

*В. Ланго*

**ВСЕ**

# **ДОМАШНИЕ РАБОТЫ**

**К УЧЕБНИКУ  
А. В. ПЕРЫШКИНА  
«Физика 7 класс»**

**ФГОС**

**7  
ФИЗИКА**

**В. Н. Ландо**

**Все домашние работы  
к учебнику  
А. В. Перышкина  
«Физика 7 класс»**

**ФГОС**



**МОСКВА  
2013**

УДК 372/53  
ББК 22.1/72  
Л28

**В. Н. Ландо, А. М. Тюнев**

Все домашние работы к учебнику: А. В. Перышкин  
«Физика 7 класс». Издательство «Дрофа». ФГОС —  
М.: — «ЛадКом». — 2013. — 160 с.

ISBN 978-5-91336-155-4

Решебник к новому учебнику А. В. Перышкина «Физика 7 класс» («Вертикаль») соответствует ФГОС и включает в себя все ответы на теоретические вопросы, экспериментальные задания и задачи.

Решебник поможет учащимся верно понимать сущность рассматриваемых явлений, законов и теорий, точно определять физические величины, правильно выполнять чертежи, схемы и графики, применять полученные знания при выполнении практических заданий.

Данный решебник также адаптирован к предыдущим версиям учебника А. В. Перышкина для 7 класса.

© Издательство «ЛадКом», 2013

## **Введение**

**Дорогой друг!**

В 7 классе ты начнешь изучение естественнонаучного предмета «Физика». Это пособие поможет тебе усвоить его по учебнику А. В. Перышкина «Физика. 7 класс» для общеобразовательных учреждений. Данное пособие включает в себя ответы на все вопросы и упражнения учебника, а также сможет помочь тебе при выполнении лабораторных работ учебника.

Материалы пособия размещаются по главам и параграфам. Мы надеемся, что это пособие поможет тебе успешно усвоить и понять «Физику» как науку.

**Удачи!**

# **ВВЕДЕНИЕ**

## **§1. ЧТО ИЗУЧАЕТ ФИЗИКА**

1. Физика (от греч. «фюзис» — природа) — это наука о природе.

2. В физике изучают различные явления, которые называются физическими; а также задачей физики является изучение и открытие законов.

3. Кипение воды, плавление льда, распространение звука, образование облаков.

4. Биология, химия, астрономия.

### **Задание №1.**

Биологическим процессом в данном случае является недостаточное количество тепла, которое получает дерево осенью. Ввиду этого листья желтеют — это уже химический процесс. Ну и вследствие, силы тяжести, при отрывании от веток, они

падают на землю — это уже является физическим процессом.

## **§2. НЕКОТОРЫЕ ФИЗИЧЕСКИЕ ТЕРМИНЫ**

1. Физическим телом принято называть каждое из окружающих нас тел (песчинку, камень, Луну).

2. Вещество-это все то, из чего состоят физические тела. Пример: деревянный стол — это физическое тело, а вот дерево, из которого оно состоит, — это вещество. Резиновый мяч — это физическое тело, а резина — вещество.

3. На рис.3 мы видим тела разной формы, но одинакового объема, а вот на рис.4 изображены тела одинаковой формы, но разного объема.

## **§3. НАБЛЮДЕНИЯ И ОПЫТЫ**

1. Мы получаем знания с помощью наблюдений и опытов.

2. Наблюдение происходит в основном за природными явлениями, существующими независимо от нашего сознания. А опыты, напротив, мы производим сами.

3. Одних опытов недостаточно, еще необходимо грамотно произвести анализ проделанного опыта и сделать правильный вывод.

## **§4. ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ. ИЗМЕРЕНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН**

1. Измерить какую либо величину-это значит сравнить её с однородной величиной, принятой за единицу.

2. В системе СИ основной единицей длины является метр (1м), единицей времени-секунда (1с), единицей массы-килограмм(1кг).

3. Чтобы измерить цену деления шкалы измерительного прибора, нужно взять два соседних числа, затем найти их разность, а потом этот результат разделить на количество штрихов между этими числами.

### **Упражнение 1**

1.

На данном секундомере мы видим 2 циферблата: большой и малый. Для определения цены деления нам необходимо взять 2 соседних числа, найти их разницу (от большего отнять меньшее), а затем разделить полученное число на количество маленьких штрихов между этими числами.

На большом циферблате возьмем, к примеру, числа 10 и 15, а на малом 6 и 9.

Цена деления на большом:  $\frac{15-10}{10} = \frac{5}{10} = 0,5 \text{ с}$

Цена деления на малом:  $\frac{9-6}{3} = \frac{3}{3} = 1 \text{ мин}$

2.

Цену деления данных измерительных приборов определим тем же способом, что и в 1 задании:

$\frac{1-0,5}{10} = \frac{0,5}{10} = 0,05 \text{ А}$  — цена деления Амперметра

$\frac{3-2}{5} = \frac{1}{5} = 0,2 \text{ В}$  — цена деления Вольтметра.

## Задание №2

1. Диапазон измерения давления, мм рт.ст. 20-300

Погрешность измерения давления, мм рт.ст.

в диапазоне 60-240 мм рт.ст.  $\pm 3$

Более 240 мм.рт.ст.

Цена деления шкалы, мм рт.ст. 2

2. Меры объёма (редко):

**Ведро**

Основная русская дюметрическая мера объёма жидкостей — ведро =  $1/40$  бочки = 10 кружек = 30



фунтов воды = 20 водочных бутылок (0,6) = 16 винных бутылок (0,75) = 100 чарок = 200 шкаликов = 12 литров (15 л - по другим источникам, редко) В. — железная, деревянная или кожаная посуда, преимущественно цилиндрической формы, с ушками или дужкой для ношения. В обиходе, два ведра на коромысле должны быть «в подъём женщине». Деление на более мелкие меры проводилось по двоичному принципу: ведро делили на 2 полуведра или на 4 четверти ведра или на 8 получетвертей, а также на кружки и чарки.

До середины XVII в. в ведре содержалось 12 кружек, во второй половине XVIIв. так называемое казённое ведро содержало 10 кружек, а в кружке — 10 чарок, так что, в ведро входило 100 чарок. Затем, по указу 1652 года чарки сделали втрое больше по сравнению с прежними («чарки в три чарки»). В торговое ведро вмещалось 8 кружек. Значение ведра было переменным, а значение кружки неизменным, в 3 фунта воды (1228,5 грамма). Объем ведра был равен 134,297 кубических вершков.

### ***Бочка***

Бочка, как мера жидкостей, применялась в основном в процессе торговли с иностранцами, которым запрещалось вести розничную торговлю вином на малые меры. Равнялась 40 ведрам (492 л).

Материал для изготовления бочки выбирали в зависимости от её назначения:

- дуб — для пива и растительных масел,
- ель — под воду,
- липа — для молока и мёда.

Чаще всего в крестьянском быту использовались небольшие бочки и бочонки от 5-и до 120-и литров. Большие бочки вмещали до сорока вёдер (сороковки).

Бочки использовали так же и для стирки (отбивки) белья.

В XV в. еще были распространены старинные меры — голважня, лукно и уборок. В XVI—XVII вв. наряду с довольно распространенными коробьей и пузом часто встречается вятская хлебная мера куница, пермская сапца (мера соли и хлеба), старорусские луб и пошев. Вятская куница считалась равной трем московским четвертям, сапца вмещала 6 пудов соли и приблизительно 3 пуда ржи, луб — 5 пудов соли, пошев — около 15 пудов соли.

Бытовые меры объема жидкостей были весьма разнообразны и широко использовались даже в конце XVII в.: смоленская бочка, боча-селёдовка (8 пудов сельдей; в полтора раза меньше смоленской).

Мерная бочка «... из краю в край полтора аршина, а попереk-аршин, а мерить вверх, как ведетца, поларшина».

В житейском обиходе и в торговле употребляли разнообразные хозяйственные сосуды: котлы, жбаны, корчаги, братины, ендовы. Значение таких бытовых мер в разных местах было различно: например, емкость котлов колебалась от полуведра до 20 ведер. В XVII в. была введена система кубических единиц на основе 7-футовой сажени, а также введен термин кубический (или «кубичный»). Кубическая сажень содержала 27 кубических аршин или 343 кубических фута; кубический аршин — 4096 кубических вершков или 21952 кубических дюймов.

3. Для выполнения этого задания необходимо знать сколько килограмм в пуде, и сколько сантиметров в аршине. В 1 пуде примерно 16,4 кг. А в 1 аршине примерно 71 см. Т.е. если ваш вес 50 кг и рост 160 см, то при переводе получим: ваш вес равен 3, 05 пуда, а рост 2,25 аршина.

4. «Пишешь аршинными буквами» — крупно. «Коломенская верста» — шутовское название очень высокого человека. «Косая сажень в плечах» — широкоплечий

## **§5. ТОЧНОСТЬ И ПОГРЕШНОСТЬ ИЗМЕРЕНИЙ**

1. Измерить длину с точностью до 1 мм — это значит, что погрешность измерения не должна превышать 1 мм.

2. Линейкой, имеющей сантиметровые деления, измерить длину с точностью до 1 мм нельзя. Такой линейкой, при правильном измерении, можно добиться погрешности не больше 1 см.

3. Чем меньше цена деления шкалы прибора, тем больше точность измерения.

4. При записи величин, с учетом погрешности, следует пользоваться формулой:

$A = a \pm \Delta a$ , где  $A$ -измеряемая величина,  $a$ -результат измерений,  $\Delta a$ -погрешность измерений ( $\Delta$ -греч.буква «Дельта»).

### **Задание №3**

1. Длина учебника 22 см, погрешность  $\pm 0,05$  см  
Ширина учебника 16,7 см, погрешность  $\pm 0,05$  см

2. Цена деления данного градусника равна  $1^\circ\text{C}$  , следовательно, погрешность равна  $0,5^\circ\text{C}$

3. Размеры этой картины в учебнике следующие: длина равна 5,1 см, а ширина 3,5 см. Погрешность измерений  $\pm 0,05$  см. Если сравнить размеры этой картины с оригиналом, то мы увидим, что масштаб изображенный в учебнике  $\approx 1:1,5$ .

## **§6. ФИЗИКА И ТЕХНИКА**

1. С изучением всевозможных физических явлений и физических открытий наука шла вперед. Тем самым шло развитие и в технике. Например, двигатель внутреннего сгорания, приводящий в движение автомобили, тепловозы, речные и морские суда, был создан на основе изучения тепловых явлений. Ярким подтверждением связи науки и техники явился огромный прорыв в области изучения космоса, ведь все мы знаем, что именно наш соотечественник Юрий Алексеевич Гагарин 12 апреля 1961 года впер-

вые за всю историю человечества совершил полет в космос.

2. Аристотель в 330 году до н. э. привел доказательства сферичности Земли, основанные на изменении линии горизонта и положения созвездий в различных широтах, наблюдаемые моряками. Исаак Ньютон изложил важнейшие законы механики, которые были названы его именем (Законы Ньютона). Джеймс Максвелл создал общую теорию электромагнитных явлений, которая объяснила природу света и помогла разработке новых технических приборов и устройств.

3. Биология, объектом изучения которой являются живые существа и их взаимодействие с окружающей средой. Химия — это наука о веществах, их свойствах, строении и превращениях, происходящих в результате химических реакций. Астрономия — наука о Вселенной, изучающая расположение, движение, строение, происхождение и развитие небесных тел и образованных ими систем.

## **Задание №4**

Жизнь современного человека немыслима без стабильно работающих средств связи. Они стали прочной основой всех наших деловых и личных контактов. Широко распространенная во всех развитых странах телефонная связь дарит нам удивительное чувство комфорта и уверенности в нашей повседневной жизни, помогает распланировать свой

день, наполнить его интересными и увлекательными событиями, повысить качество жизни и расширить круг общения.

Однако столь привычные нам сотовые привязаны к базовым наземным станциям и перемещение сигнала происходит только от одной из них до другой. Если вы находитесь вне зоны их доступа или на ее границе, то либо падает качество услуг, либо связь недоступна вообще.

Для обеспечения стабильной голосовой связи в удаленных районах были созданы спутниковые телефоны.

Сотовые лучше всего работают в городах и в закрытых помещениях.

Спутниковые аппараты, как правило, рассчитаны на контакт со спутником в прямой видимости и поэтому лучше всего принимают сигнал на открытых пространствах.

Они идеально подходят для активных людей, путешествующих по нетронутым цивилизацией уголкам нашей планеты, но при этом не желающих подвергать себя лишнему риску; для спасателей, работающих в местах с разрушенной в результате чрезвычайных обстоятельств местах; для бизнесменов, чье время настолько дорого, что важнейшие решения порой приходится принимать 24 часа в сутки в любых условиях; для представителей предприятий по транспортировке грузов, которым нужно прибыть точно и в срок в пункт назначения. Если вы цените свое время, свою безопасность и комфорт, где бы вы ни находились, спутниковая связь — ваш лучший выбор.

# **ГЛАВА 1**

## **ПЕРВОНАЧАЛЬНЫЕ СВЕДЕНИЯ О СТРОЕНИИ ВЕЩЕСТВА**

### **§7. СТРОЕНИЕ ВЕЩЕСТВА**

1. Вещества состоят из отдельных, мельчайших частичек, между которыми имеются промежутки.

2. Опыт, подтверждающий, что все тела состоят из мельчайших частиц, описан в §7, — это опыт с водой, в которой растворяют маленькую крупинку марганцовки.

3. Объем тела может как увеличиваться, так и уменьшаться. В случае, когда мы уменьшаем расстояние между частицами, — объем уменьшается, в противном случае объем увеличится.

4. Это показывает нам уже знакомый нам опыт с марганцовкой и водой; в нем мельчайшие частицы марганцовки растворяются в воде.

## **§8. МОЛЕКУЛЫ**

1. Молекулы вещества — это мельчайшая частица данного вещества.

2. Размеры молекул очень малы. Чтобы узнать насколько, представим следующее: если уложить вплотную друг к другу 10000000 или ( $10^7$ ) молекул воды, то получилась бы ниточка длиной в 2 мм.

3. Молекула воды состоит из трех атомов: двух атомов водорода и одного атома кислорода.

4. Это наглядно показано на рис.22 учебника.

## **§9. БРОУНОВСКОЕ ДВИЖЕНИЕ**

1. Движение очень мелких твердых частиц, находящихся в жидкости, называют броуновским движением, а саму частицу — броуновской.

2. Броуновское движение доказывает, что тела действительно состоят из отдельных частиц-молекул, и что молекулы находятся в непрерывном беспорядочном движении.

### **Задание №5**

Под микроскопом мы увидим капельки жира, которые находятся в постоянном движении. Такое движение молекул жира называется броуновским



движением. Если не давать высохнуть этим каплям, то движение молекул в них будет происходить постоянно.

## **§10. ДИФФУЗИЯ В ГАЗАХ, ЖИДКОСТЯХ И ТВЁРДЫХ ТЕЛАХ**

1. Диффузия-это явление, при котором происходит взаимное проникновение молекул одного вещества между молекулами другого.

2. Нальем в мензурку две жидкости: медный купорос, который тяжелее воды, — нальем на дно мензурки, а сверху него добавим воды. Причем, сделаем это аккуратно, не перемешивая жидкостей. Вначале между водой и купоросом будет видна четкая граница. Затем через некоторое время эта граница станет слегка размытой. А через 2-3 недели и вовсе исчезнет; это будет означать, что жидкости полностью перемешались.

3. Засолка огурцов, молекулы соли постепенно проникают в огурец. Растворение сахара в чае. Распространение запахов.

4. Озонирование — технология очистки, основанная на использовании такого физического процесса, как диффузия.

## **Задание №6**

1. В обоих стаканах марганцовка начнет растворяться, за счет диффузии. Но в стакане с теплой водой этот процесс будет быстрее, чем в стакане с холодной водой. С физической точки зрения, это объясняется тем, что скорость молекул в горячей воде больше, следовательно, и явление диффузии будет происходить быстрее.

2. Вначале на рис. 24 мы видим четкую границу раздела двух жидкостей. Но со временем эта граница начинает размываться, за счет такого явления, как диффузия. Это происходит за счет беспорядочного и хаотичного движения молекул.

3. Где оно?

4. Рост кристаллика основан на явлении диффузии.

## **§11. ВЗАИМНОЕ ПРИТЯЖЕНИЕ И ОТТАЛКИВАНИЕ МОЛЕКУЛ**

1. Между молекулами происходит взаимное притяжение и отталкивание.

2. На расстояниях, сравнимых с размерами самих молекул (атомов), заметнее проявляется притяжение, а при дальнейшем сближении — отталкивание.

3. При смачивании твердого тела жидкостью мы наблюдаем притяжение молекул твердого тела жидкостью.

4. Здесь наблюдается явление, которое в физике носит название несмачиваемость. Оно происходит тогда, когда молекулы жидкости притягиваются сильнее друг к другу, чем к молекулам твердого тела.

### **Задание №7**

1. Не слипнутся, потому что вода не смачивает жирные поверхности, т.е. молекулы воды притягиваются к молекулам воды сильнее, чем к молекулам масла.

2. Это происходит потому что, между молекулами мыла и тарелки происходит взаимное притяжение. Притяжение вызвано смачиванием поверхности водой и плотным прижатием, а также здесь играет важную роль гладкость поверхностей.

## **§12. АГРЕГАТНЫЕ СОСТОЯНИЯ ВЕЩЕСТВА**

1. Нам известны три агрегатных состояния: твердое, жидкое и газообразное.

2. Твердое тело имеет собственную форму и объем.

3. Жидкость, в отличие от твердого тела, легко меняет свою форму, но сохраняет объем.

4. Газы же, в свою очередь, не имеют собственной формы и постоянного объема. Они принимают форму сосуда и полностью заполняют предоставленный им объем.

### **§13. РАЗЛИЧИЕ В МОЛЕКУЛЯРНОМ СТРОЕНИИ ТВЁРДЫХ ТЕЛ, ЖИДКОСТЕЙ И ГАЗОВ**

1. В газах расстояние между молекулами намного больше самих молекул. Поскольку в среднем расстояния между молекулами в десятки раз больше размера молекул, то они слабо притягиваются друг к другу.

2. Способность жидкостей сохранять свой объем объясняется тем, что молекулы жидкости расположены близко друг к другу и не расходятся на большие расстояния. Именно поэтому жидкость в обычных условиях сохраняет свой объем, но не сохраняет форму.

3. В твердых телах притяжение между молекулами (атомами) еще больше, чем у жидкостей. Частицы таких тел расположены около одной определенной точки и не могут далеко от нее переместиться. Именно поэтому твердые тела сохраняют и жидкость и объем.

## **Задание №8**

1. Мы убедились, что сжать бутылку с водой намного тяжелее, чем с воздухом. Это связано с тем, что газы лучше сжимаются, так в них расстояние между молекулами много больше, чем то же расстояние в жидкостях.

2. Через 15-20 минут воздух в стакане остынет, поэтому он будет занимать меньший объем. В это время воды займет освободившееся пространство стакана. Поэтому уровень воды в стакане увеличится.

## **ГЛАВА 2**

### **ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ТЕЛ**

#### **§14. МЕХАНИЧЕСКОЕ ДВИЖЕНИЕ**

1. Изменение с течением времени положения тела относительно других тел называется механическим движением.

2. Мы всегда будем указывать, относительно чего рассматривать движение, потому что есть такие тела, относительно которых мы не будем двигаться. Так, например, при езде в машине мы можем двигаться относительно деревьев, которые растут вдоль дороги. А если рассматривать наше движение относительно машины, в которой движемся, то мы будем находиться в покое.

3. Длина траектории, по которой движется тело в течение некоторого промежутка времени, называется путем.

4. Относительно Земли движутся следующие тела: летящий самолет; поезд, который едет. Неподвижны относительно Земли: здания, горы, деревья.

5. Это зависит от пилота, но в основном — это дуга.

## Упражнение 2

1.

Чтобы выполнить данное задание, необходимо вспомнить, что в 1 км содержится 1000 м, т.е. 1 км = 1000 м. Таким образом, мы получим, что высота небоскреба — 0,264 км.

2.

Согласно книге рекордов Гиннеса, самый длинный в мире автомобиль — 26-ти колесный лимузин длиной 30,5 метров; чтобы перевести эту длину в километры; разделим данное число на 1000:

$$\frac{30,5}{1000} = 0,0305 \text{ км}$$

3.

Воспользовавшись всемирной сетью, выясним, что высота Исаакиевского собора составляет 101,5 м, а колокольни Ивана Великого — 81 м.

Разница высоты:  $101,5 - 81 = 20,5$  м

Выразим это значение в единицах СИ:

$$20,5 \text{ м} = 0,0205 \text{ км}$$

$$20,5 \text{ м} = 2050 \text{ см}$$

$$20,5 \text{ м} = 205 \text{ дм}$$

$$20,5 \text{ м} = 20500 \text{ мм}$$

4.

$$100\,000 \text{ км} = 100\,000\,000 \text{ м}$$

5.

Это трудно указать, так как рассматривать движение поезда (как и любого другого объекта) нужно относительно неподвижного ориентира. А метель, в свою очередь, является объектом обладающим некоторой скоростью.

### **Задание №9**

1. Допустим, что средняя длина нашего шага составляет  $45 \text{ см} = 0,45 \text{ м}$ . А количество шагов до ближайшей остановки равно 1000. Тогда чтобы посчитать путь, который мы проходим до остановки, необходимо перемножить эти два числа, следовательно получается, что путь до остановки составляет 450 м.

2. 1 — точка в первый момент(момент выстрела),  
2 — точка после вспышки.

## **§15. РАВНОМЕРНОЕ И НЕРАВНОМЕРНОЕ ДВИЖЕНИЕ**

1. Если тело за любые равные промежутки времени проходит равные пути, то его движение называют равномерным.

2. Если тело за равные промежутки времени проходит разные пути, то его движение называют неравномерным.



3. Примерами неравномерного движения являются: спуск с горы на лыжах, падающий камень, бег на короткие дистанции.

## **Задание №10**

1. После проделывания опыта с машинкой мы увидим, что пути, пройденные автомобилем за каждые 3 секунды, различны, т.е. машинка двигалась неравномерно.

## **§16. СКОРОСТЬ. ЕДИНИЦЫ СКОРОСТИ**

1. Скорость тела при равномерном движении -это величина, равная отношению пути ко времени, за которое он пройден.

2. Чтобы определить скорость при равномерном движении, надо путь, пройденным телом за какой-то промежуток времени, разделить на этот промежуток времени.

Скорость обозначается буквой  $V$ , путь —  $S$ , время —  $t$ .

$$\text{То есть } V = \frac{S}{t}$$

3. В международной системе (СИ ) скорость измеряют в метрах в секунду м/с. А это значит, что за единицу скорости такого равномерного движения,

при котором за 1 секунду тело проходит путь, равный 1 метру. Также скорость измеряют в км/ч, км/с, см/с.

4. Кроме числового значения, скорость имеет направление. А это значит, что величина векторная. Величины, которые, кроме числового значения (модуля), имеют еще и направление, называют векторными.

5. Чтобы определить среднюю скорость тела при неравномерном движении, надо весь пройденный путь разделить на все время движения:  $V_{\text{ср}} = \frac{S_{\text{весь}}}{t_{\text{всё}}}$

### Упражнение 3

1.

Чтобы выполнить данное задание, нам нужно вспомнить, что в 1 часе содержится 60 минут, а также 3600 секунд. А в 1 км имеется 1000 м. Теперь:

$$90 \text{ км/ч} = \frac{90 \times 1000 \text{ м}}{3600 \text{ с}} = 25 \text{ м/с}$$

$$36 \text{ км/ч} = \frac{36 \times 1000 \text{ м}}{3600 \text{ с}} = 10 \text{ м/с}$$

2.

Эта задача выполняется по аналогии с первой:

$$72 \text{ км/ч} = \frac{72 \times 1000 \text{ м}}{3600 \text{ с}} = 20 \text{ м/с}$$

3.

Для правильного выполнения этой задачи необходимо соблюсти размерности.

$$10 \text{ мин} = 1/6 \text{ ч}$$

Чтобы найти среднюю скорость ( $V_{\text{ср}}$ ) нужно весь путь ( $S_{\text{весь}}$ ) разделить на всё время ( $t_{\text{всё}}$ ):

$$V_{\text{ср}} = \frac{S_{\text{весь}}}{t_{\text{всё}}} = \frac{50 \times 6}{1} = 300 \text{ км/ч}$$

4.

В данном задании мы используем аналогичный алгоритм, что и в предыдущем решении:

$$1 \text{ мин } 52,5 \text{ с} = 60 \text{ с} + 52,5 \text{ с} = 112,5 \text{ с}$$

$$V_{\text{ср}} = \frac{S_{\text{весь}}}{t_{\text{всё}}} = \frac{1500}{112,5 \text{ с}} = 13,3 \text{ м/с}$$

5.

Опираясь на полученные ранее знания, запишем:

$$V_{\text{ср}} = \frac{S_{\text{весь}}}{t_{\text{всё}}}; \quad S_{\text{весь}} = 50 \text{ м} + 30 \text{ м} = 80 \text{ м}$$

$$t_{\text{всё}} = 5 \text{ с} + 15 \text{ с} = 20 \text{ с}$$

$$V_{\text{ср}} = \frac{80 \text{ м}}{20 \text{ с}} = 4 \text{ м/с}$$

## **Задание №11**

Беспосадочный перелёт Москва — Северный полюс — Ванкувер — беспосадочный перелёт советских авиаторов, совершённый 18—20 июня 1937 года на самолёте АНТ-25 в составе: командир экипажа — В. П. Чкалов, второй пилот — Г. Ф. Байдуков и штурман — А. В. Беляков. Первый в истории беспосадочный перелет из СССР в США. Зная дальность полета 8582 км и время 63,27 часа, найдем скорость, и она будет равна 135, 6 км/ч.

## **§17. РАСЧЁТ ПУТИ И ВРЕМЕНИ ДВИЖЕНИЯ**

1. Чтобы определить путь, пройденный телом при равномерном движении, надо скорость тела умножить на время его движения:  $S = Vt$ . Если тело движется неравномерно, то, зная его среднюю скорость движения и время, за которое происходит это движения, находят путь:  $S = V_{\text{ср}} t$ .

2. Теперь, зная, что  $S = Vt$ , можно найти время, при равномерном движении, в течение которого

двигалось тело:  $t = \frac{S}{V}$ . Если тело движется неравномерно, то, зная его среднюю скорость движения и путь, находят время по следующей формуле:

$$t = \frac{S}{V_{\text{ср}}}$$

#### Упражнение 4

1.

Скорость страуса  $V_{\text{стр}} = 22 \text{ м/с}$

Скорость автомобиля  $V_{\text{А}} = 20 \text{ м/с}$

Скорость искусственного спутника Земли  $V_{\text{исз}} = 8000 \text{ м/с}$

Определим пути пройденные ими за 5с:

$$S = V \cdot t;$$

$$S_{\text{страуса}} = V_{\text{стр}} \cdot t = 22 \cdot 5 = 110 \text{ м}$$

$$S_{\text{авто}} = V_{\text{А}} \cdot t = 20 \cdot 5 = 100 \text{ м}$$

$$S_{\text{исз}} = V_{\text{исз}} \cdot t = 8000 \cdot 5 = 40\,000 \text{ м}$$

2.

Для начала переведем м/с в км/ч:

$$3 \text{ м/с} = \frac{3 \cdot 3600}{1000} = 10,8 \text{ км/ч}$$

Теперь, так как у нас разности подходят, найдем искомую величину:

$$S = V \cdot t = 10,8 \cdot 1,5 = 16,2 \text{ км}$$

3.

Посмотрев на график, можно увидеть, что путь  $S$ , пройденный телом за 2 часа равен 200 км. Используя эту величину, найдем скорость тела:

$$V = \frac{S}{t} = \frac{200}{2} = 100 \text{ км/ч}$$

4.

По данному графику мы можем сразу определить скорость, она равна 8 м/с, переведем ее в размерность км/ч

$$8 \text{ м/с} = \frac{8 \cdot 3600}{1000} = 28,8 \text{ км/ч}$$

Найдем путь, при  $t_1 = 2 \text{ ч}$  и  $t_2 = 4 \text{ ч}$

$$S_1 = V \cdot t_1 = 57,6 \text{ км} \quad S_2 = V \cdot t_2 = 115,2 \text{ км}$$

5.

Найдем скорость первого тела ( $V_I$ )

$$V_I = S/t = 8/4 = 2 \text{ м/с}$$

Найдем скорость тела под номером II ( $V_{II}$ )

$$V_{II} = S/t = 1/1 = 1 \text{ м/с}$$

Нетрудно заметить, что  $V_I > V_{II}$ , т.е. скорость первого тела больше.

## Задание №12

Цунами — волна, перемещающая большое количество воды по всей глубине, вызванная воздействием на всю толщу воды. Вызывают большие волны.

Цунами часто приводят к значительному количеству жертв по нескольким причинам:

Во время шторма в движение приходит лишь приповерхностный слой воды, во время цунами — вся толща. И на берег при цунами выплёскиваются намного большие массы воды.

Скорость волн цунами, даже у берега, превышает скорость ветровых волн. Кинетическая энергия у волн цунами больше.

Цунами, как правило, порождает не одну, а несколько волн. Первая волна, не обязательно самая большая, смачивает поверхность, уменьшая сопротивление для последующих волн.

Сила цунами может возрасти в гавани — там, где ветровые волны ослабевают, а следовательно, жилые постройки могут стоять у самого берега.

Отсутствие у населения элементарных знаний о возможной опасности. Так, во время цунами 2004 года, когда море отступило от берега, многие местные жители оставались на берегу — из любопытства или из желания собрать не успевшую уйти рыбу. Кроме того, после первой волны многие возвращались в свои дома — оценить ущерб или пытаться найти близких, не зная о последующих волнах.

### *1. Цунами 26.12.2004 Юго-Восточная Азия.*

В 00:58 произошло мощнейшее землетрясение — второе по мощности из всех зарегистрированных

(магнитудой 9,3), вызвавшее мощнейшее из всех известных цунами.

От цунами пострадали страны Азии (Индонезия — 180 тыс. человек, Шри-Ланка — 31-39 тыс. человек, Таиланд — более 5 тыс. человек и др.) и африканская Сомали. Общее количество погибших превысило 235 тыс. человек.

### *2. Цунами 28.03.1964 Аляска, (США).*

Крупнейшее на Аляске землетрясение (магнитудой 9,2), произошедшее в проливе Принца Уильяма, вызвало цунами из нескольких волн, с наибольшей высотой — 67 метров. В результате катастрофы (в основном, из-за цунами) по разным оценкам погибло от 120 до 150 человек.

### *3. Цунами 9.07.1958 залив Литуйя, (юго-запад Аляски, США).*

Землетрясение, произошедшее севернее залива (на разломе Фэрвотер), инициировало сильный оползень на склоне расположенной над бухтой Литуйя горы (около 300 миллионов кубических метров земли, камней и льда). Вся эта масса завалила северную часть бухты и вызвала огромную волну высотой 52,4 метра, движущуюся со скоростью 160 км/ч.

### *4. Цунами 09.01.2005 г. острова Идзу и Миякэ (восток Японии)*

Землетрясение магнитудой 6,8 вызвало цунами с высотой волны 30-50 м. Однако, благодаря своевременному предупреждению, население из опасных районов было эвакуировано.



#### *5. Цунами 5.11.1952 г. Северо-Курильск (СССР).*

Вызвано мощным землетрясением (оценка магнитуды по разным источникам колеблется от 8,3 до 9), которое произошло в Тихом океане в 130 километрах от побережья Камчатки. Три волны высотой до 15—18 метров (по разным источникам) уничтожили город Северо-Курильск и нанесли ущерб ряду прочих населённых пунктов. По официальным данным, погибло более двух тысяч человек.

#### *6. Цунами 9.03.1957 Аляска, (США).*

Вызвано землетрясением с магнитудой 9,1, произошедшим на Андреяновских островах (Аляска), которое вызвало две волны, со средней высотой волн 15 и 8 метров соответственно. Кроме того, в результате землетрясения проснулся вулкан Всевидова, расположенный на большом острове Умнак и не извергавшийся около 200 лет. В катастрофе погибло более 300 человек.

#### *7. Цунами 17.07.1998 Папуа-Новая Гвинея*

Землетрясение с магнитудой 7,1, произошедшее на северо-западном побережье острова Новая Гвинея, вызвало мощный подводный оползень, породивший цунами, в результате которого погибло более 2 000 человек.

#### *8. Цунами 27.02.2010 Консепсьон Чили*

Подземные толчки магнитудой 8,8 были зафиксированы в 03.34 по местному времени в 115 километрах к северу от расположенного в центральной части страны города Консепсьон. Тихоокеанский центр предупреждения об угрозе цунами (Pacific

Tsunami Warning Center) сообщил, что толчки спровоцировали цунами. Специалисты уточняют, что высота волны достигала почти трех метров. Число жертв почти 100 человек.

#### *9. Цунами 2.04.2007 Соломоновы острова (архипелаг)*

Вызвано землетрясением магнитудой 8,0, произошедшим в южной части Тихого океана. Волны в несколько метров высотой достигли и Новой Гвинеи. Жертвами цунами стали 52 человека.

#### *10. Цунами 06.09.2004 побережье Японии*

В 110 км от побережья полуострова Кии и в 130 км от побережья префектуры Коти произошли два сильных землетрясения (магнитудой до 6,8 и 7,3 соответственно), вызвавших цунами, с высотой волн до одного метра. Пострадало несколько десятков человек.

Чтобы найти время, за которое волна со скоростью 500 км/ч проходит расстояние, равное 10 км, нужно путь разделить на скорость. Тогда получим, что данная волна пройдет это расстояние за 72 секунды.

## **§18. ИНЕРЦИЯ**

1. Изменение в скорости тела, а именно — либо величины, либо направления, происходит в результате действия на него другого тела. Примерами такого воздействия являются: удар футболиста по мячу,

который приводит его в движение; пуля, проходя сквозь препятствия, уменьшает свою скорость.

2. Опытом, который показывает, как изменяется скорость тела при возникновении препятствия, является опыт с тележкой, описанный в учебнике. Этот опыт претерпевает три этапа: когда насыпана горка песка, когда песок выровнен и, наконец, когда его совсем нет. При этих различных условиях тележка изменяет свою скорость по-разному.

3. Явление сохранения скорости тела при отсутствии действия на него других тел называют инерцией. Это название происходит от латинского слова «инерция», что означает неподвижность или бездеятельность.

4. Если на тело не действуют другие тела, то оно находится в покое или движется с постоянной скоростью.

## **Упражнение 5**

1.

Так как ртуть, движущаяся с градусником и ручкой, продолжает движение по инерции.

2.

А это необходимо для того, чтобы при резком торможении автомобиля тело человека по инерции не продолжило двигаться вперед, ведь это может привести к различным нежелательным последствиям.

## **Задание №13**

Чтобы достать маленькую монетку, не прикасаясь к стакану и монетам, и не используя других предметов, нужно резко выдернуть салфетку из под стакана.

## **§19. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ТЕЛ**

1. В данном параграфе описаны следующие опыты взаимодействия: две тележки и пластина; изменение скорости лодок в результате взаимодействия; взаимодействие ружья и пули; а также взаимодействие человека и лодки.

2. Все опыты, описанные в этом параграфе, показывают, что при данных взаимодействиях изменяются скорости обоих тел.

3. Пуля находится в покое относительно ружья перед выстрелом. Во время выстрела пуля устремляется вперед, а на ружье действует отдача, вследствие которой оно движется назад. Это и есть вся суть взаимодействия ружья и пули.

## **§20. МАССА ТЕЛА. ЕДИНИЦЫ МАССЫ**

1. Две разные по массе тележки взаимодействуют друг с другом. После того как пережгли нить, тележки начинают двигаться в противоположные сторо-

ны. Тележка с меньшей массой движется быстрее и проходит больший путь, а тележка с большей массой имеет меньшую скорость и, соответственно, путь проходит меньший.

2. Если после взаимодействия скорости изначально покоившихся тележек одинаковы, то и их массы одинаковы. Если же их скорости различны, то у тележки с меньшей массой будет скорость больше, а тележка, обладающая большей массой, будет иметь скорость меньше. И пути, пройденные этими тележками, будут также зависеть от массы.

3. На практике используют такие единицы массы, как: миллиграмм, грамм, килограмм, тонна (мг, г, кг, т).

## Упражнение 6

1.

Для решения данного задания нужно вспомнить единицы массы:

$$1\text{ т} = 1000\text{ кг}$$

$$1\text{ кг} = 1000\text{ г}$$

$$1\text{ кг} = 1000000\text{ мг}$$

$$1\text{ г} = 0,001\text{ кг}$$

$$1\text{ мг} = 0,001\text{ г}$$

$$1\text{ мг} = 0,000001\text{ кг}$$

Теперь выполним задачу:

$$3\text{ т} = 3000\text{ кг}$$

$$0,25\text{ т} = 250\text{ кг}$$

$$300 \text{ г} = 0,3 \text{ кг}$$

$$150 \text{ г} = 0,15 \text{ кг}$$

$$10 \text{ мг} = 0,00001 \text{ кг}$$

2.

Лодка приобрела скорость, равную 1 м/с. Так как масса мальчика равна 40 кг, что в свою очередь в 2 раза меньше массы лодки (она равна 80 кг), то и скорость мальчика будет в 2 раза больше скорости лодки.

3.

При решении задачи воспользуемся законом сохранения импульса:

Дано:  $V_1 = 700 \text{ м/с}$   $V_1$  — скорость пули

$V_2 = 1,6 \text{ м/с}$   $V_2$  — скорость винтовки при от-

даче:

$$m_1 = 10 \text{ г}$$

$m_1$  — масса пули

Найти  $m_2 = ?$

$m_2$  — масса винтовки

Решение:

$$m_1 V_1 = m_2 V_2$$

$$m_1 = \frac{m_2 V_2}{V_1} = \frac{0,01 \cdot 700}{1,6} = 4,375 \text{ кг}$$

Ответ: масса винтовки 4,375 кг

## **§21. ИЗМЕРЕНИЕ МАССЫ ТЕЛА НА ВЕСАХ**

1. Нужно сравнить скорости этих тел при взаимодействии. Узнав, как относятся скорости друг к другу, применим это условие и к массам. Таким образом, зная массу одного тела, можно определить массу другого.

2. Условие равновесия возникает тогда, когда на обеих чашах весов находятся тела с равной массой.

3. Чтобы определить массу тела, нужно на одну чашку весов поместить тело, массу которого нужно узнать. На другую чашу поочередно устанавливать гири, массы которых нам известны. Эту процедуру проделывать до тех пор, пока весы не уравновесятся.

### **Задание №14**

Масса воды больше массы льда. Это объясняется следующим: Если пренебречь незначительным изменением объема, а взять во внимание и сравнивать только плотности воды и льда, то окажется, что плотность воды больше, чем плотность льда, а так как масса прямо пропорциональна плотности, то и стакан с водой будет весить больше стакана со льдом.

## §22. ПЛОТНОСТЬ ВЕЩЕСТВА

1. Плотность-это физическая величина, которая равна отношению массы тела к его объему:  $\rho = \frac{m}{V}$  ;  
где  $m$  — масса тела,  $V$  — объем тела,  $\rho$  — плотность вещества.

2. В СИ единицей плотности вещества является килограмм на метр кубический (кг/м<sup>3</sup> ).

3. Также часто плотность выражают в граммах на кубический сантиметр (г/см<sup>3</sup>).

### Упражнение 7

1.

Это значит, что если поставить на весы один кубический метр Осмия, то увидим, что его масса равна 22600 кг или 22,6 т.

2.

Плотность серебра больше плотности цинка;  
плотность мрамора больше плотности бетона;  
плотность спирта больше плотности бензина.

3.

В условии прописано, что объем всех кубиков одинаков, поэтому, сравнивая их массу, будем обращать внимание только на плотность. Взяв данные из таблицы 2, мы увидим, что большую массу имеет ку-



бик латуни ( $\rho_{\text{латуни}} = 8500 \text{ кг/м}^3$ ), а меньшую — кубик льда ( $\rho_{\text{льда}} = 900 \text{ кг/м}^3$ )

4.

Чтобы решить данную задачу, вспомним:

$$m = \rho \cdot V, \quad \rho = \frac{m}{V}$$

Теперь подставим наши значения:

$$\rho = \frac{12 \text{ г}}{100 \text{ см}^3} = 0,12 \text{ г/см}^3 = 120 \text{ кг/м}^3$$

5.

Дано:  $a = 2,5 \text{ см}$ ,  $b = 1 \text{ см}$ ,  $c = 0,7 \text{ см}$ ,  $m = 0,32 \text{ г}$

Найти  $\rho$

Воспользуемся формулой  $m = \rho V$ ,  $\rho = m/V$

Найдем, чему равен объем кусочка:

$$V = abc$$

Запишем конечную формулу и подставим значения:

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{0,32}{2,5 \cdot 1 \cdot 0,7} = 0,18 \text{ г/см}^3$$

## **Задание №15**

Как нам уже известно, плотность есть отношение массы к объему. Массу шарика мы без труда узнаем с помощью имеющихся весов. А вот объем шарика определяется следующим образом: в измерительный цилиндр наливаем достаточное количество воды, и запоминаем, на какой отметке находится уровень налитой воды, затем опускаем в цилиндр шарик. Вода поднимается на некоторый уровень. Теперь найдем разность двух чисел (объем воды без шарика и объем воды с погруженным в цилиндр шариком). Это и будет объем нашего шарика. Объяснение этого утверждения будет рассмотрено позднее в курсе физики. Теперь нам лишь осталось разделить массу на объем и получим плотность материала, из которого изготовлен шарик.

## **§23. РАСЧЁТ МАССЫ И ОБЪЁМА ТЕЛА ПО ЕГО ПЛОТНОСТИ**

1. Чтобы вычислить массу тела, если известны его объем и плотность, надо плотность умножить на объем  $m = \rho V$ .

2. Если известны масса тела и его плотность, то объем тела можно выразить следующей формулой: (т.е. объем будет равен)  $V = m/\rho$

## Упражнение 8

1.

Дано:

$$\rho_{\text{сп}} = 800 \text{ кг/м}^3$$

$$\rho_{\text{м}} = 1030 \text{ кг/м}^3$$

$$\rho_{\text{рт}} = 13600 \text{ кг/м}^3$$

$$V = 0,5 \text{ л} = 0,0005 \text{ м}^3$$

Обозначения, используемые в данной задаче:

$\rho_{\text{сп}}$  — плотность спирта

$\rho_{\text{м}}$  — плотность молока

$\rho_{\text{рт}}$  — плотность ртути

Найти:  $m_{\text{сп}}$ ;  $m_{\text{м}}$ ;  $m_{\text{рт}}$

$m_{\text{сп}}$  — масса спирта

$m_{\text{м}}$  — масса молока

$m_{\text{рт}}$  — масса ртути

Воспользуемся формулой для вычисления массы:

$$m = \rho V$$

$$m_{\text{сп}} = 800 \cdot 0,0005 = 0,4 \text{ кг}$$

$$m_{\text{м}} = 1030 \cdot 0,0005 = 0,515 \text{ кг}$$

$$m_{\text{рт}} = 13600 \cdot 0,0005 = 6,8 \text{ кг}$$

2.

Дано:  $m = 108 \text{ г}$  льда

Найти:  $V$  льда

Чтобы решить данную задачу, нам не хватает данных, а именно — значения плотности льда. Обратимся к таблице и увидим, что плотность  $\rho_{\text{льда}} = 0,9 \text{ см}^3$

Воспользуемся знакомой формулой  $m = \rho V$ ,  $V = m/\rho$

$$V = \frac{108}{0,9} = 120 \text{ см}^3$$

Ответ: объем льда  $120 \text{ см}^3$

3.

Дано:  $V = 5 \text{ л} = 0,005 \text{ м}^3$ ,  $\rho = 800 \text{ кг/м}^3$

Найти:  $m$

В этой задаче все данные нам известны, поэтому подставляем в формулу:  $m = \rho V = 0,005 \cdot 800 = 4 \text{ кг}$

Ответ:  $4 \text{ кг}$

4.

Дано:  $m_{\text{груз}} = 3 \text{ т} = 3000 \text{ кг}$

$a = 3 \text{ м}$ ;  $b = 60 \text{ см} = 0,6 \text{ м}$ ;  $c = 4 \text{ мм} = 0,004 \text{ м}$

$\rho_{\text{ж}} = 7800 \text{ кг/м}^3$

В этой задаче требуется найти  $n$  — количество листов железа, которое можно погрузить в лифт, грузоподъемность которого  $m_{\text{груз}} = 3000 \text{ кг}$

Решение:  $n = m_{\text{груз}}/m$ , где  $m$  — масса одного листа железа.

$$m = \rho V = \rho \cdot a \cdot b \cdot c$$

$$n = \frac{m_{\text{груз}}}{\rho a b c} = \frac{3000}{7800 \cdot 3 \cdot 0,6 \cdot 0,004} = 53,4$$

Так как нам нужно точное число листов, то, округлив ответ в меньшую сторону, получим, что 53 листа железа можно погрузить в лифт.

5.

Дано:  $m = 0,515$  кг;  $\rho_m = 1030$  кг/м<sup>3</sup>

Найти  $V$

$$m = \rho V, V = m/\rho = \frac{0,515}{1030} = 0,0005 \text{ м}^3$$

Мы уже знаем, что  $0,0005 \text{ м}^3 = 0,5$  л

Ответ: 0,5 л

### Задание №16

Плотность меда рассчитаем по известной формуле:

$$\rho = m/V$$

Масса меда равна 400 грамм, а объем равен 300 см<sup>3</sup>. Подставим наши значения в формулу:  $\rho = 400/300 = 1,33$  г/см<sup>3</sup>. Сравнивая наше значение с табличным, удостоверимся, что мы не ошиблись:  $\rho_{\text{меда}} = 1,35$  г/см<sup>3</sup>.

## §24. СИЛА

1. Скорость тела меняется при взаимодействии его с другими телами. Зачастую не указывают, какое тело и как действовало на данное тело. Просто говорят, что на тело действует сила или к нему приложена сила. Под действием силы тело меняет свою скорость.

2. Сила является мерой взаимодействия тел. Сила, как и скорость, является векторной величиной, то есть, она характеризуется не только числовым значением, но и направлением.

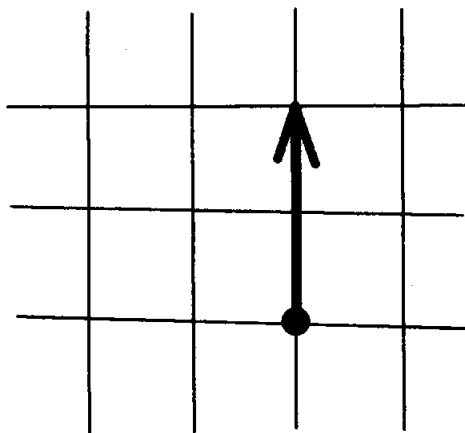
3. На чертеже силу изображают в виде отрезка прямой со стрелкой на конце. Начало отрезка — есть точка приложения силы. Длина отрезка условно обозначает в определенном масштабе модуль силы. Пример обозначения силы приведен в учебнике (рисунок 60.).

### Упражнение 9

1.

Чтобы выполнить данное задание, необходимо уяснить, что сила — это величина векторная. Она характеризуется не только числовым значением, но и направлением. В нашей задаче направление не имеет смысла, зато большую роль играет численное значение силы, равное  $2\text{Н}$ . А также основополагающим моментом является масштаб: 1 клеточка — 1 ньютон.

При построении данного графика направление силы мы выбрали произвольно, но учли ее численное значение.



## **§25. ЯВЛЕНИЕ ТЯГОТЕНИЯ. СИЛА ТЯЖЕСТИ**

1. Потому что на них действует сила притяжения Земли.

2. Сила, с которой Земля притягивает к себе тело, называется силой тяжести. Сила тяжести обозначается буквой  $F$  с индексом:  $F_{\text{тяж}}$ .

3. Земной шар немного приплюснут у полюсов, поэтому тела, находящиеся около полюсов, расположены немного ближе к центру Земли. В связи с этим, сила тяжести на полюсе немного больше, чем

на экваторе или на других широтах. Сила тяжести на вершине горы несколько меньше, чем у подножия.

4. Сила тяжести прямо пропорциональна массе тела, на которое она действует.

5. Сила тяжести, действующая на тело, направлена вертикально вниз.

## **§26. СИЛА УПРУГОСТИ. ЗАКОН ГУКА**

1. Чтобы понять этот процесс, можно рассмотреть опыт с гирей и доской (рис.64). Под действием гири доска начинает прогибаться, т.е. возникает деформация. Но и доска, в свою очередь, действует на гирию с некоторой силой. Эта сила пытается вернуть доску в первоначальное положение, и она направлена вертикально вверх. Данная сила носит название силы упругости.

2. Деформация-это изменение взаимного расположения молекул тела относительно друг друга.

3. Деформации бывают разных видов: растяжение, сжатие (см.рис.64), сдвиг, изгиб (см рис. 64), кручение.

4. Закон Гука: изменение длины тела при растяжении (или сжатии) прямо пропорционально модулю силы упругости.



5. Сила упругости зависит от двух параметров: удлинения тела и коэффициента пропорциональности, который называется жесткостью.

## **§27. ВЕС ТЕЛА**

1. Вес тела - это сила, с которой тело вследствие притяжения к Земле действует на опору или подвес.

2. Эти две силы различаются точкой приложения. Сила тяжести приложена к телу (рис. 67 а), а вес - к опоре или подвесу (рис. 67 б).

## **§28. ЕДИНИЦЫ СИЛЫ. СВЯЗЬ МЕЖДУ СИЛОЙ ТЯЖЕСТИ И МАССОЙ ТЕЛА**

1. Нам известно, что сила-это физическая величина. А значит, её можно измерить, т.е. сравнить с силой, принятой за единицу.

2. Сила является причиной изменения скорости тела. Именно поэтому за единицу силы принята сила, которая за время 1 с изменяет скорость тела массой 1 кг на 1 м/с. В честь английского физика Исаака Ньютона эта единица названа ньютоном (1Н).

3. Чтобы определить силу тяжести, действующую на тело любой массы, необходимо  $9,8 \text{ Н/кг}$  умно-

жить на массу этого тела. При этом не забыть соблюсти размерности, а именно массу выразить в килограммах.

4. Формула, по которой определяется вес тела, записывается следующим образом:  $P=mg$ , где  $P$ -вес тела,  $m$ -масса тела,  $g$ -ускорение свободного падения. При решении задач, когда не требуется большой точности,  $g=9,8 \text{ Н/кг}$  округляют до  $g=10 \text{ Н/кг}$ .

### Упражнение 10

1.

При решении данной задачи нам потребуется всего одна формула  $F_{\text{тяж}} = mg$ . Но также следует не забывать про размерности.

При  $m = 3,5 \text{ кг}$ ;  $F_{\text{тяж}} = mg = 3,5 \cdot 9,8 = 34,3 \text{ Н}$

При  $m = 400 \text{ г} = 0,4 \text{ кг}$ ;  $F_{\text{тяж}} = mg = 0,4 \cdot 9,8 = 3,92 \approx 4 \text{ Н}$

При  $m = 1,5 \text{ т} = 1500 \text{ кг}$ ;  $F_{\text{тяж}} = mg = 1500 \cdot 9,8 = 14700 \text{ Н} \approx 15 \text{ кН}$

При  $m = 60 \text{ г} = 0,06 \text{ кг}$ ;  $F_{\text{тяж}} = mg = 0,06 \cdot 9,8 = 0,588 \approx 0,6 \text{ Н}$

2.

Дано:  $m_1 = 5 \text{ кг}$ ;  $m_2 = 0,3 \text{ кг}$ ;  $g = 10 \text{ Н/кг}$

Найти:  $P$

При решении задач на эту тему: обычно  $g = 9,8 \text{ Н/кг}$  округляем до  $g = 10 \text{ Н/кг}$

Воспользуемся знакомой формулой  $P = mg$

Для первого тела  $P = m_1 g = 5 \cdot 10 = 50 \text{ Н}$

Для второго тела  $P = m_2 g = 0,3 \cdot 10 = 3 \text{ Н}$

3.

Дано:  $P = 700 \text{ Н}$ ;  $g = 9,8 \text{ Н/кг}$

$$P = mg$$

$$m = \frac{P}{g} = \frac{700}{9,8} \approx 71 \text{ кг}$$

Вес — сила воздействия на опору.

4.

Чтобы без труда решить эту задачу, необходимо вспомнить, что  $1 \text{ кН} = 10^3 \text{ Н}$ , поэтому:

$$240 \text{ кН} = 240000 \text{ Н}$$

$$25 \text{ кН} = 25000 \text{ Н}$$

$$5 \text{ кН} = 5000 \text{ Н}$$

$$0,2 \text{ кН} = 200 \text{ Н}$$

5.

Дано:  $m = 5 \text{ кг}$

Найти:  $F_{\text{тяж}}$ ,  $P$

Мы уже знаем, что  $P = mg$  и  $F_{\text{тяж}} = mg \Rightarrow P = F_{\text{тяж}}$

$$P = F_{\text{тяж}} = mg = 5 \cdot 10 = 50 \text{ Н}$$

Ранее было отмечено, что вес — это сила воздействия на опору. А сила тяжести, в свою очередь, —

это сила, с которой тело притягивается к Земле под действием поля тяготения Земли.

## **§29. СИЛА ТЯЖЕСТИ НА ДРУГИХ ПЛАНЕТАХ. ФИЗИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЛАНЕТ**

1. Вокруг солнца движутся 8 больших планет (рис.70).

2. Планеты земной группы — Меркурий, Венера, Земля, Марс и планеты гиганты — Юпитер, Сатурн, Уран, Нептун.

3. Спутники удерживаются вблизи планет силами тяготения

4. На этот счет существует прямая зависимость, т.е. чем больше масса планеты, тем, соответственно, больше сила притяжения.

### **Задание №17**

Астероид — небольшое планетоподобное тело Солнечной системы (малая планета). Название «астероид» происходит от греческого слова «подобный звезде». Названы эти объекты были Уильямом Гершелем на основании того, что эти объекты при наблюдении в телескоп выглядели как точки звёзд — в отличие от планет, которые при наблюдении в теле-

скоп выглядят дисками. Точное определение термина «астероид» до сих пор не является установившимся. Термин «малая планета» (или «планетоид») не подходит для определения астероидов, так как указывает и на расположение объекта в Солнечной системе. Однако не все астероиды являются малыми планетами. Одним из способов классификации астероидов является определение размера. Действующая классификация определяет астероиды, как объекты с диаметром более 50 м, отделяя их от метеорных тел, которые выглядят как крупные камни, или могут быть ещё меньше. Классификация опирается на утверждение, что астероиды могут уцелеть при входе в атмосферу Земли и достигнуть её поверхности, в то время, как метеоры, как правило, полностью сгорают в атмосфере.

Несколько тысяч астероидов известны под собственными именами. Полагают, что насчитывается до полумиллиона астероидов с диаметром более полутора километров, а объектов, имеющих размеры более 1 км, в Солнечной системе может находиться от 1.1 до 1.9 миллиона. Большинство орбит астероидов сконцентрировано в поясе астероидов между орбитами Марса и Юпитера на расстояниях от 2,0 до 3,3 а.е. от Солнца. Общая масса всех астероидов главного пояса оценивается в  $3,0\text{--}3,6 \cdot 10^{21}$  кг, что составляет всего около 4 % от массы Луны. Имеются, однако, и астероиды, чьи орбиты лежат ближе к Солнцу, типа группы Амура, группы Аполлона и группы Атина. Кроме того, имеются и более далекие от Солнца, типа центавров. На орбите Юпитера находятся троянцы, которых открыто уже более 1560 (первый открыт в 1906 году). 21 августа 2001 года от-

крыт маленький астероид 2001 QR322 на орбите Нептуна. Через год стало ясно, что это первый «тро-янец» газового гиганта.

На 2 октября 2001г астрономы всего мира наблюдали 146.677 астероидов. Орбиты 30.716 из них определены и они получили собственные номера. Имена присвоены 8.914 астероидам. В последнее время, в связи с совершенствованием методов астрономических наблюдений, количество открытых астероидов растет в геометрической прогрессии, удваиваясь каждые два года, а вот присвоение новых названий идет с «постоянной скоростью» — примерно 1200 названий в год. По состоянию на 10 января 2010 в базах данных насчитывалось 482419 объектов, у 231665 точно определены орбиты и им присвоен официальный номер. 15615 из них на этот момент имели официально утверждённые наименования.

### **§30. Динамометр**

1. Прибор для измерения силы называется динамометр (от греч. динамис-сила, метрео-измеряю).

2. Простейший динамометр можно изготовить из пружины с крючком, укрепленной на дощечке (рис. 72 а). К нижнему концу пружины прикрепляют указатель, а на доску наклеивают полоску белой бумаги.

3. Для того чтобы измерить десятые доли ньютона, нужно нанести деления — 0,1; 0,2; 0,3; 0,4 и т.д.

Для этого расстояния между отметками 0 и 1; 1 и 2; 2 и 3; 3 и 4 и далее делят на десять равных частей.

4. Нам известны следующие виды динамометров: медицинские, ртутные, силовые, электрические, гидравлические, тяговые и др.

### Упражнение 11

1.

Цена деления левого динамометра:

$$C = \frac{2-1}{10} = 0,1 \text{ Н, сила тяжести, действующая на}$$

груз, подвешенный к нему, равна 1 Н.

Цена деления правого динамометра:

$$C = \frac{3-2}{2} = 0,5 \text{ Н, сила тяжести, действующая на}$$

груз, подвешенный к нему, равна 6 Н.

2.

Вес груза на левом динамометре равен 1 Н.

Все груза на правом динамометре равен 6 Н

3.

На рис. 76 а) мы видим, что пружина растягивается под действием силы, действующей со стороны груза массой  $m = 102 \text{ г} = 0,102 \text{ кг}$ . Эта сила равна весу груза:

$$P = mg = (m_1 + m_2) \cdot g = 0,204 \cdot 10 = 2,04 \text{ Н}$$

## **§31. СЛОЖЕНИЕ ДВУХ СИЛ, НАПРАВЛЕННЫХ ПО ОДНОЙ ПРЯМОЙ. РАВНОДЕЙСТВУЮЩАЯ СИЛ**

1. На парашютиста, спускающегося на землю, действуют сила тяжести и сила сопротивления воздуха. На тело, висящее на пружине, действуют две силы: сила тяжести и сила упругости пружины. На санки, скатывающиеся с горы, действует сила тяжести и сила трения санок о снег.

2. Сила, которая производит на тело такое же действие, как несколько одновременно действующих сил, называется равнодействующей этих сил.

3. У нас имеется пружина и два груза весом 1 и 2Н. Подвесив их на пружину, сделаем отметку, на какую длину она растянулась. Затем возьмем один груз весом 3Н, и увидим, что пружина растянулась на такую же длину. Из этого опыта следует, что равнодействующая этих сил, направленных по одной прямой в одну сторону, направлена в ту же сторону, а её модуль равен сумме модулей составляющих сил. Аналитически это будет выглядеть так:  $R = F_1 + F_2$

4. Равнодействующая двух сил, направленных по одной прямой в противоположные стороны, направлена в сторону большей по модулю силы, а её модуль равен разности модулей составляющих сил. Это отображено на рис. 80. Аналитиче-



ски это условие записывается следующим образом:  $R = F_2 - F_1$

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

## Упражнение 12

1.

Дано:  $m_1 = 70$  кг;  $m_2 = 20$  кг

Найти:  $P$

При решении этой задачи следует отметить, что сила давления  $P$  будет равняться сумме 2-х давлений  $P_1$  и  $P_2$ , т.е.:

$P$  — равнодействующее давление

$P_1$  — давление человека

$P_2$  — давление ящика

$P = P_1 + P_2$ ;  $P_1 = m_1 g$ ;  $P_2 = m_2 g$

$P = m_1 g + m_2 g$   $g(m_1 + m_2) = 10 \cdot 90 = 900$  Н

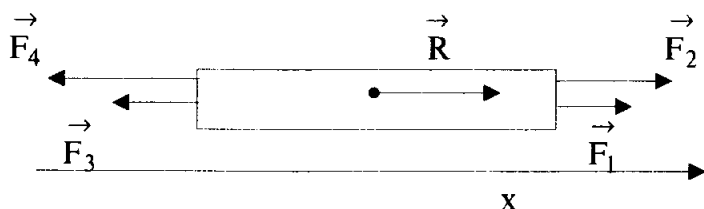
Ответ:  $P = 900$  Н

2.

Дано:  $\vec{F}_1 = 330$  Н;  $\vec{F}_2 = 380$  Н;  $\vec{F}_3 = 300$  Н;  $\vec{F}_4 = 400$  Н

Найти:  $\vec{R}$

Для начала изобразим действие каждой силы на рисунке и определим, куда будет направлена равнодействующая:



Опустим проекцию на ось  $x$  каждой силы:

$$R = F_1 + F_2 - F_4 - F_3$$

$$R = 330 + 380 - 400 - 300 = 10 \text{ Н}$$

Мы получили  $R = 10 \text{ Н}$ , она направлена вдоль оси  $x$ , в этом же направлении и будет двигаться канат.

Ответ:  $R = 10 \text{ Н}$  (вправо)

3.

Ключевым словом в этой задаче является равномерное движение. А оно возможно в 2-х случаях: когда на тело не действуют силы, или: действия сил скомпенсированы. Так как первый случай нам по условию не подходит (ведь  $F_{\text{тяж}} = 700 \text{ Н}$ ), то учитываем скомпенсированность сил. Сила сопротивления воздуха уравнивается силой тяжести, т.е. они направлены в противоположные стороны. Следовательно, сила сопротивления воздуха также равна  $700 \text{ Н}$ .

## §32. СИЛА ТРЕНИЯ

1. С проявлением силы трения мы сталкиваемся постоянно. При катании на лыжах: если не толкаться вперед палками, то лыжи остановятся в результа-

те трения о снег. При езде на велосипеде: если прекратить крутить педали, то из-за трения между колесами и землей мы тоже остановимся. Когда катаемся с горки зимой на санках, то после спуска с горы через некоторое время санки тормозят, потому что возникает сила трения между санками и льдом.

2. Причины возникновения силы трения следующие: шероховатость поверхностей соприкасающихся тел и взаимное притяжение молекул этих тел. Первая причина понятна на интуитивном уровне. А вот вторую следует объяснить. В случае, когда тела хорошо отполированы, при соприкосновении часть их молекул располагается очень близко друг к другу. Таким образом и проявляется сила трения, возникшая при соприкосновении частиц тела.

3. Силу трения можно уменьшить во много раз, если ввести слой смазки между соприкасающимися телами. В этом случае будут соприкасаться не тела, а слои смазки.

4. Трение скольжения и трение качения.

5. Чтобы измерить силу трения, сделаем опыт. Возьмем динамометр и прикрепим его к деревянному бруску, который лежит на столе. Будем равномерно и горизонтально тянуть динамометр. При таких условиях на тело будут действовать две силы: сила упругости пружины и сила трения. Они будут направлены в противоположные стороны, но так как движение равномерное, то модули этих сил рав-

ны. И теперь, зная силу упругости пружины, узнаем и силу трения бруска о стол.

6. Если проделать тот же опыт, который описан в выше, но при этом на брусок положить груз, то динамометр покажет большее значение силы трения. Из этого следует вывод: чем больше сила, прижимающая тело к поверхности, тем больше возникающая при этом сила трения.

7. Положив деревянный брусок на круглые палочки, можно измерить силу трения качения (рис. 83,б). Она оказывается меньше силы трения скольжения. Таким образом, при равных нагрузках сила трения качения всегда меньше силы трения скольжения. Трение качения широко используется в технике: движение колес автомобиля, применение блоков для поднятия груза на высоту, и др.

### **Упражнение 13**

На рис. 84 на лыжника действует сила трения скольжения, эта сила возникает между соприкасающимися телами при их относительном движении.

## **§33. ТРЕНИЕ ПОКОЯ**

1. Сила, удерживающая тела на наклонной плоскости, называется силой трения покоя.

2. Шкаф сдвигается с места, когда к нему приложена сила, которая больше силы трения покоя, удерживающей его на месте. Люди на транспортере удерживаются силой трения покоя. А также эта сила удерживает гвоздь, вбитый в доску, и т.п.

## **§34. ТРЕНИЕ В ПРИРОДЕ И ТЕХНИКЕ**

1. Без трения покоя люди и животные не смогли бы ходить. Не будь трения, предметы выскальзывали бы из рук. Сила трения останавливает автомобиль при торможении. Зимой дорогу и тротуары посыпают песком, дабы увеличить трение.

Сила трения снижает эффективность работы двигателей и других механизмов автомобиля и ж/д составов, но без нее вообще движение было бы невозможным.

2. Во всех машинах из-за трения нагреваются и изнашиваются детали. Чтобы преодолеть силу трения, сжигается большое количество топлива.

3. Для увеличения силы трения, поверхности соприкасающихся тел делают более шероховатыми. А для её уменьшения- используют различные смазки.

4. Подшипник используют, чтобы уменьшить трение вращающихся валов машин и станков.

5. Шариковые подшипники отличаются от подшипников скольжения наличием между вкладышей шариков, которые более снижают силу трения. Это объясняется тем, что сила трения качения меньше силы трения скольжения.

## **ГЛАВА 3**

### **ДАВЛЕНИЕ ТВЁРДЫХ ТЕЛ. ЖИДКОСТЕЙ И ГАЗОВ**

#### **§35. ДАВЛЕНИЕ. ЕДИНИЦЫ ДАВЛЕНИЯ**

1. По рыхлому снегу человек идет с большим трудом, но стоит ему надеть лыжи, то он может идти, почти не проваливаясь. Если взять спицу для вязания и поднести ее к листу бумаги, а затем надавить с некоторой небольшой силой, то она не проткнет его. А если те же действие произвести с иглой для шитья, то дырка на листе бумаги появится. Эти два опыта доказывают, что действие силы зависит от площади опоры, на которую она действует.

2. Человек, идущий на лыжах, не проваливается в снег, потому что площадь опоры, на которую распределяется сила тяжести, действующая на человека, достаточно большая, чтобы удержать его на снегу.

3. Площадь соприкосновения острой кнопки и тупой разная. И если надавить на обе кнопки с одинаковой силой, то острая войдет в дерево легче, чем тупая.

4. В углы небольшой доски вбивают гвозди. Сначала гвозди, вбитые в доску, устанавливают на песке остриями вверх и кладут на доску гирю. В этом случае шляпки гвоздей незначительно вдавливаются в песок. А потом доску переворачивают шляпками вверх, в этом случае гвозди намного больше углубляются в песок. Это объясняется тем, что площадь опоры стала меньше, а сила, действующая на доску, сохранилась.

5. Единица давления — ньютон на квадратный метр ( $1\text{Н/м}^2$ ). Названа в честь Блеза Паскаля, она называется паскалем (Па). Также используются другие единицы давления: гектопаскаль (гПа) и килопаскаль (кПа).

## Упражнение 14

1.

Чтобы выполнить это задание нужно уяснить, что:

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

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

$$5 \text{ гПа} = 500 \text{ Па}$$

$$0,02 \text{ Н/см}^2 = 200 \text{ Па}$$

$$0,4 \text{ кПа} = 400 \text{ Па}$$

$$10 \text{ Н/см}^2 = 100000 \text{ Па}$$

$$10000 \text{ Па} = 100 \text{ гПа} = 10 \text{ кПа}$$

$$5800 \text{ Па} = 58 \text{ гПа} = 5,8 \text{ кПа}$$



2.

Для решения этой задачи будем пользоваться формулой:

$p = F/S$ , где  $p$  — давление гусениц трактора на почву,  $F$  — сила тяжести,  $S$  — площадь гусениц.

Дано:  $m = 6610$  кг

$S = 1,4$  м<sup>2</sup>

$g = 10$  Н/кг

Найти:  $p$

Решение:

$$p = \frac{F}{S} = \frac{mg}{S} = \frac{6610 \cdot 10}{1,4} = 47210 \text{ Па} \approx 47 \text{ кПа}$$

Ответ:  $p = 47$  кПа; примерно в 3 раза

3.

В этой задаче будем использовать формулу, что и в предыдущей.

Дано:  $F = 600$  Н;  $a = 20$  см =  $0,2$  м;  $b = 0,5$  мм =  $0,0005$  м

Найти:  $p$

Решение:

$$p = \frac{F}{S} = \frac{F}{a \cdot b} = \frac{600}{0,2 \cdot 0,0005} = 6000000 \text{ Па} = 6000 \text{ кПа}$$

Затачивая режущий край лопаты, мы таким образом уменьшаем его площадь, следовательно, увеличиваем давление на почву (так как  $p = F/S$ ). Из-за этого нам требуется меньше усилий приложить для того, чтобы вогнать лезвие лопаты в землю.

Ответ:  $6000$  кПа ( $6 \cdot 10^3$  кПа)

4.

Решая эту задачу, следует не упустить того момента, что мальчик стоит на двух лыжах, следовательно, площадь нужно умножить на 2.

Дано:  $m = 45$  кг;  $a = 1,5$  м;  $b = 10$  см =  $0,1$  м;  $g = 10$  Н/кг

Найти:  $p$

Решение:

$$p = \frac{F}{S} = \frac{mg}{2ab} = \frac{45 \cdot 10}{2 \cdot 1,5 \cdot 0,1} = 1500 \text{ Па}$$

Ответ:  $p = 1500$  Па; примерно в 10 раз.

## Задание №18

Во втором случае бутылка вошла в песок глубже, чем в первом, потому что площадь бутылки, которая соприкасается с песком, уменьшилась. А так как давление обратно пропорционально площади, то оно увеличилось, тем самым перевернутая вверх дном бутылка вошла в песок глубже, чем бутылка, стоящая на дне.

## §36. СПОСОБЫ УМЕНЬШЕНИЯ И УВЕЛИЧЕНИЯ ДАВЛЕНИЯ

1. При построении здания фундамент делают большим по площади для того, чтобы уменьшить давление на грунт. Шины грузовых автомобилей дела-

ют широкими; трактора, танки и болотоходы имеют большую опорную площадь гусениц, из-за этого они проходят по болотистой местности.

2. У сельскохозяйственных машин делают колеса с широкими ободами, для того, чтобы уменьшить давление на плодородные и рыхлые почвы.

3. Это происходит потому, что площадь соприкосновения маленькая, и поэтому при небольшом усилии создается достаточно большое давление. Ввиду этого с такими инструментами удобно работать.

## **Упражнение 15**

1.

Большее давление на зажатое тело можно произвести с помощью клещей, потому что площадь соприкасаемых резцов меньше.

2.

Если человек выбирается из полыньи с помощью доски, то сила, которую он прикладывает, чтобы вылезти из воды, распределяется по всей площади доски, следовательно, давление на лед будет меньше, чем если бы он выбирался только при помощи рук. Потому вероятность того, что лед провалится под доской, — меньше.

3.

Шайба увеличивает площадь опоры. При этом уменьшается давление на детали, скрепленные с помощью болта и гайки.

Для предохранения древесины, скрепляя болтами детали, под головки болтов и под гайки необходимо подкладывать шайбы, ведь они уменьшают давление за счет своей площади.

### Задание №19

1. В учебнике подробно написано, как определить площадь подошвы. Проделав это, выясним, что к примеру площадь подошвы равна  $340 \text{ см}^2 = 0,034 \text{ м}^2$ . А масса пусть будет равна 60 кг. Тогда давление рассчитаем по формуле:

$$p = F/S = 60 \cdot 10 / 0,034 = 17647 \text{ Па} = 17,6 \text{ кПа}.$$

Давление, оказываемое стоя на месте на обеих ногах, будет вдвое меньше, т.е. 8,8 кПа.

2. Чтобы игла пробила монетку, еще необходимо обломать верхний конец иглы, чтобы удар молотка пришелся по всей площади пробки. Это явление объясняется тем, что при сильном ударе молотка, почти все давление приходится на нижний конец иглы, который имеет малую площадь, вследствие чего возникает огромное давление на монетку и в ней образовывается отверстие.

3. С понятием давления мы сталкиваемся в самых различных областях современной техники. Нам приходится решать задачи получения высоких давлений, или наоборот, снижения давления, производимого на те или иные опоры.

Уменьшение давления	Увеличение давления
1. Шпалы, рельсы	1. Топор, лопата
2. Шасси самолета	2. Коса
3. Широкие шипы автомобилей	3. Резец, нож, ножницы
4. Гусеницы снегохода, трактора, танка	4. Гвозди, кнопки, иголки
5. Лыжи	5. Когти, зубы, клювы, клыки
6. Фундаменты зданий, сооружений	6. Колючки, иглы растений

— Как видно из таблицы, прежде всего с проблемой давления мы встречаемся на транспорте. Наши железнодорожные пути, дороги, взлетные полосы должны надёжно выдерживать давление различного транспорта, как легкого, так и тяжелого.

К этому ведут два пути. Во-первых, необходимо укреплять дороги (делать твердые покрытия). Во-вторых, нужно ограничивать вес транспорта и распределять вес на большую площадь опоры. Чтобы давление транспорта не превышало норму, необходимо с увеличением веса транспорта увеличивать и площадь опоры.

Поэтому весь тяжелый транспорт: поезда, самолёты, грузовые автомобили, самосвалы имеют

либо широкие и большие колеса; либо многоосные колеса, либо гусеницы.

## §37. ДАВЛЕНИЕ ГАЗА

1. Газы занимают весь предоставленный им объем и принимают форму сосуда, в котором они находятся.

2. Давление газа на стенки сосуда (и на помещенное в газ тело) вызывается ударами молекул газа.

3. Для доказательства этого свойства рассмотрим опыт. Под колокол воздушного насоса поместим завязанный резиновый шарик, который содержит небольшое количество воздуха. Потом откачаем воздух из под колокола, тем самым уменьшим число молекул, которые ударяются о внешнюю оболочку шарика. При таком условии мы увидим, что шарик начинает надуваться, ведь число молекул воздуха, которые ударяются о внутренние стенки шарика, не изменилось. Этот опыт показывает, что газ производит давление на стенки сосуда, в котором он находится.

4. Обратившись вновь к нашему опыту, мы увидим, что шарик надувается, и принимает сферическую форму. Именно это показывает, что газ производит одинаковое давление по всем направлениям.

5. Если изменить объем газа в котором он находится, но при этом концентрацию молекул и температуру оставить неизменной, то давление несомненно изменится. При уменьшении объема газа его давление увеличится, так как число ударов о стенки сосуда возрастет. А если, наоборот, увеличить объем, то давление соответственно уменьшится.

6. Для хранения и перевозки газов их сильно сжимают. Поэтому давление производимое ими на стенки сосуда, в который их заключают, очень велико. Из-за такого большого давления газы содержат в специальных баллонах, которые способны его выдержать.

## **Задание №20**

Нам известно: давление газа на стенки сосуда (и на помещенное в газ тело) вызывается ударами молекул газа. А также, давление газа в закрытом сосуде тем больше, чем выше температура газа. В нашем случае шарик является закрытым сосудом; при обливании его холодной водой температура внутри шарика уменьшается, а значит и уменьшается давление газа, поэтому он будет сдуваться. А если мы обольем наш шарик горячей водой (70), то увидим, что он стал увеличиваться в объеме, это произошло из-за увеличения температуры газа, которое и повлекло увеличение давления.

## **§38. ПЕРЕДАЧА ДАВЛЕНИЯ ЖИДКОСТЯМИ И ГАЗАМИ. ЗАКОН ПАСКАЛЯ**

1. Давление, производимое жидкостью или газом, передается не только в направлении действия силы, но и в каждую точку жидкости или газа.

2. На рис. 99 изображен сосуд с газом, который сверху закрыт поршнем. При приложении некоторой силы опустим поршень. Тогда концентрация молекул под поршнем станет больше прежней. Благодаря подвижности частицы газа будут перемещаться по всем направлениям. Вследствие этого, их расположение станет равномерным, но более плотным, чем раньше. Так, если давление на газ около самого поршня увеличить на 1 Па, то это давление во всех точках внутри газа увеличится на 1 Па.

3. На рис. 100 а, изображен полый шар, с прикрепленной к нему трубки с водой. В шаре сделаны узкие отверстия. Если с помощью поршня начать давить на воду, находящуюся в трубке, то мы увидим, что часть воды выталкивается из шара в виде одинаковых струек, которые вытекают из отверстий. Прделав то же самое с дымом (рис. 100 б), мы увидим одинаковые струйки дыма, выходящие из отверстий. Это подтверждает, что газы и жидкости передают производимое на них давление во все стороны без изменения.



4. В данном случае используется закон Паскаля, который гласит: давление, производимое на жидкость или газ, передается в любую точку без изменений во всех направлениях.

## Упражнение 16

1.

Твердое тело передает производимое на него давление только в направлении производимого давления; поскольку частицы сыпучего тела обладают подвижностью друг относительно друга, они передают производимое на них давление во всех направлениях, однако, за счет трения частиц давление передается неравномерно; давление, производимое на жидкость, передается без изменений в каждую точку объема жидкости.

2.

Так как массы газов одинаковы и температура газов неизменна, то давление может измениться только при изменении объема. Из курса учебника мы знаем, что чем меньше объем, тем больше давление на дно и стенки. Исходя из этого, сделаем вывод: давление в меньшем сосуде больше.

3.

Безусловно, давление в камерах колес машины изменилось, а именно — увеличилось.

Вспомним закон Паскаля: «Давление, производимое на жидкость или газ, передается во всех на-

правлениях». Из этого делаем вывод, что давление в шинах везде одинаково.

4.

При увеличении сжатия струйки будут идти сильнее, так как давление внутри шарика возрастает.

## **Задание №21**

Чтобы продемонстрировать закон Паскаля в домашних условиях, нужно проделать несложную процедуру: возьмем пластмассовую бутылку, на дне ее сделаем несколько несимметричных отверстий. Затем наполним ее водой и закроем крышкой. Сожмем верхнюю часть бутылки, и увидим, что из сделанных нами дырок будут бить струйки с одинаковой интенсивностью. Это и будет прямым доказательством того, что давление, производимое на жидкость, передается в любую точку без изменений во всех направлениях.

## **§39. ДАВЛЕНИЕ В ЖИДКОСТИ И ГАЗЕ**

1. Это показывается на опытах, с помощью сосудов, в которых различные уровни жидкости и перемещаемых внутри них трубок, закрытых с одного конца резиновой пленкой.

2. Во многих случаях давление газа, созданное его весом, не принимают во внимание, по причине того, что его плотность в сотни раз меньше плотности жидкости.

## **§40. РАСЧЁТ ДАВЛЕНИЯ ЖИДКОСТИ НА ДНО И СТЕНКИ СОСУДА**

$$1. m = \rho v, v = \rho sh, m = csh.$$

$$P = mg, P = g\rho sh.$$

$$\rho = P/S, p = g\rho sh/S, p = \rho gh, \text{ где}$$

$m$  — масса жидкости

$\rho$  — плотность жидкости

$V$  — объем налитой жидкости в сосуд

$S$  — площадь дна сосуда

$h$  — высота столба жидкости

$P$  — вес жидкости

$p$  — давление производимое жидкостью.

$g$  — ускорение свободного падения

2. Давление жидкости на дно сосуда зависит только от плотности и высоты столба жидкости, причем это прямо пропорциональная зависимость.

3.  $p = \rho gh$  — давление внутри жидкости, в том числе давление снизу вверх, также рассчитывается по этой формуле, так как давление на одной и той же глубине одинаково по всем направлениям

## Упражнение 17

1.

Для решения задачи на эту тему будем пользоваться формулой  $P = \rho gh$ , где  $P$  — давление,  $\rho$  — плотность,  $h$  — высота столбца жидкости.

Дано:

$$\rho_{\text{в}} = 1000 \text{ кг/м}^3 \text{ (плотность воды)}$$

$$\rho_{\text{кер}} = 800 \text{ кг/м}^3 \text{ (плотность керосина)}$$

$$\rho_{\text{рт}} = 13600 \text{ кг/м}^3 \text{ (плотность ртути)}$$

$$h = 0,6 \text{ м}$$

$$g = 10 \text{ Н/кг}$$

Найти:  $P_{\text{в}}$ ,  $P_{\text{кер}}$ ,  $P_{\text{рт}}$  — ?

$$P_{\text{в}} = \rho_{\text{в}} \cdot g \cdot h = 1000 \cdot 10 \cdot 0,6 = 6000 \text{ Па}$$

$$P_{\text{кер}} = \rho_{\text{кер}} \cdot g \cdot h = 800 \cdot 10 \cdot 0,6 = 4800 \text{ Па}$$

$$P_{\text{рт}} = \rho_{\text{рт}} \cdot g \cdot h = 13600 \cdot 10 \cdot 0,6 = 81600 \text{ Па}$$

Ответ: 6 кПа; 4,8 кПа; 81,6 кПа

2.

Дано:  $h = 10900 \text{ м}$

$$\rho = 1030 \text{ кг/м}^3$$

$$g = 10 \text{ Н/кг}$$

Найти  $P$  — ?

$$P = \rho gh = 1030 \cdot 10 \cdot 10900 = 112270000 \text{ Па} = 112,27 \text{ МПа}$$

Ответ:  $P = 112,27 \text{ МПа}$

3.

Особенностью этой задачи является то, что в ней мы будем рассматривать давление твердого тела, а именно дощечки на воду, и давление жидкости, а именно — давление столба воды. То есть будем использовать две формулы:

$$P = F/S \text{ и } P = \rho gh$$

Дано:  $m = 5 \text{ кг}$ ;  $H = 1 \text{ м}$ ;  $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$ ;  $g = 10 \text{ Н/кг}$   
Найти:  $S$  — ?

Давление дощечки на воду  $P_1 = F/S = mg/S$

Давление столба воды:  $P_2 = \rho gh$

Так как  $P_1$  и  $P_2$  равны, то  $mg/S = \rho gh$ , следовательно  
но

$$S = \frac{m}{\rho h} = \frac{5}{1 \cdot 1000} = 0,005 \text{ м}^2 = 50 \text{ см}^2$$

Ответ:  $S = 50 \text{ см}^2$

## Задание №22

1. Столб воды в данном сосуде оказывает давление, вследствие которого вода вытекает из отверстий. Если посмотреть внимательно на рисунок, то мы обнаружим, что из отверстий, находящихся ниже, вода вытекает с большей интенсивностью. Это происходит вследствие давления, которое оказывает столб воды, находящийся в нашем сосуде.

2. Возьмем стакан, пусть его высота  $h = 20 \text{ см} = 0,2 \text{ м}$ . Плотность воды, как нам известно,  $1000 \text{ кг/м}^3$ . У нас есть все данные, чтобы рассчитать давление:

$$P = \rho gh = 1000 \cdot 10 \cdot 0,2 = 2000 \text{ Н/м}^2$$

## **§41. СООБЩАЮЩИЕСЯ СОСУДЫ**

1. Лейка, чайник, кофейник.

2. Поверхности однородной жидкости в сообщающихся сосудах находятся на одной высоте относительно земли.

3. Поверхности разнородных жидкостей в сообщающихся сосудах находятся на разной высоте относительно земли.

### **Упражнение 18**

1.

Действие этого прибора основано на принципе сообщающихся сосудов. Поэтому, посмотрев на водомерное стекло, мы можем легко определить количество воды и количество пара в паровом котле.

2.

Когда дождевая вода, просочившись сквозь землю, встречает на пути водоупорный слой, она скап-

ливается и образует подземный бассейн. Для того, чтобы добраться до его вод, нужно пробурить скважину. Случается, что подземные воды заключены между водоупорными слоями (как показано на рис. 121). И тогда в верхнем слое-кровле водоносного пласта по пробуренной скважине вода, по принципу сообщающихся сосудов, поднимается на поверхность и фонтанирует. В Париже теплые артезианские источники питают плавательные бассейны.

3.

Используем формулу для расчета давления жидкости:

$$P = \rho gh$$

$$\text{Давление воды: } P_v = \rho_v \cdot g \cdot h_v$$

$$\text{Давление керосина: } P_{\text{кер}} = \rho_{\text{кер}} \cdot g \cdot h_{\text{кер}}$$

Выразим из обеих формул высоту жидкости:

$$h_v = \frac{P_v}{\rho_v \cdot g}$$

$$h_{\text{кер}} = \frac{P_{\text{кер}}}{\rho_{\text{кер}} \cdot g}$$

Найдем отношение высоты:

$$\frac{h_v}{h_{\text{кер}}} = \frac{P_v \cdot \rho_{\text{кер}} \cdot g}{P_{\text{кер}} \cdot \rho_v \cdot g} = \frac{P_v \cdot \rho_{\text{кер}}}{P_{\text{кер}} \cdot \rho_v}$$

Из этого отношения видно, что высоты столбов под уровнем раздела двух разнородных жидкостей обратно пропорциональны плотностям жидкостей.

То есть, чем меньше плотность, тем выше столбец, и наоборот.

4.

При изменении формы сосудов может изменяться лишь высота уровня воды в сосудах (из-за того, что изменяется объем сосудов). Однако, уровни воды в сообщающихся сосудах не зависят от формы сосудов и останутся равны.

### **Задание №23**

1. Сделать фонтан в парке или во дворе очень просто. Нужно провести трубу от второго этажа и до земли, затем соединить с трубой, которая будет проходить непосредственно по земле, и в конце небольшое отверстие загнуть вверх. Потом нужно подключить трубу, которая идет со второго этажа, к водоснабжению. Тем самым мы создадим давление, которое будет оказывать столб воды в вертикальной трубе на воду, находящуюся в горизонтальной трубе. Если провести такую работу, то наш фонтан забьет.

2. В основе работы шлюзов лежит принцип сообщающихся сосудов. С помощью них можно менять положения корабля относительно уровня моря; это делается с помощью заполнения и сливания воды в секциях шлюза.



3. Для решения этой задачи воспользуемся формулой  $P = \rho gh$ . Рассчитаем давление в левом сосуде:

$$P = \rho gh = 1000 \cdot 10 \cdot 0,4 = 4000 \text{ Па} = 4 \text{ кПа}.$$

Рассчитаем давление в правом сосуде:

$$P = \rho gh = 1000 \cdot 10 \cdot 0,1 = 1000 \text{ Па} = 1 \text{ кПа}.$$

Сделаем вывод, что давление в левом сосуде больше на 3 кПа.

Теперь рассчитаем на какой высоте установятся жидкости, после открытия крана:

$$\frac{h_1 + h_2}{2} = \frac{0,4 + 0,1}{2} = 0,25 \text{ м}$$

## **§42. ВЕС ВОЗДУХА. АТМОСФЕРНОЕ ДАВЛЕНИЕ**

1. Для определения массы воздуха воспользуемся весами. На одну чашу положим стеклянный шар, из которого откачан воздух, а на другую гири, которые установят равновесие. Затем откроем зажим и впуским воздух в наш шар, при этом равновесие нарушится. Чтобы его вновь установить, воспользуемся дополнительными гирями; их вес и будет равен весу воздуха.

2. Перепад давлений. А именно, когда мы разжимаем резиновую часть пипетки, то давление внутри пипетки становится меньше, и жидкость устремляется в пипетку.

3. Атмосферное давление создается вследствие силы тяжести. Верхние слои воздуха давят на нижележащие. Воздушный слой, прилегающий к земле, сжат больше всего и, согласно закону Паскаля, передает производимое на него давление по всем направлениям. Это давление и называется атмосферным.

4. На рис. 125 изображен сосуд с водой, в который опущен поршень. Если начать поднимать поршень, то вслед за ним будет подниматься и вода. На рис. 126 изображено поступление воды внутрь сосуда из-за разности атмосферного давления и давления в закрытом сосуде. Эти опыты подтверждают существование атмосферного давления.

## Упражнение 19

1.

Закон Паскаля гласит: «Давление, производимое на жидкость или газ, передается в любую точку без изменения во всех направлениях».

В наших обоих случаях мы имеем дело с безвоздушными пространствами. На рис. 125 оно возникает при поднятии поршня, а на рис. 126 воздух откачен заранее. Ввиду того, что атмосферное давление больше, чем давление в вакууме, то жидкость сразу же поступает в эти сосуды и причем во всех направлениях.

2.

Опытами установлено, что при температуре  $0^{\circ}\text{C}$  и нормальном атмосферном давлении масса

воздуха объемом  $1 \text{ м}^3$  равна  $1,29 \text{ кг}$ . Вес этого воздуха легко вычислить:

$$P = mg = 9,8 \cdot 1,29 = 13 \text{ Н}.$$

## Задание №24

1. Чтобы вычислить объем комнаты, нужно знать длину, высоту и ширину комнаты. Пусть они будут равны  $5 \text{ м}$ ,  $4 \text{ м}$  и  $4 \text{ м}$  соответственно. Тогда ее объем равен:  $V = abc = 5 \cdot 4 \cdot 4 = 80 \text{ м}^3$ . По условию нам известна плотность воздуха, значит мы без труда найдем массу:

$$m = \rho V = 1,29 \cdot 80 = 103,2 \text{ кг}$$

2. Вода из бутылки с закрученной пробкой выливаться не будет, потому что на нее действует только внутреннее давление в бутылке, а оно мало, для того чтобы выдавить воду. Но как только мы откроем крышку, то вода начнет выливаться, так как на воду еще начнет действовать атмосферное давление, а оно уже способно вытолкнуть воду из отверстия.

3. На воду в корыте давит атмосфера, и, по закону Паскаля, это давление передается на столб воды в бутылке. Если горлышко бутылки выйдет из воды, то атмосферное давление перестанет компенсировать давление воды в бутылке, и она выльется.

4. Когда мы закрываем пальцем верхнее отверстие, то на столб воды, который находится в ливере, действует только внутренне давление, а оно мало, и не способно вытолкнуть жидкость. Как только мы откроем верхнее отверстие, то на этот столб станет действовать и атмосферное давление, которое сразу же вытолкнет воду из ливера.

## **§43. ПОЧЕМУ СУЩЕСТВУЕТ ВОЗДУШНАЯ ОБОЛОЧКА ЗЕМЛИ**

1. Беспорядочное движение молекул и действие на них силы тяжести приводят в результате к тому, что молекулы газов «парят» в пространстве около Земли, образуя воздушную оболочку, или атмосферу.

2. Для того чтобы молекулам газов, входящих в состав атмосферы, покинуть Землю, им нужно обладать очень большой скоростью (не меньше 11,2 км/с) — это так называемая вторая космическая скорость. Скорость большинства молекул воздушной оболочки Земли значительно меньше этой скорости, поэтому они «привязаны» к земле.

3. Измерения показывают, что плотность воздуха быстро уменьшается с высотой. Поэтому наибольшая плотность воздуха наблюдается около земной поверхности, а наименьшая — в самых верхних слоях атмосферы.

## Упражнение 20

1.

Давайте для начала вспомним: почему на Земле есть атмосфера? Она имеется, потому что Земля притягивает к себе молекулы воздуха из-за имеющейся на ней силы тяжести, которая, в свою очередь, зависит от массы и ускорения свободного падения. Доказано, что масса Луны в 81 раз меньше массы Земли.

Из всего вышенаписанного следует вывод, что Луне просто не хватило массы, чтобы удержать атмосферу.

2.

Воздух входит в легкие человека под давлением атмосферы. А выдох происходит из-за того, что сокращаются мышцы грудной клетки.

## **§44. ИЗМЕРЕНИЕ АТМОСФЕРНОГО ДАВЛЕНИЯ. ОПЫТ ТОРРИЧЕЛЛИ**

1. Это нельзя сделать, потому что для такого расчета необходимо знать высоту атмосферы и плотность воздуха. Но определенной границы у атмосферы нет, а плотность воздуха на разной высоте различна.

2. Для измерения атмосферного давления с помощью трубки Торричелли, нужно измерить высоту столба ртути, а затем рассчитать давление, которое

производит ртуть. Оно и будет равно атмосферному давлению. Если атмосферное давление уменьшится, то столб ртути в трубке Торричелли понизится.

3. Если, например, атмосферное давление равно 780 мм.рт.ст., то это значит, что воздух производит такое же давление, какое производит вертикальный столб ртути высотой 780 мм.рт.ст.

4.  $1\text{мм.рт.ст.} = 1,333\text{гПа}$

## Упражнение 21

1.

Дано: 1 мм рт.ст. = 133,3 Па

$P = 760$  мм рт ст

$g = 10$  Н/кг

$\rho = 1000$  кг/м<sup>3</sup>

Найти:  $h$  — ?

Воспользуемся известной нам формулой давления жидкости:

$$P = \rho gh, \text{ выразим } h = P/\rho g = \frac{760 \cdot 133,3}{1000 \cdot 10} = \frac{101308}{10000} = 10,13 \text{ м}$$

Ответ:  $h = 10,13$  м

2.

Дано:  $P = 760 \text{ мм рт ст} = 101308 \text{ Па}$

$S = 2800 \text{ см}^2 = 0,28 \text{ м}^2$

Несмотря на большое условие этой задачи, для ее решения нам необходима всего одна формула:

$P = F/S, F = PS = 101308 \cdot 0,28 = 28366 \text{ Н} \approx 28,4 \text{ кН}$

Ответ:  $F = 28,4 \text{ кН}$

3.

В данной задаче большую роль на заполнение трубки ртутью, будет влиять атмосферное давление. Предположим, что оно равно 760 мм рт ст, то есть 76 см = 0,76 м трубки будет заполнено ртутью. А вода, в свою очередь, безусловно заполнит всю трубку, так как плотность ртути примерно в 13 раз превышает плотность воды.

4.

Для выполнения этого задания следует уяснить: 1 мм рт ст = 133,3 Па. Поняв это, с легкостью выполним эту задачу:

$740 \text{ мм рт ст} = 740 \cdot 133,3 = 98642 \text{ Па} \approx 987 \text{ гПа}$

$780 \text{ мм рт ст} = 780 \cdot 133,3 = 103974 \text{ Па} \approx 1040 \text{ гПа}$

5.

а) Этого достаточно, потому, что плотность ртути, и следовательно, давление ее столба намного больше плотности атмосферы.

б) Потому что, по закону Паскаля это давление передается снизу вверх на столб ртути.

в) Ртуть бы поднялась до определенного уровня, но не выше его при любом давлении. Выше подниматься ртути не дала бы сила упругости воздуха.

г) Однозначно, его показания не изменятся.

## **Задание №25**

1. Пока края стакана находятся под водой, вода остается в стакане, потому что давление столба воды в стакане будет компенсироваться атмосферным давлением.

2. В данном случае на лист бумаги будет действовать два давления. На нижнюю часть листа будет действовать атмосферное давление. А на верхнюю часть будет действовать давление столба жидкости в нашем стакане. Так как давление атмосферы будет больше, то бумага остается как бы приклеенной к краю стакана.

3. При резком ударе по линейке края газеты остаются прочно «прижаты» атмосферным давлением, а между ее центром и столом образуется вакуум. Огромное давление атмосферы не компенсируется вакуумом в ее центральной части, и непрочная газета рвется.



## §45.БАРОМЕТР-АНЕРОИД

1. В основе барометра-анероида лежит гофрированная коробочка с выкачанным воздухом, изменяющая свой объем при изменении атмосферного давления.

2. Шкалу барометра-анероида градуируют по показаниям ртутного барометра.

3. Знание атмосферного давления весьма важно для предсказания погоды на ближайшие дни, так как изменение атмосферного давления связано с изменением погоды. Барометр - необходимый прибор при метеорологических наблюдениях.

### Упражнение 22

а) Этот прибор называется — «барометр-анероид».

б) Внешняя — в мм рт ст; Внутреннее — в гПа.

$$\text{в) } S_{\text{внеш}} = \frac{780 - 770}{10} = 1 \text{ мм рт ст.}$$

$$S_{\text{внутр}} = \frac{980 - 970}{10} = 1 \text{ гПа}$$

$$\text{г) } 745 \text{ мм рт ст} = 994 \text{ гПа}$$

## **§46. АТМОСФЕРНОЕ ДАВЛЕНИЕ НА РАЗЛИЧНЫХ ВЫСОТАХ**

1. Слои воздуха у поверхности Земли сжаты всеми слоями воздуха, находящимися над ними. Но чем выше от поверхности слой воздуха, тем слабее он сжат, тем меньше его плотность. Следовательно, тем меньшее давление он производит.

2. Атмосферное давление, равное давлению столба ртути высотой 760 мм при температуре 0 градусов по Цельсию, называется нормальным атмосферным давлением.

3. Прибор для измерения высоты по атмосферному давлению называют высотометром. От барометра он отличается шкалой, по которой непосредственно определяется высота.

### **Упражнение 23**

1.

Слои воздуха у поверхности Земли сжаты всеми вышерасположенными слоями воздуха, находящимися над ними. Но чем выше от поверхности слой воздуха, тем слабее он сжат, тем меньше его плотность. Следовательно, тем меньшее давление он производит. Именно поэтому воздушный шар, наполненный водородом, при подъеме над Землей увеличивается в объеме.

2.

Дано:  $P_1 = 760$  мм рт ст;  $P_2 = 722$  мм рт ст

Найти:  $h$  — ?

При решении этой задачи вспомним, что при небольших подъемах, в среднем, на каждые 12 м подъема давление уменьшается на 1 мм рт ст (или на 1,33 гПа).

Найдем: насколько изменилось давление при подъеме в гору:

$$(P_1 - P_2) = (760 - 722) = 38 \text{ мм рт ст}$$

Теперь без труда найдем искомую величину:

$$h = \frac{38 \cdot 12}{1} = 456 \text{ м} \approx 460 \text{ м}$$

Ответ:  $h = 460$  м

3.

Опираясь на предыдущие знания, легко выполнить переход от мм рт ст к давлению в гектопаскалях:  $760 \text{ мм рт ст} = 760 \cdot 133,3 = 1013 \text{ гПа}$

Ответ: 1013 гПа

4.

Дано:  $S = 1,6 \text{ м}^2$ ;  $P = 101300 \text{ Па}$

Найти:  $F$  — ?

Воспользуемся известной нам формулой давления:  $P = F/S$

$$F = S \cdot P = 1,6 \cdot 101300 = 162080 \text{ Н} \approx 162 \text{ кН}$$

Ответ:  $F \approx 162 \text{ кН}$

## Задание №26

При измерении давление на первом и последнем этаже школы, мы увидим, что на первом давление больше, чем на последнем. Мы уже знаем, что через каждые 12 м давление падает на 1 мм.рт.ст. С помощью этой закономерности легко рассчитаем расстояние между этажами школы. Например, давление на первом этаже будет составлять 760 мм.рт.ст., а на последнем 759 мм.рт.ст, это значит, что расстояние между этажами равно 12 м.

## §47. МАНОМЕТРЫ

1. Для измерения давлений, больших и меньших атмосферного, используют манометры (от греч. манос — редкий, неплотный, метрео — измеряю).

2. Жидкость устанавливается в обоих коленах на одном уровне, так как на её поверхность в коленах сосуда действует только атмосферное давление.

3. На рис. 139 показан опыт, который доказывает, что с увеличением глубины увеличивается и давление.

4. Чтобы доказать что давление в жидкости на одной и той же глубине одинаково по всем направлениям, нужно обратиться к опыту изображенному на рис.139. Опустив на определенную глубину коробочку, запомним значение, которое покажет нам

столб жидкости. Затем начнем поворачивать коробочку пленкой вверх, вбок и вниз, и заметим, что показание манометра не меняются. Это и является прямым доказательством, что давление в жидкости на одной и той же глубине одинаково во всех направлениях.

5. При повышении давления в закрученной металлической герметичной трубке она меняет свою форму, сдвигая стрелку манометра.

## **§48. ПОРШНЕВОЙ ЖИДКОСТНЫЙ НАСОС**

1. Явление, которое используется в устройстве поршневого водяного насоса, напрямую доказывает закон Паскаля. Поднятие жидкости в насосе происходит за счет действия атмосферного давления.

2. Насос схематически изображен на рисунке 142, б. Он состоит из цилиндра, внутри которого ходит вверх и вниз плотно прилегающий к стенкам поршень. В нижней части цилиндра и в самом поршне установлены клапаны, открывающиеся только вверх. При движении поршня вверх вода под действием атмосферного давления входит в трубу, поднимает нижний клапан и движется за поршнем.

## Упражнение 24

1.

Дано:  $P = 101300 \text{ Па}$ ;  $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$

Найти:  $h$  — ?

Воспользуемся формулой давления жидкости:

$$P = \rho gh$$

$$h = P/\rho g = \frac{101300}{1000 \cdot 10} = 10,13 \text{ м}$$

Ответ:  $h = 10,13 \text{ м}$

2.

Дано:  $P = 101300 \text{ Па}$ ;  $\rho_{\text{сп}} = 800 \text{ кг/м}^3$ ;  $\rho_{\text{рт}} = 13600 \text{ кг/м}^3$

$g = 10 \text{ Н/кг}$

Найти:  $h_{\text{сп}}$ ;  $h_{\text{рт}}$  — ?

Эта задача решается аналогично предыдущей:

$$P = \rho gh; h = P/\rho g$$

$$h_{\text{сп}} = P/\rho_{\text{сп}} g = \frac{101300}{800 \cdot 10} = 12,7 \text{ м} \approx 13 \text{ м}$$

$$h_{\text{рт}} = P/\rho_{\text{рт}} g = \frac{101300}{13600 \cdot 10} = 0,745 \text{ м} \approx 76 \text{ см}$$

Ответ:  $h_{\text{сп}} = 13 \text{ м}$ ;  $h_{\text{рт}} = 76 \text{ см}$

3.

Рукоятка давит на поршень, это давление передается на клапан 3 (открывает его) и клапан 2 (закрывает его). Через клапан 3 вода выходит через трубку наружу. Рукоятка поднимает поршень вверх, воздух 4 давит на воду, которая закрывает клапан 3. Атмо-

сферное давление давит на воду в нижнем сосуде, она открывает клапан 2, через который заполняет камеру. Воду с глубины больше 10,3 м этим насосом поднять нельзя. (Это объяснено в 1 задаче данного упражнения)

## §49. ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ ПРЕСС

1. Закон Паскаля позволяет объяснить действие гидравлической машины (от греч. гидравликос-водяной). Это машины, действие которых основано на законах движения и равновесия жидкостей.

2. Выигрыш, пропорциональный отношению площади большего поршня к площади меньшего.

### Упражнение 25

1.

Дано:  $S_1 = 1,2 \text{ см}^2 = 0,00012 \text{ м}^2$

$F_1 = 1000 \text{ Н}$

$S_2 = 1440 \text{ см}^2 = 0,144 \text{ м}^2$

$g = 10 \text{ Н/кг}$

Найти:  $m$  — ?

При решении этой задачи воспользуемся пропорцией:

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

Физический смысл пропорции говорит: сила  $F_2$  во столько раз больше силы  $F_1$ , во сколько раз площадь большого поршня больше площади малого.

А также нам понадобится формула силы тяжести:  $F_m = mg$

$F_m$  — это сила, действующая на груз

$$\frac{F_m}{F_1} = \frac{S_2}{S_1} = \frac{mg}{F_1} \Rightarrow m = \frac{S_2 \cdot F_1}{S_1 \cdot g} = \frac{0,144 \cdot 1000}{0,00012 \cdot 10} =$$

$$120000 \text{ кг} = 120 \text{ т}$$

Ответ:  $m = 120$  тонн

2.

Дано:  $S_1 = 5 \text{ см}^2 = 0,0005 \text{ м}^2$ ;  $S_2 = 500 \text{ см}^2 = 0,05 \text{ м}^2$

$F_1 = 400 \text{ Н}$ ;  $F_2 = 36000 \text{ Н}$

Найти:  $F_2/F_1$  — ?;  $F_2'/F_1'$  — ?

Чтобы рассчитать выигрыш, нам нужно найти отношение:

$$\frac{F_2}{F_1} = \frac{36000}{400} = 90$$

Пресс не дает максимального выигрыша в силе из-за силы трения.

Если представить что силы трения между поршнями и стенками сосуда нет, то справедливо равенство:

$$\frac{F_2'}{F_1'} = \frac{S_2}{S_1} = \frac{0,05}{0,0005} = 100$$

Ответ: Учитывая силу трения, выигрыш равен 90, не учитывая ее выигрыш равен 100.



3.

Для ответа на этот вопрос вспомним формулировку закона Паскаля: «Давление, производимое на жидкость или газ, передается в любую точку без изменений во всех направлениях». Из нее следует логический вывод: можно создать машину, подобную гидравлической, используя вместо воды воздух. Но нужно обратить особое внимание на соблюдении достаточной герметичности.

## Задание №27

1. Когда мы нажимаем на педаль тормоза, то давление во всей тормозной системе, включая и тормозной цилиндр, уменьшается. Это уменьшение, приводит к тому, что давление в тормозном цилиндре становится меньше атмосферного. Поэтому атмосфера прижимает тормозные колодки к тормозному барабану, который соединен с колесом. А затем из-за силы трения, которая возникает между колодкой и барабаном, автомобиль начинает тормозить.

2. *Что такое домкрат?* Это стационарный, переносной или передвижной грузоподъемный механизм для подъема и фиксации на заданной высоте тяжелых предметов. Домкрат может использоваться как самостоятельное устройство при выполнении ремонтных или строительных работ, так и в составе более сложных механизмов (кранов, подъемников, прессов и т.д.)

Как правило, домкрат у многих ассоциируется со сменой колес автомобиля. На самом деле он применяется гораздо шире. Домкрат может выполнять как самые сложные операции, например перемещать пролеты моста, так и более легкие: поднять и держать корпус автомобиля при ремонтных работах. Также с помощью современного домкрата можно натянуть провода на линиях высокого напряжения, сжать мощную пружину, протолкнуть через грунт трубу водопровода, разрушить старое перекрытие в здании и многое другое. Без домкрата невозможен подъем и перемещение крупных блоков или отдельных частей монтируемых сооружений, узлов или деталей оборудования. В отличие от других подобных ему устройств (например, лебедки) он более компактен, прост в обслуживании, надежен в эксплуатации. Еще одно его отличие в том, что при работе домкрат всегда располагается непосредственно под грузом.

## **§50. ДЕЙСТВИЕ ЖИДКОСТИ И ГАЗА НА ПОГРУЖЁННОЕ В НИХ ТЕЛО**

1. В нашей жизни мы постоянно встречаемся с теми явлениями, которые указывают нам на существование выталкивающей силы. Под водой мы с легкостью можем поднять большой камень, который нам не под силу на суше. Если погрузить пробку под воду и выпустить ее из рук, то она всплывет. И многие другие примеры свидетельствуют о существовании этой силы.

2. Давление на верхнюю поверхность погруженного в жидкость тела меньше давления этой жидкости на его нижнюю поверхность. Сила давления на боковые поверхности одинакова по закону Паскаля. Давление снизу превышает давление сверху и стремится вытолкнуть тело на поверхность.

3. На рис 149 изображено тело, подвешенное на пружине. При опускании этого тела в воду, мы обнаружим, что пружина растянулась меньше. Это и свидетельствует о наличии выталкивающей силы.

4. Это доказывается аналогично п.3.

## **§51. АРХИМЕДОВА СИЛА**

1. Сила Архимеда равна разности весов в воздухе и в воде. Опыт, который это определяет, подробно описан в параграфе 50.

2. Сила, выталкивающая целиком погруженное тело, равна весу жидкости в объеме этого тела.

3. Силу, выталкивающую тело из жидкости или газа, называют архимедовой силой в честь древнегреческого ученого Архимеда, который впервые указал на ее существование и рассчитал ее значение.

4.  $F_A = g\rho_* V_T.$

5. Архимедова сила, зависит от плотности жидкости, в которую погружено тело, и от объема этого тела. Но она не зависит, например, от плотности вещества тела, погружаемого в жидкость, так как эта величина не входит в полученную формулу.

## Упражнение 26

1.

Чтобы разобраться в этой задаче, нужно обратиться к таблице плотности твердых тел. Мы увидим: плотность свинца гораздо больше плотности алюминия. А это значит, что при одинаковой массе их объемы будут разными, а именно, — объем алюминиевого цилиндра будет больше, чем свинцового. Вспомнив, что сила Архимеда прямопропорциональна объему тела, можно сделать следующий вывод: Сила Архимеда, действующая на алюминиевый цилиндр будет больше, потому равновесие весов нарушится.

2.

Равновесие весов нарушится; на цилиндр в воде будет действовать большая выталкивающая сила, потому что плотность воды больше плотности спирта. Цилиндр в спирте перевесит.

3.

Дано:  $V = 0,1 \text{ дм}^3 = 0,0001 \text{ м}^3$

$\rho_{\text{в}} = 1000 \text{ кг/м}^3$

$\rho_{\text{сп}} = 800 \text{ кг/м}^3$

Найти:  $F_{A1} - ?$ ;  $F_{A2} - ?$

Для решения этой задачи используем закон Архимеда:

$$F_A = \rho g V$$

$$F_{A1} = \rho_{\text{в}} \cdot g \cdot V = 1000 \cdot 10 \cdot 0,0001 = 1 \text{ Н}$$

$$F_{A2} = \rho_{\text{кер}} \cdot g \cdot V = 800 \cdot 10 \cdot 0,0001 = 0,8 \text{ Н}$$

Ответ:  $F_{A1} = 1 \text{ Н}$ ;  $F_{A2} = 0,8 \text{ Н}$

4.

Дано:  $V = 2 \text{ м}^3$

$$\rho_{\text{в}} = 1000 \text{ кг/м}^3$$

$$\rho_{\text{бет}} = 2300 \text{ кг/м}^3$$

Найти:  $F_1$  — ?;  $F_2$  — ?

В этой задаче мы столкнемся со взаимодействием двух сил: силой тяжести и силой Архимеда:

$$F_{\tau} = F_2 = mg \text{ — сила тяжести}$$

$$F_A = \rho g V \text{ — закон Архимеда}$$

Вначале узнаем какую силу необходимо приложить, чтобы удержать плиту в воде:

$$F_1 = F_{\tau} - F_A = mg - \rho g V = \rho_{\text{бет}} V g - \rho_{\text{в}} V g = g V (\rho_{\text{бет}} - \rho_{\text{в}}) = 10 \cdot 2 \cdot (2300 - 1000) = 10 \cdot 2 \cdot 1300 = 26000 \text{ Н} \\ = 26 \text{ кН},$$

если нам нужен более точный результат, то возьмем  $g = 9,8 \text{ Н/кг}$ , то при расчете получим силу, равную  $25,5 \text{ кН}$ .

Теперь рассчитаем силу, которую необходимо приложить, чтобы удерживать плиту в воздухе:

$$F_2 = \rho_{\text{бет}} \cdot g \cdot V = 2300 \cdot 9,8 \cdot 2 = 45080 \text{ Н} \approx 45 \text{ кН}$$

Ответ:  $F_1 = 25,5 \text{ кН}$ ;  $F_2 = 45 \text{ кН}$

5.

Дано:  $P_{\text{воздухе}} = 20 \text{ Н}$ ;  $P_{\text{воде}} = 18,75 \text{ Н}$

Найти:  $\rho_{\text{короны}}$

Сделаем эту задачу пошагово, и с некоторыми объяснениями.

По закону Архимеда объем короны равен объему воды весом:

$$P = P_{\text{воздуха}} - P_{\text{воды}} = 1,25 \text{ Н, то есть массой: } m = P/g = 1,25/9,8 = 0,128 \text{ кг}$$

Теперь, зная плотность воды и массу, найдем объем короны:

$$V = m/\rho = 0,128/1000 = 0,000128 \text{ м}^3$$

Масса короны равна:  $m = P/g = 20/9,8 = 2,04 \text{ кг}$

Следующим действием найдем плотность вещества короны:  $\rho_{\text{короны}} = m/V = 15937 \text{ кг/м}^3$

Чтобы определить, сколько было золота и серебра, мы должны сопоставить уравнение, взяв за  $X$  долю серебра в сплаве:

$$10000 \cdot X + 20000(1-X) = 15937$$

$$X \approx 0,4$$

Значит, серебра в этой короне было 40%, ну а золота — остальные 60%.

Чтобы определить объем короны из чистого золота, нужно массу разделить на плотность:

$$V = m/g = \frac{2,04}{2000} \approx 0,0001 \text{ м}^3$$

6.

Потому что в воде на человека кроме силы тяжести действует выталкивающая сила, направленная вверх.

## §52. ПЛАВАНИЕ ТЕЛ

1. Если сила тяжести больше архимедовой силы, то тело будет опускаться на дно, тонуть,

т.е. если  $F_{\text{тяж}} > F_A$ , то тело тонет;

Если сила тяжести равна архимедовой силы, то тело может находиться в равновесии в любом месте жидкости,

т.е. если  $F_{\text{тяж}} = F_A$ , то тело плавает;

Если сила тяжести меньше архимедовой силы, то тело будет подниматься из жидкости, всплывать,

т.е. если  $F_{\text{тяж}} < F_A$ , то тело всплывает.

2. В отливной сосуд наливают воду до уровня боковой трубки. После этого в сосуд погружают плавающее тело (рис.153), предварительно взвесив его в воздухе. Опустившись в воду, тело вытесняет объем воды, равный объему погруженной в нее части тела. Взвесив эту воду, находят, что вес (архимедова сила) равен силе тяжести, действующей на плавающее тело, или весу этого тела в воздухе.

3. Когда тело плавает на поверхности жидкости, то выталкивающая сила равна по модулю силе тяжести, но противоположна ей по направлению.

4. Глубина погружения растет с увеличением плотности.

5. Средняя плотность живых организмов, населяющих водную среду, мало отличается от плотности воды, поэтому их вес почти полностью уравновешивается архимедовой силой, поэтому водные животные не нуждаются в прочных скелетах.

6. Плавательный пузырь играет важную роль в жизни рыб. Когда рыба с помощью мышц опускается на большую глубину и давление воды на нее увеличивается, пузырь сжимается, объем тела рыбы уменьшается, и она не выталкивается вверх, а плавает в глубине. При подъеме объем плавательного пузыря, и соответственно объем всего тела рыбы увеличивается, и она плавает уже на меньшей глубине.

7. Морские млекопитающие киты регулируют глубину своего погружения за счет регулирования объема легких.

## **Упражнение 27**

1.

Вода которая была вытеснена бруском из отливного сосуда, равна по массе с самим бруском, поэтому равновесие весов восстановилось.



2.

Плотность жидкости в нижнем сосуде больше, потому что объем вытесненного из жидкости тела больше. Сила тяжести равна в обоих случаях, чего нельзя сказать про силу Архимеда. В нижнем сосуде сила Архимеда больше, потому что плотность жидкости больше, и объем тела, который из нее вытеснился, тоже больше.

3.

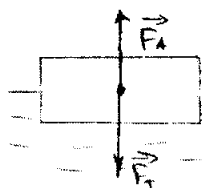
Обратившись к таблице плотностей жидкости, увидим:

$$\rho_{\text{пресной воды}} = 1000 \text{ кг/м}^3$$

$$\rho_{\text{соленой воды}} = 1030 \text{ кг/м}^3$$

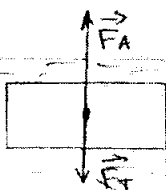
Значит  $F_A$  в соленой воде больше, именно поэтому яйцо в такой воде плавает, а не тонет.

4.



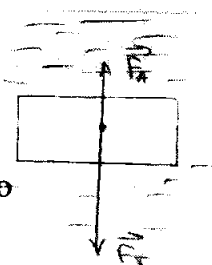
Плавающее тело

$$\vec{F}_A = \vec{F}_T$$



Всплывающее тело

Тонущее тело



5.

Чтобы определить: плавает данное тело в данной жидкости или нет, — нужно сравнить их плотности. Если плотность тела меньше плотности жидкости, — то тело плавает, в противном случае — тонет. Уяснив это, можно с легкостью справиться с данной задачей. В ртути будут плавать все тела, плотность которых меньше плотности свинца включительно, и тонуть все тела, плотность которых больше плотности золота включительно.

6.

Лед будет тонуть в керосине и бензине, так как его плотность больше, а вот в глицерине, напротив, будет плавать, потому что плотность глицерина больше плотности льда.

### **Задание №28**

Когда мы нажимаем на мембрану, то мы уменьшаем объем занимаемой жидкости и, следовательно, плотность увеличивается. Мы знаем, что сила Архимеда зависит от плотности жидкости, а она была то больше силы тяжести поплавка (при ненажатой мембране), то меньше (при нажатой). Поплавок мог всплывать в первом случае и тонуть во втором.

## §53. ПЛАВАНИЕ СУДОВ

1. Судно вытесняет своей подводной частью столько воды, что вес этой воды равен весу этого судна в воздухе.

2. Глубину, на которую судно погружается в воду, называют осадкой

3. Наибольшая допускаемая осадка отмечена на корпусе судна красной линией, называемой ватерлинией (от голанд. ватер-вода).

4. Вес воды, вытесняемой судном при погружении до ватерлинии, равный силе тяжести, действующей на судно с грузом, называется водоизмещением судна.

### Упражнение 28

1.

Осадка уменьшается, потому что плотность морской воды больше плотности речной воды, а, следовательно, и сила Архимеда будет больше.

2.

Дано:  $F_T = 100000 \text{ кН} = 100000000 \text{ Н}$

$\rho_v = 1000 \text{ кг/м}^3$ ;  $g = 10 \text{ Н/кг}$

Найти:  $V$  — ?

При решении этой задачи необходимо уяснить, что судно находится на плаву, а, следовательно, сила

тяжести уравнивается силой Архимеда, значит  $F_A = F_T$ :

$$F_T = \rho g V, \text{ следовательно } V = \frac{F_T}{\rho \cdot g} = \frac{100000000}{1000 \cdot 10} = 10\,000 \text{ м}^3$$

Ответ:  $V = 10\,000 \text{ м}^3$

3.

Дано:  $S = 8 \text{ м}^2$ ;  $h = 20 \text{ см} = 0,2 \text{ м}$ ;  $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$

Найти:  $P$  — ?

Чтобы успешно решить эту задачу, нужно вспомнить, что:

$$V = S \cdot h$$

$$P = F_T = F_A = \rho g V = \rho g S h = 1000 \cdot 10 \cdot 8 \cdot 0,2 = 16000 \text{ Н} = 16 \text{ кН}$$

Ответ:  $P = 16 \text{ кН}$

## Задание №29

1. Если плотность жидкости меньше, то на ареометр будет действовать меньшая выталкивающая сила, и он погрузится на большую глубину; чем больше плотность жидкости, тем на меньшую глубину погрузится прибор.

2. Прделав этот опыт, мы увидим, что и воздух и масло выталкиваются из воды. Это говорит нам о том, что плотность воздуха и масла меньше плотности воды, а значит и сила Архимеда, которая дейст-

вует на них со стороны воды, будет больше чем сила тяжести. Поэтому воздух и масло выталкиваются из воды.

## §54. ВОЗДУХОПЛАВАНИЕ

1. Воздушные шары наполняют водородом или гелием, потому что эти газы легче воздуха.

2. Рассчитать объемную подъемную силу шара, наполненного гелием можно по формуле:  $F_A = g\rho_{\text{воздуха}} V$ , где  $F_A$  — сила Архимеда,  $\rho_{\text{воздуха}}$  — плотность воздуха,  $V$  — объем газа.

3. Выталкивающая сила зависит от объема шара, который, в свою очередь зависит от температуры, которая уменьшается с высотой.

4. Чтобы шар поднялся выше, нужно сильнее нагреть воздух в нем, увеличив пламя горелки. При уменьшении пламени горелки температура воздуха в шаре уменьшается, и шар опускается вниз.

### Упражнение 29

1.

Для ответа на этот вопрос достаточно вспомнить закон Архимеда, а именно: выталкивающая сила прямопропорциональна объему. А так как в нашем

случае занимаемый объем увеличился, то и сила Архимеда увеличилась.

2.

Равновесие нарушилось, потому что на шар перестала действовать сила Архимеда, ведь из под купола откачали воздух.

3.

Не взлетят шарики, надутые воздухом и углекислым газом. Вес воздуха внутри шара и вес материала, из которого он сделан, в сумме всегда будут больше веса воздуха, потому шар, надутый воздухом, не взлетит.

Ну а если надуть шар углекислым газом, то он не взлетит, так как его плотность больше плотности воздуха

$$(\rho_{\text{углекисл. газа}} = 1980 \text{ кг/м}^3 > \rho_{\text{воздуха}} = 1290 \text{ кг/м}^3).$$

## **ГЛАВА 4**

# **РАБОТА И МОЩНОСТЬ. ЭНЕРГИЯ**

### **§55. МЕХАНИЧЕСКАЯ РАБОТА. ЕДИНИЦЫ РАБОТЫ**

1. Механическая работа совершается, когда тело движется под действием силы.

2. Механическая работа зависит от двух величин: от приложенной силы и от пройденного пути.

3. За единицу работы принимают работу, совершаемую силой  $1\text{ Н}$ , на пути, равном  $1\text{ м}$ .

4. Единица работы — джоуль (Дж) названа в честь английского ученого Джоуля. Таким образом,  $1\text{ Дж} = 1\text{ Н} \cdot \text{м}$ . Используются также и килоджоули (кДж).

### **Упражнение 30**

1.

Чтобы без труда выполнить это задание, нужно четко уяснить: «Механическая работа совершается

только тогда, когда на тело действует сила и оно движется. Поэтому нетрудно ответить на поставленный вопрос: «Механическая работа совершается когда мальчик влезает на дерево, а вода падает с плотины».

2.

Механическая работа не совершается, так как на шарик не действуют никакие силы, то есть он движется по инерции.

3.

Дано:  $m = 2500$  кг;  $S = 12$  м;  $g = 10$  Н/кг

Найти:  $A$  — ?

Запишем известную нам формулу:

$$A = F \cdot S$$

Решая эту задачу, главное понять, что же это за сила  $F$ , которая действует на груз. А эта сила равна по модулю силе тяжести, то есть  $F = F_T$ :

$$F_T = mg$$

$$A = F_T \cdot S = 2500 \cdot 10 \cdot 12 = 300\,000 \text{ Дж} = 300 \text{ кДж}$$

Ответ:  $A = 300$  кДж

4.

Дано:  $m = 20$  т =  $20\,000$  кг;  $S = 120$  см =  $1,2$  м

Найти:  $A$  — ?

Данная задача решается аналогично предыдущей, но нужно не забыть про размерности:

$$A = F \cdot S; F = m \cdot g$$

$$A = mgS = 20\,000 \cdot 10 \cdot 1,2 = 240\,000 \text{ Дж} = 240 \text{ кДж}$$

Ответ:  $A = 240$  кДж



## Задание №30

1. Чтобы выполнить данную задачу, нам необходимо знать массу нашего тела и высоту этажей нашей школы. Например, масса равна 70 кг, а высота этажа равна 3,5 м. Тогда работа, совершенная нами, при равномерном подъеме с первого на второй этаж здания школы, будет составлять:

$$A = FS = mgS = 70 \cdot 9,8 \cdot 3,5 = 2401 \text{ Дж}$$

2. Для решения этой задачи нам также потребуются масса нашего тела; предположим, она равна 70 кг. Еще в этой задаче есть некая особенность, а именно, — работа которую мы совершаем, идя по горизонтальному пути, будет равна работе, которая бы потребовалась для поднятия человека на высоту, равную длине пути, умноженную на 0,05. Т.е. при решении данной задачи воспользуемся формулой:

$$A = 0,05 FS = 0,05 \cdot m \cdot g \cdot S = 0,05 \cdot 70 \cdot 9,8 \cdot 1000 = 34300 \text{ Дж}$$

## §56. МОЩНОСТЬ. ЕДИНИЦЫ МОЩНОСТИ

1. Такая физическая величина как мощность показывает быстроту выполнения работы.

2. Чтобы вычислить мощность, нужно работу разделить на то время, за которое она была выполнена.

3. Единица мощности была названа в честь английского ученого Уатта, и называется ваттом (Вт)

4. В технике широко используют такие единицы мощности как: киловатт (кВт), мегаватт (МВт).

5. Чтобы вычислить работу, необходимо мощность умножить на время, в течение которого совершалась эта работа.

### Упражнение 31

1.

Для выполнения этой задачи обратимся к таблице:

$$1 \text{ МВт} = 1\,000\,000 \text{ Вт}$$

$$1 \text{ кВт} = 1000 \text{ Вт}$$

$$1 \text{ мВт} = 0,001 \text{ Вт}$$

$$1 \text{ Вт} = 0,000001 \text{ МВт}$$

$$1 \text{ Вт} = 0,001 \text{ кВт}$$

$$1 \text{ Вт} = 1000 \text{ мВт}$$

Перейдем к нашей задаче и выразим в кВт и МВт мощность:

$$2500 \text{ Вт} = 2,5 \text{ кВт} = 0,0025 \text{ МВт}$$

$$100 \text{ Вт} = 0,1 \text{ кВт} = 0,0001 \text{ МВт}$$

Теперь выразим в ваттах мощность:

$$5 \text{ кВт} = 5000 \text{ Вт}$$

$$2,3 \text{ кВт} = 2300 \text{ Вт}$$

$$0,3 \text{ кВт} = 300 \text{ Вт}$$

$$0,05 \text{ МВт} = 50\,000 \text{ Вт}$$

$$0,001 \text{ МВт} = 1000 \text{ Вт}$$

2.

Дано:  $h = 22 \text{ м}$ ;  $t = 10 \text{ мин} = 600 \text{ с}$ ;  $m = 500 \text{ т} = 500\,000 \text{ кг}$ ;

$g = 9,8 \text{ Н/кг}$

Найти:  $N$  — ?

Запишем формулу для вычисления мощности:

$$N = A/t$$

Как нам известно:

$A = F \cdot S$ , в роли  $S$  в данной задаче выступает  $h$ , то есть:

$$A = F \cdot h$$

Сила  $F$  в данном случае, это сила тяжести, то есть:

$$F = m \cdot g$$

Получим конечную формулу:

$$N = \frac{m \cdot g \cdot h}{t} = \frac{500\,000 \cdot 9,8 \cdot 22}{600} = 179666,6 \text{ Вт} \approx 180$$

кВт

Ответ:  $N \approx 180 \text{ кВт}$

3.

Дано:  $t = 2 \text{ ч} = 7200 \text{ с}$ ;  $n = 10\,000$ ;  $A_1 = 40 \text{ Дж}$

Найти:  $N$  — ?

При решении этой задачи используем уже известную нам формулу:

$$N = A/t$$

Нам известно, что за 1 шаг совершается работа  $A_1 = 40 \text{ Дж}$ , значит найдем работу, совершаемую за 10 000 шагов:

$$A = A_1 \cdot n$$

$$N = \frac{A_1 \cdot n}{t} = \frac{40 \cdot 10000}{7200} \approx 55 \text{ Вт}$$

Ответ:  $N \approx 55 \text{ Вт}$

4.

Дано:  $N = 100 \text{ кВт} = 100\,000 \text{ Вт}$ ;  $t = 20 \text{ мин} = 1200 \text{ с}$

Найти:  $A$  — ?

$$N = A/t$$

$$A = N \cdot t = 100\,000 \cdot 1200 = 120\,000\,000 \text{ Дж} = 120\,000 \text{ кДж}$$

Ответ:  $A = 120\,000 \text{ кДж}$

5.

Дано:  $t = 1 \text{ ч} = 3600 \text{ с}$ ;  $V = 30 \text{ м}^3$ ;  $n = 6 \text{ м}$ ;  $\rho = 1500 \text{ кг/м}^3$

Найти:  $N$  — ?

Данная задача решается аналогично второй задаче в этом задании:

$$N = A/t$$

$$A = F \cdot S, F = m \cdot g, m = \rho \cdot V$$

$$N = \frac{\rho \cdot V \cdot g \cdot h}{t} = \frac{1500 \cdot 30 \cdot 10 \cdot 6}{3600} = 750 \text{ Вт}$$

Ответ:  $N = 750 \text{ Вт}$

6.

Дано:  $h = 0,7 \text{ м}$ ;  $t = 0,3 \text{ с}$ ;  $m = 125 \text{ кг}$ ;  $g = 10 \text{ Н/кг}$

Найти:  $N_{\text{ср}}$  — ?

Воспользуемся формулой:

$$N_{\text{ср}} = A/t$$

Работа, в свою очередь, равна:

$$A = F \cdot h, \text{ где } F = m \cdot g;$$

соберем все в единую формулу:

$$N_{\text{ср}} = \frac{m \cdot g \cdot h}{t} = \frac{125 \cdot 10 \cdot 0,7}{0,3} = 2,916 \text{ кВт}$$

Ответ:  $N_{\text{ср}} \approx 2,9 \text{ кВт}$

### Задание №31

1. Для выполнения данной задачи нам необходимо знать свою массу, а также высоту этажа школы. Например, наша масса составляет 70 кг, а высота этажа равна 3,5 м. Теперь засечем, за какое время мы поднимаемся с первого на второй этаж, пусть это время равно 17 секунд. Тогда воспользуемся формулой мощности:

$$N = A/t = FS/t = mgS/t = 70 \cdot 9,8 \cdot 3,5/17 = 141,24 \text{ Вт}$$

Это решение задачи для случая, когда мы поднимаемся по лестнице не спеша. Теперь посчитаем, какую мощность мы развиваем, если будем подниматься по лестнице быстро. Предположим, что время подъема по лестнице будет равно 7 секунд. Подставим это время в формулу мощности:

$$N = A/t = FS/t = mgS/t = 70 \cdot 9,8 \cdot 3,5/7 = 343 \text{ Вт}$$

2. Мощность электропылесоса 1,6 кВт, мощность мясорубки 1,4 кВт, мощность кофемолки 180 Вт.

3. В мире существует несколько единиц измерения под названием «лошадиная сила». В России, как правило, под лошадиной силой имеется в виду так называемая «метрическая лошадиная сила», равная примерно 735 ваттам. Мощность автомобиля измеряется в «лошадиных силах». Мощности некоторых автомобилей

Nissan GT-R AMS Alpha 12 — 1500 л.с.

Bugatti Veyron 16.4 Super Sport — 1200 л.с

Audi R8 — 777 л.с.

## **§57. ПРОСТЫЕ МЕХАНИЗМЫ**

1. Приспособления, служащие для преобразования силы, называют механизмами. К простым механизмам относятся: рычаги его разновидности- блок, ворот; наклонная плоскость и её разновидности- клин, винт.

2. В основном простые механизмы применяют для того, чтобы получить выигрыш в силе, т.е. увеличить силу, действующую на тело, в несколько раз.

3. В Египте применяли рычаги, с помощью них египтяне поднимали на большую высоту тяжелые каменные плиты.

## **§58. РЫЧАГ.**

### **РАВНОВЕСИЕ СИЛ НА РЫЧАГЕ**

1. Рычаг представляет собой твердое тело, которое может вращаться вокруг неподвижной опоры.

2. Кратчайшее расстояние между точкой опоры и прямой, вдоль которой действует на рычаг сила, называется плечом силы.

3. Силы, действующие на рычаг, могут повернуть его вокруг оси в двух направлениях: по ходу или против хода часовой стрелки.

4. Правило равновесия рычага состоит в следующем: рычаг находится в равновесии тогда, когда силы, действующие на него, обратно пропорциональны плечам этих сил.

5. Правило равновесия рычага было установлено Архимедом около 287-212 гг. до н.э.

## **§59. МОМЕНТ СИЛЫ**

1. Моментом силы — называется произведение модуля силы, вращающей тело, на ее плечо. Он обозначается буквой  $M$ , и выражается как:  $M = F \cdot l$ , где  $F$  — сила вращающая тело, а  $l$  — плечо силы.

2. Правило моментов состоит в следующем: рычаг находится в равновесии под действием двух сил,

если момент силы, вращающей его по ходу часовой стрелки, равен моменту силы, вращающей его против хода часовой стрелки.

3. За единицу момента силы принимается момент силы в 1 Н, плечо которого равно 1 м. Эта единица называется ньютон-метр ( $\text{Н} \cdot \text{м}$ ).

## **§60. РЫЧАГИ В ТЕХНИКЕ, БЫТУ И ПРИРОДЕ**

1. Прежде всего следует уяснить, что ножницы — это рычаг, ось вращения которого проходит через винт, соединяющей обе половины ножниц. Действующей силой  $F_1$  является мускульная сила руки человека, сжимающего ножницы. Противодействующей силой  $F_2$  — сила сопротивления того материала, который режут ножницами.

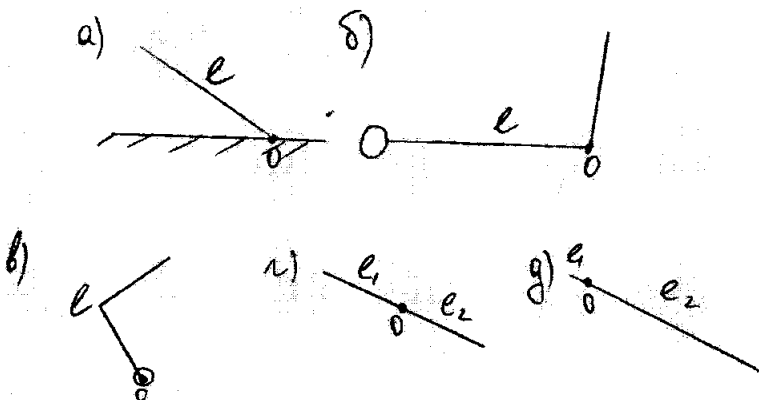
2. Ножницы для резки листового металла имеют ручки гораздо длиннее лезвий, так как сила сопротивления металла очень велика и для ее уравновешивания плечо действующей силы приходится значительно увеличивать. Еще больше разница между длиной ручек и расстоянием режущей части от оси вращения в кусачках, предназначенных для перекусывания проволоки.

3. Ножницы, кусачки, рычажные весы, педали автомобиля, клавиши пианино.



## Упражнение 32

1.



2.

Момент силы тяжести больше в случае д).

Груз нести легче в случае г), потому что отношение длин плеч рычага здесь больше.

3.

При гребле мы используем рычаг, точка приложения которого находится там, где весла крепятся к лодке. А также следует отметить, что мы проигрываем в силе для увеличения выигрыша во времени.

4.

Дано:  $n = 12$ ;  $P = 101300 \text{ Па}$ ;  $\frac{l_2}{l_1} = \frac{A_b}{A_o} = 4$ ;  $S = 3 \text{ см}^2$   
 $= 0,0003 \text{ м}^2$ ;  $g = 10 \text{ Н/кг}$

Найти:  $m$  — ?

Используем известную нам формулу:

$$P = F_g/S; F_g = P \cdot n \cdot S$$

Ввиду того, что на груз действует сила тяжести запишем равенство:

$$\frac{l_2}{l_1} = \frac{F_g}{F_T}; F_T = m \cdot g; F_g = n \cdot P \cdot S \text{ следовательно}$$
$$m = \frac{l_1 \cdot n \cdot P \cdot S}{g \cdot l_2} = \frac{12 \cdot 101300 \cdot 0,0003}{4 \cdot 10} = 9,12 \text{ кг}$$

При увеличении давления груз следует переместить вправо. А при уменьшении — влево.

Ответ:  $m = 9,12 \text{ кг}$

5.

Дано:  $l_1 = 3 \text{ м}; l_2 = 7,2 \text{ м}; g = 10 \text{ Н/кг}; m_1 = 1000 \text{ кг}$

Найти:  $m_2$  — ?

Воспользуемся равенством моментов сил:

$\frac{F_1}{F_2} = \frac{l_2}{l_1}$ , где  $F_1$  — сила тяжести действующая на подъемный кран;  $F_2$  — сила тяжести действующая на груз.

$$\frac{m_1 g}{m_2 g} = \frac{l_2}{l_1}$$
$$m_2 = \frac{l_1 m_1}{l_2} = \frac{3 \cdot 1000}{7,2} = 416,7 \text{ кг}$$

Ответ:  $m_2 = 416,7 \text{ кг}$

## **§61. ПРИМЕНЕНИЕ ЗАКОНА РАВНОВЕСИЯ РЫЧАГА К БЛОКУ**

1. Неподвижным блоком называется такой блок, ось которого закреплена и при подъеме грузов не поднимается и не опускается. Подвижный блок — это блок, ось которого поднимается и опускается вместе с грузом.

2. Неподвижный блок применяют для изменения направления действия силы.

3. Подвижный блок дает выигрыш в силе в 2 раза.

4. Рассматривать неподвижный и подвижный блок как рычаг можно. Схемы этих рычагов приведены в учебнике, а именно это рисунок 178 и 180.

5. Примером применения блока является лифт и его противовес.

## **§62. РАВЕНСТВО РАБОТ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ПРОСТЫХ МЕХАНИЗМОВ. «ЗОЛОТОЕ ПРАВИЛО» МЕХАНИКИ**

1. Ввиду того, что этот рычаг находится в равновесии, то справедливо равенство:

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{l_2}{l_1}$$

2. Пути, пройденные точками приложения сил на рычаге, обратно пропорциональны силам:

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

3. Действуя на длинное плечо рычага, мы выигрываем в силе, но при этом во столько же раз проигрываем в пути.

4. При использовании подвижного блока мы выигрываем в силе в 2 раза, но при этом проигрываем в пути в те же 2 раза.

5. Уже древним ученым, было, известно правило, применимое ко всем механизмам: во сколько раз выигрываем в силе, во столько раз проигрываем в расстоянии. Это правило называли «золотым правилом» механики.

### Упражнение 33

1.

Дано:  $h = l_1 = 1,5$  м;  $g = 10$  Н/кг

Найти:  $l_2$  — ?

Мы знаем, что подвижный блок дает выигрыш в силе в 2 раза:

$$F = P/2;$$

$$\frac{l_1}{l_2} = \frac{F}{P}; \quad l_2 = 2l_1$$

$$l_2 = 2 \cdot 1,5 = 3 \text{ м}$$

Ответ:  $l_2 = 3$  м

2.

Дано:  $l_1 = h = 7 \text{ м}$ ;  $F = 160 \text{ Н}$

Найти:  $A$  —?

Подвижный блок дает выигрыш в силе в 2 раза:

$$F = P/2; A = P \cdot h; A = 2F \cdot h = 2 \cdot 160 \cdot 7 = 2240 \text{ Дж}$$

Ответ:  $A = 2240 \text{ Дж}$

3.

Чтобы применить блок для выигрыша в расстоянии (проигрывая в силе), нужно применить силу к его оси. И при перемещении оси блока на расстоянии  $l$  конец веревки переместится на расстояние  $2l$ .

4.

Мы знаем, что один подвижный блок выигрыш в силе в 2 раза, следовательно, комбинация 2-х подвижных и неподвижного блока даст выигрыш в силе в 4 раза, а 2-х неподвижных и 3-х подвижных в 6 раз.

5.

Дано:  $l_1 = h = 7 \text{ м}$ ;  $F = 160 \text{ Н}$ ;  $P_1 = 20 \text{ Н}$

Найти:  $A$  — ?

При решении данной задачи используется известное нам решение, а именно, что подвижный блок дает выигрыш в силе в 2 раза:

$$F = P/2; A = (P + P_1) \cdot h = (2F + P_1) \cdot h = (2 \cdot 160 + 20) \cdot 7 = 2380 \text{ Дж}$$

Ответ:  $A = 2380 \text{ Дж}$

## Задание №33

1. При работе гидравлического пресса соблюдается «золотое правило механики» — «сколько выигрывается в силе, столько теряется в пути». Жидкость не должна изменять свой объем, при этом рычаг не может сгибаться. Гидравлический пресс — это преобразователь силы. Его удобно использовать, когда требуется получение больших сил. В этом он обладает преимуществом по сравнению с рычажным и винтовым прессом. На предприятиях для штамповки металла и выжимания масла семян, а также при спускании судна на воду используют именно гидравлические прессы, так как только их мощность удовлетворяет потребности производства.

Докажем, что закон равенства работ («золотое правило» механики) применим к гидравлической машине. Золотое правило механики гласит:

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

Предположим, что если мы будем действовать на малый поршень с силой  $F_1 = 5$  Н, то он опустится вниз на высоту  $h_1 = 5$  см. Пусть при таких условиях выигрыш в силе будет в 2 раза, т.е.  $F_2 = 10$  Н, а большой поршень поднимется на высоту  $h_2$ . Тогда по основному свойству пропорции получим, что  $h_1 \cdot F_1 = h_2 \cdot F_2$ , следовательно,  $h_2 = 2,5$  см. Это составляет ровно половину расстояния  $h_1$ , на которую опустился малый поршень. Вот мы и доказали, что во сколь-

ко раз выигрываем в силе, во столько раз проигрываем в расстоянии.

## **§63. ЦЕНТР ТЯЖЕСТИ ТЕЛА**

1. Точку приложения равнодействующей сил тяжести, действующих на отдельные части тела, называют центром тяжести тела.

2. При любом положении тела центр тяжести его находится в одной и той же точке.

3. Положение центра тяжести может меняться только при изменении относительного расположения частей тела.

## **§64. УСЛОВИЯ РАВНОВЕСИЯ ТЕЛ**

1. Равновесие, при котором выведенное из положения равновесия тело вновь к нему возвращается, называют устойчивым.

2. При устойчивом равновесии центр тяжести тела расположен ниже оси вращения и находится на вертикальной прямой, проходящей через эту ось.

3. Равновесие, при котором выведенное из равновесия тело не возвращается в начальное положение, называют неустойчивым.

4. Центр тяжести, при неустойчивом равновесии, расположен выше оси вращения и находится на вертикальной прямой, проходящей через эту ось.

5. Равновесие называют безразличным, если при отклонении или перемещении тела оно остается в равновесии.

6. При безразличном равновесии ось вращения тела проходит через его центр тяжести, при этом центр тяжести тела остается на одном и том же уровне при любых положениях тела.

## **§65. КОЭФФИЦИЕНТ ПОЛЕЗНОГО ДЕЙСТВИЯ МЕХАНИЗМА**

1. Полезная работа — работа совершенная только по отношению к рабочему телу, без учета траты работы на силу трения, и орудий совершения полезной работы.

Полная работа — это вся работа совершенная приложенной силой.

2. На практике полная работа всегда несколько больше полезной (если говорить про механизмы). А это происходит потому что часть работу уходит на преодоления силы трения в механизме и по перемещению отдельных его блоков.



3. Отношение полезной работы к полной работе называется коэффициентом полезного действия механизма.

4. Коэффициент полезного действия не может быть больше единицы, так как полезная работа всегда меньше затраченной, а так как при расчете КПД мы берем во внимание их отношение, то КПД всегда будет меньше единицы.

5. Чтобы увеличить коэффициент полезного действия при конструкции механизмов уменьшают трение в их осях и их вес.

## **§66. ЭНЕРГИЯ**

1. Энергия и работа — это те физические величины, которые, несомненно, связаны друг с другом. Чтобы на заводах и фабриках работали станки, и шло производство затрачивают электрическую энергию. Самолеты и автомобили работают, используя энергию сгорающего топлива. Человек для того чтобы жить и вести активную деятельность тоже должен постоянно пополнять запас своей энергии пищей.

2. Если тело или несколько тел взаимодействующих друг с другом (система тел) могут совершить какую либо работу, то говорят, что они обладают энергией.

3. Энергию выражают в СИ в тех же единицах, что и работу, т.е. в джоулях.

## **§67. ПОТЕНЦИАЛЬНАЯ И КИНЕТИЧЕСКАЯ ЭНЕРГИЯ**

1. Потенциальной (от лат. потенция — возможность) энергией называется энергия, которая определяется взаимным положением взаимодействующих тел или частей одного и того же тела.

2. Потенциальной энергией обладает любое тело, поднятое относительно поверхности Земли. Вода в реках, удерживаемая плотинами также обладает большой потенциальной энергией. Машина копра имеет огромную потенциальную энергию молота.

3. Если связать сжатую пружину и положить сверху грузик, а потом пережечь нитку, то пружина, распрямляясь, поднимает грузик над землей за счет своей потенциальной энергии.

4. Энергия, которой обладает тело вследствие своего движения, называется кинетической (от греч. кинема - движение) энергией. Кинетическая энергия зависит от массы тела и от его скорости.

5. Кинетическая энергия тела равна нулю, в том случае если тело покоится.

6. Кинетической энергией обладают тела, которые находятся в движении, это и движущийся автомобиль, бегущий человек; а также этой энергией обладают молекулы газа.

7. Кинетическую энергию текущей воды используют на гидроэлектростанциях, а также при сплаве леса вниз по реке.

### Упражнение 34

1.

Дано:  $m = 100$  кг;  $n = 10$  м;  $g = 10$  Н/кг

Найти:  $E_n$  — ?

При решении этой задачи будем пользоваться формулой для нахождения потенциальной энергии:

$$E_n = m \cdot g \cdot h$$

$$E_n = 100 \cdot 10 \cdot 10 = 10\,000 \text{ Дж} = 10 \text{ кДж}$$

Ответ:  $E_n = 10$  кДж

2.

При ответе на этот вопрос, достаточно вспомнить формулу потенциальной энергии  $E_n = m \cdot g \cdot h$ , откуда понятно, что она напрямую зависит от высоты. В данном случае это высота над уровнем моря, а она больше у истоков. Следовательно и большей потенциальной энергией обладает кубический метр воды у истоков.

3.

Вспомним формулу  $E_k = \frac{mv^2}{2}$ ,

в ней прослеживается прямопропорциональная зависимость энергии от квадрата скорости. Мы знаем, что скорость течения больше у горной реки, следовательно и кубический метр в горной реке обладает большей энергией, чем в равнинной.

4.

Дано:  $v = 600$  м/с;  $m = 7,5$  г = 0,0075 кг

Найти:  $E_k$  — ?

$$E_k = \frac{mv^2}{2} = \frac{0,0075 \cdot 600^2}{2} = 1350 \text{ Дж}$$

Ответ:  $E_k = 1350$  Дж

## **§68. ПРЕВРАЩЕНИЕ ОДНОГО ВИДА МЕХАНИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ В ДРУГОЙ**

1. На рис. 195 изображен маятник Максвелла, с помощью него мы сможем проследить превращения одного вида энергии в другой. Накрутив нить на ось, поднимем диск. В данный момент он обладает максимальной потенциальной энергией. Затем отпустим диск, и он начнет падать, по мере его падения кинетическая энергия диска начнет увеличиваться,

а потенциальная наоборот уменьшаться. В конце своего падения диск будет обладать такой кинетической энергией, что сможет опять подняться до прежней высоты. Таким образом, мы проследили превращения потенциальной энергии в кинетическую и наоборот.

2. При падении воды ее потенциальная энергия превращается в кинетическую. А затем кинетическая энергия воды превращается в энергию вращения турбины генератора.

3. Кинетическая энергия шарика переходит в потенциальную энергию деформации и плиты. Затем шарик отскочит от плиты в результате превращения потенциальной энергии деформации в кинетическую энергию.

## **Упражнение 35**

1.

При падении водопада его потенциальная энергия переходит в кинетическую.

При бросании мяча вертикально вверх, его кинетическая энергия переходит в потенциальную.

Потенциальная энергия пружины переходит в кинетическую энергию движущихся стрелок.

Потенциальная энергия растянутой пружины переходит в энергию движения двери.

2.

Значения потенциальных энергий этих тел одинаковы. Потому что:  $E_n = m \cdot g \cdot h$ , так как их массы одинаковы и они находятся на одинаковой высоте, то их потенциальные энергии одинаковы.

Значение кинетических энергий этих тел также одинаковы. Потому что:

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

так как их массы равны и они находятся на одной высоте, то и их скорости будут равны. Значит и кинетические энергии тоже равны.

3.

Летающий самолет, падающий мяч, вода падающая с плотины, маятник и др.

# Лабораторные работы

## Лабораторная работа № 1

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЦЕНЫ ДЕЛЕНИЯ ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО ПРИБОРА.

**Цель работы** — определить цену деления измерительного цилиндра (мензурки), научиться пользоваться им и определять с его помощью объем жидкости.

**Приборы и материалы:** измерительный цилиндр (мензурка), стакан с водой, небольшая колба и другие сосуды.

Для определения цены деления прибора воспользуемся методом, который подробно изложен в §4 данного учебника. А именно: возьмем разность двух ближайших цифр на шкале и разделим её на число штрихов между этими числами. В нашем случае цена деления мензурки, которая изображена на рис.198 равна:

$$C = 40 - 30/2 = 5 \text{ мл.}$$

№ опыта	Название сосуда	Объем жидкости $V_x, \text{ см}^3$	Вместимость сосуда $V_0, \text{ см}^3$
1	Стакан	195	195
2	Колба	50	50
3	Пузырек	25	25

Если данную мензурку наполнить полностью жидкостью, то ее объем будет равен 50 мл. А если налить жидкость до первого значения, отличного от нуля, то её объем будет равен 5 мл. Между штрихами 40 и 30 вмещается 10 мл жидкости. Между самыми близкими штрихами объем налитой жидкости будет равен 5 мл. Эта величина и будет являться ценой деления мензурки. При выполнении данной работы следует обратить внимание, чтобы глаза были направлены параллельно налитой жидкости, как показано на рис.198. Это приведет к правильным снятым данным.



## Лабораторная работа № 2

### ИЗМЕРЕНИЕ РАЗМЕРОВ МАЛЫХ ТЕЛ

**Цель работы:** Научиться выполнять измерения способом рядов.

**Приборы и материалы:** линейка, дробь (или горох), иголка.

Измерить длину малых тел, например, таких как зерно пшеницы невозможно с помощью линейки. Из-за того, что зерно меньше цены деления линейки, которая обычно составляет 1 мм, требуется прибор с меньшей ценой деления, а значит с большей точностью. Но, несмотря на это, если иметь пару десятков зерен, можно измерить средний размер (диаметр) одного зерна. Для этого нужно выложить на линейке в одну линию несколько зерен, измерить длину этого ряда, затем разделить это число на количество зерен, таким образом получим средний размер зерна. Этот метод называется методом рядов.

Расчетная часть:  $D = L/n$ ,  $L$ - длина ряда  $n$ -число частиц.

$$1. \text{ Пшено: } D = \frac{L}{n} = \frac{28}{24} \approx 1,67 \text{ мм}$$

$$2. \text{ Горох: } D = \frac{L}{n} = \frac{41}{20} \approx 2,05 \text{ мм}$$

$$3. \text{ Молекула (с учетом масштаба): } D = \frac{L}{n} = \frac{25}{14 \cdot 70000} \approx 2,55 \cdot 10^{-5} \text{ мм}$$

№ опыта	Число частиц в ряду	Длина ряда l мм	Размер одной частицы d, мм
1(горох)	20	41	2,05
2(пшено)	24	28	1,67
3(молекула)	14	25	2,55?

## Лабораторная работа № 3

### ИЗМЕРЕНИЕ МАССЫ ТЕЛА НА РЫЧАЖНЫХ ВЕСАХ

**Цель работы:** Научиться пользоваться рычажными весами и с их помощью определять массу.

**Приборы и материалы:** Весы с разновесами, несколько небольших тел разной массы.

Рычажные весы — это очень древний и очень точный прибор для измерения массы тела. Этим прибором пользовались наши предки много лет назад. Суть измерений на этом приборе лежит в основе такого понятия как уравнивание. На одну чашу весов кладут тело неизвестной массы, а на другую поочередно начинают класть гири известной массы. Эта процедура длится до тех пор, пока не произойдет уравнивание. Затем следует посчитать массу гирь, и она будет равна массе этого тела. Перед началом использования весов следует их уравновесить, с помощью кусочков бумаги, которые следует класть на более легкую чашу.

№ опыта	Тело	Масса тела $m, г$
1	Колпачок авторучки	2,55
2	Ластик	13,6
3	Металлический брусок	57,9

## Лабораторная работа № 4

### ИЗМЕРЕНИЕ ОБЪЕМА ТЕЛА

**Цель работы:** Научиться определять объем тела с помощью измерительного цилиндра

**Приборы и материалы:** Измерительный цилиндр (мензурка), тела неправильной формы небольшого объема (гайки, фарфоровые ролики, кусочки металла и др.), нитки.

Объем тела неправильной формы точно измерить с помощью измерительных приборов нельзя. Поэтому для измерения объема воспользуемся мензуркой. Нам уже известно, что тело, полностью погруженное в жидкость, вытесняет объем жидкости, который равен объему самого тела. Воспользуемся этим законом и найдем объемы некоторых тел следующим образом. Нальем достаточное количество воды в мензурку, а затем погрузим полностью туда наше тело. Разница между первоначальным объемом и объемом жидкости, в которое погружено тело, будет результат, который нам нужен — это будет объем тела.

Расчетная часть:  $V = V_{\text{нач}} - V_{\text{кон}}$

1.  $V_{\text{бр}} = 80 - 50 = 30 \text{ см}^3$
2.  $V_{\text{цил}} = 80 - 45 = 35 \text{ см}^3$
3.  $V_{\text{шар}} = 65 - 45 = 20 \text{ см}^3$

№	Тело	Началь- ный объ- ем жид- кости $V_1$ , $\text{см}^3$	Объем жидкости с телом $V_2$ , $\text{см}^3$	Объем тела, $V = V_2 -$ $V_1$ , $\text{см}^3$
1	Брусok	50	80	30
2	Цилиндр	45	80	35
3	Шарик	45	65	20

## Лабораторная работа № 5

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛОТНОСТИ ТВЕРДОГО ТЕЛА

**Цель работы:** Научиться определять плотность твердого тела с помощью весов и измерительного цилиндра.

**Приборы и материалы:** Весы с разновесами, измерительный цилиндр (мензурка), твердое тело, плотность которого надо определить, нитка (рис.203).

В ходе этой работы мы будем опираться на предыдущие наши знания. Нам уже известно, что  $\rho = \frac{m}{V}$ . Для определения массы тела мы воспользуемся рычажными весами, работать с которыми мы научились в лабораторной работе №3. Чтобы определить объем тела, мы используем мензурку, с которой мы также встречались в лабораторной работе №4. После того как мы измерим массу и объем, то мы с легкостью по известной формуле сможем посчитать плотность, а значит и определить, из какого вещества состоит данное тело. Для этого срав-

ним получившееся значение с таблицей плотностей веществ.

Расчетная часть:  $\rho =$

1. Алюминий:  $\rho = 2,71 \text{ г/см}^3 = 2710 \text{ кг/м}^3$

2. Медь :  $\rho = 8,9 \text{ г/см}^3 = 8900 \text{ кг/м}^3$

Вещество	m, г	V, см <sup>3</sup>	Плотность вещества,	
			г/см <sup>3</sup>	кг/см <sup>3</sup>
Медь	89,0	10	8,9	8900
Алюминий	40,65	15	2,71	2710

## Лабораторная работа № 6

### ГРАДУИРОВАНИЕ ПРУЖИНЫ

**Цель работы:** Научиться градуировать пружину, получать шкалу с любой (заданной) ценой деления, и с её помощью измерять силы.

**Приборы и материалы:** Динамометр, шкала которого закрыта бумагой, набор грузов массой по 102 г, штатив с муфтой, лапкой и кольцом.

Градуировка прибора представляет собой нанесение на него штрихов с определенной ценой деления. Ход данной работы очень подробно описан в учебнике. У нас в наличии есть грузы, имеющие известные массы, а соответственно — и известные веса. Начнем подвешивать на пружину наши грузы; которая вследствие этого пружина будет растягиваться по закону Гука. Данный груз имеет массу 102 г, а значит он будет растягивать нашу пружину с силой равной 1 Н. Если увеличить эту массу в 2 раза, то на пружину будет действовать сила, равная 2 Н. А если подвесить груз массой 51 г, то он растянёт пружину на 0,5 Н. Постепенно добавляет грузы на пружину; она все больше и больше будет растягивать-



ся. А мы в это время будем наносить на шкалу штрихи. И в конце работы мы получим динамометр, с помощью которого можно измерить различные силы и веса.

Вес груза, изображенного на рисунке, примерно равен 2,7 Н.

## **Лабораторная работа № 7**

### **ИЗМЕРЕНИЕ СИЛЫ ТРЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ ДИНАМОМЕТРА.**

**Цель работы:** Выяснить, от чего зависит сила трения скольжения, и сравнить её с силой трения качения.

**Приборы и материалы:** Динамометр, деревянный брусок, две цилиндрические палочки (круглые карандаши), набор грузов.

Для определения количественного значения величины силы в физике используются различные приборы, называемые динамометрами. В нашей работе мы будем использовать пружинный динамометр.

Мы измерим силу трения скольжения и сравним ее с силой трения качения нашего бруска, вторая окажется гораздо меньше первой. Это связано с тем, что трение скольжения и трение качения имеют разные причины возникновения. Сила трения скольжения - это сила сопротивления при скольжении одного тела по поверхности другого.

Опытным путём установим, что сила трения зависит от силы давления тел друг на друга (силы реакции опоры), от материалов трущихся поверхностей, от скорости относительного движения и не зависит от площади соприкосновения. Это можно объяснить тем, что никакое тело не является абсолютно ровным. Поэтому истинная площадь соприкосновения гораздо меньше наблюдаемой. Кроме того, увеличивая площадь, мы уменьшаем удельное давление тел друг на друга.

## Лабораторная работа № 8

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЫТАЛКИВАЮЩЕЙ СИЛЫ, ДЕЙСТВУЮЩЕЙ НА ПОГРУЖЕННОЕ В ЖИДКОСТЬ ТЕЛО.

**Цель работы:** Обнаружить на опыте выталкивающее действие жидкости на погруженное в нее тело и определить выталкивающую силу.

**Приборы и материалы:** Динамометр, штатив с муфтой и лапкой, два тела разного объема, стаканы с водой и насыщенным раствором соли в воде.

Мы знаем, что на всякое тело в жидкости действует выталкивающая сила, которая называется силой Архимеда. Эта сила направлена в противоположную сторону относительно силы тяжести. А также мы знаем, что архимедова сила зависит от плотности жидкости, в которую погружено тело, и от объема этого тела. Но она не зависит, например, от плотности вещества тела, погружаемого в жидкость, так как эта величина входит в формулу выталкивающей силы, а эта формула выглядит так:

$$F_A = c_x \cdot V_t \cdot g$$

Докажем это утверждение опытным путем. Для этого мы с помощью динамометра будем взвешивать тело в жидкости и воздухе. Разность весов и будет численным значением силы Архимеда.

Жид- кость	Вес тела в воз- духе $P$ , Н		Вес тела в жид- кости $P_1$ , Н		Выталкиваю- щая сила $F$ , Н $F = P - P_1$	
	$P_{в1}$	$P_{в2}$	$P_{ж1}$	$P_{ж2}$	$F_{в1}$	$F_{в2}$
Вода	2,7	1,9	2,5	1,85	0,2	0,05
Насы- щенный раствор соли в воде	2,7	1,9	2,3	1,6	0,5	0,3

**Вывод:** На тело, погруженное в жидкость, действует выталкивающая сила, прямо пропорциональ-  
ная объему тела и плотности жидкости.

## Лабораторная работа № 9

### ВЫЯСНЕНИЕ УСЛОВИЙ ПЛАВАНИЯ ТЕЛА В ЖИДКОСТИ

**Цель работы:** На опыте выяснить условия, при которых тело плавает и при которых тонет.

**Приборы и материалы:** Весы с разновесами, измерительный цилиндр (мензурка), пробирка-поплавок с пробкой, проволоочный крючок, сухой песок, фильтровальная бумага или сухая тряпка.

Нам известно, что на тело, погруженное в жидкость, помимо силы тяжести действует сила Архимеда. Она зависит от плотности жидкости, в которую погружено тело, и от объема этого тела. Но она не зависит, например, от плотности вещества тела, погружаемого в жидкость, так как эта величина входит в формулу выталкивающей силы, а эта формула выглядит так:

$$F_A = c_{\text{ж}} \cdot V_{\text{т}} \cdot g$$

Также мы знаем, что сила Архимеда может быть больше силы тяжести, меньше нее и равной ей; при этом действуют следующие утверждения:

1. Если сила тяжести больше архимедовой силы, то тело будет опускаться на дно, тонуть, т.е. если  $F_{\text{тяж}} > F_A$ , то тело тонет;

2. Если сила тяжести равна архимедовой силы, то тело может находиться в равновесии в любом месте жидкости, т.е. если  $F_{\text{тяж}} = F_A$ , то тело плавает;

3. Если сила тяжести меньше архимедовой силы, то тело будет подниматься из жидкости, всплывать, т.е. если  $F_{\text{тяж}} < F_A$ , то тело всплывает.

В данной работе мы проверим опытным путем эти утверждения и сделаем вывод об условии плавления тела в жидкости.

Расчетная часть:

Если полностью опустить в воду пробирку, то она вытесняет  $23 \text{ см}^3$  воды.

$$F_A = c_{\text{ж}} \cdot g \cdot V_{\text{т}} = 0,001 \cdot 10 \cdot 45 = 0,45 \text{ Н}$$

1. Масса пробирки  $m_1 = 39 \text{ г}$   
 $P_1 = m_1 \cdot g = 0,039 \cdot 10 = 0,39 \text{ Н}$

2. Масса пробирки  $m_2 = 45 \text{ г}$   
 $P_2 = m_2 \cdot g = 0,045 \cdot 10 = 0,45 \text{ Н}$

3. Масса пробирки  $m_3 = 57 \text{ г}$   
 $P_3 = m_3 \cdot g = 0,057 \cdot 10 = 0,57 \text{ Н}$

№ Опыта	Выталкивающая сила, действующая на пробирку, $F, Н, F_{\text{выт}} = \rho_{\text{ж}} \cdot V_{\text{пог}} \cdot g$	Вес пробирки с песком $P, Н$ $P = mg$	Поведение пробирки в воде (плавает пробирка или тонет)
1	0,45	0,39	Всплывает
2	0,45	0,45	Плавает на одном уровне
3	0,45	0,57	Тонет

**Вывод:** Опытным путем мы выяснили условие, при которых тело плавает, а при которых тонет.



## Лабораторная работа № 10

### ВЫЯСНЕНИЕ УСЛОВИЯ РАВНОВЕСИЯ РЫЧАГА

**Цель работы:** Проверить на опыте, при каком соотношении сил и их плеч рычаг находится в равновесии. Проверить на опыте правило моментов.

**Приборы и материалы:** Рычаг на штативе, набор грузов, измерительная линейка, динамометр (рис. 205).

Из учебника (§§56, 57) мы помним, что если силы, действующие на рычаг, обратно пропорциональны плечам этих сил, рычаг находится в равновесии.

$$F_1 \cdot l_1 = F_2 \cdot l_2$$

$$F_1/F_2 = l_2/l_1$$

Произведение силы на ее плечо называется моментом силы.

$$M_1 = M_2$$

где  $M_1$  — момент силы  $F_1$ ;  $M_2$  — момент силы  $F_2$ ;

Пример выполнения работы:

№ опыта	Сила $F_1$ на левой части рычага, Н	плечо $l_1$ , см	Сила $F_2$ на левой части рычага, Н	плечо $l_2$ , см	Отношения сил и плеч	
					$F_1/F_2$	$l_2/l_1$
1	2	12	1	24	2	2
2	2	12	2	12	1	1
3	2	12	3	8	0,67	0,67

Опыт 1:

$$F_1/F_2 = 2\text{Н}/1\text{Н} = 2$$

$$l_2/l_1 = 24\text{Н}/12\text{Н} = 2$$

$$M_1 = F_1 \cdot l_1 = 2\text{Н} \cdot 12\text{ см} = 24\text{Н см}$$

$$M_2 = F_2 \cdot l_2 = 1\text{Н} \cdot 24\text{ см} = 24\text{Н см}$$

Опыт 2:

$$M_1 = M_2$$

$$F_1/F_2 = 2\text{Н}/2\text{Н} = 1$$

$$l_2/l_1 = 12\text{Н}/12\text{Н} = 1$$

$$M_1 = F_1 \cdot l_1 = 2\text{Н} \cdot 12\text{ см} = 24\text{Н см}$$

$$M_2 = F_2 \cdot l_2 = 2\text{Н} \cdot 12\text{ см} = 24\text{Н см}$$

$$M_1 = M_2$$

Опыт 3:

$$F_1/F_2 = 2\text{Н}/3\text{Н} = 0,67$$

$$l_2/l_1 = 8\text{Н}/12\text{Н} = 0,67$$

$$M_1 = F_1 \cdot l_1 = 2\text{Н} \cdot 12\text{ см} = 24\text{Н см}$$

$$M_2 = F_2 \cdot l_2 = 3\text{Н} \cdot 8\text{ см} = 24\text{Н см}$$

$$M_1 = M_2$$

Если в ходе работы отношения плеч сил окажутся не совсем равны отношениям сил, не смущайтесь. Используемый вами рычаг очень точным прибором не назовешь, да и при измерениях плеч и сил может быть допущена некоторая ошибка. Так что если равенство у вас получится приблизительно этого достаточно для того, чтобы сделать правильный вывод.

### **Дополнительное задание:**

Динамометр покажет значение силы  $F_2 \approx 1\text{ Н}$ .

Силы, действующие на рычаг в этом случае, будут направлены следующим образом: Сила  $F_1$  (сила тяжести, действующая на грузики) будет направлена вертикально вниз, ее плечо  $l_1 = 15\text{ см}$ .

Сила  $F_2$  (сила упругости пружины динамометра) будет направлена вертикально вверх; ее плечо  $l_2 = 15\text{ см}$ .

Соотношения сил и плеч в этом случае будет:

$$F_1/F_2 = 3H/1H = 3$$

$$l_2/l_1 = 15 \text{ см}/5 \text{ см} = 3$$

т.е. для этого случая справедливо правило рычага:

$$F_1/F_2 = l_2/l_1$$

А также правило моментов:

$$M_1 = M_2$$

## Лабораторная работа № 11

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ КПД ПРИ ПОДЪЕМЕ ТЕЛА ПО НАКЛОННОЙ ПЛОСКОСТИ

**Цель работы:** Убедиться на опыте в том, что полезная работа, выполненная с помощью простого механизма (наклонной плоскости), меньше полной.

**Приборы и материалы:** Доска, динамометр, измерительная лента или линейка, брусок, штатив с муфтой и лапкой (рис. 206).

При выполнении данной работы нам необходимо вспомнить «золотое правило» механики. А именно, работа по равномерному перемещению тела по наклонной плоскости без трения на высоту  $h$  равна работе, совершенной при подъеме тела на высоту  $h$  по вертикали. При подъеме по вертикали на высоту  $h$ , как мы уже знаем, полезная работа равна:  $A_{\text{п}} = mgh$ . При подъеме по плоскости работа равна:  $A_{\text{з}} = Fl$ , где  $F$  — сила с которой груз поднимается равномерно,  $l$  — пройденный телом путь,  $A_{\text{з}}$  — затраченная работа. В идеальном случае, когда нет силы трения, затраченная работа равна полезной работе. Но, так как таких условий создать нельзя, и сила трения всегда возни-

кает, то полезная работа всегда меньше затраченной. Найдем коэффициент полезного действия наклонной плоскости, выразив его в процентах:

$$\eta = \text{КПД} \cdot 100\% = A_n/A_z \cdot 100\%$$

Расчетная часть:

$$A_n = 0,3 \cdot 2 = 0,6 \text{ Н}$$

$$A_z = 0,9 \cdot 1,2 = 1,08 \text{ Дж}$$

$$\eta = A_n/A_z \cdot 100\% = 0,6/1,08 \cdot 100\% = 83\%$$

h, м	P, Н	A <sub>п</sub> , Дж	S, м	F, Н	A <sub>з</sub> , Дж	$\eta = A_n/A_z \cdot 100\%$
0,3	2	0,6	0,9	1,2	1,08	83

### Дополнительное задание:

Воспользуемся уже знакомым нам «золотым правилом» механики:

$$A_n = A_z \Rightarrow Ph = F l \Rightarrow P/F = l/h = 0,9/0,3 = 3$$

Наклонная плоскость в отсутствии трения дала бы выигрыш в силе в 3 раза.

# СОДЕРЖАНИЕ

Введение . . . . .	3
<b>ВВЕДЕНИЕ</b>	
§1. Что изучает физика . . . . .	4
§2. Некоторые физические термины . . . . .	5
§3. Наблюдения и опыты . . . . .	5
§4. Физические величины. Измерение физических величин . . . . .	6
§5. Точность и погрешность измерений . . . . .	10
§6. Физика и техника . . . . .	11
<b>ГЛАВА 1. ПЕРВОНАЧАЛЬНЫЕ СВЕДЕНИЯ О СТРОЕНИИ</b>	
<b>ВЕЩЕСТВА</b> . . . . .	14
§7. Строение вещества . . . . .	14
§8. Молекулы . . . . .	15
§9. Броуновское движение . . . . .	15
§10. Диффузия в газах, жидкостях и твёрдых телах . . . . .	16
§11. Взаимное притяжение и отталкивание молекул . . . . .	17
§12. Агрегатные состояния вещества . . . . .	18
§13. Различие в молекулярном строении твёрдых тел, жидкостей и газов . . . . .	19
<b>ГЛАВА 2. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ТЕЛ</b>	
§14. Механическое движение . . . . .	21
§15. Равномерное и неравномерное движение . . . . .	23
§16. Скорость. Единицы скорости . . . . .	24
§17. Расчёт пути и времени движения . . . . .	27
§18. Инерция . . . . .	33
§19. Взаимодействие тел . . . . .	35
§20. Масса тела. Единицы массы. . . . .	35
§21. Измерение массы тела на весах . . . . .	38
§22. Плотность вещества . . . . .	39
§23. Расчёт массы и объёма тела по его плотности . . . . .	41
§24. Сила . . . . .	45
§25. Явление тяготения. Сила тяжести . . . . .	46
§26. Сила упругости. Закон Гука . . . . .	47
§27. Вес тела . . . . .	48
§28. Единицы силы. Связь между силой тяжести и массой тела . . . . .	48
§29. Сила тяжести на других планетах. Физические характеристики планет . . . . .	51
§30. Динамометр . . . . .	53
§31. Сложение двух сил, направленных по одной прямой. Равнодействующая сил . . . . .	55

§32. Сила трения. . . . .	57
§33. Трение покоя . . . . .	59
§34. Трение в природе и технике. . . . .	60

### ГЛАВА 3. ДАВЛЕНИЕ ТВЁРДЫХ ТЕЛ. ЖИДКОСТЕЙ И ГАЗОВ

§35. Давление. Единицы давления . . . . .	62
§36. Способы уменьшения и увеличения давления. . . . .	65
§37. Давление газа . . . . .	69
§38. Передача давления жидкостями и газами. Закон Паскаля . . . . .	71
§39. Давление в жидкости и газе . . . . .	73
§40. Расчёт давления жидкости на дно и стенки сосуда . . . . .	74
§41. Сообщающиеся сосуды . . . . .	77
§42. Вес воздуха. Атмосферное давление . . . . .	80
§43. Почему существует воздушная оболочка Земли . . . . .	83
§44. Измерение атмосферного давления. Опыт Торричелли . . . . .	84
§45. Барометр-анероид . . . . .	88
§46. Атмосферное давление на различных высотах. . . . .	89
§47. Манометры . . . . .	91
§48. Поршневой жидкостный насос . . . . .	92
§49. Гидравлический пресс. . . . .	94
§50. Действие жидкости и газа на погружённое в них тело . . . . .	97
§51. Архимедова сила . . . . .	98
§52. Плавание тел. . . . .	102
§53. Плавание судов . . . . .	106
§54. Воздухоплавание . . . . .	108

### ГЛАВА 4. РАБОТА И МОЩНОСТЬ. ЭНЕРГИЯ

§55. Механическая работа. Единицы работы . . . . .	110
§56. Мощность. Единицы мощности . . . . .	112
§57. Простые механизмы . . . . .	117
§58. Рычаг. Равновесие сил на рычаге. . . . .	118
§59. Момент силы . . . . .	118
§60. Рычаги в технике, быту и природе . . . . .	119
§61. Применение закона равновесия рычага к блоку . . . . .	122
§62. Равенство работ при использовании простых механизмов. «Золотое правило» механики. . . . .	122
§63. Центр тяжести тела . . . . .	126
§64. Условия равновесия тел . . . . .	126
§65. Коэффициент полезного действия механизма . . . . .	127
§66. Энергия . . . . .	128
§67. Потенциальная и кинетическая энергия . . . . .	129
§68. Превращение одного вида механической энергии в другой. . . . .	131
Лабораторные работы. . . . .	134



Издательство «ЛадКом»  
ladya-book@bk.ru

В. Н. Ландо  
Все домашние работы  
к учебнику  
А. В. Перышкина  
«Физика 7 класс»

ФГОС

*Компьютерная верстка  
И. А. Каргин*

Формат 84x108 1/32  
Бумага типографская. Печать офсетная. 160 с.  
Усл.печ.л. 8,4. Тираж 7000 экз. Заказ № 1895.  
Издательство «ЛадКом» Москва 2013 г.

Отпечатано в ОАО «Первая Образцовая типография»,  
филиал «Дом печати - ВЯТКА» в полном соответствии  
с качеством предоставленных материалов.  
610033, г. Киров, ул. Московская, 122.  
Факс: (8332) 53-53-80, 62-10-36  
<http://www.gipp.kirov.ru>, e-mail: [order@gipp.kirov.ru](mailto:order@gipp.kirov.ru)