



корпорация

российский
учебник

Проектные задачи по физике в 7 – 9 классах

Опаловский В.А., к.т.н., учитель высшей
квалификационной категории, методист
корпорации «Российский учебник»



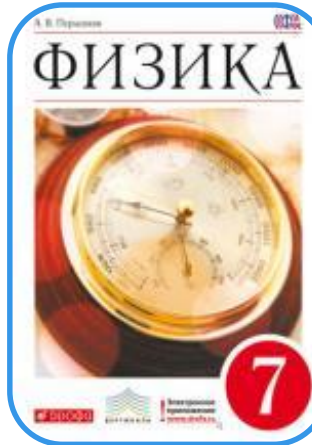
Содержание



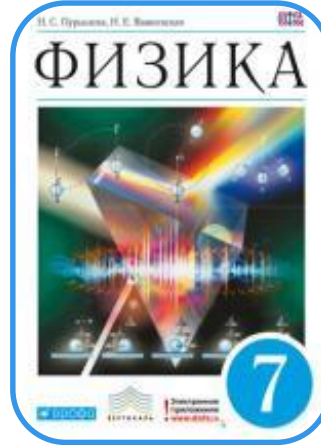
Выбор темы для мини-проектов, мини-исследований и проектных задач

- Средства УМК
- Средства Интернет
- Материально-техническое обеспечение
- Порядок ведения и защиты работ

Проекты и исследования: средства УМК



А.В. Пёрышкин



Н.С. Пурышева
Н.Е. Важеевская



А.В. Грачёв



Л.С. Хижнякова
А.А. Синявина



7 – 9

УМК Пёрышкина А.В.

Учебник



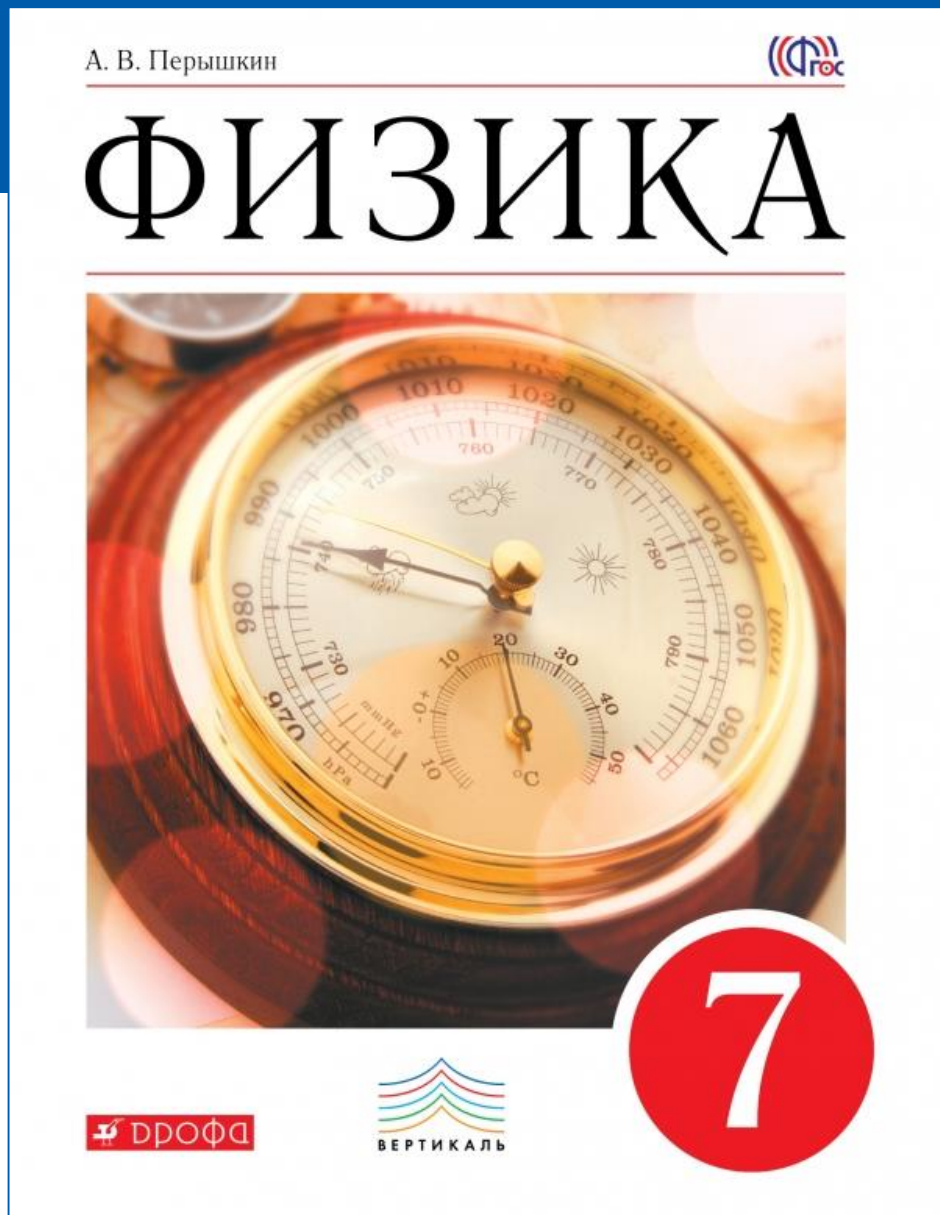
7



8



9



7

Раздел «Проекты и исследования»

ПРОЕКТЫ И ИССЛЕДОВАНИЯ

Введение

1. «Физические приборы вокруг нас» (возможная форма: презентация, изготовление прибора, макета, демонстрация опытов).
2. «Физические явления в художественных произведениях (А. С. Пушкина, М. Ю. Лермонтова, Е. Н. Носова, Н. А. Некрасова)» (возможная форма: презентация, эссе, реферат, зарисовки).
3. «Нобелевские лауреаты в области физики» (возможная форма: презентация, составление сравнительной таблицы, реферат).

Первоначальные сведения о строении вещества

1. «Зарождение и развитие научных взглядов о строении вещества» (возможная форма: презентация, схема, опыты, изготовление моделей).
2. «Диффузия вокруг нас» (возможная форма: презентация, опыт, компьютерная анимация).
3. «Удивительные свойства воды» (возможная форма: презентация, опыт, диаграмма, викторина).

Взаимодействие тел

1. «История зарождения Олимпийских игр. Олимпийские чемпионы нашей страны» (вид спорта, период выберите самостоятельно) (возможная форма: презентация, настольная игра, викторина, аналитическая таблица).
2. «Инерция в жизни человека» (возможная форма: презентация, опыт, кроссворд).
3. «Плотность веществ на Земле и планетах Солнечной системы» (возможная форма: презентация, викторина, таблица).
4. «Сила в наших руках» (возможная форма: презентация, кроссворд, викторина, таблица, изготовление прибора, макета).
5. «Вездесущее трение» (возможная форма: презентация, ролевая игра, викторина).

Задания



ЗАДАНИЕ

1. Смочите два листочка бумаги: один — водой, другой — растительным маслом. Слипнутся ли они при соприкосновении? Ответ обоснуйте.
2. Кусок мыла сильно прижмите к тарелке, смоченной водой, и проверните несколько раз. Поднимите мыло вверх. Вместе с мылом поднимется и тарелка. Объясните, почему это произошло.



ЗАДАНИЕ

1. Расположив карандаш на указательном пальце руки, найдите его центр тяжести.
2. Определите центр тяжести ластика, ключа, используя нить.

Электронные образовательные ресурсы



ЗАДАНИЕ

- В стеклянную ёмкость насыпьте песка. Наполните пластиковую бутылку с длинным горлышком водой, закройте крышкой и поставьте на песок. Затем переверните бутылку вверх дном и снова поставьте на песок. Объясните, почему во втором случае бутылка глубже вошла в песок.



ЗАДАНИЕ

- Небольшое количество молока разбавьте водой. Затем капельку раствора поместите между двумя предметными стёклами. Под микроскопом вы должны увидеть капельки жира, которые находятся в постоянном движении. Объясните наблюдаемое явление.



Упражнения

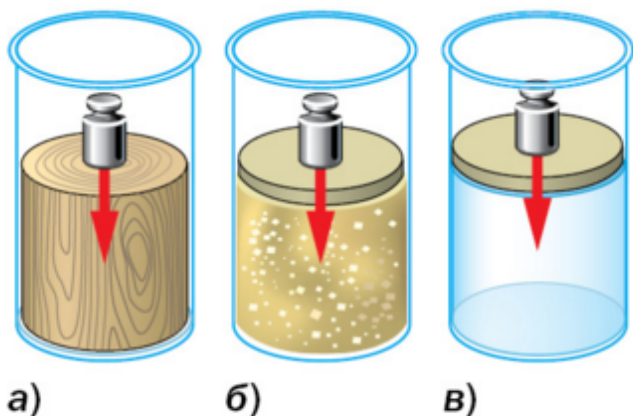


Рис. 101



Рис. 102



Рис. 103

УПРАЖНЕНИЕ 16

1. По рисунку 101 объясните передачу давления твёрдым, сыпучим телами и жидкостью. Изобразите стрелками, как передаётся давление.
2. На рисунке 102 показаны два сосуда, заполненных газом. Масса газов одинакова. В каком сосуде давление газа на дно и стенки сосуда больше? Ответ обоснуйте.
3. Автомашину заполнили грузом. Изменилось ли давление в камерах колёс автомашины? Одинаково ли оно в верхней и нижней частях камеры?
4. Объясните явление, показанное на рисунке 103. Как изменится наблюдаемое явление, если увеличить сжатие?

Вопросы

? Вопросы

1. Какие известные вам наблюдения и опыты показывают, что существует сила трения? 2. В чём заключаются причины трения? 3. Объясните, как смазка влияет на силу трения. 4. Какие виды трения вы знаете? 5. Как можно измерить силу трения? 6. Как показать, что сила трения зависит от силы, прижимающей тело к поверхности? 7. Как показать на опытах, что при равных нагрузках сила трения скольжения больше силы трения качения? Как это используется в технике?

? Вопросы

1. Как на опытах показать, что давление внутри жидкости на разных уровнях разное, а на одном и том же уровне во всех направлениях одинаковое? 2. Почему во многих случаях не принимают во внимание давление газа, созданное его весом?

Текст параграфа и иллюстрации

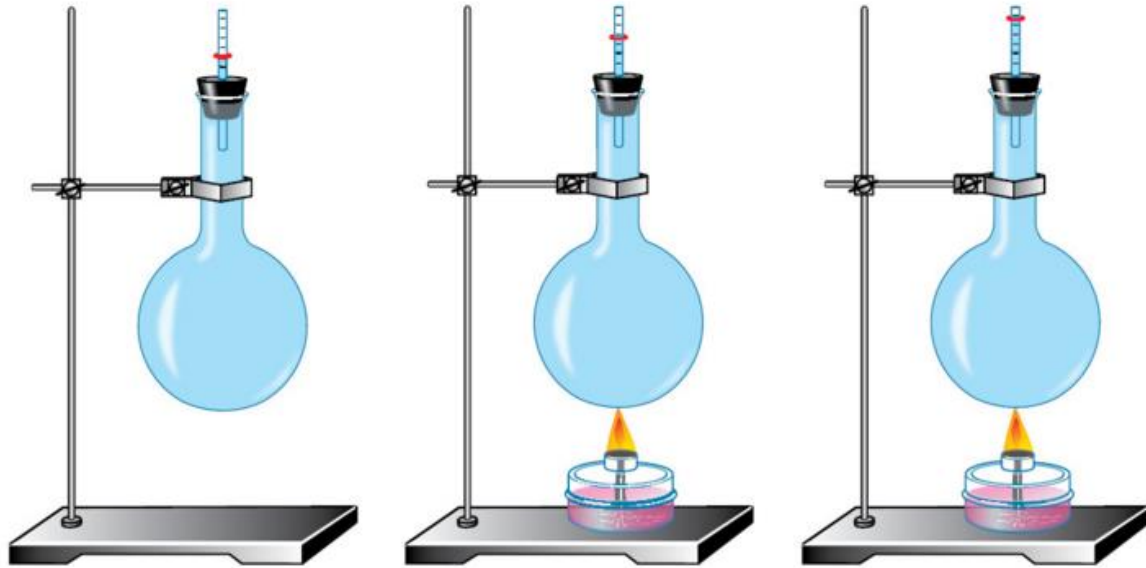


Рис. 19. Изменение объёма жидкости при нагревании

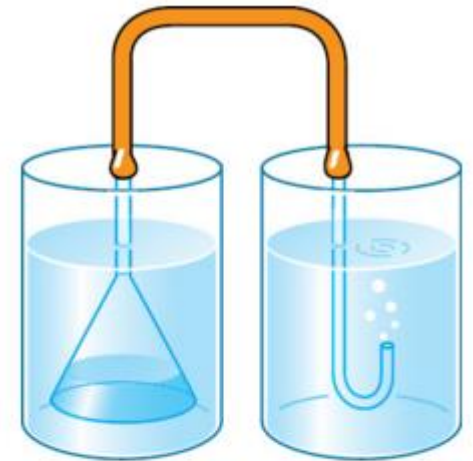


Рис. 30. Обнаружение воздуха в окружающем пространстве

Рабочая тетрадь



Т. А. Ханнанова, Н. К. Ханнанов
РАБОЧАЯ ТЕТРАДЬ Тестовые задания **ЕГЭ**

к учебнику А. В. Перышкина

ФИЗИКА

7

дрофа **ВЕРТИКАЛЬ**

Содержит задания на формирование метапредметных умений и личностных качеств

• Задания экспериментального характера

• Домашние эксперименты

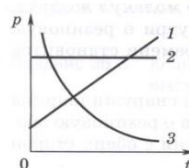
Задание 37.3. На рисунке показана установка для изучения зависимости давления газа в закрытом сосуде от температуры. Цифрами обозначены: 1 — пробирка с воздухом; 2 — спиртовка; 3 — резиновая пробка; 4 — стеклянная трубка; 5 — цилиндр; 6 — резиновая мембрана. Поставьте знак «+» около верных утверждений и знак «-» около неверных.



При нагревании воздуха в пробирке ...

- температура воздуха в пробирке увеличивается
- каждая молекула воздуха увеличивается в объёме
- число молекул воздуха во всей установке уменьшается
- молекулы воздуха всё чаще ударяются о мембрану
- молекулы воздуха всё сильнее ударяются о мембрану
- резиновая мембрана при нагревании прогибается внутрь пробирки

Задание 37.4. Рассмотрите графики зависимости давления p от времени t , соответствующие различным процессам в газах. Вставьте недостающие слова в предложение.



С течением времени давление

- в процессе 1 _____,
- в процессе 2 _____,
- в процессе 3 _____.

Задание 38.1. Домашний эксперимент.

Возьмите полиэтиленовый пакет, сделайте в нём четыре дырочки одинакового размера в разных местах нижней части пакета, используя, например, толстую иглу. Над ванной налейте в пакет воды, зажмите его сверху рукой и выдавливайте воду через дырочки. Меняйте положение руки с пакетом, наблюдая, какие изменения происходят со струйками воды.

Зарисуйте опыт и опишите свои наблюдения.

Задание 38.2. Отметьте галочкой утверждения, которые отражают суть закона Паскаля.

- Давление в жидкости равно 1 Па, если на площадку площадью 1 м^2 действует сила 1 Н.
- Давление, производимое на газ или жидкость, передаётся в любую точку одинаково во всех направлениях.
- Давление в сосуде с жидкостью или газом при их сжатии возрастает одинаково на все стенки сосуда.

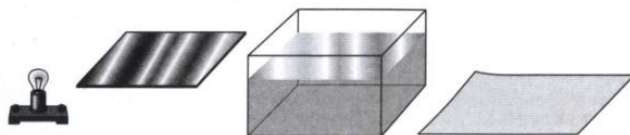
Дополнительные опыты

ОПЫТ № 1

НАБЛЮДЕНИЕ ДИСПЕРСИИ СВЕТА

Цель работы:

Приборы и материалы:

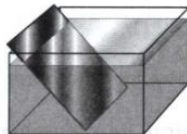


ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ

Повторите по учебнику тему «Дисперсия света. Цвет тел».

ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТЫ

1. Установите зеркало в ёмкость с водой под некоторым углом к падающему лучу света от лампочки (вода выполняет роль призмы).
2. Получите изображение света на экране, подбирая угол наклона зеркала.
3. Попытайтесь снять картинку, полученную на экране.



Ответьте на контрольные вопросы

1. Что такое дисперсия?
2. Чем объясняется разложение белого света на цветные пучки?
3. Наблюдается ли дисперсия света при прохождении света через вакуум?
4. Будет ли наблюдаться дисперсия света, если свет переходит из одной среды в другую и обе среды имеют одинаковые показатели преломления?

Сделайте вывод.

САМООЦЕНКА

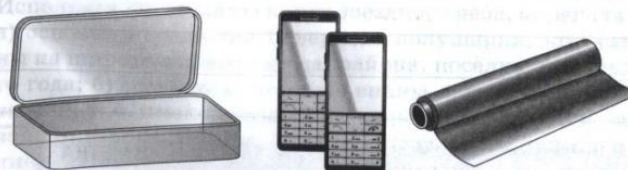
ОТМЕТКА

ОПЫТ № 2

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЛН С ПОМОЩЬЮ МОБИЛЬНОГО ТЕЛЕФОНА

Цель работы:

Приборы и материалы:



Сборник вопросов и задач



• Задачи – исследования

кул спирта? Изменился ли объём каждой молекулы спирта в термометре?

33. Если бы вода в океанах не была сжата, то уровень океанов повысился бы на 30 м. Чем объяснить сжатие воды — уменьшением объёма молекул или промежутков между ними?

34. Почва «дышит», делая одно «дыхание» в сутки. Днём она «выдыхает» воздух, ночью «вдыхает». Объясните, как это происходит.

35. Может ли быть поваренная соль жидкой, а углекислый газ твёрдым?

36. Кусок стали нагрели, и она перешла в жидкое состояние. Как при этом изменилось движение и расположение частиц стали относительно друг друга?

37. Тело сохраняет свой объём и форму. Укажите, в каком состоянии оно находится.

ЗАДАЧИ-ИССЛЕДОВАНИЯ

► **38.** Поместите на поверхность воды каплю маслянистой жидкости. Пронаблюдайте, что происходит с каплей. Может ли капля беспредельно растекаться по поверхности воды? Может ли толщина такой плёнки стать как угодно малой? Позволяет ли опыт оценить размеры отдельной молекулы? Какие данные для этого необходимы?

► **39.** К закреплённой пружине подвесили груз, а затем сняли. Как при этом изменялись промежутки между молекулами пружины?

► **40.** В измерительный цилиндр налейте до середины воды и измерьте её объём. Всыпьте ложку соли и помешайте. Каким будет объём раствора соли? Почему?

► **41.** В полный стакан чая медленно добавляйте сахарный песок, примерно одну чайную ложку. Перельётся ли чай через край стакана? Что доказывает этот опыт?

► **42.** Имеются колба, закрытая пробкой с пропущенной через неё трубкой, стакан с водой, спиртовка, штатив с лапкой, мензурка. Как с помощью данных приборов показать, что воздух при нагревании расширяется?

Что при расширении воздуха происходит с молекулами? Изменяется ли внутреннее строение вещества при нагревании?

► **43.** В маленькую дощечку вбейте два гвоздя на расстоянии, равном диаметру пятидесятикопеечной монеты. При



7 – 9

УМК Хижняковой Л.С.

Учебник



Средства УМК. Учебник.

Проекты

Работу над учебным проектом можно условно разбить на следующие этапы.

1. Постановка учебной проблемы, определение темы проекта, её обсуждение;
2. формулировка цели и задач проекта;
3. определение типа проекта (индивидуальный, парный, групповой), составление планов работы;
4. поиск и отбор информации, систематизация и анализ собранного материала;
5. разработка проекта, обсуждение полученных результатов;
6. оформление проекта, подготовка его к защите на различных школьных мероприятиях;
7. защита проекта;
8. обсуждение и оценка выступлений, подведение итогов, составление отчётов о проделанной работе.

Для выполнения проекта вы будете самостоятельно работать с различными источниками информации и информационными технологиями. Источниками информации могут быть учебник, физические энциклопедии, научно-популярная и справочная литература, образовательные ресурсы сети Интернет (например, энциклопедия «Кругосвет»: <http://www.krugosvet.ru/>).

Ниже приведены примерные темы учебных проектов. Они распределены по трём группам. Первую группу составляют проекты по истории развития физики. В них анализируется история открытия физических законов и изобретения технических устройств, рассматриваются физические явления в историческом аспекте, обсуждается вклад выдающихся учёных-физиков в развитие науки. Вторая группа проектов посвящена применению научных методов познания к изучению физических явлений, конструированию и экспериментальному исследованию моделей физических объектов. В третьей группе проектов изучаются практические приложения физических знаний, в частности применение физических законов в быту и в технике, связь физики с другими естественными науками.

Проекты

Примерные темы учебных проектов

I. История развития физики

- Из истории открытия законов Ньютона.
- Из истории открытия закона всемирного тяготения.
- Вклад отечественных и зарубежных учёных в становление и развитие космонавтики.
- Из истории открытия атмосферного давления.

II. Эксперимент и моделирование — основные физические методы исследования природы

- Измерение сил динамометром и представление результатов измерения с помощью таблиц, графиков и формул.
- Исследование равноускоренного прямолинейного движения тела с помощью аналоговых и цифровых измерительных приборов.
- Измерение плотности жидкости с помощью ареометра.
- Конструирование и экспериментальное исследование моделей технических объектов: механической игрушки, ракеты, подводной лодки, плавающих судов.

III. Практические приложения физических знаний

- Применение «золотого правила» механики к работе простых механизмов, используемых в быту и в технике.
- Практические приложения законов Паскаля и Архимеда.
- Применение условия плавания тел. Водный транспорт, воздухоплавание.
- Безопасность жизнедеятельности человека в условиях интенсивного движения транспорта: инертность тел, тормозной путь, время полной остановки, скорость, состояние дороги.

Текст параграфа и иллюстрации

$U_2 > U_1$, $\Delta U > 0$. Температура газа повышается, что и вызывает воспламенение ваты.

Таким образом, опыты показывают, что внутреннюю энергию системы можно увеличить за счёт совершения работы внешней силой или уменьшить при совершении работы против внешней силы (за счёт работы самой системы).

Определим работу A , совершённую при расширении газа при постоянном давлении (рис. 22). Пусть в цилиндре слева от поршня, площадь которого S , находится газ при постоянном давлении p . Под действием постоянной силы давления \vec{F} и в результате нагревания газа поршень перемещается на расстояние Δl .

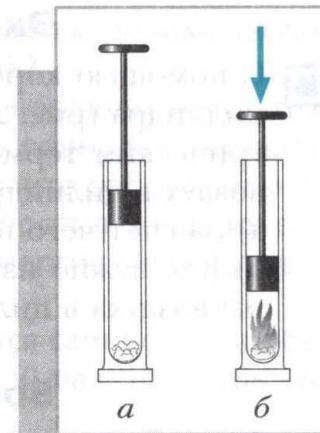


Рис. 21

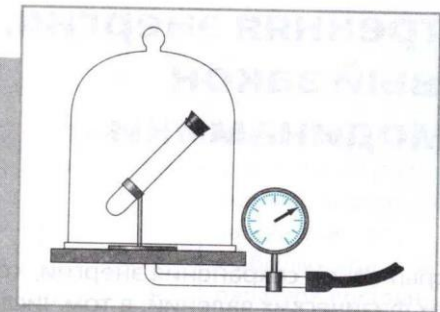


Рис. 19

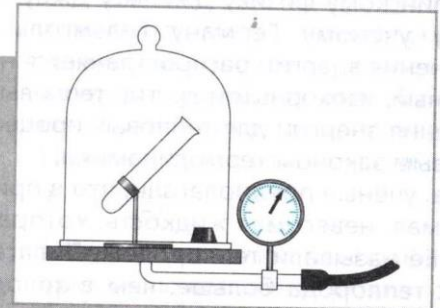


Рис. 20

Задания и упражнения

Задания и упражнения

1. При игре в бильярд сталкиваются два одинаковых шара. Чему равно отношение: а) их масс; б) их ускорений?
2. Две тележки под действием упругой согнутой пластины получают ускорения $a_1 = 2 \text{ м/с}^2$ и $a_2 = 1 \text{ м/с}^2$. Масса одной тележки $m_1 = 1 \text{ кг}$. Чему равна масса другой тележки?
3. Монета, лежащая на тонкой пластинке (рис. 90), закрывающей горлышко бутылки, при резком щелчке по пластине в горизонтальной плоскости падает в бутылку. Почему?
4. Два взаимодействующих тела массой m_1 и m_2 приобрели ускорения a_1 и a_2 . Отношение модулей a_1/a_2 ускорений двух тел оказалось равным двум. Масса первого тела $m_1 = 1 \text{ кг}$. Чему равна масса второго тела m_2 ?
5. Отношение модулей ускорений двух тележек, которые расталкивает пружина, a_1/a_2 (см. рис. 87). Изменится ли отношение модулей ускорений, если заменить данную пружину другой?

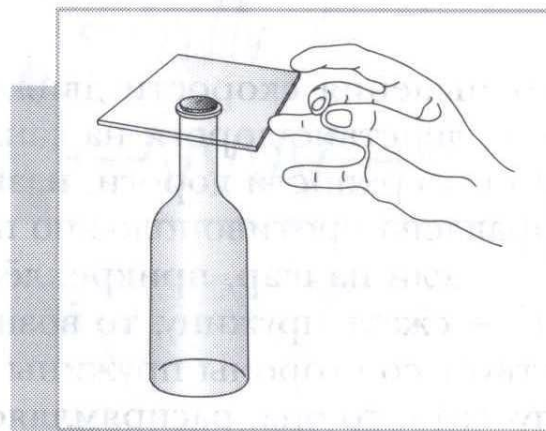


Рис. 90

Экспериментальные исследования

Экспериментальное исследование

- Постепенно охлаждая воду в металлическом стакане кусочками льда, можно наблюдать, что стенки стакана начинают запотевать.
- а) Как при этом изменяются (увеличиваются или уменьшаются): температура водяного пара у поверхности воды в стакане; плотность этого пара?
- б) Почему конденсируется пар на стенках стакана?

Экспериментальное исследование

- К пластинам заряженного конденсатора прикреплены кусочки проволоки (рис. 150). Приблизим концы проволок друг к другу так, чтобы они не соприкасались. При этом можно наблюдать, что угол отклонения стрелки электрометра уменьшается до тех пор, пока стрелка не установится вдоль его стержня. В этом случае электрометр разряжается. Объясните наблюдаемое явление.

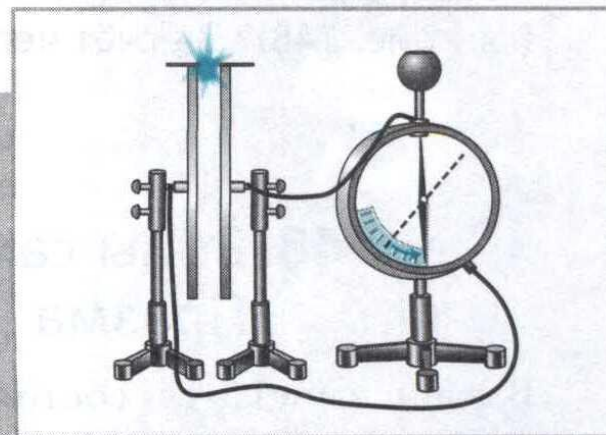


Рис. 150

Теоретические исследования

Теоретическое исследование

- Первый прибор для измерения температуры изобрёл итальянский учёный Галилео Галилей (1564–1642). Прибор был назван термоскопом. Он представлял собой открытую с одного конца стеклянную трубку. Другой её конец соединялся с полым шаром (рис. 56). Открытый конец

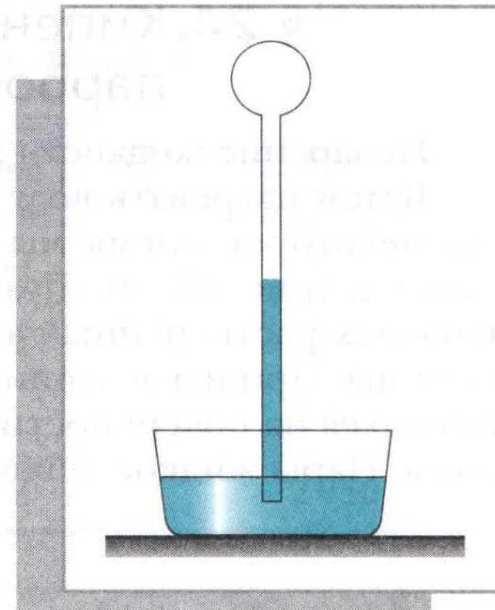
трубки погружался в воду, которая могла подниматься или опускаться в трубке на некоторую высоту.

Если температура в комнате увеличивается, то уровень воды в трубке понижается. При охлаждении воздуха в комнате уровень воды в трубке повышается.

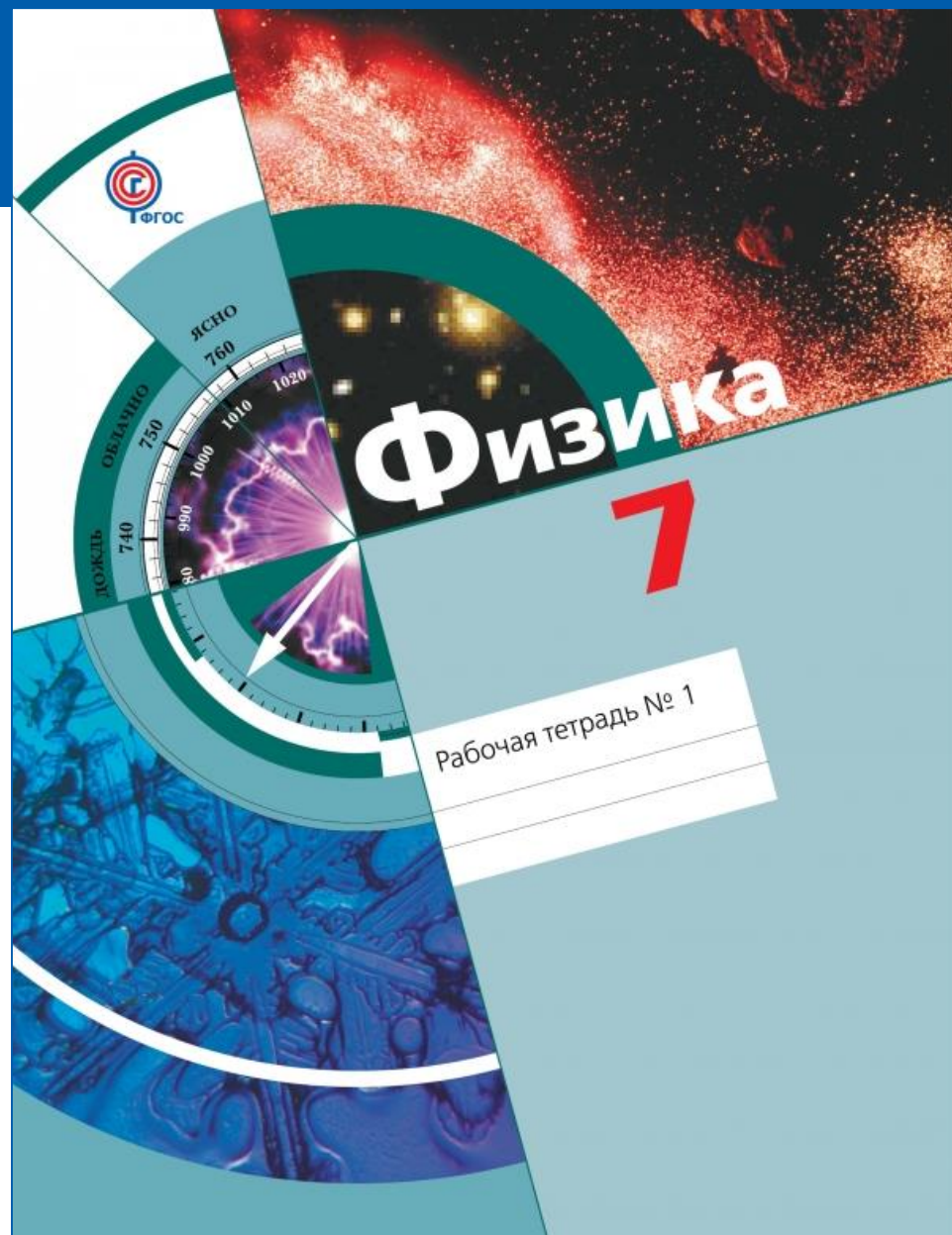
Объясните наблюдаемое явление.

Вопросы

- Какой процесс называют парообразованием?
- Используя основные положения МКТ



Рабочая тетрадь



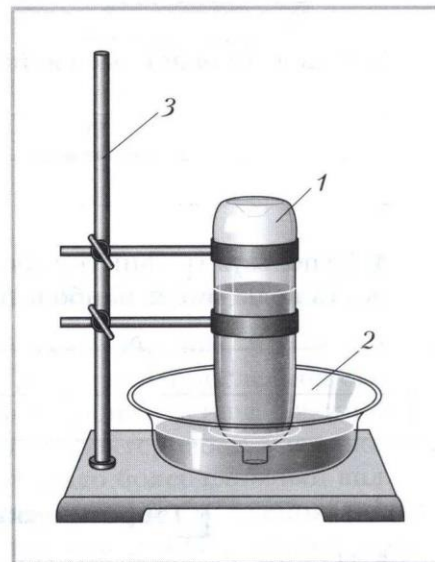
Экспериментальные исследования

Экспериментальные исследования

6. На рис. 30 показано устройство поилки для животных. Оно состоит из бутылки 1, наполненной водой и опрокинутой в сосуд 2. Горлышко бутылки располагается ниже уровня воды в сосуде. Бутылка закреплена на стойке 3.

а) Почему вода не выливается из бутылки?

б) Если уровень воды в сосуде уменьшается (животное пьёт воду), то часть воды из бутылки выливается. Почему?



трубки помещена капля подкрашенной воды. Между теплоприёмниками на подставке установлен стеклянный сосуд с кипящей водой. Половина внешней поверхности сосуда зачернена и обращена к теплоприёмнику 1.

а) Правильно ли показано положение капли воды в трубке?

Экспериментальные исследования

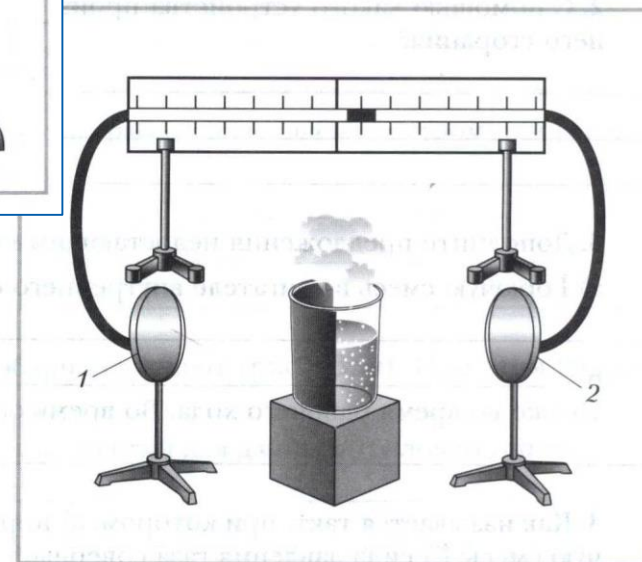


Рис. 24

Задания – опыты

6. К струе воды поднесли положительно заряженную стеклянную палочку (рис. 43). При этом траектория струи воды изменилась.

а) Какой заряд появляется в молекулах воды, расположенных на близком расстоянии от заряженного тела?

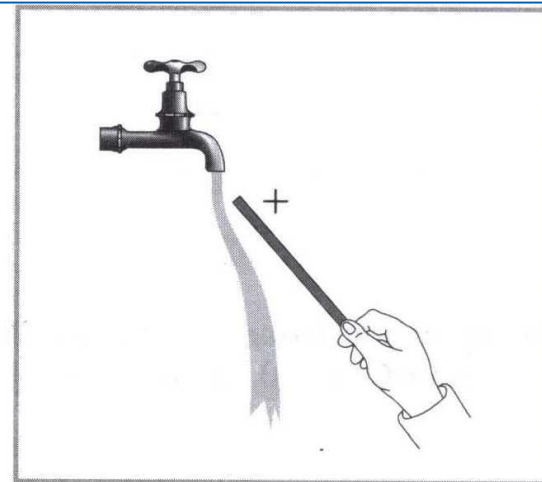
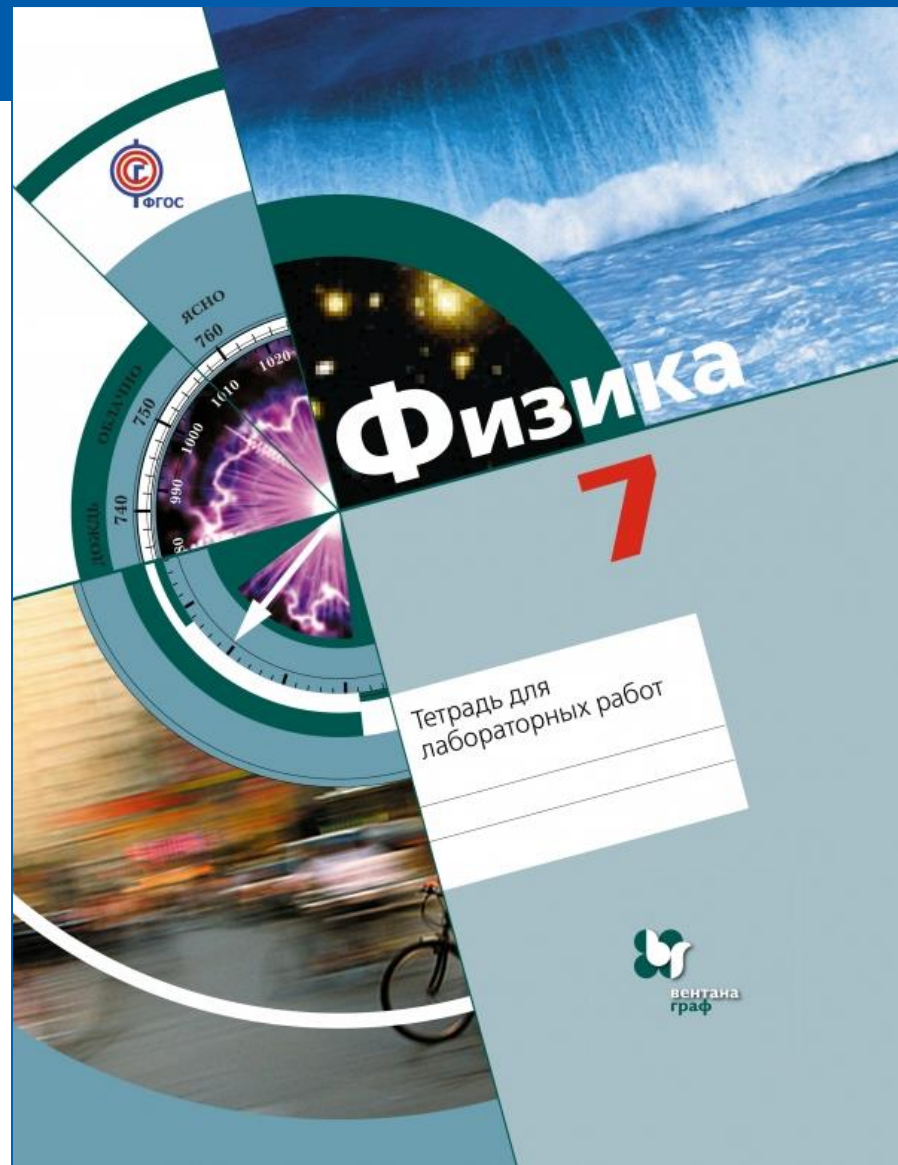


Рис. 43

Тетрадь для лабораторных работ



3.5. Конструирование «театра бумажных фигурок»

Подготовительный этап

Объект исследования: явление поляризации диэлектрика в электрическом поле. Диэлектрики, в отличие от металлических проводников, не содержат свободных подвижных электронов. В них электроны прочно связаны с атомами, что не позволяет им перемещаться по всему объёму тела. Однако электроны под действием внешнего электростатического поля могут смещаться по отношению к положительным зарядам. При этом у молекул появляются отрицательно и положительно заряженные концы. В целом же молекулы остаются электрически нейтральными.

Таким образом, диэлектрик в электрическом поле поляризуется, и на его концах появляются связанные заряды.

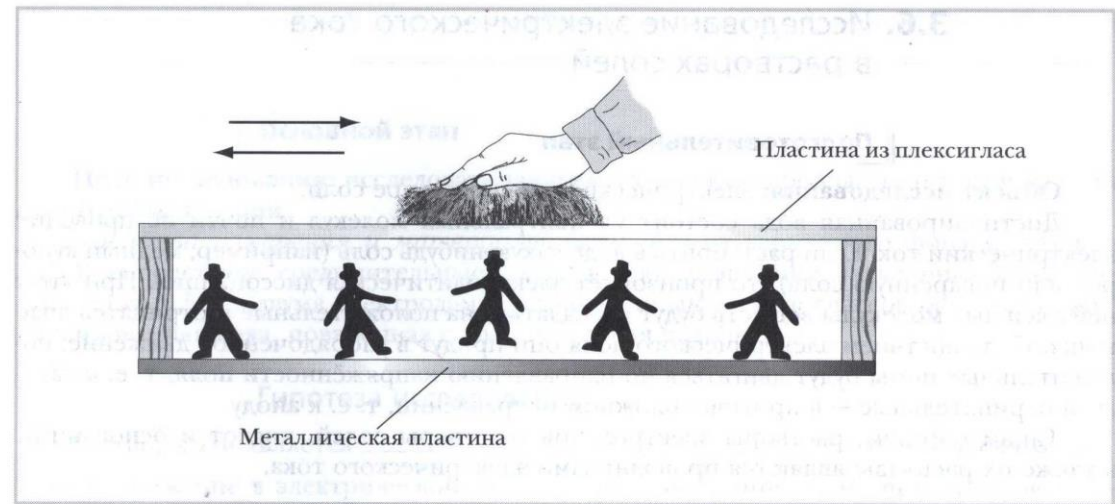


Рис. 15

5. Видоизмените опыт, натирая плексигласовую пластину куском резины. Запишите результаты наблюдений.

• Дополнительные лабораторные работы

3.10. Оценка диаметра Солнца с помощью камеры-обскуры

Подготовительный этап

Объект исследования: метод оценки диаметра Солнца с помощью камеры-обскуры.

В Солнце сосредоточено примерно 99,8 % массы всей Солнечной системы. Его масса в 75 раз больше массы всех планет Солнечной системы и в 330 000 раз больше массы Земли. Движение всех планет Солнечной системы почти полностью определяется действием сил гравитационного притяжения Солнца. Оценить диаметр Солнца можно, используя подобие треугольников (рис. 34), если известны среднее расстояние от Солнца до Земли, длина камеры-обскуры и радиус изображения Солнца.

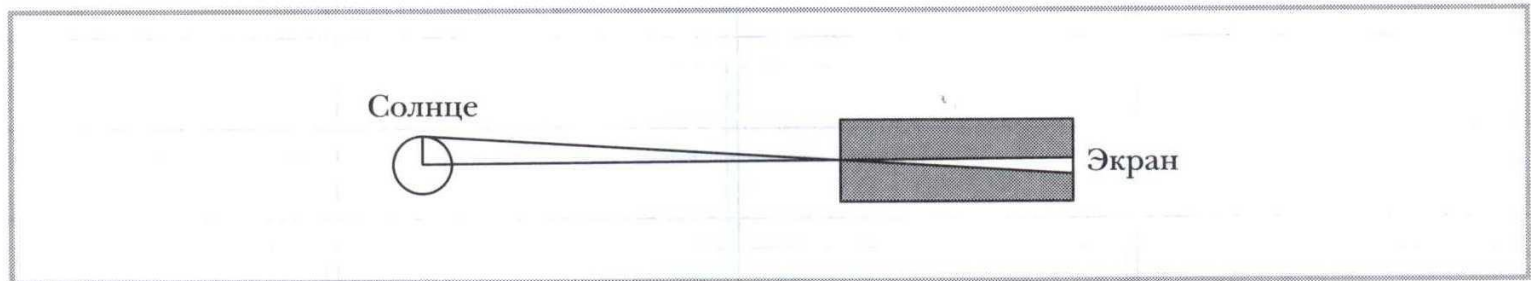


Рис. 34

- Домашние лабораторные работы

5. На рис. 39 изображена экспериментальная установка (маятник), состоящая из стержня с закреплённым на нём шариком. Стержень может отклоняться на высоту h от положения равновесия. Маятник установлен на панели, которая вставлена в лапку штатива.

а) Как можно найти высоту h ?

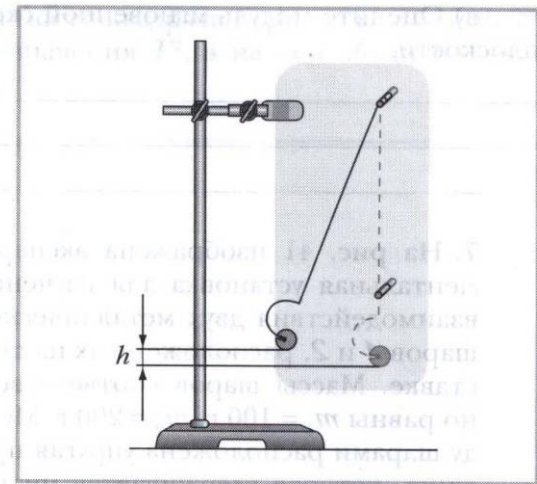


Рис. 39

б) Оцените высоту, с которой необходимо запустить шарик, чтобы модуль его скорости в момент отрыва от стержня был равен $1,4$ м/с. Трением при движении пренебречь.

14. Используя картонный круг диаметром около 20 см, учащийся сконструировал солнечные часы (рис. 46). В центре круга он сделал отверстие, вставил в него деревянную палочку и одним концом воткнул её в землю. Через каждый час учащийся отмечал положение тени от палочки на круге.

а) Какой физический закон лежит в основе действия солнечных часов?

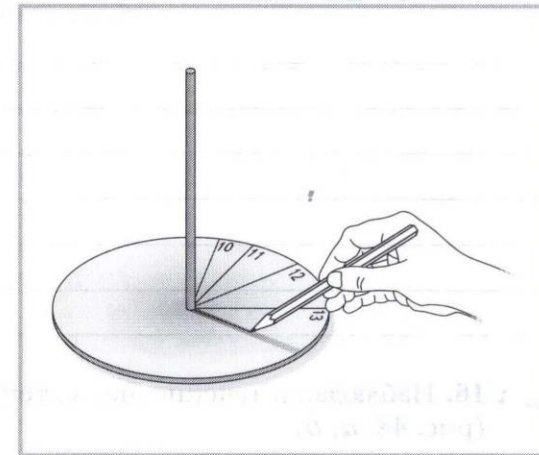


Рис. 46

б) В ходе исследования было обнаружено, что положение тени от палочки изменяется. При этом цена деления (1 час) прибора остаётся одинаковой. Какой экспериментальный факт, связанный с вращением Земли, подтверждает данный результат?

• Экспериментальные задания



Кроме УМК темы для проектов и мини-проектов
можно найти в интернете

Проекты и исследования: средства Интернет

- Примерные темы:

<http://obuchonok.ru/node/1125>

<http://light-fizika.my1.ru/index/0-15>

http://chicag-poisk.ucoz.ru/index/rekomendovannye_temy_dlja_issledovaniij/0-10

<http://nsportal.ru/shkola/fizika/library/2014/01/10/temy-proektov-po-fizike>

- Примеры выполнения работ:

<http://easyen.ru/load/fizika/proekty/445>

<http://project.1september.ru/subjects/11>





корпорация

российский
учебник

Оборудование

Школьное демонстрационное и лабораторное оборудование



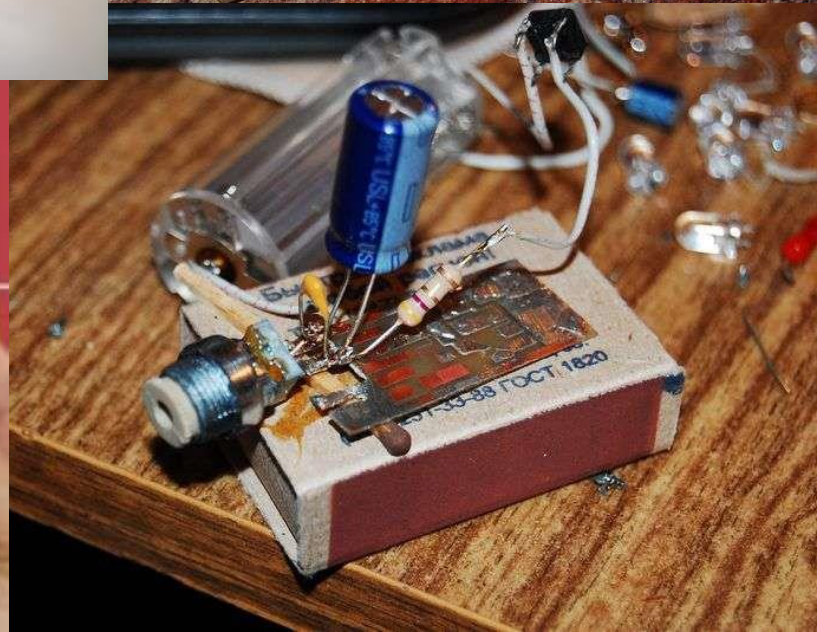
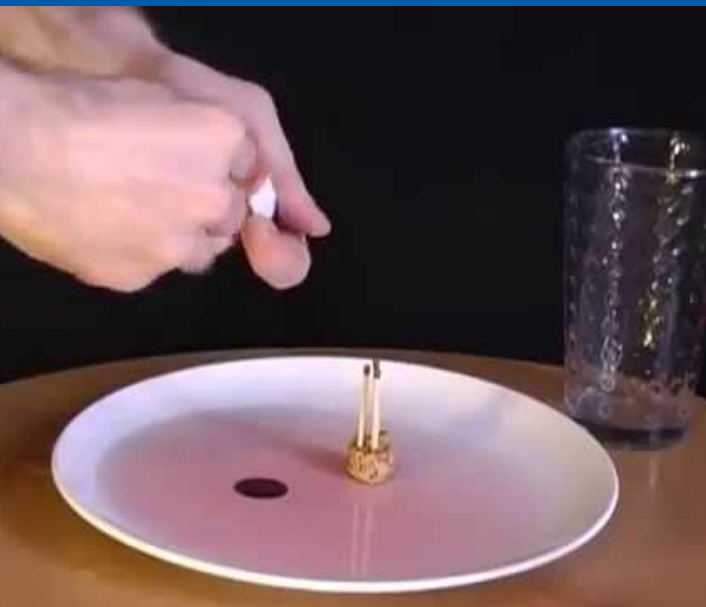
Школьные цифровые лаборатории

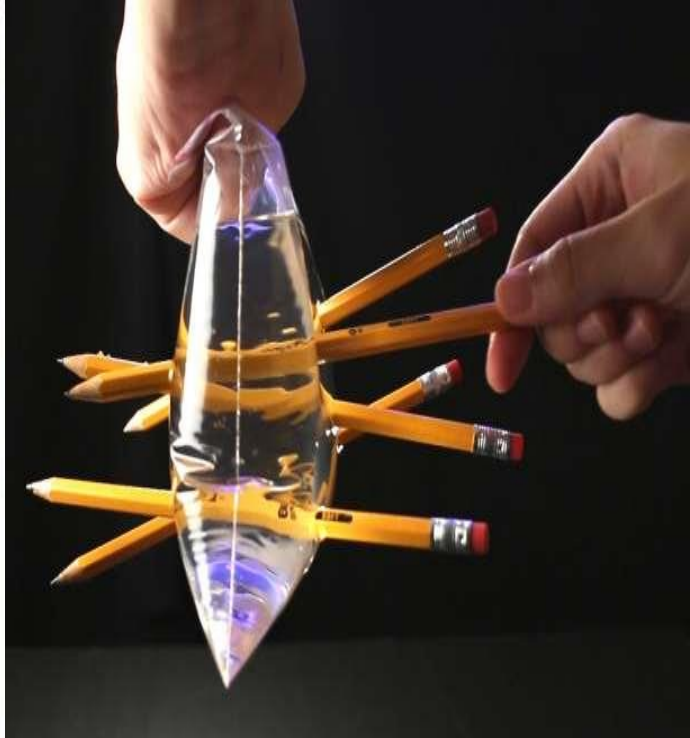
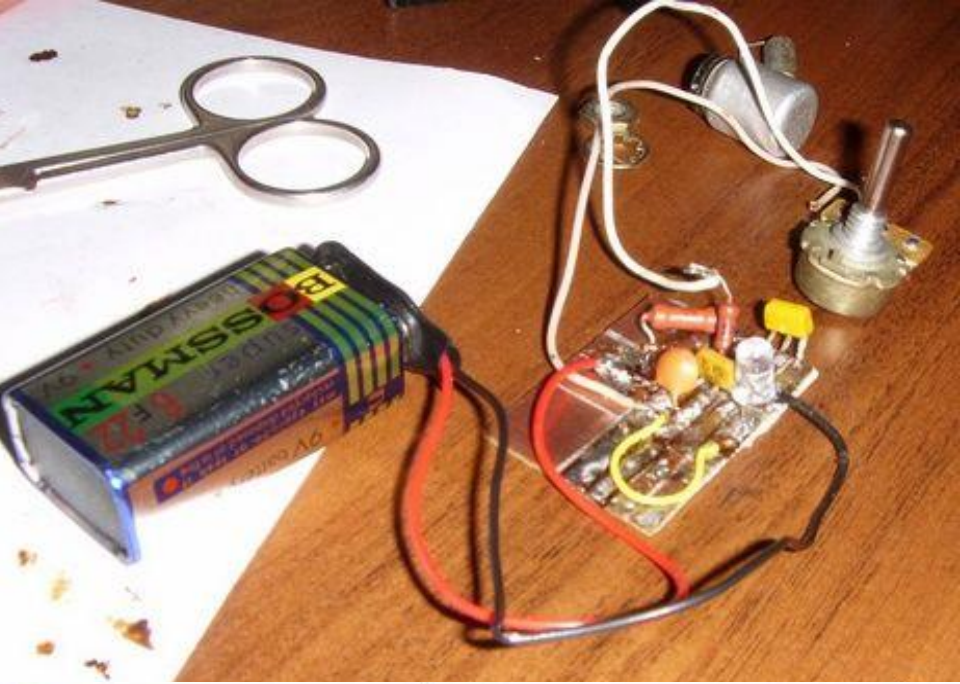


Готовые наборы



Оборудование из подручных средств





Мини-проекты, мини-исследования,
проектные задачи

Планирование опыта (наблюдения)

Проведение

Оформление

Сообщение в классе

Рефлексия



Примеры командных игр

Команды объясняют результаты различных занимательных опытов. Опыты в игре могут быть посвящены какому-либо одному разделу, явлению, либо объединены общим объектом для демонстраций. Например:

- Физика на воздушных шариках (с водой, с бутылками)
- Занимательная оптика (электричество, магнетизм и.т.д.)

Игра «Физика на воздушных шариках»

Пример игрового поля для игры, объединённой одним объектом демонстраций, но посвящённой разным разделам физики

Механические явления	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>
Давление	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	
Электрические явления	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>		
Тепловые явления	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>			

Игра «Давление»

Пример игрового поля для игры, посвященной
только одной теме

<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>
<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>8</u>
<u>9</u>	<u>10</u>	<u>11</u>	<u>12</u>
<u>13</u>	<u>14</u>	<u>15</u>	<u>16</u>



Примеры опытов с воздушными шариками либо с водой



в)

Различные виды соединения тел:
а — сварка;
б — пайка;
в — склеивание

Так, например, сжатое тело распрямляется. Это происходит из-за того, что при сжатии молекулы оказываются на таком расстоянии друг от друга, когда начинает проявляться отталкивание.

Некоторые явления, происходящие в природе, можно объяснить притяжением молекул друг к другу, например *смачивание* твёрдого тела жидкостью.

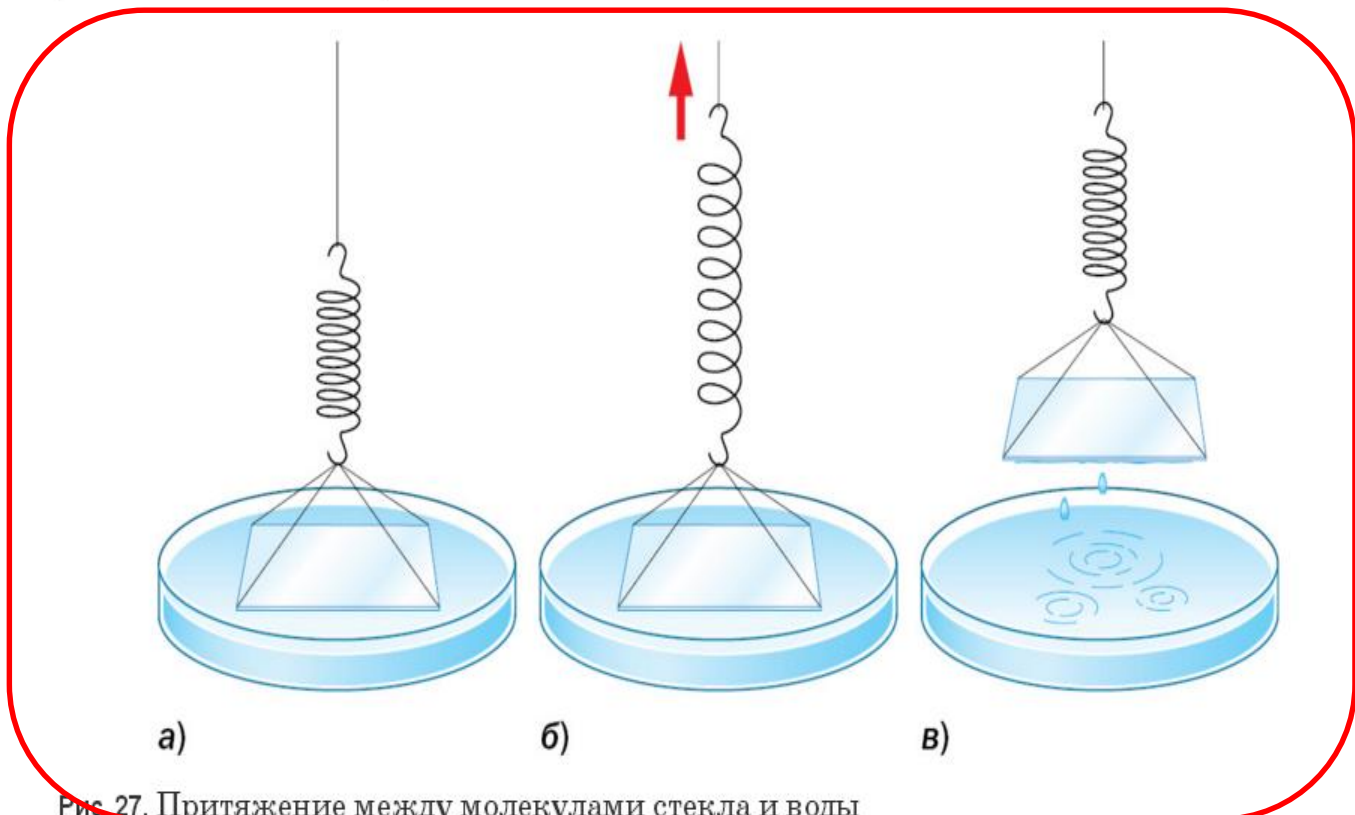
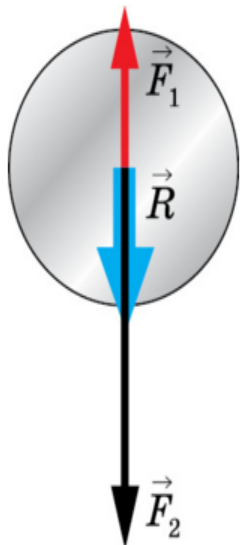


Рис. 27. Притяжение между молекулами стекла и воды



двух сил,
действующих на тело
в противоположные
стороны



$$R = F_2 - F_1.$$

Если к телу приложены две равные и направленные противоположно силы, то равнодействующая этих сил равна нулю. Например, если в нашем опыте за конец нити потянуть силой 5 Н, то стрелка динамометра установится на нулевом делении. Равнодействующая двух сил в этом случае равна нулю:

$$R = 5 \text{ Н} - 5 \text{ Н},$$

$$R = 0.$$

Тело под действием двух равных и противоположно направленных сил будет находиться в покое или двигаться равномерно и прямолинейно.

Рис. 80. Графическое изображение равнодействующей двух сил, действующих на тело в противоположные стороны

Например, в покое находятся тела, изображённые на рисунке 77, так как равнодействующая сил тяжести и упругости, действующих на грузы, равна нулю.

Вопросы

1. Приведите примеры действия на тело нескольких сил.
2. Какую силу называют равнодействующей нескольких сил?
3. Опишите опыт, в котором определяют равнодействующую двух сил, направленных по одной прямой в одну сторону. Чему равна эта равнодействующая?
4. Чему равна равнодействующая двух сил, направленных по одной прямой в противоположные стороны?
5. Как будет двигаться тело под действием двух равных, противоположно направленных сил?

**Вопрос**

1. Приведите примеры, показывающие, что действие силы зависит от площади опоры, на которую действует эта сила. 2. Почему человек, идущий на лыжах, не проваливается в снег? 3. Почему острая кнопка легче входит в дерево, чем тупая? 4. На каком опыте можно показать, что действие силы зависит от площади опоры? 5. Какие вы знаете единицы давления?

УПРАЖНЕНИЕ 14

1. Выразите в паскалях давление: 5 гПа; $0,02 \frac{\text{Н}}{\text{см}^2}$; 0,4 кПа; $10 \frac{\text{Н}}{\text{см}^2}$. Выразите в гектопаскалях и килопаскалях давление: 10 000 Па; 5800 Па.
2. Гусеничный трактор ДТ-75М массой 6610 кг имеет опорную площадь обеих гусениц $1,4 \text{ м}^2$. Определите давление этого трактора на почву. Во сколько раз оно больше давления, производимого мальчиком (см. пример в § 35)?
3. Человек нажимает на лопату с силой 600 Н. Какое давление оказывает лопата на почву, если ширина её лезвия 20 см, а толщина режущего края 0,5 мм? Зачем лопаты остро затачивают?
4. Мальчик массой 45 кг стоит на лыжах. Длина каждой лыжи 1,5 м, ширина 10 см. Какое давление оказывает мальчик на снег? Сравните его с давлением, которое производит мальчик, стоящий без лыж.

ЗАДАНИЕ

- В стеклянную ёмкость насыпьте песка. Наполните пластиковую бутылку с длинным горлышком водой, закройте крышкой и поставьте на песок. Затем переверните бутылку вверх дном и снова поставьте на песок. Объясните, почему во втором случае бутылка глубже вошла в песок.



104





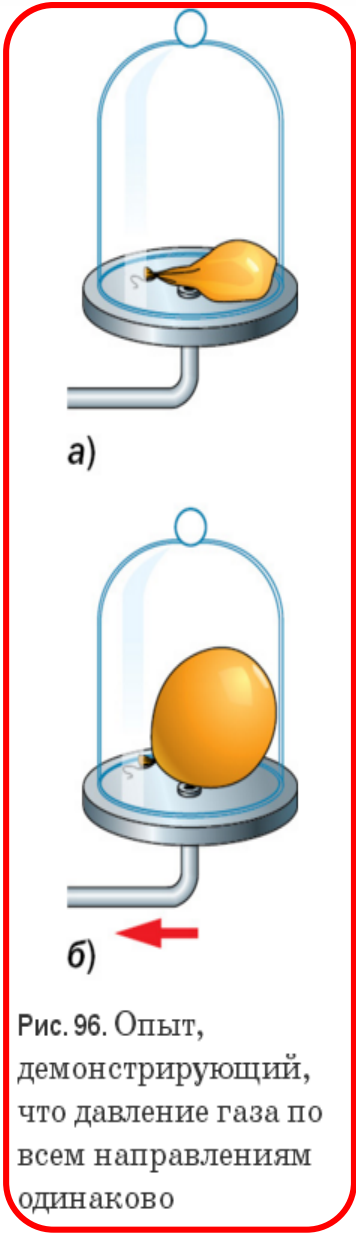


Рис. 96. Опыт, демонстрирующий, что давление газа по всем направлениям одинаково

Итак, давление газа на стенки сосуда (и на помещённое в газ тело) вызывается ударами молекул газа.

Рассмотрим следующий опыт. Под колокол воздушного насоса помещают завязанный резиновый шарик. Он содержит небольшое количество воздуха (рис. 96, а) и имеет неправильную форму. Затем насосом откачивают воздух из-под колокола. Оболочка шарика, вокруг которой воздух становится всё более разреженным, постепенно раздувается и принимает форму шара (рис. 96, б).

Как объяснить этот опыт?

В нашем опыте движущиеся молекулы газа непрерывно ударяют о стенки шарика внутри и снаружи. При откачивании воздуха число молекул в колоколе вокруг оболочки шарика уменьшается. Но внутри завязанного шарика их число не изменяется. Поэтому число ударов молекул о внешние стенки оболочки становится меньше, чем число ударов о внутренние стенки. Шарик раздувается до тех пор, пока сила упругости его резиновой оболочки не станет равной силе давления газа. Оболочка шарика принимает форму шара. Это показывает, что *газ давит на её стенки по всем направлениям одинаково*. Иначе говоря, число ударов молекул, приходящихся на каждый квадратный сантиметр площади поверхности, по всем направлениям одинаково. Одинаковое давление по всем направлениям



В таких баллонах, например, содержится сжатый воздух в подводных лодках, кислород, используемый при сварке металлов.

-1 0 +1 +2 +3

Вопросы

1. Какие свойства газов отличают их от твёрдых тел и жидкостей? 2. Как объясняют давление газа на основе учения о движении молекул? 3. Как можно на опыте показать, что газ производит давление на стенки сосуда, в котором он находится? 4. Из чего можно заключить, что газ производит одинаковое давление по всем направлениям? 5. Почему давление газа увеличивается при сжатии и уменьшается при расширении? 6. Почему сжатые газы содержат в специальных баллонах?



ЗАДАНИЕ

- Надуйте воздушный шарик и крепко его завяжите. Положите в любую ёмкость. Вначале облейте его водой, охлаждённой в морозильной камере до 5°C , затем горячей водой (70°C). Дайте объяснение наблюдаемому явлению.





3. Докажите, что в сообщающихся сосудах высоты столбов над уровнем раздела двух разнородных жидкостей (см. рис. 119) обратно пропорциональны плотностям жидкостей.
- Указание.* Используйте формулу для расчёта давления жидкости.
4. Изменится ли расположение жидкости (см. рис. 116), если правый сосуд будет шире левого; уже левого; если сосуды будут иметь разную форму?
5. В два сосуда налита вода (рис. 122). В каком сосуде давление воды на дно больше и на сколько, если $h_1 = 40$ см, а $h_2 = 10$ см? В каком направлении и до каких пор будет переливаться вода, если открыть кран?

**ЗАДАНИЕ**

1. Подумайте, как можно простым способом устроить фонтан где-нибудь в парке или во дворе. Начертите схему такого устройства и объясните принцип его действия. Изготовьте модель фонтана.





трубке 1 м. Определите площадь соприкосновения дощечки с камерой.

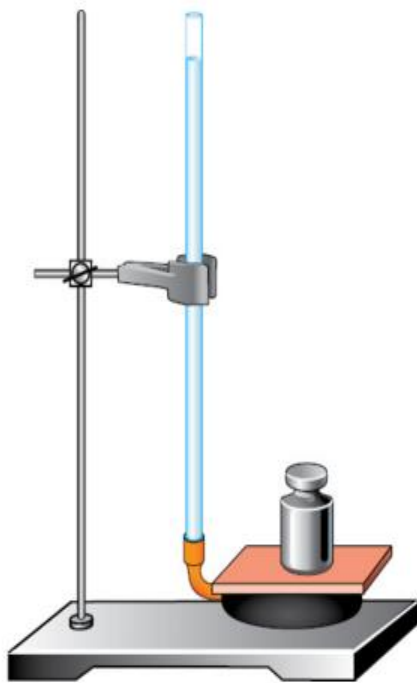


Рис. 113

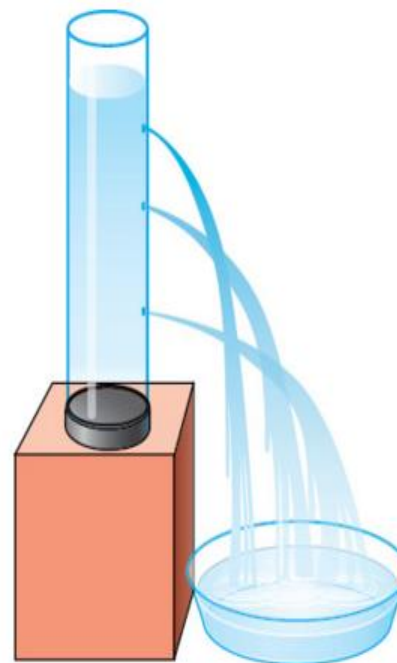


Рис. 114

**ЗАДАНИЕ**

1. Возьмите высокий сосуд. В боковой поверхности его на разной высоте от дна сделайте три небольших отверстия. Закройте отверстия спичками и наполните сосуд водой. Откройте отверстия и проследите за струйками вытекающей воды (рис. 114). Почему вода вытекает из отверстий? Из чего следует, что давление увеличивается с глубиной?
2. Налейте в стеклянный сосуд (стакан или банку) произвольное количество воды. Сделайте необходимые измерения и рассчитайте давление воды на дно сосуда.



2. На дне пластиковой бутылки сделайте отверстие (рис. 127). Зажмите отверстие пальцем и налейте в бутылку воды, закройте горлышко крышкой. Осторожно отпустите палец. Вода из бутылки выливаться не будет. Теперь осторожно откройте крышку. Из отверстия польётся вода. Объясните наблюдаемое явление.

127

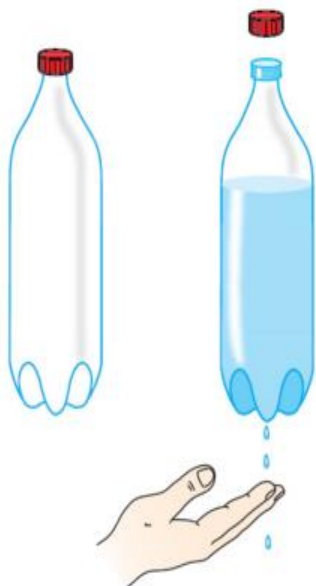
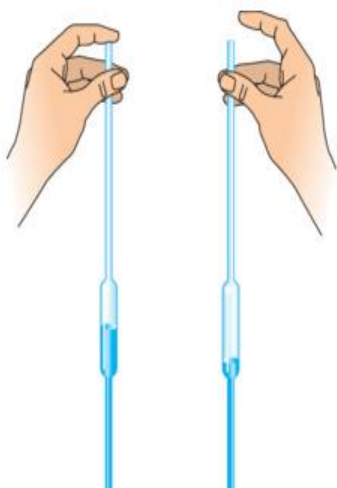


Рис. 127



Рис. 128



3. Наполненная поилка для птиц состоит из бутылки, наполненной водой и опрокинутой в корытце так, что горлышко находится немного ниже уровня воды в корытце (рис. 128). Почему вода не выливается из бутылки? Если уровень воды в корытце понизится и горлышко бутылки выйдет из воды, часть воды из бутылки выльется. Почему?

Изготовьте такой прибор и проделайте с ним указанные опыты.

4. На рисунке 129 изображён прибор ливер, служащий для взятия проб различных жидкостей. Ливер опускают в





Магдебургские полушария

находящуюся в чашке, сверху вниз. почему же атмосферное давление удерживает столб ртути в трубке?

в) Как повлияло бы наличие воздуха в трубке над ртутью на показания ртутного барометра?

г) Изменится ли показание барометра, если трубку наклонить; опустить глубже в чашку с ртутью?

ЗАДАНИЕ

1. Погрузите стакан в воду, переверните его под водой верх дном и затем медленно вытаскивайте из воды. Почему, пока края стакана находятся под водой, вода остаётся в стакане (не выливается)?



Рис. 133

2. Налейте в стакан воды, закройте листом бумаги и, поддерживая лист рукой, переверните стакан вверх дном. Если теперь отнять руку от бумаги, то вода из стакана не выльется. Бумага остаётся как бы приклеенной к краю стакана (рис. 133). Почему? Ответ обоснуйте.

3. Положите на стол длинную деревянную линейку так, чтобы её конец выходил за край стола. Сверху застелите стол газетой, разгладьте газету руками, чтобы она плотно лежала на столе и

линейке. Резко ударьте по свободному концу линейки — газета не поднимется, а линейка переломится. Объясните наблюдаемые явления.



Строго говоря, вследствие действия силы тяжести плотность газа в любом закрытом сосуде неодинакова по всему объёму сосуда. Внизу сосуда плотность газа больше, чем в верхних его частях, поэтому и давление в сосуде неодинаково. На дне сосуда оно больше, чем вверху.

Однако это различие в плотности и давлении газа, содержащегося в сосуде, столь мало, что его можно во многих случаях совсем не учитывать. Но для атмосферы, простирающейся на несколько тысяч километров, различие это существенно. Давление и плотность атмосферы у поверхности Земли значительно больше, чем на некоторой высоте.

 **Вопросы**

1. Почему молекулы газов, входящих в состав атмосферы, не падают на Землю под действием силы тяжести?
2. Почему молекулы газов, входящих в состав атмосферы, двигаясь во все стороны, не покидают Землю?
3. Как изменяется плотность атмосферы с увеличением высоты?

 **УПРАЖНЕНИЕ 20**

1. Предполагают, что Луна когда-то была окружена атмосферой, но постепенно потеряла её. Чем это можно объяснить?
2. Чтобы вдохнуть воздух, человек при помощи мышц расширяет грудную клетку. Почему воздух входит при этом в лёгкие? Как происходит выдох?



воду на глубину 20 м. Атмосферное давление считать нормальным.

415. Чему равно атмосферное давление в шахте глубиной 360 м, если на поверхности земли давление 750 мм рт. ст.?

416. а) На какой высоте летит вертолёт, если барометр в кабине показывает 100 641 Па, а на поверхности земли атмосферное давление нормальное? б) У подножия горы барометр показывает 760 мм рт. ст., а на вершине — 722 мм рт. ст. Чему примерно равна высота горы?

ЗАДАЧИ-ИССЛЕДОВАНИЯ

► **417.** Наполните стакан водой. Сверху положите лист бумаги и, придерживая его, переверните стакан. Отпадёт ли лист бумаги? Выльется ли вода? Опыт объясните. Какая сила давления воздуха действует на воду, если площадь листа 200 см²?

► **418.** Как вылить воду из бутылки (рис. 45), не наклоняя её?

► **419.** Как при помощи резиновой трубки можно слить сливки с молока (или молоко из-под сливок), не опрокидывая посуду с молоком?

► **420.** Предложите способ, который позволит из ванны, стоящей на полу и не имеющей в дне сливного отверстия, вылить воду, не переворачивая самой ванны.

► **421.** Лист бумаги накройте книгой и рывком поднимите её. Почему за книгой поднимается и лист?

► **422.** Опустите горлышко бутылки, наполненной водой, в посуду с водой. Почему вода не выливается? Почему вода выливается, если вынуть горлышко бутылки из воды?

► **423.** Положите на стол линейку длиной 50—70 см так, чтобы её конец свешивался. На линейку положите полностью развёрнутую газету (рис. 46). При резком ударе по концу линейки молотком линейка ломается, причём противоположный конец с газетой почти не поднимается. Как объяснить наблюдаемое явление?

► **424.** Для опыта сварите вкрутую яйцо. Очистите его от скорлупы. Возьмите лист бумаги, сверните его и подожгите. Затем осторожно опустите горящую бумагу в пустую

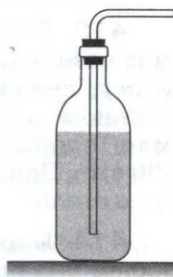


Рис. 45

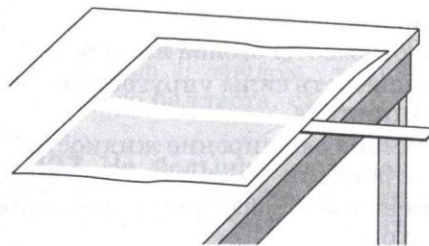


Рис. 46



Рис. 47

стеклянную бутылку. Через 1—2 с горлышко бутылки закройте яйцом (рис. 47). Горение бумаги прекратится, и яйцо начнёт втягиваться в бутылку. Объясните наблюдаемое явление.

► **425.** Налейте в чайное блюдце воду. Возьмите кусок бумаги, смочите его и положите на середину поверхности воды. Зажгите бумагу и, когда она хорошо разгорится, накройте её чайным стаканом. Объясните наблюдаемое явление.

► **426.** Возьмите мензурку с водой и, перевернув её, опустите (не пролив воды) в сосуд с водой (рис. 48). Подведите под мензурку резиновую трубку и, продувая ртом через неё воздух, отметьте 200 мл; 500 мл. Как, применив этот способ, можно измерить объём лёгких?

► **427.** Прижмите стакан плотно ко рту и потяните несколько раз воздух из стакана в себя — стакан плотно пристаёт к лицу и не падает. Почему?

► **428.** Возьмите барометр-анероид. Измерьте атмосферное давление на 1-м и на последнем этажах школы. Результаты запишите и составьте задачу.

► **429.** Установите соответствие между техническими устройствами (приборами) и физическими закономерностями, лежащими в основе принципа их действия.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

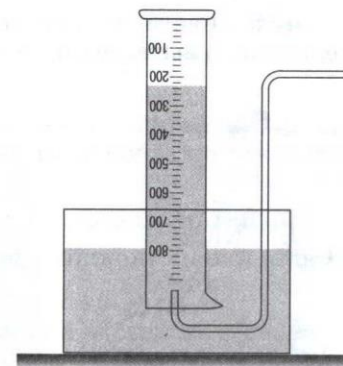
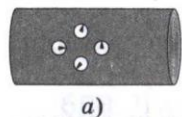
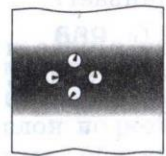


Рис. 48



а)



б)

Рис. 100

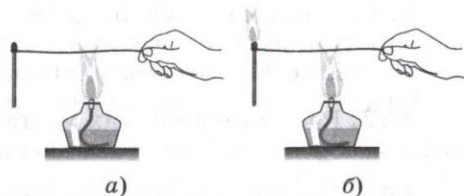
708. В деревянный цилиндр воткните четыре кнопки, затем цилиндр заверните в бумагу и подержите его над пламенем горелки (рис. 100, а, б). Объясните, почему бумага обугливается, а в местах, соприкасающихся с металлом, не обугливается (рис. 100, в).

709. На головку спички намотайте два витка тонкой медной проволоки. Возьмите проволоку за свободный конец и введите её в пламя свечи или спиртовки на расстоянии 5 см от спички (рис. 101, а). Через несколько секунд спичка воспламенится (рис. 101, б). Объясните наблюдаемое явление.

710. В бумажной коробке (сделайте сами) вскипятите воду. Почему бумажная коробка с водой не горит?

711. Бумажную вертушку (рис. 102, а) поместите на остриё иглы и воткните в пробку. Почему вертушка вращается от тепла руки (рис. 102, б)?

712. Возьмите горящую свечу и наклоните её. Почему пламя свечи направлено вверх? Приоткройте дверь из тёплой комнаты в холодную. Поместите свечу сверху щели, посередине, а затем внизу (рис. 103). Как объясните опыт?

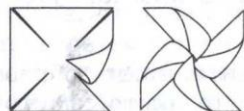


а)



б)

Рис. 101



а)



б)

Рис. 102

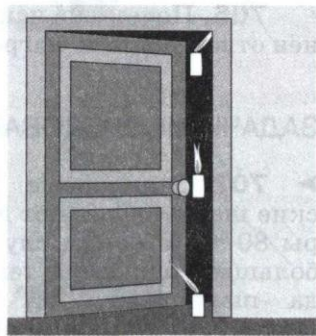


Рис. 103

Количество теплоты. Удельная теплоёмкость

713. Первые измерения удельной теплоёмкости произвёл шотландский учёный Дж. Блэк. Со своим помощником он налил воду и ртуть равных объёмов в одинаковые сосуды, поместил их на одинаковом расстоянии от огня и наблюдал за скоростью повышения температуры воды и ртути. Учёный был в полной уверенности, что температура ртути будет повышаться медленнее, чем воды, так как плотность ртути в 13,5 раза больше. Верным ли было предположение Блэка?

714. Для придания необходимых физических свойств инструменты (резцы, зубила, свёрла) нагревают до высокой температуры (700—1300 °С) и затем охлаждают (закалывают) в воде, машинном масле или воздухе. В какой среде охлаждение происходит наиболее быстро? Почему?

715. Что эффективнее использовать в качестве грелки — воду или песок равной массы при одной и той же температуре?

716. Воду в кастрюле нагрели вначале на 20 °С, а затем ещё на 40 °С. В каком случае для нагрева воды потребовалось большее количество теплоты и во сколько раз?

717. Под каким из предварительно нагретых шаров (их массы и температуры одинаковы) растает больше льда (рис. 104)?

718. Медной и железной гирькам равной массы передано одинаковое количество теплоты. Какая из гирек нагреется на большее число градусов?

719. В термической печи нагрелись на одно и то же число градусов алюминиевая и стальная детали. Одинаковое ли количество теплоты получили детали, если их массы равны?

720. На одинаковых горелках нагрели воду, медь и железо равной массы. Укажите, какой из графиков (рис. 105) соответствует изменению температуры воды, меди и железа с течением времени.

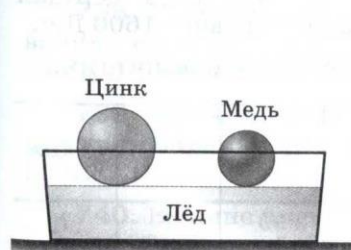


Рис. 104

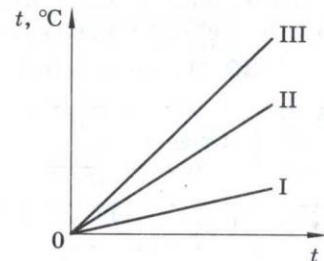
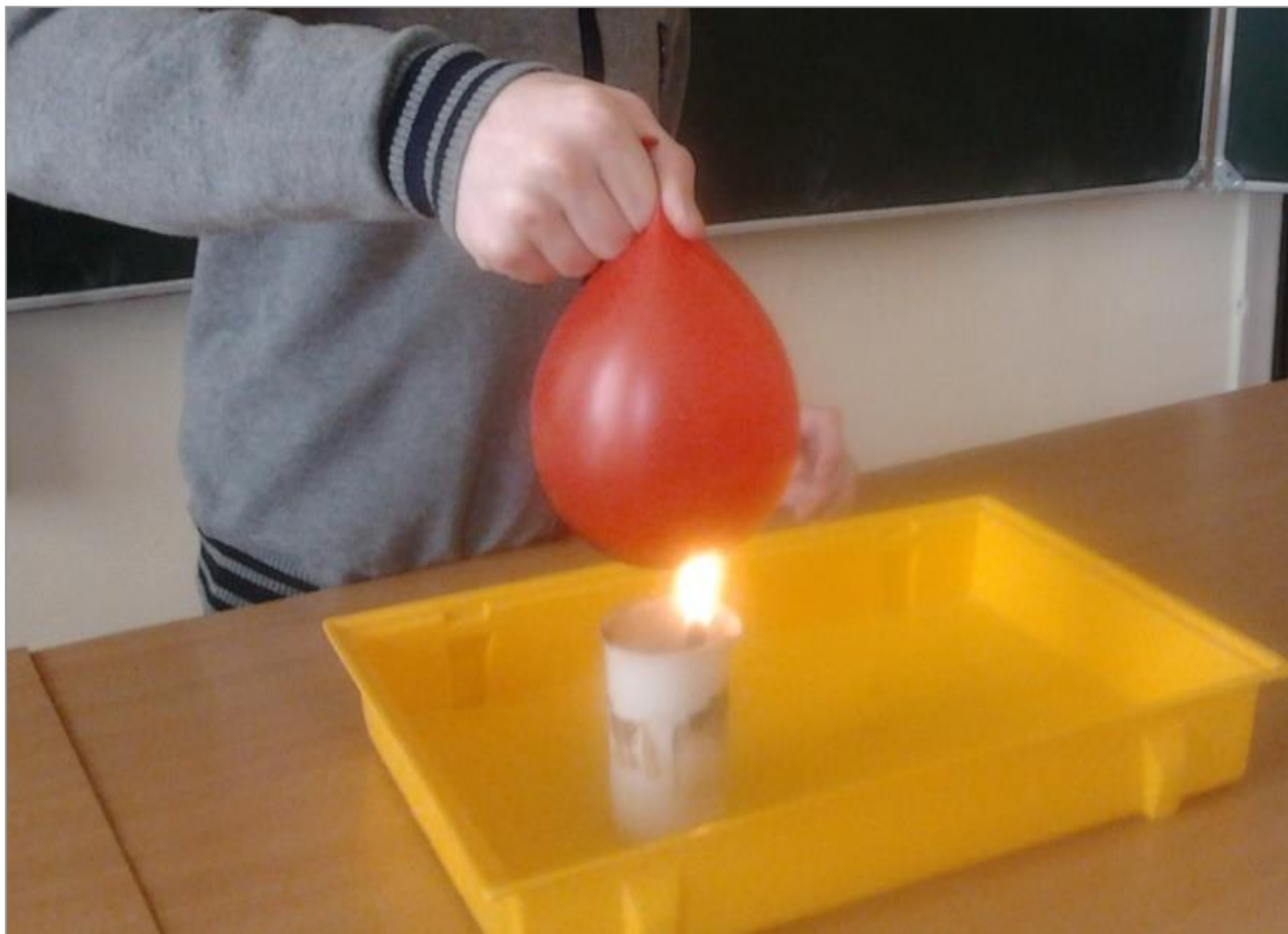


Рис. 105

Возьмём шарик с воздухом и шарик с водой. С помощью свечи будем нагревать оба шарика. Шарик с воздухом лопнет сразу. А с водой – гораздо позже.



► **918.** Сделайте сами простейший электроскоп. Для этого возьмите бутылку с широким горлышком и пропустите через резиновую пробку гвоздь шляпкой вверх. К нижней части гвоздя приклейте две полоски алюминиевой фольги. а) Можно ли зарядить электроскоп ненаэлектризованной стеклянной палочкой? Как? б) Сообщите электроскопу отрицательный заряд. в) Определите заряд наэлектризованной палочки, не изменяя зарядов на электроскопе и на палочке. Зарисуйте опыты.

► **919.** Опыты с воздушным шариком. В сухом помещении потрите газетой воздушный шарик. а) Поднесите его к какому-либо предмету, например к потолку. Объясните, почему шарик прилипает и держится несколько часов. б) Наэлектризуйте два шарика о газету. Подвесьте их на длинных нитях рядом. Почему они отталкиваются? в) Наэлектризуйте один шарик о газету, а другой о кусок шерстяной материи. Подвесьте их на некотором расстоянии один от другого. Почему они притягиваются? Особенно хорошо видно их взаимодействие, если один из шариков катить по поверхности стола, то за ним покатится и другой. Почему?

► **920.** Можно ли и как наэлектризовать концы эбонитовой палочки зарядами разных знаков? Можно ли сделать то же самое с латунной трубкой на изолирующей ручке? Ответ проверьте и объясните.

► **921.** В музее-усадьбе «Архангельское» под Москвой есть картина художника Шарля Ван Лео «Электрический опыт». В центре картины изображена девушка на изолирующей подставке. В руках она держит два стержня. Стержень, который она держит в левой руке, почти касается стеклянного шара, который, вращаясь, трётся о материал подушечки и вырабатывает заряд. Другой стержень девушка опустила в банку с водой, которую держит негритёнок. Какой электрический опыт изобразил художник?

► **922.** Исследуйте, как на металлическом шаре, надетом на стержень электрометра, уменьшить заряд в 2 раза, используя другой таких же размеров незаряженный шар из металла. Можно ли выполнить эти задания, если шары будут из стекла?

► **923.** Возьмите маленький кусочек ваты. Хорошо наэлектризуйте пластмассовую палочку и опустите на кусочек ваты. Он притянется и наэлектризуется. Затем рывком стряхните кусочек с палочки и быстро поднесите снова палочку к кусочку ваты. Почему он будет парить в воздухе (рис. 121)?



Рис. 121

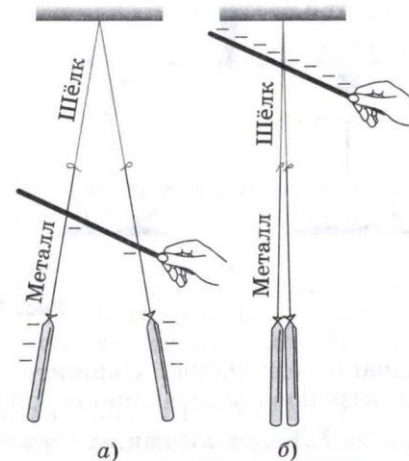


Рис. 122

► **924.** Бумажные гильзы подвешены на двух нитях: верхняя часть нити шёлковая, а нижняя металлическая (рис. 122). В одном случае при касании заряженной палочки гильзы отталкиваются, в другом случае — остаются неподвижными. Проведите опыт и объясните его.

Электрический ток. Электрические цепи

925. Всегда ли электрический ток представляет собой упорядоченное движение электронов, а не каких-либо других частиц?

926. На рисунке 123 изображены различные виды движения электрических зарядов: а) молния между облаком и землёй; б) тепловое (беспорядочное) движение электронов в металле; в) поток электронов, вызывающий изображение на

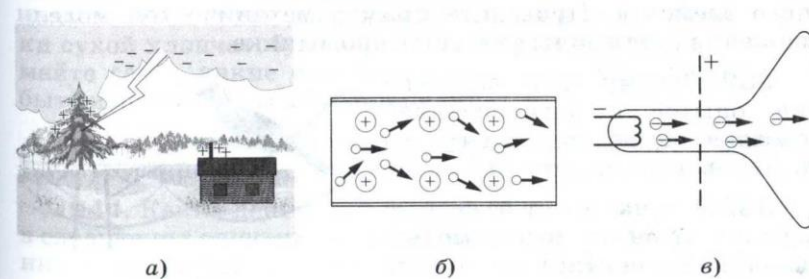


Рис. 123

1343. Имеются две круглодонные колбы, наполненные одна водой, другая спиртом. Как, направив солнечные лучи на колбу, можно узнать, в какой из них находится вода, в какой — спирт? Показатель преломления воды 1,33, показатель преломления спирта 1,36.

1344. Как нужно расположить две собирающие линзы, чтобы пучок параллельных лучей, пройдя обе линзы, остался пучком параллельных лучей? Сделайте рисунок.

1345. Как следует расположить собирающую и рассеивающую линзы, чтобы пучок параллельных лучей, пройдя обе линзы, остался пучком параллельных лучей? При всяких ли линзах возможно решение этой задачи? Сделайте рисунок.

1346. Какая линза даёт большее увеличение — короткофокусная или длиннофокусная? Почему?

1347. При каком условии собирающая линза будет рассеивать лучи, идущие от предмета?

1348. Изменится ли оптическая сила линзы, если её целиком погрузить в воду?

1349. В каком случае линза, находящаяся в ящике (рис. 212), будет рассеивающей и в каком — собирающей?

* **1350.** Имеются собирающая и рассеивающая линзы. Каким образом, не измеряя фокусных расстояний, можно сравнить оптические силы линз?

1351. Чему равна оптическая сила линзы, фокусное расстояние которой 4 см; 10 см?

1352. Оптические силы линз 4 и 20 дптр. Определите фокусное расстояние каждой линзы.

1353. Фокусное расстояние линзы равно 20 см. Какая это линза? Чему равна её оптическая сила?

1354. Рассчитайте фокусное расстояние линзы, оптическая сила которой равна -4 дптр. Какая это линза?

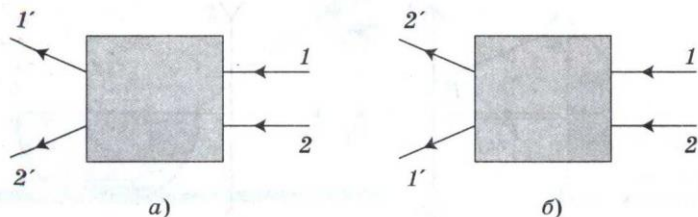


Рис. 212

1355. Оптическая сила линзы равна 10 дптр. Найдите фокусное расстояние этой линзы. Какая это линза?

* **1356.** Чему равно фокусное расстояние собирающей линзы, если предмет и его изображение находятся на расстоянии 26 см по разные стороны от линзы?

* **1357.** Фокусное расстояние линзы равно 20 см. На каком расстоянии от линзы нужно поместить предмет, чтобы получить изображение, равное предмету?

ЗАДАЧИ-ИССЛЕДОВАНИЯ

► **1358.** Предложите способ определения фокусного расстояния собирающей линзы при помощи солнечных лучей.

► **1359.** Получив изображение удалённого предмета при помощи линзы, определите её фокусное расстояние.

► **1360.** Налейте воду в колбу. Посмотрите через неё на какие-либо предметы. Объясните свои наблюдения.

* **1361.** На каком расстоянии от собирающей линзы следует поместить предмет, чтобы расстояние от предмета до его действительного изображения было наименьшим?

Глаз как оптическая система. Оптические приборы

1362. а) Какая часть глаза человека сильнее всего преломляет световые лучи? б) Можно ли сказать, что предметы видны тем отчётливее, чем ближе расположены к глазу? в) Почему близорукие люди, чтобы лучше видеть, щурят глаза?

1363. В каком случае хрусталик глаза становится более выпуклым — когда глаз рассматривает более близкий предмет или более далёкий?

1364. В нормальном состоянии глаз установлен на бесконечность, т. е. фокус всей оптической системы оказывается на сетчатке. При более близком расположении предметов изображение должно было оказаться позади сетчатки и стать неясным. Почему же мы отчётливо видим близкие предметы?

1365. Два наблюдателя — близорукий и дальнорезкий — рассматривают предмет через лупу, располагая её на одинаковом расстоянии от глаза. Какой из наблюдателей должен расположить предмет ближе к лупе?

§ 29. Реактивное движение

В современной космической технике широко используется особый вид механического движения – *реактивное движение*. Реактивное движение возникает при отделении с некоторой скоростью какой-либо части от тела. Наблюдать кратковременное реактивное движение можно, используя детский резиновый шарик (рис. 150), наполненный газом. Шарик взаимодействует с вытекающим из него газом. Шарик поднимается вверх, а струя газа движется в противоположную сторону – вниз.

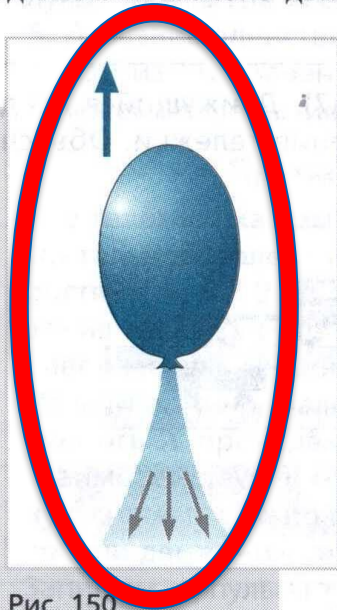


Рис. 150

Реактивное движение совершают *ракеты*. Рассмотрим опыт с моделью ракеты (рис. 151). Ракета состоит из камеры («камеры сгорания»), которую заполняют сжатым газом, и сопла. Если открыть клапан, то сжатый газ с большой скоростью будет вытекать из сопла. В результате ракета поднимается вверх.

Будем считать, что газ, находящийся в камере сгорания, и всё остальное, что составляет ракету, образует замкнутую систему из двух взаимодействующих тел. При истечении газа за счёт давления в камере сгорания он приобретает некоторую скорость относительно ракеты и, следовательно, некоторый импульс. Поэтому в соответствии с законом сохранения импульса сама ракета получает такой же по модулю импульс, но направленный в противоположную сторону. Масса ракеты с течением времени убывает.

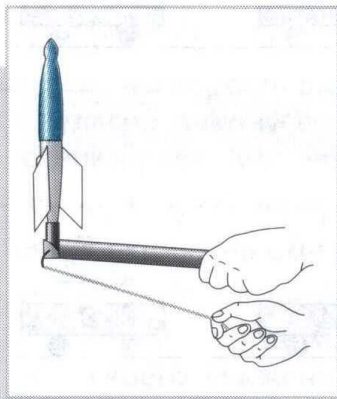


Рис. 151

Конструкцию космической ракеты с жидкостным реактивным двигателем впервые предложил в 1903 г. основоположник космонавтики – русский учёный и изобретатель Константин Эду-

Если шарик сначала надуть воздухом, а
потом отпустить, то он полетит.

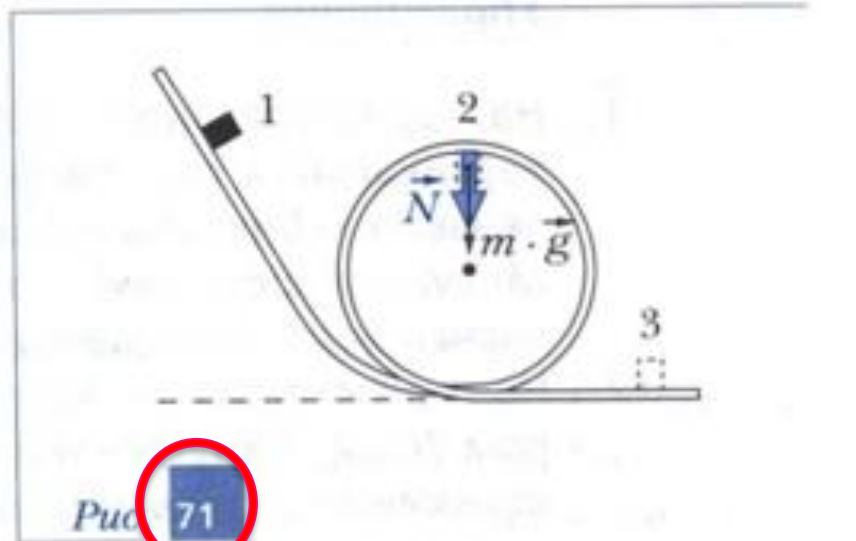


? Вопросы

1. Приведите примеры (из области астрономии), доказывающие, что при отсутствии сил сопротивления тело может неограниченно долго двигаться по замкнутой траектории под действием силы, меняющей направление скорости движения этого тела.
2. Почему спутники, обращаясь вокруг Земли под действием силы тяжести, не падают на Землю?
3. Можно ли считать обращение спутника вокруг Земли свободным падением?
4. Что необходимо сделать с физическим телом, чтобы оно стало искусственным спутником Земли?
5. Выведите фор-

тельно неё. Чем дальше находится человек от оси вращения (т. е. чем больше величина R), тем меньше $\omega_{кр}$. Следовательно, чтобы удержаться на вращающейся карусели, надо стараться, во-первых, увеличить коэффициент трения μ , а во-вторых, приблизиться к оси вращения, уменьшив тем самым величину R .

В заключение отметим, что создать центростремительное ускоре-





корпорация

российский
учебник

Методическая служба по физике :

Опаловский Владимир Александрович

Пешкова Анна Вячеславовна

Opalovskiy.VA@rosuchebnik.ru

Peshkova.AV@rosuchebnik.ru



корпорация

российский
учебник

123308, Москва, ул. Зорге, д. 1
(495) 795-0535, 795-0545, info@rosuchebnik.ru
rosuchebnik.ru | росучебник.рф

Нужна методическая поддержка?

Методический центр 8-800-2000-550 (звонок бесплатный), metod@rosuchebnik.ru

Хотите купить?







Официальный интернет-магазин
учебной литературы
book24.ru

Отдел продаж
sales@rosuchebnik.ru



Магазин
электронных учебников
lecta.ru

Хотите продолжить общение?

 youtube.com/user/drofapublishing  vk.com/ros.uchebnik
 www.fb.com/rosuchebnik  www.ok.ru/rosuchebnik

Остались вопросы?

Служба поддержки 8-800-700-64-83 (звонок бесплатный), help@rosuchebnik.ru