса характеризует свойство инертности тел. А ускорение характеризует изменение скорости тела за определенное время. Ускорение тела зависит от действующей на тело силы и от массы. Эту зависимость впервые исследовал И. Ньютон и сформулировал ее в виде закона. Остановимся на этом вопросе.

Сначала обратим внимание на опыт, показанный на рис. 43. Необходимые для этого опыта приборы и материалы: легкая тележка, посуда с капельницей, трибометр с блоком на конце, нить, полоска бумаги, равная длине трибометра, несколько 100-граммовых грузиков, разновесные гири. Используя их, соберем устройство, как показано на рис. 43.

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. 44). Тележка не имеет ускорения.

После этого, не изменяя массы тележки, поместим её на первоначальное место, а на нить повесим дополнительный груз. Когда мы отпустим груз, то увидим, что расстояния между каплями на бумаге увеличивались с каждым разом (рис. 45а, б). 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 все большая сила, и вместе с этим возрастает ускорение тележки. Значит, при возрастании силы, действующей на тележку, возрастает и ее ускорение.

Ускорение тела с постоянной массой прямо пропорционально действующей на него силе.

Это правило запишем в математическом виде:

1. $m = \text{const}$. Это означает, что масса тела постоянная. Константа (*constant*) – латинское слово. По-нашему, постоянное.

2. $a \approx F$. Ускорение прямо пропорционально действующей силе. То есть, во сколько раз возрастает действующая сила, во столько раз возрастает и ускорение.

Второй этап опыта.

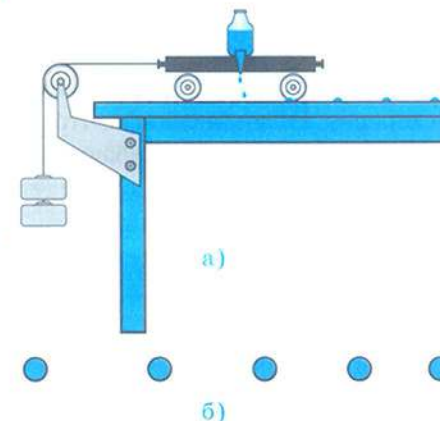
Здесь мы оставляем действующую на тележку силу постоянной и проверим зависимость ускорения от массы. Для этого мы используем то же устройство, что и в предыдущем опыте. Через блок мы навешиваем грузы, приводящие тележку к ускоряющемуся движению, и приведем тележку в движение. Как и в предыдущем случае, 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:



Рис. 43. Сила, действующая на тележку, равна массе тележки и капельницы.



Рис. 44. Доказательство равномерного движения тележки.



а)



б)

Рис. 45. Доказательство неравномерного движения тележки.

1. $F = \text{const}$. Сила, действующая на тело, постоянная. **PDF Compressor Free Version**
 2. $a \approx \frac{1}{m}$. Ускорение тела обратно пропорционально массе тела.

На основе проделанных двух опытов мы приходим к выводу, что ускорение тела зависит от действующей силы и массы. Это называется **вторым законом Ньютона**. Его правило звучит так:

Ускорение тела прямо пропорционально действующей силе и обратно пропорционально ее массе.

Второй закон Ньютона в математическом виде записывается так:

$$a = \frac{F}{m}$$

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, по этой формуле можно определить величину силы. Здесь надо помнить одну основную мысль. По формуле мы говорим, что величина действующей на тело силы равно произведению массы тела и его ускорения. Если мы скажем, что сила, действующая на тело, зависит от массы и ускорения тела, то это неправильно. Так как движение возникает тогда, когда на тело массой m действует другое тело.

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

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

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

Примеры решения задач.

1. Определите силу двигателя машины массой 1 500 кг, которая движется в горизонтальном направлении с ускорением в $0,5 \text{ м/с}^2$.

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

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.

Дано:	Формула:	Решение:
$m = 5 \cdot 10^5 \text{ кг}$ $v_0 = 10 \text{ м/с}$ $t = 20 \text{ мин} = 1200 \text{ с}$	$F = m \cdot a$ $a = \frac{v - v_0}{t}$ $F = m \frac{v - v_0}{t}$	$F = 5 \cdot 10^5 \text{ кг} \frac{0 - 10 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{1200 \text{ с}} = -\frac{5\,000\,000}{1200} \text{ Н} = -4166 \text{ Н}$
$F = ?$		Ответ: $F = -4166 \text{ Н}$.

- ? 1. Когда у тела появляется ускорение?
 2. От каких величин зависит ускорение?
 3. Как мы определим зависимость ускорения от действующей силы при постоянной массе?
 4. Определение зависимости ускорения от массы при постоянной силе.
 5. Как формулируется второй закон Ньютона?
 6. Покажите на примерах, к каким телам относятся сила действия, масса и ускорение.
 7. В чем заключается физический смысл 10 Н ?

Упражнение 7

- Какую силу надо приложить, чтобы тело массой 200 г двигалось с ускорением $1,5 \text{ м/с}^2$ ($0,3 \text{ Н}$).
- Определите массу тела, которое при силе $0,05 \text{ Н}$ движется с ускорением 10 см/с^2 ($0,5 \text{ кг}$).
- Тело массой $0,5 \text{ кг}$ под действием силы 35 Н начинает двигаться. Чему будет равна его скорость через 4 секунды (280 м/с).
- Раскройте в письменном виде по обобщенному плану содержание величин «сила», «масса», «ускорение».
- Объясните по обобщенному плану содержание второго закона Ньютона.
- 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.
- Какие из формул $a = \frac{F}{m}$, $F = m \cdot a$, $m = \frac{F}{a}$ можно принять в виде законов?

§ 18. Притяжение тел к земле. Свободное падение

Если какой-то предмет поднять с земли и отпустить, то он обязательно упадет снова на землю. Яблоко, оторвавшись от ветки, падает вертикально вниз. В чем причина этого? Мы всегда видим это явление, но не обращаем на него внимания. Мы не задумываемся о причинах этого явления. Теперь постараемся найти ответ на этот вопрос.

Сначала обратим внимание на легенду, связанную с именем великого английского ученого Исаака Ньютона. Когда Ньютон учился в университете, в Англии была эпидемия болезни, и студенты были распущены по домам. Ньютон 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.

Конечно, и до Ньютона, и после него сколько яблок падало на землю. Это видели тысячи и миллионы людей. А обратил внимание на это только Ньютон. Это говорит о том, что он старался найти причину любого явления, анализировать все увиденное, он был очень наблюдательным и чутким ученым.

И вот, в результате многих исследований у него родилась идея о том, что все тела на Земле притягиваются к ней, это притяжение присуще всем телам и является всеобщим явлением. Он доказал, что 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. В то же время планеты притягиваются друг к другу. 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 притяжением*. Это заметил первым Ньютон, и после его открытия он стал называться *законом всемирного притяжения*.

Содержание закона всемирного притяжения определяется следующими признаками.

1. Между всеми телами в природе существует сила притяжения.
2. Сила притяжения между двумя телами прямо пропорциональна их массе. Чем больше масса тел, тем больше сила притяжения.
3. Сила притяжения между двумя телами обратно пропорциональна расстоянию между ними. Чем больше расстояние между двумя телами, тем меньше сила притяжения между ними.

Мы убедились в том, что любое тело в результате силы земного притяжения всегда падает на Землю. А какова скорость тел, падающих на Землю? Эта скорость равномерна или изменяется? Этот вопрос исследовал великий итальянский ученый Галилео Галилей. Он бросал два связанных нитью шарика с наклонной башни в городе Пиза и установил, что они падают одновременно. Если бы большой шар

падал быстрее, то он в полете оборвал бы тонкую нить между ним и малым шаром. А в этом опыте до удара о землю нить между ними не обрывалась. И он сделал вывод о том, что тела с разными массами падают на землю одинаково.

Стальной шар в трубке, прозванной трубкой Ньютона, пробка, птичий пух падают в разное время, но если из трубки удалить воздух, то они падают за одинаковое время. Этот опыт хорошо показан в учебнике «Природоведение».

В результате множества опытов ученые сделали следующий вывод:

1. Падение тела в безвоздушном пространстве называется свободным падением.
2. Движение тел в свободном падении является ускоренным движением
3. Ускорение тел в свободном падении обозначается буквой g (ж).

4. Ускорение тел на поверхности Земли $g \approx 9,8 \frac{M}{c^2}$. Это означает, что свободно

падающее тело за 1 секунду увеличивает свою скорость на $9,8 \frac{M}{c}$.

5. Движение тел, подброшенных вверх, является замедленным. Его ускорение $g \approx -9,8 \frac{M}{c^2}$. Это означает, что тело, подброшенное вверх, за 1 секунду уменьшает скорость на $9,8 \frac{M}{c}$.

6. Начальная скорость свободно падающего тела v_0 . Его скорость через время t определяется по формуле $v = v_0 + gt$.

Например, если скорость тела, брошенного с какой-нибудь высоты $v_0 = 0$. По формуле $v = v_0 + gt$, его скорость через 1 с будет $v_1 = gt_1 = 9,8 \text{ м/с}^2 \cdot 1 \text{ с} = 9,8 \text{ м/с}$. Через 2 с $v_2 = gt_2 = 9,8 \text{ м/с}^2 \cdot 2 \text{ с} = 19,6 \text{ м/с}$. Через 3 с $v_3 = gt_3 = 9,8 \text{ м/с}^2 \cdot 3 \text{ с} = 29,4 \text{ м/с}$. Итак, каждое тело, падающее на Землю свободно, в каждую секунду увеличивает скорость на $9,8 \text{ м/с}$.

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 притяжение?
 3. Что такое свободное падение?
 4. Чему равно ускорение свободного падения?
 5. Какими формулами определяются скорости при свободном падении и когда тела подбрасывают вверх?

§ 19. Сила тяжести и вес PDF Compressor Free Version

Мы установили, что в результате всемирного притяжения тела на поверхности Земли и близко расположенные тела притягиваются к Земле. Для тех, кто живет на Земле, очень важно знать силу этого притяжения.

Сила, с которой Земля притягивает к себе тела, называется силой тяжести.

Сила тяжести обозначается буквой $F_{\text{тяж}}$. За ее единицу принимается 1 Н. Сила тяжести всегда приложена к центру тела и направлена к Земле (рис. 46).

Для определения величины силы тяжести возьмем формулу $F = m \cdot a$ второго закона Ньютона. Так как в результате действия силы тяжести



Рис. 46. Сила тяжести приложена к центру тела.

тело падает на Землю вертикально вниз, то его ускорение равно ускорению свободного падения: $a = g$. Масса тела не зависит от того, как оно движется – вертикально вниз, вертикально вверх или горизонтально. Поэтому сила тяжести определяется по формуле $F = mg$. Отсюда мы можем найти ускорение свободного падения: $g = \frac{F_{\text{тяж}}}{m}$

Это означает, что отношение между силой тяжести, с которой Земля действует на любое тело, и массой этого тела является величиной постоянной. Это $9,8 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}$. Если мы будем помнить, что $1 \text{ Н} = \text{кг} \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$, то $9,8 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}^2} = 9,8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$. Это ускорение свободного падения.

Нам известно, что Земля имеет форму шара. Но его радиус не одинаков на разных точках поверхности Земли.

Радиус на полюсах Земли меньше радиуса на экваторе. Поэтому сила тяжести на полюсах больше, чем сила тяжести на экваторе. Сила тяжести в предгорьях больше силы, чем тяжести на вершине горы

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?

На брусок, лежащий на поверхности стола, действуют кроме силы тяжести еще сила, действующая со стороны стола, направленная вверх. Так как брусок действует на поверхность стола. Эта сила является весом тела. Он обозначается буквой P (рис. 47). Если на нитку повесить шар, под влиянием силы тяжести шар натягивает нитку. Значит, шар действует на нитку. Эта сила тоже является весом тела (рис. 48).

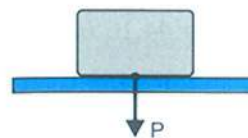


Рис. 47. Брусок действует на поверхность стола.

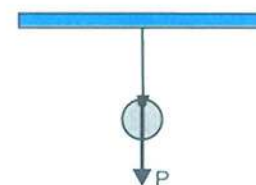


Рис. 48. Шар действует на нить, на которой он висит.

Сила, с которой тело вследствие притяжения Земли действует на опору или подвес, называется весом тела. Вес – векторная величина.

Для единицы веса взята единица силы 1 Н. Когда тело находится в состоянии покоя или движется горизонтально, вес его равен силе тяжести: $P = mg = F_{\text{тяж}}$.

Общие признаки силы тяжести и веса:

1. Оба они возникают в результате притяжения Земли.
2. Когда тело находится в состоянии покоя или движется в горизонтальном направлении $F_{\text{тяж}} = P = mg$.
3. У обоих единицы измерения 1 Н.
4. Оба они направлены к центру Земли.

Признаки, отличающие силу тяжести от веса.

1. Сила тяжести приложена к телу (рис. 49).
2. Вес тела приложен к опоре или нити.

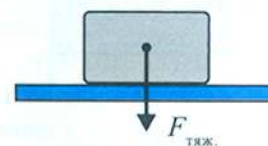


Рис. 49. Сила тяжести действует на тело.

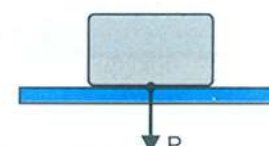
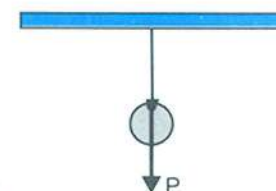


Рис. 50. Вес действует на поверхность стола или на нить.



3. Сила тяжести возникает в результате взаимодействия Земли и тела.
4. Вес тела в результате взаимодействия двух тел (опора или подвес).

Примеры решения задач:

PDF Compressor Free Version

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

Дано:	Формула:	Решение:
$m = 4,5 \text{ кг}$	$P = mg;$	$F_{\text{тяж}} = 4,5 \text{ кг} \cdot 9,8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} = 44,10 \text{ Н}$
$g = 9,8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$	$F_{\text{тяж}} = mg$	О т в е т: $F_{\text{тяж}} = 44,10 \text{ Н}.$
$F_{\text{тяж}} = ?$		

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

Дано:	Формула:	Решение:
$P = 700 \text{ Н}$	$P = mg$	$m = \frac{700 \text{ Н}}{9,8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} \approx 70 \text{ кг}$
$g = 9,8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$	$m = \frac{P}{g}$	О т в е т: $m = 70 \text{ кг}.$
$m = ?$		

- ?
1. Какая сила называется силой тяжести?
 2. Как вычисляется сила тяжести?
 3. Что такое вес тела?
 4. К чему приложена сила тяжести? Каково ее направление?
 5. На что действует вес тела?
 6. Одинаковы ли сила тяжести и вес тела, находящегося в состоянии покоя?
 7. Какой физический смысл имеет отношение силы тяжести к ее массе?

Упражнение 8

1. Определите содержание понятия «сила тяжести» по обобщенному плану.
2. Разберите содержание понятия «вес» по обобщенному плану.
3. Покажите в следующей таблице общие и отличительные признаки силы тяжести и веса тела. Заполните таблицу.

№	Общие признаки	Отличительные признаки	
		Сила тяжести	Вес

4. 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 (20,1 кг).
5. Масса чайника на столе 1,5 кг. Найдите вес чайника и силу тяжести, действующую на него. ($P = F_{\text{тяж}} = 15 \text{ Н}$).

§ 20. Сила упругости

Мы можем изменить форму мяча, нажав на него. Если мы изогнем проволоку, то и ее форма изменится. 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. Возникновение такого явления зависит от строения вещества.

Сила, заставляющая тела при деформации принимать первоначальную форму, называется силой упругости. Сила упругости направлена против деформирующей силы.

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 заставляет дверь закрыться.

Стрелы лука, шарики игрушечного пистолета, камешки из рогатки вылетают под действием силы упругости сжатой пружины и растянутой нити тетивы.

Представим, что дана упругая пружина с первоначальной длиной x_0 (рис. 51). 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 , 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 (рис. 52).

Из приведенных выше примеров можно сделать следующий вывод.

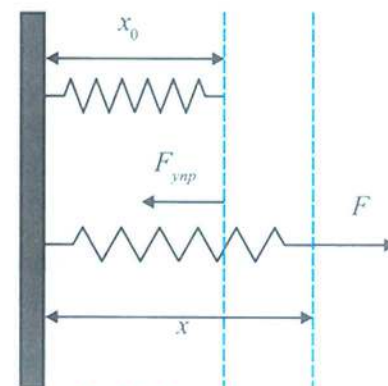


Рис. 51. Сила, возникающая при растяжении пружины.

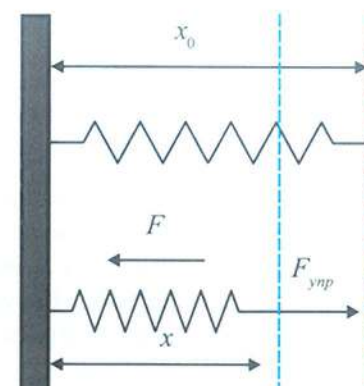


Рис. 52. Сила, возникающая при сжатии пружины.

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. Если обозначим твердость пружины буквой k , то силу растяжения или сжатия можно определить по формуле $F = kx$. Здесь x – удлинение или сокращение пружины при растяжении или сжатии. Поскольку сила упругости направлена против деформирующей силы (растяжения или сжатия), она равна $F = -kx$. Значит, **сила упругости прямо пропорциональна растяжению пружины**. Такую зависимость впервые установил английский ученый Роберт Гук (1635 – 1703), и она называется *законом Гука*.

- ?
1. Что такое сила упругости?
 2. Приведите примеры возникновения силы упругости.
 3. Чему равна величина деформирующей силы при растяжении или сжатии пружины?
 4. Как можно определить величину силы упругости и ее направление?

§ 21. Измерение силы. Динамометр

Величина силы, действующей на тело, определяется по второму закону Ньютона. А для непосредственного измерения используется такой прибор, как динамометр. Слово это состоит из двух греческих слов: динамос – сила, и метре – измеряю.

Прибор, используемый для измерения силы, называется **динамометром**.

На практике применяются динамометры разных конструкций. Но основной частью во всех них является стальная пружина. В зависимости от вида динамометра их пружины имеют разные формы. Какую бы силу мы не измеряли, всегда эта сила сравнивается с силой упругости пружины.

Простой динамометр, используемый в школе, называется *пружинным динамометром*. Он состоит из небольшой деревянной или пластмассовой доски (рис. 53). К ней прикреплена стальная пружина, имеющая крючки на двух концах. Когда на пружину действует вес какого-нибудь тела,

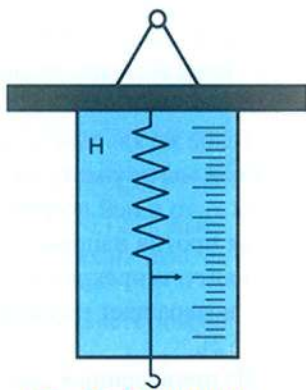


Рис. 53. Динамометр.

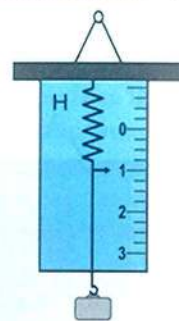


Рис. 54. $F = 1 \text{ Н}$.

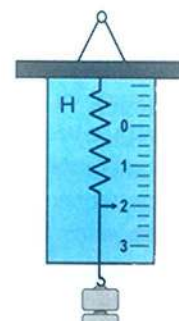


Рис. 55. $F = 2 \text{ Н}$.

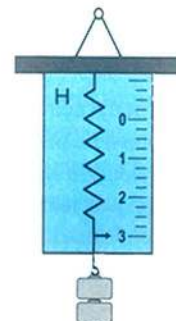


Рис. 56. $F = 3 \text{ Н}$.

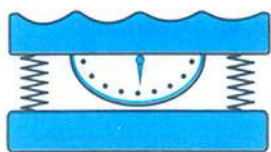
то она упруго деформируется. А когда вес прекращает свое действие, пружина принимает первоначальную форму. На кончике пружины расположена стрелочка, она показывает величину силы упругости при растяжении. На лицевой стороне доски расположена шкала.

Когда пружина не растягивается, точка, на которую указывает стрелка, является нулевой.

Если на крючок пружины повесим груз массой в 100 г , то сила тяжести, действующая на пружину будет равна $F_{\text{тяж}} = mg = 100 \cdot 10 \frac{\text{М}}{\text{с}^2} = 0,1 \cdot 10 \frac{\text{кг}}{\text{с}^2} = 1 \text{ Н}$. Точку, на которую указывает стрелка пружины, обозначим цифрой 1 (рис. 54). Если к первому грузу добавим второй с такой же массой в 100 г , то $F_{\text{тяж}} = 2 \text{ Н}$. Эту точку обозначим цифрой 2 (рис. 55). Таким же путем обозначаются цифры 3, 4. Так как за единицу силы принят 1 Н , то на лицевой стороне динамометра ставится буква Н . Это означает, что данный динамометр измеряет силу в ньютонах. На шкале промежутки между цифрами разделены на еще более мелкие деления. Ими можно определить значения силы, имеющие величину меньше одного ньютона. Такой способ называется градуированием динамометра. Таким путем определяются границы измерения и цена деления шкалы динамометра.

Граница измерения динамометра, показанного на рис. 56, равна 3 Н , а цена деления шкалы – $0,25 \text{ Н}$.

Для измерения разных сил используются разные динамометры. На рис. 57 показаны эти виды. Во всех динамометрах используется упругость твердых тел. Кроме этого используются ртутные, гидравлические и электрические динамометры.



а) динамометр для измерения силы рук.



б) динамометр для измерения тяговой силы машин, тракторов, локомотивов.



в) демонстрационный динамометр.

Рис. 57. Динамометры.

- ?
1. Как называется прибор для измерения силы?
 2. Что такое динамометр?
 3. На чем основан принцип работы пружинных динамометров?
 4. Почему пружина динамометра растягивается, если на него подвесить 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 изучать устройство динамометров, имеющихся в школе.

Упражнение 9

1. Определите цену деления шкалы динамометра, показанного на рис. 58, а также силу тяжести, действующую на различные тела. Можно ли эту силу назвать весом этих тел?
2. Найдите способ изготовления простейшего динамометра. Постарайтесь самостоятельно сделать его.
3. Можно ли сделать динамометр, цена деления шкалы которого будет равна $0,1 \text{ Н}$? 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.

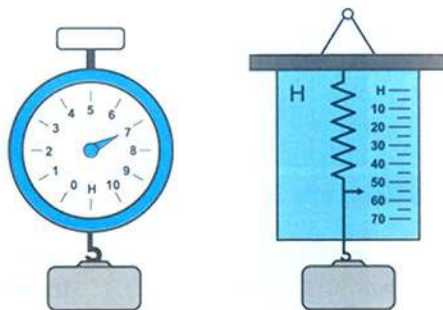


Рис. 58.

§ 22. Сила трения. Виды трения. Коэффициент трения

В предыдущих параграфах мы ознакомились с видами сил в природе. Это сила тяжести, сила упругости, вес тела. Кроме них в природе существует еще и *сила трения*. Для того, чтобы понять ее смысл, обратимся к следующему опыту. Поставим на демонстрационный стол в кабинете физики штатив, к которому прикреплен наклонный желоб (рис. 59). На самую верхнюю точку наклонного желоба положим маленький шар и позволим ему скатиться вниз. Шар по желобу движется с ускорением вниз и продолжит движение по поверхности стола. Если на пути шара не поставит препятствие, то он может скатиться со стола на пол.

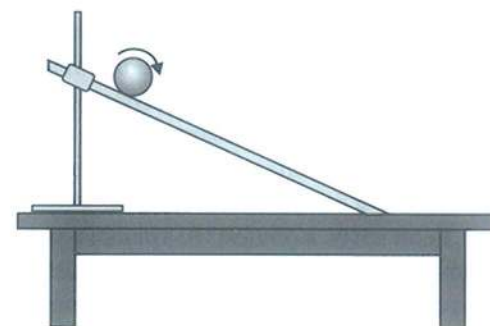


Рис. 59. Опыт, показывающий влияние трения на движение шара по желобу и поверхности стола.

Во второй раз возле нижнего конца желоба на столе подстелим мягкую тряпку, другими словами, намоченный платок. Если мы, как и в первый раз, скатим шар вниз, то он на платке пройдет небольшое расстояние и остановится.

В третий раз вместо платка на столе рассыпем небольшой слой песка. Скатывающийся по желобу шар в этот раз пройдет еще меньшее расстояние, чем в предыдущий раз. В чем причина этого?

Причина начала движения тела из состояния покоя или уменьшение скорости тела, находящегося в движении, заключается в действии на него силы. Значит, на движение шара, скатывающегося с желоба, действует сила трения. Она возникает только между соприкасающимися поверхностями тел. В первом проделанном опыте на шар действовала поверхность стола, во втором – мокрый платок, в третьем – песок. Эта сила направлена против направления движения. Значит, сила трения имеет противоположное направление относительно движения.

Когда одно тело движется по поверхности другого, то между их соприкасающимися поверхностями возникает трение. Оно возникает на основе взаимодействия соприкасающихся поверхностей.

Сила, возникающая при движении одного тела по поверхности другого, называется **силой трения**. Она приложена к движущемуся телу и направлена против движения.

Она обозначается буквой $F_{\text{тр}}$. За единицу принимается 1 Н .

В чем причина возникновения силы трения? Первая причина заключается в том, что соприкасающиеся поверхности не гладкие, неровные. Когда одно тело движется по поверхности другого, эти шероховатости цепляются друг за друга и препятствуют движению. В результате этого движение замедляется или вообще останавливается.

Вторая причина возникновения силы трения – большая площадь соприкасающихся поверхностей. Когда одно тело движется по поверхности другого, то чем больше площадь соприкосновения, тем больше сила трения. Поэтому, когда делают санки, сторону, соприкасающуюся с землей, делают узкой. По этой причине и у коньков лезвие тоже тонкое.

Величина силы трения также зависит от веса движущегося тела. Чем больше вес тела, тем больше сила трения.

Если взять в общем, то трение – это результат взаимодействия мелких частиц соприкасающихся поверхностей. А большая площадь соприкосновения и большой вес тела являются условиями увеличения этой силы.

В природе встречаются три вида трения. Это: трение скольжения, трение качения и трение покоя.

Трение *скольжения* возникает в случаях, когда одно гладкое тело движется по поверхности другого гладкого тела. Например, если по поверхности стола мы будем двигать деревянный брусок, это будет примером трения скольжения. Несмотря на гладкую поверхность обоих тел, все равно между ними всегда будет происходить взаимодействие.

Трение *качения* возникает между поверхностями колес машин, велосипедов и поверхностью дороги. Для легкой погрузки тяжелых грузов на машины или поезда используют наклонные плоскости, на которые кладут круглые бревна. Груз кладут на бревна и толкают вверх, чтобы было легче грузить. Это показывает, что трение качения меньше трения скольжения.

Трение *покоя* возникает в результате взаимодействия поверхностей тел, одно из которых находится на поверхности другого. Из-за этой силы трудно бывает передвигать тяжелый шкаф по полу. На наклонной поверхности или поверхности транспорта в результате трения покоя тело остается неподвижным. В результате этого трения задерживается гвоздь, вбитый в доску, швы на материи не дают ей расходить в разные стороны, а завязанная веревка сама не развязывается и др.

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.

1. Замена трения скольжения трением качения.
2. Смазка соприкасающихся поверхностей. 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 тел.
3. Величина силы трения между телами зависит также и от веществ, из которых состоят эти тела. Например, 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:

$$\mu = \frac{F_{mp}}{P}$$

Здесь μ – коэффициент трения, F_{mp} – сила трения, P – вес движущегося тела.

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. Равномерность движения видна из того, что длина пружины не изменяется. Во время равномерного движения бруска показания динамометра равны силе трения. По формуле $\mu = \frac{F_{mp}}{P}$ мы можем определить коэффициент трения дерева с деревом. В таблице 5 даны значения коэффициентов трения разных веществ.

Таблица 5

Коэффициенты 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
Колесо с сухим асфальтом	0,50–0,70
Колесо с мокрым асфальтом	0,35–0,45
Смазанные подшипники	0,02–0,08

Примеры решения задач:

1. Тело массой 50 кг равномерно движется по ровной поверхности под действием силы в 200 Н . Чему равен коэффициент трения?

<p>Дано:</p> $m = 50 \text{ кг}$ $F = 200 \text{ Н}$ $\mu = ?$	<p>Формула:</p> $\mu = \frac{F_{\text{тр}}}{P}; \quad P = mg;$ $\mu = \frac{F_{\text{тр}}}{mg}; \quad F = F_{\text{тр}}.$	<p>Решение:</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>Ответ: $\mu = 0,4$.</p>
--	--	--

2. Какую силу надо приложить, чтобы сдвинуть с места шкаф массой в 70 кг ? Коэффициент трения $0,3$.

<p>Дано:</p> $m = 70 \text{ кг}$ $\mu = 0,3$ $g \approx 10 \frac{\text{М}}{\text{с}^2}$ $F_{\text{тр}} = ?$	<p>Формула:</p> $\mu = \frac{F_{\text{тр}}}{P};$ $F_{\text{тр}} = P \cdot \mu;$ $F_{\text{тр}} = mg \cdot \mu$	<p>Решение:</p> $F_{\text{тр}} = 70 \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{М}}{\text{с}^2} \cdot 0,3 = 210 \text{ Н}$ <p>Ответ: $F_{\text{тр}} = 210 \text{ Н}$.</p>
--	--	--

- ?
1. В чем состоит смысл явления трения?
 2. Что такое сила трения?
 3. Каковы причины возникновения силы трения?
 4. Приведите примеры опытов, наглядно показывающих наличие силы трения.
 5. Какие существуют виды трения?
 6. Какие есть способы уменьшения и увеличения трения?
 7. Какова формула коэффициента трения? В чем состоит ее физический смысл?

Упражнение 10

1. По обобщенному плану проанализируйте силу трения.
2. Лошадь везет деревянные сани общей массой $1\,200 \text{ кг}$ по льду. Коэффициент трения между деревом и льдом $0,035$. Найдите силу тяги лошади (42 Н).
3. Масса машины с грузом $7\,000 \text{ кг}$. Для того, чтобы она начала равномерное движение, действует сила 35 кН . Определите коэффициент трения между колесом машины и поверхностью дороги ($0,5$).

§ 23. Действие и противодействие. Третий закон Ньютона

В физике широко применяются понятия «действие и противодействие». В чем их смысл? Каким закономерностям они подчиняются?

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

Два демонстрационных динамометра закрепим на штативе по прямой линии (рис. 60). К первому из них подвешен электромагнит. Электромагнит через включатель подсоединен к источнику электрического тока. Над вторым динамометром прикреплен металлический диск. В начале опыта стрелки обоих динамометров показывают цифру 0. Если мы замкнем электрическую цепь, по электромагниту пройдет ток и притянет металлический диск на втором динамометре. В это время динамометры показывают одну и ту же силу (рис. 61). Но направления стрелок динамометров совсем разные. Это доказывает, что взаимодействующие силы направлены в противоположные стороны.

Теперь остановимся еще на одном простом опыте. Два демонстрационных динамометра установим на штативе в горизонтальной плоскости (рис. 62). 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 Исаак Ньютон и сформулировал в виде закона. Поэтому он называется **третьим законом Ньютона**. Он определяется следующим образом:

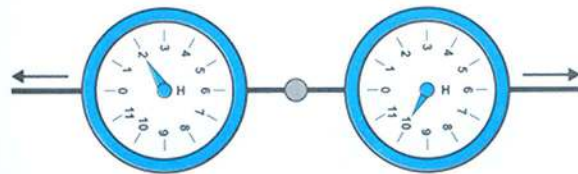


Рис. 62. Опыт показывающий величину и направление действия и противодействия, $F_1 = +2\text{Н}$, $F_2 = -2\text{Н}$.

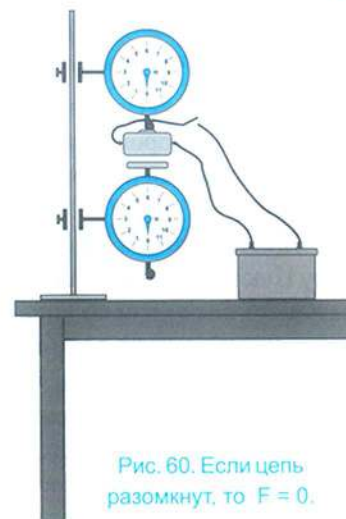


Рис. 60. Если цепь разомкнута, то $F = 0$.

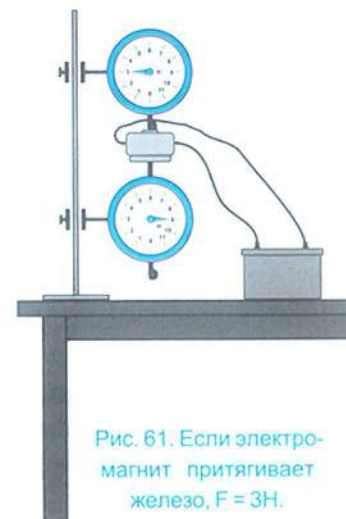


Рис. 61. Если электромагнит притягивает железо, $F = 3\text{Н}$.

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.

При изучении этой темы всегда возникает следующий вопрос. По третьему закону Ньютона, величины взаимодействующих сил равны. Если действие человека, везущего санки, равно силе, с которой эти санки действуют на человека, почему человек все-таки везет эти санки? Почему человек не движется в сторону санок? Здесь надо рассматривать не только действие человека и саней, но и влияние третьей силы. Это силы между Землей и человеком и между Землей и санками. Когда человек везет санки, он подошвами ног опирается на землю и воздействует на нее. В свою очередь земля толкает человека в противоположном направлении. Если сила, с которой земля действует на человека, больше силы, с которой санки действуют на человека, то человек везет санки. Если будет наоборот, то человек не сможет сдвинуть санки с места.

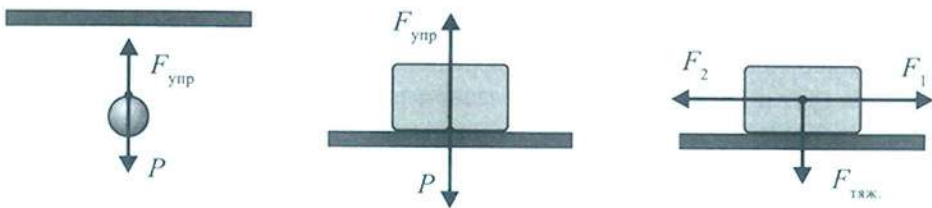
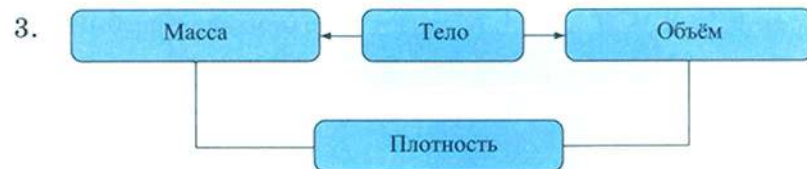
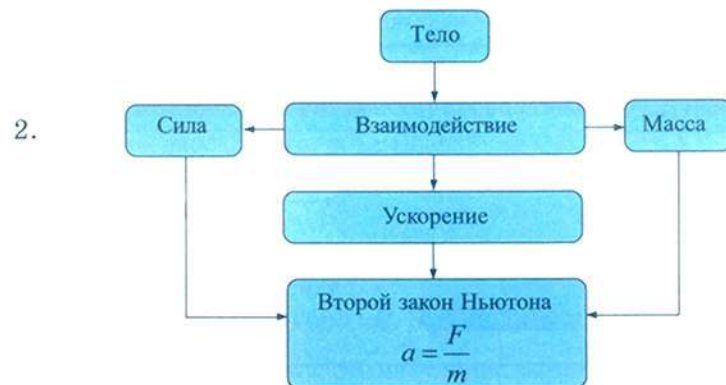
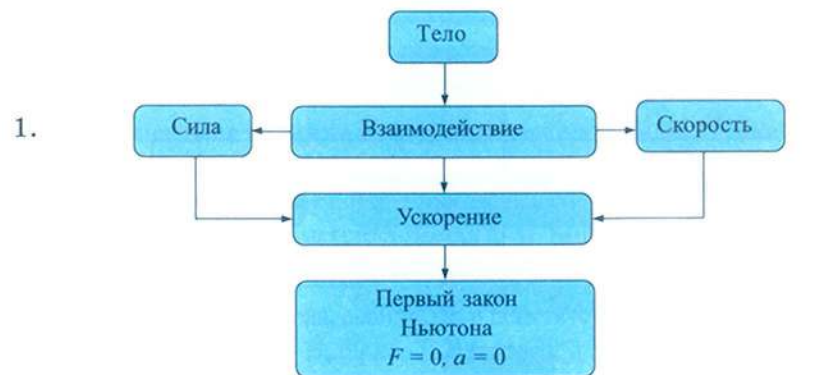


Рис. 63. Несколько сил, действующих на одно и то же тело.

Здесь надо обозначить, что каждое тело действует на другие тела. Поэтому силы взаимодействия никогда не могут быть в равновесии. Равновесие сил может быть только тогда, когда несколько сил действуют на одно и то же тело (рис. 63).

- ?
1. Как вы понимаете взаимодействие тел?
 2. Приведите примеры взаимодействия тел.
 3. Как формулируется третий закон Ньютона?
 4. Как пишется третий закон Ньютона в математической форме?
 5. Разберите содержание третьего закона Ньютона по обобщенному плану.

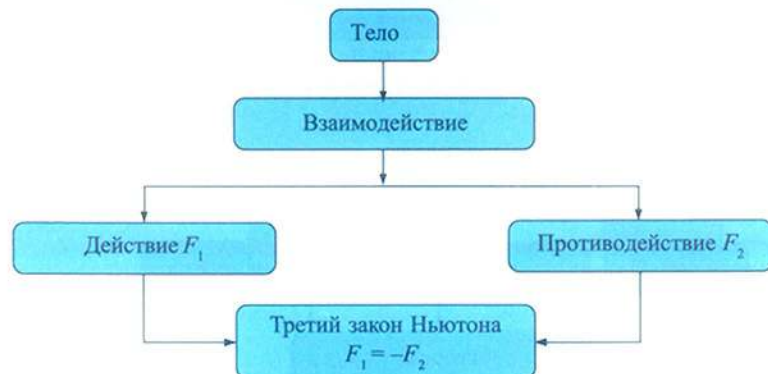
ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ЗНАНИЙ II ГЛАВЫ И СВЯЗИ МЕЖДУ НИМИ



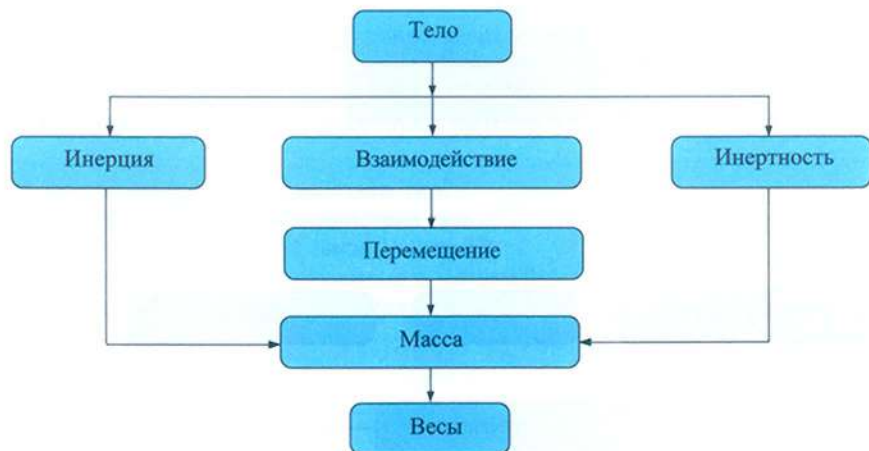
4.



5.



6.



Образцы тестовых заданий по главе «Основы динамики»

1-й вариант

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 одинаковое время на тело действовали две силы. 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. Б. 0,6 кг. В. 60 кг. Г. 0,6 Н. Д. 3 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. $V = F_0 \rho$. Б. $V = \frac{F_0}{\rho}$. В. $V = \frac{F_0}{g \cdot \rho}$. Г. $V = \frac{F_0 \rho}{g}$. Д. $V = \frac{F_0 \cdot g}{\rho}$.

1.6. На тело действует сила тяжести 20 000 Н. Выразите это в кН.

- А. 20 кН. Б. 20 000 000 кН. В. 2 000 кН. Г. 2 000 000 кН. Д. 0,02 Н.

1.7. Какие соотношения следующих единиц являются правильными?

- А. $H = кг \cdot м$. Б. $кг = \frac{H}{м}$. В. $H = кг \cdot \frac{M}{c^2}$. Г. $H = кг \cdot c$. Д. $кг = н \cdot м/с$

1.8. На тело массой 5 кг действует сила 10 Н. Найдите ускорение тела.

- А. $50 \frac{M}{c^2}$. Б. $2 \frac{M}{c^2}$. В. $0,5 \frac{M}{c^2}$. Г. $5 \frac{M}{c^2}$. Д. $0,2 \frac{M}{c^2}$.

1.9. Выберите единицы силы трения: А. кг. Б. с. В. Н. Г. $м^3$. Д. м.

1.10. Чему равно ускорение свободного падения?

- А. 9,8 Н. Б. 9,8 м/с. В. 9,8 м/с². Г. 9,8 с. Д. 9,8 м.

2-й вариант

PDF Compressor Free Version

- 2.1. Какое из следующих 5 слов является единицей физической величины?
А. Движение. Б. Скорость. В. Сила. Г. Ньютон. Д. Весы.
- 2.2. Что характеризует инерция?
А. Величина. Б. Явление. В. Тело. Г. Единица. Д. Прибор.
- 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. Б. 25 Н. В. 250 Н. Г. 0,25 Н. Д. 12,5 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. Б. 1 Н. В. 0 Н. Г. 0,5 Н. Д. 1,5 Н.
- 2.7. Масса газа в баллоне 50 кг. Плотность газа 5 кг/м^3 . Каков объем баллона?
А. 250 м^3 . Б. $0,1 \text{ м}^3$. В. 55 м^3 . Г. 45 м^3 . Д. 10 м^3 .
- 2.8. Два тела взаимодействуют между собой с силой 20 Н. Чему равна сила, с которой первое тело действует на второе?
А. 20 Н. Б. 10 Н. В. 30 Н. Г. -20 Н. Д. -10 Н.
- 2.9. На что действует сила тяжести?
А. На опору. Б. На подвес. В. На тело. Г. На динамометр. Д. Ни на что.
- 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.

III глава

ДАВЛЕНИЕ ТВЕРДЫХ ТЕЛ, ГАЗОВ И ЖИДКОСТЕЙ

Слово «давление» используется в нашей повседневной жизни очень часто. Оно связано с действием одного тела на поверхность второго. Одно тело давит на другое тело не только вертикально вниз, а действует в пространстве в разных направлениях. Например, книга на столе давит на поверхность стола вертикально вниз (рис. 64), а на гвоздь, вбиваемый в потолок дома, молоток давит вертикально вверх (рис. 65). Если мы режем ножницами проволоку, то наблюдаем, что каждое из лезвий ножниц действует на проволоку в разных направлениях (рис. 66). Значит, сущность понятия «давление» отличается от употребляемого нами ежедневно термина «нажим». Понятие «давление» находится в тесной связи с взаимодействием тел и с такими понятиями, как «сила», «вес», «площадь», «поверхность» и т. п.

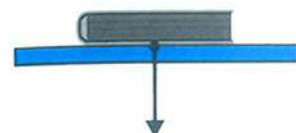


Рис. 64.

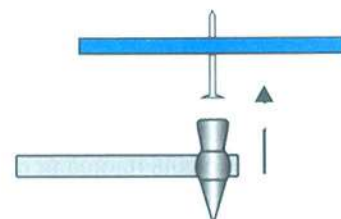


Рис. 65.

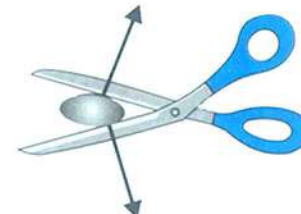


Рис. 66.

Так как вещества находятся в твердом, жидком и газообразном состоянии и характер их взаимодействия разный, необходимо рассматривать их давления отдельно.

§ 24. Давление твердых тел

Мы знаем, что величина, характеризующая взаимодействие тел, называется силой. Также мы изучили, что влияние действия силы зависит от ее величины, направления и точки приложения. Теперь постараемся найти ответ на вопрос, зависит ли результат действия силы от площади, на которую действует эта сила?

Твердые тела взаимодействуют друг с другом только тогда, когда соприкасаются друг с другом. А площади соприкосновения двух тел могут быть разными. И поэтому действие силы бывает разным на разные площади.



Рис. 67.

Приведем пример из повседневной жизни. На рис. 67 изображены два мальчика, играющие на снегу. Как видно из рисунка, мальчик на лыжах не проваливается в снег, а стоит на его поверхности. А мальчик без лыж провалился в снег по колено. Оба мальчика действуют на поверхность снега с одинаковой силой, так их вес примерно одинаковый. Они одинаково сверху вниз воздействуют на снег. Тогда почему у одного из них ноги увязли в снегу, а второй стоит на поверхности? В чем причина этого?

Это происходит потому, что площади ног и площадь поверхности снега, на которую действуют мальчики, не одинаковые. У лыжника площадь действия на снег равна площади поверхности двух лыж, на которых он стоит. А у мальчика без лыж площадь действия на поверхность снега равна площади подошвы его обуви. Площадь поверхности двух лыж намного больше площади поверхности подошвы обуви. Вес мальчиков распределяется по площади действия на снег, другими словами, на единицу площади (на 1 см^2). Мальчик на лыжах действует с намного меньшей силой, чем мальчик без лыж, обувь которого действует на ту же площадь с большей силой. Значит, чем меньше площадь, на которую действует сила, тем больше сила, с которой первое тело воздействует на второе. И чем больше площадь, на которую действует сила, тем меньше сила, с которой второе тело действует на второе.

Теперь обратимся к опыту. Попробуем вбить два 150-миллиметровых гвоздя в поверхность деревянной доски в виде табуретки. Возьмем большой сосуд с песком и поместим на его поверхность деревянную доску. Если мы положим на него гирию массой в 3 кг, то давление его на песок будет незначительным (рис. 68). Если мы поставим табурет так, чтобы вбитые гвозди располагались снизу, и положим на табурет ту же гирию, то мы увидим, что гвозди глубоко войдут в песок (рис. 69).

Почему у используемых в повседневной жизни ножей, ножниц, иголок, шил, кнопок и других подобных вещей острие или концы всегда тонкие? Подумаем над этим. Это нужно потому, что они

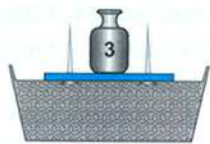


Рис.68.



Рис. 69.

применяются для того, чтобы они резали или прокалывали. Когда, например, режут ножом или ножницами, прокалывают шилом, то они действуют на поверхность других материалов. Когда взаимодействуют два тела, то чем меньше площадь соприкосновения, тем больше воздействие силы на единицу площади этой поверхности. В результате тело лучше режется или прокалывается. Из всего сказанного выше можно сделать следующие выводы:

1. Твердые тела взаимодействуют друг с другом с силой, направленной перпендикулярно к поверхностям.

2. Влияние силы зависит от площади взаимодействующих поверхностей.

Для характеристики такого свойства взаимодействия тел вводится понятие «давление».

Физическая величина, характеризующая силу, действующую перпендикулярно на поверхность твердого тела, называется давлением.

Величина давления определяется через силу, действующую перпендикулярно на единицу площади этой поверхности.

Обозначим давление буквой P , силу F , площадь S , и получим формулу давления:

$$P = \frac{F}{S}$$

Отсюда формулой $F = P \cdot S$ можно вычислить силу, а формулой $S = \frac{F}{P}$ – величину площади.

Если мы полученные формулы переведем на математический язык, то придем к следующему заключению: *Давление, оказываемое одним телом на другое, прямо пропорционально силе, обратно пропорционально площади поверхности, на которую действует эта сила.* Итак, это означает, что:

- если на тело действует большая сила, то давление также большое;
- чем больше поверхность, на которую действует сила, тем меньше давление;
- чем меньше площадь действующей поверхности, тем больше давление.

Давление, как и сила, является векторной величиной. Во многих случаях мы используем только его величину. Но всегда надо помнить, что направление силы давления направлено перпендикулярно площади поверхности.

За единицу давления принимается 1 паскаль. Названа она в честь французского ученого Блеза Паскаля. Кратко пишется 1 Па.

На основе формулы давления: $1 \text{ Па} = \frac{1 \text{ Н}}{1 \text{ м}^2}$.

Это означает, что 1 Па равен силе в 1 Н, действующего на 1 м^2 площади. Это надо читать, как 1 паскаль равен 1 ньютону, деленному на один метр в квадрате.

На практике кроме паскаля используются также такие единицы, как гектопаскаль (гПа) и килопаскаль (кПа).

Их взаимосвязи пишутся следующим образом:

$$1 \text{ кПа} = 1000 \text{ Па}; \quad 1 \text{ Па} = 0,001 \text{ кПа};$$

$$1 \text{ гПа} = 100 \text{ Па}; \quad 1 \text{ Па} = 0,01 \text{ гПа}.$$

Примеры решения задач:

1. На поверхность стола, имеющего длину 22 см и ширину 16,5 см, действует сила 3 Н. Определите давление.

Дано:	Формула:	Решение:
$l = 22 \text{ см} = 0,22 \text{ м}$	$P = \frac{F}{S}$	$P = \frac{3 \text{ Н}}{0,22 \text{ м} \cdot 0,165 \text{ м}} =$
$h = 16,5 \text{ см} = 0,165 \text{ м}$	$S = l \cdot h$	$= \frac{3 \text{ Н}}{0,0363 \text{ м}^2} = 82,65 \frac{\text{Н}}{\text{м}^2}$
$F = 3 \text{ Н}$	$P = \frac{F}{l \cdot h}$	
$P = ?$		О т в е т : $P = 82,65 \frac{\text{Н}}{\text{м}^2}$

Попробуем разъяснить физическое значение ответа задачи. Если выразим площадь в см^2 , то давление будет $P = \frac{3 \text{ Н}}{22 \text{ см} \cdot 16,5 \text{ см}} = 0,0082 \frac{\text{Н}}{\text{см}^2}$.

Полученные значения давления одинаковые или разные?

- ?
1. Что такое давление?
 2. Чему равна величина давления?
 3. Какие вы знаете единицы давления?
 4. Приведите примеры большого давления из жизни?
 5. Из формулы $P = \frac{F}{S}$ получается формула $S = \frac{F}{P}$. Можно ли из этого сказать, что площадь поверхности обратно пропорциональна давлению?

Упражнение 11

1. Величина давления, действующего на площадь 100 см^2 , равна 5000 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 паскаль: 5 гПа ; $0,04 \frac{\text{Н}}{\text{см}^2}$; $0,002 \text{ кПа}$.
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 млн Па).
5. Какие характерные признаки вы заметили на показанных ситуациях (рис. 70)?

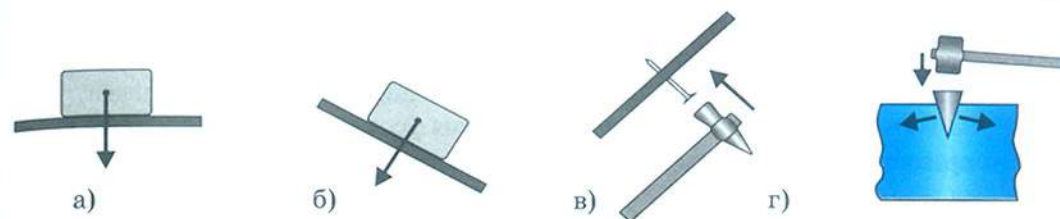


Рис. 70.

§ 25. Пути увеличения и уменьшения давления твердых тел

В повседневной жизни человека увеличение и уменьшение давления имеет важное 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». В других случаях для хождения по скользкому льду они придумали другое приспособление – тайтуак. 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 приспосабливались 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.

В предметах, используемых в домашних условиях, имеет важное значение уменьшение давления. Как в приведенных выше примерах с иголкой, шилом, ножом, ножницами, бритвой, резаком, плоскогубцами, вилами и другими предметами, у них концы тонкие, лезвия острые, и поэтому работать с ними легко. Например, площадь острия иглы примерно $0,0003 \text{ см}^2$. У лопат для рытья земли концы делают острыми. Мы можем сразу определить, какой из двух лопат легче копать землю (рис. 71). Но не надо забывать, что у второй лопаты есть своя определенная роль в работе с землей.

«Шила в мешке не утаишь», – говорят в народе. В прямом значении это показывает, что острый предмет в результате небольшого усилия может оказывать большое давление.

С развитием человеческого сознания применяется все больше различной техники. В чем смысл слова техника? Техника – это греческое слово. По-нашему, означает искусство,

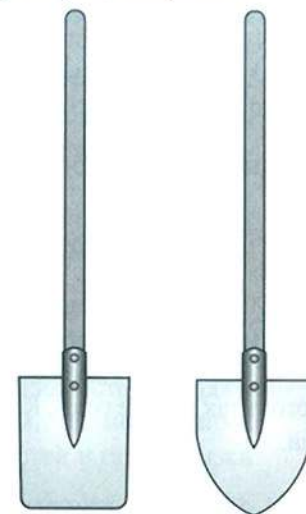


Рис. 71. Какой из двух лопат легче копать землю?

мастерство. Значит, использование техники означает творчество. Развитие техники привело к созданию различных способов, средств и устройств для облегчения труда человека. Например, в первобытные времена люди для вспашки земли использовали деревянные плуги (рис. 72). Форма его с течением времени все время совершенствовалась, пока плуг не принял современную форму (рис. 73).



Рис. 72.

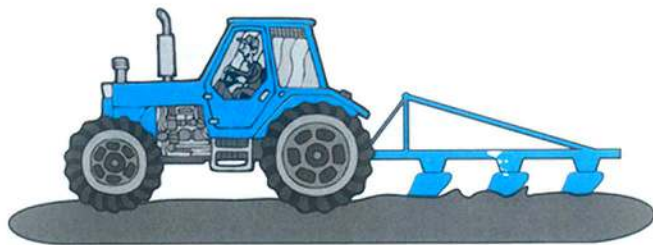


Рис. 73.

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 называются гусеничным транспортом. Они легко передвигаются по болотистой или рыхлой поверхности земли. Их тяжелый вес распределяется по площади 15–20 м² 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 мм², 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.

- ?
1. Приведите примеры увеличения площади поверхности, которая действует на предметы для уменьшения давления.
 2. Для чего колеса сельскохозяйственных машин делают широкими?
 3. Приведите примеры, для чего нужно увеличивать или уменьшать давление.

4. Полезно или вредно то, что клювы и когти пернатых острые?
5. Почему колющие и режущие предметы делают тонкими и острыми?

Упражнение 12

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 ваших туфель.
3. Подготовьте реферат о значении увеличения и уменьшения давления в домашних условиях, природе, технике, сельском хозяйстве, о различных путях достижения этого.

§ 26. Давление в газах и жидкостях

Люди давно знают о том, что вещества в твердом, жидком и газообразном состоянии состоят из мельчайших частиц. Это открытие сделал еще греческий ученый Демокрит около 2 500 лет назад. Эти частицы называются молекулами. Молекула – латинское слово, оно означает «маленькая масса». Сейчас молекула считается самой малой частицей, сохраняющей все свойства вещества. В последующем мы узнаем, что молекулы состоят из атомов, а атом – из ядра и электронов.

Молекулы твердых веществ расположены близко друг от друга и в определенной системе. Например, снежинки и льдинки от природы имеют правильную и красивую форму.

По сравнению с твердыми телами, молекулы жидких веществ находятся на больших расстояниях и слабо притягиваются друг к другу. Это объясняется тем, что жидкости принимают форму того сосуда, в которую их наливают, и что их можно разбрызгивать и легко переливать в другую посуду.

Молекулы газов находятся друг от друга на еще большем расстоянии, чем у жидкостей. В таком состоянии притяжение между молекулами совсем незначительное. Поэтому газы не могут иметь свою форму и объем. Например, стакан или банку невозможно наполовину наполнить газом. Как бы не было мало газа, все равно он стремится заполнить собой весь объем сосуда.

Как сказано выше, вследствие того, что молекулы газов и жидкостей находятся на большем расстоянии, чем у твердых веществ, отмечаем, что между ними очень слабое притяжение. Значит, некоторые признаки жидкостей и газов близки друг другу.

Основоположником учения о молекулярном строении веществ был великий русский ученый М. В. Ломоносов. Ломоносов представил строение газов следующим образом: вследствие того, что частицы газа находятся в 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.

Молекулы газа сталкиваются не только друг с другом, но и со стенками сосуда, в котором находятся (рис. 74).

Так как количество молекул в газе очень большое, то и количество столкновений также неисчислимо большое. В результате столкновений молекул газа они создают давление на стенки, дно и крышку сосуда, в котором газ находится. Это называется *давлением газа*. Если давление твердого тела зависит от его веса и площади опоры, то давление газа обусловлено другими причинами. Чтобы понять это, обратимся к опыту.

Под колпак воздушного насоса поместим резиновый шар, перевязанный ниткой. В нем находится немного воздуха (рис. 75 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. 75 б).

Как можно объяснить такое 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 молекулы газа внутри шарика остаются 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.

Теперь посмотрим, насколько изменится давление, если массу газа оставить прежней, а изменить его объем или объем сосуда, в котором он находится. Для этого посмотрим на устройство, показанное на рис. 76 а. На нем показана стеклянная трубка, один конец которой перевязан тонкой резиновой пленкой. В трубку вложен поршень. Мы знаем, что между поршнем и резиной находится воздух. Ког-

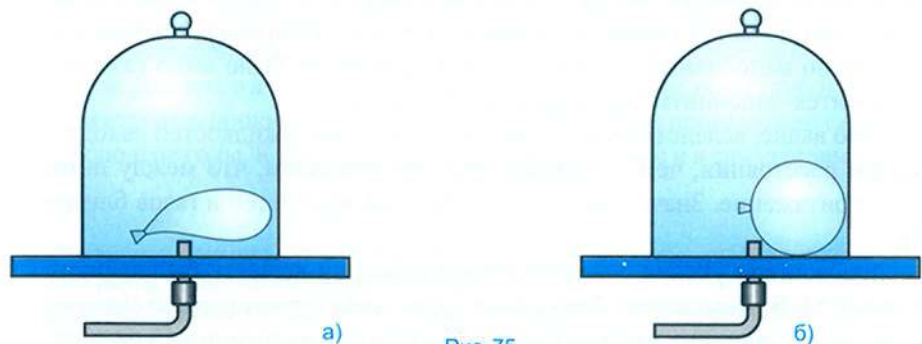


Рис. 75.

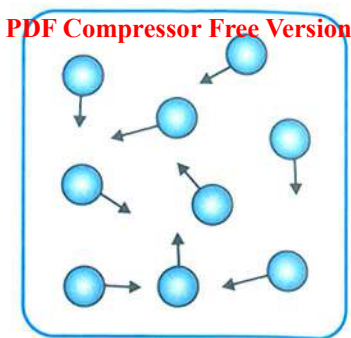


Рис. 74. Движение молекул газа.

да мы начнем передвигать поршень внутри вниз, то объем воздуха в трубке уменьшится, то есть газ находится под давлением (рис. 76 б). В это время резиновая пленка покажет, что давление воздуха в трубке увеличилось, надувшись во внешнюю сторону.

Если наоборот поршень начнем вытягивать из трубки, то есть начнем увеличивать объем, при этом пленка покажет уменьшение давления воздуха в трубке, втянувшись внутрь трубки (рис. 76 в).

В этом опыте масса и температура газа остаются неизменными. Мы уменьшали или увеличивали только его объем. При уменьшении объема газа его давление увеличивается, а при увеличении объема давление уменьшается.

Как можно объяснить такую зависимость?

Если, не изменяя массу газа, уменьшить его объем, то увеличивается плотность газа. Значит, увеличивается число молекул, сталкивающихся со стенками сосуда. Это показывает увеличение давления газа.

Если наоборот, при такой же массе газа увеличить объем газа, то количество молекул, сталкивающихся со стенками сосуда, уменьшится. Это показывает уменьшение давления газа.

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.

Давление газа также зависит от его температуры. Когда газ нагревают, увеличивается скорость движения молекул. Они начинают быстрее двигаться. И значит, они быстрее сталкиваются со стенками сосуда. Это показывает, что чем выше температура газа в закрытом сосуде, тем больше давление внутри него. Эту зависимость впервые открыл французский ученый Ж. Шарль в конце XVIII века.

Давление жидкостей на стенки сосуда, в котором они находятся, объясняется так же, как и давление газов. Потому что у них в основном похожее расположение и движение их молекул.

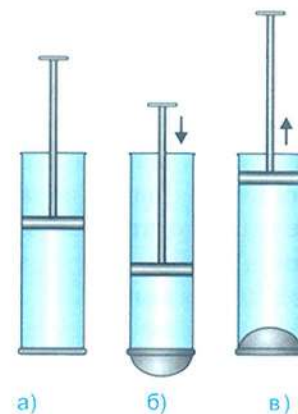


Рис. 76. Зависимость давления газа от объема.

- ?
1. Какие состояния веществ вы знаете?
 2. Из чего состоит вещество?
 3. Что такое молекула?
 4. Как можно доказать различное состояние веществ?
 5. Как объясняется давление газа на основе учения о движении молекул?
 6. Какой опыт показывает существование давления газа?
 7. Какая существует зависимость между давлением и объемом газа?
 8. Как зависит давление газа от температуры?
 9. Приведите примеры доказательства давления жидкостей.

Мы уже знаем, что давление твердых тел действует перпендикулярно поверхности. Это означает, что давление твердых тел направлено всегда только в одном направлении.

Постоянное движение частиц газов и жидкостей обуславливает не только то, что производимое ими давление направляется внешними силами, но и то, что в любой точке газа давление является одинаковым.

Производимое давление в жидкостях и газах было установлено французским ученым Б. Паскалем.

Содержание этого показывают следующие опыты.

На рис. 77 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. 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 поршня. 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. Это означает, что 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. 78). Это означает, что и в газах давление производится одинаково во всех направлениях. На основе таких опытов Паскаль пришел к следующему выводу.

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.

Слои и мелкие частицы жидкостей и газов могут двигаться свободно во всех направлениях. Например, для того, чтобы привести в движение верхний слой воды в тарелке, достаточно слегка подуть на нее. Даже при слабом ветерке на поверхности озера появляются мелкие волны, верхний слой воды начинает подниматься. А твердые вещества не имеют таких свойств.



Паскаль Блез
(1623–1662)

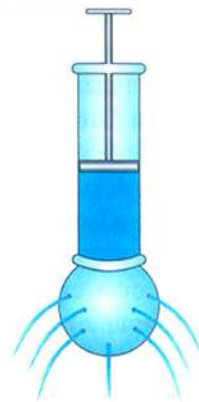


Рис. 77. Вытекание воды из шара Паскаля.



Рис. 78. Выход дыма из шара Паскаля.

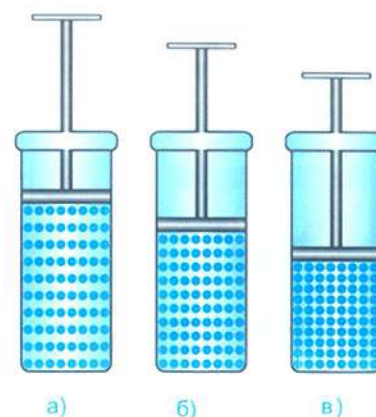


Рис. 79. Распределение частиц газа при различных давлениях

На рисунке 79 а 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. 79 б). Вследствие того, что частицы газа находятся в постоянном движении, они переместятся во всех направлениях и снова расположатся одинаково. Но в этом случае они расположатся ближе друг к другу, чем раньше (рис. 79 в). 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 по частицам жидкостей. Давление, производимое в жидкости, действует одинаково и на боковые стороны, и на дно сосуда.

- ?
1. Что вы знаете о Блезе Паскале?
 2. Можно ли сделать самодельный вариант шара Паскаля?
 3. Как формулируется закон Паскаля?
 4. Как можно объяснить закон Паскаля на основе молекулярного учения?
 5. Почему закон Паскаля относится одинаково и к газам, и к жидкостям?

§ 28. Применение закона Паскаля в жизни

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.

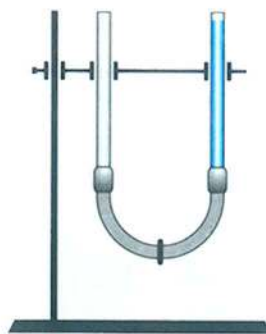


Рис. 80.

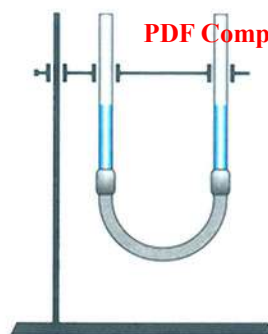


Рис. 81.

На рисунке 80 показаны две стеклянные трубки, закрепленные на штативе. Нижние концы их соединены резиновой трубочкой. Прищемлив середину резиновой трубки металлическим зажимом, в правую трубку нальем подкрашенную воду. Если освободить резиновую трубку от зажима, то вода по ней потечет в левую трубку и поднимется по ней вверх. Через некоторое время вода в обеих трубках установится на одинаковом уровне (рис. 81). Такое устройство называется сообщающимися сосудами. Если на верхний открытый конец правой трубки прикрепим резиновую грушу и выдуем из нее воздух в трубку, то давление воздуха будет давить на воду и понизит его уровень. Вследствие того, что в жидкости давление передается одинаково во всех направлениях, то в левой трубке уровень воды повысится. Этот опыт показывает, как действует закон Паскаля.

Используемые в домашней жизни простые чайники могут быть примером сообщающихся сосудов. Чайник состоит из емкости для воды и носика. Уровень воды в чайнике и в носике бывает на одном уровне. Для удобства использования верх чайника и верхний конец носика делают на одном уровне. Если бы конец носика располагался ниже, невозможно было бы наполнить чайник доверху, 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.

Это показывает использование свойства сообщающихся сосудов в повседневной жизни.

Некоторые устройства, широко применяемые в технике, основаны на законе Паскаля. Для примера остановимся на гидравлическом тормозе и гидравлическом подъемнике автомобилей.

На рис. 82 показана схема гидравлического тормоза.



Рис. 82. Гидравлический тормоз

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. 83 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 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.

Иначе говоря:

$$\frac{F_2}{F_1} = \frac{S_2}{S_1}$$

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.

- ?
1. Какие сосуды называют сообщающимися?
 2. Приведите примеры сообщающихся сосудов.
 3. Предложите способы изготовления простых сообщающихся сосудов.
 4. Объясните принцип работы одного из сообщающихся сосудов, используемых в домашних условиях.
 5. Объясните принцип работы тормозов машины.
 6. Каков принцип работы гидравлического подъемника? Как действует закон Паскаля?

§ 29. Атмосферное давление

Слой воздуха, окружающий землю, называется атмосферой. Это слово состоит из греческих слов *атмос* – воздух, пар и *сфера* – шар.

Слой воздуха состоит из молекул разных газов. Так как массы этих молекул совершенно разные и все они находятся в постоянном беспорядочном движении, то воздушный слой Земли неодинаков. Чем выше от поверхности Земли, тем воздух становится разреженнее, и на сотнях и тысячах километров высоты возможно и безвоздушное пространство. Но на поверхности Земли воздушный слой расположен плотно. Поэтому воздух давит на поверхность Земли.

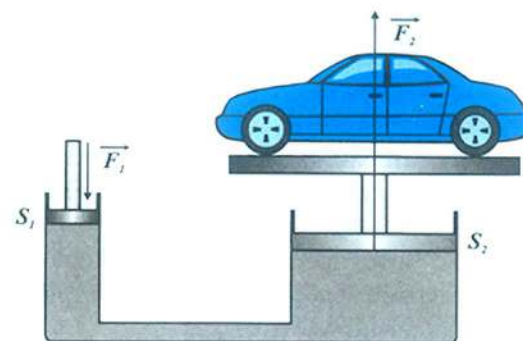


Рис. 83. Гидравлический подъемник.

Воздух, как и все тела на поверхности Земли, испытывает влияние притяжения Земли. Чтобы знать давление воздуха, необходимо вычислить вес воздуха, измерить его массу. А для этого остановимся на опыте, который можно провести в условиях школьной лаборатории. В каждой школе есть устройство, называемое «Шар для измерения массы воздуха». Он состоит из тонкой стеклянной колбы в форме шара. Отверстие колбы закрыто резиновой пробкой. Через пробку проведена резиновая трубка и соединена со стеклянной колбой. На резиновую трубку насажен зажим регулирующей подачи воздуха

Сначала мы убираем зажим и с помощью насоса выкачиваем воздух из колбы. Затем устанавливаем зажим на место и взвешиваем колбу на весах. Весы показывают массу колбы без воздуха (если он и есть, то очень мало). Если мы освободим зажим, то в колбу поступит воздух и равновесие весов нарушится. С помощью соответствующих гирь мы снова приводим весы в равновесие. И так, масса гирь, которые положены на весы позднее, показывают массу воздуха в колбе. По формуле $P = mg$ можно определить вес этого воздуха.

На основе точных опытов определено, что масса 1 м^3 воздуха равна $1,3 \text{ кг}$. Значит, вес воздуха объемом в 1 м^3 определяется:

$$P = m \cdot g, \quad P = 1,3 \text{ кг} \cdot 9,8 \text{ м/с}^2 = 13 \text{ Н}$$

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. Приведем примеры.

В повседневной жизни для закапывания в глаза или нос лекарств применяются пипетки. То, что в них заходит жидкое лекарство, доказывает наличие атмосферного давления. Когда прикрепленную к широкому концу резиновую трубку сдавливают, то в стеклянной трубке давление воздуха уменьшается (рис. 84). 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.

Проведем второй опыт. Если мы уберем шар с конца устройства, называемого шаром Паскаля, то он станет открытым стеклянным поршнем. Толкнем поршень вниз до открытого конца, чтобы он дошел до уровня воды в сосуде (рис. 85). Если поршень начнем вытаскивать вверх, то мы увидим, что вода в трубке поднимается



Рис. 84. Пипетка.

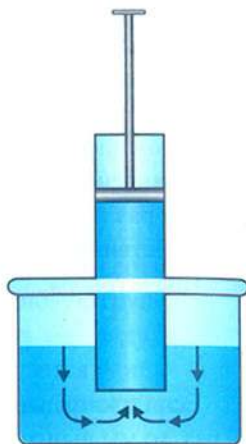


Рис. 85.

вслед за поршнем (рис. 85). Здесь атмосферное давление действует на поверхность воды в сосуде. Так как оно действует на жидкость во всех направлениях, то вода поднимается вслед за поршнем.

- ? 1. Что означает слово «атмосфера»?
 2. Имеет ли воздух массу?
 3. Как можно определить вес воздуха?
 4. Из-за каких причин возникает атмосферное давление?
 5. Приведите примеры опытов, определяющих наличие атмосферного давления. Постарайтесь сами провести опыты, доказывающие это.

§ 30. Измерение атмосферного давления. Опыт Торричелли. Барометр

Способ измерения атмосферного давления определил в XVII веке итальянский ученый Торричелли. Содержание опыта Торричелли состоит в следующем.

Стеклянная трубка длиной в 1 м заполнена ртутью. Один конец трубки закрыт, а второй конец открытый. Если поднять трубку и открытый ее конец положить в сосуд с ртутью, то некоторая часть ртути выльется в сосуд, а оставшая часть останется в трубке (рис. 86). Длина столбика ртути, оставшейся в трубке, равна примерно 760 мм . Как можно понять смысл этого явления?

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, что величина атмосферного давления равно давлению ртутного столбика в 760 мм . 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 столбика (1 мм рт. ст.).

Проведем мысленный эксперимент. Если из трубки длиной 1 м выкачать воздух и открытый ее конец поместить в сосуд с ртутью, то ртуть по трубке могла бы подняться вверх на 760 мм .

Торричелли наблюдал за высотой ртутного столбика в трубке каждый день, и заметил, что несмотря на ее небольшую высоту, она

Торричелли Эванджелисте
(1608–1647)

Итальянский ученый. Ученик Г. Галилея. Измерил атмосферное давление, сделал ряд открытий по физике и математике.

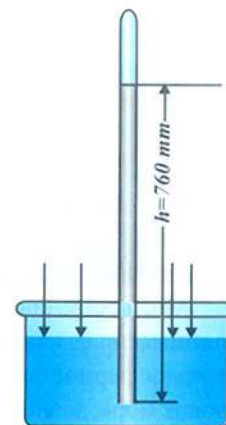


Рис. 86.

меняется. Отсюда мы делаем вывод, что атмосферное давление не является постоянным и может уменьшаться и увеличиваться. Кроме того, Торричелли заметил, что изменение атмосферного давления как то связано с изменением погоды.

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, по-нашему, 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**. Анероид – греческое слово, по-нашему, означает *без жидкости*. В нем не бывает ртути. Внешнее устройство анероида показано на рис. 87.

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, пластинка тянет конец стрелки, и ее конец поворачивается вправо. А если атмосферное давление уменьшается, то пластинка 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.

Каждая часть шкалы анероида обозначена миллиметрами ртутного столба. На рис. 88 стрелка показывает на число 750. Это означает, что атмосферное давление равно 750 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.

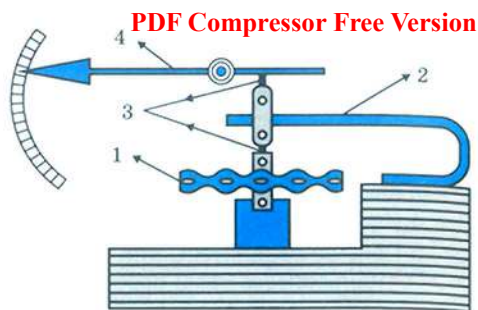


Рис. 87. Устройство барометра – анероида.

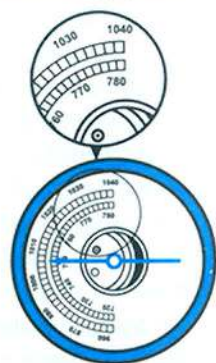


Рис. 88. Стрелка анероида показывает 750 мм рт. ст.

Нормальным атмосферным давлением считается давление, равное 760 мм рт. ст. при температуре 0°C .

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 это, и теперь, наблюдая за изменением показаний барометра, можно определить высоту над уровнем моря. Анероиды, позволяющие вычислять высоту, называют высотомерами. Шкала таких анероидов обозначена единицами длины (*м, см, мм*). Они чаще всего используются в авиации, альпинистами или людьми, поднимающимися в горы.

- ?
1. Кто предложил первым способ измерения атмосферного давления? Что вы знаете о жизни этого ученого?
 2. Объясните опыт Торричелли.
 3. Что объясняет запись «атмосферное давление равно 770 мм рт. ст. »?
 4. Какие вы знаете приборы 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. Изменяется ли атмосферное давление с поднятием над поверхностью Земли? Как оно изменяется?
 8. Что такое нормальное атмосферное давление?
 9. Вы слышали, что на высоких горных местах человек подвержен горной болезни? С чем это связано?
 10. В каких целях используются высотомеры, предназначенные для измерения атмосферного давления?

Задача для выполнения опыта

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. 89). Как будто лист бумаги приклеился к поверхности стакана. Почему? Обоснуйте ответ на это вопрос.
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.



Рис. 89.

§ 31. Архимедова сила PDF Compressor Free Version

Камень, который мы еле сможем поднять на воздухе, легко поднять со дна реки. Если резиновый мяч мы утопим в воде и отпустим, то он снова всплывает на поверхность. Как можно объяснить такие явления? На такие вопросы люди искали ответы еще до нашей эры. И превым на такие вопросы ответил древнегреческий ученый Архимед. Про него 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 дешевый металл. И задание Архимеда состояло в том, чтобы, не сломав корону, узнать, есть ли в ней примеси другого металла. Как гласят различные легенды об Архимеде, он 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 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!» Это открытие позволило определять объемы тел, имеющих неправильную форму. Мензурка, используемая нами для проведения лабораторных работ, во многих случаях употребляется 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 и газы 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. 90.

Под влиянием сил, которые действуют на боковые грани, тело будет находиться в сжатом состоянии.



Архимед
287–212 гг. до н. э.

Открыл законы равновесия жидкостей, правила рычага.

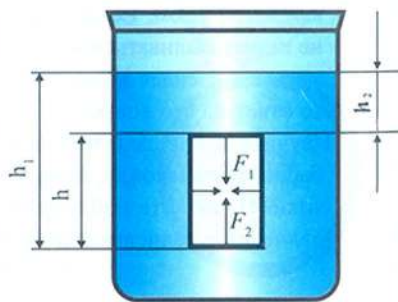


Рис. 90.

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 $F_{\text{выт.}}$, то есть $F_{\text{выт.}} = F_2 - F_1$.

Значит, на тело, погруженное в жидкость, действует выталкивающая вверх сила. Эта сила называется Архимедовой. Обозначается она буквой F_A .

$$F_{\text{выт.}} = F_A = F_2 - F_1.$$

§ 32. Способ вычисления Архимедовой силы

У параллелепипеда, погруженного в жидкость (рис. 90), площадь верхних и нижних граней S_1, S_2 , а давления, действующие на них P_1, P_2 . Так как формула давления $P = \frac{F}{S}$, то силы F_1 и F_2 определяются по следующим формулам:

$$F_1 = P_1 \cdot S_1 \text{ и } F_2 = P_2 \cdot S_2.$$

Определим давление воды на грань параллелепипеда $P = \frac{F}{S}$. Так как сила тяжести воды $F = mg$, $m = \rho \cdot V$, то запишем $F = \rho \cdot V \cdot g$. Если подставим значение на место F , получится $P = \frac{\rho V g}{S}$. Если используем $V = S \cdot h$, то тогда $P = \frac{\rho \cdot S \cdot h \cdot g}{S} = \rho g h$.

$$P = \rho g h$$

Давление столбика жидкости на разной высоте

$$P_1 = \rho \cdot g \cdot h_1, \quad P_2 = \rho \cdot g \cdot h_2$$

Учитывая, что $S_1 = S_2 = S$.

$$F_A = F_2 - F_1 = \rho \cdot g \cdot h_2 \cdot S - \rho \cdot g \cdot h_1 \cdot S = \rho \cdot g \cdot S \cdot (h_2 - h_1) = \rho \cdot g \cdot S \cdot h.$$

Так как $S \cdot h = V$, то $F_A = \rho \cdot g \cdot V$, здесь $\rho \cdot V = m$ — масса жидкости, равная объему параллелепипеда. Значит, $F_A = mg$.

Все сказанное выше можно легко проверить с помощью опыта. Для этого на пружину подвешиваются маленькое ведерко и предмет цилиндрической формы. При растяжении пружины стрелка на штативе показывает вес тела на воздухе (рис. 91). 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. 91 б). 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

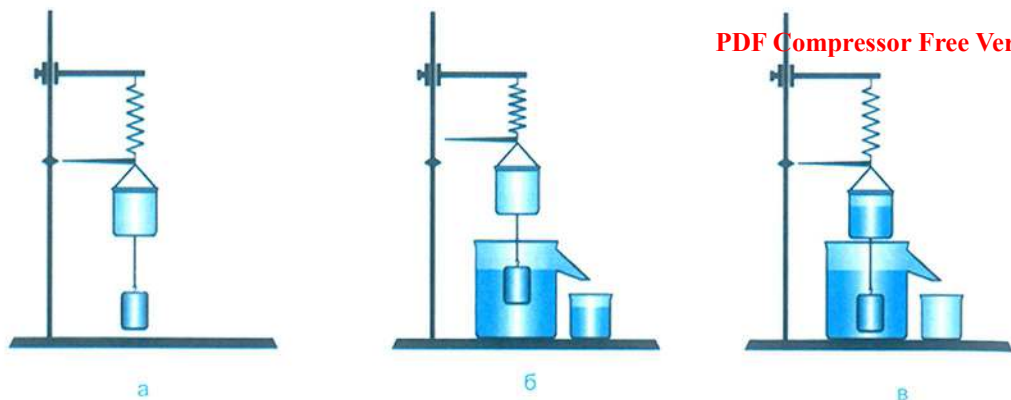


Рис. 91.

стакана налить в ведро, он наполнится и пружина вернется в первоначальное положение (рис. 91 в). 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:

Сила, действующая на тело, погруженное в жидкость, равна весу вытесненной им воды.

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.

Наличие выталкивающей силы в жидкостях и газах впервые открыл Архимед и он же вычислил ее значение. Поэтому эта сила называется Архимедовой силой и определяется следующей формулой:

$$F_A = g \cdot \rho_{ж} \cdot V_T$$

Здесь g ускорение свободного падения, $\rho_{ж}$ — плотность жидкости,

V_T — 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 вакууме (P), то есть

$$P_1 = P - F_A = mg - m_{ж}g = g(m - m_{ж}).$$

- ? 1. Приведите примеры действия выталкивающей силы на тела, погруженные в жидкость.
2. Выталкивающая сила, действующая на тела, погруженные в жидкость, основана на законе Паскаля или нет? Докажите свой ответ.

3. Как происходила история, подтолкнувшая Архимеда к открытию?
4. Как вычисляется формула, определяющая выталкивающую силу жидкости?
5. Покажите на простом опыте выталкивающую силу жидкости.
6. Какой объем жидкости вытесняет тело, погруженное в жидкость? Проведите опыт, доказывающий это.
7. Как вычисляется Архимедова сила?
8. Выразите Архимедову силу через массу жидкости.
9. Чему равна масса тела, погруженного в жидкость?

§ 33. Условия плавания тел

В предыдущем параграфе показано, что на тело, погруженное в жидкость, действуют сила тяжести и Архимедова сила. Какая из этих сил меньше, туда и движется тело. Могут быть здесь три случая:

- 1) если сила тяжести больше Архимедовой силы ($F > F_A$), то тогда тело тонет в воде;
- 2) если сила тяжести равна Архимедовой силе ($F = F_A$), то тогда тело плавает в воде;
- 3) если сила тяжести меньше Архимедовой силы ($F < F_A$), то тогда тело плавает на поверхности жидкости.

Тонет или плавает тело в жидкости, зависит от их плотности. Поскольку плотность зависит от массы тела, то она зависит и от веса тела. 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 плавает внутри жидкости. Например, если кусок железа тонет в воде, то в ртути он плавает. Мы часто наблюдаем, что 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 (рис. 92). Чему равна Архимедова сила, действующая на тело, плавающее в жидкости? Для ответа на этот вопрос обратимся к опыту.

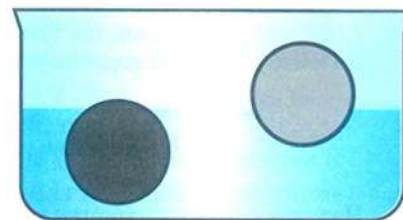


Рис. 92.

В сосуд с носиком, направленным вниз, налита вода. В этот сосуд помещен прямоугольный деревянный предмет, у которого предварительно определен вес в воздухе. Когда некоторая его часть погружается в воду, то столько же объема воды выливается из сосуда (рис. 93). Объем вытесненной воды равен объему части тела, которое погружено в воду. Эта вода взвешивается на весах и определяется ее

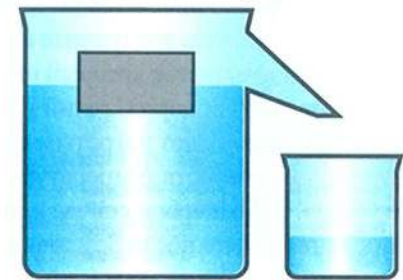


Рис. 93.

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 слова, означающее вода). Значит, ватерлиния показывает, до какой части корабля поднимается вода, когда корабль плавает. Если вода поднимается выше ватерлинии, то наступает угроза затопления корабля.

- ?
1. Какие есть условия плавания тел в жидкости?
 2. В каких случаях тело тонет в жидкости? Приведите примеры.
 3. В каких случаях тело плавает на поверхности жидкости? Приведите примеры.
 4. В каких случаях тело плавает в жидкости?
 5. Что такое ватерлиния корабля? В чем его назначение?
 6. С какой силой действует жидкость на тело, плавающее на его поверхности?
 7. Чему равен вес вытесненной жидкости плавающим в ней телом?
 8. Картофель тонет в пресной воде, а в соленой плавает. Проверьте это на опыте. Объясните, почему так происходит.
 9. Почему тяжелый корабль не тонет в воде, а железный гвоздь тонет?

§ 34. Архимедова сила и воздушные шары

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 в мечтах различные другие способы полетов в воздухе. Например, в сказках многих народов есть волшебные ковры-самолеты, которые помогали людям хотя бы в фантазиях достичь этой мечты.

Для того, чтобы воплотить эту мечту в реальность, некоторые предлагали использовать различные крылья. 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.

Для изучения верхних слоев атмосферы в разных пунктах страны ежедневно запускаются небольшие воздушные шары диаметром в 1–2 метра, называемые зон-

дами. 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. 94). Например, представим шар объемом в 40 м^3 , наполненный гелием. Масса гелия в шаре

$$m = \rho \cdot V = 0,180 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 40 \text{ м}^3 = 7,2 \text{ кг}.$$

$$\text{А вес его } P = mg = 9,8 \text{ м/с}^2 \cdot 7,2 \text{ кг} = 71,0 \text{ Н}.$$

В воздухе выталкивающая сила, действующая на этот шар, равна весу воздуха объемом в 40 м^3 , то есть

$$F = mg = \rho \cdot V \cdot g = 1,3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 40 \text{ м}^3 \cdot 9,8 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} = 510 \text{ Н}.$$

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 выбрасывают вниз. 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.

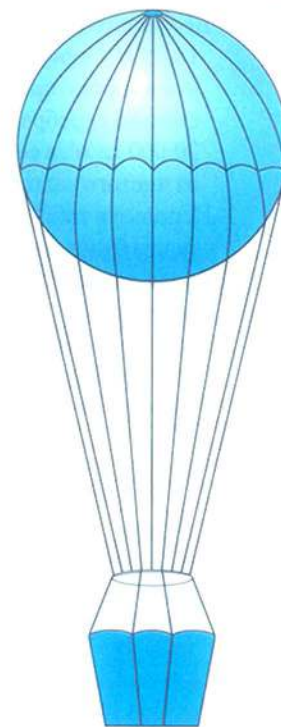


Рис. 94.

- ?
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?
 4. С какой целью запускают воздушные шары?

Задания 13

1. На рис. 95 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.

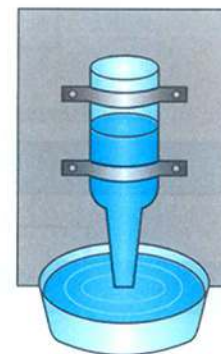
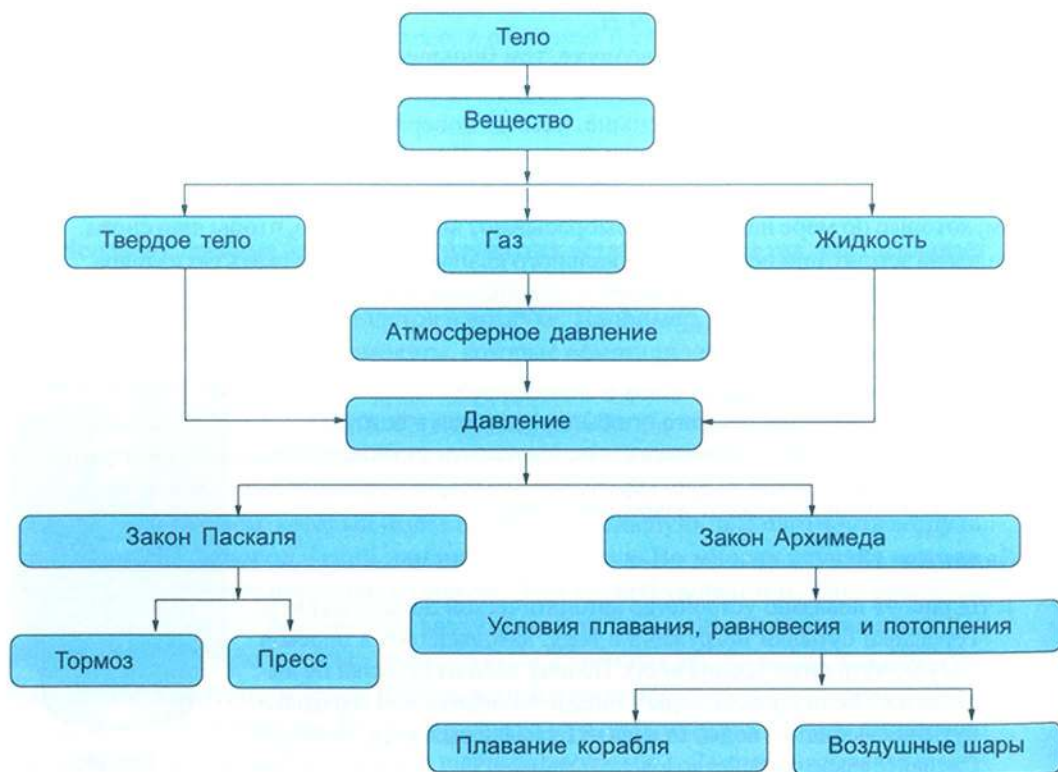


Рис. 95.

2. Вес золотой короны царя Гиерона на воздухе примерно составляет 20 Н , а в воде $18,75\text{ Н}$. Определите плотность вещества, из которого сделана корона. Считайте, что в короне примешано только серебро и вычислите, сколько в короне золота и сколько серебра. 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. Используя таблицы 2–4, в которых указаны плотности тел, определите, какие металлы будут плавать в ртути, а какие – будут тонуть?
4. Вычислите выталкивающую силу, которая будет действовать на шар, заполненный 1 м^3 гелия?
5. Шар-зонд, объемом 30 м^3 , заполнен водородом. Вычислите выталкивающую силу, которая будет действовать на шар-зонд на высоте 10 км . Плотность атмосферы $0,414\text{ кг/м}^3$.

ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ЗНАНИЙ III ГЛАВЫ И ИХ ВЗАИМОСВЯЗЬ



Образцы тестовых заданий по теме «Давление твердых тел, газов и жидкостей»

1-й вариант

- 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. $m = \frac{Pab}{P}$. В. $m = \frac{P}{abg}$. Г. $m = \frac{a \cdot b}{\rho \cdot g}$. Д. $m = \frac{Pab}{g}$.
- 1.3. Выразите давление 200 Па в кПа .
А. 20 кПа . Б. $0,2\text{ кПа}$. В. $20\ 000\text{ кПа}$. Г. 2000 кПа . Д. $0,002\text{ кПа}$.
- 1.4. В чем причина давления газа?
А. Маленький объем. Б. Форма сосуда. В. Движение молекул. Г. Вид газа. Д. Запах 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. Ответы А–Г неправильные.
- 1.7. Как называется единица Архимедовой силы?
А. Па. Б. кПа. В. кг. Г. F. Д. Н.
- 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 века. Б. 1900–1956 гг. В. 287–212 годы до нашей эры. Г. V век до нашей эры. Д. Конец XX века.
- 1.10. Железную гирию от весов сначала опустили полностью в воду, а затем в керосин. В каком случае на гирию 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 Архимедова сила будет одинаковой.
Г. Во втором случае Архимедова сила в 1,25 раза меньше.
Д. Во втором случае Архимедова сила в 2,5 раза меньше.

2-й вариант

PDF Compressor Free Version

- 2.1. Какая единица давления столбика жидкости?
А. Н. Б. кг. В. кН. Г. Па. Д. кг/м³.
- 2.2. На лодку действует Архимедова сила в 3 кН. Обозначьте это в ньютонах.
А. 0,003 Н. Б. 30 Н. В. 0,3 Н. Г. 3000 Н. Д. 3 000 000 Н.
- 2.3. На столе стоят две 3-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. Ответы А – Г все 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. Не знаю.
- 2.8. Два одинаковых деревянных кубика помещены в разные жидкости. Один из них плавает на поверхности жидкости, второй наполовину опустился в жидкость. Плотность какой жидкости больше?
А. Одинаковая. Б. Одна из жидкостей вода. В. Плотность первой жидкости больше, чем у второй. Г. Плотность второй жидкости больше, чем у первой.
Д. В ответах А – Г нет правильного.
- 2.9. Как изменяется атмосферное давление, если вы поднялись на вершину горы?
А. Не изменяется; Б. Уменьшится; В. Увеличится; Г. Равно 0; Д. Не знаю.
- 2.10. Воздушный шар объемом 30 м³ наполнен водородом и поднят на высоту 15 км. Какова плотность воздуха на этой высоте, если на шар действует Архимедова сила 60 Н. Плотность водорода $0,09 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$.
- А. $2,2 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$; Б. $0,22 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$; В. $1,3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$; Г. $0,13 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$; Д. $0,2 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$.

Глава IV

ИМПУЛЬС, РАБОТА, МОЩНОСТЬ И ЭНЕРГИЯ

§ 35. Импульс тела

В разделе кинематики мы узнали, что движение тела характеризуется понятиями: траектория, путь, скорость и ускорение. Тогда мы не обращали внимания на массу движущегося тела. После изучения законов динамики мы уяснили, что скорость движения тел и ускорение зависят от их массы. Обратимся к следующему примеру.

Представим, что по наклонной поверхности со скоростью $0,5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ движется мешочек с 3 кг песка внутри. Его можно легко остановить рукой в конце наклонной поверхности. А вот мешок с 50 кг песка, который движется с той же скоростью, нельзя легко остановить рукой.

Приведем еще один пример. Если движется кусочек свинца массой 8 г со скоростью $6 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, то его легко можно остановить тонким листом бумаги. А вот если свинцовая пуля такой же массы движется со скоростью $800 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, то ее нельзя остановить и толстой доской.

Приведенные выше примеры доказывают, что между массой тела и его скоростью существует какая-то количественная зависимость. Для того, чтобы охарактеризовать эту связь, вводится такая величина, как *импульс*.

Слово «импульс» взято из латинского языка. Оно означает «толчок, возбуждение, стремление».

Физическая величина, характеризующая количественную меру механического движения, называется импульсом тела.

Импульс тела равен произведению его массы на скорость: $\vec{p} = m\vec{v}$. Импульс – векторная величина.

В системе СИ в качестве единицы импульса принимается $1 \text{ кг} \cdot 1 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. Это означает, что тело массой в 1 кг в одну секунду проходит расстояние в 1 метр. Если импульс тела равен $10 \text{ кг} \cdot \frac{\text{м}}{\text{с}}$, то это можно понять в разных значениях. Например:

1. $P = 10 \text{ кг} \cdot 1 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, тело массой 10 кг проходит за 1 секунду расстояние в 1 метр.

2. $P = 1 \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{М}}{\text{с}}$, тело массой 1 кг за одну секунду проходит расстояние в 10 метров.

3. $P = 2 \text{ кг} \cdot 5 \frac{\text{М}}{\text{с}} = 10 \text{ кг} \cdot \frac{\text{М}}{\text{с}}$, тело массой 2 кг проходит в секунду расстояние в 5 метров.

4. $P = 5 \text{ кг} \cdot 2 \frac{\text{М}}{\text{с}} = 10 \text{ кг} \cdot \frac{\text{М}}{\text{с}}$, тело массой 5 кг проходит в секунду расстояние в 2 метра. Хотя в этих примерах массы тел и их скорости разные, но импульсы их, то есть меры движения одинаковые.

- ?
1. Каково значение слова «импульс»?
 2. Каково определение импульса?
 3. Какая существует связь между такими величинами, как импульс, масса и скорость?
 4. Что принимается за единицу импульса?
 5. Как можно понять, если импульс тела равен 18 кг·м/с.
 6. Используя обобщенный план, дайте характеристику понятию импульса?
 7. Как можно определить, что импульс является векторной величиной?

§ 36. Закон сохранения импульса

Возьмем два шара, катящиеся по гладкой поверхности (рис. 96). Масса первого из них m_1 , второго – m_2 . Скорость первого шара v_1 , второго – v_2 . Если скорость второго шара больше скорости первого (то есть $v_2 > v_1$), то через некоторое время второй шар догонит первый и они столкнутся. После столкновения скорости обоих шаров изменятся (рис. 97). Обозначим скорости первого и второго шаров после столкновения через u_1 и u_2 . Массы останутся без изменений.

Импульсы шаров до столкновения $P_1 = m_1 v_1$ и $P_2 = m_2 v_2$. Импульсы их после столкновения $P_1' = m_1 u_1$ и $P_2' = m_2 u_2$. Как показывает опыт и математические расчеты, суммы импульсов шаров до столкновения и после столкновения равны. Это

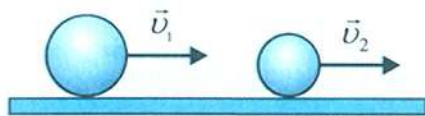


Рис. 96. Шары, движущиеся по гладкой поверхности.

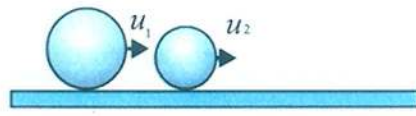


Рис. 97. Когда второй шар догонит первый, то скорости обоих шаров изменяются.

называется законом сохранения импульса. В математической форме он записывается так: $P_1 + P_2 = P_1' + P_2'$ или $m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 u_1 + m_2 u_2$.

Пример решения задачи

1. Человек массой 60 кг со скоростью $5 \frac{\text{М}}{\text{с}}$ подбежал к тележке массой 40 кг, движущейся со скоростью $2 \frac{\text{М}}{\text{с}}$, запрыгнул на нее, после чего оба продолжили движение. Определите их конечную скорость.

Дано:

$$m_1 = 60 \text{ кг}$$

$$v_1 = 5 \frac{\text{М}}{\text{с}}$$

$$m_2 = 40 \text{ кг}$$

$$v_2 = 2 \frac{\text{М}}{\text{с}}$$

$$v - ?$$

Формула:

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = (m_1 + m_2) v$$

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

Решение:

$$v = \frac{60 \text{ кг} \cdot 5 \frac{\text{М}}{\text{с}} + 40 \text{ кг} \cdot 2 \frac{\text{М}}{\text{с}}}{60 \text{ кг} + 40 \text{ кг}} =$$

$$= \frac{380 \text{ кг} \cdot \frac{\text{М}}{\text{с}}}{100 \text{ кг}} = 3,8 \frac{\text{М}}{\text{с}}$$

$$\text{О т в е т: } v = 3,8 \frac{\text{М}}{\text{с}}$$

* Для дополнительного чтения: Вывод закона сохранения импульса математическим путем.

По третьему закону Ньютона, величины сил, с которыми действуют шары друг на друга, равны, а их направления противоположны:

$$F_1 = -F_2.$$

Если мы вспомним второй закон Ньютона, на первый шар действует сила $F_1 = m_1 a_1$, а на второй $F_2 = m_2 a_2$. Ускорение определяется следующим образом. Ускорение первого шара $a_1 = \frac{u_1 - v_1}{t}$, второго – $a_2 = \frac{u_2 - v_2}{t}$. Если теперь подставим значения ускорений a_1 и a_2 , $F_1 = m_1 \frac{(u_1 - v_1)}{t}$, $F_2 = m_2 \frac{(u_2 - v_2)}{t}$. Так как $F_1 = -F_2$, то $m_1 \frac{(u_1 - v_1)}{t} = -m_2 \frac{(u_2 - v_2)}{t}$ или $m_1(u_1 - v_1) = -m_2(u_2 - v_2)$. Если раскроем скобки, получается $m_1 u_1 - m_1 v_1 = -m_2 u_2 + m_2 v_2$. Если равенство импульсов шаров до столкновения соберем в одной стороне равенства, а после столкновения – в другой, то получаем следующее:

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 u_1 + m_2 u_2.$$

- ?
1. Как формулируется закон сохранения импульса?
 2. Каково математическое выражение закона сохранения импульса?
 3. Попробуйте самостоятельно вывести закон сохранения импульса?
 4. Понаблюдайте за столкновениями шаров во время игры в бильярд.
 5. Проведите наблюдение за столкновениями двух шаров, подвешенных на нитке, с одинаковой массой и с разной массой. Самостоятельно сделайте выводы.

§ 37. Реактивное движение PDF Compressor Free Version

На основе закона сохранения импульса объясняется возникновение так называемого реактивного движения.

Движение, возникающее при выделении из состава одного тела другого, называется реактивным движением.

Приведем пример. Представим, что на спокойной воде озера находится лодка. В лодке есть камни и в ней находится мальчик (рис. 98). Если мальчик начнет кидать камни назад, то через некоторое время лодка начнет двигаться вперед. Движение лодки является реактивным движением.

Если в скрученный шланг для полива сада подать воду, то мы заметим, что шланг раскрутится. Причина раскручивания шланга в том, что под действием воды возникает реактивное движение.

Реактивное движение широко используется в авиатехнике. Впервые законы реактивного движения исследовал русский ученый Константин Эдуардович Циолковский и спроектировал летательный аппарат – ракету, который может летать на другие планеты Солнечной системы. Все мы слышали слово «ракета», и все знают, что она используется для изучения околоземного пространства и планет Солнечной системы. Но в то же время не все знают устройство ракеты, и как она работает.

Простая ракета состоит из корпуса и части, которая выпускает наружу остатки сгорающего вещества (рис. 99).

Посмотрим, как летает модель ракеты. Для этого в игрушечную модель ракеты насосом закачаем воздух. Затем поставим ее в пусковое устройство и откроем клапан в нижней части (рис. 100).

В результате модель ракеты взлетит немного вверх и упадет. Высоко она не взлетит. Причина в том, что масса воздуха, вышедшая из нее, маленькая и не может придать ракете большую скорость. Повторим опыт. Для этого ракету наполовину зальем водой, а в оставшуюся часть закачаем побольше воздуха. Поставим ракету вертикально и откроем отверстие внизу. Тогда из ракеты станет выходить воздух



Рис. 98. Лодка движется в противоположном направлении от направления брошенных камней.

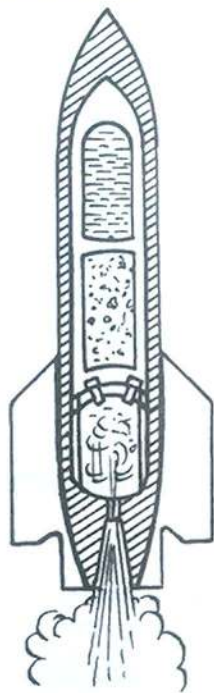


Рис. 99. Устройство ракеты.

вместе с водой. Мы увидим, что ракета поднялась выше, чем в первый раз, но все равно под силой тяжести она снова упадет на землю. Значит, здесь мы увидим четко, что выходящая из модели ракеты смесь воды и воздуха имеют большую массу и скорость, а также импульсы. Чем больше импульс смеси воды и воздуха, выходящей из ракеты, тем больше противоположного импульса она придает ракете. Значит, ракета поднимается с большей скоростью.

В настоящих ракетах используется не смесь воды и воздуха, а горючие материалы. В 1903 году К. Э. Циолковский предложил первую конструкцию ракеты для космических полетов. В качестве топлива он предложил жидкий водород (H_2) и в качестве окислителя жидкий кислород (O_2). В 1929 году он для увеличения космической скорости предложил способ устройства многоступенчатой ракеты. На основе этих открытий в СССР 4 октября 1957 года был запущен первый искусственный спутник Земли. 12 апреля 1961 года в космос полетел первый космонавт Юрий Гагарин (1934–1968). Во главе производства космических ракет стоял С. П. Королев (1906–1966). Первый кыргызстанец, полетевший в космос – С. Шарипов.

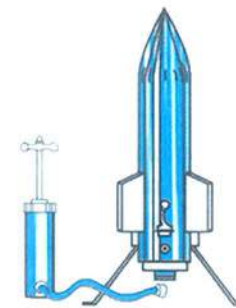


Рис. 100. Модель ракеты.

1. Что такое реактивное движение?
2. Когда мальчик в лодке кидает камни назад, лодка плывет вперед. Почему?
3. Приведите примеры реактивного движения из жизни.
4. Объясните принцип работы модели ракеты.
5. От чего зависит скорость ракеты?
6. Подготовьте рефераты, сообщения по освоению космоса.

§ 38. Механическая работа

В повседневной жизни мы часто слышим и употребляем слово «работа». Работа – это общее понятие. Если мы колем дрова, косим траву, читаем книгу, вычисляем что-нибудь – все это работа. Даже сторож, сидя на месте, выполняет свою работу. Все это объясняет жизненное значение слова работа. Но кроме жизненного значения слово работа имеет и научное значение. В курсе физики мы изучим это 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 электропоезд движется, выполняется работа. На груз, подвешенный на нитке, действует сила тяжести, но груз не движется. В этом случае работа не выполняется. Значит,

для выполнения механической работы на тело должна действовать сила. **Работа должна выполняться только тогда, когда тело движется по направлению действия силы.** Это является основным условием выполнения механической работы.

Если на тело действует какая-то сила, но тело остается без движения, то работа не выполняется. Но в некоторых случаях на тела не действует никакая сила, а оно может двигаться по инерции. Но в этот момент тоже работа не выполняется.

Важное значение имеет умение вычислять величину работы. **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 Джоуля принимается джоуль (1 Дж).

$$1 \text{ джоуль} = 1 \text{ ньютон} \cdot 1 \text{ метр или } 1 \text{ Дж} = 1 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

$$1 \text{ кДж (1 килоджоуль)} = 1000 \text{ Дж}.$$

Примеры решения задач:

1. Какую работу выполняет человек, если он из колодца глубиной 19 м вынимает ведро с водой массой 15 кг?

Дано:	Формула:	Решение:
$s = 10 \text{ м}$	$A = F \cdot s$	$A = 15 \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 10 \text{ м} = 1500 \text{ Н} \cdot \text{м} = 1500 \text{ Дж}$
$m = 15 \text{ кг}$	$F = m \cdot g$	
$g \approx 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$	$A = m \cdot g \cdot s$	
$A = ?$		

О т в е т : $A = 1500 \text{ Дж}$.

2. Подъемный кран поднимает контейнер с кирпичами объемом 2 м^3 за 40 с. Какую работу совершает кран, если скорость подъема равна $0,25 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. Плотность кирпичей $1800 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$.

Дано:	Формула:	Решение:
$V = 2 \text{ м}^3$	$A = F \cdot s$	$A = 1800 \text{ кг} \cdot 2 \text{ м}^3 \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 0,25 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot 40 \text{ с} = 360000 \text{ Дж}$
$t = 40 \text{ с}$	$F = m \cdot g$	
$v = 0,25 \frac{\text{м}}{\text{с}}$	$m = \rho \cdot V$	
$\rho = 1800 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	$F = \rho \cdot V \cdot g$	
$g \approx 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$	$S = v \cdot t$	
$A = ?$	$A = \rho \cdot V \cdot g \cdot v \cdot t$	

О т в е т : $A = 360 \text{ кДж}$.

1. Какие основные условия совершения механической работы?
2. Какой буквой обозначается работа, и какой формулой она определяется?

3. Что принимается за единицу работы?
4. Выразите 10 кДж в джоулях?
5. Выполняется ли работа, если мы с какой-то силой толкаем стену дома?
6. Массивный шар падает вертикально вниз. Совершает ли работу его сила тяжести?

§ 39. Мощность

В истории человечества человек всегда стремился увеличить свои способности в работе. Для облегчения работы были изобретены различные устройства и механизмы. В последнее время широко используются много различных видов машин. Например, легковые автомобили позволяют нам двигаться намного быстрее чемпиона по бегу. Каким бы сильным не был человек, все равно экскаватор быстрее и глубже выкопает котлован. Подъемный кран поднимает грузы в десятки и сотни раз тяжелее, чем человек. 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.

Мощность – физическая величина, характеризующая быстроту совершения работы. Мощность определяется отношением работы ко времени, за которое она была совершена.

Мощность обозначается буквой N и определяется формулой $N = \frac{A}{t}$. За единицу мощности принимается *ватт*. Он взят в честь английского ученого Уатта (1736 – 1819), который изобрел первую в мире паровую машину. Его количественное значение определяется следующим образом: $1 \text{ ватт} = 1 \text{ джоуль} / 1 \text{ секунда}$, или $1 \text{ Вт} = 1 \text{ Дж} / \text{с}$. 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. $1 \text{ кВт} = 1000 \text{ Вт}$; $1 \text{ МВт} = 1\,000\,000 \text{ Вт}$.

Человек в своей жизни использует разные виды двигателей. Они в соответствии с видами движения делятся на механические, тепловые, электрические, атомные и имеют различную мощность.

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.

В следующей таблице показаны мощности некоторых двигателей.

Вид двигателя	Мощность (кВт)	Вид двигателя	Мощность (кВт)
Автомобиль «Волга»	70	Самолет АН-2	740
Тепловоз Т10Л	2200	Ледокол «Сибирь»	55200
Вертолет МИ-8	2200		

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 $N = F \cdot \frac{s}{t} = F \cdot v$. Значит, если известна сила, действующая на тело и скорость его движения, можно вычислить мощность.

Примеры решения 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:
$F = 100\,000\text{ Н}$	$N = \frac{A}{t}$	$N = \frac{100\,000\text{ Н} \cdot 600\text{ м}}{60\text{ с}} =$
$t = 60\text{ с}$	$A = F \cdot s$	$= 1000\,000 \frac{\text{Дж}}{\text{с}} = 1000\text{ кВт}$
$s = 600\text{ м}$	$N = \frac{F \cdot s}{t}$	О т в е т: $N = 1000\text{ кВт}$.
$N = ?$		

2. Кран мощностью 5 кВт поднимает равномерно груз со скоростью 0,1 м/с. Определите массу груза.

Дано:	Формула:	Решение:
$N = 5000\text{ Вт}$	$N = \frac{A}{t}; A = F \cdot s$	$m = \frac{5000\text{ Вт}}{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 0,1 \frac{\text{м}}{\text{с}}} = 5000 \frac{\text{Дж}}{\text{с} \cdot \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot \frac{\text{м}}{\text{с}}} =$
$v = 0,1 \frac{\text{м}}{\text{с}}$	$N = \frac{F \cdot s}{t} = F \cdot v$	$= 5000 \frac{\text{Н} \cdot \text{м}}{\frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}} = 5000 \frac{\text{кг} \cdot \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot \text{м}}{\frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}} = 5000\text{ кг}$
$g \approx 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$	$F = mg; N = mgv$	О т в е т: $m = 5\,000\text{ кг}$
$m = ?$	$m = \frac{N}{g \cdot v}$	

- ? 1. Что характеризует мощность?
 2. Как определяется величина мощности?
 3. Какую мощность развивает человек в нормальных условиях?
 4. В чем физический смысл записи $N = 1\text{ Вт}$? Какую работу совершит устройство мощностью 15 Вт за единицу времени?

§ 40. Энергия. Механическая энергия

Мы ознакомились с несколькими величинами, характеризующими механическое движение. Это путь, скорость, ускорение, импульс, работа, мощность и другие. Из них – переход одного вида движения в другой характеризует понятие «работа». Отсюда возникает вопрос, в какой момент тело способно совершать какую-то работу. В действительности, в каких условиях тело может совершать работу?

Мы говорим, что тела, которые могут совершать работу, имеют энергию. Чем большую работу совершает тело, тем больше у него энергии. Отсюда выходит, что тела, имеющие большую мощность, имеют и большую энергию. Конечно, энергия для нас – не новое слово. Как и термин «сила», работа часто употребляется в обыденной жизни. Но научное содержание понятия «энергия» нам пока незнакомо.

Термин «энергия» взят из греческого языка. По-нашему, означает «деятельность», «рабочая сила». Она в науке является одним из основных понятий, характеризующих материю, то есть как и импульс, является мерой движения. Как можно понять это? Для этого остановимся на следующем опыте.

На рис. 101 показано, что на доску, установленную на сжатой пружине, положен груз. Если мы подождем нить, которая удерживает пружину в сжатом состоянии, то пружина распрямится и поднимет груз на какую-то высоту (рис. 102). В этот момент пружина совершает определенную работу. Значит, сжатая пружина способна совершать работу, то есть обладает энергией.

Способность совершать работу имеют все движущиеся тела. Например, как показано на рис. 103, возьмем наклонный желоб и в его середине установим алюминиевый цилиндр. Если с верхнего конца желоба начнем катить стальной шар, то он по пути сдвинет цилиндр на какое-то расстояние и совершит работу. Значит, шар, движущийся по желобу, тоже имеет энергию.

Как показывают эти опыты, понятие энергии тесно связано работой. Во время совершения работы изменяется энергия тела. Выполненная работа равна изменению энергии. Поэтому за единицу энергии, как и работы принимается 1 джоуль (Дж).

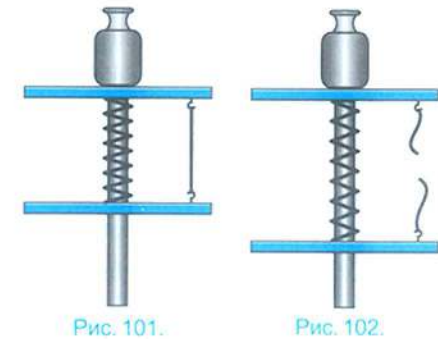


Рис. 101.

Рис. 102.

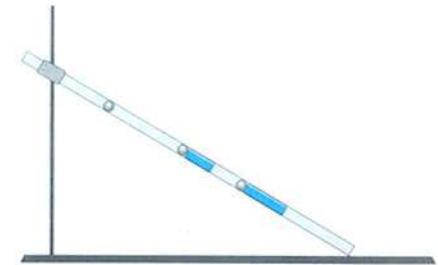


Рис. 103. Движущийся стальной шар сдвигает цилиндр.

Энергия – физическая величина, характеризующая способность тел совершать работу. Чем большую работу совершает тело, тем большей энергией оно обладает.

Энергия, определяемая движением тела или взаимным **PDF Compressor Free Version** положением тел, называется **механической энергией**.

В приведенных примерах энергии сжатой пружины или катящегося по желобу стального шара являются примерами механической энергии.

Механическая энергия делится на два вида – потенциальную и кинетическую.

- ?
1. Когда мы можем сказать, что тело имеет энергию?
 2. Приведите примеры взаимосвязи работы и энергии.
 3. Чему равно изменение энергии?
 4. Каковы единицы работы и энергии?
 5. Что такое механическая энергия?
 6. Приведите примеры механической энергии.

§ 41. Потенциальная энергия

Как показано в предыдущем параграфе, механическая энергия тела определяется взаимным положением тел и движением.

Потенциальной энергией называется энергия, которая определяется взаимным положением взаимодействующих тел или частей одного тела. «Потенция» – латинское слово и означает возможность.

Тело, поднятое над землей, сжатая или растянутая пружина, изогнутая стальная линейка, тетива натянутого лука имеют потенциальную энергию. Рассмотрим некоторые из них.

Величина потенциальной энергии тела, поднятого на определенную высоту над землей, зависит от того, близко или далеко оно расположено от земли. Чем больше тело поднято над землей, тем больше его потенциальная энергия (рис. 104):

$$E_{n_1} > E_{n_2} > E_{n_3} > \dots$$

А потенциальная энергия тела, расположенного на поверхности земли, считается равной 0:

$$E_{n_5} = 0.$$

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 $A = F \cdot h$. Так как здесь F – сила притяжения тела к земле или его сила тяжести, то $F = P$. Отсюда



Рис. 104. Потенциальная энергия в каждой точке по-разному.

можно получить $F = mg$. Значит, в этот момент потенциальная энергия тела E будет равна:

$$E = F \cdot h \text{ или } E = mgh.$$

По положению тела относительно земли его энергия может быть различной, и эта энергия используется в разных целях. Например, на гидроэлектростанциях для получения электрической энергии используется потенциальная энергия воды. Для этого на реках строятся плотины, которые поднимают вверх уровень воды. Падающая из них вода крутит на станциях турбины и совершает работу. В результате получается электрический ток.

Стрелок из лука натягивает тетиву лука, при этом он выполняет определенную работу. Натянутая тетива лука обладает потенциальной энергией, и когда ее отпускают, выстреливает стрелу, совершая работу. Для того, чтобы дверь всегда закрывалась, с внутренней ее стороны прибивают пружину. Когда дверь закрывается под действием растянутой пружины, наблюдается такое же явление.

Потенциальная энергия сжатой или растянутой пружины используется в механических часах или заводных игрушечных машинах.

Спортсмены для прыжков в воду используют упругие доски – трамплины.

Мы узнали, что при натяжении тетивы лука, при растяжении или сжатии пружины, изгибании упругой доски возникает потенциальная энергия. Характерная черта этого явления – под действием силы изменяется их форма, то есть происходит деформация.

Значит, деформированные упругие тела имеют потенциальную энергию.

Так же энергию имеет и сжатый газ. Использование сжатого газа в тепловых двигателях, при строительстве дорог и прodelьвании туннелей в скалах основано на этом его свойстве.

Примеры решения задач:

1. Блок, предназначенный для строительства, поднятый на высоту 15 м от земли, имеет потенциальную энергию 1 500 кДж. Какова его масса?

Дано:

$$h = 15 \text{ м}$$

$$E_n = 1500 \text{ 000 Дж}$$

$$g \approx 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$m = ?$$

Формула:

$$E_n = mgh$$

$$m = \frac{E_n}{g \cdot h}$$

Решение:

$$m = \frac{1500 \text{ 000 Дж}}{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 15 \text{ м}} = 10 \text{ т.}$$

О т в е т: $m = 10 \text{ т.}$

2. Тело массой $0,25 \text{ г}$ подкинули вверх. На какой высоте его потенциальная энергия будет равна 25 джоулей ?

Дано:

$$m = 0,25 \text{ кг}$$

$$E_n = 25 \text{ Дж}$$

$$g \approx 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$h - ?$

Формула:

$$E_n = mgh$$

$$h = \frac{E_n}{mg}$$

Решение:

$$h = \frac{25 \text{ Дж}}{0,25 \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} = \frac{25 \text{ Н} \cdot \text{м}}{2,5 \text{ Н}} = 10 \text{ м}$$

О т в е т: $h = 10 \text{ м}$.

- ? 1. Что такое потенциальная энергия?
 2. Приведите примеры тел, имеющих потенциальную энергию.
 3. Где применяется потенциальная энергия деформированной пружины?
 4. Чему равна потенциальная энергия тела, поднятого над землей?
 5. Когда мы говорим, что потенциальная энергия тела равна 0?

§ 42. Кинетическая энергия

Энергия, которой обладает тело вследствие своего движения, называется **кинетической**. Греческое слово кинема, по-нашему, означает движение.

От чего зависит кинетическая энергия? Чему равна ее величина? Для того, чтобы ответить на эти вопросы, обратимся к опыту, показанному на рис. 103. Оставим без изменения шар и цилиндр, а изменим высоту точки, к которой прикреплен желоб.

По желобу, прикрепленному к штативу, пустим шар. Шар ударится о цилиндр и сместит его на расстояние l_1 . Если мы желоб поднимем еще выше и повторим опыт, то шар сдвинет цилиндр на расстояние l_2 . Если мы измерим расстояние, на которое шар сдвинул цилиндр в обоих случаях, то мы увидим, что $l_2 > l_1$. Значит, один и тот же шар, двигаясь с разной высоты, имеет разную кинетическую энергию.

Так как чем выше высота, с которой движется шар, тем больше его скорость. Отсюда следует вывод, что **кинетическая энергия тела зависит от скорости его движения**.

Теперь этот же опыт проведем в другом аспекте. Оставим высоту желоба неизменной, и покатаем по нему тот же шар. Измерим расстояние l_1 , на который сдвинулся цилиндр. Во второй раз покатаем по желобу шар, имеющий массу в два раза больше первого. Тогда заметим, что расстояние, на которое сдвинулся цилиндр, тоже увеличилось вдвое. Значит, **кинетическая энергия тела зависит от массы тела**.

Подводя итоги проведенных опытов, мы имеем следующее. Кинетическая энергия тела зависит от массы и скорости тела. В математическом виде это записывается так:

$$E_k = \frac{mv^2}{2}$$

Как получается эта формула, мы ознакомимся в старших классах.

Примеры решения задач:

1. Кинетическая энергия тела, движущегося со скоростью $72 \frac{\text{км}}{\text{час}}$, равна 600 Дж . Найдите его массу.

Дано:

$$v = 72 \frac{\text{км}}{\text{ч}} = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$E_k = 600 \text{ Дж}$$

$m - ?$

Формула:

$$E_k = \frac{mv^2}{2}$$

$$m = \frac{2E_k}{v^2}$$

Решение:

$$m = \frac{2 \cdot 600 \text{ Дж}}{400 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}} = 3 \frac{\text{Н} \cdot \text{м}}{\frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}} = 3 \frac{\text{кг} \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}}{\frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}} = 3 \text{ кг}$$

О т в е т: $m = 3 \text{ кг}$.

2. Когда выстрелили пулей массой 10 г , она имеет кинетическую энергию 3200 Дж . Чему равна скорость пули?

Дано:

$$m = 0,01 \text{ кг}$$

$$E_k = 3200 \text{ Дж}$$

$v - ?$

Формула:

$$E_k = \frac{mv^2}{2}$$

$$v^2 = \frac{2E_k}{m}$$

Решение:

$$v = \sqrt{\frac{2 \cdot 3200 \text{ Дж}}{0,01 \text{ кг}}} = \sqrt{\frac{6400 \text{ Дж}}{0,01 \text{ кг}}} = \sqrt{640000 \frac{\text{м}}{\text{с}}} = 800 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

О т в е т: $v = 800 \frac{\text{м}}{\text{с}}$.

- ? 1. Что такое кинетическая энергия?
 2. От чего зависит кинетическая энергия?
 3. В каких случаях кинетическая энергия тела равна 0?
 4. Приведите примеры тел, имеющих кинетическую энергию.

§ 43. Превращение одного вида механической энергии в другой. Закон сохранения энергии

Мы часто наблюдаем, что в природе, технике 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.

Преобразование одного вида механической энергии в другую удобно наблюдать при помощи прибора, показанного на рис. 105. Деревянный или сделанный из органического стекла диск прикреплен к оси. Две нити на концах оси прикреплены к верхней части прибора. Этот прибор называется маятником Максвелла. Если диск поднимем вверх, то нить наматывается на ось. Чем выше поднимается диск, тем больше его потенциальная энергия. Если диск отпустить, то он, вращаясь, падает вниз. Когда диск достигает своей нижней точки, он на некоторое время останавливается, а потом снова начинает подниматься. Как можно объяснить это явление?

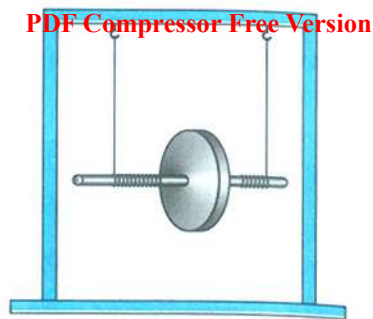


Рис. 105. Маятник Максвелла

Когда диск начинает падать, приближаясь к земле, его потенциальная энергия уменьшается. Но его кинетическая энергия в самой нижней точке достигает самой большой для себя величины. Значит, потенциальная энергия диска переходит в кинетическую. За счет этой кинетической энергии он и поднимается снова вверх.

Во время подъема, наоборот, кинетическая энергия диска уменьшается, а потенциальная энергия возрастает. Но диск не поднимается до высоты, на которую он поднимался раньше. Так как часть общей энергии диска тратится на работу по преодолению силы трения. И так диск несколько раз поднимается вверх и снова падает. В этом опыте видно, что когда диск падает вниз, его потенциальная энергия превращается в кинетическую, а когда он поднимается вверх, его кинетическая энергия превращается в потенциальную.

Преобразование одного вида механической энергии в другую наблюдается, когда упругое тело взаимодействует с другим телом, например, когда резиновый мяч ударяется о землю. Например, когда ребенок бьет резиновый мяч с какой-то высоты, мяч от удара о землю деформируется и за счет этого снова поднимается вверх. Такие факты известны всем нам, и мы часто их видим.

Когда стрела вставляется одним концом в тетиву лука, и тетива натягивается, то тетива имеет потенциальную энергию. Когда натянутую тетиву лука отпускают, то ее потенциальная энергия превращается в кинетическую энергию стрелы, и она летит вперед.

Сумма потенциальной и кинетической энергии тела называется его полной механической энергией.

$$E = E_n + E_k$$

Теперь преобразование энергии и сохранение полной механической энергии тела напомним в математической форме. Для этого представим, что показанный на рис. 106 шар держится на высоте h на точке А. На этой точке полная энергия шара

PDF Compressor Free Version

$$E = E_n + E_k$$

В точке А потенциальная энергия шара

$$E_n = mgh.$$

Так как на этой точке тело находится в покое, то его скорость равна 0. Значит, $E_k = 0$. Тогда $E = E_n + 0$; $E = mgh$.

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 имеет максимальное значение.

Полная энергия тела такая же, как и в первом случае

$$E = E_n + E_k, \text{ или } E = mgh + m v^2 / 2.$$

Так как здесь $h = 0$, то $E_n = 0$. Тогда $E = m v^2 / 2$. Как было известно ранее $v^2 = 2gh$. Если подставить на место величины v^2 , его значение, тогда

$$E = m2gh/2 = mgh.$$

Значит, значение кинетической энергии шара в точке В равна 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.

Закон сохранения и превращения энергии связан с именем великого русского ученого М. В. Ломоносова (1711–1765). Примерно через 100 лет Р. Майер (1814–1878), Дж. Джоуль (1818–1889), Э.Х. Ленц (1804–1865), Г. Гельмгольц (1821–1894) и другие доказывали сохранение и превращение энергии как общий закон природы.

Пример решения задачи.

Дано:

$$h = 30 \text{ м}$$

$$v_0 = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$g \approx 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$v = ?$$

Определите скорость тела, с которой оно падает на землю, если оно было брошено с высоты 30 м с начальной скоростью 10 м/с.

Указания к решению задачи: для решения этой задачи надо использовать закон сохранения и превращения энергии.

Сначала найдем потенциальную энергию тела на высоте 30 м. $E_n = mgh$. Когда тело с этой высоты падает вертикально вниз, то его потенциальная энергия постепенно переходит в кинетическую. Если его потенциальная энергия на высоте 30 м имела максимальное значение, то когда оно падает на землю она равна 0. А на поверхности земли кинетичес-

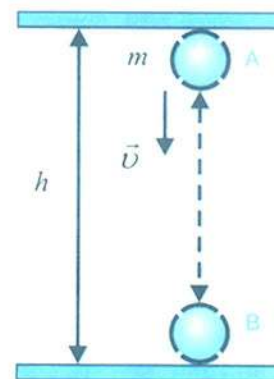


Рис. 106. Сохранится ли механическая энергия шара, когда он упадет с точки А в точку В?

кая энергия имеет максимальное значение. Кинетическая энергия определяется по

$$\text{формуле } E_k = \frac{m(v^2 - v_0^2)}{2}.$$

По закону превращения энергии потенциальная энергия тела на высоте h в конце движения полностью превращается в кинетическую. $E_n = E_k$.

$$\text{Если подставим их значения: } mgh = \frac{m(v^2 - v_0^2)}{2}$$

$$2mgh = m(v^2 - v_0^2), \quad 2gh = v^2 - v_0^2, \quad v^2 = v_0^2 + 2gh$$

$$v^2 = 100 \frac{M^2}{c^2} + 2 \cdot 10 \frac{M}{c^2} \cdot 30 M = 700 \frac{M^2}{c^2}; \quad v = \sqrt{700 \frac{M^2}{c^2}} \approx 26,45 \frac{M}{c}.$$

$$\text{О т в е т: } v = 26,45 \frac{M}{c}.$$

- ?
1. Чему равна полная механическая энергия тела?
 2. Приведите примеры превращения одного вида механической энергии в другую.
 3. Как пишется формула закона сохранения энергии?
 4. Как формулируется правило закона сохранения энергии?

§ 44. Использование энергии в жизни

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).

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 мел-



Рис. 107. Ветряная мельница.

кий песок. Энергию ветра человек тоже научился использовать. Один из результативных способов этого – ветряные мельницы.

Ветряные мельницы строятся там, где постоянно дует ветер (рис. 107).

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. В них тоже основной частью является лопасть. Для того, чтобы мельница работала, надо немного поднять уровень воды, что увеличивает потенциальную энергию воды. Во многих случаях мельницы расположены ниже уровня воды в речках. 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 используются мельницы, в которых используется и другие виды энергии. Например, электромельницы и другие.

Лопастей мельниц иногда называют водяными колесами или водяными турбинами. На рис. 108–109 показаны две простые самодельные модели. 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. 110 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.

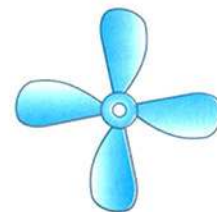


Рис. 108.

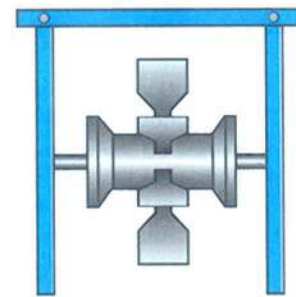


Рис. 109.



Рис. 110. Плотина Токтогульской ГЭС.

В этом примере сначала потенциальная энергия воды превращается в механическую, 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.

1. Какие вы знаете источники механической энергии в природе?
2. Как используются природные источники механической энергии?
3. Можно ли искусственно увеличивать механическую энергию тел?
4. Сделайте разные водяные колеса или лопасти.
5. Какие вы знаете гидроэлектростанции?
6. Будет ли работать водяная мельница, если уровень её и желоба одинаков? А если лопасти мельницы будут выше уровня желоба?

Упражнение 14

1. Пуля массой 10 г в горизонтальном направлении летит со скоростью $200 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. Определите ее импульс. ($2 \text{ кг} \frac{\text{м}}{\text{с}}$).
2. Представим, что пластилиновому шару массой 1 кг придана скорость $8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. В противоположном ему направлении движется шар массой 2 кг со скоростью $3,5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. Когда они столкнулись, то соединились, и после этого движутся как одно тело. Чему равна скорость этого тела? ($5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$)
3. Для того, чтобы груз массой 1 кг поднять на высоту 1 м , нам надо затратить силу $9,8 \text{ Н}$. Совершенная при этом работа $A = F \cdot s = 9,8 \text{ Н} \cdot 1 \text{ м} = 9,8 \text{ Н} \cdot \text{м}$. Какая работа будет совершена, если на такую же высоту поднять груз 5 кг ? (49 Дж).
4. Во всех случаях, показанных на рис. 111, совершается механическая работа. Какие вы видите присущие работе признаки?
5. Во время пахоты трактор тянет плуг с силой $15\,000 \text{ Н}$. Какую он выполнит работу, пройдя расстояние 200 м ? ($3 \cdot 10^6 \text{ Дж}$)
6. С помощью подъемного крана груз массой $2\,500 \text{ кг}$ был поднят на высоту 12 м . Какая работа была совершена при этом? (30 кДж)
7. В каких из следующих случаев происходит механическая работа: мальчик лезет на дерево; девочка играет на пианино; человек держит на спине мешок с зерном; рабочий подпирает плечом дверь; вода оказывает давление на края посуды.
8. Оцените, какую работу вы выполняете по пути от дома до школы.

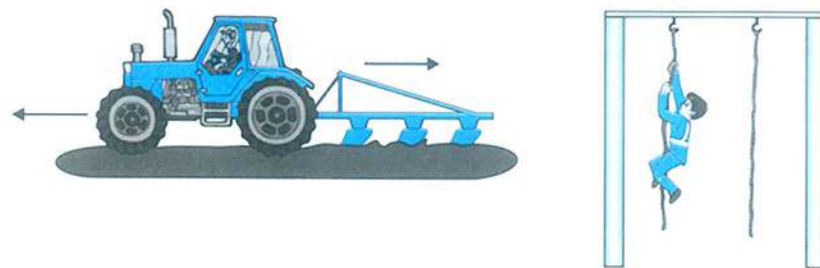
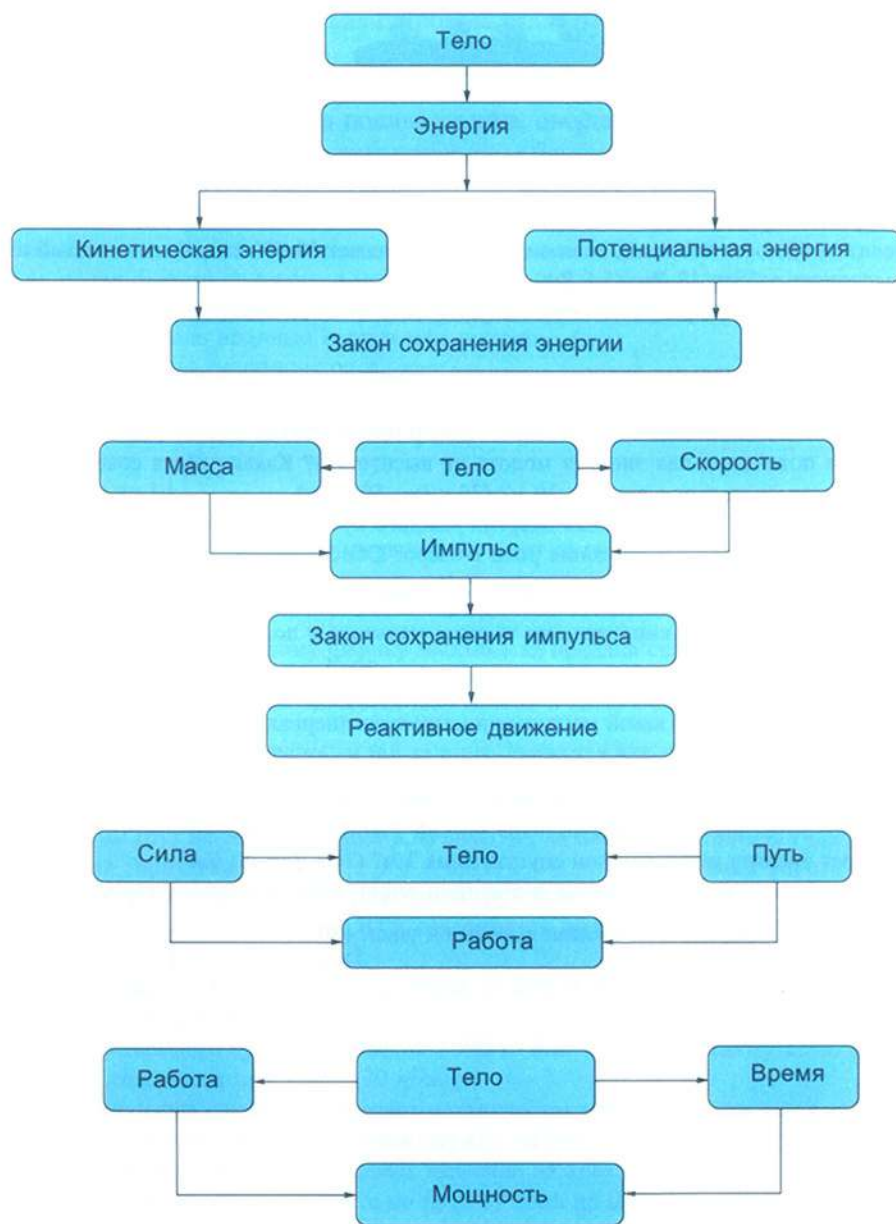


Рис. 111. Во всех случаях совершается работа.

9. Определите мощность человека, если он за два часа делает $10\,000$ шагов, и за каждый из них выполняет работу 40 Дж ($5,5 \text{ Вт}$).
10. Мощность автомобиля равна 70 кВт . Какую работу он выполняет за $1 \text{ час } 30 \text{ минут}$? (13 Дж).
11. Чему равна потенциальная энергия мальчика массой 50 кг относительно земли, если он поднялся на высоту 5 м ? (2500 Дж)
12. Для того, чтобы вбить сваи в землю, молот-копер массой 500 кг падает с высоты 10 м . Чему равна потенциальная энергия молота на высоте 4 м ? Какая работа совершается молотом, когда он падает с высоты 10 м ? (20 кДж ; 50 кДж)
13. В каком месте реки потенциальная энергия каждого кубического метра воды больше: в начале реки или в месте впадения реки в озеро? Обоснуйте свой ответ.
14. Мальчик на лошади скачет со скоростью $5,5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. Масса лошади 320 кг , а масса мальчика – 40 кг . Какова общая кинетическая энергия мальчика и лошади? (5445 Дж)
15. Масса грузовой машины $4\,500 \text{ кг}$, скорость равна $20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. А масса легковой машины 900 кг , скорость $40 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. У какой машины кинетическая энергия больше? (900 кДж ; 720 кДж)
16. Какой энергией обладает самолет, летящий на высоте 400 м ?
17. Чему равна потенциальная энергия шара массой 2 кг на высоте 5 м ? Какова будет энергия шара, если он спустится на 3 м ? (100 Дж ; 40 Дж)
18. Скорость тела, в свободном падении достигшего земли, в точке соприкосновения с землей равна $40 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. Определите, с какой высоты он упал? (80 м)

ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ЗНАНИЙ И ИХ ВЗАИМОСВЯЗЬ



Образцы тестовых заданий по теме
«Импульс, работа, мощность и энергия»

I вариант

- Какие из следующих терминов означают физические величины?
А. Динамометр. Б. Движение. В. Импульс. Г. Дождь. Д. Осень.
- Что является единицей импульса?
А. кг·м. Б. Н. В. м. Г. $\text{кг} \cdot \frac{\text{м}}{\text{с}}$. Д. с.
- Равномерно поднимая груз на высоту 0,5 м, спортсмен совершает работу 160 Дж. Какая сила тяжести действует на груз?
А. 320 Н. Б. 160 Н. В. 80 Н. Г. 800 Н. Д. 8 Н.
- Какая сила совершает работу, когда груз поднимают вертикально вверх?
А. Сила упругости. Б. Сила тяжести. В. Сила веса. Г. Сила трения. Д. Поднимающая сила.
- У человека, поднимающегося по лестнице, мощность равна 20 Вт. Определите время подъема, если он выполнил работу 400 Дж?
А. 50 с. Б. 20 с. В. 800 с. Г. 3 800 с. Д. 4 200 с.
- Ученик по поверхности стола передвинул пенал на расстояние 1,5 м, и за 2 секунды выполнил работу 0,45 Дж. Найдите силу, с которой действовал ученик?
А. 3 Н. Б. 0,9 Н. В. 0,75 Н. Г. 0,3 Н. Д. 0,6 Н.
- Спортсмен мощностью 800 Вт натягивает тетиву лука. Какую работу он выполняет за 0,5 с?
А. 1 600 Дж. Б. 6 250 Дж. В. 16 кДж. Г. 400 Дж. Д. 4 кДж.
- 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.
- 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.
- У лошади, тянущей сани с постоянной скоростью v , мощность N . Чему равна противодействующая сила?
А. $F = Nv$. Б. $F = \frac{N}{v}$. В. $F = \frac{v}{N}$. Г. $F = Nvg$. Д. $F = \frac{Ng}{v}$.

- 2.1. Какие из следующих терминов указывают на единицы физических величин?
А. Динамометр. Б. Импульс. В. Джоуль. Г. Сила. Д. Работа.
- 2.2. Что является единицей мощности?
А. Джоуль. Б. Ньютон. В. Ватт. Г. Кг. Д. Метр.
- 2.3. Какая сила выполняет работу, когда тело 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. 500 Вт . Б. 50 кВт . В. $7\,500\text{ Вт}$. Г. $3,3\text{ кВт}$. Д. 500 Вт .
- 2.6. Два мальчика за одинаковое время поднимали гантели с разной мощностью. Какой из мальчиков выполнил меньшую работу?
А. Если время поднятия гантелей одинаковое, то они выполнили одинаковую работу. Б. Мальчики не выполняют работу. В. Мальчик, у которого мощность больше. Г. Мальчик, у которого мощность меньше. Д. Не знаю.
- 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. Два шара (K и C) подвешены на двух точках, расположенных на одинаковой высоте от земли. Шар K подвешен на нить длиной 2 м , шар C – на нити длиной 1 м . Какой из шаров имеет большую потенциальную энергию?
А. Потенциальная энергия шаров одинаковая. Б. $E_k < E_c$. В. $E_k > E_c$.
Г. Шары не имеют энергии. Д. Ответы А–Г не правильные.
- 2.9. 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. $F = \frac{A}{v}$. В. $F = \frac{A \cdot v}{v}$. Г. $F = \frac{A}{v \cdot t}$. Д. $F = \frac{v \cdot t}{A}$.
- 2.10. Мальчик с мощностью N за время t поднимает книгу на высоту s . Чему равна масса книги?
А. $m = \frac{N \cdot t}{s}$. Б. $m = N \cdot t \cdot s$. В. $m = \frac{g \cdot s}{N \cdot t}$. Г. $m = \frac{N \cdot t}{g \cdot s}$. Д. $m = \frac{N \cdot t \cdot s}{g}$.

Глава V ОСНОВЫ СТАТИКИ

Статика – греческое слово. По-нашему, означает стоящий на одном месте. Статика – один из разделов механики. Она изучает тела, которые под влиянием различных сил находятся в состоянии покоя и равновесии. Например, на книгу, лежащую на столе, действуют несколько сил (рис. 112). Это сила тяжести книги, а также сила упругости поверхности стола. Но так как эти силы равны между собой, то книга лежит спокойно на столе. В таком случае говорят, что книга находится в состоянии равновесия. Значит, статика создает условия для изучения таких явлений в природе и того, какую помощь они оказывают в жизни человека.

Наука «статика» начала изучаться еще в III веке до нашей эры. Научную основу ее заложил еще Архимед. В развитие статики большой вклад внесли Леонардо да Винчи (Италия, 1452 – 1519), Стевин С. (Голландия, 1548 – 1642), Галилей Г. (Италия, 1564 – 1642) и другие ученые.

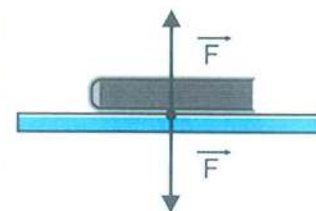


Рис. 112. Силы, действующие на лежащую на столе книгу.

§ 45. Простые механизмы

Повседневная жизнь человека связана с выполнением различной механической работы, которая требует различных усилий от человека. Поэтому для выполнения механической работы он с древних времен применяет различные приспособления и механизмы.

Большие предметы, которые невозможно поднять руками (большой камень, шкаф, станок и др.) можно легко сдвинуть с места при помощи длинной и прочной палки. Например, при помощи лома можно перевернуть большие камни. Такие приспособления, применяемые для облегчения труда, называются рычагами. Простые примеры использования рычагов показаны на рис. 113–114. Здесь показано, что для поднятия какого-то тела можно использовать силы, которые действуют в разных направлениях.

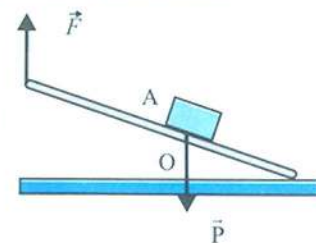


Рис. 113. Сила направлена вверх.

В обоих случаях сила F меньше веса тел. Эти примеры ясно показывают, что с использованием малой силы возможно поднимать тяжелые грузы.

Три тысячи лет назад в Древнем Египте при постройке пирамид очень тяжелые каменные плиты при помощи таких рычагов передвигали с места на место и поднимали на большую высоту.

Во многих случаях для поднятия тяжелых предметов на какую-то высоту, вместо того чтобы поднимать их вертикально используют волочение этих предметов по наклонной плоскости (рис. 116). А для вертикального поднятия тяжестей применяют блоки (рис. 117).

Если проанализировать действия на приведенных рисунках, то мы заметим особенность, присущую всем им – что не совпадают направления сил, действующих на тела, и направления сил, действующих на приспособления.

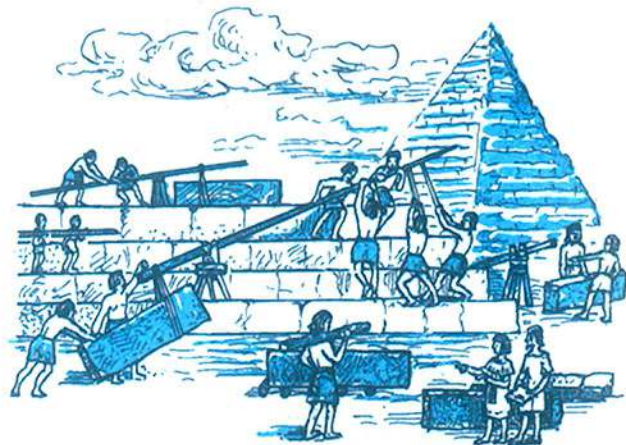


Рис. 115. Строительство египетских пирамид.

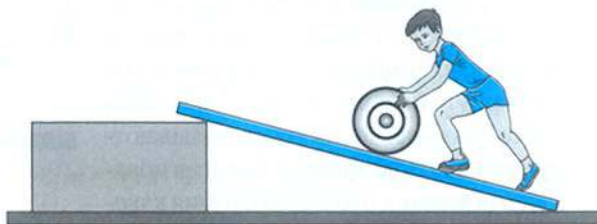


Рис. 116. Толкание груза по наклонной поверхности.

PDF Compressor Free Version

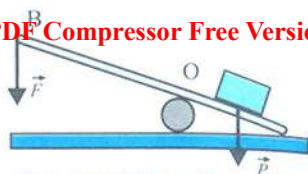


Рис. 114. Сила направлена вниз.

Такое несоответствие присуще не только направлениям силы, но и их величине. Во всех случаях сила, с которой человек воздействует на приспособление, меньше силы, которая действует на тела. Например, сила \vec{F} (рис. 117) меньше силы \vec{P} . Значит, показанные выше приспособления (рычаг, наклонная плоскость, блок и т. п.) используются для того, чтобы выиграть в силе при выполнении работ.

Приспособления, предназначенные для выигрыша в силе, называются простыми механизмами.

На заводах и фабриках для резки, скручивания и штамповки металлов, вытягивания ниток в станках, во всех бытовых машинах используются много видов простых механизмов.

1. Что мы называем простыми механизмами?
2. С какой целью применяются простые механизмы?
3. Какие есть виды простых механизмов? Как они используются?
4. Что такое статика?

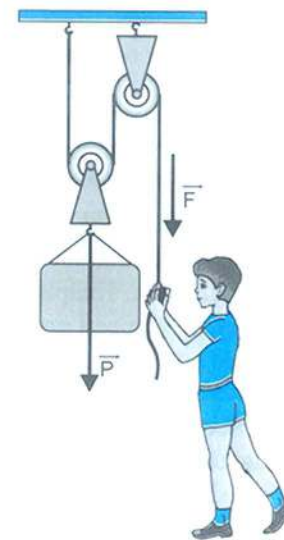


Рис. 117. Использование блоков.

§ 46. Рычаг. Равновесие сил на рычаге

Работу рычага и других простых механизмов 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».

Рычаг представляет собой тело, которое движется вокруг неподвижной опоры.

На рисунках 113–114 показано, как человек применяет лом в качестве рычага для поднятия груза. Сначала человек поднимает ломом (В) с силой \vec{F} , во втором случае с помощью лома (В) он давит с силой \vec{F} . Если человек не применяет лом для поднятия или перемещения груза, тогда ему пришлось бы применять силу, превышающую вес груза. Но так как он использовал лом, он приводит в движение относительно точки опоры O . В этот момент сила F , действующая на второй конец лома, обязательно меньше веса тела P , то есть рабочий выигрывает в силе. Итак, с помощью рычага можно поднимать грузы, которые без него поднять невозможно.

Точка опоры рычага или ось вращения находится в середине действующих на него сил или за границами этих сил. Для примера рассмотрим рычаг, показанный на рис. 118. Его ось вращения O расположена посередине точек А и В, на которые

действуют силы. Действующие на рычаг силы \vec{F}_1 и \vec{F}_2 направлены в одну сторону. По величине они неодинаковые. На рисунке 119 это показано в виде схемы, здесь l_1 и l_2 – плечи сил.

Кратчайшее расстояние между точкой опоры и точкой приложения сил, действующих на рычаг, называется плечом силы.

На рис. 119 расстояние l_1 плечо силы \vec{F}_1 , а расстояние l_2 – плечо силы \vec{F}_2 . На рассматриваемой нами схеме силы \vec{F}_1 и \vec{F}_2 заставляют рычаг вращаться в двух направлениях. Например, сила \vec{F}_1 (рис. 119) действует на рычаг в направлении движения часовой стрелки, а сила \vec{F}_2 – в противоположном направлении.

Но нам необходимо, чтобы рычаг не вращался, а находился в равновесии. При каких условиях рычаг будет находиться в состоянии равновесия? Для того, чтобы ответить на этот вопрос, посмотрим на рис. 118. На нем силы \vec{F}_1 и \vec{F}_2 равны весу подвешенных на него грузов. Как видно из этого рисунка, $F_1 = 2 \text{ Н}$, $F_2 = 4 \text{ Н}$. А $l_1 = 4 \cdot 3 \text{ см} = 12 \text{ см}$, $l_2 = 2 \cdot 3 \text{ см} = 6 \text{ см}$. Теперь действующие на рычаг силы умножаем на их плечи:

$$F_1 \cdot l_1 = 2 \text{ Н} \cdot 12 \text{ см} = 2 \text{ Н} \cdot 0,12 \text{ м} = 0,24 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

$$F_2 \cdot l_2 = 4 \text{ Н} \cdot 6 \text{ см} = 4 \text{ Н} \cdot 0,06 \text{ м} = 0,24 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

Как видно из этих вычислений, значения произведений равны между собой. Значит, для равновесия рычага имеют важное значение эти произведения. Это называется **моментом силы**.

Произведение величины силы, вращающей тело, на ее плечо называется моментом силы.

Момент силы обозначается буквой M : $M = F \cdot l$. Как и все физические величины, так и момент силы имеет свою единицу. Из формулы момента силы выходит,

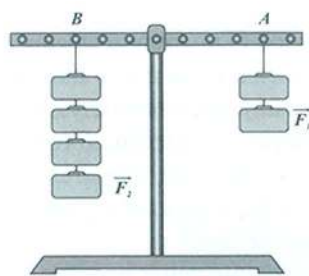


Рис. 118. Ось вращения рычага расположена между силами.

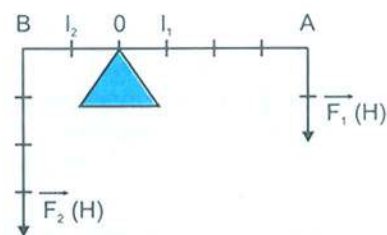


Рис. 119. Схема, показывающая, как ось вращения рычага располагается между силами.

что $1 \text{ Н} \cdot 1 \text{ м}$. Значит, за единицу момента силы принимается момент силы в 1 Н , плечо которой равно 1 м . Эта единица читается как ньютон метр.

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 приберем близко к оси ее вращения, то будет трудно открывать и закрывать ее. Поэтому ручку двери прибирают как можно дальше от оси вращения.

В результате всего сказанного, можно определить правила 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).

$M_1 = M_2$, $M_1 = F_1 \cdot l_1$; $M_2 = F_2 \cdot l_2$. Отсюда $F_1 \cdot l_1 = F_2 \cdot l_2$. Правила равновесия рычага открыл Архимед.

- ? 1. Что такое рычаг?
2. Что мы называем плечом силы?
3. Как находят плечо силы?
4. По каким направлениям силы действуют на рычаг?
5. Как читается правила равновесия рычага?
6. Что такое момент силы?
7. Кто открыл закон равновесия рычага?

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.

§ 47. Рычаги в технике, быту и природе

Работа ряда устройств, используемых в технике и быту, основана на правиле рычага. Во всех них выигрывается сила. Ножницы, которые используются для резки всевозможных материалов, тоже основаны на правиле рычага (рис. 120). 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. 120.

В зависимости от назначения у ножниц бывает и различное устройство. У ножниц для резки бумаг режущая часть бывает длинной. И ручки у них бывают такой же

длины, так как для резки бумаги не требуется большой силы. Ножницы, предназначенные для резки листового железа, имеют длинные ручки по сравнению с режущими частями (рис. 121), 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. 122) разница между длиной режущей части и ручки бывает очень большой.



Рис. 120. Ножницы для резки бумаг.



Рис. 121. Ножницы для резки металла.



Рис. 122. Клещи.

Примеры использования рычагов можно найти в швейных машинках, велосипедных педалях, ручных тормозах, педалях машин и тракторов, печатных машинках, клавишах пианино и баянов и во многих других устройствах.

Примеры использования рычагов можно найти и в школьной мастерской по трудовому обучению. Это ручки тисков и верстаков, рычаги сверлильных станков и другие.

Работа рычажных весов также основана на правиле рычага. На рис. 123 показаны разные виды весов.



Рис. 123. Виды весов.

- ?
1. Пользуясь рис. 120, объясните работу ножниц в качестве рычагов.
 2. Объясните, почему в ножницах по металлу и клещах выигрывается сила.
 3. Приведите примеры использования рычагов в технике, быту, школьной мастерской и природе.
 4. Объясните работу рычагов различных весов.

§ 48. Блок

Еще один вид простых механизмов, широко используемых человеком в повседневной жизни – это блок. Колесо с желобом, вращающееся вокруг своей оси, называется **блоком**. По желобу блока пропускают веревку, трос или цепь. Блоки делятся на неподвижные и подвижные.

Блок, ось которого закреплена и при подъеме грузов не поднимается и не опускается, называется **неподвижным блоком** (рис. 124). Неподвижный блок можно рассматривать как равноплечий рычаг, у которого плечи сил равны радиусу колеса (рис. 125). Так как в таком блоке плечи действующих сил равны, то равны и сами эти силы: $OA = OB$, $\vec{P} = \vec{F}$ (рис. 125). Это выходит из правила равновесия рычага. Значит, неподвижный блок не дает выигрыш в силе, но позволяет менять направление действия силы.

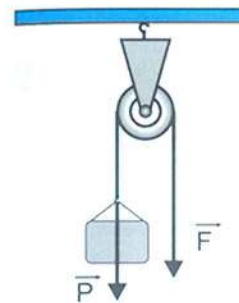


Рис. 124. Неподвижный блок.

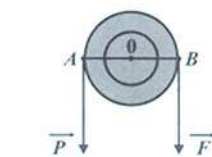


Рис. 125. Плечи силы в неподвижном блоке.

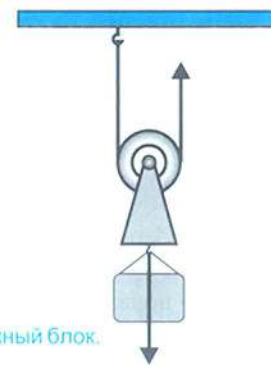


Рис. 126. Подвижный блок.

Блок, у которого ось вращения двигается вместе с грузом вверх и вниз, называется **подвижным** (рис. 126). Во время использования подвижного блока груз всегда подвешен к крючку на оси блока.

Как видно из рис. 127, O – опорная точка рычага, OA – плечо силы P , а OB плечо силы F . Так как плечо OB в два раза длиннее плеча OA , то сила F меньше силы P в два раза: $OB = 2 \cdot OA$, $F = 2P$. 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. 128).



Рис. 127. Плечи силы в подвижном блоке.

Рис. 128. Соединенные неподвижный и подвижный блоки.



1. Что такое блок?
2. Какой блок называется неподвижным, и какой – подвижным?
3. Дает ли выигрыш в силе подвижный блок?
4. Покажите силы и их плечи в неподвижном и подвижном блоках?
5. Приведите примеры использования блоков.

PDF Compressor Free Version

§ 49. Равенство работ при использовании простых механизмов. «Золотое правило» механики

При использовании простых механизмов изменяются направления сил, получается выигрыш в силе, и в результате совершается механическая работа.

А нельзя ли при использовании простых механизмов получить выигрыш в работе? Для того, чтобы ответить на этот вопрос, обратимся к опыту.



Рис. 129. Равенство работ при использовании рычага.

На рис. 129 показан человек, при помощи лома поднимающий тяжелый груз. Человек действует на левое плечо лома с силой \vec{F} . Вес груза \vec{P} . Он действует на конец правого плеча лома. Как видно из рисунка, левое плечо лома длиннее правого. А сила \vec{F} меньше веса груза.

Когда человек двигает лом вниз, груз на его втором конце поднимается и приходит в равновесие. Здесь совершаются два вида работ. Первая – это работа \vec{F} , выполненная силой человека. Вторая – это работа, выполняемая для преодоления веса груза.

$$\text{Тогда } A = F \cdot s, \quad A = P \cdot h.$$

Как показывает опыт, $\vec{F} < \vec{P}$, $s > h$. Значит, $A_1 \approx A_2$, то есть работы, выполненные двумя силами, равны. Если человек, действуя с силой \vec{F} , продвинет конец лома на большое расстояние, то второй конец лома продвинет тяжелый груз на небольшое расстояние.

Как было сказано выше: при использовании рычага нет выигрыша в работе.

Неподвижный блок также не дает выигрыша в работе. Это можно легко показать на опыте. Как показано на рис. 130,

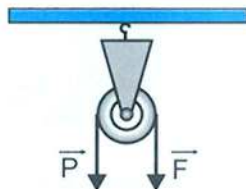


Рис. 130. При использовании неподвижного блока невозможно получить выигрыш в работе.

силы \vec{F} и \vec{P} , и пути, проходимые точками приложения этих сил, равны. Значит, и работы равны.

Хотя при использовании подвижного блока выигрывается 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. 131), необходимо конец веревки, к которому прикреплен динамометр, переместить на высоту $2h$. И так, 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.

Начиная с древних времен люди хотели научиться с помощью простых механизмов выигрывать в работе. Но практика доказала, что это невозможно: во сколько раз выигрываешь в силе, во столько раз проигрываешь в расстоянии. Это правило в истории осталось под названием «золотое правило» механики.

1. Какая существует связь между силами, действующими на рычаг, и плечами этих сил?
2. Какие пути проходят точки приложения сил в рычаге?
3. Можно ли при использовании рычага выиграть в работе? А при использовании блоков?
4. Что такое «золотое правило» механики? Как можно объяснить его?

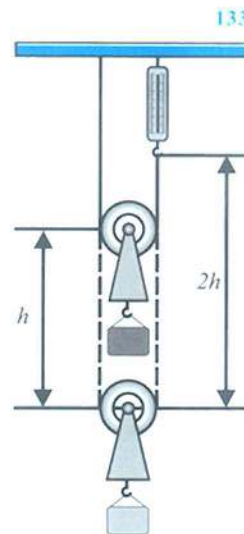


Рис. 131. Подвижные блоки не дают выигрыш в работе.

§ 50. Коэффициент полезного действия механизмов

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. Это означает, что не вся сила человека 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

мов, всегда больше полезной работы. Но эта разница в различ **PDF Compressor Free Version** вает 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).

$$\eta = \frac{A_{\text{полезная}}}{A_{\text{полная}}}$$

Здесь $A_{\text{полезная}}$ – полезная работа, $A_{\text{полная}}$ – полная работа.

Так как полезная работа всегда меньше полной работы, их отношения записываются так:

$$A_{\text{полезная}} < A_{\text{полная}}, \text{ или } \frac{A_{\text{полезная}}}{A_{\text{полная}}} < 1$$

Обычно, коэффициент полезного действия выражается в процентах. Для этого вышеприведенную формулу запишем так:

$$\eta = \frac{A_{\text{полезная}}}{A_{\text{полная}}} \cdot 100\%$$

Для того, чтобы было понятно, попробуем решить следующую задачу:

Пример. 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:	Решение:
$m = 100 \text{ кг}$	$\eta = (A_{\text{полз}} / A_{\text{полн}}) \cdot 100\%$. Полная работа $A_{\text{полн}} = F \cdot h_2$.
$g = 9,8 \text{ м/с}^2$	Полезная работа $A_{\text{полз}} = P \cdot h_1$.
$F = 250 \text{ Н}$	$P = mg$; $P = 100 \text{ кг} \cdot 9,8 \text{ м/с}^2 = 1000 \text{ Н}$.
$h_1 = 0,08 \text{ м}$	$A_{\text{полз}} = 1000 \text{ Н} \cdot 0,08 \text{ м} = 80 \text{ Дж}$
$h_2 = 0,4 \text{ м}$	$A_{\text{полн}} = 250 \text{ Н} \cdot 0,4 \text{ м} = 100 \text{ Дж}$.
$\eta = ?$	$\eta = (80 \text{ Дж} / 100 \text{ Дж}) \cdot 100\% = 80\%$.

Ответ: $\eta = 80\%$.

Отсюда видно, что коэффициент полезного действия механизма равен 80%. Это говорит о том, что 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.

- ?
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? Обоснуйте свой ответ.
 5. Как можно увеличить КПД механизма?

Упражнение 15

1. Покажите точки опоры и плечи сил рычагов, показанные на рис. 132.
2. 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.
3. Подготовьте сообщение на тему: «Рычаги в организмах человека, животных и насекомых».
4. Расскажите, как используются рычаги в строительных подъемных кранах.
5. 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 м? (590 Н).
6. Груз при помощи подвижного блока подняли на высоту 2 м. На какое расстояние в этот момент передвинулся свободный конец веревки?
7. При помощи устройства, состоящего из рычага и подвижного блока, можно поднять силой 1 Н груз весом 8 Н. Постройте модель такого устройства.

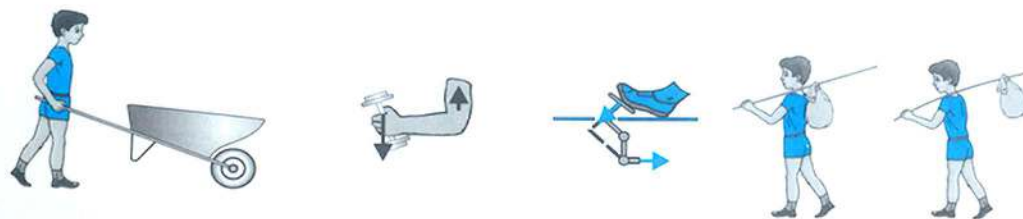
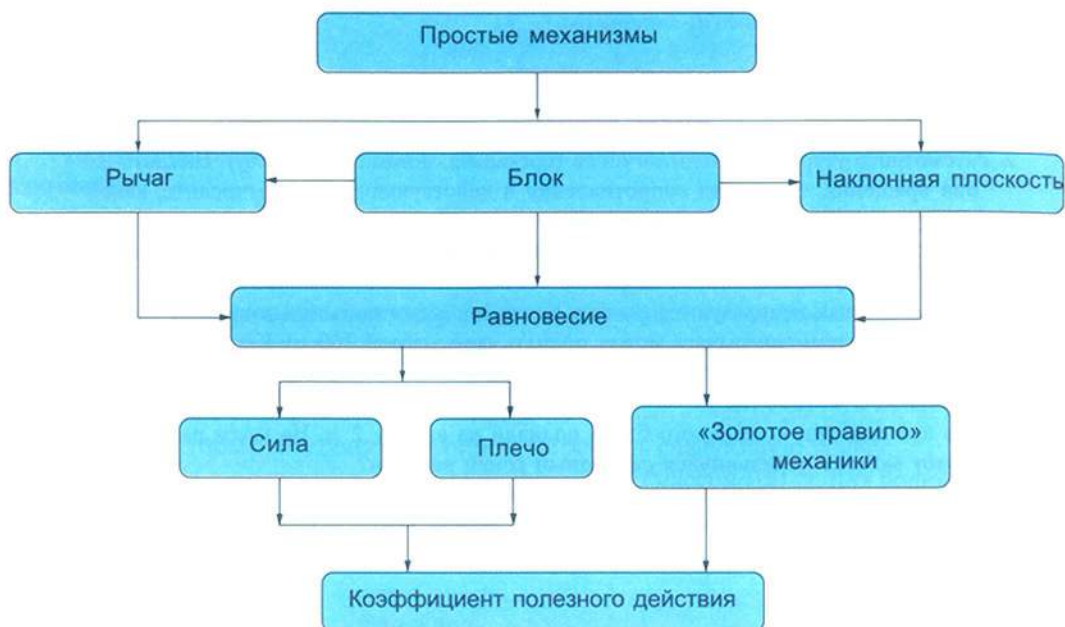


Рис. 132.

PDF Compressor Free Version

ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ЗНАНИЙ ПО V ГЛАВЕ
И ИХ ВЗАИМОСВЯЗЬ



Образцы тестовых заданий по теме «Основы статики»

- Какие из данных терминов являются физическими величинами?
А. Простой механизм. Б. Рычаг. В. Блок. Г. Наклонная плоскость. Д. Сила.
- Кто из следующих ученых не внес вклад в науку «Статика»?
А. Архимед. Б. Леонардо да Винчи. В. Стевин. Г. Курчатов. Д. Галилей.
- Какие из следующих терминов характерны для рычага?
А. Сила. Б. Ускорение. В. Линейная скорость. Г. Плечи сил. Д. Электрический ток.
- 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.
- В каком случае рычаг будет находиться в равновесии?
А. $F_1 = F_2$. Б. $l_1 = l_2$. В. $F_1 l_1 > F_2 l_2$. Г. $F_1 l_1 = F_2 l_2$. Д. $F_1 l_1 < F_2 l_2$.
- Колесо, вращающееся вокруг какой то оси и имеющее желоб для веревки, называется.
А. Динамометр. Б. Термометр. В. Компас. Г. Блок. Д. Рычаг.
- Сколько существует видов блоков?
А. Один. Б. Два. В. Три. Г. Четыре. Д. Пять.
- 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.
- Какова формула коэффициента полезного действия?
А. $\eta = \frac{N}{A}$. Б. $\eta = \frac{A}{t}$. В. $\eta = \frac{A_{\text{полез}}}{A_{\text{полн}}}$. Г. $\eta = \frac{A_{\text{полн}}}{A_{\text{полез}}}$. Д. $\eta = F \cdot S$.
- Каково соотношение полезной работы и полной работы?
А. $A_{\text{полез}} > A_{\text{полн}}$. Б. $A_{\text{полез}} : A_{\text{полн}}$. В. $A_{\text{полез}} \cdot A_{\text{полн}}$. Г. $A_{\text{полез}} < A_{\text{полн}}$. Д. $A_{\text{полез}} = A_{\text{полн}}$.

§ 51. Колебания

В предыдущих параграфах мы ознакомились с вращающимися и поступательными движениями тел. Теперь рассмотрим еще один вид движения – колебание. В нашей жизни колебательные движения распространены очень широко. Под воздействием ветра деревья и растения двигаются, совершая колебательные движения. Струны на музыкальных инструментах, мембрана телефона при разговоре, машины при заводке двигателя – все они совершают колебательные движения. Землетрясения, происходящие под воздействием внутренних сил Земли, тоже относятся к колебательным движениям.

Происходящие в океанах и морях приливы и отливы тоже являются повторяющимися движениями. Колебания можно заметить и в наших организмах. Биение сердца и ток крови, звуки, распространяющиеся в воздухе – все это примеры колебательных движений.

Обратимся к следующему опыту. Привяжем пластмассовый шарик на нитку и закрепим его на штативе. Состояние покоя шара называется состоянием равновесия. Если шар отклонить из состояния равновесия в какую-либо сторону (рис. 133), то он начнет качаться вправо-влево, то есть будет совершать повторяющиеся движения. Движение в течение какого-то определенного времени повторяются. Это можно видеть из опыта, показанного на рисунках 134 а, б.

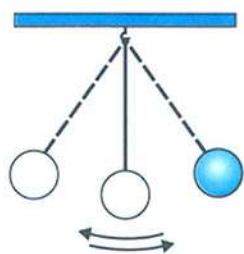
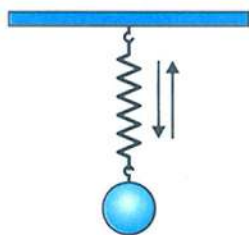
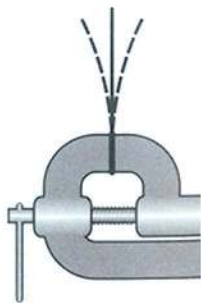


Рис. 133. Колебания шара.



а) Рис. 134. Примеры колебательного движения.



б)

Каковы характерные признаки колебательного движения? Для того, чтобы ответить на этот вопрос, обратимся снова к рисункам 133 и 134. Во всех этих опытах наблюдается повторение движения тела. Шарик совершает полное колебание, то есть из крайней левой точки движется до крайней правой точки, и снова повторяет это движение (рис. 133). Если движение повторяется точно, четко, то такое движение мы называем периодическим.

Колебание – это движение, повторяющееся в определенный промежуток времени. Итак, колебательным движением называется периодически повторяющиеся движения тел.

Если мы возьмем в руку учебник или другой предмет и начнем двигать его вправо-влево, то это напоминает колебательное движение. Но это нельзя назвать колебательным движением, так как в случае остановки руки тело тоже остановится в том же месте. Дальше оно не может продолжать колебаться.

Самым простым видом колебаний считаются свободные колебания. Если после того, как тело выходит из состояния равновесия, оно колеблется только под действием силы тяжести или силы упругости, то его колебание называется **свободным**.

Колебания грузов, подвешенных на пружине или нитке, являются простыми примерами свободных колебаний. Они после выхода из состояния равновесия, даже если на них не действуют внешние силы, под влиянием силы тяжести или силы упругости долгое время могут колебаться.

Какие условия необходимы, чтобы возникли свободные колебания? Для этого в основном необходимо выполнение двух условий. Во-первых, когда тело выходит из состояния равновесия, необходимо возникновение силы, стремящейся вернуть это тело обратно в состояние равновесия. В рассмотренных выше примерах роль этой силы выполняют сила тяжести груза и сила упругости пружины. Во-вторых, на тело, находящееся в колебательном движении не должно быть сильное противодействие. Если сила трения большая, колебания быстро затухают или их может не быть вовсе.

Так как при колебаниях всегда присутствует трение, то они понемногу угасают. Значит, если на тело не действуют периодически внешние силы, то эти колебания будут затухающими. Например, раскачанные качели через некоторое время останавливаются. Они качаются, только если их время от времени раскачивать.

- ?
1. Какое движение называется колебательным? Приведите примеры колебательных движений.
 2. Расскажите характерные признаки колебательного движения?
 3. Какое движение называется свободным колебанием?
 4. При каких условиях возникают свободные колебания?

§ 52. Основные характеристики колебательного движения

Амплитуда колебаний. При колебательном движении тело из состояния равновесия движется до определенной точки (рис. 135). Самое большое расстояние, на которое перемещается тело из состояния равновесия, называется **амплитудой колебания**. Если бы не было трения, то амплитуда 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 первоначального расстояния, на которое переместилось тело вначале. Амплитуду обозначают буквой A . За единицу амплитуды берется метр.

Период колебания. Так как колебательное движение периодическое, то еще одной его характерной величиной является период колебания. **Время, за которое совершается одно полное колебание, называется периодом колебания**. Период обозначается буквой T и за ее единицу принимается секунда. Если тело совершает одно полное колебание за 2 с , то его период колебания равен 2 с . Если оно совершает колебание за 5 с , то его период колебания равен 5 с .

Частота колебания. Число колебаний за единицу времени называется частотой колебания. Например, если тело совершает полное колебание за $0,1\text{ с}$, то в 1 секунду оно совершает 10 колебаний. Значит, частота колебаний в этот момент равно 10 . $1/0,1\text{ с} = 10$ колебаний/секунду.

Частота обозначается греческой буквой n (эн). Согласно определению частоты, между периодом колебания и частотой существует очень простая связь. Частота и период колебания являются обратными друг другу величинами:

$$n = \frac{1}{T}; \quad T = \frac{1}{n}$$

За единицу частоты принимается 1 полное колебание за 1 секунду. Эта единица называется герцем (кратко Гц):

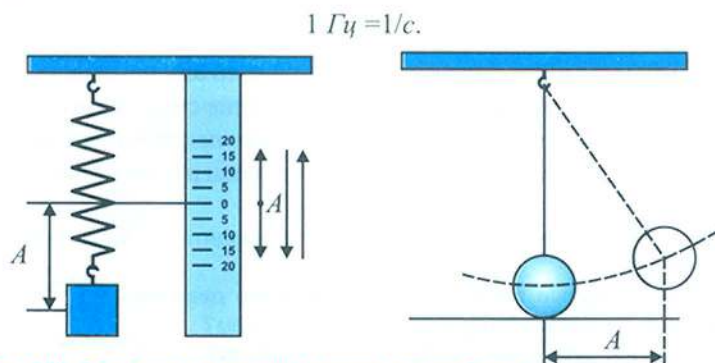


Рис. 135. Опыт, показывающий амплитуду колебаний.

Скорость колебательного движения: Колебательное движение в общем переменное движение. Точнее говоря, оно состоит из ускоренного и замедленного движений. Когда шар, подвешенный на нитке, выводят из состояния равновесия и отпускают, то его скорость постепенно увеличивается. Когда оно достигает положения равновесия, оно становится самым большим. Затем снова скорость уменьшается и в самой крайней точке равняется нулю. Потом шарик повторяет это движение в противоположном направлении. И так скорость тела при колебательном движении в самой дальней точке от состояния равновесия равна нулю (то есть, в точках $x = A$ и $x = -A$). В этих точках тело останавливается и начинает движение в противоположном направлении. Когда оно достигает точки равновесия ($x = 0$), его скорость самая большая.

Значит, скорость при колебательном движении тоже периодически изменяется. В течение каждого периода колебания величина скорости два раза достигает своего самого большого значения.

- ?
1. Что такое амплитуда колебания?
 2. Что такое период колебания? Какой буквой оно обозначается, какова его единица?
 3. Что такое частота колебания? Какой буквой оно обозначается, какова его единица?
 4. В какой связи находятся период колебания и частота?
 5. Как изменяется скорость тела при колебательном движении?

§ 53. Математический маятник

Изучение колебательного движения начнем с движения шарика, подвешенного на нитке. Это устройство мы назовем *маятником*.

Если размеры тела (груза) по отношению к длине нити и масса нити относительно массы тела (груза) очень малы, то такой маятник называется *математическим маятником* (рис. 136). Когда нить находится в вертикальном положении, маятник находится в состоянии равновесия. Если его сместить на какой-то угол и отпустить, оно начнет колебаться.

Выведем маятник из состояния равновесия и отпустим его. Под воздействием какой силы шарик колеблется? В вертикальном положении маятника на него действуют две силы: сила тяжести, направленная вертикально вниз $\vec{F}_t = m\vec{g}$, и сила упругости нити $\vec{F}_{уп}$, направленная вертикально вверх (рис. 137). Так как величины этих сил равны и они направлены в противоположные стороны, то они не могут привести

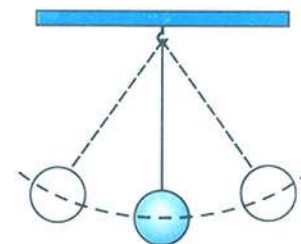


Рис. 136. Математический маятник.

шарик в движение. Конечно, когда маятник начинает движение, на него действует и сила трения. Но из-за ее малой величины мы не будем ее учитывать.

Когда маятник из состояния равновесия отклонится на какой-то угол, на него начинает действовать сила, стремящаяся вернуть его в первоначальное состояние. Эта сила, как сказано выше, состоит из силы тяжести и силы упругости. Когда маятник отклоняется, то сила тяжести направлена как и раньше вертикально вниз. А сила упругости нити $\vec{F}_{\text{упр}}$ направлена вдоль нити, и она с силой тяжести составляет какой-то угол. Их составляющая равна следующей и является причиной колебания. Здесь необходимо вспомнить закон сохранения и превращения энергии в этом процессе.

$$\vec{F} = \vec{P} + \vec{F}_x$$

Теперь проверим, от чего зависит период колебания математического маятника. Для этого подвесим на длинную легкую нить свинцовый (или стальной) 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 свинцовый 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 различных 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 шарик и под него поместим сильный магнит (рис. 138). При этом период колебания шарика заметно уменьшается, так как сила действия магнита, тяну-

PDF Compressor Free Version

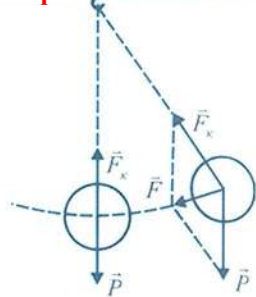


Рис. 137. Силы образующие колебания.

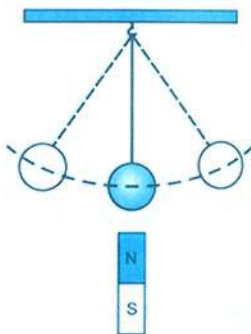


Рис. 138. Действие магнита на стальной шар.

щая 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. Если сила притяжения Земли увеличивается, мы бы пришли к такому же выводу. Вместе с увеличением притяжения Земли увеличивается g . Поэтому мы можем сказать, что время колебания маятника имеет обратную зависимость от ускорения свободного падения.

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

* Для дополнительного изучения:

Каков характер этой зависимости? Мы наблюдали, что когда мы увеличиваем длину маятника, период колебания увеличивается, а при уменьшении длины нити период колебания тоже уменьшается. Значит, период колебания математического маятника T прямо пропорционален нити маятника. А из опыта, показанного на рисунке 138, мы наблюдали, что с изменением силы притяжения Земли период колебания уменьшается. То есть, время колебания маятника имеет обратную зависимость от ускорения свободного падения. Эти зависимости математическим путем даются в виде формулы $T = 2\pi\sqrt{l/g}$. С ее вычислением вы ознакомитесь в курсах физики старших классов, здесь l – длина маятника, g – ускорение свободного падения, π – постоянное число ($\pi = 3,14$).

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 сегодняшнего времени.

Хотя устройство часов бывает различным, в основе всех них лежит периодичность движения – колебания.



Х. Гюйгенс
(1629–1695)

- ? 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. Покажите силу, которая действует на колебательное движение маятника.
 6. Почему мы используем маятник для измерения времени?
 7. Кто первым предложил способ измерения времени с помощью маятников?

В колебательном движении мы рассматривали только одни тела, например, движение шарика, груза или материальной точки. Волновое движение связано с движением многих тел. Для того, чтобы понять его, рассмотрим сначала *упругую среду*.

Примером упругой среды можно представить шары, соединенные между собой мягкими упругими пружинами. Если мы приведем в колебательное движение один из шаров *A*, то и соседние шары начинают тоже колебаться (рис. 139).

Мы знаем, что окружающая нас среда – воздух, также все жидкие и твердые тела состоят из мельчайших частиц. Эти частицы все время взаимодействуют. Их можно представить так, что каждая частица связана с другой как бы упругой пружиной. Представленный таким образом газ, жидкость и твердое тело называются упругими средами.

В упругой среде, например, в воздухе, какое-то тело начинает колебаться, то его колебания передаются окружающим частицам. Здесь колеблющееся тело становится источником колебания. Колебания частиц среды передаются все новым частицам. Таким образом, колебания распространяются по всей среде. **Распространение колебаний в упругой среде называется механическими волнами.**

Если один из представленных в качестве упругой среды шаров (рис. 139), например, шар *A*, приведем в колебательное движение, то рядом расположенные шары тоже начнут колебаться. Распространение колебаний порождает волну.

Рассмотрим еще один опыт. Один конец длинной нити прикрепим к стене, а второй конец рукой приведем в движение (рис. 140). При движении рук по вертикали вверх-вниз мы видим, что вдоль нити пробегает волны. Но в то же время оба конца нити находятся на месте. Опыт показывает, что волны пробегают по нити.

Волны, кроме этого, наблюдаются и в различных явлениях природы. Например, во время ветра мы наблюдаем шевеление травы в поле или несжатой пшеницы. Наблюдая за таким полем, мы как бы чувствуем, что по поверхности поля движется и перемещается какое-то тело. Но пшеница и трава в то же время остаются на местах. Они то изгибаются, то снова выпрямляются, то есть совершают колебательные движения. Волновые движения можно наблюдать в текущей воде, в озерах, морях и океанах. Во время ветра поверхность озера начинает возмущаться, и появляются волны, набегающие на берег. Если на тихую поверхность пруда бросить камень, то мы можем наблюдать, как волны распространяются во всех направлениях, образуя круги (рис. 141). Если поблизости от кинутого камня будет лежать на воде

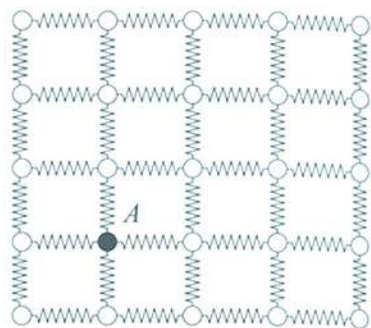


Рис. 139. Модель упругой среды.

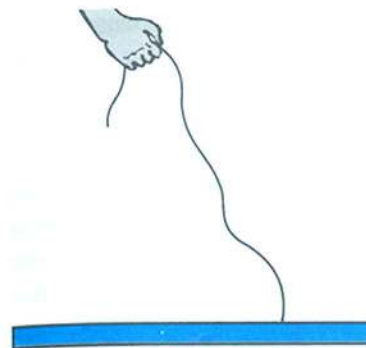


Рис. 140.



Рис. 141. Волны на тихой поверхности воды.

бумага, то она будет находиться на месте, то поднимаясь, то опускаясь, совершая колебательные движения.

В среде, в которой происходят волны, частицы ее не распространяются вместе с волнами, а как в примере с бумагой, находятся в колебательных движениях около своего равновесия. Распространение колебаний в среде происходит под действием силы упругости. Она связана с передачей энергии от одной частицы к другой. Значит, волны передают энергию от одной колеблющейся частицы другой. Но сами частицы колеблются возле места своего равновесия и не перемещаются вместе с волнами.

Другая особенность волнового движения – его распространение на дальние расстояния. Катящиеся или брошенные тела перемещаются на какое-то небольшое расстояние и останавливаются. А вот волновое движение может распространяться на очень большие расстояния и может являться причиной многих несчастий. Примерами этого могут являться землетрясения, цунами и многие другие стихийные бедствия. Поэтому изучение колебаний и связанных с ними волн всегда связано с практическими вопросами.

В целях использования энергии волн, возникающих в океанах и на морях, строятся и работают электростанции.

- ?
1. Что мы называем волнами?
 2. Как связано распространение волн со средой?
 3. Какие существуют виды волн?
 4. При распространении колебаний переносятся ли частицы среды? При каком опыте можно это увидеть?

§ 55. Звуковые волны

Наш орган слуха – это ухо. Ушами мы слышим различные звуки из окружающей среды. Это голоса людей, пение птиц, звуки музыкальных инструментов, шум

деревьев от ветра, плеск волн в морях и океанах и многое другое и от различных ударов и взрывов.

Источниками звуков считаются колеблющиеся тела. Мы рассмотрим звуки, исходящие от периодически колеблющихся тел. Например, колеблющиеся струна гитары, камертон и т.п. производят звуковые волны. Из волн, возникающих в упругой среде, нашим органом слуха воспринимаются волны частотой от 16 Гц до 20 000 Гц. Волны ниже 16 Гц и волны выше 20 000 Гц нами не слышимы. Но животные могут слышать и такие звуки.

Для распространения звука между источником звука и его приемником должна находиться какая-нибудь упругая среда. Роль такой упругой среды выполняет воздух. В воздухе волны от источника звука распространяются в виде звуковых волн и достигают наших ушей.

Без упругой среды звук не распространяется. Это можно увидеть с помощью следующего опыта. Берется электрический звонок и помещается внутрь стеклянного баллона (рис. 142). Из стеклянного баллона с помощью насоса откачивается воздух. С откачиванием воздуха слышимость звука начинает уменьшаться. Через некоторое время звук вообще становится неслышным. Итак, воздух для нас является средой распространения звука. Звук распространяется не только в воздухе, но и в жидких и твердых средах.

Мы наблюдаем молнию, а звук грома слышим только через какой-то промежуток времени. Это показывает, что скорость распространения света и звука различны. Скорость распространения звука во много раз меньше скорости распространения света. Для определения скорости распространения звука необходимо расстояние от источника звука до наблюдателя разделить на время распространения звука. Таким образом определено, что звук в воздухе распространяется со скоростью 330 м/с. В жидких и твердых средах звук распространяется с еще большей скоростью. Например, если в воде звук движется со скоростью 1 440 м/с, то по рельсам железной дороги он движется со скоростью 5 000 м/с.

Скорость распространения звука в различных веществах представлена в следующей таблице.

Вид вещества (t = 20°C)	Скорость звука м/с	Вид вещества (t = 20°C)	Скорость звука м/с
Воздух	330	Железо и сталь	5000
Гелий	1005	Стекло	4500
Водород	1300	Алюминий	5100
Вода	1440	Дерево	4000
Морская вода	1560		

Характеристики звука. Мы будем говорить только о звуках, исходящих от тел, находящихся в периодическом движении. К таким звукам можно отнести звуки музыкальных инструментов, наши голоса, звук камертона и т.п. Эти звуки в общем называются **музыкальными звуками** (в отличие от звуков, происходящих при ударах, взрывах и т.п.). В основном, музыкальные звуки отличаются друг от друга по трем своим качествам: Это: *тон звука, громкость звука и тембр.*

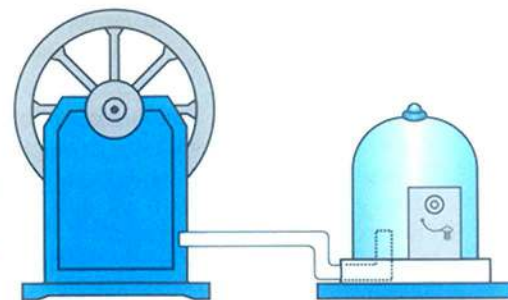


Рис. 142. Электрический звонок в вакууме.

Тон звука или высота связаны с частотой звуковой волны. На рис. 143 показаны три круглых диска в виде пилы с разным количеством зубьев, нанизанных на одну ось. Если их вращать и к их зубьям приставлять картон, начинает появляться звук. Когда картон прикасается к диску с большим количеством зубьев, то появляется тонкий звук. Если диски вращать еще быстрее, то мы слышим звуки с еще более высоким тоном.

Громкость или сила звука связаны с амплитудой звуковых волн и их частотой. Но это также связано с нашим органом слуха, то есть как слышит наше ухо – хорошо или плохо. Звук одной и той же громкости может слышаться разными людьми по-разному. Громкость звука измеряется беллах или меньших в 10 раз децибеллах, названных в честь ученого Белла. Если громкость звука людей, говорящих шепотом составляет 10–12 децибелл, то громкость звука говорящих нормальным голосом – 30–40 децибелл.

Тембр звука. Тембр звука характеризует окраску звука. Мы различаем голоса знакомых людей, отличие мужского голоса от женского по тембру. Тембры голосов любимых певцов мы называем хорошими. В некоторых радиоприемниках кнопки под названием «тембр» предназначены для улучшения тембра звука.

Камертоны. В качестве искусственного источника звука в лабораториях и исследовательских работах применяется прибор, называемый камертоном (рис. 144). Для того, чтобы улучшить звук, он помещается на полый ящик. Камертоны делаются разных размеров, и каждый из них производит звук определенной частоты. Музыканты с помощью камертона настраивают свои инструменты.

Часть камертона под воздействием удара начинает колебаться и колебать окружающий его воздух, производя звуковые вол-

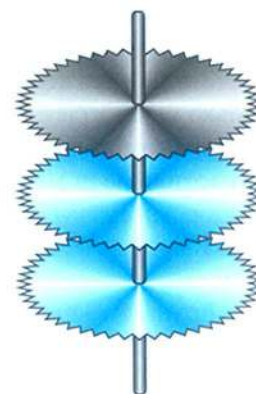


Рис. 143.

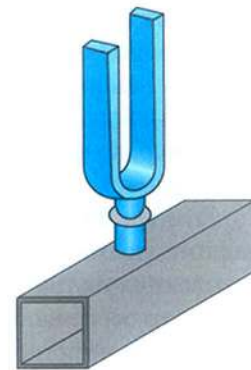


Рис. 144.

ны. С какой частотой данный камертон производит звуки, мы можем узнать, ударив камерты на его лицевой стороне.

- ?
1. Что может являться источником звуков?
 2. Какие звуки мы называем музыкальными?
 3. Волны какой частоты мы называем звуковыми волнами?
 4. Какие у звука существуют характеристики?
 5. От чего зависит высота звука?
 6. Что такое громкость и тембр звука?
 7. Почему один и тот же звук разные люди слышат по-разному?

§ 56. Отражение звука. Эхо. Сведения об ультразвуке

Звук на пути распространения может встретить различные препятствия (скалы, стены и т. п.) и отражаться от них. Такое явление называется эхом.

Звуки, отраженные в горах, лесах, от высоких стен мы слышим как звуки. Но только когда издаваемый звук отделился от первоначального и снова воспринимается ухом, только тогда его можно назвать эхом. Только когда звук пройдет какое-то расстояние за $1/15$ с, только тогда человеческое ухо может отделить первый звук от второго. Значит, мы слышим эхо, только тогда, когда расстояние (s), которое проходит звук за $1/15$ с, не меньше расстояния ($2s$), которое проходит возвращающийся звук. Это расстояние можно легко вычислить.

Если в большом зале находится мало людей, то речь говорящего человека слушающим его людям слышится нечетко, так как голос говорящего человека отражается от стен, сидений, других твердых предметов и доносится до слушающего человека в разное время. Если в том же зале много народа, то речь говорящего человека слышится хорошо, так как тела людей, их одежда, то есть мягкие тела не отражают, а поглощают звуки. А так как отраженных звуков меньше, то произносимые слова хорошо слышны нашим ушам.

Эхо широко применяется в практических целях. Например, по времени, за которое отраженный звук возвращается, можно определять расстояния.

Ультразвуки. Звуковые волны, не слышимые нашими ушами, имеющие частоту выше $20\ 000$ Гц, называются ультразвуками. У таких звуков имеются несколько особенностей. Они хорошо распространяются в воде, не поглощаясь ею. Прибор, который определяет расстояние по распространению ультразвуку-

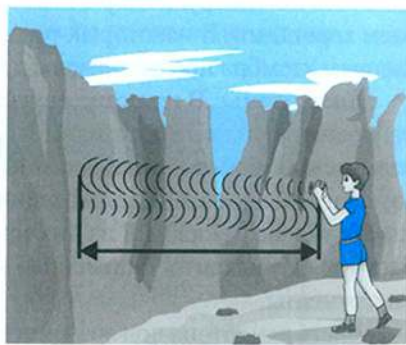


Рис. 145.

ка в воде, называется эхолотом. Раньше глубину моря определяли веревкой, опускаемой с грузом на конце, и по длине ее узнавали глубину. Для измерения глубоких мест такая работа продолжалась несколько часов. Сейчас эхолот, прикрепленный к днищу судна (рис. 146), дает возможность определить глубину очень быстро. Кроме этого с помощью эхолотов возможно стало чертить рельеф поверхности дна морей. Большинство рельефов океанов и морей определено именно таким образом.

Эхолот состоит из источника звука и приемника этих звуков. Он снабжен часовым устройством для измерения времени между отправленным и принятым звуками.

Ультразвук широко применяется и в производстве. С его помощью определяются дефекты (пустоты, трещины, лишние детали) в деталях машин. А в медицине ультразвук дает возможность определять в теле человека изменения, происходящие вследствие болезней (опухоли, раны и др.). Кроме этого ультразвук применяется и для лечения некоторых болезней.

Некоторые животные, например, летучие мыши, дельфины при помощи ультразвука общаются между собой, находят для себя пропитание. Например, летучие мыши летают ночью, не натываясь на предметы, как будто видят в темноте. И в темноте они охотятся на насекомых. Летучие мыши и некоторые другие животные имеют органы, которые распространяют ультразвук и принимают его отраженным от разных предметов. Они с помощью ультразвука могут определить место впереди находящегося предмета и расстояние до него. В морях и океанах ультразвук помогает слушать таким животным, как дельфины и киты.

- ?
1. Что такое эхо?
 2. Можно ли услышать эхо от всех препятствий на любых расстояниях?
 3. Как можно при помощи эха определить расстояние до препятствия?
 4. Что такое ультразвук?
 5. С какими целями можно использовать отраженные звуки?
 6. Что вы можете рассказать о летучих мышах?

Упражнение 15

1. Какие из приведенных ниже движений предметов являются примерами колебательного движения?
 - а) игла швейной машинки;
 - б) кончик стрелки компаса;
 - в) крыло летящей птицы.
2. Если груз, подвешенный на пружине за 10 с делает 20 колебаний, то сколько он делает колебаний за 1 с? Чему равен период колебания? (2 ; $0,5$).

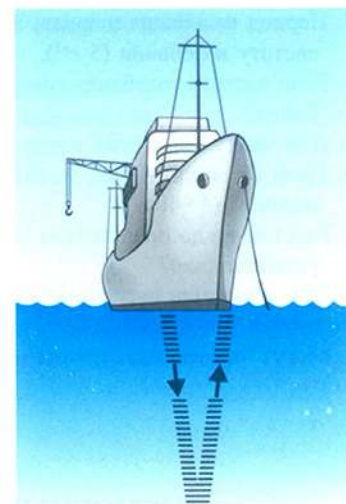
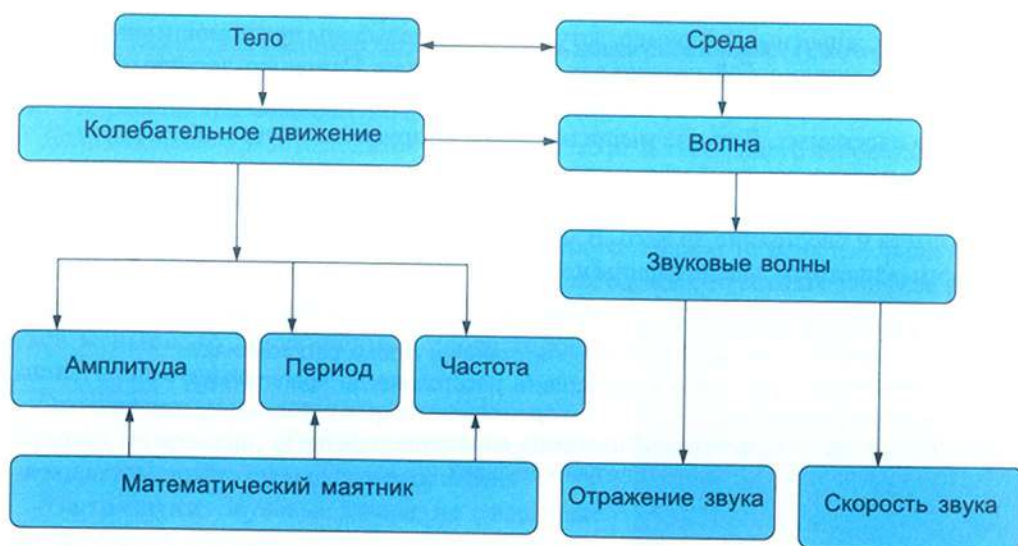


Рис. 146. Эхолот.

3. Период колебания шарика, подвешенного на длинной нитке, равен $0,2$ с. Найдите его частоту колебания (5 с^{-1}).
4. Если частота колебания тела увеличивается в 2 раза, то как изменится его период колебания?
5. Для чего необходимо изучать волновые движения?
6. Гром от молнии был услышан через 15 с. На каком расстоянии произошел разряд молнии? ($4\ 940 \text{ м}$)
7. Расстояние до препятствия для отражения звука 68 м . Через какое время человек может услышать эхо?
8. Все летающие насекомые при полете производят звуки. Почему это происходит? Как можно это объяснить?
9. Могут ли люди на Луне разговаривать между собой?

ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ЗНАНИЙ ПО VI ГЛАВЕ И ИХ ВЗАИМОСВЯЗЬ



Образцы тестовых заданий по теме «Колебания и волны»

- Какой из следующих терминов обозначает физическое явление?
 - Скорость.
 - Сила.
 - Динамометр.
 - Колебание.
 - Сила тяжести.
- Под действием какой силы возникает свободное колебание?
 - Только силы тяжести.
 - Силы трения.
 - Только силы упругости.
 - Под влиянием силы тяжести и силы упругости.
 - Под действием силы толчка.
- Какая из следующих величин не имеет отношения колебательному движению?
 - Ускорение.
 - Коэффициент трения.
 - Амплитуда.
 - Частота колебания.
 - Период колебания.
- Какая из следующих формул неправильная?
 - $n = \frac{1}{T}$.
 - $T = \frac{1}{n}$.
 - $T \approx n$.
 - $T = n$.
 - $T + n = 0$.
- Какие единицы величин характеризуют колебания?
 - Н.
 - Гц.
 - м.
 - с.
 - Дж.
- От чего зависит период колебания математического маятника?
 - От среды воздействия.
 - От длины нити маятника.
 - От цвета нити.
 - От ускорения свободного падения.
 - От формы колеблющегося тела.
- В какой вид элементов физических знаний входит волна?
 - Величина.
 - Явление.
 - Прибор.
 - Единица.
 - Закон.
- Чему равна частота звуков, слышимых человеческим ухом?
 - Ниже 16 Гц .
 - От 16 Гц до $20\ 000 \text{ Гц}$.
 - От 10 Гц до $40\ 000 \text{ Гц}$.
 - От 20 Гц до $30\ 000 \text{ Гц}$.
 - $10\text{--}12 \text{ Гц}$.
- В какой среде скорость звука самая большая?
 - В воздухе.
 - В воде.
 - В железе.
 - В стекле.
 - В дереве.
- Что является искусственным источником звука?
 - Лампочка.
 - Ручка.
 - Камертон.
 - Книга.
 - Рулетка.

ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ PDF Compressor Free Version

№ 1. Определение размеров тел правильной и неправильной форме с помощью измерительных приборов

Цель работы: научиться определять цену делений на шкале измерительных приборов и с их помощью определять размеры предметов различной формы.

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

Указания к выполнению работы:

1. Изучите цену делений мензурки. Для этого возьмите на шкале мензурки два рядом стоящих числа и отнимите от большего числа меньшее. Если полученное число разделим на число делений между этими числами, то частное будет означать цену деления мензурки.

2. Вспомните, какими способами определяется размер предмета правильной формы, формулы и единицы.

3. Определите с помощью линейки объемы предметов правильной геометрической формы и выразите их в см^3 , мм^3 .

4. Объемы этих же предметов определите с помощью мензурки и выразите в см^3 , мм^3 . Сравните с прежними результатами.

5. Возьмите предмет неправильной формы и определите его объем с помощью мензурки, выразите в см^3 , мм^3 .

6. Начертите в тетради следующую таблицу, внесите в нее итоги ваших измерений и вычислений.

Название предметов	С помощью линейки		С помощью мензурки	
	$V (\text{см}^3)$	$V (\text{мм}^3)$	$V (\text{см}^3)$	$V (\text{мм}^3)$

7. На основе проведенных измерений и полученных результатов сделайте выводы.

№ 2 Определение плотности тел

Цель работы: научиться опытным путем определять плотности твердых и жидких тел.

Приборы и материалы: мензурка, предметы небольших размеров, жидкость, рычажные весы (с разновесами).

Указания к выполнению работы:

1. Повторите по учебнику тему «Плотность вещества».
2. Определите массу данных твердых и жидких тел с помощью рычажных весов, обозначьте их значения в $г$ и $кг$.
3. С помощью мензурки или линейки определите их объемы и выразите в см^3 и мм^3 .
4. С использованием полученных данных вычислите плотности данных тел и обозначьте их в $\text{кг}/\text{м}^3$, $\text{г}/\text{см}^3$.
5. Начертите в тетрадах следующую таблицу, запишите в нее результаты измерений и вычислений.

Тела	Объемы		Массы		Плотность ($\rho = m/V$)	
	$V (\text{см}^3)$	$V (\text{мм}^3)$	$m (г)$	$M (кг)$	$(г/\text{см}^3)$	$(кг/\text{м}^3)$
1.						
2.						
3.						
4.						

6. На основе проведенных опытов сделайте выводы.

№ 3. Градуирование пружинного динамометра

Цель работы: градуирование пружины и научиться с ее помощью измерять силу.

Приборы и материалы: динамометры, белая бумага, предмет с неизвестной массой, штатив с муфтой и держателями, грузы массой по 102 $г$.

Указания к выполнению работы:

1. Прочитайте в учебнике тему «Сила. Измерение силы. Динамометр».
2. На лицевую сторону динамометра положите белую бумагу, прикрепите ее к штативу, обозначьте положение стрелки пружины. Это положение будет 0.
3. На крючок пружины подвесьте груз массой 102 $г$ и обозначьте показание динамометра. Это будет 1 H .
4. На крючок пружины подвешивайте грузы массой 204 $г$, 306 $г$, 408 $г$ и соответственно отмечайте показания динамометра в 2 H , 3 H , 4 H .
5. 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 H .
6. Используя полученные деления (шкалу) определите силу тяжести предметов неизвестной массы.
7. На основе проведенного опыта сделайте выводы.

№ 4. Определение величины силы трения

Цель работы: опытным путем изучить зависимость силы трения от разных поверхностей.

Приборы и материалы: доска с гладкой поверхностью, стекло, листовое железо, деревянный куб с крючком, железный или состоящие из других веществ кубические предметы, динамометры.

Указания к выполнению работы:

1. Повторите по учебнику темы «Виды сил. Сила трения».
2. Прикрепив данные предметы на динамометры, потихоньку будем двигать их по горизонтальной поверхности. Необходимо, чтобы движение предметов было равномерным. Запишем показания динамометра. При равномерном движении сила тяги (показания динамометра) равна силе трения, возникающей при скольжении.
3. Выполните этот опыт для двух, трех разных предметов.
4. Начертите следующую таблицу и запишите итоги своих вычислений.

Состав взаимодействующих	Сила трения, H
1. Дерево по дереву	
2. Дерево по металлу	
3. Дерево по стеклу	
4. ...	

5. На основе проведенных измерений сделайте выводы.
6. Определите коэффициент трения?

№ 5. Определение силы, действующей на тело, погруженное в жидкость

Цель работы: наблюдение за действием выталкивающей силы на погруженные в жидкость тела и определение этой силы.

Приборы и материалы: динамометр, штатив с муфтой и держателями, два предмета разных размеров, стаканы с водой и водным раствором соли.

Указания к выполнению работы:

1. Повторите по учебнику тему «Архимедова сила».
2. Прикрепите динамометр к штативу, подвесьте к нему предмет на нитке. Обозначьте и запишите показания динамометра. Это будет весом предмета на воздухе (P_1).
3. Поставьте стакан с водой, опускайте муфту и динамометр вниз, пока предмет полностью не погрузится в воду. Обозначьте показатели динамометра и запишите их. Это будет весом предмета в воде (P_2).
4. На основе полученных сведений вычислите выталкивающую силу, действующую на предмет ($F_{\text{выт.}} = P_1 - P_2$).

5. Вместо воды налейте в сосуд раствор соли и снова определите выталкивающую силу, действующую на предмет.

6. Начертите в тетради следующую таблицу и запишите в нее итоги своих вычислений.

Жидкость	Вес тела на воздухе $P_1 (H)$	Вес тела в жидкости $P_2 (H)$	Выталкивающая сила $F_{\text{выт.}} = P_1 - P_2 (H)$
Вода			
Насыщенный водный раствор соли			

7. Сделайте выводы.

№ 6. Определение работы, совершенной при перемещении тела

Цель работы: Наблюдение и определение механической работы, совершенной при перемещении тела

Приборы и материалы: динамометр, деревянный кубик с крючком, линейка.

Указания к выполнению работы:

1. Повторите по учебнику тему «Механическая работа».
2. Положите на стол деревянный кубик и обозначьте ее переднюю границу.
3. Прикрепите деревянный кубик к динамометру и продвиньте его равномерно на какое-то расстояние, запишите показания динамометра.
4. Измерьте пройденное кубиком расстояние линейкой.
5. При помощи полученных сведений вычислите величину совершенной работы.
6. Начертите в тетради следующую таблицу и внесите в нее итоги измерений и вычислений.

Величина силы, H	Пройденное расстояние, m	Совершенная работа, $Dж$

7. Можете проделать вычисления и для других случаев.

№ 7. Определение коэффициента полезного действия наклонной плоскости

Цель работы: опытным путем доказать, что полезная работа, выполненная при использовании наклонной плоскости, меньше полной работы.

Приборы и материалы: плоская дощечка, динамометр, деревянный кубик с крючком, штатив с муфтой и держателями, линейка.

Указания к выполнению работы:

1. Повторите по учебнику темы «Механическая работа» и «Коэффициент полезного действия механизмов».
2. Установите дощечку наклонно (рис. 147).
3. Измерьте высоту h и длину l наклонной плоскости.
4. Измерьте динамометром силу тяжести F деревянного кубика.
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 ($\eta = (A_{\text{полез}} / A_{\text{полн}}) \cdot 100\%$).
9. Начертите в тетрадах следующую таблицу, внесите в нее итоги измерений и вычислений.
10. Сделайте выводы.

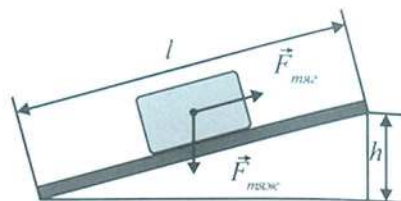


Рис. 147.

Высота, h , м	Сила тяжести, F , Н	Полезная работа, $A_{\text{полез}} = Fh$	Длина, l , м	Сила тяги, F , Н	Полная работа, $A_{\text{полн}} = F \cdot l$	КПД, $\eta = \frac{A_{\text{полез}}}{A_{\text{полн}}} \cdot 100\%$

№ 8. Изучение зависимости периода колебания математического маятника от других величин

Цель работы: Проверить, от каких величин зависит период колебания математического маятника и от каких величин не зависит, определение характера зависимости.

Приборы и материалы: шарики одинакового размера из разных материалов с крючками, нитки разной длины, постоянный магнит, линейка, штатив с муфтой и держателями, секундомер.

Указания к выполнению работы:

1. Повторите по учебнику тему «Математический маятник».
2. Возьмите один шарик, привяжите нитку к крючку и подвесьте на штатив. Это будет математический маятник.

3. Выведите шарик из состояния равновесия, то есть отведите его в сторону на какой-то угол, чтобы он колебался. Измерьте время одного полного колебания. Далее повторите опыт при различных амплитудах. Итоги измерений запишите в тетрадах.
4. Проводите опыт, используя шарики разных масс.
5. Проводите опыты с различной длиной нити, на которой подвешен шарик.
6. Заставьте колебаться стальной или железный шарик и приблизьте к нему постоянный магнит. Измерьте при этом период колебания.
7. Начертите в тетрадах следующую таблицу внесите в нее итоги своих измерений и вычислений.

№ №	Опыты	№ 1	№ 2	№ 3	Выводы
1.	Опыты с изменением амплитуды	$A =$ $T =$	$A =$ $T =$	$A =$ $T =$	
2.	Опыты с шариками различной массы	$m =$ $T =$	$m =$ $T =$	$m =$ $T =$	
3.	Опыты с маятниками различной длины	$l =$ $T =$	$l =$ $T =$	$l =$ $T =$	
4.	Опыт с постоянным магнитом	$T =$	$T =$	$T =$	

8. На основе проведенных опытов сделайте выводы о зависимости периода колебания математического маятника.

I. Вопросы, для самопроверки знаний учащихся

1. Дайте определения механического движения, траектории, пути, перемещения.
2. Какие движения называются прямолинейными и криволинейными?
3. Что такое скорость? Как определяется средняя скорость? Что принимается за единицу скорости?
4. Что такое равномерное и неравномерное движение?
5. Напишите формулу зависимости пути от времени при равномерном движении.
6. Каков график зависимости пути и скорости от времени при равномерном движении?
7. Что такое ускорение? Напишите формулу и единицу измерения.
8. Что такое равномерно ускоренное и равномерно замедленное движение?
9. Охарактеризуйте движение тела по окружности.
10. Что такое линейная скорость? Какова ее формула и единицы измерения?
11. Приведите примеры взаимодействия тел.
12. Что такое сила? Единицы силы.
13. Что такое инерция? В чем разница между инерцией и инертностью?
14. Каково правило первого закона Ньютона?
15. Что такое масса тела? Единицы массы.
16. Каковы правила измерения массы при помощи весов?
17. Что такое плотность вещества? Формула и единицы измерения.
18. Как определяется масса вещества, если известны плотность и объем?
19. Правило второго закона Ньютона? Напишите формулу.
20. Приведите примеры притяжения тел к земле. Чему равно ускорение свободного падения?
21. Что такое сила тяжести?
22. Что такое вес?
23. В чем разница между силой тяжести и весом?
24. Что такое сила упругости? Когда она возникает? Куда она направлена?
25. Какие есть способы измерения силы?
26. Как можно измерить силу при помощи динамометра?
27. На чем основана работа динамометра?
28. Причина возникновения силы трения? Виды трения. Как определяется коэффициент трения?
29. Каково правило третьего закона Ньютона?
30. Приведите примеры к третьему закону Ньютона.
31. Что такое давление? Единицы измерения.

32. От чего зависит давление твердого тела?
33. Как можно объяснить наличие давления газа и жидкости?
34. Каково правило закона Паскаля?
35. Приведите примеры использования закона Паскаля в быту?
36. Что такое сообщающиеся сосуды? Где они применяются?
37. Что такое атмосферное давление? Каково содержание опыта Торричелли?
38. Зависит ли атмосферное давление от высоты?
39. Каково устройство барометра-анероида? Объясните принцип его работы.
40. Как определяется выталкивающая сила, действующая на тело, погруженное в жидкость?
41. Чему равна Архимедова сила?
42. Каковы условия, при которых тело плавает на поверхности жидкости, погружено в него или тонет?
43. Что такое импульс тела? Формула и единицы измерения.
44. Как формулируется закон сохранения импульса?
45. При каких условиях совершается механическая работа? Формула и единица.
46. Что такое мощность? Формула и единица.
47. Понятие о механической энергии?
48. Кинетическая и потенциальная энергии. Формула и единица.
49. В чем смысл закона сохранения энергии?
50. Что такое простые механизмы? Какая от них польза?
51. Что такое рычаг? Что такое плечо силы?
52. Блок. Виды блоков.
53. Наклонная плоскость. Как определяется коэффициент полезного действия наклонной плоскости?
54. Как вы понимаете смысл «золотого правила» механики?
55. Какое движение является колебательным?
56. Каковы основные характеристики колебательного движения? Дайте определения амплитуды, периода и частоты колебаний.
57. Дайте характеристику математического маятника.
58. Что такое волна?
59. Дайте характеристику звуковой волны.
60. Как объясняется отражение звука?
61. Дайте информацию об ультразвуках.

2. Задания для проверки знаний и умений учащихся

1. Заяц пробегает путь длиной 60 км за 1 час, волк – за 1 час 20 минут. Вычислите скорости зайца и волка и сравните их.

(О т в е т: $v_1 = 60$ км/час; $v_2 = 45$ км/час)

2. Ракета, запущенная с Земли на Луну, пролетает расстояние 410 000 км за 38,5 часов. Определите среднюю скорость ракеты.

(О т в е т: $v_{ср} = 10\,649,35$ км/час)

3. Автомобиль при перемещении из одного села в другое половину затраченного на дорогу времени ехал со скоростью 60 км/час. С какой скоростью автомобиль ехал остальную часть пути, если средняя его скорость составила 65 км/час?

(О т в е т: 70 км/час).

4. Автобус, ехавший со скоростью 36 км/час, после начала торможения остановился через 4 секунды. Каково ускорение автобуса?

(О т в е т: $a = -2,5$ м/с²)

5. Колесо велосипеда радиусом 30 см совершает полный оборот за 0,2 секунды. Найдите линейную скорость велосипеда.

(О т в е т: $v = 3,1$ м/с).

6. Длина точильного камня 30 см, ширина 5 см, толщина 2 см, масса 1,2 кг. Определите плотность точильного камня.

(О т в е т: $P = 4\,000$ кг/м³).

7. Масса алюминиевого предмета 300 г, объем 150 см³. Есть ли в этом предмете пустоты? Если есть, как это можно доказать?

8. Сайра купила 0,75 л подсолнечного масла. Найдите массу и вес масла. Плотность подсолнечного масла 930 кг/м³.

(О т в е т: $m = 697,5$ г; $P = 6,84$ Н).

9. Тело массой 20 кг падает вертикально вниз с ускорением 9,8 м/с². Чему равна действующая на это тело сила тяжести?

(О т в е т: $F = 196$ Н).

10. Какой массы груз необходимо подвесить на пружину с коэффициентом прочности 900 н/м, чтобы она растянулась на 3 см?

(О т в е т: $m = 2,76$ кг).

11. Два человека тянут веревку в противоположных направлениях, каждый силой 50 Н. Выдержит ли веревка, если ее прочность составляет 80 Н?

(О т в е т: не порвется).

12. Брусок массой 400 г под действием силы 1,44 Н начинает двигаться в горизонтальном направлении. Найдите коэффициент трения между бруском и поверхностью стола (О т в е т: $\mu = 0,35$).

13. Тело массой 5 кг движется со скоростью 2 м/с. Найдите импульс тела.

(О т в е т: $P = 10$ кг·м/с).

14. Ледокол массой 6 000 т, заглушив двигатель, со скоростью 8 м/с ударился о лед. При этом скорость ледокола упала до 3 м/с. Какова масса льда?

(О т в е т: $m = 10\,000$ т).

15. На какую высоту надо поднять тело массой 15 кг, чтобы выполнялась работа 60 Дж?

(О т в е т: $h = 0,4$ м).

16. Спортсмен массой 70 кг за 0,4 с прыгает на высоту 200 см. Какова мощность спортсмена?

(О т в е т: $N = 3430$ Вт).

17. Мощный кран может поднять груз 5 тонн. Если мощность крана составляет 30 кВт, то за какое время он поднимет груз на высоту 20 м?

(О т в е т: $t = 32,7$ с).

18. Масса четырехосного вагона 60 т. Чему равно давление одного колеса вагона на рельс, если площадь соприкосновения колеса с рельсом равна 10 см².

(О т в е т: $P = 735 \cdot 10^5$ Па).

19. Площадь маленького поршня гидравлического пресса 10 см². На него действует сила 200 Н. Какая сила действует на большой поршень пресса, если его площадь составляет 200 см².

(О т в е т: $F = 4000$ Н).

20. Какова выталкивающая сила, действующая на тело объемом 10 см³, если его погружать в воду, керосин, ртуть?

(О т в е т ы: $F_1 = 0,098$ Н; $F_2 = 0,078$ Н; $F_3 = 1,33$ Н).

3. Рекомендации учащимся по проверке и оценке своих знаний

Человек всегда заинтересован результатами своей деятельности работы. Подводя итоги своей работы, человек дает оценку своим действиям. Он отмечает свои ошибки, ищет причины и уделяет внимание путям их исправления. Если он достиг своей цели с хорошими результатами, то он испытывает радость и стремится идти вперед, хочет достичь еще больших успехов.

Учеба школьников – такая же важная деятельность, как и у взрослых людей. Она сложна и особенна. Для осуществления этой деятельности вместе с умственной работой ученика задействованы и его практические навыки, все способности, желания, то есть в этом участвует весь внутренний мир личности учащегося.

Уважаемые учащиеся! Ваши учебные дела, ваши старания в работе, полученные знания и навыки оценивают ваши учителя, родители, родные и друзья. И, соответственно, у других людей складывается впечатление о вас. Они создают о каждом из вас свое мнение и дают характеристику по этим сведениям.

Кроме этого, каждый ученик должен самостоятельно уметь оценивать свою работу. Основное внимание надо уделить проверке своих знаний по физике. Вы согласны с оценкой, которую ставит вам учитель, или она вам кажется заниженной? Почему учитель ставит вам «четверку», а вы думаете по-другому? В чем причина этого?

Это происходит потому, что учитель при оценке ваших знаний предъявляет ряд требований, а вы, может быть, представляли их немного по-другому. Поэтому остановимся на простых путях проверки знаний по физике.

На самых первых уроках вы должны уделять особое внимание словам учителя, стараться понять его. Особенное внимание надо уделять названиям тем, смыслу вопросов учителя, наглядным пособиям и опытам, показанным в классе. Анализируйте проявления в природе, в жизни, используйте в домашнем быту изученные на уроках материалы. После этого читайте учебник и старайтесь понять смысл прочитанного. При чтении каждого закона, формулы и факта старайтесь понять их основной смысл. Отвечайте на вопросы, данные после каждого параграфа. Ваши ответы на них будут проверкой ваших знаний. Не ищите сразу ответы на вопросы в книге, а постарайтесь сначала проанализировать их. Можно поставленные вопросы построить по-другому и постараться найти ответы на них. Это означает аналитическое мышление, или испытание вашего ума. Особенно важно отвечать и объяснять материал вслух, старайтесь так делать своим товарищам, родным или родителям.

Это нужно потому, что когда вы объясняете что-то другому человеку, то сами лучше начинаете понимать сказанное.

Если устное объяснение законов и формул будет сопровождаться их написанием, рисованием чертежей, то ваши знания будут еще более прочными. Можно одно и то же задание писать по несколько раз на разных бумагах.

С каждым повторением знания все глубже оседают в вашей памяти. Свяжите между собой правила, детали, имена ученых, страны, где они жили, и записывайте их в кратком виде. Все это можно писать в виде схем, графиков, чертежей, таблиц или рисунков. Такую краткую информацию-сигнал пишите на листочках и вешайте в различных местах вашего дома. Каждый раз, когда вы их видите, вы будете вспоминать их. Если вы заметили свою ошибку, старайтесь ее исправить, и это будет хорошей проверкой ваших знаний.

Итоги проверки приведут к оценке ваших знаний. Учителя при оценке ваших знаний учитывают специальные требования, их называют критериями оценки, они даны в учебной программе по физике. Вам также необходимо знать эти критерии.

В наших школах в основном применяется пятибалльная система оценки знаний.

Если ответ учащегося является полным, он построен правильно и последовательно, ученик отвечает четко и грамотно, то ставится оценка «5». Ученик в этом случае должен хорошо понимать смысл основных понятий, явлений, законов, четко рассказывать определения, правила, обозначения величин, формулы, единицы, пути их измерений. Ответ нужно связывать с соответствующими чертежами, рисунками, графиками и таблицами. Ученик должен правильно решать задания и уметь применять свои знания на практике.

Если ученик отвечает всем вышеперечисленным требованиям, но допустил одну-две ошибки и может при помощи учителя исправить их, ставится оценка «4».

Если ученик правильно понимает смысл физических явлений и законов, знает определения понятий, но допускает несколько ошибок, не полностью использует свои знания при решении заданий, то ставится оценка «3», «удовлетворительно». В таких случаях ученик может рассказать текст учебника, но не полностью понимает его смысл. Он понимает смысл изученных явлений, но не может четко объяснить их проявления в природе и использование в жизни. Некоторые похожие понятия может перепутать между собой.

Если знания ученика не соответствуют требованиям, предъявляемым к оценке «удовлетворительно», ему ставится оценка «неудовлетворительно», то есть «2». В этих случаях ученик имеет понятия о фактах, явлениях, величинах.

нах, законах, но не понимает их смысла. Одно явление он знает, другое — нет. Не знает относящиеся к ним величины. Не может по готовой формуле решить простые задачи.

Если ученик не может ответить ни на один поставленный вопрос, то ставится оценка «1».

Уважаемые школьники! Если вы будете учитывать эти требования, вы сможете научиться объективно оценивать свои знания.

Не забудьте, что такое умение относится к положительным качествам человека!

До встречи на страницах учебника «Физика» для 8 класса!

СОДЕРЖАНИЕ

Указания к работе с учебником	5
Введение	8
§ 1. Физика, природа и жизнь.....	8
§ 2. Физические знания и рекомендации к их усвоению.....	9
§ 3. Основные физические величины. Измерение величин.....	13
I. Механика. Основы кинематики	
§ 4. Механическое движение тела. Траектория движения. Виды движения.....	16
§ 5. Путь и перемещение.....	18
§ 6. Скорость движения. Равномерное движение.....	20
§ 7. Неравномерное движение. Средняя скорость.....	23
§ 8. Вычисление пройденного пути тела и времени при движении.....	25
§ 9. Ускорение.....	28
§ 10. Ускоренное и замедленное движение.....	30
§ 11. Движение тела по окружности.....	34
Образцы тестовых заданий.....	38
II глава. Основы динамики	
§ 12. Взаимодействие тел. Сила.....	41
§ 13. Инерция. Инертность. Первый закон Ньютона.....	43
§ 14. Масса тела.....	45
§ 15. Измерение массы тела при помощи весов.....	48
§ 16. Плотность вещества.....	50
§ 17. Второй закон Ньютона.....	54
§ 18. Притяжение тел к Земле. Свободное падение.....	58
§ 19. Сила тяжести и вес.....	60
§ 20. Сила упругости.....	63
§ 21. Измерение силы. Динамометр.....	64
§ 22. Сила трения. Виды трения. Коэффициент трения.....	67
§ 23. Действие и противодействие. Третий закон Ньютона.....	70
Образцы тестовых заданий.....	75
III глава. Давление твердых, жидких и газообразных тел	
§ 24. Давление твердых тел.....	77
§ 25. Пути увеличения и уменьшения давления твердых тел.....	81
§ 26. Давление в газах и жидкостях.....	83
§ 27. Закон Паскаля.....	86
§ 28. Применение закона Паскаля в жизни.....	87
§ 29. Атмосферное давление.....	89
§ 30. Измерение атмосферного давления. Опыт Торричелли. Барометр.....	91
§ 31. Архимедова сила.....	94
§ 32. Способ измерения Архимедовой силы.....	95
§ 33. Условия плавания тел.....	97

§ 34. Архимедова сила и воздушные шары.....	99
Образцы тестовых заданий по теме «Давление твердых, жидких и газообразных тел».....	101

IV глава. Импульс, работа, мощность и энергия

§ 35. Импульс тела.....	103
§ 36. Закон сохранения импульса.....	104
§ 37. Реактивное движение.....	106
§ 38. Механическая работа.....	107
§ 39. Мощность.....	109
§ 40. Энергия. Механическая энергия.....	111
§ 41. Потенциальная энергия.....	112
§ 42. Кинетическая энергия.....	114
§ 43. Превращение механической энергии из одного вида в другой. Закон сохранения энергии.....	115
§ 44. Использование энергии в жизни и быту.....	118
Образцы тестовых заданий по теме «Импульс, работа, мощность и энергия».....	123

V глава. Основы статики

§ 45. Простые механизмы.....	125
§ 46. Рычаг. Равновесие сил на рычаге.....	127
§ 47. Рычаги в технике, быту и природе.....	129
§ 48. Блок.....	131
§ 49. Равенство работ при использовании простых механизмов. «Золотое правило» механики.....	132
§ 50. Коэффициент полезного действия механизмов.....	133
Образцы тестовых заданий по теме «Основы статики».....	137

VI глава. Колебания и волны

§ 51. Колебания.....	138
§ 52. Основные характеристики колебательного движения.....	141
§ 53. Математический маятник.....	144
§ 54. Волны.....	145
§ 55. Звуковые волны.....	148
§ 56. Отражение звука. Эхо. Сведения об ультразвуке.....	151
Образцы тестовых заданий по теме «Колебания и волны».....	158

Лабораторные работы.....	152
--------------------------	-----

Приложения

1. Вопросы, предназначенные для проверки знаний учащихся.....	158
2. Задания для проверки знаний и умений учащихся.....	160
3. Рекомендации для учащихся по проверке и оценке своих знаний.....	162

№	Фамилия, имя	Учебный год	Состояние учебника*	
			на начало года	на конец года

* Оценка использования учебника (по 5 бальной шкале)

Учебное издание

Эсенбек Мамбетакунов

ФИЗИКА

Учебник для 7 класса средней школы
на русском языке

Главный редактор *Т. Р. Орускулов*

Редактор *О. И. Когай*

Художественный редактор *Б. Ж. Жайчыбеков*

Художник *А. Урпов*

Корректор *Н. М. Эсенаманова*

Технический редактор *В. В. Крутякова*

Компьютерная верстка *Б. Орускулов*