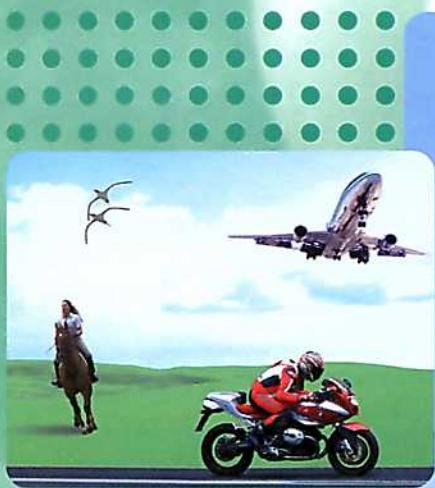


Л. Э. Генденштейн, Л. А. Кирик, И. М. Гельфгат

# ФИЗИКА

## 7 ЗАДАЧНИК класс



Л. Э. Генденштейн, Л. А. Кирик, И. М. Гельфгат

# ФИЗИКА

7  
класс

В двух частях

Часть 2

## ЗАДАЧНИК

для общеобразовательных учреждений

Под редакцией Л. Э. ГЕНДЕНШТЕЙНА

3-е издание, стереотипное



Москва 2012

УДК 373.167.1:53

ББК 22.3я721

Г34

Генденштейн Л. Э.

Г34 Физика. 7 класс. В 2 ч. Ч. 2 : задачник для общеобразовательных учреждений / Л. Э. Генденштейн, Л. А. Кирик, И. М. Гельфгат; под ред. Л. Э. Генденштейна. — 3-е изд., стер. — М. : Мнемозина, 2012. — 191 с. : ил.

ISBN 978-5-346-02161-2

Задачник содержит качественные, расчетные и экспериментальные задания, сгруппированные по темам, изучаемым в 7-м классе в соответствии с действующей программой по физике. В каждый раздел включено достаточное количество задач трех уровней сложности. К расчетным задачам в конце книги приведены ответы, к некоторым даны указания или решения.

УДК 373.167.1:53

ББК 22.3я721

ISBN 978-5-346-02159-9 (общ.)

ISBN 978-5-346-02161-2 (ч. 2)

© «Мнемозина», 2009

© «Мнемозина», 2012

© Оформление. «Мнемозина», 2012

Все права защищены

## **ПРЕДИСЛОВИЕ**

Данный задачник является вторым компонентом учебного комплекта по физике для 7-го класса (первый компонент — учебник, авторы Л. Э. Генденштейн и А. Б. Кайдалов). В книге предлагаются качественные, расчетные и экспериментальные задания, сгруппированные по тематическим разделам, в каждом из которых выделено три уровня сложности.

Разделы, как правило, начинаются с «Устной разминки», после которой следуют задания в порядке возрастания уровня сложности.

В конце многих разделов приведены трудные задачи — «крепкие орешки». Надеемся, что эти задачи помогут ученикам подготовиться к олимпиадам.

Не все задания в сборнике обязательны для каждого учащегося. Учитель имеет возможность подобрать задачи с учетом особенностей каждого класса.

Для удобства в книге использованы специальные обозначения:

-  для задач, к которым даны указания;
-  для задач, к которым даны полные решения.

Все необходимые для решения задач справочные данные приведены на форзацах.

# ФИЗИКА И ФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИЗУЧЕНИЯ ПРИРОДЫ

Нам тайны нераскрыты раскрыть пора —  
Лежат без пользы тайны, как в копилке, —  
Мы тайны эти с корнем вырвем у ядра —  
На волю пустим джинна из бутылки!

B. Высоцкий

## 1. ФИЗИКА — НАУКА О ПРИРОДЕ

### УСТНАЯ РАЗМИНКА

**1.1.** Приведите несколько примеров физических тел. Назовите вещество, из которого состоит каждое из них.

**1.2.** Назовите известное вам вещество. Приведите названия трех предметов (физических тел), изготовленных из этого вещества.

**1.3.** Назовите физические тела из стекла, резины, древесины, пластмассы.

**1.4.** Из каких веществ состоят физические тела, изображенные на рисунке 1?



Рис. 1

**1.5.** Из каких веществ состоят следующие физические тела: швейная игла, чашка, линейка, учебник, чайник?

**1.6.** Какие физические явления изображены на рисунке 2, а—г?

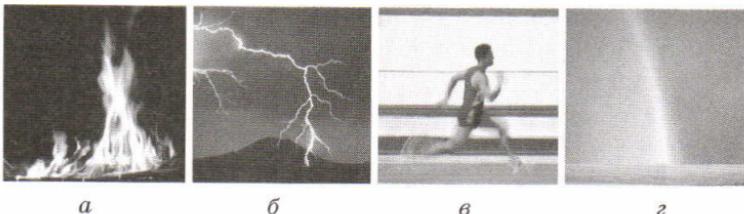
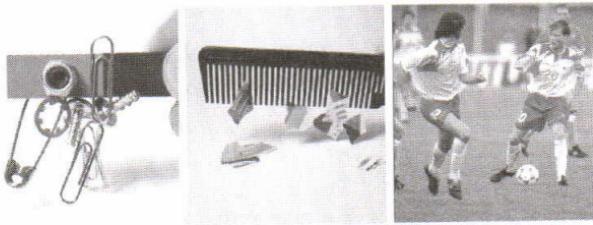


Рис. 2

**1.7.** Какие физические явления вы наблюдаете дома, по дороге в школу?

**1.8.** Приведите по три примера механических и тепловых явлений.

**1.9.** Какие физические явления показаны на рисунке 3, а—в?



*a*

*b*

*c*

Рис. 3

**1.10.** Приведите по три примера электрических и магнитных явлений.

**1.11.** С какими электрическими явлениями вы встречались дома? на улице? в школе?

**1.12.** Приведите три примера оптических явлений, которые наблюдали лично вы.

### Первый уровень

**1.13.** Запишите, какие из приведенных ниже слов обозначают физическое тело: радуга, вода, автомобиль, термометр, ртуть.

**1.14.** Запишите, какие из приведенных ниже слов обозначают вещество: конфета, мед, шоколадка, молоко, линейка.

**1.15.** Запишите, какие из приведенных ниже явлений можно отнести к тепловым:

- а) в чайнике закипела вода;
- б) вратарь отбил мяч;
- в) прозвенел звонок с урока;
- г) в печи сгорели дрова;
- д) на улице идет дождь.

**1.16.** Запишите, какие из приведенных ниже явлений можно отнести к механическим:

- а) испарение воды;
- б) торможение автомобиля;
- в) распространение запаха;
- г) щебетание птиц.

### Второй уровень

**1.17.** Посуду для приготовления пищи изготавливают из разных материалов. Из каких? Назовите достоинства и недостатки посуды, сделанной из того или иного материала.

**1.18.** В произведениях каких художников, поэтов и писателей отражены физические явления? Приведите примеры.

**1.19.** Какие физические явления вы наблюдали летом, отдохая на берегу моря? Весной во время грозы? Зимой в метель?

**1.20.** Отметьте, какие физические явления отражены в стихотворении А. С. Пушкина «Зимний вечер»:



Буря мглою небо кроет,  
Вихри снежные крути;  
То, как зверь, она завоет,  
То заплачет, как дитя,  
То по кровле обветшалой  
Вдруг соломой зашумит,  
То, как путник запоздалый,  
К нам в окошко заступит.

**1.21.** Отметьте, какие физические явления отражены в стихотворении Ф. И. Тютчева «Весенние воды»:



Еще в полях белеет снег,  
А воды уж весной шумят —  
Бегут и будят сонный берег,  
Бегут и блещут и гласят...  
Они гласят во все концы:  
«Весна идет, весна идет!  
Мы молодой весны гонцы,  
Она нас выслала вперед!»

**1.22.** Опишите, какими основными физическими явлениями сопровождается выстрел из артиллерийского орудия.

**1.23.** Опишите, какими основными физическими явлениями сопровождается старт ракеты с поверхности Земли.

**1.24.** Начертите в тетради приведенную ниже таблицу. Определите, какие из перечисленных ниже слов обозначают физическое тело, какие — вещество и какие — явление и запишите их в соответствующую колонку: мел, молния, рассвет, капля воды, Луна, выстрел, циркуль, ртуть, мед, наводнение, молоко, авторучка, лед, таяние льда, выюга, вода.

Тело	Вещество	Явление

**1.25.** Начертите в тетради приведенную ниже таблицу. Определите, какие из перечисленных явлений относятся к механическим, тепловым, звуковым, электрическим, световым, магнитным и запишите их в соответствующую колонку: падает капля, плавится лед, горит спичка, слышны звуки музыки, тает снег, светит лампочка, поет канарейка, кипит вода, плывет лодка, летит самолёт, происходит разряд молнии, булавка притягивается к магниту, мерцают звезды, шелестит листва, электромагнит поднимает груз, электрический ток идет по проводам.

Механические	Тепловые	Звуковые	Электрические	Световые	Магнитные

**1.26.** Среди приведенных явлений выберите и запишите в тетрадь только механические явления: футбольный мяч летит в окно, солнце отражается в луже, автомобиль трогается с места, речка осенью замерзает, гвоздь тонет в воде, электрический вентилятор быстро вращается, мальчик зажигает спичку.

### Третий уровень

**1.27.** Приведите примеры физических тел, которые мы не можем видеть.

**1.28.** Назовите несколько физических тел, которые состоят из двух или трех разных веществ. Назовите эти вещества.

**1.29.** Какие из перечисленных явлений механические и тепловые одновременно: автомобиль резко тормозит, горячая вода остывает, первобытный человек добывает огонь трением, включается электрическое отопление?

**1.30.** Какие из перечисленных явлений тепловые и оптические одновременно: туристы разжигают костер, вспыхивает молния, светится лампа накаливания, светится во тьме гнилое дерево?

**1.31.** Какие из перечисленных явлений электрические и оптические одновременно: работает электрический звонок, светится лампа накаливания, вспыхивает молния, далекую звезду наблюдают в телескоп, во время выключения электрического прибора возникают искры?

**1.32.** Какие явления, повторяющиеся в природе, можно было бы выбрать в качестве эталона времени?

**1.33.** На искусственном спутнике Земли не установлены какие-либо источники света (рис. 4). Почему же мы видим его? Опишите, какое физическое явление мы наблюдаем при этом.

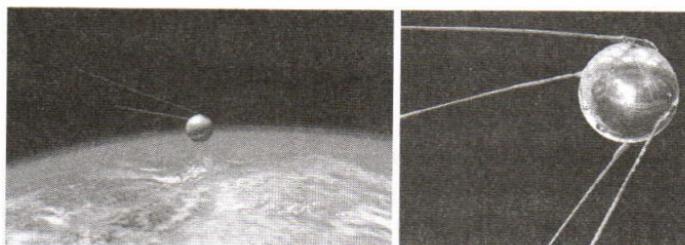


Рис. 4

**1.34.** После дождя мы видим на небе радугу (рис. 5). Связано ли ее появление с механическими или тепловыми явлениями?



Рис. 5

**1.35.** Во время грозы происходят различные явления (рис. 6). Какие из них относятся к механическим? тепловым? звуковым? электрическим? световым? магнитным?

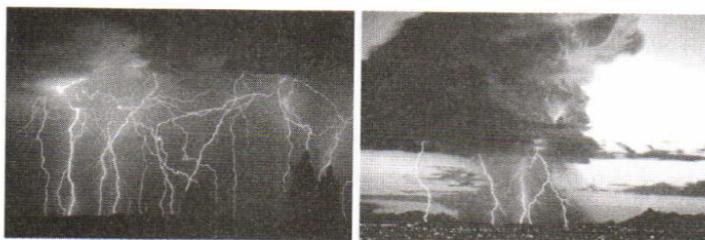


Рис. 6

Есть у меня шестерка слуг,  
Приворотных, удалых.  
И все, что вижу я вокруг,—  
Все знаю я от них,  
Они по знаку моему  
Являются в нужде.  
Зовут их: Как и Почему,  
Кто, Что, Когда и Где.

R. Киплинг

## 2. НАБЛЮДЕНИЯ И ОПЫТЫ. НАУЧНЫЙ МЕТОД

### УСТНАЯ РАЗМИНКА

**2.1.** Приведите примеры наблюдений и опытов.

**2.2.** Посмотрите на фотографии моста через реку в дневное и ночное время (рис. 7). Смена дня и ночи — это гипотеза или закономерность?

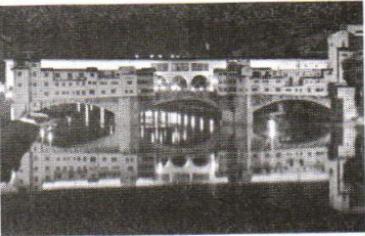
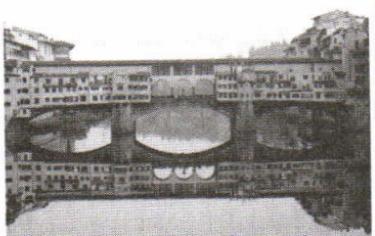


Рис. 7

**2.3.** Коля бросает камешки в озеро, чтобы убедиться, что лучше всего отскакивают от воды плоские камешки. Андрей с интересом смотрит на это. Кто из них проводит эксперимент, а кто — наблюдение?

**2.4.** Приведите известные вам примеры научных гипотез.

**2.5.** Дима и Олег стоят возле автоматической двери супермаркета. Дима смотрит, как эта дверь открывается перед каждым покупателем и закрывается за ним. А Олег медленно приближается к двери — его интересует, на какое расстояние надо подойти, чтобы автоматика сработала. Кто из мальчиков осуществляет эксперимент, а кто — наблюдение? Обоснуйте свой ответ.

### ■ Первый уровень

**2.6.** Опишите, какие наблюдения вы проводили в природе. Какие физические явления вы наблюдали? Приходилось ли вам ставить опыты? Какие именно?

**2.7.** Летним утром на листочке вы обнаружили капельки росы (рис. 8, а). Накройте крышкой кастрюлю с горячей водой и через несколько минут снимите крышку — вы увидите на ней капельки воды (рис. 8, б). В каком случае образование капелек воды изучают путем наблюдения, а в каком — путем постановки опыта?

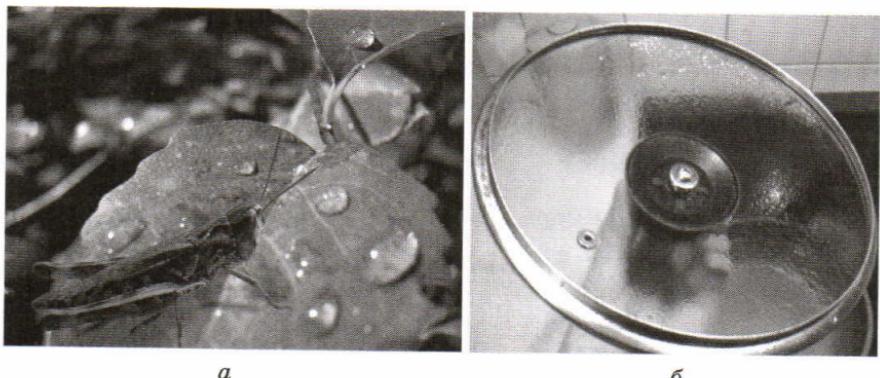


Рис. 8

**2.8.** Аристотель утверждал, что тяжелые тела падают всегда быстрее, чем легкие. Опишите, из каких наблюдений Аристотель сделал свой вывод.

**2.9.** Металлический шар падает намного быстрее, чем бумажный лист (рис. 9). Какую гипотезу о падении различных тел можно высказать, исходя из этого наблюдения? Как проверить эту гипотезу на опыте?

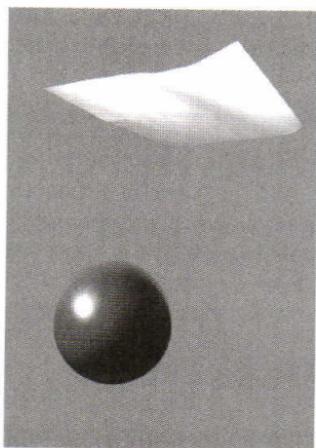


Рис. 9

**2.10.** При падении в стеклянной трубке, в которой находится воздух, перышко отстает от металлического шарика (рис. 10, *а*). Если откачать из трубы воздух, шарик и перышко будут падать одинаково быстро (рис. 10, *б*). Какой вывод можно сделать из этого опыта?

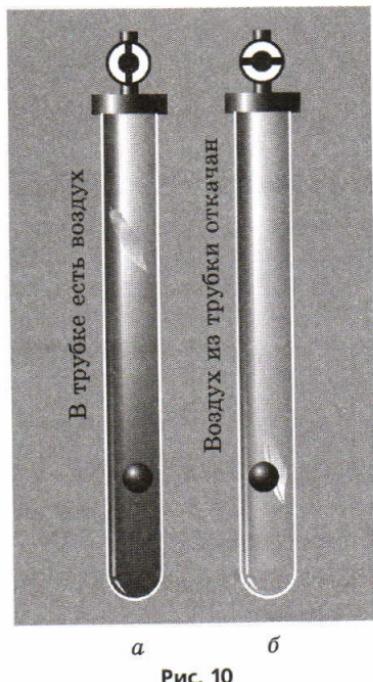


Рис. 10

## Второй уровень

**2.11.** С какой целью ученые ставят опыты?

**2.12.** Маша и Сергей решили проверить выводы Галилея о падении различных тел. Маша при этом ожидала, когда будут падать сосульки с крыши, а Сергей бросал камешки с высокого моста в воду. Кто из них осуществлял эксперимент, а кто — наблюдение? Обоснуйте свой ответ.

**2.13.** Запишите известные вам примеры научного эксперимента, наблюдения, гипотезы.

**2.14.** Во времена Галилея не было секундомеров. Галилей измерял время по числу ударов своего пульса, а затем, как пишут биографы, сделал лабораторные часы, использовав для этого необходимые тела: ведро, весы и хрустальный бокал. Опишите, как с помощью этих часов Галилей измерял время.

**2.15.** Какие из приведенных ниже примеров являются экспериментальными фактами, а какие — научными гипотезами:

- а) гирька тонет в воде;
- б) льдина плавает в море;
- в) при кипении воды образуются пузырьки;
- г) при отсутствии трения тело будет двигаться вечно?

**2.16.** Приведите примеры опытов или своих наблюдений, когда определенные события в природе повторяются через один и тот же промежуток времени.

**2.17.** Пользуясь научно-популярной литературой или справочником, выясните и запишите, в чем различие между методами познания природы, которые использовали Аристотель и Галилей.

**2.18.** Физика сохраняет вечную молодость: поток открытий в ней нарастает с каждым годом. Приведите примеры открытий за последние десятилетия, которые произвели на вас самое большое впечатление.

**2.19.** Можно ли утверждать, что с развитием техники зависимость человека от природы уменьшается?

**2.20.** Приведите примеры влияния человека на природу.

### Третий уровень

**2.21.** Верите ли вы в чудеса? А что такое чудо? Вы видели хотя бы одно чудо? Расскажите!

**2.22.** Приведите примеры «чудес», которые подарила людям наука.

**2.23.** Какие закономерности вы наблюдали в природе? Почему вы уверены, что это закономерности? Учитываете ли вы эти закономерности в повседневной жизни? Как?

**2.24.** Теории разрабатывают, чтобы объяснить экспериментальные факты и законы. Приведите пример научной теории и объясненных ею фактов и законов.

**2.25.** Какую роль играют эксперимент и теоретические рассуждения при установлении физических законов? Проиллюстрируйте свой ответ примерами.

**2.26.** У поэта Ф. И. Тютчева есть такие строки:

Не то, что мните<sup>1</sup> вы, природа:  
Не слепок, не бездушный лик —  
В ней есть душа, в ней есть свобода,  
В ней есть любовь, в ней есть язык...

Согласны вы с этим? Есть ли у природы душа, свобода, любовь, язык? Что вы об этом думаете? И каков же он, язык природы?

<sup>1</sup> Устаревшее слово «мнить» означает «думать, считать, полагать».

**2.27.** На рисунке 11 изображено падение листа бумаги (*а*) и такого же листа бумаги, смятого в комок (*б*). Лист падает значительно медленнее, чем комок, хотя их массы одинаковы. В каком случае можно считать, что происходило наблюдение? что проводился опыт? Запишите, какой вывод можно сделать из этого рисунка.

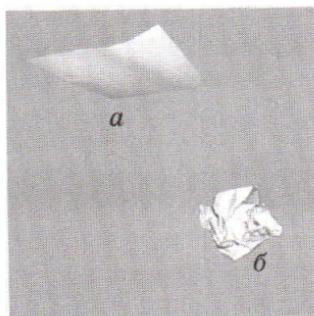


Рис. 11

**2.28.** На рисунке 12 изображено падение мушкетной пули и пушечного ядра.

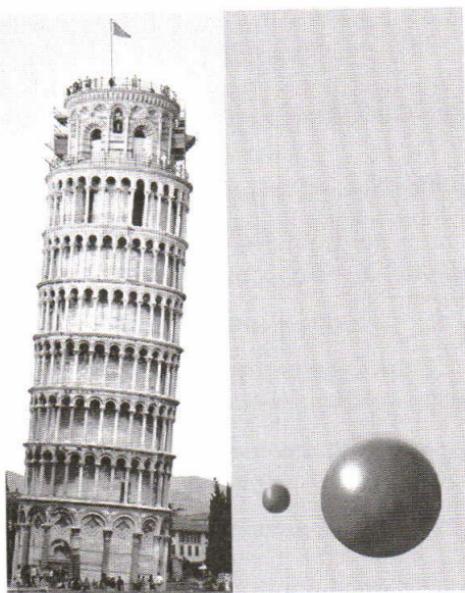


Рис. 12

Что проверял на опыте Галилей, бросая мушкетную пулю и пушечное ядро с Пизанской башни? Запишите, какое предположение ученого подтвердил этот опыт.

**2.29.** На рисунке 13, *а* и *б* показано движение Земли вокруг Солнца и суточное вращение Земли.

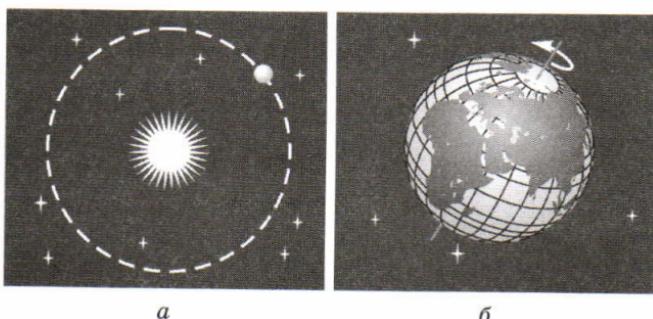


Рис. 13

При рассмотрении каких задач мы можем пренебрегать размерами Земли?

Наука начинается с тех пор,  
как начинают измерять.

Д. И. Менделеев

### 3. ИЗМЕРЕНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН<sup>1</sup>

#### УСТНАЯ РАЗМИНКА

**3.1.** Приходилось ли вам в повседневной жизни делать измерения? Какие? Приведите примеры.

**3.2.** Приведите примеры единиц физических величин.

**3.3.** Какие измерительные приборы вам известны? Какие физические величины измеряют с их помощью?

**3.4.** Что означают в наименовании единиц физических величин приставки: кило-, гекто-, санти-, милли-, микро-?

**3.5.** Можно ли использовать следующие единицы физических величин:

- милликилограмм;
- санти миллиметр;
- микрометр?

<sup>1</sup> Решая задачи этого раздела, используйте справочные таблицы, приведенные на форзаце в начале задачника.

**3.6.** Какие физические величины измеряют с помощью следующих приборов:

- а) термометра;
- б) секундомера;
- в) линейки;
- г) измерительного цилиндра?

**3.7.** Прочитайте стихотворение:

Удобно спать Дюймовочке  
В спичечной коробочке,  
И догадаться просто —  
Какого она роста.

Определите, какого роста Дюймовочка.

**3.8.** Ночью температура была  $-5^{\circ}\text{C}$ , а днем стала  $+12^{\circ}\text{C}$ . На сколько градусов изменилась температура воздуха?

**3.9.** О каких физических величинах идет речь в следующих примерах:

- а) урок длится 45 мин;
- б) в бутылке содержится 0,5 л воды;
- в) лед плавится при  $0^{\circ}\text{C}$ ;
- г) автобус проехал 40 км?

### Первый уровень

**3.10.** Запишите названия измерительных приборов, имеющихся у вас дома.

**3.11.** Какова длина каждого из брусков (рис. 14), приложенных к ученической линейке?

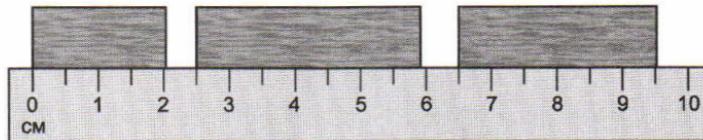


Рис. 14

**3.12.** Какова длина каждого из брусков (рис. 15), приложенных к ученической линейке?

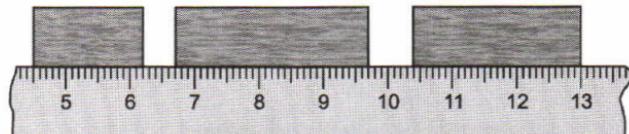


Рис. 15

**3.13.** Каков диаметр каждого из шаров (рис. 16)?

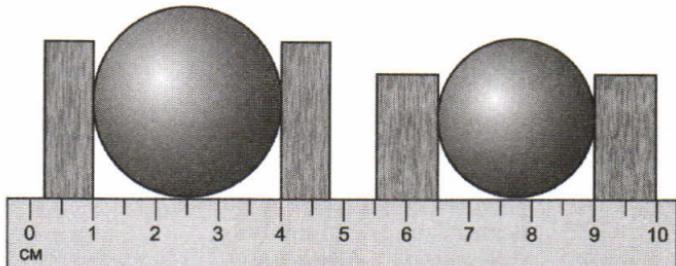


Рис. 16

**3.14.** Оцените, какого роста мог быть «мужичок с ноготок».

**3.15.** Что означает поговорка «от горшка два вершка». Запишите ответ в современных единицах длины — сантиметрах или метрах.

**3.16.** Определите цену деления измерительной сантиметровой ленты (рис. 17).



Рис. 17

**3.17.** Определите цену деления измерительного цилиндра и объем налитой в него воды (рис. 18). Каков верхний предел измерения измерительного цилиндра?

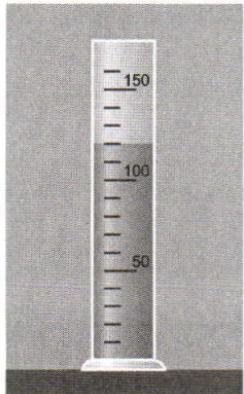


Рис. 18

## Второй уровень

**3.18.** Существуют ли профессии, обладателям которых вообще нужно ничего измерять с помощью приборов и даже определять на глазок, без приборов?

**3.19.** Существует ли в школе такой учебный предмет, при изучении которого нет необходимости в измерениях?

 **3.20.** Какие величины можно измерять *совершенно точно*?

 **3.21.** Как вы думаете, с чем связано выражение «мерить на свой аршин»?

**3.22.** Объясните, как вы понимаете выражения:

- «охотник незаметно подкрался к табуну на выстрел»;
- «не подпускать на пушечный выстрел».

**3.23.** На дороге отмечена дистанция 100 м. Как проще всего отмерить дистанцию 500 м, ведя по дороге велосипед?

**3.24.** Моряки измеряли путь *трубками*, т. е. расстоянием, которое проходит корабль за промежуток времени, пока моряк выкурит трубку. В Испании похожей единицей была *сигара*, в Японии — *лошадиный башмак*, т. е. путь, который проходила лошадь, пока не износится привязанная к ее копытам соломенная подошва, заменявшая подкову. Могли ли такие единицы длины быть точными? Ответ объясните.

**3.25.** Для каждого из измерительных цилиндров (рис. 19, а—г) найдите цену деления и объем налитой жидкости. В каком случае измерение производится наиболее точно?

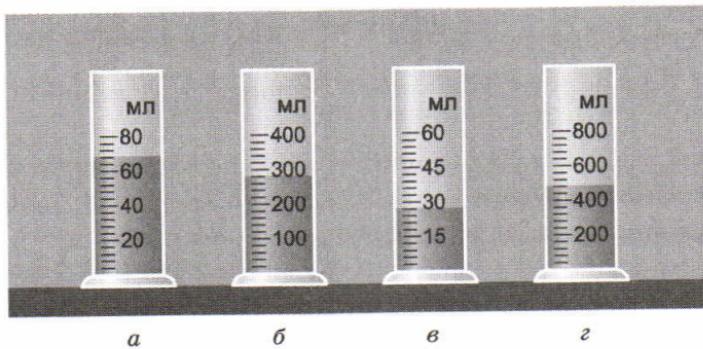


Рис. 19

**3.26.** В чем состоит сходство двух измерительных цилиндров, изображенных на рисунке 20? В чем различие? Какова цена деления шкалы каждого сосуда?

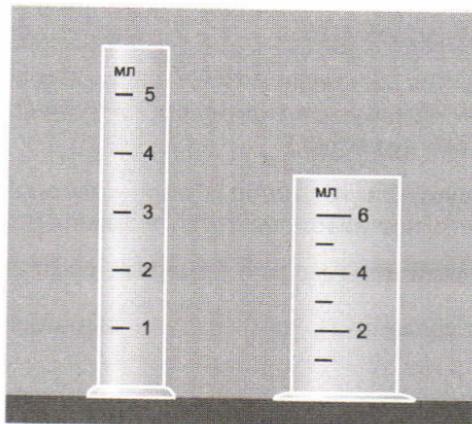


Рис. 20

**3.27.** Чем отличаются друг от друга две линейки, изображенные на рисунке 21? Какую из них вы выбрали бы для того, чтобы как можно точнее измерить длину маленького предмета? Обоснуйте свой выбор.

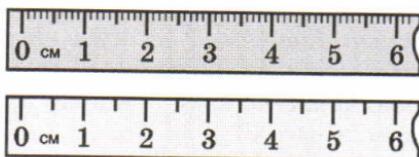


Рис. 21

**3.28.** Можно ли расстояние измерять годами? Как вы понимаете фразу: «Расстояние до ближайшей к нам звезды составляет более четырех световых лет»?

**3.29.** Расположите и запишите в порядке убывания: 0,25 м, 20 см, 500 мм, 600 мкм, 0,0004 км.

**3.30.** Расположите и запишите в порядке возрастания: 0,02 м<sup>2</sup>, 5000 мм<sup>2</sup>, 400 см<sup>2</sup>, 0,7 дм<sup>2</sup>.

**3.31.** Сколько секунд в минуте, в часе, в сутках?

**3.32.** Между старинными единицами длины были следующие соотношения: 1 миля = 7 верст; 1 верста = 500 саженей; 1 сажень = 3 аршина; 1 аршин = 16 вершков. Попробуйте сосчитать, сколько вершков в одной миле.

**3.33.** На Древнем Востоке самой точной мерой длины считалась толщина волоса верблюда или мула (около 0,1 мм), причем только в том случае, если волос был выдернут из хвоста животного.

Сколько раз можно было бы обмотать таким волосом трубку длиной 0,5 см?

**3.34.** Начертите в тетради часть шкалы измерительного цилиндра с ценой деления 25 мл.

**3.35.** Начертите в тетради шкалу термометра, цена деления которой равна 0,5 °C.

**3.36.** Луна совершает полный оборот вокруг своей оси за 27,3 суток. Сколько часов, минут это составляет?

 **3.37.** Сможете ли вы без специальных приборов измерить диаметр тонкого медного провода? Что вам для этого понадобится?

 **3.38.** Подсчитайте (приблизительно) количество букв в этой книге. Запишите в тетрадь ваши действия и полученный результат.

### Третий уровень

**3.39.** Косая сажень (рис. 22, а), локоть (рис. 22, б), пядь (рис. 22, в), дюйм (рис. 22, г), фут, верста, стрела — что общего у этих единиц длины? Чем и с какой целью их заменили сегодня?

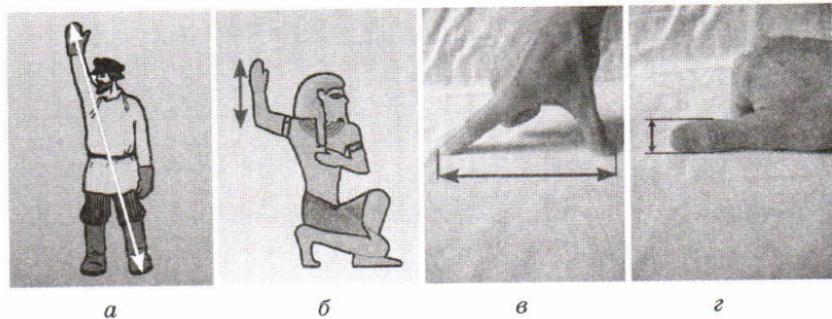


Рис. 22

**3.40.** Локоть, вершок, пядь, сажень, дюйм, фут и т. п. очень удобны при измерениях, так как их «эталоны» всегда под рукой. Но каким недостатком обладают эти единицы длины?

**3.41.** Как вы считаете, могут ли все люди пользоваться линейкой, в которой цена деления была бы равна длине фаланги вашего указательного пальца?

**3.42.** Зачем, по вашему мнению, физикам нужны эталоны единиц физических величин?

**3.43.** В одной песне поется: «Чужой земли не надо нам ни пяди, но и своей вершка не отдадим». Как выразить эту мысль, используя современные единицы измерения?

**3.44.** Прочитайте стихотворение Бориса Заходера «Бочонок собачонок»:

— Дайте мне	Да еще
Кусок щекотки,	Глоток веревки
Дайте смеха —	И моточек газировки! —
Две щепотки,	— Дам я все,
Три столовых ложки	Что вы хотите,
Ветра	Если вы
И грозы —	В обмен дадите
Четыре метра!	Тюк
Писку-визгу —	Мальчишек,
Двести граммов	Пук
Плюс пол-литра	Девчонок
Шумов-гамов,	Да бочонок
	Собачонок!

Придумайте задачу, используя это стихотворение.

**3.45.** На рисунке 23 показано, как длину одного и того же бруска измерили с помощью двух разных линеек. В каком случае получен более точный результат? Обоснуйте свой ответ.

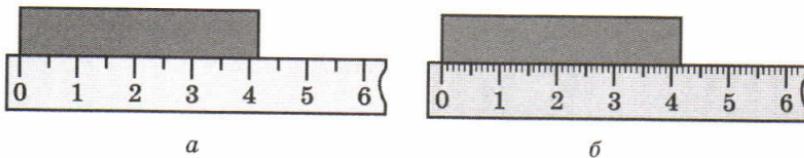


Рис. 23

**3.46.** Что легче: измерить толщину книжки с точностью до 2 мм или длину комнаты с точностью до 2 см? Обоснуйте свой ответ.

**3.47.** Объясните физический смысл пословицы: «Семь раз отмерь, а один раз отрежь!»

**3.48.** В каком случае точность измерения температуры выше:

- при измерении температуры комнатным термометром;
- при измерении медицинским термометром?

 **3.49.** Про умного человека говорят: семь пядей во лбу. Оцените, каким бы мог быть лоб у такого человека (рис. 24).

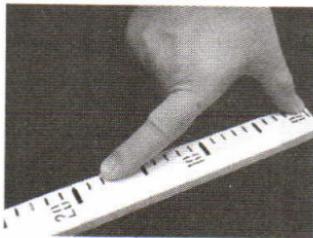


Рис. 24

 **3.50.** Часы являются измерительным прибором, а циферблат — шкала этого прибора. Имеет ли эта шкала (рис. 25) одно определенное значение цены деления?

**3.51.** Косая сажень — расстояние от кончика среднего пальца поднятой вправо вверх правой руки до носка отставленной в сторону левой ноги (см. рис. 22, а) — равна примерно трем аршинам. Вспомните, как в сказках говорится о великанах: косая сажень в плечах. Вычислите ширину плеч и оцените рост великана.

**3.52.** Древнерусской единицей для измерения небольших расстояний был *вершок* — ширина двух пальцев руки (указательного и среднего) (рис. 26).

Постройте отрезок, длина которого равна четырем вершкам.



Рис. 25

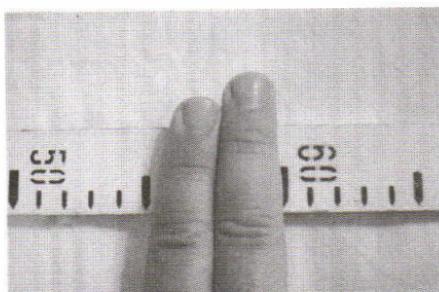


Рис. 26

**3.53.** В Древнем Египте распространенной единицей длины был *стадий* — путь, проходимый взрослым мужчиной за время между первым лучом Солнца и появлением на небе всего солнечного диска, т. е. примерно за две минуты. Попробуйте определить приблизительное соотношение между стадием и метром.

**3.54.** В сказке Ершова «Конек-Горбунок» кобылица обещала Иванушке за свое освобождение награду:

Двух рожу тебе коней —  
Да таких, каких поныне  
Не бывало и в помине;  
Да еще рожу конька  
Ростом только в три вершка...

Подсчитайте рост обещанного конька в современных единицах длины.

**3.55.** Самое трудное — узнать человека. Говорят, для этого нужно съесть с ним пуд (16 кг) соли. Сколько времени понадобится для этого, если медицинская норма потребления соли 5 г в сутки? Хватит ли одиннадцати школьных лет?

**3.56.** Посмотрите на рисунок 27 и вспомните сказку Н. А. Некрасова «Дедушка Мазай и зайцы». Когда Мазай подплыл на лодке к островку с зайцами, «...уж под ними осталось меньше аршина земли в ширину, меньше сажени в длину». Оцените указанные длину и ширину в современных единицах длины — в сантиметрах или метрах.



Рис. 27

**3.57.** Прочтайте стихотворение:

Хочу я купить  
Сапоги-скороходы,  
Ходить в скороходах  
Отлично в походы:  
Шагнул один шаг —  
И проделал семь миль.

Обгонишь автобус,  
Автомобиль...  
За час не спеша  
Обойдешь вокруг света,  
Догнать тебя сможет  
Только ракета!

Приняв 1 милю примерно за 1,6 км, длительность шага за 1 с, а длину экватора за 40 000 км, рассчитайте, действительно ли можно обойти всю Землю за один час.

**3.58.** Представьте себе, что куб объемом 1 м<sup>3</sup> разрезали на кубики объемом по 1 мм<sup>3</sup> каждый и эти кубики плотно уложили в один ряд. Какой длины получился бы ряд?

**3.59.** Имеется восемь совершенно одинаковых по размеру и виду стальных шаров. Однако в одном из них сделана небольшая полость. Пользуясь только рычажными весами, определите, в каком именно шаре есть полость. Весы можно использовать не более двух раз.

**3.60.** Результаты трех измерений длины бруска записаны так: 20 см, 20,0 см и 20,00 см. Есть ли разница между этими результатами? Если есть, то какая? Обоснуйте свой ответ.

**3.61.** Длину ребра кубика увеличили в 3 раза. Во сколько раз изменились вследствие этого:

- а) объем кубика;
- б) площадь одной грани;
- в) площадь поверхности?

**3.62.** Радиус шара увеличили в 4 раза. Во сколько раз изменились вследствие этого:

- а) объем шара;
- б) площадь его поверхности?

**3.63.** Вообразите, что лист миллиметровой бумаги размером 20 см × 30 см разрезали на квадратики 1 мм × 1 мм. Какой будет длина полоски шириной 1 мм, выложенной из этих квадратиков?

**3.64.** Вообразите, что куб с длиной ребра 10 см разрезали на маленькие кубики с длиной ребра 1 мм и из этих кубиков построили башню, поставив все кубики друг на друга. Какую высоту будет иметь такая башня?

 **3.65.** Кафельная плитка имеет форму прямоугольника размером 15 см × 30 см. Сколько таких плиток понадобится, чтобы выложить стенку размером 2,1 м × 3 м? 1,9 м × 3,6 м? Если плитку разрезать, то можно использовать лишь одну какую-то ее часть.

Один опыт я ставлю выше, чем тысячу мнений,  
рожденных только воображением.

*M. B. Ломоносов*

## 4. ДОМАШНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

### Первый уровень

**4.1.** Измерьте с помощью линейки размеры страницы этой книги. Вычислите площадь страницы и выразите ее в квадратных дециметрах.

**4.2.** Определите длину линии  $AB$  (рис. 28). В вашем распоряжении имеется нитка и школьная линейка.



Рис. 28

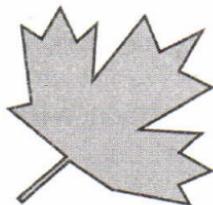


Рис. 29

**4.3.** Определите площадь плоской фигуры, изображенной на рисунке 29. Объясните, как вы это сделали. Что вы для этого использовали?

**4.4.** Рассмотрите устройство медицинского термометра для измерения температуры тела человека. Определите и запишите цену деления шкалы термометра, верхний и нижний предел для этого измерения. Измерьте температуру своего тела. Назовите физическое явление, на котором основано действие термометра.

**4.5.** Определите площадь своей ладони, используя тетрадный лист в клетку.

**4.6.** Возьмите кастрюлю вместимостью 2 л, трехлитровую банку с водой и чайник. Как можно с их помощью налить в чайник воду объемом 1 л?

**4.7.** Предложите способ измерения диаметра стального шарика (или шарика для игры в настольный теннис), если у вас есть линейка с ценой деления 1 мм и деревянные кубики, размер ребра которых больше диаметра шарика. Сделайте рисунок, поясняющий способ измерения. Полученный результат запишите в тетрадь.

## Второй уровень

**4.8.** Измерьте (приблизительно), сколько зерен риса помещается в стакане. Что вам для этого понадобится?

**4.9.** Обведите контур своей стопы на листе бумаги. Определите площадь стопы. Чем определяется размер обуви: площадью стопы или ее длиной?

**4.10.** Из крана на кухне капает вода. Сможете ли вы, пользуясь подручными средствами, которые есть у вас дома, определить объем одной капли?

**4.11.** Сможете ли вы с помощью ученической линейки измерить толщину листа учебника по физике? Проведите измерение, запишите в тетрадь ваши действия и полученный результат.

**4.12.** Возьмите коробку канцелярских кнопок. Найдите с помощью измерительного цилиндра объем одной кнопки.

**4.13.** Возьмите коробку канцелярских кнопок. Найдите с помощью домашних весов массу одной кнопки.

**4.14.** В вашем распоряжении имеются измерительный цилиндр, стакан с водой и пипетка. Определите средний объем одной капли из пипетки.

**4.15.** Как можно с помощью измерительного цилиндра определить объем монеты? Предложите план эксперимента. Что вам понадобится для его проведения?

**4.16.** Определите средний диаметр зернышка пшена. Какие измерительные приборы и приспособления вам для этого понадобятся?

### ■ Третий уровень

 **4.17.** Определите, какую долю объема песка занимают сами песчинки, а какую — воздух. Какое оборудование вам для этого потребуется?

**4.18.** Попробуйте определить объем тела неправильной формы, если оно растворяется в воде.

**4.19.** Тело неправильной формы не входит в измерительный цилиндр. Есть два цилиндрических сосуда различного диаметра, вода и измерительный цилиндр. Предложите способ определения объема тела.

**4.20.** Определите длину окружности головки винта или болта сначала способом, изображенным на рисунке 30, а затем, измеряя диаметр и умножая его на число  $\pi$ . Сравните результаты измерений.

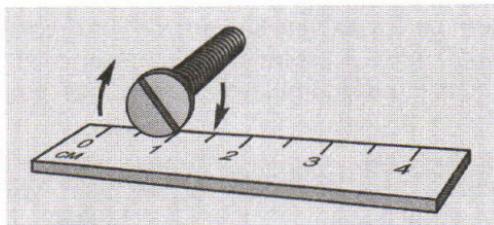


Рис. 30

**4.21.** Определите площадь фигуры, вырезанной из картона, если имеются весы с гирьками, ножницы, полоска такого же картона шириной 1 см.

**4.22.** Как можно определить толщину пленки, которую образует на воде после растекания капля бензина или масла? Какое оборудование вам понадобится?

**4.23.** Для приблизительного определения площади криволинейной фигуры ее можно положить на бумагу в клетку, обвести контур и подсчитать количество клеток. Если клетка лишь частично находится в контуре, ее считают как  $\frac{1}{2}$  клетки. Определите таким методом площадь своей ладони.

# СТРОЕНИЕ ВЕЩЕСТВА

Сладость существует как условность, горечь — как условность, цвет — как условность; в реальности существуют лишь атомы и пустота.

Демокрит

## 5. АТОМЫ И МОЛЕКУЛЫ

### Пример решения задачи

Между молекулами существуют силы притяжения. Почему же две половинки сломанной ручки не соединяются, если их плотно приложить друг к другу? Почему слипаются прижатые друг к другу кусочки пластилина?

**Решение.** Силы притяжения между молекулами становятся достаточно большими только тогда, когда молекулы сближаются (расстояние между ними не превышает размеров молекулы). Размеры же неровностей на поверхности тела обычно намного превышают размеры молекулы. Когда мы прикладываем тела друг к другу (рис. 31), силы притяжения возникают только между теми молекулами этих тел, которые оказываются очень близко. Таких молекул относительно немного, поэтому притяжение оказывается слабым. Однако если вещество мягкое (например, пластилин), неровности сминаются, и силы притяжения в этом случае действуют между гораздо большим количеством молекул. В результате тела могут слипаться.



Рис. 31

### УСТНАЯ РАЗМИНКА

**5.1.** Приведите примеры из повседневной жизни, которые могут служить косвенным доказательством существования мельчайших частиц вещества — молекул и атомов.

**5.2.** Приведите примеры из повседневной жизни, которые могут служить косвенным доказательством существования промежутков между молекулами или атомами вещества.

**5.3.** Приведите примеры опытов, которые показывают, что частицы вещества очень малы.

**5.4.** Можно ли утверждать, что объем воды, налитой в сосуд, равен сумме объемов ее молекул?

**5.5.** Капля керосина растекается по поверхности воды, образуя тонкую пленку. Какой может быть наименьшая толщина этой пленки?

**5.6.** Почему аромат цветов (рис. 32) мы чувствуем на расстоянии?

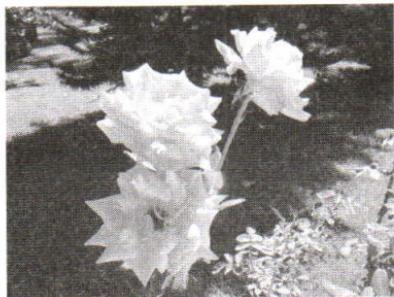


Рис. 32

**5.7.** Приведите примеры диффузии в окружающем вас мире.

**5.8.** Как можно продемонстрировать взаимодействие молекул с помощью карандаша? кусочка мела?

**5.9.** Тряпка не прилипает к рукам, а глина, тесто, мясной фарш — еще как! Почему?

**5.10.** Бросьте с некоторой высоты на доску камень и кусок пластилина. Какое тело не прилипает к доске при ударе и почему?

## Первый уровень

**5.11.** Рука золотой статуи в древнегреческом храме, которую целовали прихожане, за десятки лет заметно похудела. Священники в панике: кто-то украл золото. Но кто? Или чудо, знамение? Объясните, что же произошло, на основе гипотезы Демокрита о существовании мельчайших частиц вещества.

**5.12.** Почему все тела кажутся нам сплошными?

**5.13.** Чем отличаются друг от друга атомы разных химических элементов?

**5.14.** Вы делаете уроки. Из кухни донесся аппетитный запах жареной картошки. Как объясняется распространение запаха согласно гипотезе Демокрита?

**5.15.** Что произойдет, если асфальт в городе размягчится под палящими лучами солнца?

**5.16.** Почему склеиваемые детали рекомендуют крепко прижимать друг к другу?

**5.17.** Изменяется ли взаимодействие между молекулами тонкой капроновой нити (рис. 33), когда вы пытаетесь ее разорвать? Если изменяется, то как?

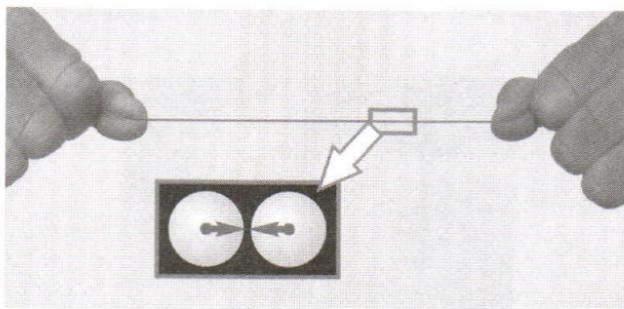


Рис. 33

## Второй уровень

**5.18.** Скорость движения молекул при комнатной температуре составляет несколько сотен метров в секунду. Почему же скорость распространения запахов в воздухе намного меньше?

**5.19.** Если в мензурку налить  $20 \text{ см}^3$  воды, а затем долить  $20 \text{ см}^3$  ртути, то уровень жидкости окажется против отметки  $40 \text{ см}^3$  на шкале мензурки. Если в мензурку налить  $20 \text{ см}^3$  воды, а затем долить  $20 \text{ см}^3$  спирта, то уровень жидкости в мензурке окажется ниже отметки  $40 \text{ см}^3$ . Попробуйте объяснить этот факт.

**5.20.** Диффузия в газе происходит намного быстрее, чем в жидкости. О чём это свидетельствует?

**5.21.** Поясните выражение «дым тает в воздухе».

**5.22.** Почему молекулы газа при соударении разлетаются, а не соединяются?

**5.23.** Прочитайте следующие пословицы:

- Ложка дегтя и бочку меда испортит (русская);
- Тухлое яйцо портит всю кашу (немецкая);
- На мешке с солью и веревка соленая (корейская);
- Нарезанный лук пахнет и жжет глаза сильнее (мальгашская);
- Овощной лавке вывеска не нужна (японская).

Ответьте на вопросы:

1. О каком физическом явлении говорится в пословице?
2. Каков ее физический смысл?
3. Верна ли пословица с точки зрения физики?
4. В чем ее житейский смысл?

**5.24.** О каком физическом явлении говорится в узбекской пословице «Волка нюх кормит»? В чем житейский смысл этой пословицы?

### Третий уровень

**5.25.** Древнеримский философ и поэт Лукреций Кар в своей поэме «О природе вещей» (около 50 года до нашей эры) писал:

Вот посмотри: каждый раз, когда солнечный свет проникает  
В наши жилища и мрак прорезает своими лучами,  
Множество маленьких тел в пустоте ты увидишь, мелькая,  
Мечутся назад и вперед в лучистом сиянии света;  
Будто бы в вечной борьбе они боятся в сраженьях и битвах,  
В схватки бросаются вдруг по отрядам, не зная покоя...

Попытайтесь объяснить физический смысл этих строк. Что же это за «маленькие тела»? Неужели в те далекие времена видели молекулы? А может быть, у вас дома можно увидеть эту потрясающую картину «в лучистом сиянии света»?

**5.26.** От чего, кроме состава молекул, зависят свойства вещества?

**5.27.** В повести М. Горького «В людях» есть такие строки: «Я уже не спал, наблюдая, как сквозь щели дровяника пробиваются ко мне на постель лучи солнца, а в них пляшет какая-то серебряная пыль — эти пылинки, точно слова в сказке». О каком движении здесь идет речь?

**5.28.** В чем разница между диффузией и броуновским движением?

**5.29.** Вы вылезли из воды и легли на горячий песок. Песчинки облепили вас со всех сторон. Но вы высокали, и почти все песчинки отпали, осыпались. Почему?

**5.30.** Если необходимо вынести из теплого помещения на холод музыкальные инструменты, то рекомендуют несколько уменьшить натяжение их струн. Для чего это нужно сделать?

**5.31.** Чтобы разорвать кусок проволоки, требуется значительное усилие. Однако если раскалить проволоку в пламени горелки, то разорвать ее намного легче. Почему?

**5.32.** Используя рисунок 34, на котором схематически показано взаимодействие молекул, объясните, почему вы, находясь в классе, не проваливаетесь сквозь пол.

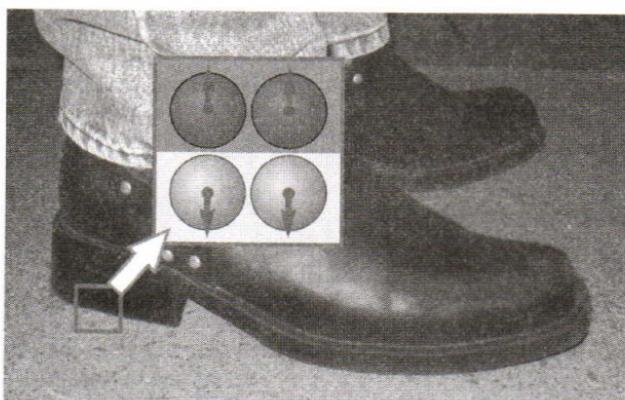


Рис. 34

**5.33.** Капля масла объемом  $0,1 \text{ мм}^3$  растеклась по поверхности воды тонким слоем (рис. 35), площадь которого  $10 \text{ дм}^2$ . Какой вывод о размерах молекул масла можно сделать из этого факта?

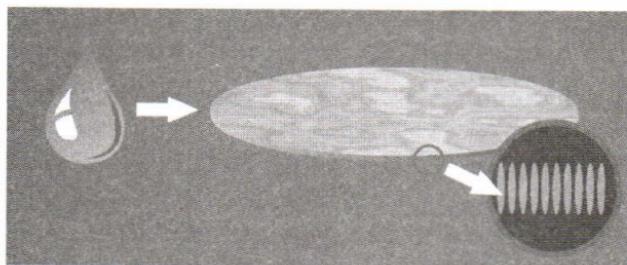


Рис. 35

**5.34.** Капля масла объемом  $0,3 \text{ мм}^3$  растеклась по поверхности воды тонким слоем. Зная, что средний диаметр молекулы масла равен  $0,000001 \text{ мм}$ , определите площадь слоя масла на поверхности воды.

**5.35.** Капля стеариновой кислоты растекается по поверхности воды до образования очень тонкой пленки. Ее толщина около  $0,000002 \text{ мм}$ . Более тонкую пленку стеариновой кислоты получить не удается. Как можно объяснить этот факт? Каков, по вашему мнению, размер молекулы стеариновой кислоты?

**5.36.** Кусочек парафина объемом  $1 \text{ мм}^3$  бросили в горячую воду. Парафин расплавился и растекся по поверхности воды, об-

разовав тонкую пленку площадью 1 м<sup>2</sup>. Определите диаметр молекулы парафина, полагая, что толщина пленки равна диаметру молекулы парафина.

**5.37.** На фотоснимке (рис. 36) видимый диаметр атома кремния приблизительно равен 0,15 см. Чему равен действительный диаметр этого атома, если фотоснимок получен с помощью электронного микроскопа с увеличением в 500 000 раз?

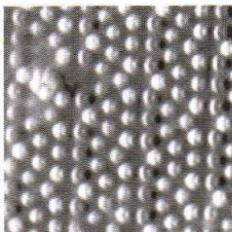


Рис. 36

Нет совершенства полного в Природе,  
Несовершены Твердые Тела,  
Там Атомы кочуют на свободе:  
Их никакая сила не смогла  
Затиснуть в три Магических Числа.

Дж. Андайк

## 6. ТРИ СОСТОЯНИЯ ВЕЩЕСТВА

### Пример решения задачи

Вы наблюдаете из окна плотную толпу людей на площади во время праздничного гулянья. Если мысленно заменить каждого человека молекулой, то какое состояние вещества это вам напомнит?

**Решение.** Такое расположение молекул характерно для жидкости: промежутки между молекулами небольшие, порядок в расположении молекул отсутствует. Если бы люди на площади построились в ряды и колонны, то получилась бы модель кристаллической решетки. А когда гулянье закончится и большая часть людей разойдется, оставшиеся кое-где «молекулы» будут расположены подобно молекулам в газе.

### УСТНАЯ РАЗМИНКА

**6.1.** Какие из перечисленных ниже веществ находятся при обычных условиях в твердом состоянии? жидком? газообразном?

Железо, кислород, молоко, ртуть, уголь, одеколон, серебро, сахар, стекло, гелий, медь, азот.

**6.2.** При каких условиях вода может находиться в твердом, жидком, газообразном состоянии? Как мы называем воду в этих состояниях?

**6.3.** Имеется ли различие между молекулами льда, воды и водяного пара?

**6.4.** Летним вечером над озером образовался туман. Какое это состояние воды?

**6.5.** Почему газы заполняют весь предоставленный им сосуд?

**6.6.** Тело сохраняет свой объем, но легко меняет свою форму. В каком состоянии находится это тело?

**6.7.** Тело сохраняет свою форму и объем. В каком состоянии находится это тело?

**6.8.** В каком состоянии находится вещество, характеризующееся отсутствием собственного объема и формы?

**6.9.** В больнице, где часто пользуются эфиром<sup>1</sup>, всегда чувствуется его запах. В каких состояниях находится эфир в склянке и окружающем пространстве?

## Второй уровень

**6.10.** Закупоренная бутылка наполовину заполнена водой. Можно ли утверждать, что в верхней части бутылки нет молекул воды?

**6.11.** Каким состояниям воды соответствуют условные схемы расположения молекул воды, изображенные на рисунке 37, а—в?

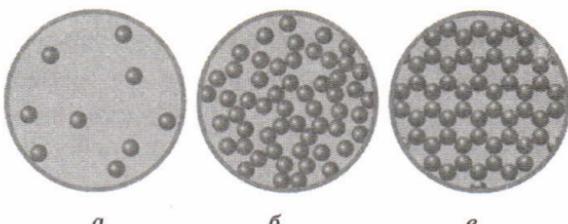


Рис. 37

**6.12.** Какие свойства жидкостей отмечены в поговорке и пословицах:

- Вилами по воде писано (русская);
- У воды гибкая спина (финская);
- Не расписывайся на воде (корейская);
- На воде картины не напишешь (японская)?

**6.13.** Какие свойства твердых тел отмечены в поговорке и пословицах:

- Тверд как алмаз (русская);
- Хорошее железо не идет на гвозди (китайская);
- Лепи из глины, пока она сырья (индонезийская)?

<sup>1</sup> Традиционное название диэтилового эфира — бесцветной летучей жидкости с характерным запахом.

**6.14.** В чем состоит сходство и различие свойств жидкостей и газов? Объяснение дайте на основе представления о молекулярном строении тел.

**6.15.** В чем различие сжимаемости газов, жидкостей и твердых тел? Какие выводы отсюда следуют?

**6.16.** В каком состоянии может быть вещество в сосуде, если оно занимает половину объема сосуда?

**6.17.** В каком состоянии может быть вещество, если оно принимает форму сосуда, в котором находится?

**6.18.** Почему жидкости почти так же трудно сжать, как и твердые тела?

**6.19.** Твердое тело в течение длительного времени сохраняет свою собственную форму. Обязательно ли оно имеет кристаллическое строение?

**6.20.** Если в зазор между поверхностями двух полированных стекол попадает вода, эти стекла очень трудно оторвать друг от друга. Почему?

**6.21.** Если закрытую бутылку перевернуть вверх дном, погрузить в воду и открыть, вода не заполнит бутылку. Почему?

**6.22.** Почему аморфное твердое тело по некоторым своим свойствам ближе к жидкости, чем к кристаллу?

**6.23.** Существующие в природе твердые тела обладают разными свойствами. Некоторые из них имеют правильную геометрическую форму, другие — всегда бесформенные. Можете ли вы объяснить, какие особенности внутреннего строения этих тел обусловливают такие свойства?

### Третий уровень

**6.24.** Представьте, что каждый ученик вашего класса — молекула, а все вы вместе — скопление молекул. Что напоминает ваш класс — газ, жидкость или твердое тело:

- а) во время урока;
- б) после звонка с урока, когда ученики разбегаются по всей школе?

**6.25.** Представьте себе автобус, переполненный пассажирами. Какое состояние вещества напоминает это скопление людей, если каждого пассажира уподобить молекуле?

**6.26.** Представьте себе, что произошло чудо и вы стали такими маленькими, что у вас появилась возможность проникать внутрь веществ. Как, путешествуя в них, вы сможете определить, когда вы перешли из одного вещества в другое? Когда попали опять в то же вещество, в котором были первоначально?

**6.27.** Почему при резком ударе ладонью по поверхности воды ощущение такое, будто ударили по железу?

**6.28.** Трудно поверить, что мягкий черный графит (рис. 38, *a*) и твердый прозрачный алмаз (рис. 38, *б*) состоят из *одних и тех же* атомов — атомов углерода. Почему же графит мягкий, а алмаз твердый?

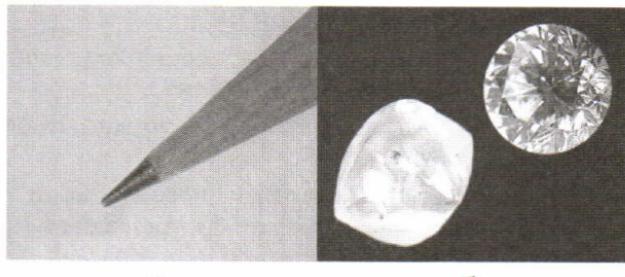


Рис. 38

**6.29.** Шарик, наполненный легким газом, поднимается к потолку комнаты. Если этот газ — теплый воздух, то спустя некоторое время он остывает, и шарик опускается. Но шарик опускается и в том случае, когда он наполнен гелием! Почему это происходит?

**6.30.** В плотно закрытой бутылке, заполненной водой, есть пузырек воздуха. Когда бутылку нагревают, объем пузырька *уменьшается*. Как это согласуется с хорошо известным фактом, что воздух при нагревании расширяется намного сильнее, чем вода?

**6.31.** В одном сосуде вода может «существовать» в газообразном, жидком и твердом состояниях. При каких условиях это возможно?

**6.32.** На рисунке 39 схематически изображено молекулярное строение аморфного тела. Что вам напоминает этот рисунок: строение газа, жидкости или твердого тела? Что общего у аморфных тел и жидкостей?



Рис. 39

**6.33.** Какая существует связь между явлением диффузии и экологическими проблемами, связанными с загрязнением атмосферы, рек и водоемов, полей и лесов? Напишите маленькое сочинение.

Видеть и делать новое — очень большое удовольствие.

Вольтер

## 7. ДОМАШНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

### Первый уровень

**7.1.** На дно стакана положите несколько крупинок марганцовки (перманганата калия) и осторожно налейте немножко холодной воды. Пронаблюдайте, как меняется цвет воды. Какое явление вы наблюдаете?

**7.2.** Проделайте тот же опыт, что и в предыдущей задаче, но марганцовку залейте горячей водой. Как изменится протекание данного явления? Почему?

**7.3.** Проверьте опытным путем, что сухие листы бумаги не прилипают друг к другу, а смоченные водой прилипают. Объясните это явление.

**7.4.** Проверьте, что происходит с воздухом при его нагревании. Для этого наденьте воздушный шарик на горлышко бутылки (рис. 40, *а*). Подержите эту бутылку в течение минуты в тазике с горячей водой (рис. 40, *б*), а затем поставьте бутылку под струю холодной воды (рис. 40, *в*). Объясните результаты проделанных опытов.

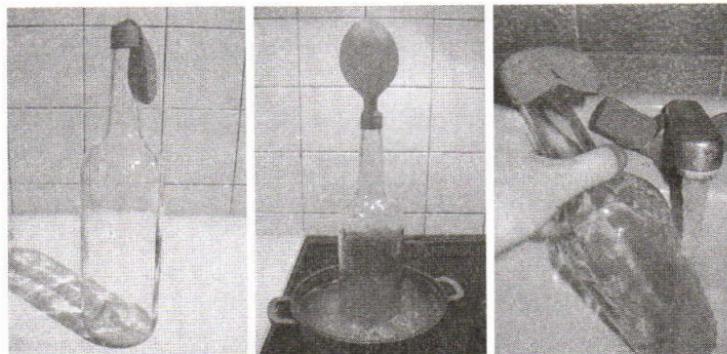


Рис. 40

**7.5.** Изучите устройство медицинского термометра (при этом будьте осторожны и не разбейте термометр — ртуть очень опасна). С какой целью трубка, в которой находится столбик ртути, сделана такой тонкой?

**7.6.** Возьмите тарелку, налейте в нее воды и сразу слейте. Затем кусок мыла, сильно прижимая к тарелке, поверните несколько раз и поднимите вверх. При этом с мылом поднимется и тарелка. Почему?

## Второй уровень

**7.7.** Разбрзгайте в углу комнаты несколько капелек духов. Зафиксируйте, через какое время вы почувствуете запах духов в противоположном углу комнаты. Объясните этот факт (ведь скорость движения молекул в воздухе достигает нескольких сот метров в секунду).

**7.8.** Переверните стакан вверх дном и медленно погружайте его в широкий сосуд с водой. Наблюдайте за объемом воздуха в стакане при погружении. Какие выводы можно сделать? Как объяснить наблюдаемое явление?

**7.9.** Вставьте воронку в пустую бутылку, плотно прижмите воронку к стенке горлышка бутылки. Попытайтесь наполнить бутылку водой. Удастся ли это сделать? Объясните наблюдаемое явление.

**7.10.** Возьмите сырью картофелину и разрежьте ее пополам. В центре среза поместите несколько капель марганцовки и соедините обе половинки. Через некоторое время разъедините их. Как называется наблюдаемое явление? Объясните его.

**7.11.** Понаблюдайте, где в домашних условиях используется явление диффузии. От чего зависит скорость диффузии? Как можно ускорить диффузию? Как домохозяйки ведут борьбу с вредными проявлениями диффузии? Каждый пример запишите в тетрадь и объясните.

**7.12.** Возьмите две прямоугольные стеклянные пластинки небольших размеров, хорошо вымойте их и просушите. Приложите плотно друг к другу. Легко ли их разъединить? То же самое проделайте с мокрыми пластинками. Объясните наблюдаемое явление.

## Третий уровень

**7.13.** Воспользовавшись линейкой, определите объем нескольких кусочков сахара-рафинада. Опустите сахар в мензурку с водой и растворите его. Определите, на сколько увеличился объем жидкости. Сравните увеличение объема жидкости с объемом ку-

сочков сахара. Объясните полученный результат. В какой воде (теплой или холодной) опыт проходит быстрее? Почему?

**7.14.** Вам надо установить, зависит ли скорость диффузии в жидкостях от температуры. Как вы поставите опыт? Проведите опыт и проверьте, действительно ли такая зависимость существует.

**7.15.** Заполните стеклянный сосуд керосином наполовину. Возьмите воронку с длинным горлышком и опустите ее в сосуд так, чтобы конец горлышка доходил до дна. Затем осторожно наливайте через воронку в сосуд воду. Жидкости в сосуде разделяются на два слоя с резко выраженной границей между ними. Наблюдайте за жидкостями в течение нескольких дней. Сделайте выводы из наблюдаемых явлений. Повторите опыт с другими жидкостями (например, с раствором медного купороса и водой). Зависит ли скорость диффузии от свойств соприкасающихся жидкостей?

**7.16.** Придумайте и продемонстрируйте несколько опытов, при помощи которых можно показать, что между молекулами твердого тела имеются промежутки.

**7.17.** Возьмите невысокую банку из-под консервов, проколите изнутри в дне отверстия диаметром 1—2 мм. Расплавьте парафин и обмакните в него дно банки. Если парафиновая пленка затянет отверстия, то осторожно проколите их вновь. Налейте в банку слой воды высотой 7—10 мм. Будет ли вода выливаться из банки?

**7.18.** Поставьте стакан, наполненный водой, на подставку, а пустой стакан — на стол. Попробуйте с помощью полоски сукна или другой материи «перелить» воду из верхнего стакана в нижний. Где подобное явление используется на практике?

**7.19.** Опустите банку вверх дном в воду: вы увидите, что вода не заполняет «пустую» банку (рис. 41). Наклоните банку. Что при этом происходит? Какой вывод можно сделать на основании этого опыта?

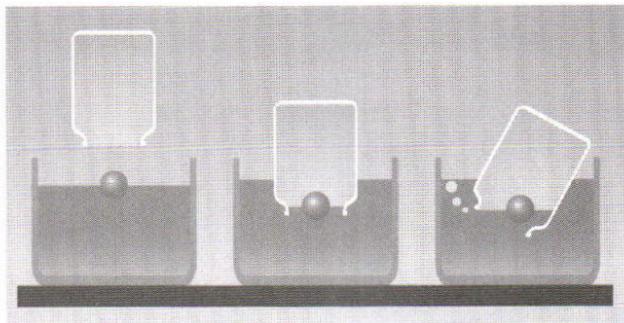


Рис. 41

**7.20.** Положите слабо надутый воздушный шарик в тазик и налейте туда горячей воды. Шарик немного увеличится в объеме, хотя масса воздуха, находящегося в шарике, не увеличилась (рис. 42). Почему? Объясните проделанный опыт.

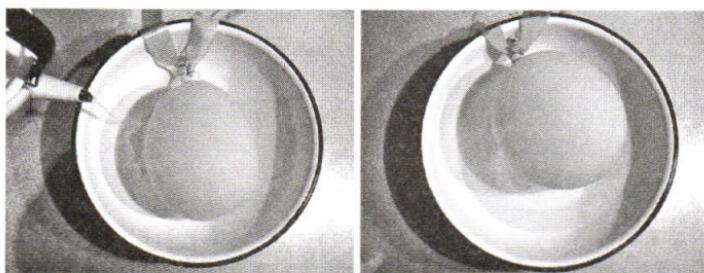


Рис. 42

**7.21.** Всегда ли справедливо утверждение, что жидкость «не имеет своей формы»? Капните воду на тарелку, смазанную жиром (например, сливочным или растительным маслом). Присмотритесь также к капелькам росы на траве и листьях (рис. 43). Какой вывод можно сделать из проведенных опытов и наблюдений?



Рис. 43

# ДВИЖЕНИЕ И ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ТЕЛ

Движенъя нет, — сказал мудрец брадатый.  
Другой смолчал и стал пред ним ходить.  
Сильнее бы не мог он возразить;  
Хвалили все ответ замысловатый.

А. С. Пушкин

## 8. ОТНОСИТЕЛЬНОСТЬ ДВИЖЕНИЯ. ТРАЕКТОРИЯ И ПУТЬ

### Пример решения задачи

Пассажир сидит в вагоне идущего поезда (рис. 44). Приведите примеры тел, относительно которых пассажир движется, и примеры тел, относительно которых он покоится.

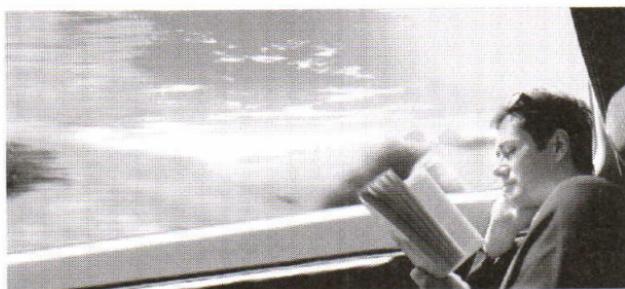


Рис. 44

**Решение.** Пассажир движется относительно деревьев за окном, зданий станций, пассажиров, стоящих на перронах. Покоится он относительно вагона, сидящего рядом пассажира, стоящей рядом сумки.

### УСТНАЯ РАЗМИНКА

- 8.1.** В движущемся вагоне пассажирского поезда на столе лежит книга. В покое или в движении находится книга относительно:
- а) стола;
  - б) рельсов;
  - в) пассажира;
  - г) платформы?

- 8.2.** Посмотрите на фотографию пассажирского судна (рис. 45). Относительно каких тел пассажиры находятся в движении? Как они могут судить об этом? Есть ли тела, относительно которых пассажиры неподвижны?



Рис. 45

**8.3.** Приведите два-три примера тел, относительно которых покоится и относительно которых движется земной шар.

**8.4.** Группа самолетов одновременно выполняет фигуры высшего пилотажа, сохраняя заданный строй (рис. 46). Что можно сказать о движении самолетов друг относительно друга?



Рис. 46

**8.5.** Пассажир летит из Москвы в Новосибирск (рис. 47). Относительно каких тел в самолете пассажир находится в состоянии покоя? Относительно каких тел он движется?



Рис. 47

**8.6.** Движется или покойится земной шар:

- а) относительно движущейся электрички;
- б) относительно электрички, стоящей у перрона?

**8.7.** Во время сильного снегопада трудно понять, движется автомобиль или нет. Почему?

**8.8.** На рисунке 48 изображены две дороги. Какой формы будут траектории движения автомобилей по этим дорогам?

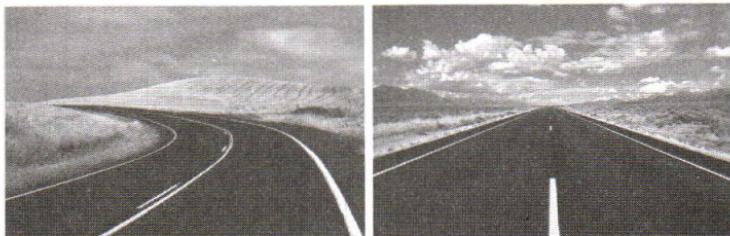


Рис. 48

**8.9.** Каковы траектории движения:

- а) падающего камня относительно Земли;
- б) Земли относительно Солнца?

**8.10.** Приведите примеры движений, траектории которых можно *увидеть*.

**8.11.** На рисунке 49 показан электропоезд, курсирующий между двумя городами. Одинаковый ли путь будет пройден первым и последним вагонами этого поезда?

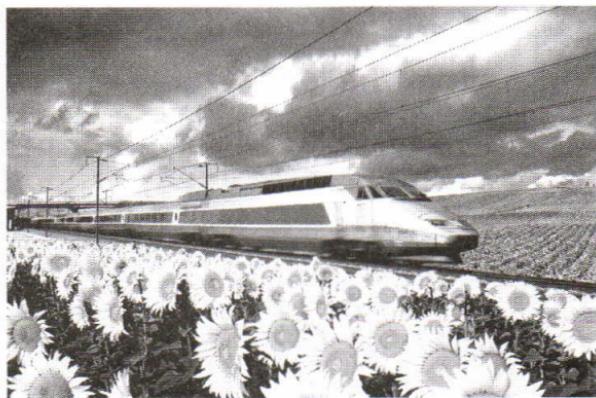


Рис. 49

**8.12.** Проводник ходит по вагону движущегося поезда. Одинаковы ли траектории его движения относительно поезда и относительно Земли?

## Первый уровень

**8.13.** Нарисуйте в тетради траектории движения:

- движущегося вверх лифта относительно Земли;
- Луны относительно Земли.

**8.14.** Нарисуйте в тетради траектории движения:

- автомобиля, который едет по прямой дороге, относительно Земли;
- конца секундной стрелки относительно циферблата часов.

**8.15.** Поезд движется по прямолинейному участку пути. Движутся ли друг относительно друга первый и последний вагоны поезда?

**8.16.** Нарисуйте схематически траекторию движения точки обода колеса относительно центра колеса.

**8.17.** Нарисуйте схематически траекторию движения точек винта самолета относительно летчика.

 **8.18.** Автомобиль проехал по прямой дороге 35 км, затем повернул назад и проехал еще 15 км. Чему равен пройденный путь?

**8.19.** Автомобиль проехал по прямой дороге 35 км, а затем повернув вправо и проехал еще 15 км. Чему равен пройденный путь?

**8.20.** Велосипедист проехал по прямой дороге из одного поселка в другой и вернулся обратно. Пройденный велосипедистом путь оказался равным 32 км. Каково расстояние между поселками?

## Второй уровень

**8.21.** Гекльберри Финн — герой произведения американского писателя М. Твена «Приключения Гекльберри Финна» — так описывал свои ощущения во время плавания на плоту в тумане: «Я сидел тихо, насторожив уши. Меня, разумеется, уносило вниз по течению со скоростью четыре-пять миль в час, но этого обыкновенно не замечаешь, — напротив, кажется, будто лодка стоит на воде неподвижно; а если мелькает мимо коряга, то даже дух захватывает, думаешь: вот здорово летит коряга! А что сам летишь, это и в голову не приходит. Если вы думаете, что ночью на реке, в тумане ничуть не страшно и не одиноко, попробуйте сами хоть разок, тогда узнаете». О каком свойстве механического движения здесь идет речь?

**8.22.** А. С. Пушкин писал:

Движенья нет, сказал мудрец брадатый.  
Другой смолчал и стал пред ним ходить.  
Сильнее бы не мог он возразить;  
Хвалили все ответ замысловатый.

Но, господа, забавный случай сей  
Другой пример на память мне приводит:  
Ведь каждый день пред нами Солнце ходит,  
Однако ж прав упрямый Галилей.

В чём же «прав упрямый Галилей»? Объясните свой ответ.

**8.23.** Древнеримский поэт Вергилий в поэме «Энеида» писал: «В море из порта идем, и отходят и земли, и грады». Что означают эти строки с точки зрения физики?

**8.24.** Китайский астроном Ло Сяхун, живший примерно за 100 лет до нашей эры, считая, что Земля движется, так обосновывал свое предположение: «Земля постоянно движется, но люди этого не знают, они, как команда на закрытом судне, когда оно перемещается, этого не замечают». Почему люди не замечают, что Земля движется?

 **8.25.** В кинофильме демонстрируется впечатляющий трюк: герой спрыгивает из летящего на малой высоте вертолёта на крышу мчащегося автомобиля. Как вы думаете, должны ли при этом вертолёт и автомобиль двигаться друг относительно друга?

**8.26.** Приходилось ли вам плыть на лодке в тумане (рис. 50)? Любопытное ощущение: не представляешь, движешься или нет. Можно ли, глядя на фотографию, ответить, движется лодка или нет?



Рис. 50

**8.27.** На одной фотографии изображены автомобили на стоянке, на другой — колонна автомобилей на улице во время движения (рис. 51). Можно ли утверждать, что на обеих фотографиях автомобили покоятся друг относительно друга?



Рис. 51

**8.28.** Стратонавты, поднимавшиеся в облачном слое на воздушном шаре, рассказывали, что никак не могли понять, — поднимается шар, опускается или висит на месте. А почему?

**8.29.** Самолет взлетает с идущего полным ходом авианосца (рис. 52). Одинакова ли скорость самолета относительно авианосца и берега?



Рис. 52

**8.30.** Человек находится на вращающейся карусели (рис. 53). Какие тела кажутся ему неподвижными, а какие — движущимися?



Рис. 53

**8.31.** Относительно какого тела рассматривают движение Солнца, когда говорят, что оно всходит и заходит?

**8.32.** Внимательно посмотрите на фотографии (рис. 54) и скажите, при решении каких задач можно рассматривать движение спортсмена как движение материальной точки.



Рис. 54

**8.33.** Спортсмен пробежал несколько полных кругов по дорожке стадиона. Является ли траектория его движения замкнутой:

- а) относительно Земли;
- б) относительно Солнца?

**8.34.** Приведите примеры, в которых одно и то же тело одновременно может двигаться и покояться.

**8.35.** От Архангельска до Кандалакши можно добраться на автомобиле по шоссе или на корабле морем (рис. 55). Будут ли при этом одинаковыми:

- а) траектории движения;
- б) пройденные автомобилем и кораблем пути?



Рис. 55

**8.36.** На рисунке 56, а—г показаны траектории движения некоторых тел.

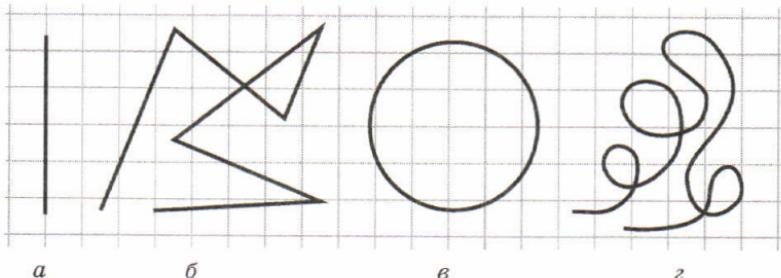


Рис. 56

Какая траектория соответствует движению Луны относительно Земли; движению лифта; полету пчелы; движению частицы газа?

 **8.37.** Может ли путь быть меньше расстояния между начальной и конечной точками траектории?

**8.38.** Поезд трогается, а провожающие неподвижно стоят на перроне. Может ли пассажир какое-то время оставаться неподвижным относительно них? Если да, то что он должен для этого сделать?



Рис. 57

**8.39.** Одинаковый ли путь проходят правые и левые колеса автомобиля при повороте (рис. 57)?

**8.40.** Божья коровка сидит посередине минутной стрелки. Какова траектория движения божьей коровки относительно циферблата? Нарисуйте эту траекторию.

**8.41.** На рисунках 58 и 59 изображены эскалатор и эпизод футбольного матча. Нарисуйте примерную траекторию движения ступеньки эскалатора и футбольного мяча после удара футболиста.

большого матча. Нарисуйте примерную траекторию движения ступеньки эскалатора и футбольного мяча после удара футболиста.

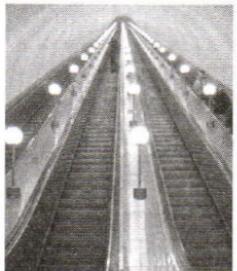


Рис. 58



Рис. 59

**8.42.** Боцман расхаживает по палубе движущегося судна: от правого борта к левому, затем от левого к правому, и все сначала. Нарисуйте в тетради траекторию движения боцмана:

- а) относительно судна;
- б) относительно Земли.

### Третий уровень

**8.43.** Посмотрите на рисунок 60 и ответьте: какой же путь пройден человеком —  $l$  или  $s$ ? Обоснуйте свой ответ.

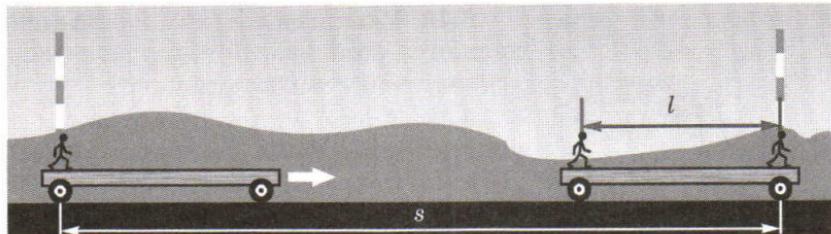


Рис. 60

**8.44.** Относительно какого тела определяется положение тел в геоцентрической системе мира? в гелиоцентрической?

**8.45.** Приведите примеры, когда траектория может быть известна еще до начала движения.

**8.46.** Ученик нарисовал графики зависимости пути  $l$  от времени  $t$  для трех различных случаев прямолинейного движения (рис. 61). Нет ли ошибок в этих графиках?

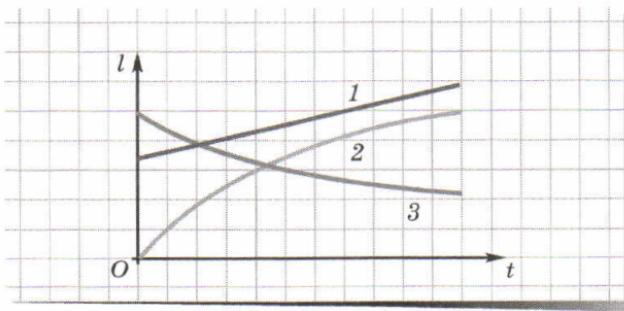


Рис. 61

**8.47.** Посмотрите на фотографии спортсменов: конькобежца и фигуристки (рис. 62). Кого из них и в каком случае можно считать материальной точкой? Почему?

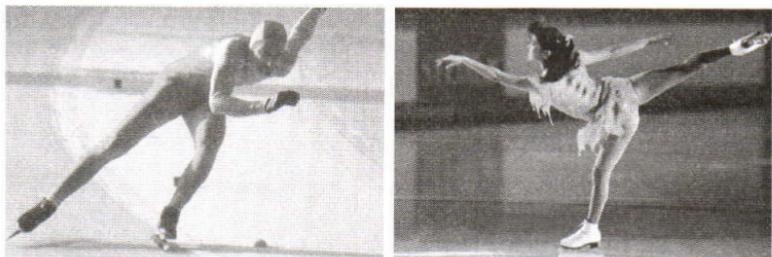


Рис. 62



Рис. 63

**8.48.** Укажите, в каком направлении движется рама велосипеда относительно верхней части колеса (рис. 63).

**8.49.** Вдоль минутной стрелки больших башенных часов ползет божья коровка. Нарисуйте примерный вид траектории ее движения относительно циферблата, если она доползла от центра часов до конца стрелки ровно за один час.

**8.50.** Вдоль минутной стрелки больших башенных часов ползет улитка.

Нарисуйте примерный вид траектории движения улитки относительно циферблата, если она доползла от центра часов до конца стрелки за два часа.

**8.51.** Поезд, двигавшийся по прямолинейному участку железнодорожного пути, начал поворачивать. Движутся ли друг относительно друга первый и последний вагоны поезда?

**8.52.** Автомобиль поворачивает направо. При этом передние колеса оставляют следы в виде дуг окружностей. Нарисуйте в тетради следы от передних колес карандашами разного цвета. Какое колесо прошло больший путь? На сколько больший, если расстояние между передними колесами равно 1,5 м?

**8.53.** Обнаружена запись о местонахождении клада: «От старого дуба пройти на север 20 м, повернуть налево и пройти 30 м, повернуть налево и пройти 60 м, повернуть направо и пройти 15 м, повернуть направо и пройти 40 м; здесь копать». Каков путь, который, согласно записи, надо пройти, чтобы дойти от дуба до клада? На каком расстоянии от дуба находится клад?

**8.54.** Вертолет поднимается вертикально вверх. Нарисуйте в тетради траекторию точки лопасти несущего винта:

а) относительно пилота;

б) относительно механика, оставшегося на земле.

## Крепкие орешки

**8.55.** Полярник находился на льдине точно на Северном полюсе. Он прошел 8 км на юг, затем 10 км на запад, повернул на север и прошел еще 5 км. Нарисуйте в тетради траекторию его движения. На каком расстоянии от Северного полюса оказался полярник?

**8.56.** Велосипедист едет по ровной прямой дороге. Точка на ободе колеса велосипеда отмечена синей краской, а точка на спице — красной краской. Нарисуйте в тетради разными цветами примерные траектории движения этих точек относительно Земли.

Нет, мы не корысть и не горесть,  
Не бога с тяжелым крестом —  
Богиню крылатую — Скорость —  
Возводим на звездный престол!

В. Шеффнер

## 9. ПРЯМОЛИНЕЙНОЕ РАВНОМЕРНОЕ ДВИЖЕНИЕ

### Пример решения задачи

Поезд длиной 240 м, двигаясь равномерно, прошел мост за 2 мин. Какова скорость поезда, если длина моста равна 360 м?

Дано:

$$l_{\text{п}} = 240 \text{ м}$$

$$l_{\text{м}} = 360 \text{ м}$$

$$t = 2 \text{ мин} = 120 \text{ с}$$

$$v = ?$$

Решение.

Поезд начинает движение по мосту, когда его «голова» въехала на мост, и заканчивает, когда «хвост» поезда проходит другой конец моста. Очевидно, путь, пройденный «головой» поезда, равен  $s = l_{\text{п}} + l_{\text{м}}$ .

$$\text{Тогда скорость поезда } v = \frac{s}{t} = \frac{l_{\text{п}} + l_{\text{м}}}{t}.$$

$$\text{Вычисляем скорость: } v = \frac{240 \text{ м} + 360 \text{ м}}{120 \text{ с}} = 5 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

Ответ: 5 м/с.

### УСТНАЯ РАЗМИНКА

**9.1.** Приведите два-три примера равномерного движения.

**9.2.** Как определить путь, пройденный телом при равномерном движении?

**9.3.** Как определить время равномерного движения, зная путь и скорость?

**9.4.** Объясните, как вы понимаете выражение: «Скорость — это физическая величина»?

**9.5.** На рисунке 64, а—в показаны различные примеры движения. Какие из них вы бы отнесли к равномерному движению?



Рис. 64

**9.6.** Ученик прошел 8 км за 2 ч. С какой скоростью он шел?

**9.7.** Трамвай равномерно проехал 60 км за 1,5 ч. С какой скоростью он двигался?

**9.8.** Велогонщик в течение 2 ч двигался с постоянной скоростью 32 км/ч. Какое расстояние он проехал?

**9.9.** За какое время турист пройдет расстояние 30 км, если будет идти со скоростью 5 км/ч?

### Первый уровень

**9.10.** Выразите в метрах в секунду следующие значения скорости: 3,6 км/ч; 18 км/ч; 54 км/ч; 360 км/ч.

**9.11.** Выразите в километрах в час следующие значения скорости: 2 м/с; 5 м/с; 8 м/с; 50 м/с; 100 м/с.

**9.12.** Черепаха за 10 мин проползла расстояние 150 см. Считая движение равномерным, определите ее скорость.

**9.13.** Какой путь прошел турист за 150 мин, если он двигался со скоростью 5 км/ч?

**9.14.** За какое время автомобиль, движущийся со скоростью 90 км/ч, прошел путь 360 км?

**9.15.** Догонит ли пуля, летящая со скоростью 600 м/с, самолет, улетающий со скоростью 1200 км/ч?

**9.16.** Игорь доходит от дома до школы за 45 мин, а обратно прибегает за 15 мин. Во сколько раз быстрее он бежит, чем идет?

**9.17.** Рассмотрите таблицу и составьте по ее данным задачи. Решите их.

№ п/п	Тело	Скорость	Время	Путь
1	Велосипедист	10 м/с	30 мин	?
2	Автомобиль	?	3 ч	240 км
3	?	?	90 мин	12 000 км

**9.18.** Скорость искусственного спутника Земли равна примерно 8 км/с. Во сколько раз эта скорость больше скорости автомобиля, движущегося со скоростью 100 км/ч?

 **9.19.** На рисунке 65 приведены графики зависимости пути от времени для трех тел. Какое (какие) из них движется равномерно?

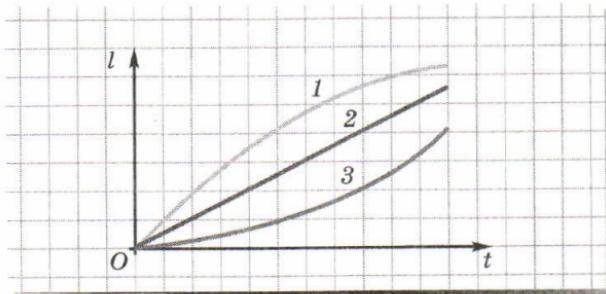


Рис. 65

**9.20.** На рисунке 66 приведены графики зависимости пути от времени для трех тел. Какое (какие) из них движется равномерно? Какое (какие) из них останавливалось во время наблюдения?

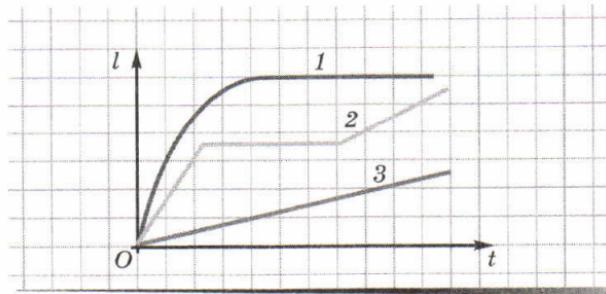


Рис. 66

**9.21.** На рисунке 67 приведены графики зависимости пути от времени для двух тел, движущихся прямолинейно равномерно. Какое из этих тел движется с большей скоростью?

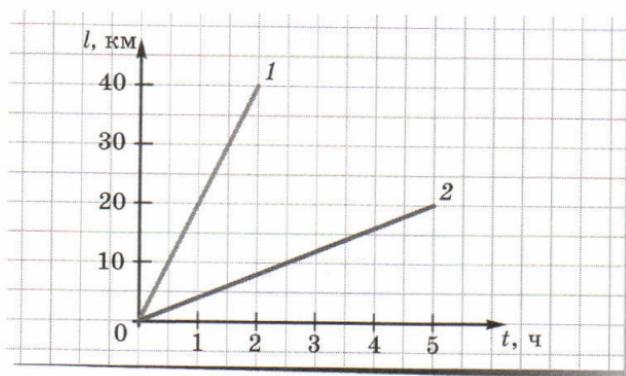


Рис. 67

**9.22.** На графике (рис. 68) изображено изменение с течением времени расстояния между собакой и ее хозяином.

На каком расстоянии от хозяина будет находиться собака через 1, 2, 3 и 5 мин?

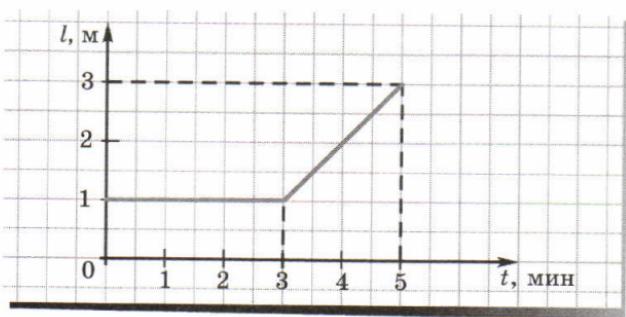


Рис. 68

## Второй уровень

**9.23.** Приведите примеры движения, близкого к равномерному, которое вы наблюдали. А как вы узнали, что это движение равномерное?

**9.24.** Сможете ли вы, находясь в поезде, определить, равномерно ли он движется, если у вас будут завязаны глаза? Как это можно сделать?

**9.25.** От дачи до станции 2 км. Вы торопитесь на поезд и можете двигаться по асфальтированной дороге со скоростью 5 км/ч. А напрямик через луг до станции 1,6 км, но вы можете двигаться со скоростью лишь 4 км/ч. Какой путь вы выберете? Обоснуйте свой ответ.

 **9.26.** Акула проплывает за 1 мин расстояние 500 м, а заяц бежит со скоростью 60 км/ч. Кто из них движется быстрее? Во сколько раз?

**9.27.** Скорость пловца 0,5 м/с, а скорость пешехода 3,6 км/ч. Во сколько раз скорость пешехода больше скорости пловца?

**9.28.** На рисунке 69 показаны фотографии некоторых животных, а в приведенной таблице указаны скорости их движения. Запишите названия животных в порядке убывания скорости движения.



Рис. 69

Акула	500 м/мин	Ласточка	17,5 м/с
Бабочка	8 км/ч	Муха	300 м/мин
Борзая	16 м/с	Слон	40 км/ч
Волк	55 км/ч	Улитка	1,4 мм/с
Гепард	112 км/ч	Черепаха в воде	35 км/ч
Заяц	60 км/ч	Черепаха на суше	6 м/мин

**9.29.** Движением лунохода (рис. 70) управляют из Центра управления с помощью радиосигналов, скорость которых равна скорости света (300 000 км/с). Через какое время команда доходит от Земли до Луны, если расстояние между ними равно 384 000 км? Какое расстояние пройдет за это время луноход, если его скорость 0,8 км/ч?

**9.30.** Три спортсмена соревновались в беге. Первый бежал 20 мин со скоростью 12 км/ч, второй пробежал 5 км за полчаса, третий пробежал 6 км со скоростью 11 км/ч. Кто бежал быстрее всех? Кто пробежал большее расстояние? Кто бежал дольше всех?



Рис. 70

**9.31.** Гоночный автомобиль мчится по трассе со скоростью 360 км/ч, а скорость Земли при движении вокруг Солнца в 300 раз больше. Пользуясь этими данными, найдите длину земной орбиты.

**9.32.** Человек не может заметить промежуток времени, равный тысячной доле секунды. Такие промежутки времени лишь недавно стали встречаться в нашей практике. Что же может совершиться за тысячную долю секунды? Какое расстояние проедет за это время поезд, пройдет звук, пролетит Земля в своем движении вокруг Солнца, преодолеет свет? Считайте, что скорость поезда 120 км/ч, скорость звука 340 м/с, скорость движения Земли вокруг Солнца 30 км/с, скорость света 300 000 км/с.

**9.33.** Один автомобиль, двигаясь со скоростью 12 м/с в течение 10 с, прошел такой же путь, что и другой за 15 с. Какова скорость второго автомобиля, если он двигался равномерно?

**9.34.** Двигаясь равномерно и прямолинейно, тело за 10 с прошло 200 см. За сколько часов это тело, двигаясь с той же скоростью, пройдет путь 36 км?

**9.35.** На рисунке 71 даны графики зависимости скорости движения двух тел от времени. Что общего у этих графиков? Чем они отличаются друг от друга? Какой путь пройдет первое тело за 3 с?

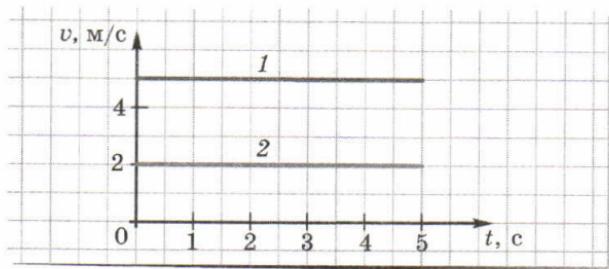


Рис. 71

**9.36.** На рисунке 72 приведены графики зависимости пути от времени для двух тел. Во сколько раз различаются их скорости?

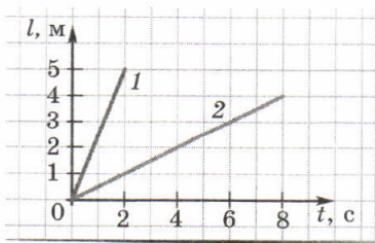


Рис. 72

**9.37.** Определите по графику (рис. 73), как двигалось тело в течение первых 4 с. Чем отличалось его движение в течение следующих 4 с? Какой путь прошло тело за первые 6 с?

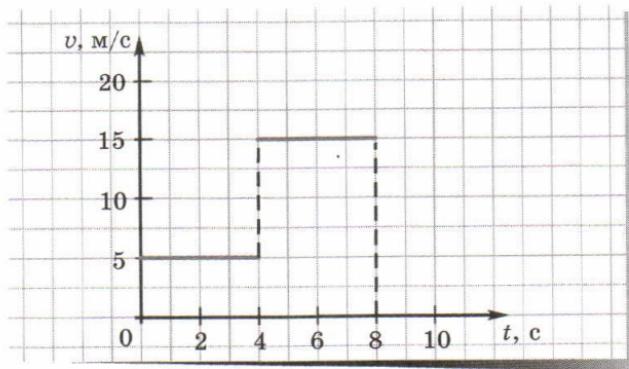


Рис. 73

**9.38.** На рисунке 74 приведены графики зависимости пути от времени для двух тел.

а) Во сколько раз различаются их скорости?

б) Постройте в тетради график зависимости пути от времени для тела 3, скорость которого в 1,5 раза больше скорости тела 1.

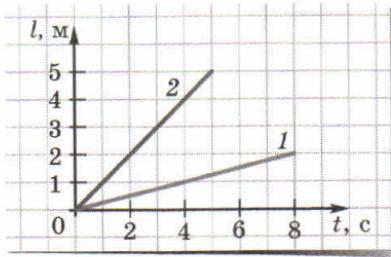


Рис. 74

**9.39.** Автомобиль ехал 1 ч со скоростью 80 км/ч, затем 0,5 ч стоял, а потом ехал еще 2 ч со скоростью 60 км/ч. Постройте графики зависимости скорости и пройденного пути от времени.

**9.40.** Какое расстояние пролетает самолет за 1 мин при скорости 780 км/ч? Успеет ли автомобиль проехать это расстояние в городе за четверть часа, если разрешенная скорость езды в городе не более 60 км/ч?

**9.41.** Космический корабль совершил посадку на Луну, и командир корабля послал радиосигнал на Землю. Через какой промежуток времени этот сигнал будет принят на Земле? Расстояние между Землей и Луной 380 000 км.

**9.42.** На Солнце произошла вспышка. Через какое время ее увидит наблюдатель на Земле? Расстояние между Землей и Солнцем 150 000 000 км.

**9.43.** Скорость искусственного спутника Земли 7,5 км/с. За какое время он облетает земной шар, если длина орбиты спутника 45 000 км?

## Третий уровень

### Пример решения задачи

Моторная лодка проходит расстояние между двумя пристанями по течению реки за 2 ч, а против течения — за 4 ч. За какое время проплывает от одной пристани до другой плот? Скорость лодки относительно воды постоянна.

Дано:

$$t_1 = 2 \text{ ч}$$

$$t_2 = 4 \text{ ч}$$

$$t_{\text{пл}} = ?$$

Решение.

Обозначим расстояние между пристанями  $l$ , скорость лодки относительно воды  $v_{\text{л}}$ , а скорость течения —  $v_{\text{т}}$ .

Тогда  $t_1 = \frac{l}{v_{\text{л}} + v_{\text{т}}}$ ,  $t_2 = \frac{l}{v_{\text{л}} - v_{\text{т}}}$ , а  $t_{\text{пл}} = \frac{l}{v_{\text{т}}}$ , поскольку плот движется со скоростью течения.

Из написанных уравнений следует:

$$\frac{1}{t_1} = \frac{v_{\text{л}} + v_{\text{т}}}{l}, \quad \frac{1}{t_2} = \frac{v_{\text{л}} - v_{\text{т}}}{l}, \quad \frac{1}{t_{\text{пл}}} = \frac{v_{\text{т}}}{l}.$$

Из этих уравнений получаем  $\frac{1}{t_1} - \frac{1}{t_2} = \frac{2v_{\text{т}}}{l} = \frac{2}{t_{\text{пл}}}$ .

Следовательно,  $t_{\text{пл}} = \frac{2t_1 t_2}{t_2 - t_1}$ .

Подставим численные значения:  $t_{\text{пл}} = \frac{2 \cdot 2 \text{ ч} \cdot 4 \text{ ч}}{4 \text{ ч} - 2 \text{ ч}} = 8 \text{ ч}$ .

Ответ: 8 ч.

**9.44.** Галилео Галилей использовал свой пульс для измерения времени (четыреста лет назад секундомеров не было). Сможете ли вы определить, равномерно ли движется поезд на данном участке, используя свой пульс?

**9.45.** Можно ли утверждать, что тело движется прямолинейно и равномерно, если оно каждую секунду проходит путь, равный 2 м?

**9.46.** Можно ли утверждать, что тело движется прямолинейно и равномерно, если оно движется вдоль прямой в одном направлении и каждую секунду проходит путь 1 м?

**9.47.** Автомобиль на прямолинейном участке дороги двигался так, что каждый час проезжал 80 км, каждые  $1/2$  ч — 40 км, каждые  $1/4$  ч — 20 км, каждые  $1/8$  ч — 10 км. Можно ли утверждать, что автомобиль двигался прямолинейно и равномерно?

**9.48.** Спортивный судья стоит на линии финиша. Должен ли он включить секундомер в тот момент, когда увидит вспышку стартового пистолета, или в тот момент, когда услышит выстрел?

**9.49.** В гонке на время, в которой побеждает тот спортсмен, который пробежит больший путь за 1 ч, участвуют четыре спортсмена, способные развивать скорости, соответственно равные 5,5 м/с, 19,8 км/ч, 33 м/мин, 475,3 км/сут. Кто победит? Кто отстанет? Какой путь пройдет победитель? На сколько метров он обгонит побежденных?

 **9.50.** Колонна пехоты длиной 400 м движется со скоростью 4 км/ч. Командир, находящийся во главе колонны, послал адъютанта с приказом к замыкающему. Через какое время адъютант вернется, если он едет на лошади со скоростью 20 км/ч?

**9.51.** Автомобиль, двигаясь со скоростью 30 км/ч, проехал половину пути до места назначения за 2 ч. С какой скоростью он должен продолжить движение, чтобы достигнуть цели и вернуться обратно за такое же время?

**9.52.** Поезд длиной 280 м, двигаясь равномерно, прошел мост за 3 мин. Какова скорость поезда, если длина моста 440 м?

**9.53.** Поезд проходит мимо наблюдателя в течение 10 с, а по мосту длиной 400 м — в течение 30 с. Определите длину и скорость поезда.

**9.54.** Самое быстрое животное — гепард; в течение одной минуты он способен развивать скорость 112 км/ч (рис. 75). Мастер спорта пробегает стометровку со скоростью 10 м/с. На какое расстояние он отстал бы от гепарда в забеге на 100 м?

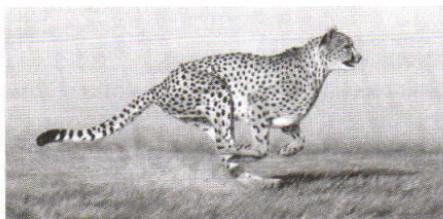


Рис. 75

**9.55.** Пассажир поезда заметил, что две встречные электрички промчались мимо него с промежутком в полчаса. Могли ли эти электрички отправиться со станции с интервалом 40 мин? Обоснуйте ваш ответ. Считайте, что все поезда движутся равномерно.

(?) **9.56.** На рисунке 76 приведены графики зависимости скорости от времени для двух тел. Для каждого из них постройте график зависимости пути от времени.

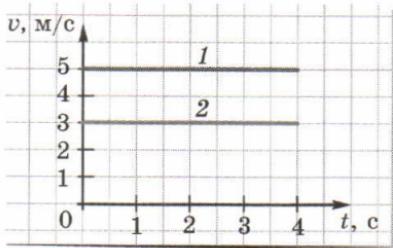


Рис. 76

**9.57.** На рисунке 77 изображен график зависимости скорости от времени для некоторого тела. Постройте график зависимости пути от времени.

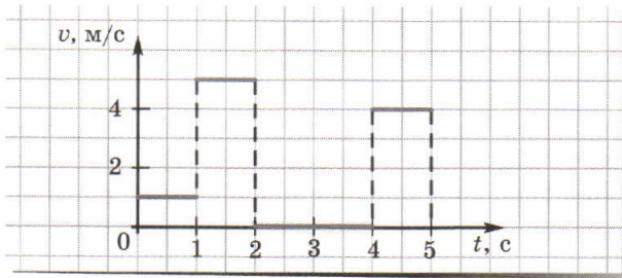


Рис. 77

(?) **9.58.** Из города вышел турист, а через 3 часа вслед за ним по той же прямой дороге выехал велосипедист. Велосипедист едет со скоростью 30 км/ч, турист идет со скоростью 6 км/ч. Постройте на одном чертеже графики зависимости пути от времени для туриста и велосипедиста. Пользуясь полученными графиками, найдите, через какое время после выезда велосипедиста расстояние между ним и туристом будет равно 10 км.

**9.59.** Из города по одной прямой дороге одновременно выехали два автомобиля. Скорость первого автомобиля 120 км/ч, второго — 80 км/ч. Постройте на одном чертеже графики зависимости

пути от времени для обоих автомобилей. Пользуясь графиками, найдите расстояние между автомобилями:

- а) через 1 ч после начала движения;
- б) через 2 ч 30 мин после начала движения.

**9.60.** Составьте задачу на прямолинейное равномерное движение двух тел, при котором скорость первого тела в 2 раза больше скорости второго. Решите задачу графически.

**9.61.** Сын выехал из дома на дачу в 10.00 на велосипеде со скоростью 15 км/ч, а отец — в 13.00 на автомобиле со скоростью 60 км/ч. Они ехали по прямой дороге, и отец догнал сына. В каком часу это произошло? На каком расстоянии от дома может находиться дача? Решите задачу двумя способами — аналитически (т. е. с помощью расчетов) и графически.

**9.62.** Из города по прямой дороге вышел путник, а через 2 ч после него по той же дороге выехал всадник. Всадник едет со скоростью 20 км/ч, путник идет со скоростью 5 км/ч. Через какое время после выезда всадника расстояние между всадником и путником будет равно 5 км? Решите задачу аналитически и графически.

 **9.63.** Моторная лодка движется по течению реки со скоростью 6 км/ч, а против течения — со скоростью 4 км/ч. Скорость лодки относительно воды остается постоянной. Во сколько раз эта скорость больше скорости течения?

**9.64.** Мотоциклист едет по шоссе вдоль железной дороги, по которой в том же направлении движется товарный состав длиной 500 м. За какой промежуток времени мотоциклист проедет вдоль всего состава, если скорость мотоцикла 75 км/ч, а скорость состава 45 км/ч? Каким будет ответ, если мотоциклист движется навстречу поезду?

**9.65.** По дороге ползет удав длиной 12 м, а по удаву от головы к хвосту скачет попугай. Скорость удава относительно дороги 2 м/с, а скорость попугая относительно удава 3 м/с. Какой путь относительно дороги пройдет попугай, пока доскачет от головы удава до кончика его хвоста?

**9.66.** Из двух городов, находящихся на расстоянии 200 км один от другого, навстречу друг другу по прямому шоссе одновременно выехали грузовик и легковой автомобиль. Скорость грузовика 40 км/ч, а скорость легкового автомобиля 60 км/ч. Через какое время после выезда расстояние между ними будет равно 100 км?

**9.67.** В озере человек проплывает некоторое расстояние за 6 мин, а в реке по течению — за 4 мин. За какое время он проплынет это же расстояние в реке против течения?

**9.68.** Когда человек идет вниз по опускающемуся эскалатору, у него уходит на спуск 1 мин. Если бы он шел вдвое быстрее, он спустился бы за 45 с. Сколько времени будет спускаться человек, стоя на движущемся эскалаторе?

**9.69.** Борзая и такса бегают по круговой дорожке длиной 60 м. Борзая бежит со скоростью 10 м/с, а такса — со скоростью 2 м/с. В начальный момент они находятся в одной точке. Через какое минимальное время расстояние между ними будет максимально возможным?

### Крепкие орешки

 **9.70.** Рыбак плыл по реке на лодке, зацепил шляпой за мост, и она свалилась в воду. Через час рыбак спохватился, повернул обратно и подобрал шляпу на 4 км ниже моста. Какова скорость течения? Скорость лодки относительно воды оставалась неизменной.

**9.71.** Из поселка А по прямой дороге выехал велосипедист. Когда он проехал 16 км, вдогонку ему выехал мотоциклист со скоростью, в 9 раз большей скорости велосипедиста, и догнал его в поселке Б. Каково расстояние между поселками?

**9.72.** Велосипедист проехал 150 м в туннеле длиной 500 м и услышал сзади сигнал автомобиля. Этот автомобиль догнал велосипедиста у выезда из туннеля. Если бы велосипедист, услышав сигнал, сразу развернулся и поехал назад с той же скоростью, то он встретился бы с автомобилем у въезда в туннель. Во сколько раз скорость автомобиля больше скорости велосипедиста? На каком расстоянии от въезда в туннель находился автомобиль, когда подал сигнал?

**9.73.** Показанный на рисунке 78 квадратный плот со стороной 3 м плывет по прямолинейному участку реки. Скорость течения реки 1 м/с. По периметру плота бегает собака со скоростью 1 м/с относительно плота. Начертите траекторию движения собаки относительно земли, придерживаясь масштаба 1 клетка — 1 м. Плот при движении не поворачивается.

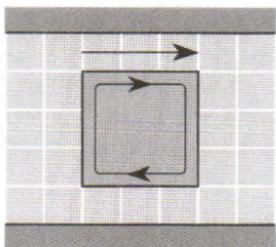


Рис. 78

Чем скорее проедешь, тем скорее приедешь.

Козьма Протков

## 10. ПРЯМОЛИНЕЙНОЕ НЕРАВНОМЕРНОЕ ДВИЖЕНИЕ. СРЕДНЯЯ СКОРОСТЬ

### УСТНАЯ РАЗМИНКА

- 10.1.** Приведите два-три примера неравномерного движения.
- 10.2.** О какой скорости идет речь, когда называют числовое значение скорости поезда, идущего из Москвы в Ярославль?
- 10.3.** Автобус проехал 120 км за 4 ч. Какова средняя скорость автобуса?
- 10.4.** Первая электричка курсирует между двумя городами с остановками на промежуточных пунктах, а вторая — без остановок. У какой из электричек больше средняя скорость движения, если считать, что между остановками они движутся с одинаковой постоянной скоростью?
- 10.5.** Автобус за 1 ч проехал 60 км, а затем еще 240 км за 5 ч. Какова средняя скорость автобуса на всем пути?

### Первый уровень

- 10.6.** Велосипедист за первые 10 с проехал 50 м, за следующие 20 с — 200 м и за последние 10 с — 150 м. Найдите среднюю скорость велосипедиста на всем пути.
- 10.7.** Одним из самых быстрорастущих растений на Земле является бамбук. За одни сутки он может вырасти в среднем на 40 см. Определите среднюю скорость роста бамбука и выражите ее в см/ч и см/мин.
- 10.8.** Футболист высокого класса пробегает за матч около 20 км (рис. 79). Какова его средняя скорость? Футбольный матч состоит из двух таймов по 45 мин.



Рис. 79

**10.9.** Мотоциклист за первые 10 мин движения проехал 5 км, а за следующие 20 мин — 12,5 км. Какова средняя скорость мотоциклиста на всем пути?

**10.10.** Автомобиль первые 4 км пути проехал за 12 мин, а следующие 12 км — за 18 мин. На последние 14 км пути он затратил 30 мин. Определите среднюю скорость автомобиля на всем пути.

**10.11.** Турист за 25 мин прошел 1,2 км, затем полчаса отдыхал, а затем пробежал еще 800 м за 5 мин. Какой была его средняя скорость на всем пути? Какой была бы его средняя скорость, если бы он не отдыхал?

**10.12.** Тело движется прямолинейно и равномерно. Средняя скорость движения за первые 10 с равна 5 м/с. Какова средняя скорость движения за следующие 20 с?

### Второй уровень

**10.13.** Определите по графику зависимости пути от времени, изображенному на рисунке 80, в какие промежутки времени каждое из тел двигалось неравномерно.

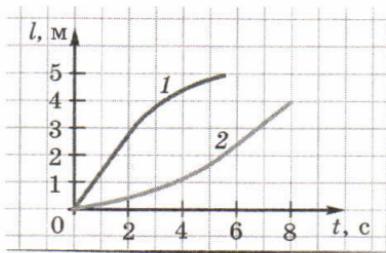


Рис. 80

**10.14.** Определите по графику зависимости пути от времени, изображенному на рисунке 81, в какие промежутки времени каждое из тел двигалось неравномерно.

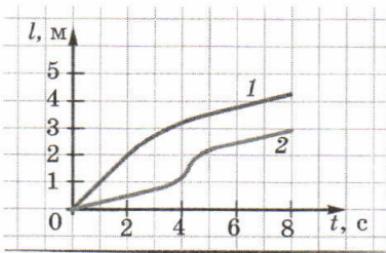


Рис. 81

**10.15.** Каждый из участков пути  $AB$ ,  $BC$  и  $CD$  (рис. 82) автомобиль проезжает за 1 мин. Является ли движение автомобиля равномерным на всем пути? На каком из участков скорость автомобиля наибольшая? наименьшая? Почему? Как изменилась скорость автомобиля во время движения?



Рис. 82

**10.16.** На улицах городов вывешивают знаки (рис. 83), ограничивающие разрешенную скорость движения. Идет ли в данном случае речь о средней скорости движения?



Рис. 83

**10.17.** Трамвай проехал первые 100 м со средней скоростью 5 м/с, а следующие 500 м со средней скоростью 10 м/с. Определите среднюю скорость трамвая на всем пути.

**10.18.** Турист первые 15 мин шел со скоростью 6 км/ч, а затем 45 минут шел со скоростью 4 км/ч. Определите среднюю скорость туриста на всем пути.

**10.19.** Уровень воды во время паводка за первые 10 ч поднялся на 80 см, а за следующие 5 ч — на 70 см. Определите среднюю скорость подъема уровня воды за первые 10 ч и за 15 ч.

 **10.20.** Человек сначала шел со скоростью 5 км/ч, а потом столько же времени ехал на велосипеде со скоростью 15 км/ч. Какова средняя скорость человека на всем пути?

**10.21.** Велосипедист проехал 20 км со скоростью 20 км/ч, а затем еще 15 км со скоростью 10 км/ч. Какова его средняя скорость на всем пути?

**10.22.** Расстояние между двумя городами 135 км. Автомобиль проехал 45 км со скоростью 90 км/ч. Затем пошел сильный дождь, и на скользкой дороге скорость пришлось уменьшить до 60 км/ч. Определите среднюю скорость автомобиля на всем пути.

**10.23.** Мотоциклист проехал 10 км за 15 мин, а затем ехал со скоростью 60 км/ч в течение 45 мин. Какова его средняя скорость на всем пути?

**10.24.** Магеллан совершил первое кругосветное путешествие за 824 дня. Считая, что его корабли прошли путь, равный длине экватора (40 000 км), найдите среднюю скорость движения.

**10.25.** Средняя скорость движения некоторых тел очень мала: ледники «текут» со скоростью около метра в неделю, разломы земной коры смещаются на несколько сантиметров в год, Луна удаляется от Земли на 4 см в год. Определите среднюю скорость в каждом из приведенных случаев.

**10.26.** На рисунке 84 показан график зависимости пути от времени для велосипедиста. Определите по графику среднюю скорость велосипедиста:

- за первые 2 ч движения;
- за последние 4 ч движения;
- за все время движения.

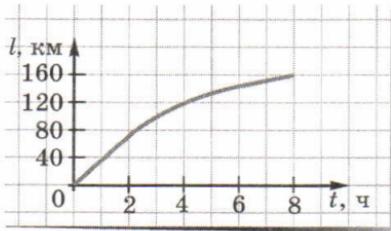


Рис. 84

**10.27.** На рисунке 85 изображен график зависимости скорости движения некоторого тела от времени. Определите среднюю скорость движения этого тела на всем пути.

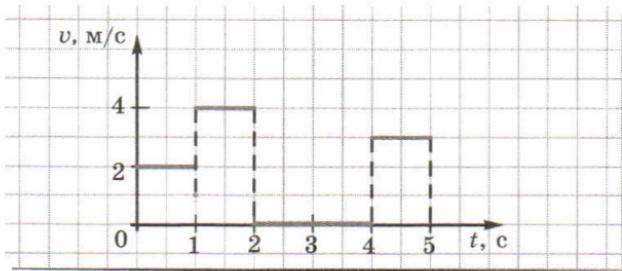


Рис. 85

## Третий уровень

### Пример решения задачи

Велосипедист первую половину пути ехал по прямой дороге со скоростью 15 км/ч, а вторую половину пути (из-за прокола шины) шел пешком со скоростью 5 км/ч. Определите среднюю скорость движения велосипедиста.

Дано:

$$v_1 = 15 \text{ км/ч}$$

$$v_2 = 5 \text{ км/ч}$$

$$v_{\text{ср}} - ?$$

Решение.

Обозначим весь путь  $2l$ , а все время движения  $t$ .

Тогда  $v_{\text{ср}} = \frac{2l}{t}$ . Велосипедист ехал в течение времени

$t_1 = \frac{l}{v_1}$ , а шел в течение времени  $t_2 = \frac{l}{v_2}$ .

Поскольку  $t = t_1 + t_2$ , получаем  $t = \frac{l(v_1 + v_2)}{v_1 v_2}$ .

$$\text{Отсюда } v_{\text{ср}} = \frac{2l}{t} = \frac{2v_1 v_2}{v_1 + v_2} = \frac{2 \cdot 15 \frac{\text{км}}{\text{ч}} \cdot 5 \frac{\text{км}}{\text{ч}}}{15 \frac{\text{км}}{\text{ч}} + 5 \frac{\text{км}}{\text{ч}}} = 7,5 \frac{\text{км}}{\text{ч}}.$$

Ответ: 7,5 км/ч.

**10.28.** Известна средняя скорость за определенный промежуток времени. Можно ли найти перемещение, совершенное за половину этого промежутка?

**10.29.** Можно ли во время движения автомобиля по показаниям его спидометра (рис. 86) определить среднюю скорость движения автомобиля на пройденном участке пути?

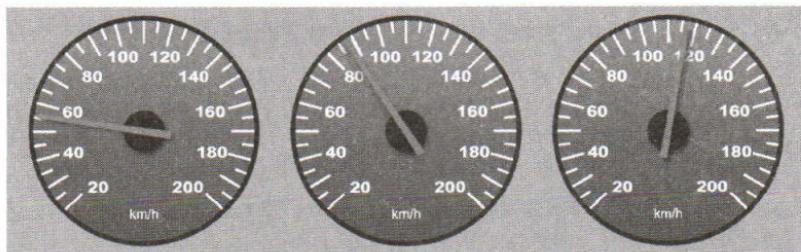


Рис. 86

**10.30.** Из одного пункта в другой мотоциклист двигался по прямой дороге со скоростью 60 км/ч, а обратный путь был им проделан со скоростью 10 м/с. Определите среднюю скорость мотоциклиста за все время движения.

**10.31.** Поезд двигался на подъеме со средней скоростью 60 км/ч, а на спуске его средняя скорость составила 100 км/ч. Определите среднюю скорость на всем участке пути, если учесть, что спуск в два раза длиннее подъема.

 **10.32.** Борис треть пути проехал на велосипеде со скоростью 25 км/ч, а остаток пути прошел пешком со скоростью 5 км/ч. Сколько времени он ехал, если весь путь занял 5 ч 30 мин?

**10.33.** Велосипедист проехал первую половину прямолинейного пути со скоростью 12 км/ч, а вторую половину пути с некоторой другой скоростью. Как велика эта скорость, если известно, что средняя скорость его движения на всем пути равна 8 км/ч?

**10.34.** Из-за поломки вторую половину пути автобус ехал со скоростью в 8 раз меньшей, чем первую половину. Средняя скорость автобуса на всем пути равна 16 км/ч. Определите скорость автобуса на второй половине пути.

**10.35.** Пешеход две трети времени своего движения шел со скоростью 3 км/ч. Оставшееся время — со скоростью 6 км/ч. Определите среднюю скорость пешехода на всем пути.

**10.36.** Поезд двигался первую половину времени со скоростью 60 км/ч, а вторую — со скоростью 40 км/ч. Определите среднюю скорость движения поезда на всем пути.

**10.37.** Первую четверть пути автомобиль прошел со скоростью 60 км/ч. Средняя скорость на всем пути оказалась равной 40 км/ч. С какой средней скоростью двигался автомобиль на оставшейся части пути?

**10.38.** Автобус половину всего времени движения ехал со скоростью 40 км/ч, а оставшееся время — со скоростью 80 км/ч. К какую часть всего пути он проехал с большей скоростью?

**10.39.** Одну четверть всего времени движения автомобиль ехал со скоростью 60 км/ч, а оставшееся время — со скоростью 160 км/ч. Какова средняя скорость автомобиля на всем пути?

**10.40.** Путешественник преодолел 240 км за 10 часов. Первую половину пути он ехал на автомобиле (рис. 87), а вторую — на слоне (рис. 88). С какой скоростью он ехал на слоне, если скорость автомобиля в 4 раза больше скорости слона?



Рис. 87



Рис. 88

## Крепкие орешки

**10.41.** Турист, выйдя из палатки, пошел по равнине, поднялся на гору и сразу возвратился по тому же пути. Он прошел 12 км, а все путешествие заняло 3 ч 30 мин. Какова длина спуска, если по равнине турист шел со скоростью 4 км/ч, вверх — со скоростью 2 км/ч, а вниз — со скоростью 6 км/ч?

 **10.42.** Можно ли найти длину спуска (см. предыдущую задачу), если все путешествие заняло 4 ч, а скорость движения туриста по равнине была 3 км/ч? Остальные данные остались теми же.

 **10.43.** Два приятеля должны как можно скорее перебраться из одного поселка в другой. За какое время им удастся это сделать, если у них есть один велосипед на двоих? Скорость езды каждого из приятелей на велосипеде 20 км/ч, скорость ходьбы 6 км/ч, а расстояние между поселками 40 км. Ехать вдвоем на велосипеде нельзя, но оставить велосипед на дороге можно.

**10.44.** Три туриста, имеющие в своем распоряжении 2 велосипеда, должны как можно быстрее попасть на базу. За какое время все трое могут это сделать, если скорость езды каждого из туристов на велосипеде 16 км/ч, скорость быстрой ходьбы 8 км/ч, а расстояние до базы 48 км?

Искусство экспериментатора состоит в том, чтобы уметь задавать природе вопросы и понимать ее ответы.

*M. Фарадей*

## 11. ДОМАШНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

### Первый уровень

**11.1.** Докажите экспериментально, что падающий мяч движется неравномерно.

**11.2.** Рассмотрите спидометры мотоцикла и автомобиля (рис. 89). О чём говорят колебания стрелок спидометров при движении? Можно ли воспользоваться их показаниями, чтобы определить среднюю скорость движения на некотором отрезке пути?

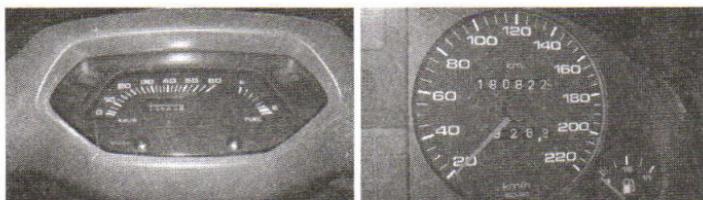


Рис. 89

**11.3.** С помощью сантиметровой ленты измерьте длину своего шага. По пути в школу подсчитайте число шагов и определите пройденный вами путь. На листе бумаги из тетради в клетку изобразите схематично траекторию своего движения в масштабе.

**11.4.** Если у вас дома есть игрушечный заводной автомобиль, то, сделав необходимые измерения, найдите среднюю скорость, с которой он перемещается.

### Второй уровень

**11.5.** Используя собственный пульс, определите, движется ли равномерно эскалатор метро.

**11.6.** Используя секундомер (или метроном) и линейку, установите длинный желоб с таким наклоном, чтобы шарик катился по нему равномерно.

**11.7.** Определите среднюю скорость, с которой вы пробегаете 100 м.

### Третий уровень

**11.8.** Используя стакан цилиндрической формы, штангенциркуль и секундомер, определите скорость вытекания воды из водопроводного крана.

**11.9.** Попробуйте опытным путем определить конечную скорость, приобретаемую шариком, скатывающимся по наклонной плоскости.

**11.10.** Определите среднюю скорость неравномерного движения шарика по длинному наклонному желобу, используя для этого секундомер (или метроном) и измерительную ленту. Укажите, зависит ли скорость от угла наклона плоскости. От чего зависит точность полученного вами результата?

**11.11.** Попробуйте оценить свою среднюю скорость за время с 8 до 13 ч и с 13 ч до отхода ко сну. В каком случае средняя скорость больше?

**11.12.** Как измерить скорость всплывания пузырька газа в только что открытой бутылке с минеральной водой? Какие приборы вам потребуются для проведения измерений? Проведите измерения и запишите полученный результат. Одинакова ли скорость всплывания больших и маленьких пузырьков?

**11.13.** Какой путь может пройти конец минутной стрелки между моментами, когда были сделаны фотографии, приведенные на рисунке 90? Считайте, что размеры тел на фотографиях равны их истинным размерам.

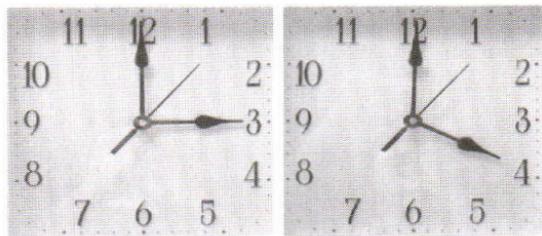


Рис. 90

**11.14.** Как измерить скорость движения конца минутной стрелки настенных часов? Какие приборы вам для этого потребуются? Проведите измерение и запишите полученный результат.

Все миры явления, все жизни стремленья —  
Лишь эхо физических сил;  
От их пробужденья приходят в движенье  
Плеяды небесных светил.

*H. Морозов*

## 12. ЗАКОН ИНЕРЦИИ. МАССА

### Пример решения задачи

Из орудия массой 4 т выстрелили в горизонтальном направлении снарядом массой 50 кг, который приобрел скорость 250 м/с относительно земли. Какую скорость при этом приобрело орудие?

Дано:

$$m_o = 4000 \text{ кг}$$

$$m_c = 50 \text{ кг}$$

$$v_c = 250 \text{ м/с}$$

$$v_o = ?$$

Решение.

В результате выстрела скорость снаряда изменилась от нуля до  $v_c$ , а скорость орудия — от нуля до  $v_o$ . Изменения скоростей взаимодействующих тел обратно пропорциональны их массам:  $\frac{v_o - 0}{v_c - 0} = \frac{m_c}{m_o}$ .

$$\text{Отсюда } \frac{v_o}{v_c} = \frac{m_c}{m_o} \Rightarrow v_o = v_c \cdot \frac{m_c}{m_o} = 250 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot \frac{50 \text{ кг}}{4000 \text{ кг}} \approx 3,1 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

*Ответ:* 3,1 м/с.

### УСТНАЯ РАЗМИНКА

**12.1.** Приведите примеры опытов, показывающих, что тела приходят в движение вследствие взаимодействия с другими телами.

**12.2.** Приведите примеры опытов, показывающих, что вследствие взаимодействия изменяются скорости обоих тел.

**12.3.** Приведите примеры опытов, показывающих, что вследствие взаимодействия тела могут деформироваться.

**12.4.** Опишите явление взаимодействия тел на примере выстрела из винтовки.

**12.5.** На рисунке 91 показан способ насаживания молотка на рукоятку. Объясните его.

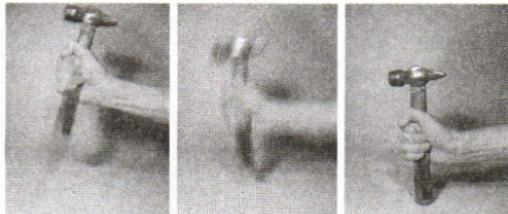


Рис. 91

**12.6.** Когда лошадь на бегу спотыкается, всадник может вылететь из седла и перелететь через голову лошади (рис. 92). Почему так происходит?



Рис. 92

**12.7.** Лисица, убегая от собаки, часто спасается тем, что делает резкие движения в стороны в те моменты, когда собака готова схватить ее. Почему собаке трудно повторять резкие движения лисицы?

**12.8.** Почему землю или снег можно перебрасывать лопатой на расстояние гораздо большее, чем длина этой лопаты?

**12.9.** Какие тела в вашем доме имеют наибольшую и наименьшую массу? Как вы это определили?

**12.10.** Почему на соревнованиях борцов и боксеров делят по весовым категориям?

**12.11.** Льюис Кэрролл в сказке «Алиса в Зазеркалье» рассказывает: «Стоило Коню остановиться (а он то и дело останавливался), как Рыцарь тут же летел вперед, а когда Конь снова трогался с места (обычно он делал это рывком), Рыцарь тотчас падал назад» (рис. 93). Что общего у Рыцаря с пассажиром современного автобуса?



Рис. 93

**12.12.** Как на лабораторных весах можно определить массу одного зернышка пшена?

**12.13.** Может ли масса какого-нибудь тела быть равной нулю?

### Первый уровень

**12.14.** Шар, движущийся горизонтально со скоростью  $0,5 \text{ м/с}$ , налетел на такой же покоящийся шар. В результате столкновения первый шар остановился. С какой скоростью начал двигаться второй шар после столкновения?

**12.15.** При столкновении двух шаров их скорости изменились на  $60 \text{ см/с}$  и  $20 \text{ см/с}$ . Масса более легкого шара  $500 \text{ г}$ . Какова масса другого шара?

**12.16.** На столе лежит деревянный брускок; на нити подвешен стальной шарик (рис. 94). С какими телами взаимодействуют брускок и шарик? Почему брускок и шарик находятся в покое?

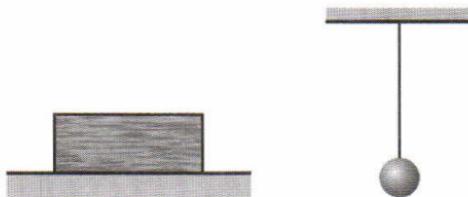


Рис. 94

**12.17.** Назовите тела, действие которых скомпенсировано в случаях, показанных на рисунке 95, а—в.

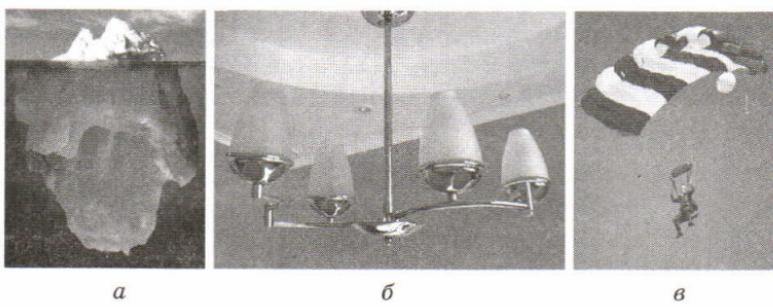


Рис. 95

**12.18.** В широком сосуде с водой плавает деревянный шарик (рис. 96). С какими телами этот шарик взаимодействует? Почему он находится в покое?



Рис. 96



### Второй уровень

**12.19.** Почему при гололедице тормозной путь автомобиля велик? Как избежать аварий?

**12.20.** Вы на гладком катке. Перебираете ногами — и ни с места. Как вам выбраться? Как изменить свою скорость?

**12.21.** Хоккеист получил травму. Врач бежит к нему по льду мелкими шажками. Почему именно мелкими?

**12.22.** От чего отталкиваться космонавту в открытом космосе (рис. 97), чтобы изменять свою скорость, маневрировать?



Рис. 97

**12.23.** Выходя из воды, собака отряхивается (рис. 98). Какой физический закон при этом проявляется?



Рис. 98

**12.24.** Существует два способа колки дров (рис. 99). Первый способ — по полену резко ударяют топором. Второй способ — слабым ударом топор загоняют в полено и обухом бьют о колоду. Объясните наблюдаемые при этом механические явления.



Рис. 99

**12.25.** Объясните, почему снаряд, вылетающий из орудия, и откатывающееся при выстреле орудие имеют разные скорости.

**12.26.** Почему тренер хоккеистов старается выбрать защитников помассивнее, а нападающих — полегче, половчее (рис. 100)?



Рис. 100

**12.27.** Мальчик, сидя в лодке, за веревку подтягивает другую лодку (рис. 101). Какая из этих двух лодок к моменту сближения приобретет большую скорость, если лодки одинаковые?

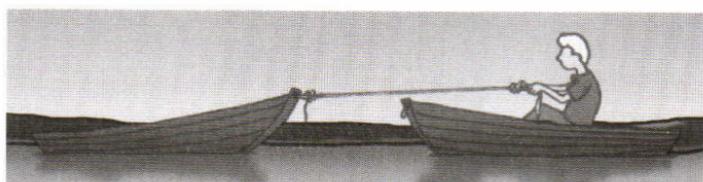


Рис. 101

**12.28.** Гирю опустили в сосуд с водой. Изменилась ли масса гири?

 **12.29.** Когда ковер выбивают палкой, пыль не «вбивается» в ковер, а вылетает из него. Почему?

**12.30.** Почему автомобиль с неисправными тормозами нельзя буксировать на гибком тросе (рис. 102)?



Рис. 102

**12.31.** Подголовник на спинке сидения автомобиля удерживает голову человека от отклонения назад. Объясните, в каких аварийных ситуациях помогает подголовник.

 **12.32.** Снаряд,пущенный вертикально вверх, разорвался в верхней точке траектории на два осколка массой 1 кг и 3 кг. Первый осколок приобрел скорость 120 м/с относительно земли. Какую скорость приобрел второй осколок?

 **12.33.** На тележке установлена игрушечная пушка, которая стреляет в горизонтальном направлении. Какова скорость тележки после выстрела, если масса тележки с пушкой 600 г, масса ядра 12 г, а скорость ядра 6 м/с?

**12.34.** Два стальных шара в результате столкновения остановились. Масса большего шара 1,5 кг. Какова масса меньшего шара, если до столкновения скорости шаров были равны 2 м/с и 5 м/с?

**12.35.** Из орудия массой 5 т вылетел в горизонтальном направлении снаряд массой 25 кг, который приобрел скорость 400 м/с относительно земли. Какую скорость при этом получило орудие?

**12.36.** Мальчик массой 50 кг прыгнул с неподвижного плота на берег со скоростью 1,5 м/с. Какую скорость при этом приобрел плот, если его масса 1 т?

**12.37.** Пустая тележка массой 2 кг, двигаясь со скоростью 2 м/с, столкнулась с покоящейся груженой тележкой. Вследствие столкновения пустая тележка остановилась, а груженая начала двигаться со скоростью 0,4 м/с. Определите массу груженой тележки.

**12.38.** Мальчик массой 50 кг прыгнул из покоящейся лодки на берег. Скорость мальчика 4 м/с. Какова масса лодки, если она приобрела скорость 1 м/с?

**12.39.** Пуля массой 10 г, летевшая горизонтально со скоростью 600 м/с, пробила лежащий на гладком столе деревянный бруск массой 200 г. В результате скорость пули стала равной 400 м/с. Какую скорость приобрел бруск?

**12.40.** Горизонтально летящая пуля массой 10 г попала в лежащий на гладкой горизонтальной поверхности деревянный бруск массой 500 г и застряла в нем. Какой была скорость пули, если бруск после выстрела приобрел скорость 10 м/с?

### Третий уровень

**12.41.** Напишите небольшое сочинение на тему «Мой личный опыт, подтверждающий взаимное действие тел и результаты взаимодействия».

**12.42.** При нажатии на педаль тормоза движущегося автомобиля автоматически загораются красные тормозные сигналы (стоп-сигналы) сзади автомобиля. Зачем это нужно?

**12.43.** Спортсмены используют финты в футболе, хоккее, баскетболе (рис. 103), не думая о законах движения. Объясните, как спортсменам удается увернуться от преследователей.



Рис. 103

**12.44.** Американские профессиональные баскетболисты показывали удивительную игру светящимся мячом в темноте. Видна была только траектория мяча (рис. 104). Что происходило в точках излома? Обоснуйте свой ответ.

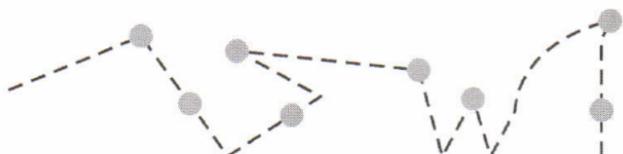


Рис. 104

**12.45.** Что было бы с телами, если бы вдруг все взаимодействия между ними исчезли:

- а) по Аристотелю;
- б) по Галилео?

Напишите небольшое сочинение на эту тему.

**12.46.** Галилей писал, что «если после падения тела по любой наклонной плоскости наступает подъем, то оно поднимается до той же высоты над горизонтом, и притом не только в том случае, когда плоскости имеют одинаковый наклон, но и в том случае, когда они образуют разные углы». К какому выводу можно прийти, если продолжить эти рассуждения, опираясь на рисунок 105?



Рис. 105

**12.47.** На одном из банкетов полковник Циллергут, персонаж романа Ярослава Гашека «Похождения бравого солдата Швейка», рассказал среди прочих следующую историю: «Когда кончился бензин, автомобиль вынужден был остановиться. Это я тоже сам вчера видел. А после этого еще болтают об инерции, господа! Не едет, стоит, с места не трогается! Нет бензина. Ну не смешно ли?» Противоречит ли история, рассказанная полковником Циллергутом, представлению об инерции? Почему?

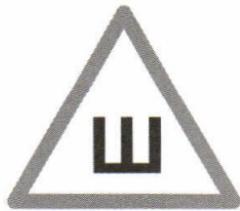


Рис. 106

**12.48.** Если у автомобиля «зимние» шины (с шипами), на автомобиле устанавливают специальный знак (рис. 106). Зачем это делают? Где должен находиться этот знак — на переднем или заднем стекле автомобиля?

**12.49.** В книге Сирано де Бержерака «Иной свет, или Государства и империи Луны» описан такой случай. Герой романа поднялся выше самых высоких облаков и через некоторое время оказался уже не во Франции, а в Канаде. Он объяснил это тем, что за время его полета Земля, вращаясь, «провернулась» под ним. В чем состояла его ошибка?

**12.50.** Зимой птиц необходимо подкармливать, и многие это делают (рис. 107). Но чтобы большие птицы не обижали маленьких и не склевывали весь корм, рекомендуется делать легкие кормушки из пустых пакетов и подвешивать их. В чем физический смысл этого совета?



Рис. 107

**12.51.** Рассмотрите на фотографиях (рис. 108) страшные последствия землетрясений. В чем же основная причина разрушений при землетрясениях?



Рис. 108

**12.52.** Воздух под поршнем насоса сжали. Изменилась ли масса воздуха?

**12.53.** Изменяется ли масса вещества, когда вода превращается в лед или пар?

**12.54.** На нити подвешен тяжелый шар, к которому прикреплена снизу такая же нить (рис. 109). Если резко дернуть за нижнюю нить, она порвется, но если тянуть за нее плавно, порвется верхняя нить. С чем это связано? Обоснуйте свой ответ.

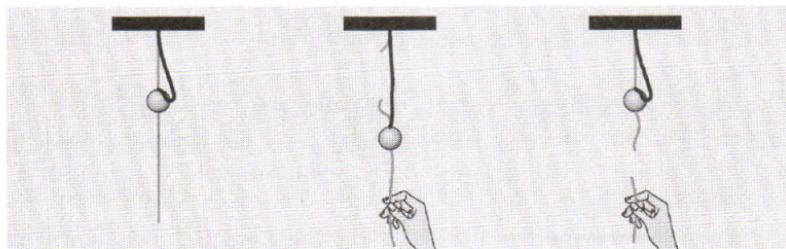


Рис. 109

**12.55.** Два шара движутся навстречу друг другу. В результате столкновения первый шар, имевший скорость 5 м/с, остановился. Второй же шар, имевший скорость 3 м/с, покатился назад со скоростью 2 м/с. Что вы можете сказать о соотношении масс шаров?

**12.56.** После столкновения порожней тележки с такой же груженой обе они остановились. До столкновения скорости тележек были равны 2 м/с и 0,4 м/с. Найдите отношение массы груза к массе порожней тележки.

**12.57.** Человек, бежавший со скоростью 8 м/с, догнал тележку, двигавшуюся со скоростью 2 м/с, и вскочил в нее. В результате скорость тележки стала равной 6 м/с. Какова масса человека, если масса тележки 40 кг?

**12.58.** Барон Мюнхгаузен так соскочил с ядра, летевшего со скоростью 100 м/с, что скорость барона относительно земли стала равной нулю. Во сколько раз отличается масса барона от массы ядра, если скорость ядра, покинутого бароном, стала равной 400 м/с?

### Крепкие орешки

**12.59.** Шар налетает на покоящийся куб и отскакивает от него. Скорость шара до удара 11 м/с, после удара 4 м/с, скорость куба после удара 5 м/с. Все скорости направлены вдоль одной прямой. Каково отношение масс куба и шара?

Если бы я захотел читать, еще не зная букв, это было бы бессмыслицей. Точно так же, если бы я захотел судить о явлениях природы, не имея никакого представления о началах вещей, это было бы такой же бессмыслицей.

*М. В. Ломоносов*

## 13. ПЛОТНОСТЬ ВЕЩЕСТВА<sup>1</sup>

### УСТНАЯ РАЗМИНКА

**13.1.** Плотность свинца 11 300 кг/м<sup>3</sup>. Что это означает?

**13.2.** Плотность какого вещества больше — чугуна или меди? бетона или стали?

**13.3.** Какая жидкость имеет плотность 0,79 г/см<sup>3</sup>?

**13.4.** Три кубика — из алюминия, льда и меди — имеют одинаковый объем. Какой из них имеет самую большую массу, а какой — самую маленькую?

<sup>1</sup> Для решения задач этого раздела используйте таблицы плотностей на форзаце в конце задачника.

**13.5.** Для измерения плотности пластилина взяли образец массой 200 г. Как изменится результат измерений, если будет взят образец массой 100 г (рис. 110)?

**13.6.** Найдите ошибку в рассуждении: плотность  $1 \text{ м}^3$  нефти равна  $800 \text{ кг}/\text{м}^3$ . Тогда плотность  $2 \text{ м}^3$  нефти будет  $1600 \text{ кг}/\text{м}^3$ .

**13.7.** Имеются 3 л молока и 3 л меда. Сравните их объемы и массы.

**13.8.** Сосуд доверху наполнен водой. В каком случае прольется больше воды: при погружении в него куска свинца или куска алюминия такой же массы?

**13.9.** Какое вещество у вас дома имеет наибольшую (наименьшую) плотность?

**13.10.** С помощью линейки уравновешены два тела (рис. 111). У какого из этих тел большая плотность?

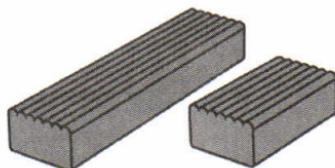


Рис. 110

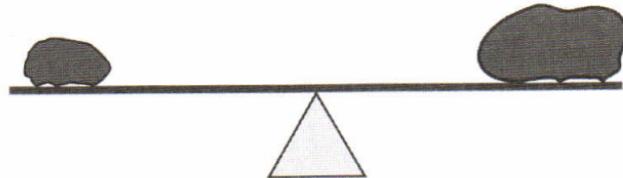


Рис. 111

### Первый уровень

**13.11.** Масса  $15 \text{ см}^3$  некоторого вещества равна 109,5 г. Какое это может быть вещество?

**13.12.** Определите массу стальной детали объемом  $120 \text{ см}^3$ .

**13.13.** Определите объем льдинки, масса которой 108 г.

**13.14.** Вместимость цистерны  $60 \text{ м}^3$ . Сколько тонн нефти можно в ней хранить?

**13.15.** Чему равна плотность жидкости, 125 л которой имеют массу 100 кг?

**13.16.** Масса медного чайника 1,32 кг. Определите массу такого же по форме и размерам алюминиевого чайника.

**13.17.** Чугунная деталь имеет объем  $1,8 \text{ см}^3$ . Какой объем будет иметь алюминиевая деталь такой же массы?

**13.18.** Какова плотность металла, 15 г которого имеют объем  $2 \text{ см}^3$ ?

**13.19.** Действительно ли обручальное кольцо объемом 0,5 см<sup>3</sup> и массой 8 г может быть золотым? Обоснуйте свой ответ.

**13.20.** Из какого металла может быть изготовлен кубик объемом 8 см<sup>3</sup> и массой 56 г?

**13.21.** Найдите массу бензина в бутылке объемом 2 л.

**13.22.** Найдите массу ртути, налитой доверху во флакон емкостью 50 мл.

## Второй уровень

**13.23.** Три шарика (свинцовый, алюминиевый и железный) имеют одинаковые размеры и одинаково выкрашены. Сможете ли вы без использования каких-либо приборов отличить железный шарик от других?

**13.24.** В каком случае кусок пробки и кусок стали будут иметь одинаковую массу?



Рис. 112

**13.25.** На рисунке 112 схематически изображены сосуды одинакового объема и условная картина распределения молекул кислорода в них. Однакова ли плотность кислорода в этих сосудах?

**13.26.** Стальной и алюминиевый стержни имеют одинаковые диаметры и массу. Какой из них длиннее?

**13.27.** Одна бочка заполнена водой, а другая — керосином. Диаметр какой бочки больше, если известно, что уровень и масса обеих жидкостей одинаковы?

**13.28.** Имеются сплошные медные куб и шар, причем диаметр шара равен длине ребра куба. Масса какого тела больше?

**13.29.** На чашках весов (рис. 113) находятся стальной и чугунный бруски, объемы которых равны. На какой чашке находится чугунный брускок?

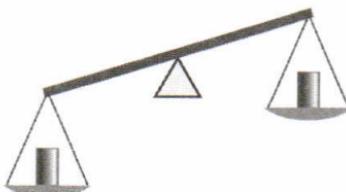


Рис. 113

**13.30.** Две одинаковые стеклянные банки заполнены разными жидкостями. Как определить, плотность какой из жидкостей больше?

**13.31.** Расширяется или сжимается вода при замерзании? Обоснуйте свой ответ, воспользовавшись справочными таблицами.

**13.32.** Оцените объем своего тела, если известно, что средняя плотность<sup>1</sup> тела человека близка к плотности воды.

**13.33.** Определите массу оконного стекла длиной 60 см, высотой 50 см и толщиной 0,5 см.

**13.34.** Определите массу рулона алюминиевой фольги толщиной 0,15 мм. Если размотать рулон, то получим ленту размером 0,2 м × 15 м.

**13.35.** Поверхность площадью 2 м<sup>2</sup> покрыли слоем золота толщиной 20 мкм. Какова масса использованного золота?

**13.36.** Сколько понадобится железнодорожных цистерн для перевозки 1000 т нефти, если вместимость каждой цистерны 50 м<sup>3</sup>?

**13.37.** Найдите массу стальной гирьки, показанной на рисунке 114. На шкале измерительного цилиндра указан объем жидкости в миллилитрах.

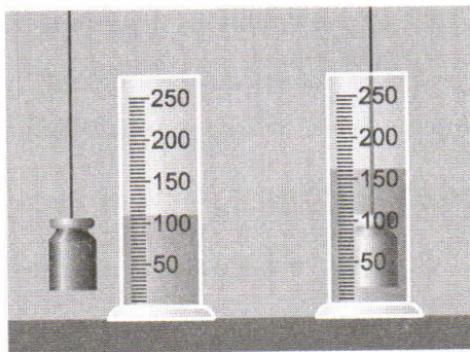


Рис. 114

**13.38.** Чтобы принести 10 кг воды, необходимо ведро. Для какой жидкости при той же массе хватило бы литровой бутылки?

**13.39.** Медную деталь массой 7,1 кг полностью погружают в бак, доверху наполненный керосином. Какова масса вылившегося керосина?

**13.40.** Консервную жесть покрывают оловом, расходуя 0,73 г олова на 400 см<sup>2</sup> площади жести. Какова толщина слоя олова?

<sup>1</sup> Чтобы найти среднюю плотность тела, надо разделить его массу на его объем.

**13.41.** Грузовая машина привезла 1,5 т сухого песка. Какую площадь двора можно засыпать этим песком, если толщина слоя будет равна 5 см?

**13.42.** За полчаса человек в спокойном состоянии совершает 400 вдохов, при каждом из которых через легкие проходит  $700 \text{ см}^3$  воздуха. Какая масса воздуха проходит за это время через легкие человека?

**13.43.** Железная и алюминиевая детали имеют одинаковый объем. Найдите массу каждой детали, если масса железной детали на 12,75 г больше массы алюминиевой.

## Третий уровень

### Примеры решения задач

**1.** Медный цилиндр объемом  $V = 130 \text{ см}^3$  имеет массу  $m = 890 \text{ г}$ . Сплошной этот цилиндр или полый? Если полый, найдите объем полости.

Дано:

$$V = 130 \text{ см}^3$$

$$m = 890 \text{ г}$$

$$\rho_m = 8,9 \text{ г/см}^3$$

$$V_p = ?$$

Решение.

Сплошное медное тело указанной массы имело бы объем  $V_1 = \frac{m}{\rho} = 100 \text{ см}^3$ , что меньше, чем объем цилиндра. Объем полости  $V_p = V - V_1 = 30 \text{ см}^3$ .

Ответ: объем полости  $30 \text{ см}^3$ .

**2.** Из  $200 \text{ см}^3$  никеля и  $100 \text{ см}^3$  свинца изготовили сплав. Какова его плотность<sup>1</sup>?

Дано:

$$V_n = 200 \text{ см}^3$$

$$V_{cb} = 100 \text{ см}^3$$

$$\rho_n = 8,9 \text{ г/см}^3$$

$$\rho_{cb} = 11,3 \text{ г/см}^3$$

$$\rho_{спл} = ?$$

Решение.

Согласно определению плотности  $\rho_{спл} = \frac{m_{спл}}{V_{спл}} = \frac{m_n + m_{cb}}{V_n + V_{cb}}$ , где  $m_n = \rho_n V_n$ ;  $m_{cb} = \rho_{cb} V_{cb}$ . С учетом этого получаем

$$\rho_{спл} = \frac{\rho_n V_n + \rho_{cb} V_{cb}}{V_n + V_{cb}} = \frac{8,9 \frac{\text{г}}{\text{см}^3} \cdot 200 \text{ см}^3 + 11,3 \frac{\text{г}}{\text{см}^3} \cdot 100 \text{ см}^3}{200 \text{ см}^3 + 100 \text{ см}^3} = 9,7 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}.$$

Ответ:  $9,7 \text{ г/см}^3$ .

<sup>1</sup> Здесь и далее считайте, что объем сплава или раствора равен сумме объемов его составных частей.

**13.44.** Сравните плотность свинцовой дроби с плотностью свинца. Обоснуйте свой ответ.

**13.45.** У кого больше средняя плотность — у первоклассника или у десятиклассника (рис. 115)?



Рис. 115

**13.46.** Как изменяется плотность большинства жидкостей и твердых тел при нагревании?

**13.47.** Как можно определить длину медного провода в мотке, если его нельзя разматывать? Провод имеет круглое сечение. Какие приборы вам потребуются для измерений?

**13.48.** Вам дано медное тело неправильной формы. Как определить, сплошное оно или полое?

**13.49.** Три сплошных шарика (рис. 116) имеют одинаковую массу. Во сколько раз отличается плотность черного шарика от плотности серого? Плотность черного — от плотности белого?

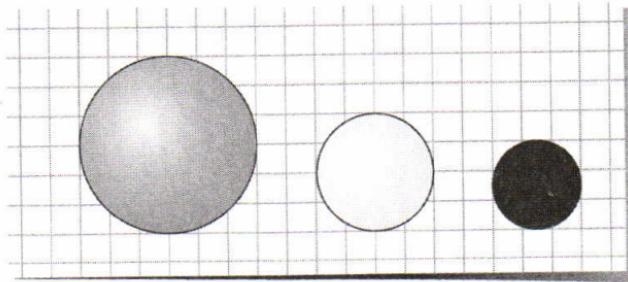


Рис. 116

**13.50.** Масса белого шарика вдвое больше, чем масса черного (см. рис. 116). Плотность какого из этих шариков больше? Во сколько раз?

**13.51.** Две золотые монеты имеют одинаковую массу. Какая из них толще и во сколько раз, если диаметр одной монеты в два раза больше, чем диаметр другой?

**13.52.** Как определить плотность неизвестной жидкости, используя только стакан, воду и весы с гирьками?

**13.53.** Полый медный шар имеет массу 890 г при объеме 150 см<sup>3</sup>. Определите объем полости внутри этого шара.

**13.54.** Два сплошных куба изготовлены из одного и того же материала. Во сколько раз масса первого куба меньше, чем масса второго, если длина ребра первого куба в три раза меньше, чем длина ребра второго?

**13.55.** Имеются два сплошных стеклянных куба. Во сколько раз отличаются длины ребер кубов, если масса первого куба в 125 раз больше, чем масса второго?

**13.56.** Когда в ведро, доверху наполненное водой, опустили медную деталь, масса ведра увеличилась на 3,2 кг. Какова масса детали?

**13.57.** Для получения латуни сплавили кусок меди массой 178 кг и кусок цинка массой 357 кг. Определите плотность латуни.

**13.58.** Сплав изготовлен из меди объемом 0,4 м<sup>3</sup> и цинка массой 714 кг. Какова плотность сплава?

**13.59.** В чистой воде растворена серная кислота. Масса раствора 240 г, а его плотность 1,2 г/см<sup>3</sup>. Определите массу кислоты, содержащейся в растворе.

**13.60.** В куске кварца содержится небольшой самородок золота. Масса куска равна 100 г, а его средняя плотность 8 г/см<sup>3</sup>. Определите массу золота.

**13.61.** В кусок льда вмерз стальной шарик. Объем образовавшегося тела 50 см<sup>3</sup>, масса 114 г. Найдите объем шарика.

**13.62.** Плотность пластмассы 2000 кг/м<sup>3</sup>. Какова плотность вспененного материала, изготовленного из этой пластмассы, если объем воздушных полостей в материале в три раза превышает объем самой пластмассы?

**13.63.** Определите массу полого куба из латуни, если полная площадь наружной боковой поверхности куба 216 см<sup>2</sup>, а толщина стенок 2 мм.

**13.64.** Сплошные шарики одинакового размера изготовлены из различных материалов: чугуна, олова, алюминия. Во сколько раз изменятся показания весов, если вместо чугунного шарика положить на них оловянный и алюминиевый? Вместо оловянного — чугунный и алюминиевый?

## Крепкие орешки

**13.65.** Во сколько раз увеличится масса полого кубика, если, не изменяя его внешних размеров, увеличить толщину стенок в 2 раза? Длина ребра кубика 10 см, начальная толщина стенок 2 см.

**13.66.** Масса телевизионной башни высотой 250 м равна 4000 т. Найдите массу модели этой башни, если высота модели 2,5 м. Плотность материала модели в 4 раза меньше, чем плотность металла, из которого изготовлена башня.

**13.67.** По специальному заказу была изготовлена увеличенная копия оловянного солдатика. Для этого израсходовано столько же олова, сколько для изготовления 343 обычных солдатиков. Сколько обычных солдатиков можно было бы покрасить той краской, которой покрасили эту увеличенную копию?

**13.68.** Масса каждого из двух одинаковых сосудов, заполненных свинцовой дробью, равна 2100 г. Когда в один из сосудов налили доверху воду, а в другой — неизвестную жидкость, массы сосудов стали соответственно 2200 г и 2185 г. Какова плотность неизвестной жидкости?

**13.69.** Шар массой 1 кг, двигавшийся со скоростью 27 м/с, налетел на покоящийся сплошной алюминиевый куб. В результате столкновения шар остановился, а куб начал двигаться со скоростью 10 м/с. Какова длина ребра алюминиевого куба?

Наши истинные учителя — опыт и чувство.

*Ж.-Ж. Руссо*

## 14. ДОМАШНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

### Первый уровень

**14.1.** Возьмите кусок мыла с обозначенной массой, имеющий форму прямоугольного параллелепипеда. Сделав необходимые измерения, определите плотность мыла.

**14.2.** Определите плотность деревянного бруска. Необходимые приборы подберите сами.

**14.3.** Определите плотность молока (или сметаны). Необходимые приборы подберите сами.

**14.4.** Имея весы, гирьки, пипетку, стакан с водой, определите среднюю массу одной капли воды. Как увеличить точность измерения при использовании тех же предметов?



## **Второй уровень**

**14.5.** Определите плотность небольшого камня, используя для этого весы с гирьками, стакан с водой и пустой стакан.

**14.6.** Определите среднюю плотность собственного тела. Массу измерьте с помощью напольных весов, а объем тела — путем погружения в ванну. (При определении объема тела не пренебрегайте помощью родителей. Голову погружать не обязательно. Учтите, что ее объем равен примерно 4 % объема тела.)

**14.7.** Используя стакан, весы и гирьки, определите, какое вещество имеет большую плотность: вода или молоко?

**14.8.** Пользуясь мерным стаканом, бытовыми весами или самодельным динамометром, определите плотность картофеля, лука, свеклы и т. д.

**14.9.** Пользуясь мерным стаканом, бытовыми весами или самодельным динамометром, определите плотность сахарного песка или крупы.

**14.10.** Определите плотность стекла, из которого изготовлен пузырек для лекарства. Необходимые приборы подберите сами.

**14.11.** Определите емкость флакона с водой, используя только весы с гирьками.



## **Третий уровень**

**14.12.** Приготовьте насыщенный раствор поваренной соли. Используя весы с гирьками, флакон и чистую воду, определите плотность данного раствора.

**14.13.** Насыпьте в стакан немного сахарного песка. Используя весы с гирьками, пустой стакан и чистую воду, определите плотность песка.

**14.14.** Определите плотность неизвестной жидкости, используя только стакан, воду и весы с гирьками.

**14.15.** Найдите стеклянную пробку от графина или флакона, имеющую внутри полость. Попробуйте, не разбивая пробку, определить объем этой полости.

**14.16.** Возьмите моток медного провода. С помощью весов с гириями и линейки определите длину медного провода в мотке, не разматывая его.

**14.17.** Определите среднюю плотность сухого песка. Необходимые приборы подберите сами.

Это первый важный шаг на пути к нашей цели.

P. Сабатини

## 15. СИЛЫ В МЕХАНИКЕ

### Пример решения задачи

Два человека тянут груз, прикладывая горизонтальные силы  $F_1 = 200 \text{ Н}$  и  $F_2 = 300 \text{ Н}$ , направленные вдоль одной прямой. Каким может быть модуль равнодействующей  $R$  этих сил? Чему равна сила трения, действующая на груз, если он не сдвигается с места? Рассмотрите все возможные случаи и изобразите на рисунке все горизонтальные силы, действующие на груз.

**Решение.** Если обе силы направлены одинаково, их равнодействующая  $R = F_1 + F_2 = 500 \text{ Н}$ , сила трения покоя равна 500 Н и направлена противоположно приложенным силам (рис. 117, а); если силы направлены противоположно, их равнодействующая  $R = F_2 - F_1 = 100 \text{ Н}$ , сила трения покоя равна 100 Н и направлена в сторону меньшей силы (рис. 117, б).

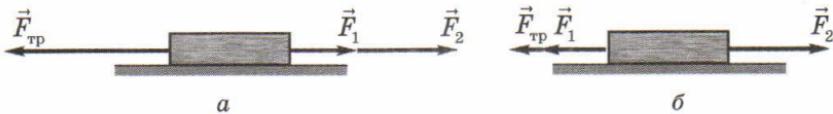


Рис. 117

### УСТНАЯ РАЗМИНКА

**15.1.** Какие тела взаимодействуют при падении камня, движении спутника, автомобиля, парусной лодки (рис. 118)?

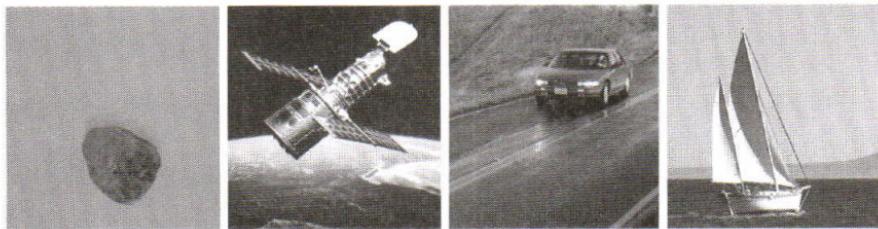


Рис. 118

**15.2.** Приведите примеры изменения скорости тела вследствие действия на него другого тела.

**15.3.** Как будет двигаться тело под действием двух равных по модулю противоположно направленных сил?

**15.4.** Что можно сказать о скорости тела, к которому не приложена никакая сила ( $F = 0$ )?

## Первый уровень

**15.5.** Взяв масштаб 1 см — 40 Н, изобразите графически силу 200 Н, приложенную к телу и направленную на север.

**15.6.** Взяв масштаб 1 см — 60 Н, изобразите графически силу 240 Н, приложенную к телу и направленную на юг.

**15.7.** На тело в горизонтальном направлении действуют две силы — 10 Н и 20 Н. Изобразите эти силы. Сколько вариантов рисунка вы можете сделать? Можете ли вы найти равнодействующую этих сил?

**15.8.** На тело действуют две вертикальные силы — 10 Н и 15 Н. Изобразите эти силы. Сколько вариантов рисунка вы можете сделать? Чему равна равнодействующая этих сил?

**15.9.** Может ли равнодействующая двух сил 2 Н и 10 Н, действующих на тело, быть равной:

- а) 5 Н;
- в) 12 Н;
- б) 8 Н;
- г) 20 Н?

Сделайте рисунки в тех случаях, когда это возможно.

**15.10.** Два человека тянут груз, прикладывая горизонтальные силы  $F_1 = 100$  Н и  $F_2 = 150$  Н, направленные вдоль одной прямой. Каким может быть модуль равнодействующей  $R$  этих сил? Рассмотрите все возможные случаи и изобразите на рисунке все горизонтальные силы, действующие на груз.

## Второй уровень

**15.11.** Что вы можете сказать о равнодействующей сил, действующих на автобус:

- а) отходящий от остановки;
- б) равномерно движущийся на прямолинейном участке дороги;
- в) подходящий к остановке?

**15.12.** Один бильярдный шар покатился после столкновения с другим шаром (рис. 119). Как можно описать физические явления, происходящие с одним из шаров, не упоминая о другом?

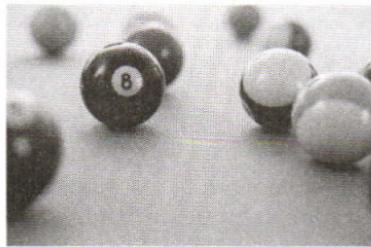


Рис. 119

**15.13.** На рисунке 120 изображены силы, действующие на шар, плавающий в воде. Взаимодействие с какими телами обуславливает появление этих сил? Чему равна равнодействующая этих сил?

**15.14.** На шайбу во время игры (рис. 121) постоянно действуют то лед, то клюшка, то перчатки вратаря, то борт, то сетка ворот... В какие моменты действует наибольшая сила, а в какие — наименьшая? Почему вы так решили?

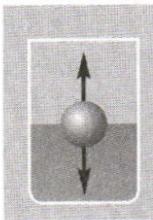


Рис. 120

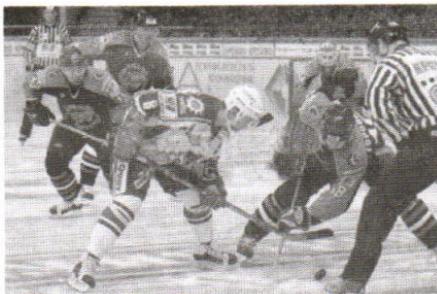


Рис. 121

**15.15.** Изобразите и сравните силы, действующие на шарик в следующих случаях:

- шарик лежит на горизонтальном столе;
- шарик получает толчок от руки;
- шарик катится по столу;
- шарик падает со стола.

**15.16.** Футболист бьет по мячу. Укажите, с какими телами взаимодействует мяч, изобразите и сравните силы, действующие на мяч:

- в момент удара;
- во время полета мяча;
- при ударе о землю.

**15.17.** Какие две силы, направленные вдоль одной прямой, могут дать равнодействующую, модуль которой равен 10 Н? Сделайте рисунки для двух-трех возможных случаев.

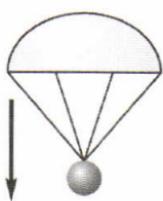
**15.18.** На тело действуют две силы, направленные вдоль одной прямой. Модуль одной из сил равен 5 Н, а модуль равнодействующей — 8 Н. Каким может быть модуль второй силы? Как она должна быть направлена? Сделайте рисунок.

**15.19.** Капля дождя движется вертикально вниз с постоянной скоростью. Изобразите все силы, действующие на каплю.

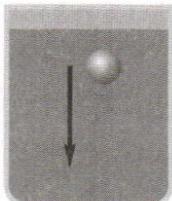
## Третий уровень

**15.20.** Два одинаковых автомобиля увеличили свою скорость каждый на 10 км/ч, но один — за 20 с, а другой — за 40 с. На какой из автомобилей действовала большая сила во время разгона? Обоснуйте свой ответ.

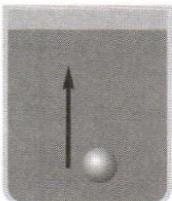
**15.21.** На рисунке 122 изображены тела, которые равномерно движутся в воздухе, воде или другой среде. Направление движения указано стрелкой рядом с телом. Укажите, как в каждом случае направлена сила сопротивления движению. Чему равна равнодействующая всех сил, действующих на каждое из тел?



*a*



*b*



*c*

Рис. 122

**15.22.** На рисунке 123 изображено тело и силы, действующие на него. Равнодействующая каких сил равна нулю? Равна ли нулю равнодействующая всех сил, действующих на тело?

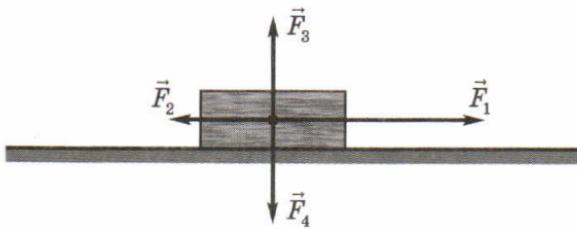


Рис. 123

**15.23.** Может ли тело двигаться вверх, если равнодействующая всех сил, приложенных к нему, направлена вниз? Если да, то приведите пример.

**15.24.** Равнодействующая всех сил, приложенных к телу, направлена вертикально вниз. Можно ли указать направление движения тела? Приведите пример, подтверждающий ваш ответ.

**15.25.** К телу приложены три силы по 10 Н каждая, направленные вдоль одной прямой. Какой может быть по модулю равнодействующая этих сил? Изобразите на рисунке все возможные случаи.

**15.26.** На тело действуют три силы, направленные вдоль одной прямой: 3 Н, 12 Н и 6 Н. Какой может быть равнодействующая этих сил? Сделайте рисунки для каждого из возможных случаев.

**15.27.** На тело действуют три силы  $\vec{F}_1$ ,  $\vec{F}_2$  и  $\vec{F}_3$ , направленные вдоль одной прямой, причем  $F_1 = 3$  Н,  $F_2 = 5$  Н. Чему равна  $F_3$ , если равнодействующая всех трех сил равна 10 Н? Сколько решений имеет эта задача? Сделайте в тетради схематические рисунки, соответствующие каждому из решений.

**15.28.** Три силы приложены вдоль одной прямой. В зависимости от направления этих сил их равнодействующая может быть равна 1 Н, 2 Н, 3 Н и 4 Н. Чему равна каждая из этих сил?

При изучении наук примеры полезнее правил.

*И. Ньютона*

## 16. СИЛА УПРУГОСТИ

### УСТНАЯ РАЗМИНКА

**16.1.** Приведите примеры упругих деформаций.

**16.2.** От чего зависит жесткость пружины? Что она характеризует?

**16.3.** Как зависит сила упругости от деформации тела?

**16.4.** Какая сила удерживает люстру, подведенную к потолку, от падения на пол?

**16.5.** При выполнении прыжка в воду спортсмен пользуется специальным трамплином. Изменяется ли форма трамплина во время прыжка? Почему?

**16.6.** Какие силы взаимодействия молекул воды в глубинах океана больше: силы притяжения или отталкивания?

**16.7.** Как изменится сила упругости, если удлинение пружины увеличить вдвое?

### Первый уровень

**16.8.** Изобразите графически силу упругости, действующую на шар, висящий на нити (рис. 124).



Рис. 124

**16.9.** Укажите направление силы упругости, действующей на тело, изображенное на рисунке 125.



Рис. 125

**16.10.** Укажите направление силы упругости, действующей на тело, изображенное на рисунке 126.



Рис. 126

**16.11.** Летящий мяч ударяется о стену. Покажите на рисунке 127 силы упругости, действующие на мяч и на стену.

**16.12.** Какую силу надо приложить к пружине жесткостью  $40 \text{ Н/м}$ , чтобы растянуть ее на  $5 \text{ см}$ ?

Рис. 127

**16.13.** Под действием какой силы пружина, имеющая жесткость  $1000 \text{ Н/м}$ , сжимается на  $4 \text{ см}$ ?

**16.14.** Чему равна жесткость стержня, если под действием силы  $1000 \text{ Н}$  он удлинился на  $1 \text{ мм}$ ?

**16.15.** Определите удлинение пружины, если на нее действует сила, равная  $10 \text{ Н}$ , а жесткость пружины  $500 \text{ Н/м}$ .

**16.16.** Чему равна жесткость пружины, если под действием силы  $2 \text{ Н}$  она растянулась на  $4 \text{ см}$ ?

**16.17.** На сколько сантиметров растянется пружина жесткостью  $105 \text{ Н/м}$  под действием силы  $21 \text{ Н}$ ?

**16.18.** Под действием силы  $25 \text{ Н}$  пружина удлинилась на  $2 \text{ см}$ . Каким будет удлинение этой пружины под действием силы  $50 \text{ Н}$ ?

## Второй уровень

**16.19.** Почему пружины для динамометров изготавливают из стали, а не из меди или свинца?

**16.20.** Как зависит чувствительность динамометра от жесткости его пружины?

**16.21.** Куски железной и медной проволоки одинаковых размеров подвешены вертикально и соединены внизу горизонтальным стержнем. Сохранится ли горизонтальность стержня, если к его середине прикрепить груз?

**16.22.** На трех пружинах висят шарики массой по 1 кг (рис. 128). Чем вы можете объяснить разное удлинение пружин? В нерастянутом состоянии все пружины имели одинаковую длину.

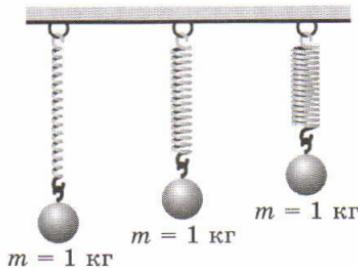


Рис. 128

**16.23.** Как определить, у какой из двух пружин жесткость больше и во сколько раз, используя только линейку?

**16.24.** Какова жесткость пружины динамометра, показанного на рисунке 129?

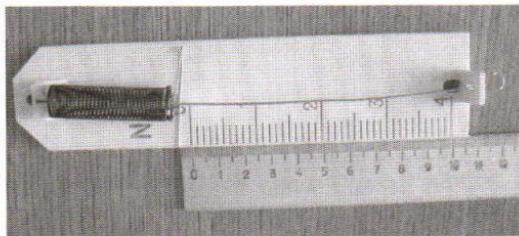


Рис. 129

**16.25.** Если растягивать пружину силой 60 Н, она удлиняется на 3 см. На сколько сожмется пружина под действием силы 45 Н?

**16.26.** При сжатии пружины на 7 см возникает сила упругости 2,8 кН. Какая сила упругости возникнет при сжатии пружины на 4,2 см?

**16.27.** При уменьшении длины спиральной пружины на 3,5 см возникает сила упругости, равная 1,4 кН. Как велика сила упругости пружины при уменьшении ее длины на 2,1 см?

**16.28.** При открывании двери длина дверной пружины увеличилась на 0,12 м; сила упругости пружины составила при этом 4 Н. При каком удлинении пружины сила упругости равна 10 Н?

**16.29.** Сила 30 Н растягивает пружину на 5 см. Какова сила, растягивающая пружину на 8 см?

### Третий уровень

#### Пример решения задачи

Когда пружину растягивают силой 8 Н, ее длина становится равной 14 см, а когда растягивают силой 12 Н — длина равна 16 см. Какой станет длина пружины, если ее растягивать силой 20 Н?

Дано:

$$F_1 = 8 \text{ Н}$$

$$F_2 = 12 \text{ Н}$$

$$l_1 = 14 \text{ см}$$

$$l_2 = 16 \text{ см}$$

$$F_3 = 20 \text{ Н}$$

$$l_3 = ?$$

Решение 1.

Обозначим длину нерастянутой пружины  $l_0$ . Согласно закону Гука  $F_1 = k(l_1 - l_0)$ ,  $F_2 = k(l_2 - l_0)$ ,  $F_3 = k(l_3 - l_0)$ . Вычитая первое уравнение из второго и из третьего, получаем  $F_2 - F_1 = k(l_2 - l_1)$ ,  $F_3 - F_1 = k(l_3 - l_1)$ . Разделив первое из этих уравнений на второе, получаем  $\frac{F_2 - F_1}{F_3 - F_1} = \frac{l_2 - l_1}{l_3 - l_1}$ . Отсюда следует, что

$$l_3 = l_1 + (l_2 - l_1) \cdot \frac{F_3 - F_1}{F_2 - F_1} = 14 \text{ см} + 2 \text{ см} \cdot \frac{20 \text{ Н} - 8 \text{ Н}}{12 \text{ Н} - 8 \text{ Н}} = 20 \text{ см}.$$

Решение 2.

Когда растягивающую силу  $F$  увеличили на 4 Н, длина пружины  $l$  увеличилась на 2 см. Согласно закону Гука связь между  $F$  и  $l$  является линейной. Следовательно, если силу еще два раза увеличить на 4 Н (от 12 до 20 Н), длина пружины еще дважды увеличится на 2 см (т. е. от 16 до 20 см).

Ответ: 20 см.

**16.30.** Как изменилась бы наша жизнь, если бы все тела вокруг были такие же мягкие, как охапка сена? Напишите небольшое сочинение на эту тему.

**16.31.** Груз подвесили на пружине. Почему в первый момент пружина пришла в движение? При каком условии она остановится?

**16.32.** На трех пружинах висят три шарика массами 1 кг, 2 кг и 3 кг (рис. 130). Чем вы можете объяснить, что под действием разных грузов пружины деформировались одинаково? До подвешивания грузов пружины были одинаковой длины.

**16.33.** Ученик измерял длину пружины, прикладывая к ней различную силу. Он получил результаты, приведенные в таблице. Постройте график зависимости длины пружины от приложенной силы. Можно ли по этому графику определить жесткость пружины? длину недеформированной пружины?

Сила, Н	2	4	6	8
Длина пружины, см	16	17	18	19

**16.34.** На рисунке 131 приведены графики зависимости силы упругости от деформации для двух пружин. Какую из пружин надо растянуть сильнее, чтобы значения силы упругости пружин были одинаковыми?

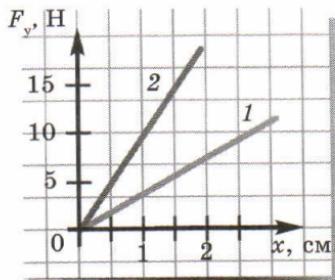


Рис. 131

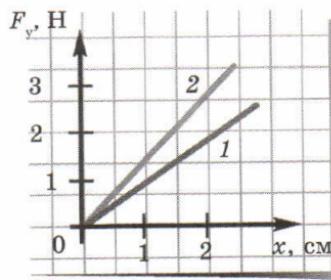


Рис. 132

**16.35.** На рисунке 132 приведены графики зависимости силы упругости от деформации для двух пружин. На какую из пружин надо повесить более тяжелый груз, чтобы деформация обеих пружин была одинаковой?

**16.36.** В нерастянутом состоянии пружина имела длину 88 мм, в результате ее удлинения до 120 мм возникла сила упругости, равная 120 Н. Определите длину этой пружины в том случае, когда действующая сила равна 90 Н.

**16.37.** Если растягивать пружину силой 10 Н, ее длина станет равной 16 см. Если растягивать ее силой 30 Н, длина пружины станет равной 20 см. Какова длина недеформированной пружины?

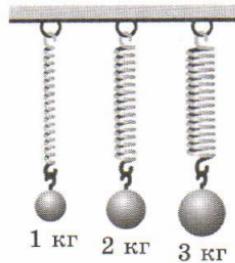


Рис. 130

- 16.38.** Жесткость пружины равна 80 Н/м, а ее длина в нерастянутом состоянии — 15 см. Постройте график зависимости длины  $l$  пружины от модуля  $F$  растягивающей ее силы.

Так человека яблоко сгубило,  
Но яблоко его же и спасло, —  
Ведь Ньютона открытие разбило  
Неведенья мучительное зло.  
Дорогу к новым звездам проложило  
И новый выход страждущим дало.  
Уж скоро мы, природы властелины,  
И на Луну пошлем свои машины.

Дж.-Г. Байрон

## 17. СИЛА ТЯЖЕСТИ. ВЕС И НЕВЕСОМОСТЬ

### Пример решения задачи<sup>1</sup>

Из какого материала может быть изготовлен кубик, если его вес 8,6 Н, а площадь всей поверхности 294 см<sup>2</sup>.

**Решение.** Площадь одной грани кубика 294 см<sup>2</sup> : 6 = 49 см<sup>2</sup>. Отсюда следует, что длина ребра кубика  $a = 7$  см. Масса кубика

$$m = \frac{P}{g} = \frac{8,6 \text{ Н}}{10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}} = 0,86 \text{ кг} = 860 \text{ г.}$$

Тогда плотность вещества кубика

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{m}{a^3} = \frac{860 \text{ г}}{7 \text{ см} \cdot 7 \text{ см} \cdot 7 \text{ см}} \approx 2,5 \frac{\text{г}}{\text{см}^3} = 2500 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}.$$

**Ответ:** кубик может быть изготовлен из стекла.

### УСТНАЯ РАЗМИНКА

**17.1.** Приведите примеры явлений, наблюдаемых на Земле, которые объясняются действием силы тяжести.

**17.2.** Почему тела, брошенные горизонтально, падают на землю?

**17.3.** Что свидетельствует о существовании силы тяжести?

**17.4.** Какая сила вызывает приливы и отливы в морях и океанах Земли?

**17.5.** Почему падают на землю капли дождя, крупинки града?

**17.6.** Имеет ли вес брускок, лежащий на столе? падающий со стола?

<sup>1</sup> Здесь и далее можно принять  $g = 10 \text{ Н/кг}$ .

**17.7.** Имеет ли вес гиря, висящая на нити? Чему будет равен ее вес, если нить перерезать?

**17.8.** Имеют ли вес жидкости и газы?

### ■ Первый уровень

**17.9.** Изобразите графически силу тяжести, которая действует на шар, лежащий на столе (рис. 133).



Рис. 133



Рис. 134

**17.10.** Изобразите графически силу тяжести, которая действует на шар, подвешенный на нити (рис. 134).

**17.11.** Какая сила тяжести действует на Земле на тело массой 100 г? 1,5 кг? 600 кг? 1,2 т?

**17.12.** Какова масса тела, если на Земле на это тело действует сила тяжести 0,1 Н? 200 Н? 1,2 кН? 250 кН?

**17.13.** Лежащий на столе брусков давит на поверхность стола с силой 50 Н. Как называется эта сила? Больше она или меньше, чем сила тяжести, действующая на брусков? Какова масса этого бруска?

**17.14.** Люстра подвешена к потолку. Ее масса равна 4 кг. С какой силой люстра действует на потолок? Как называется эта сила?

**17.15.** На вытянутой ладони покоятся тело массой 200 г. Чему равны сила тяжести и вес этого тела? К чему приложена каждая из этих сил? Изобразите их на рисунке. Чему будут равны вес и сила тяжести, действующая на тело, если ладонь выдернуть?

### ■ Второй уровень

**17.16.** Книга лежит на столе, а стол стоит на полу. На какое тело действует вес книги? вес стола?

**17.17.** Почему подниматься в гору даже по ровной дороге гораздо тяжелее, чем спускаться?

**17.18.** Действует ли сила тяжести на дерево, растущее во дворе?

**17.19.** Одинаковая или разная сила тяжести действует на птицу, когда она сидит на ветке и когда летит?

**17.20.** Стальной и пробковый шары имеют одинаковую массу. Сравните значения силы тяжести, действующей на них.

**17.21.** В каких случаях бурятская пословица «Камень, брошенный тобой вверх, упадет на твою же голову» не подтверждается?

**17.22.** Под действием какой силы вода в водопаде (рис. 135) течет вниз?



Рис. 135

**17.23.** Обладает ли весом летящая ласточка?

**17.24.** Обладают ли весом водоросли, растущие на дне водоема?

**17.25.** Мальчик, стоявший на мосту, выпустил из рук сосуд с водой. Чему равен вес воды в сосуде во время падения?



Рис. 136

**17.26.** Известный фантаст Г. Уэллс в одном из своих произведений писал: «Странное это ощущение — витать в пространстве: сначала жутко, но потом, когда страх проходит, оно не лишено приятности и очень покойно, похоже на лежание на мягким пуховике. Полная отчужденность от мира и независимость! Я не ожидал ничего подобного. Я ожидал сильного толчка вначале и головокружительной быстроты полета. Вместо всего этого я почувствовал себя как бы бесплотным. Это походило не на путешествие, а на сновидение». Какое явление описано в этом отрывке (рис. 136)?

**17.27.** Найдите силу тяжести, действующую на стальную отливку объемом 20  $\text{дм}^3$ .

**17.28.** Какого объема алюминиевый бруск надо взять, чтобы действующая на него вблизи поверхности Земли сила тяжести была равна 270 Н?

**17.29.** В бидон массой 1 кг налили керосин объемом 5 л. Какую силу нужно приложить, чтобы приподнять бидон?

**17.30.** Каков вес бензина объемом 25 л в стоящем на полу бидоне? К какому телу приложен этот вес? Изобразите эту силу.

**17.31.** Сосуд объемом 20 л наполнили жидкостью. Какая это может быть жидкость, если ее вес равен 160 Н?

**17.32.** На полу лежит алюминиевый куб с длиной ребра 20 см. Изобразите на чертеже силу тяжести, действующую на куб, и вес куба, используя масштаб 1 см — 50 Н.

**17.33.** Медный бруск размером 5 см × 7 см × 10 см лежит на столе. Изобразите силу тяжести, действующую на бруск, и вес бруска на чертеже, используя масштаб 1 см — 10 Н.

### Третий уровень

**17.34.** Некоторые тела (воздушные шары, дым, самолеты, птицы) поднимаются вверх, несмотря на силу тяжести. Как вы думаете почему? Отвечая на вопрос, вспомните, как и почему лично вы поднимаетесь вверх вопреки силе тяжести (например, по канату или по лестнице).

**17.35.** Имеются два одинаковых шара. Один из них лежит на берегу океана, а другой — на вершине горы. На какой из шаров действует большая сила тяжести?

**17.36.** Стальной шар перенесли с поверхности стола в стакан с водой. Изменилась ли при этом действующая на шар сила тяжести?

**17.37.** Изменяется ли заметно сила тяжести, действующая на самолет, во время его полета? Самолет летит вдоль одной параллели на постоянной высоте.

**17.38.** Тело переместили с поверхности Земли на поверхность Луны. Изменился ли вес тела?

**17.39.** К какому телу приложен вес муhi, ползущей по потолку? вес летящей муhi?

**17.40.** Как могли бы герои романа Ж. Верна «Путешествие на Луну», находящиеся в закрытом снаряде, обнаружить, что их корабль покинул пределы земной атмосферы и движется в космическом пространстве?

**17.41.** Испытывает ли бегущий человек состояние невесомости и перегрузки?

**17.42.** Какие из показанных на рисунке 137 тел находятся в состоянии невесомости? Почему?



Рис. 137

**17.43.** Какую природу имеет вес тел, показанных на рисунке 138 (мяч, шар, карандаш)? На какие тела действует вес в каждом из этих случаев?

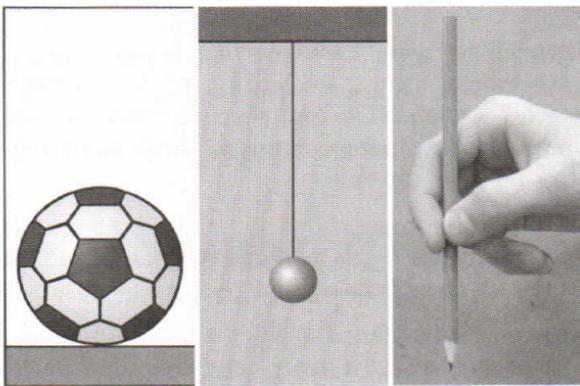


Рис. 138

**17.44.** Камень бросают вертикально вверх. Однаковая ли сила тяжести действует на камень в следующие моменты:

- а) когда он находится в руке;
- б) в момент броска;
- в) когда он летит вверх;
- г) в верхней точке траектории;
- д) когда он летит вниз?

Однаков ли вес камня в эти моменты? Сопротивление воздуха не учитывайте.

**17.45.** Пусть вам сообщили, что через год тяготение «отключится» (фантастика!). Сможет ли человечество приготовиться к этому событию и выжить? Напишите на эту тему маленькое сочинение.

**17.46.** Найдите плотность вещества, из которого изготовлен кубик весом 1 Н. Длина ребра кубика 5 см.

**17.47.** На полый оловянный кубик с длиной ребра 10 см действует сила тяжести 51 Н. Определите объем полости.

**17.48.** Вес медного шара объемом 120 см<sup>3</sup> равен 8,5 Н. Сплошной этот шар или полый?

**17.49.** Каков вес алюминиевого куба с площадью поверхности 150 см<sup>2</sup>?

**17.50.** Вес сплошного куба равен 40 Н. Каков вес куба из того же материала, длина ребра которого меньше в два раза?

**17.51.** Квадратная пластиинка массой 400 г лежит горизонтально, опираясь углами на четыре одинаковые пружины, стоящие на столе. Жесткость каждой пружины 100 Н/м. Насколько сжата каждая пружина?

**17.52.** В ведро, доверху наполненное водой, опустили стальной шар массой 3,9 кг. Насколько изменился вес ведра с его содержимым?

### Крепкие орешки

**17.53.** Какая сила тяжести действует на полый медный куб с длиной ребра 7 см и толщиной стенок 1 см?

**17.54.** Длина ребра полого чугунного куба весом 50 Н равна 12 см. Какова толщина стенок куба?

**17.55.** Когда к динаметру подвесили медную пластиинку, его пружина удлинилась на 1,9 см. Каково расстояние между делениями динаметра, если цена деления 0,1 Н, а размер пластиинки 8 см × 3 см × 0,3 см?

И колеса Времени  
Стачивались в трении, —  
Все на свете портится от трения...  
И тогда обиделось Время —  
И застыли маятники Времени.

Смажь колеса Времени —  
Не для первой премии,—  
Ему ведь очень больно от трения...

*В. Высоцкий*

## 18. СИЛЫ ТРЕНИЯ

### УСТНАЯ РАЗМИНКА

**18.1.** Какие известные вам наблюдения и опыты показывают, что существует сила трения?

**18.2.** Приведите примеры, показывающие, что трение может быть полезным.

**18.3.** Приведите примеры, показывающие, что трение может быть вредным.

**18.4.** Какие способы увеличения и уменьшения трения вы знаете?

**18.5.** Почему нельзя переходить дорогу перед близко идущим автомобилем?

**18.6.** Приведите примеры практического использования силы трения покоя.

 **18.7.** Чтобы представить, какую большую роль играют силы трения, вообразим, что они исчезли. Какие вы могли бы заметить последствия?

**18.8.** Что общего между гвоздем, вбитым в доску, и завязанными шнурками?

### **Первый уровень**

**18.9.** На рисунке 139 показано направление движения тел по горизонтальной поверхности. Укажите направление силы трения, действующей на каждое тело.



Рис. 139

**18.10.** На рисунке 140 показано направление движения тел по наклонной плоскости. Укажите направление силы трения, действующей на каждое тело.



Рис. 140

**18.11.** Парашютист, масса которого 80 кг, равномерно движется вниз. Чему равна сила сопротивления воздуха, действующая на парашют? Изобразите силы, действующие на парашютиста.

 **18.12.** Брусок массой 5 кг перемещают по горизонтальной поверхности, прикладывая к нему горизонтальную силу. Какая сила трения действует на брусок, если коэффициент трения равен 0,4?

**18.13.** Когда брусок тянут вдоль поверхности стола, прикладывая горизонтальную силу 5 Н, он равномерно скользит по столу.

Чему равна сила трения, действующая при этом на брускок? Изобразите действующие на брускок силы.

**18.14.** К телу, лежащему на горизонтальной поверхности стола, приложили силу 2 Н, направленную горизонтально. Тело осталось в покое. В каком случае это возможно? Чему равна сила трения покоя в этом случае?

**18.15.** Парашютист массой 70 кг опускается с раскрытым парашютом. Какова сила сопротивления воздуха при равномерном движении? Чему равна при этом равнодействующая приложенных к парашютисту сил? Чему равен вес парашютиста?

**18.16.** Чтобы передвинуть шкаф, надо приложить к нему горизонтальную силу 300 Н. Чему равен коэффициент трения между шкафом и полом, если масса шкафа равна 120 кг?

**18.17.** Ящик массой 40 кг стоит на полу. Коэффициент трения между дном ящика и полом равен 0,3. Какую горизонтальную силу надо приложить к ящику, чтобы сдвинуть его с места?

## Второй уровень

### Пример решения задачи

Насколько удлинится пружина жесткостью 50 Н/м, если с ее помощью тянут равномерно и прямолинейно деревянный брускок массой 500 г по горизонтальной поверхности стола? Коэффициент трения между бруском и столом равен 0,2. Во время движения пружина горизонтальна.

Дано:

$$m = 0,5 \text{ кг}$$

$$k = 50 \text{ Н/м}$$

$$\mu = 0,2$$

$$x = ?$$

Решение.

Так как брускок движется равномерно, то сила упругости пружины компенсируется силой трения скольжения между бруском и поверхностью стола:  $F_{\text{упр}} = F_{\text{тр}}$ . Поскольку  $F_{\text{упр}} = kx$  и  $F_{\text{тр}} = \mu N = \mu mg$ , получаем  $kx = \mu mg$ .

$$\text{Отсюда } x = \frac{\mu mg}{k} = \frac{0,2 \cdot 0,5 \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}}{50 \frac{\text{Н}}{\text{м}}} = 0,02 \text{ м.}$$

Ответ: на 2 см.

**18.18.** Приведите примеры действия силы трения покоя и силы трения скольжения.

**18.19.** Назовите причины возникновения силы трения.

**18.20.** Когда трение вредно, его стремятся уменьшить, а когда полезно — его увеличивают. А вам приходилось это делать? Когда и как?

**18.21.** Какие виды трения действуют в показанных на рисунке 141 ситуациях?



Рис. 141

**18.22.** Для чего смычок перед игрой на скрипке натирают канифолью?

**18.23.** Посмотрите на рисунок 142 и ответьте: когда трение мешает, а когда помогает? Почему?

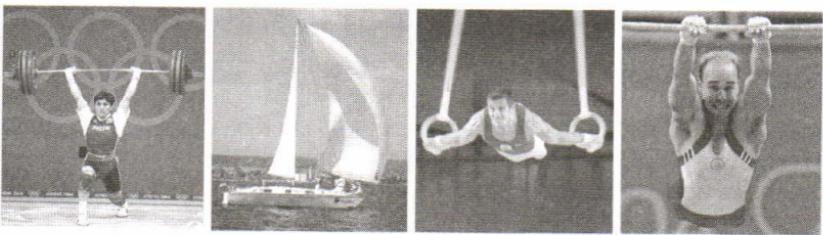


Рис. 142

**18.24.** К ножкам многих приборов (телеvisorов, DVD-проигрывателей, музыкальных центров) приклеены резиновые кружки. Зачем это сделано?

**18.25.** Почему опасно ездить на автомобиле со старыми «лысыми» шинами (рис. 143)?



Рис. 143

**18.26.** Рассмотрите внимательно, как соткана из нитей какая-нибудь хлопчатобумажная ткань, например ситец или марля. Что произошло бы с такой тканью, если бы вдруг исчезло трение?

**18.27.** Зачем вратарь футбольной команды во время игры пользуется специальными перчатками (рис. 144)?



Рис. 144

**18.28.** С какой целью гимнасты перед выступлением натирают ладони рук (рис. 145) специальным веществом — тальком?

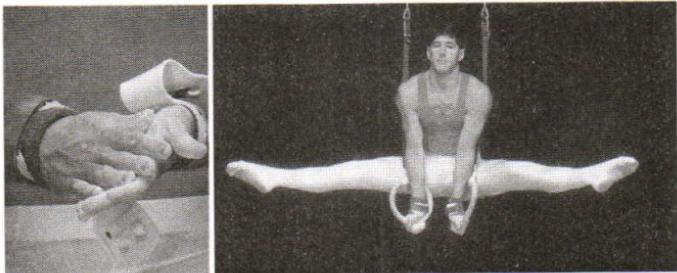


Рис. 145

**18.29.** Какие колеса автомобиля (передние или задние) будут буксовать на скользкой дороге, если ведущими являются передние колеса?

**18.30.** На стол положили книгу и шарик для настольного тенниса. Книга осталась неподвижной, а шарик покатился. Почему?

**18.31.** Действует ли сила трения на стоящий в комнате шкаф? Если действует, то какая именно?

**18.32.** На движущейся горизонтальной ленте транспортера лежит груз. Действует ли на груз сила трения? Рассмотрите случаи, когда скорость движения ленты:

- а) уменьшается;
- б) постоянна;
- в) увеличивается.

Считайте, что сопротивлением воздуха можно пренебречь.

**18.33.** Как с помощью пружины или резиновой нити измерить коэффициент трения между бруском и столом?

**18.34.** Книга прижата к вертикальной поверхности (рис. 146). Изобразите направления силы тяжести и силы трения покоя, действующих на книгу.



Рис. 146

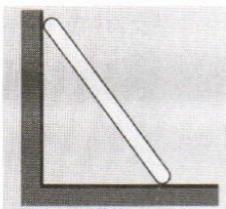


Рис. 147

**18.35.** Лестница у стены занимает положение, показанное на рисунке 147. Изобразите все силы, действующие на лестницу.

**18.36.** Однаковые грузы положены на стол двумя разными способами (рис. 148). Однаковую ли силу надо прикладывать для равномерного движения грузов по поверхности стола?

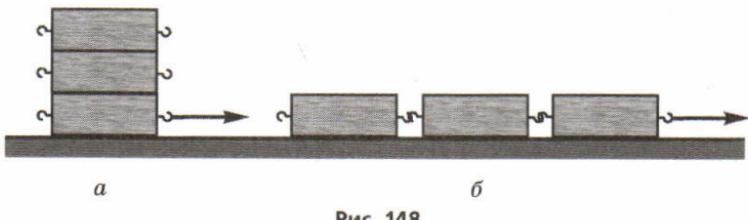


Рис. 148

**18.37.** Какая горизонтальная сила нужна для равномерного перемещения саней по льду, если вес саней 4 кН, а коэффициент трения саней о лед равен 0,03?

**18.38.** Для равномерного перемещения саней по снегу прикладывают горизонтальную силу 25 Н. Определите массу саней, если коэффициент трения саней о снег равен 0,05.

**18.39.** Бруск массой 10 кг движется с постоянной скоростью по горизонтальной поверхности под действием горизонтальной силы 15 Н. Определите коэффициент трения между бруском и поверхностью.

**18.40.** Когда бруск тянут вдоль поверхности стола, прикладывая горизонтальную силу 5 Н, он прямошлифовано и равномерно скользит по столу. Какая сила трения действует при этом на бруск? Какой будет сила трения, если к покоящемуся брускому приложить горизонтальную силу:

- а) 3 Н; б) 10 Н?

**18.41.** Бруск массой 2 кг лежит на столе, коэффициент трения между бруском и столом равен 0,3. Какая сила трения действует на бруск, если к нему прикладывают горизонтальную силу:

- а) 4 Н;    б) 8 Н;    в) 12 Н?

**18.42.** В ходе лабораторной работы ученик равномерно тянет по столу бруск с грузами общей массой 300 г, прикладывая с помощью динамометра горизонтальную силу. Найдите коэффициент трения между бруском и столом, если динамометр показывает 1 Н.

**18.43.** Бруск массой 1,2 кг равномерно тянут по столу с помощью пружины жесткостью 40 Н/м. Каково удлинение пружины, если коэффициент трения между бруском и столом равен 0,3?

### Третий уровень

**18.44.** Если трение вдруг исчезнет, что вы будете кричать — «Ура!» или «Караул!»? Напишите небольшое сочинение на эту тему.

**18.45.** Объясните, что легче — *перенести* тяжелый ящик с одного места на другое или *передвинуть* его по полу.

**18.46.** Члены экипажа космического корабля «Аполлон-12» Ч. Конрад и А. Бин рассказывали, что по Луне ходить легко, однако они часто теряли равновесие и могли упасть. Объясните это явление.

**18.47.** Всегда ли круглое легко катится? Приведите примеры, подтверждающие ваш ответ.

**18.48.** С какой целью используют в машинах подшипники? Как устроен подшипник скольжения? Шариковый подшипник?

**18.49.** Назовите одну-две детали велосипеда (рис. 149), изготовленные так, чтобы увеличивать силу трения.



Рис. 149

**18.50.** Осенью около трамвайных путей, проходящих вблизи садов и парков, иногда вывешивают плакат: «Осторожно! Листопад». Каков смысл этого предупреждения?

**18.51.** Во время головокружительной погони по горной дороге преследуемые преступники решили применить коварный прием: разбить за собой на дороге бочку с подсолнечным маслом. Чем это грозит преследователям? В каком месте дороги опасность для них наибольшая?

**18.52.** Автомобиль трогается с места на горизонтальной дороге. Какова природа силы, под действием которой скорость автомобиля изменяется? Со стороны какого тела действует эта сила?

 **18.53.** Как зависит сила трения, действующая на шкаф со стороны пола, от модуля  $F$  приложенной горизонтальной силы? Нарисуйте график этой зависимости, если шкаф сдвинулся с места при  $F = 100$  Н.

 **18.54.** На столе стопкой лежат десять одинаковых книг (рис. 150). Что легче сделать: сдвинуть пять верхних книг или вытянуть четвертую сверху книгу, придерживая остальные?



Рис. 150

**18.55.** На столе лежит стопка из семи одинаковых книг. В каком случае надо приложить меньшую горизонтальную силу: чтобы сдвинуть шесть верхних или вытянуть из стопки четвертую сверху книгу, придерживая (но не приподнимая) остальные?

**18.56.** На столе лежит столбик, сложенный из трех разных брусков. Чтобы сдвинуть верхний, надо приложить горизонтальную силу 7 Н, а чтобы вытянуть средний, придерживая (но не приподнимая) верхний, — горизонтальную силу 24 Н. Какую силу надо приложить, чтобы сдвинуть два верхних бруска вместе?

**18.57.** Для равномерного перемещения бруска массой 3 кг по столу надо прикладывать горизонтальную силу 6 Н. Какова будет сила трения скольжения, если на брускок поставить груз массой 4 кг?

### Пример решения задачи

Магнит массой  $m = 80$  г «прилип» к вертикальной стальной плите, притягиваясь к ней с силой  $F_1 = 10$  Н. Коэффициент трения между магнитом и плитой  $\mu = 0,3$ . Какую вертикально направленную силу  $F_2$  надо приложить к магниту, чтобы он скользил по плите вниз? вверх?

Дано:

$$m = 0,08 \text{ кг}$$

$$F_1 = 10 \text{ Н}$$

$$\mu = 0,3$$

$$F_2 - ?$$

Решение.

Сила нормального давления равна  $F_1$ . Чтобы магнит двигался вниз, надо преодолеть максимальную силу трения покоя, т. е. должно быть выполнено условие  $mg + F_2 \geq \mu F_1$ . Отсюда  $F_2 \geq \mu F_1 - mg = 0,3 \cdot 10 \text{ Н} - 0,08 \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} = 2,2 \text{ Н}$ .

В случае же когда магнит скользит вверх

$$F_2 \geq \mu F_1 + mg = 3,8 \text{ Н.}$$

Ответ: 2,2 Н; 3,8 Н.

**18.58.** На рисунке 151 приведен график зависимости силы трения скольжения между ящиком и полом от веса ящика с его содержимым. Определите по графику коэффициент трения скольжения. Сможет ли ученик сдвинуть с места ящик массой 60 кг, если максимальная сила, которую он может приложить к ящику, равна 150 Н? Какой массы ящик сможет передвинуть ученик по этой поверхности, прикладывая силу горизонтально?

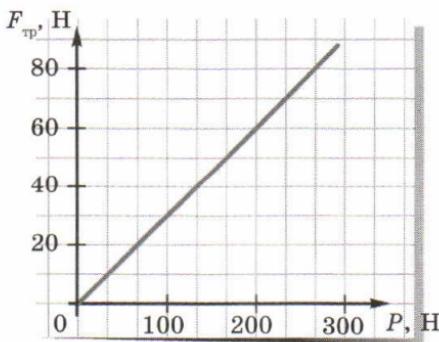


Рис. 151

**18.59.** На рисунке 152 приведен график зависимости силы трения скольжения от веса тела для двух поверхностей. Определите по графику коэффициент трения скольжения для поверхностей 1 и 2. Возможно ли, чтобы при движении по каждой из них возникала одинаковая сила трения скольжения? При каком условии?

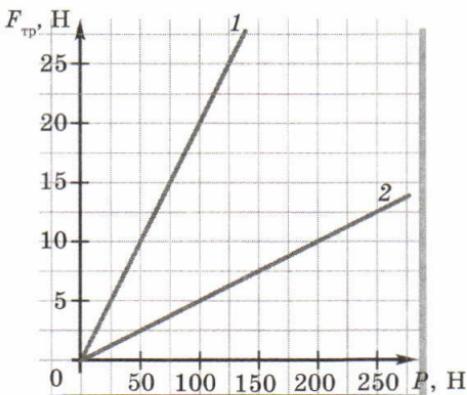


Рис. 152

**18.60.** К вертикальной стене прижали деревянный бруск масой 1,5 кг. Коэффициент трения бруска о стену составляет 0,3.

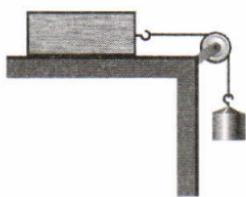


Рис. 153

С какой наименьшей силой необходимо прижимать бруск к стене, чтобы он не скользил вниз?

**18.61.** К бруску привязана нить, на другом конце которой подвешен груз (рис. 153). Груз опускается вниз равномерно. В каком случае это возможно? Чему равна при этом сила трения, если масса груза 100 г?

### Крепкие орешки

**18.62.** Камень подброшен вертикально вверх. В какой момент равнодействующая сил, действующих на него, максимальна по модулю? минимальна? В какой момент камень находится в состоянии невесомости? Учтите, что на камень действует сила сопротивления воздуха.

**18.63.** Вытащенную на берег лодку трудно сдвинуть с места, но если эта же лодка плавает на воде, ее может сдвинуть с места даже ребенок. Какая особенность «жидкого» трения проявляется в этом случае?

**18.64.** Железнодорожный состав идет по горизонтальному участку пути. Какие силы трения действуют на колеса локомотива? на колеса вагонов? Какие из этих сил больше:

- а) при торможении;
- б) при равномерном движении;
- в) при разгоне?

Опыт в науке — высшая инстанция,  
его приговоры обжалованию не подлежат.

Д. Данин

## 19. ДОМАШНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

### Первый уровень

**19.1.** Поставьте на край стола 10—12 шашек в виде вертикального столбика. Быстрым ударом линейки выбейте нижнюю шашку. Что при этом произойдет? Объясните явление.

**19.2.** Придумайте и проделайте опыты, при помощи которых можно показать, что действие сил проявляется в деформации или изменении скорости движения тел.

**19.3.** Возьмите в руки лист бумаги и отпустите его. Понаблюдайте за его падением. Теперь скомкайте этот лист и снова отпустите (рис. 154). Как изменился характер его падения? Почему?

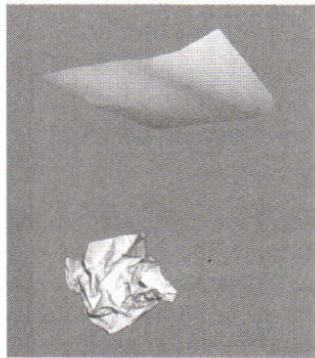


Рис. 154

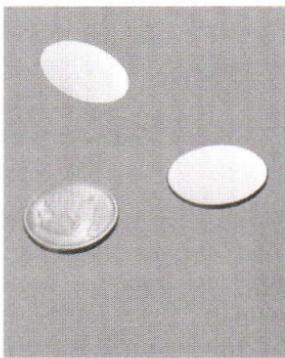


Рис. 155

**19.4.** Возьмите в одну руку металлический кружок (например, монету), а в другую — бумажный кружок чуть меньшего размера. Одновременно отпустите их (рис. 155). Однаково ли время их падения? Теперь возьмите в руку металлический кружок и сверху на него положите бумажный. Отпустите кружки. Почему теперь они падают одновременно?

**19.5.** Определите вес медного бруска, имея только линейку. Правильность ответа проверьте взвешиванием с помощью динамометра.

**19.6.** С помощью динамометра измерьте силу трения при равномерном движении бруска по столу. Изобразите силу трения и силу тяги в выбранном вами масштабе.

**19.7.** Проверьте на опыте, какой вид трения имеет место:

- а) когда вы ходите или бегаете;
- б) когда держите тяжелый предмет в руках;
- в) когда вы катаетесь с горы на санках;
- г) когда вы катаетесь на роликовых коньках по асфальту.

**19.8.** Приходилось ли вам принимать меры для уменьшения или увеличения трения? Проделайте соответствующие опыты и заполните таблицу. Сделайте выводы.

Уменьшение трения	Увеличение трения

## ■ Второй уровень

**19.9.** Поставьте на тележку брускок (рис. 156) и потяните за веревку. Первый раз сделайте это резко, второй раз разгоняйте тележку постепенно. Объясните, что произойдет в каждом случае и почему.

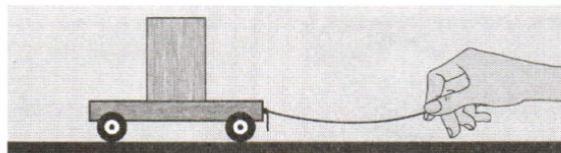


Рис. 156

**19.10.** Положите на пустой стакан гладкий кусок картона или пластика (можно использовать, например, телефонную карточку), а сверху на него — монету. Если щелкнуть по ребру картона, он слетит со стакана, а монета со звоном упадет в стакан (рис. 157). Проделайте этот опыт. Дайте объяснения.

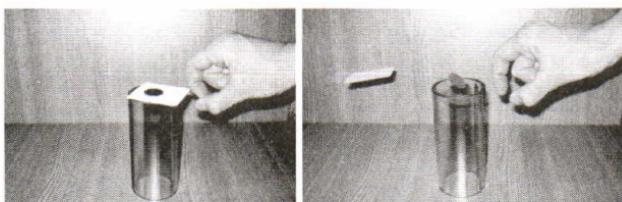


Рис. 157

**19.11.** Подвесьте к динамометру на легкой прочной нити стальной шар. Снизу к нему поднесите сильный магнит. Изменится ли при этом:

- а) масса шара;
- б) сила тяжести, действующая на шар;
- в) объем шара;
- г) сила натяжения нити?

**19.12.** В непригодном теннисном или резиновом мяче проделайте небольшое отверстие. Наполните мяч водой и подбросьте его (не вращая) вертикально вверх. Будет ли выливаться вода во время полета? Объясните наблюдаемое явление.

**19.13.** Возьмите длинную резиновую нить и набор грузов известной массы. Измерьте начальную длину нити  $l_0$ . Подвешивая на нить грузики, измеряйте ее удлинение. Полученные данные занесите в таблицу. Постройте график зависимости  $F_{\text{упр}}(x)$ , где  $x = l - l_0$  — удлинение нити. Какой вывод можно сделать на основании этого графика?

Вес груза, Н				
Удлинение, см				

**19.14.** Используя динамометр, проверьте, зависит ли сила трения при движении данного бруска по горизонтальной поверхности от площади опоры, если качество обработки поверхностей всех граней одинаково.

**19.15.** Возьмите деревянный брускок и к одной из граней приклейте резиновую прокладку. С помощью динамометра проверьте зависимость силы трения от материала соприкасающихся поверхностей.

**19.16.** Возьмите два бруска одинаковых размеров из различных материалов. Измерьте с помощью динамометра силу трения скольжения каждого бруска о стол при равномерном движении и силу трения покоя. Сравните результаты измерений. Какой вывод можно сделать?

**19.17.** С помощью пружины или резиновой нити измерьте коэффициент трения между бруском и столом.

### Третий уровень

**19.18.** Экспериментально изучите зависимость силы трения скольжения от веса тела. Используйте кастрюлю, в которую последовательно доливайте воду (например, с помощью мерной кружки). Равномерное движение кастрюли по кухонному столу обеспечивайте с помощью бытовых пружинных весов. Составьте

таблицу зависимости силы трения скольжения от веса кастрюли. Сделайте выводы.

**19.19.** Возьмите сухой песок, манную крупу, сахар, горох, древесные опилки. Какое из данных сыпучих тел можно насыпать горкой конической формы наибольшей крутизны? Почему? Ответ проверьте опытом, насыпая каждое вещество с одинаковой высоты через воронку на лист бумаги.

**19.20.** Измерьте динамометром силу трения при движении по столу трех одинаковых брусков в двух случаях:

- а) бруски лежат друг на друге;
- б) бруски прицеплены друг к другу (см. рис. 148).

Какой вывод можно сделать из опыта?

 **19.21.** Попробуйте экспериментально проверить, может ли сила трения превышать вес тела. Что вам для этого потребуется?

**19.22.** Положите на стол стопку книг. Выясните, что легче — вытянуть нижнюю книгу, придерживая (но не приподнимая!) остальные, или привести в движение всю стопку, потянув за нижнюю книжку.

**19.23.** На горизонтальный лист фанеры положите друг на друга четыре одинаковые пластинки. Нижнюю пластинку приклейте к фанере. В каком случае надо приложить большую силу: чтобы сдвинуть три верхние пластинки вместе или чтобы вытащить вторую сверху, придерживая остальные? Проверьте это экспериментально.

**19.24.** На горизонтальную поверхность стола положите стопку из пяти одинаковых книг. В каком случае надо приложить меньшую силу: чтобы сдвинуть четыре верхние или вытянуть из стопки третью сверху книгу, придерживая (но не приподнимая) остальные? Проверьте это экспериментально.

# ДАВЛЕНИЕ ТВЕРДЫХ ТЕЛ, ЖИДКОСТЕЙ И ГАЗОВ

Мы, может быть, найдем то, чего мы  
как будто не ищем, а оно может  
оказаться тем, что мы на самом деле ищем.

А. Милн

## 20. ДАВЛЕНИЕ ТВЕРДЫХ ТЕЛ

### Пример решения задачи

Бетонная плита оказывает на горизонтальную поверхность давление 11 кПа. Какова толщина плиты?

Дано:

$$p = 11 \cdot 10^3 \text{ Па}$$

$$\rho = 2200 \text{ кг/м}^3$$

$$h = ?$$

Решение.

Обозначим площадь плиты  $S$ . Тогда масса плиты  $m = \rho V = \rho Sh$ , а давление, оказываемое плитой,  $p = \frac{F}{S} = \frac{mg}{S} = \frac{\rho Shg}{S} = \rho gh$ . Таким образом, давление не зависит от площади плиты.

$$\text{Толщина плиты } h = \frac{p}{\rho g} = \frac{11 \cdot 10^3 \text{ Па}}{2200 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}} = 0,5 \frac{\text{м}}{\text{м}^2} = 0,5 \text{ м.}$$

Ответ: 50 см.

### УСТНАЯ РАЗМИНКА

**20.1.** Приведите примеры, показывающие, что действие силы зависит от площади опоры, на которую действует эта сила.

**20.2.** Приведите примеры увеличения площади опоры для уменьшения давления.

**20.3.** Назовите известные вам способы увеличения давления. В каких случаях используют эти способы?

**20.4.** Почему человек, идущий на лыжах, не проваливается в снег (рис. 158)?

**20.5.** Как изменятся давление и сила давления человека на пол, если он поднимет одну ногу?

**20.6.** Каково назначение наперстка, надеваемого на палец при шитье иголкой?



Рис. 158

**20.7.** Почему топкое болото перейти легче, если под ноги положить хворост?

**20.8.** Зачем железнодорожные рельсы укладывают на шпалы? С какой целью нижнюю часть рельса делают более широкой?

 **20.9.** Два человека одинаковой массы лежат — один на полу, другой на диване. Одинаковы ли силы давления этих людей на опоры? Одинаковы ли давления? Почему диван кажется более мягким, чем пол?

**20.10.** Для чего природа «вооружила» животных клювами, когтями, клыками, жалами, иглами, зубами?

## Первый уровень

**20.11.** Выразите в паскалях давление: 0,05 Н/см<sup>2</sup>; 2 ГПа; 3 кПа, 20 Н/см<sup>2</sup>.

**20.12.** Выразите в гектопаскалях и килопаскалях давление: 100 000 Па; 20 000 Па; 3200 Па; 1400 Па.

**20.13.** Как силой в 5 кН оказать давление в 1 кПа?

**20.14.** Какое давление оказывает на пол стоящий человек, если его вес равен 600 Н, а площадь двух подошв 300 см<sup>2</sup>?

**20.15.** Каток, работающий на укладке шоссе, оказывает на него давление 400 кПа. Площадь соприкосновения катка с шоссе 0,12 м<sup>2</sup>. Чему равен вес катка?

**20.16.** Болотистый грунт выдерживает давление до 20 кПа. Какую площадь опоры должна иметь гусеничная машина весом 15 кН, чтобы пройти по такому грунту?

**20.17.** Трактор массой 6000 кг имеет площадь опоры 2000 см<sup>2</sup>. Какое давление оказывает он на почву?

**20.18.** При проигрывании грампластинки игла давит на нее с силой 0,27 Н. Какое давление оказывает игла, если площадь ее острия равна 0,0003 см<sup>2</sup>?

## Второй уровень



Рис. 159

**20.19.** Вы собираетесь в поход. Какой рюкзак вы выберете: с узкими или с широкими лямками? Как нужно правильно укладывать рюкзак и почему?

**20.20.** Каким образом (с научной точки зрения) удалось выявить девушку благородного происхождения в сказке Г. Х. Андерсена «Принцесса на горошине» (рис. 159)?

**20.21.** Вблизи государственной границы устраиваются контрольные полосы — тщательно вспахивают и разравнивают полосу земли (рис. 160). Как такая полоса выполняет свое назначение?

**20.22.** Известно, что солдат с полным снаряжением оказывает такое же давление на землю, как и средний танк. Почему?

**20.23.** Почему большие головки сыра в магазине режут стальнойной проволокой, а не ножом?

**20.24.** Почему по скошенному лугу (рис. 161) ходить труднее, чем по траве?



Рис. 160

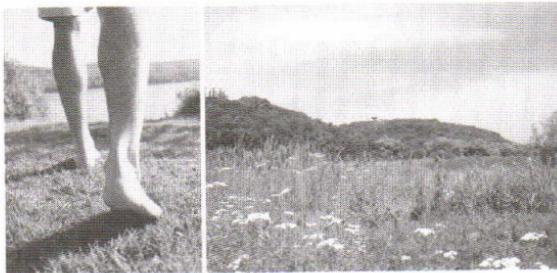


Рис. 161

**20.25.** При скреплении различных деталей под винты, болты и заклепки подкладывают специальные шайбы. Для чего это делают?

**20.26.** Почему относительно мягко лежать в гамаке, ведь его веревки довольно жесткие (рис. 162)?



Рис. 162

**20.27.** Какое давление оказывает на лед конькобежец массой 60 кг, если длина одного конька 40 см, а ширина лезвия 3 мм?

**20.28.** Человек массой 70 кг стоит на снегу в лыжных ботинках. Длина подошвы каждого ботинка 30 см, средняя ширина подошвы 10 см. Какое давление оказывает человек на снег? Во сколько раз уменьшится это давление, если человек станет на лыжи, длина которых 210 см, а ширина такая же, как средняя ширина подошвы?

**20.29.** Давление, создаваемое коренными зубами человека, достигает  $800 \text{ Н}/\text{см}^2$ . Чему равна сила давления, созданная одним зубом, если принять площадь его опоры равной  $40 \text{ мм}^2$ ?

**20.30.** Какова длина лыж, если стоящий лыжник массой 80 кг оказывает на снег давление  $2,5 \text{ кПа}$ ? Ширина одной лыжи 8 см.

**20.31.** Во сколько раз большее давление оказывает на дорогу легковой автомобиль, чем стоящий человек, если масса автомобиля в 16 раз больше массы человека, а площадь отпечатка одного колеса равна примерно площади отпечатка одной подошвы человека?

**20.32.** Мальчик стоял на коньках, но потерял равновесие и упал. Ширина лезвия конька 4 мм, длина части лезвия, соприкасающейся со льдом, 30 см, площадь соприкосновения лежащего мальчика со льдом  $0,1 \text{ м}^2$ . Во сколько раз уменьшилось давление на лед?

**20.33.** Каким будет давление на грунт мраморной колонны объемом  $6 \text{ м}^3$ , если площадь ее основания  $1,5 \text{ м}^2$ ?

**20.34.** На полу лежит плита из бетона толщиной 25 см. Определите давление плиты на пол.

## Третий уровень

**20.35.** Почему «шила в мешке не утаишь»?

**20.36.** Какой из двух одинаковых по объему кубиков — медный или алюминиевый — оказывает на опору большее давление?

**20.37.** Может ли тело, имеющее больший вес, чем другое тело, оказывать на опору меньшее давление?

**20.38.** Почему боксеры ведут бой в перчатках (рис. 163)?

**20.39.** На чашке пружинных весов плашмя лежит кирпич. Изменится ли показание весов, если его поставить на ребро?



Рис. 163



Рис. 164



**20.40.** Сравните форму зубов хищников и травоядных (рис. 164). Для каких животных важнее, чтобы зубы создавали большое давление?

(?) **20.41.** Каким было бы давление колес вагонов на рельсы, если бы колеса и рельсы не деформировались при соприкосновении?

(?) **20.42.** Почему при постройке дома стараются одновременно довести все его стены примерно до одинаковой высоты?

**20.43.** На столе стоит сплошной алюминиевый куб. Какова масса куба, если он оказывает на стол давление 2 кПа?

**20.44.** Один литературный герой, закаляя свою волю, рискнул лечь на доску, утыканную гвоздями (остриями вверх). Оцените, из скольких гвоздей должно состоять его ложе, считая, что масса взрослого человека 70 кг, острие каждого гвоздя имеет площадь  $0,1 \text{ мм}^2$ , а человеческая кожа может выдерживать давление  $3 \cdot 10^6 \text{ Па}$ .

**20.45.** Высота алюминиевого цилиндра равна 10 см. Какова высота медного цилиндра, если он оказывает на стол такое же давление?

**20.46.** Металлический куб массой 54 кг оказывает на стол давление 19 кПа. Из какого металла может быть изготовлен куб?

**20.47.** Пустой алюминиевый куб с длиной ребра 10 см оказывает на стол давление 1,3 кПа. Какова толщина стенок куба?

**20.48.** На столе одна на другой лежат две книги. Если меньшая лежит сверху, давление на стол равно 300 Па, а если меньшая книга внизу, давление равно 1 кПа. Размеры меньшей книги  $15 \text{ см} \times 20 \text{ см}$ , ширина большей книги 25 см. Какова длина большей книги?

### Крепкие орешки

**20.49.** На столе стоят один на другом два однородных куба, длина ребра которых отличается в 2 раза. Каково отношение плотности материалов, из которых сделаны кубы, если верхний куб оказывает такое же давление на нижний, как нижний на стол?

**20.50.** Цилиндр А (рис. 165) оказывает на стол давление  $p$ , цилиндр Б — давление  $4p$ , тело В — давление  $2p$ . Каково давление на стол тела Г?

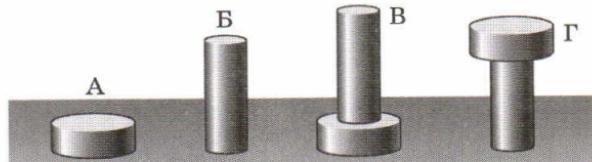


Рис. 165

Осмелюсь доложить, я могу объяснить — это очень просто...

Я. Гашек

## 21. ДАВЛЕНИЕ ЖИДКОСТЕЙ И ГАЗОВ. ЗАКОН ПАСКАЛЯ<sup>1</sup>

### Пример решения задачи

В левое колено U-образной трубки с водой долили слой керосина высотой 15 см. На сколько поднялся уровень воды в правом колене?

Дано:

$$h_k = 15 \text{ см} = 0,15 \text{ м}$$

$$\rho_k = 800 \text{ кг/м}^3$$

$$\rho_b = 1000 \text{ кг/м}^3$$

$$x — ?$$

не опустилась на расстояние  $x$ , а в правом колене на столько же поднялась. Из условия равенства давлений в точках  $A$  и  $B$  получаем  $\rho_k gh_k = \rho_b gh_b = \rho_b g \cdot 2x$ ,

$$\text{откуда } x = \frac{\rho_k h_k}{2\rho_b} = \frac{800 \text{ кг/м}^3 \cdot 0,15 \text{ м}}{2 \cdot 1000 \text{ кг/м}^3} = 0,06 \text{ м.}$$

Ответ: на 6 см.

Решение.

Горизонтальная линия  $a$  на рисунке 166 показывает первоначальный уровень воды в трубке. После долива керосина вода в левом колене

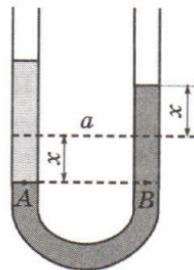


Рис. 166

### УСТНАЯ РАЗМИНКА

**21.1.** Как передают давление жидкости и газы? Почему это происходит?

**21.2.** Изменится ли давление воды на дно сосуда, если ее перелить из узкого стакана в широкую кастрюлю?

**21.3.** В сосуде с водой растворили поваренную соль. Изменится ли давление на дно сосуда?

**21.4.** Из чего можно заключить, что давление газа по всем направлениям одинаково?

**21.5.** Почему воздушные шарики и мыльные пузыри круглые?

**21.6.** Почему в сообщающихся сосудах уровень воды одинаков?

<sup>1</sup> При решении задач этого раздела атмосферное давление не учитывайте.

**21.7.** Какие сообщающиеся сосуды есть у вас дома? Приведите примеры.

**21.8.** Уровень жидкости в сосудах одинаков (рис. 167). Будет ли переливаться вода из одного сосуда в другой, если открыть кран?



Рис. 167

**21.9.** Используя закон Паскаля, объясните, почему зубную пасту легко выдавить из тюбика.

**21.10.** Мяч, вынесенный зимой из комнаты на улицу, становится слабо надутым. Почему?

**21.11.** Какой из чайников, показанных на рисунке 168, менее удобен? Почему?



Рис. 168

**21.12.** Какое свойство жидкостей и газов используют в гидравлических и пневматических машинах?

### Первый уровень

**21.13.** Какое давление на дно сосуда оказывает слой керосина высотой 40 см?

**21.14.** Водолаз в жестком скафандре может погружаться на глубину 250 м, а опытный ныряльщик — на 20 м. Определите давление воды в море на этих глубинах.

**21.15.** На какой глубине давление воды в море равно 824 кПа?

**21.16.** Давление столба жидкости высотой 12 см равно 852 Па. Определите плотность жидкости.

**21.17.** Какое давление должен создавать насос, чтобы поднимать воду на высоту 60 м?

**21.18.** Какова глубина бассейна, если давление воды на его дно равно 80 кПа?

**21.19.** Длина аквариума 40 см, ширина 20 см, высота 30 см. С какой силой вода давит на дно аквариума?

**21.20.** В мензурке находятся три слоя жидкостей (машинное масло, вода и ртуть) толщиной по 10 см. Каково давление на дно?

## Второй уровень

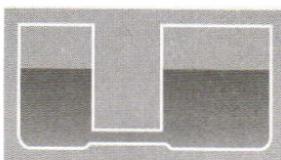


Рис. 169

**21.21.** Масса воды в широком сосуде 400 г, в узком — 100 г (рис. 169). Почему вода не переливается из широкого сосуда в узкий?

**21.22.** Глубина погружения: искателя жемчуга — до 30 м; человека с аквалангом — 145 м; человека в мягком скафандре — 180 м; человека в жестком скафандре — 250 м; человека в батискафе — 10 920 м.

Чем вы объясните различие в глубине погружения?

**21.23.** Почему пловец, нырнувший на большую глубину, испытывает боль в ушах?

 **21.24.** Воду перелили из широкого цилиндрического сосуда в узкий. Как изменилась сила давления воды на дно? давление воды на дно?

**21.25.** Каким образом с помощью небольшого количества воды можно создать большое давление?

**21.26.** В стакан налита вода, уровень которой не достигает его краев. Изменится ли давление на дно стакана, если в воду опустить палец?

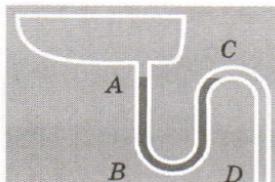


Рис. 170

**21.27.** Для чего отводящим трубам раковины на кухне придают коленчатую форму ABCD (рис. 170)?

**21.28.** Опишите поведение молекул газа в закрытом сосуде. Что происходит с молекулами, когда они подлетают к стенкам сосуда?

**21.29.** Изменится ли давление воды на дно ведра, если в воду опустить мяч? Рассмотрите два случая:  
а) ведро заполнено доверху;  
б) ведро заполнено наполовину.

**21.30.** Масса одного и того же газа в двух одинаковых закрытых сосудах одинакова. Один из этих сосудов находится в теплом помещении, а другой — в холодном. В каком из сосудов давление газа больше? Почему?

**21.31.** Сидящие у костра могут видеть, как от горящих поленьев с треском разлетаются искры. Почему же отскакивают искры?

**21.32.** Число молекул газа, находящегося в закрытом сосуде, при нагревании не увеличивается. Почему же тогда давление газа в сосуде растет?

**21.33.** Будет ли действовать гидравлический насос на космической орбитальной станции?

**21.34.** Когда на открытой площадке стало слишком жарко, волейболисты перешли в прохладный зал. Придется ли им подкачивать мяч или выпускать из него часть воздуха? Если придется, то почему?

**21.35.** Чтобы удалить вмятину на шарике для настольного тенниса, шарик погрузили в горячую воду. Почему исчезла вмятина?

**21.36.** Определите силу давления нефти на пробку площадью  $10 \text{ см}^2$  в дне цистерны, если высота нефти 1,5 м.

 **21.37.** Малый поршень гидравлического пресса под действием силы 600 Н опустился на 12 см. При этом большой поршень поднялся на 3 см. Какая сила действует со стороны жидкости на большой поршень?

**21.38.** Сосуд в форме куба заполнен водой. Определите давление воды на дно, если масса воды 64 г.

**21.39.** В цилиндрическую мензурку высотой 45 см налиты ртуть, вода и керосин. Объемы всех жидкостей одинаковы, жидкости не смешиваются между собой и полностью заполняют мензурку. Найдите давление на дно.

**21.40.** В цилиндрическом сосуде под слоем керосина находится 15-сантиметровый слой воды. Объем керосина в три раза превышает объем воды. Каково давление на дно?

**21.41.** Каково давление воды на дно в точках A, B, C (рис. 171)?

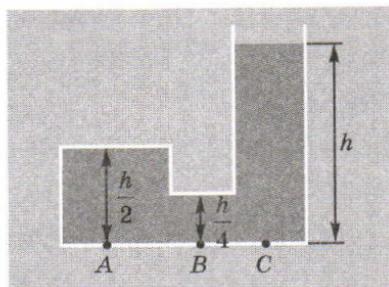


Рис. 171

**21.42.** Площадь меньшего поршня гидравлического пресса  $15 \text{ см}^2$ , площадь большего поршня  $300 \text{ см}^2$ . На меньший поршень действует сила 350 Н. Какая сила действует на больший поршень?

**21.43.** Чтобы поднять с помощью гидравлической машины контейнер весом 1500 Н, к меньшему поршню прикладывают силу 100 Н. Какова площадь меньшего поршня, если площадь большего равна  $300 \text{ см}^2$ ?

**21.44.** Малый поршень гидравлического пресса площадью 2 см<sup>2</sup> под действием силы опустился на 16 см. Площадь большего поршня 8 см<sup>2</sup>. Определите вес груза, поднятого поршнем, если на малый поршень действовала сила 200 Н. На какую высоту был поднят груз?

 **21.45.** В левом колене заполненных водой сообщающихся сосудов над водой находится слой керосина высотой 20 см. В каком из колен уровень жидкости выше? Насколько?

**21.46.** После доливания в левое колено U-образной трубы с водой 25-сантиметрового слоя легкой жидкости уровень воды в правом колене трубы поднялся на 10 см. Какова плотность долитой жидкости?

**21.47.** В каком из сосудов (рис. 172) давление газа больше и на сколько? Ответ выразите в паскалях. Манометр заполнен ртутью.

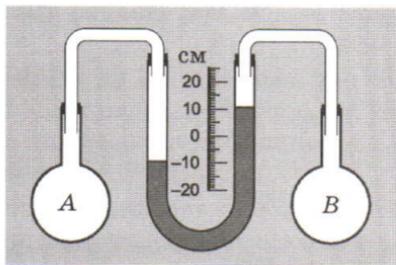


Рис. 172

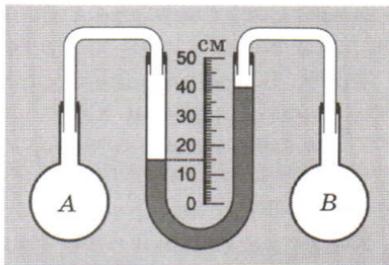


Рис. 173

**21.48.** В каком из сосудов (рис. 173) давление больше? На сколько (ответ выразите в паскалях), если манометр заполнен водой?

### Третий уровень

**21.49.** Почему взрыв снаряда под водой губителен для живущих в воде организмов?

**21.50.** У А. С. Пушкина в стихотворении «Фонтану Бахчисарайского дворца» есть такие строки:

Фонтан любви, фонтан живой!  
Принес я в дар тебе две розы.  
Люблю немолчный говор твой  
И поэтические слезы.

Твоя серебряная пыль  
Меня кроплит росою хладной:  
Ах, лейся, лейся, ключ отрадный!  
Журчи, журчи свою мне быль...

На основании какого известного вам закона действует фонтан?

**21.51.** Объясните явление, описанное в книге Ж. Кусто «В мире безмолвия»: «На глубине шести футов уже было тихо и спокойно, но катящиеся наверху валы давали о себе знать до глубины в двадцать футов ритмичным усилением давления на барабанные перепонки».

 **21.52.** С какой целью железнодорожные шпалы кладут на сыпучий балласт (песок, гравий, щебень), а не прямо на твердый грунт?

**21.53.** Справедлив ли закон сообщающихся сосудов в условиях невесомости? Обоснуйте свой ответ.

**21.54.** Показанные на рисунке 174 сосуды имеют одинаковый объем. Что можно сказать:

- а) о массе воды в сосудах;
- б) о давлении на дно сосудов;
- в) о силе давления на дно сосудов?



Рис. 174

**21.55.** Справедлив ли закон сообщающихся сосудов, если в одном из сосудов находится поплавок?

**21.56.** В состоянии невесомости твердое тело не оказывает давления на опору. Будет ли газ давить на стенки сосуда в таком состоянии?

**21.57.** Почему при быстром подъеме, например на самолете или в скоростном лифте, у человека закладывает уши?

**21.58.** Какую форму следует придать сосуду, чтобы при доливании небольшого количества жидкости сила давления на дно максимально возросла?

**21.59.** На рисунке 175 схематически показан речной шлюз. В какой последовательности нужно открывать и закрывать заслонки и ворота шлюза, чтобы судно прошло через шлюз вверх по течению?

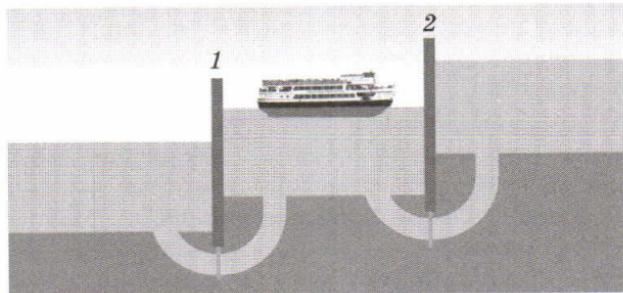


Рис. 175

**21.60.** Будет ли гидравлический пресс работать на Луне? Будет ли какая-нибудь разница в его работе на Луне по сравнению с работой на Земле?

**21.61.** Будет ли работать гидравлический пресс, если его цилиндры наполнить не жидкостью, а газом?

**21.62.** Будут ли действовать в безвоздушном пространстве поршневые жидкостные насосы?

**21.63.** Куда движется поршень насоса (рис. 176) в данный момент? Укажите, в каком направлении насос перекачивает жидкость.

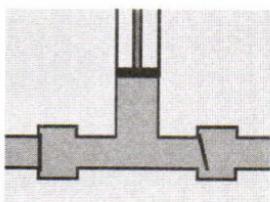


Рис. 176

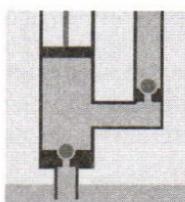


Рис. 177

**21.64.** Объясните принцип действия насоса, схема которого изображена на рисунке 177. Что происходит при перемещении поршня вверх? вниз?

**21.65.** Со дна аквариума убрали камень массой 390 г. В результате давление воды на дно уменьшилось на 25 Па. Определите плотность камня, если длина аквариума 40 см, а ширина 15 см. Камень был полностью погружен в воду.

**21.66.** На дно аквариума длиной 40 см и шириной 25 см положили чугунный шар массой 700 г. На сколько увеличилось после этого давление воды на дно, если вода из аквариума не вылилась? Шар погружен в воду полностью.

**21.67.** В сообщающихся сосудах находится ртуть. В один из сосудов доливают воду, а в другой — керосин. Высота столба воды 20 см. Какова должна быть высота столба керосина, чтобы уровень ртути в обоих сосудах был одинаковым?

**21.68.** Нижнюю часть двух сообщающихся сосудов с одинаковой площадью поперечного сечения  $1,5 \text{ см}^2$  заполнили ртутью. В левое колено налили 75 г воды. Какой высоты должен быть столбик керосина, налитого в правое колено, чтобы ртуть оставалась на том же уровне?

**21.69.** Сосуд в форме куба с ребром 36 см заполнен водой и керосином. Масса воды равна массе керосина. Определите давление жидкостей на дно сосуда.

**21.70.** В мензурку налиты три несмешивающиеся жидкости плотностью  $1,6 \text{ г}/\text{см}^3$ ,  $1 \text{ г}/\text{см}^3$  и  $0,8 \text{ г}/\text{см}^3$ . Определите давление на дно сосуда, если масса жидкостей одинакова, а верхний уровень наиболее легкой жидкости находится на высоте 23 см от дна сосуда.

### Крепкие орешки

**21.71.** Аквариум, имеющий форму куба, полностью заполнен водой. Во сколько раз отличаются силы давления воды на дно аквариума и на его стенку?

**21.72.** Пять одинаковых сообщающихся сосудов (рис. 178) частично заполнены водой. В один из сосудов доливают слой керосина высотой 25 см. На сколько поднимется уровень воды в остальных сосудах?

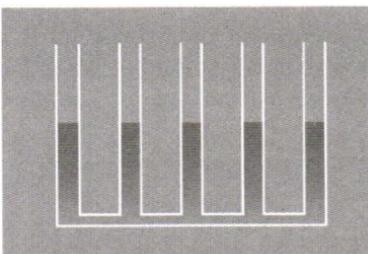


Рис. 178

**21.73.** Уровень воды в камере одного из шлюзов поднимается и опускается на 36 м. Какую силу давления должны выдерживать ворота шлюза, ширина которых 20 м?

**21.74.** В цилиндрических сообщающихся сосудах, площади сечения которых относятся как  $3 : 1$ , находится вода. В узкий сосуд доливают слой керосина высотой 25 см. На сколько поднимется уровень воды в широком сосуде? Керосин в этот сосуд не попадает.

**21.75.** На горизонтальном листе резины лежит перевернутая кастрюля радиусом 10 см и высотой  $H = 15 \text{ см}$ . В дне кастрюли просверлено круглое отверстие радиусом 1 см, в которое плотно вставлена легкая вертикальная трубка (рис. 179). В кастрюлю через трубку наливают воду. Когда вода заполняет всю кастрюлю и поднимается по трубке на высоту  $h = 4 \text{ см}$ , она начинает вытекать из-под краев кастрюли. Какова масса кастрюли?

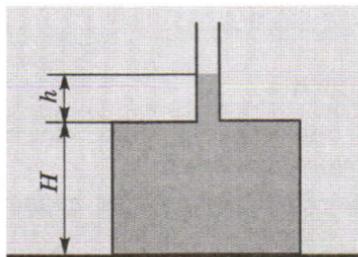


Рис. 179

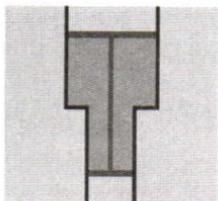


Рис. 180

**21.76.** Два тяжелых поршня жестко связаны между собой стержнем длиной  $l$  (рис. 180). Площадь меньшего поршня  $S$ , площадь большего  $2S$ . Найдите давление жидкости на больший поршень, если общая масса поршней и стержня  $M$ , а плотность жидкости  $\rho$ .



**21.77.** На горизонтальном листе резины лежит перевернутый котелок, имеющий форму полусферы радиусом  $R$ . В верхней точке перевернутого котелка имеется маленькое отверстие, через которое наливают воду. При какой массе котелка вода может вытекать снизу?

Скачет стрелка вверх и вниз,  
То погоды лишь каприз,  
Если ж медленно движение,  
Жди надолго изменения.

Д. Лухманов

## 22. АТМОСФЕРНОЕ ДАВЛЕНИЕ

### Пример решения задачи

На какой глубине давление в реке равно 200 кПа?

Дано:

$$p = 2 \cdot 10^5 \text{ Па}$$

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

$$p_{\text{атм}} = 1,01 \cdot 10^5 \text{ Па}$$

$$h - ?$$

Решение.

Давление в жидкости на любой глубине складывается из атмосферного давления и давления столба воды:  $p = p_{\text{атм}} + \rho_{\text{в}}gh$ . Отсюда находим глубину:

$$h = \frac{p - p_{\text{атм}}}{\rho_{\text{в}}g} = \frac{200\,000 \text{ Па} - 101\,000 \text{ Па}}{1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}} \approx \frac{10 \frac{\text{Н}}{\text{м}^2}}{1 \frac{\text{Н}}{\text{м}^3}} = 10 \text{ м.}$$

Ответ: 10 м.

### УСТНАЯ РАЗМИНКА

**22.1.** Приведите примеры явлений, подтверждающих существование атмосферного давления.

**22.2.** Как изменяется атмосферное давление при подъеме в гору?

**22.3.** Выразите в паскалях следующие значения давления: 760 мм рт. ст., 380 мм рт. ст., 190 мм рт. ст.

**22.4.** Выразите в миллиметрах ртутного столба следующие значения давления: 1 кПа, 10 кПа, 50 кПа.

**22.5.** Почему наиболее удобной жидкостью для опыта Торричелли оказалась ртуть?

**22.6.** Приведите примеры влияния атмосферного давления на организм человека.

**22.7.** Можно ли в открытом космосе с помощью обычного пылесоса очистить поверхность корабля от осевшей космической пыли?

**22.8.** Чтобы выпить сгущенное молоко из жестяной банки, в крышке пробивают два отверстия. Для чего необходимо второе отверстие?

## Первый уровень

**22.9.** Космонавт А. Леонов первым в мире вышел из космического корабля в космическое пространство. Давление в скафандре космонавта составляло 0,4 нормального атмосферного давления. Выразите это давление в паскалях.

 **22.10.** По радио сообщили, что атмосферное давление равно 760 мм рт. ст. Чему равно это давление в паскалях?

**22.11.** У подножия холма барометр показывает 740 мм рт. ст., а на вершине — 720 мм рт. ст. Какова высота холма?

**22.12.** С какой силой давит атмосфера на крышку ученического стола размером 110 см × 50 см? Атмосферное давление считайте нормальным.

**22.13.** На какую высоту поднялся стратостат, если в ходе подъема показание находящегося на нем барометра уменьшилось от 760 мм рт. ст. до 95 мм рт. ст.? На больших высотах давление воздуха уменьшается примерно в два раза при подъеме на каждые 5,5 км.

**22.14.** Определите глубину шахты, если на ее дне барометр показывает давление 109 кПа, а на поверхности Земли — 104 кПа.

**22.15.** На горной вершине атмосферное давление равно 60 кПа. Какой будет высота столба ртути, если ртутный барометр доставить на эту вершину?

**22.16.** Рассчитайте силу, с которой воздух давит на страницу этой книги, раскрытой перед вами.

## Второй уровень

**22.17.** Почему молекулы газов, входящих в состав атмосферы, не падают на Землю под действием силы тяжести?

**22.18.** Можно ли пользоваться формулой  $p = \rho gh$  для расчета атмосферного давления на больших высотах? Почему?

**22.19.** Можно ли «спрятаться» от атмосферного давления, нырнув в воду? Обоснуйте свой ответ.

**22.20.** Какова роль атмосферного давления, когда мы пьем воду?

**22.21.** Медицинские банки прогревают пламенем перед тем как поставить больному. Объясните, почему после этого они «присасываются» к телу.

**22.22.** Какое физическое явление мы используем, набирая в шприц лекарство для укола?

**22.23.** Ополосните горячей водой пластиковую бутылку и плотно закройте ее крышкой. Как изменится форма бутылки? Объясните наблюдаемое явление.

**22.24.** Ополосните горячей водой открытую пластиковую бутылку, переверните ее и опустите горловиной в сосуд с водой. Почему вода поднимается в бутылку?

**22.25.** Поместите открытую пустую пластиковую бутылку на некоторое время в морозильную камеру. Достав ее оттуда, переверните и опустите горловиной в сосуд с водой. Какое явление наблюдаете? Объясните это явление.

 **22.26.** У входа в здание барометр показывает давление 750 мм рт. ст. Какое давление он покажет на балконе пятого этажа, если высота этажа равна 3 м? Температура атмосферного воздуха 0 °C.

 **22.27.** На какой глубине давление в озере равно 300 кПа?

**22.28.** Каково давление в море на глубине 800 м?

 **22.29.** Какова высота небоскреба, если у его входа барометр показывает 760 мм рт. ст., а на крыше — 745 мм рт. ст.? Температура воздуха 0 °C.

**22.30.** В течение суток атмосферное давление изменилось от 745 мм рт. ст. до 755 мм рт. ст. На сколько изменилась сила давления воздуха, действующая на оконное стекло размерами 150 см × 40 см?

**22.31.** Какова глубина подземной пещеры, если давление воздуха в ней равно 770 мм рт. ст., а на поверхности земли атмосферное давление 750 мм рт. ст.? Температура воздуха 0 °C.

**22.32.** Лучшие ныряльщики могут без акваланга погружаться на глубину 100 м. Во сколько раз давление на такой глубине превышает нормальное атмосферное давление?

**22.33.** Каково давление газа в сосудах A, B, C (рис. 181), если атмосферное давление равно 75 см рт. ст.?

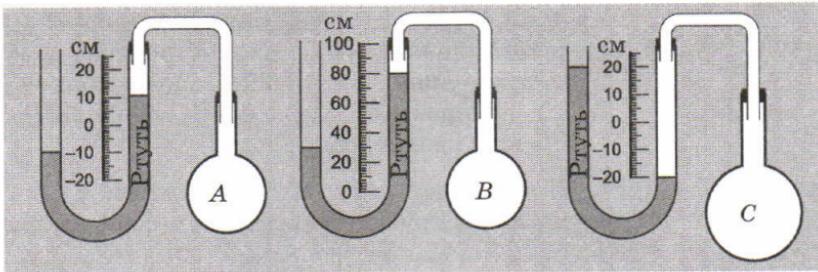


Рис. 181

### Третий уровень

**22.34.** Почему скоростные самолеты летают, как правило, на большой высоте?

**22.35.** Люди, постоянно живущие в долинах, при подъеме высоко в горы нередко заболевают горной болезнью, одним из признаков которой является кровотечение из носа и ушей. Объясните причину этой болезни.

**22.36.** Почему не выливается вода из бутылки, которую перевернули вверх дном и опустили в широкий сосуд с водой?

 **22.37.** Почему вода из опрокинутой бутылки выливается рывками, с бульканьем, а из резиновой медицинской грелки вытекает ровной сплошной струей?

**22.38.** Электрические лампы накаливания наполняют инертным газом при давлении, значительно меньшем атмосферного. Почему опасно было бы наполнять их газом при атмосферном давлении?

**22.39.** Почему газовые баллоны (даже с негорючим газом) представляют большую опасность в случае пожара?

**22.40.** Будет ли действовать поршневой насос в условиях невесомости на борту космической станции?

**22.41.** Предположим, что сила тяжести увеличилась в 2 раза. Придется ли изменить конструкцию ртутного барометра?

 **22.42.** На рисунке 182 показан первый термометр (термоскоп Галилея). Как будет перемещаться капелька ртути в трубке при изменении температуры воздуха? Каков принципиальный недостаток этого термометра?

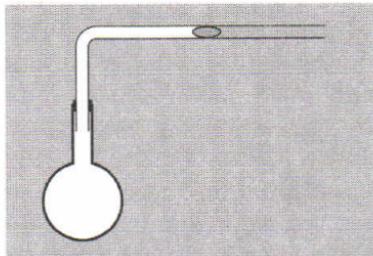


Рис. 182



Рис. 183

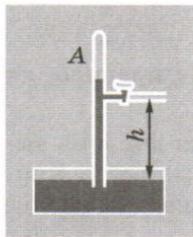


Рис. 184



Рис. 185

22.43. Объясните принцип действия изображенного на рисунке 183 устройства (трубка с утолщением, открытая с обоих концов — лйвер), которое позволяет брать пробы жидкости, не втягивая воздух ртом.

22.44. Будет ли ртуть выливаться из барометрической трубки А (рис. 184), если открыть кран?

22.45. При атмосферном давлении 100 кПа детский резиновый мяч лопается, если давление воздуха в нем превышает 130 кПа. Каким может быть наибольшее давление в этом мяче, когда он находится в горной местности, где атмосферное давление равно 75 кПа?

22.46. Вертикальная трубка с закрытым концом, частично заполненная керосином, опущена открытым концом в сосуд с керосином. При этом уровень керосина в трубке на 15 см выше уровня керосина в сосуде. Определите давление воздуха в трубке, если наружное давление равно 98 кПа.

22.47. Если бы при подъеме на высоту  $h$  давление воздуха уменьшалось на  $\rho gh$ , где  $\rho$  — плотность воздуха, то уже на высоте около 8 км давление атмосферы уменьшилось бы до нуля! Но хорошо известно, что самолеты могут летать и на больших высотах. Нет ли здесь противоречия?

22.48. В трубке, запаянной с верхнего конца, удерживается столбик ртути высотой  $h = 20$  см (рис. 185). Каково давление воздуха  $p$  в верхней части трубы? Атмосферное давление  $p_{\text{атм}} = 76$  см рт. ст.

### Крепкие орешки

22.49. На шкале барометра иногда делают надписи «Ясно» или «Облачно», характеризующие предсказываемую барометром погоду. Какую погоду будет все время «предсказывать» барометр, поднятый на высокую гору?

22.50. Раньше на самолетах устанавливали барометры-анероиды, чтобы по их показаниям летчик мог судить о высоте полета (атмосферное давление зависит от высоты). Почему этот метод оказался не очень надежным, особенно при полетах на малых высотах?

 **22.51.** Из воды вынимают вверх дном легкую кружку (рис. 186). Какую силу необходимо приложить в тот момент, когда дно кружки находится на высоте 10 см над поверхностью воды, если площадь дна 100 см<sup>2</sup>?



Рис. 186

 **22.52.** Трубку ртутного барометра подвесили к динамометру (рис. 187). Как будут изменяться показания динамометра при изменении атмосферного давления? Трубка не касается дна сосуда.



Рис. 187

 **22.53.** Оцените массу атмосферы Земли.

**22.54.** Почему ни один из астероидов (малых планет) не имеет атмосферы?

 **22.55.** Изогнутая трубка, изображенная на рисунке 188 (такую трубку называют часто сифоном), заполнена жидкостью. Концы трубки закрыты. Что произойдет, если их открыть? Если открыть только один конец?



Рис. 188

**22.56.** Изогнутая трубка (рис. 189) заполнена водой и закрыта с одного конца. Что произойдет, если открыть трубку?

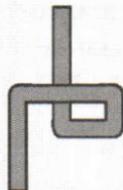


Рис. 189

Наша Таня громко плачет:  
Уронила в речку мячик.  
— Тише, Танечка, не плачь:  
Не утонет в речке мяч.

А. Барто

## 23. ЗАКОН АРХИМЕДА. ПЛАВАНИЕ ТЕЛ

### УСТНАЯ РАЗМИНКА

**23.1.** Приведите 2-3 примера действия выталкивающей силы, которые знакомы вам из повседневной жизни.

**23.2.** Вы постепенно входите в море. Изменяется ли выталкивающая сила по мере вашего погружения? А когда она достигает максимального значения?

**23.3.** Первоклассник и десятиклассник нырнули в воду. Кого вода выталкивает сильнее? Почему?

**23.4.** Тело из какого металла утонет в ртути? Приведите пример.

**23.5.** Может ли тело в одной жидкости тонуть, а в другой плавать? Приведите примеры.

**23.6.** В воду погружены три одинаковых сплошных стальных шарика на нитях (рис. 190). На какой из них действует большая выталкивающая сила?

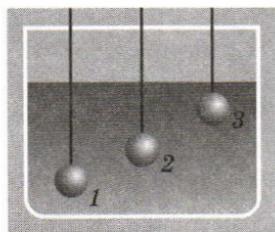


Рис. 190

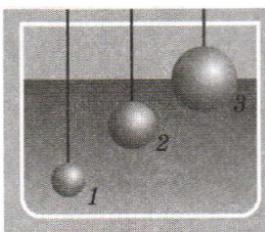


Рис. 191

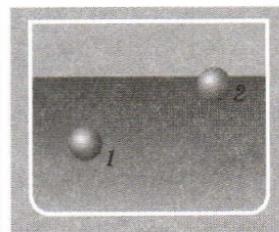


Рис. 192

**23.7.** Действует ли выталкивающая сила на тело, которое лишь частично погружено в жидкость?

**23.8.** В воду погружены три сплошных стальных шарика на нитях (рис. 191). На какой из них действует большая выталкивающая сила?

**23.9.** Почему камень легче поднимать в воде, чем в воздухе?

**23.10.** Одинаковая ли выталкивающая сила действует на два показанных на рисунке 192 тела со стороны воды?

**23.11.** Где легче держаться на воде: в реке или в море? Почему?

**23.12.** Пользуясь таблицей плотностей, укажите 2—3 вещества, плавающие в воде, и 2—3 вещества, тонущие в керосине.

### ■ Первый уровень

**23.13.** Медный шар объемом  $50 \text{ см}^3$  полностью погружен в воду. Какая выталкивающая сила действует на шар?

**23.14.** На тело объемом  $300 \text{ см}^3$ , полностью погруженное в жидкость, действует архимедова сила  $2,4 \text{ Н}$ . Какова плотность жидкости?

**23.15.** Какая выталкивающая сила действует на шар объемом  $20 \text{ м}^3$  в воздухе?

**23.16.** На тело объемом  $120 \text{ см}^3$ , полностью погруженное в жидкость, действует архимедова сила  $0,96 \text{ Н}$ . Какова плотность жидкости?

**23.17.** Каков объем подвешенного к динамометру груза, если при его погружении в воду показание динамометра уменьшается на  $1 \text{ Н}$ ?

**23.18.** Вес тела  $4,5 \text{ Н}$ , а его объем  $500 \text{ см}^3$ . Утонет ли это тело в воде? спирте? керосине?

**23.19.** На сколько гранитный булыжник объемом  $4 \text{ дм}^3$  будет легче в воде, чем в воздухе?

**23.20.** При взвешивании тела в воздухе динамометр показывает  $4,4 \text{ Н}$ , а в воде —  $1,6 \text{ Н}$ . Определите объем тела.

### ■ Второй уровень

**23.21.** Ихтиандр, герой романа Александра Беляева «Человек-амфибия», рассказывает: «Я приручил дельфина. Бедный! Буря однажды выбросила его на берег, и он сильно разбил плавник. Я стацил его в воду. Это была трудная работа: дельфины на суше гораздо тяжелее, чем в воде. Вообще у вас тут все тяжелее. Даже собственное тело. В воде легче живется» (рис. 193). Чем это объясняется?

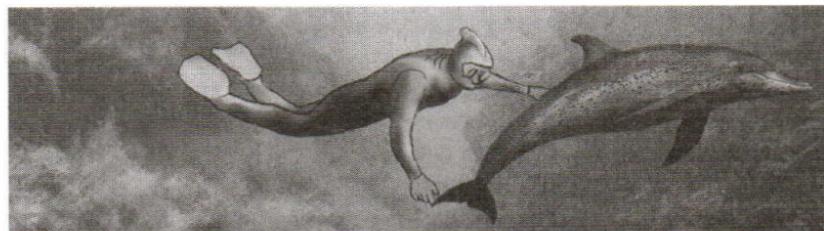


Рис. 193

**23.22.** Почему многие тела тонут в воде, хотя на каждое из них действует выталкивающая сила?

**23.23.** Почему гвоздь в воде тонет, а тяжелое металлическое судно — нет?

**23.24.** Одинаковая ли сила потребуется для того, чтобы удержать пустое ведро в воздухе или это же ведро, но наполненное водой и полностью погруженное в воду?

**23.25.** В воду опущен медный кубик массой 10 г и тонкая медная пластина массой 10 г. Одинакова ли выталкивающая сила в обоих случаях?

 **23.26.** Кусок мрамора весит столько, сколько весит медная гиря. Какое из этих тел легче удержать в воде?

**23.27.** К чашкам весов подвешены две гири равной массы — фарфоровая и железная. Нарушится ли равновесие весов, если гири опустить в сосуд с водой?

**23.28.** На дне сосуда с водой лежат чугунный и алюминиевый шары одинаковой массы. Какой из них давит на дно с большей силой?

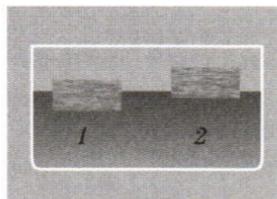


Рис. 194

**23.29.** В сосуде плавают деревянный и пробковый бруски одинаковых размеров (рис. 194). Какой из них деревянный, а какой — пробковый?

**23.30.** Почему нельзя тушить горящий керосин, заливая его водой?

**23.31.** Будет ли плавать в воде стеклянная бутылка, заполненная водой?

**23.32.** Почему нагретый воздух поднимается в более холодном?

**23.33.** В сосуде находятся три жидкости (рис. 195), не смешивающиеся между собой. Где окажутся брошенные в сосуд золотое кольцо, свинцовая пуля, льдинка и пробка?

**23.34.** Ученику задали вопрос: «Какие силы действуют на картофелину, лежащую в кастрюле с водой?» Отвечая на вопрос, ученик назвал силу тяжести, силу давления воды, силу упругости со стороны дна кастрюли и выталкивающую силу. Согласны ли вы с таким ответом? Если нет, то почему?

**23.35.** Один из двух одинаковых шариков плавает в воде, а другой в керосине. Сравните действующие на эти шарики выталкивающие силы.

**23.36.** Известно выражение «плавает как топор». Но действительно ли топор не может плавать?

**23.37.** Камень объемом 6 дм<sup>3</sup> имеет массу 15 кг. Какая сила потребуется, чтобы удержать погруженный целиком в воду камень?

**23.38.** Чему равна выталкивающая сила, действующая в воде на полностью погруженный медный бруск массой 890 г?

**23.39.** Тело массой 1 кг при полном погружении вытесняет 800 г воды. Всплынет это тело или утонет, если его отпустить?

**23.40.** Судно с грузом, находясь в пресной воде по ватерлинию, вытесняет 15 000 м<sup>3</sup> воды. Вес судна  $5 \cdot 10^7$  Н. Чему равен вес груза?

### Пример решения задачи

Бруск плавает в воде таким образом, что под водой находится  $\frac{3}{4}$  его объема. Определите плотность бруска.

**Решение.** Обозначим объем бруска  $V_b$ , а объем погруженной части бруска  $V_1$ . Условие плавания бруска:  $F_t = F_A$  или  $mg = \rho_b V_1 g$ .

Отсюда  $\rho_b V_1 g = \rho_b V_b g$ . С учетом того, что  $V_1 = \frac{3}{4} V_b$ , получаем  $\rho_b V_b = \rho_b \cdot \frac{3}{4} \cdot V_b$ , или окончательно:  $\rho_b = \frac{3}{4} \rho_b = \frac{3}{4} \cdot 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} = 750 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ .

**Ответ:** 750 кг/м<sup>3</sup>.

**23.41.** Прямоугольная баржа после приема груза осела на 0,5 м. Считая длину баржи равной 5 м, а ширину 3 м, рассчитайте вес принятого ею груза.

**23.42.** Каков объем надувного плота, если масса плита с людьми 300 кг, а плита плавает, погрузившись в воду полностью?

**23.43.** Длина показанного на фотографии (рис. 196) понтона 15 м, ширина 2,5 м, а высота 80 см. При какой общей массе понтона и груза вода начнет заливать поверхность этого понтона?



Рис. 196

**23.44.** Груз какого веса удержит на воде плот, связанный из 25 сосновых бревен, если объем каждого бревна в среднем равен  $0,8 \text{ м}^3$ ?

**23.45.** При погрузке на судно 400 т груза его осадка увеличилась на 40 см. Определите площадь горизонтального сечения судна.

**23.46.** Какую силу надо приложить к пробковому кубу с ребром 0,5 м, чтобы удержать его под водой?

**23.47.** Задача Архимеда: из чистого ли золота изготовлена царская корона, если ее вес в воздухе 28,2 Н, а в воде — 26,4 Н?

**23.48.** Подвешенные к коромыслу весов одинаковые шары погрузили в жидкость сначала так, как показано на рисунке 197, а, а затем так, как показано на рисунке 197, б. В каком случае равновесие весов нарушится? Почему?

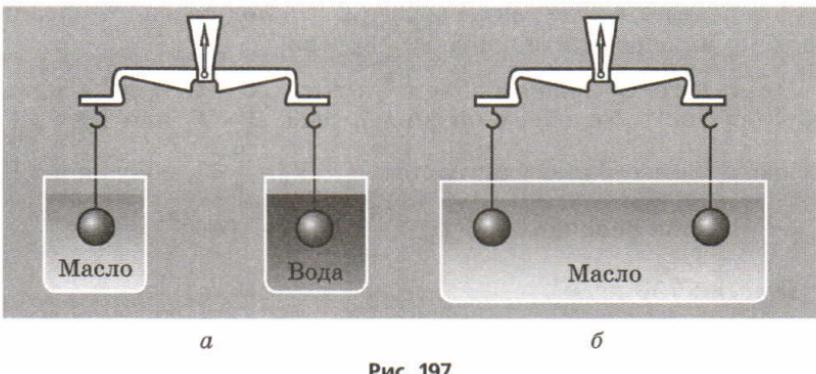


Рис. 197

### ■ Третий уровень

**23.49.** Французский философ Вольтер пытался взвесить воздух. Для этого он надул воздухом бычий пузырь, взвесил его, затем выпустил воздух из пузыря и снова взвесил. Пустой и наполненный воздухом пузырь весил одинаково, из чего Вольтер сделал вывод о невесомости воздуха. В чем его ошибка?

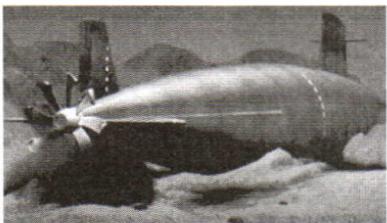


Рис. 198

**23.50.** Сплошные шары — алюминиевый и железный — уравновешены на рычаге. Нарушится ли равновесие, если оба шара погрузить в воду?

**23.51.** Почему подводным лодкам запрещается ложиться на дно, если оно песчаное или илистое (рис. 198)?

**23.52.** В романе Жюля Верна «20 000 лье<sup>1</sup> под водой» можно прочитать: «Наутилус стоял неподвижно на глубине тысячи метров. Я отложил книгу и, прижавшись к окну, стал всматриваться. В жидким пространстве, ярко освещенном прожектором, виднелась какая-то огромная неподвижная черная масса... “Это корабль!” — вскричал я».

Возможно ли описанное здесь явление: будет ли затонувший корабль висеть неподвижно в глубине океана и не опуститься на дно, как это описано автором романа?

**23.53.** Однажды царь спросил у Архимеда, сколько нужно взять золота, чтобы его вес был равен весу слона. Как мог Архимед справиться с этой задачей?

 **23.54.** В сосуде с водой плавает кусок льда. Изменится ли уровень воды в сосуде, если лед растает?

 **23.55.** В сосуде с водой плавает кусок льда с вмерзшим в него свинцовым шариком. Изменится ли уровень воды в сосуде, когда лед растает?

 **23.56.** В цилиндрическом ведре с водой плавает пустая металлическая кружка. Как изменится уровень воды в ведре, если кружка утонет?

**23.57.** В сосуде с водой плавает кусок льда, в котором находится пузыrek воздуха. Изменится ли уровень воды в сосуде, когда лед растает?

**23.58.** Дубовый шарик плавает в воде, а чугунный шарик такого же радиуса — в ртути. Какой из шариков погружен в жидкость глубже?

**23.59.** Чугунный шарик в воздухе весит 4,9 Н, а в воде — 3,9 Н. Сплошной это шарик или полый? Если полый, то определите объем полости.

**23.60.** Динамометр показывает, что мраморный шарик, подвешенный к нему на тонкой нити, весит 1,62 Н. Что будет показывать динамометр, если шарик наполовину погрузить в воду?

**23.61.** В мультфильме «Ну, погоди!» волк проглотил воздушный шарик и поднялся в воздух. Каким должен быть стать объем волка, чтобы такое могло произойти? Считайте, что масса волка равна 30 кг.

**23.62.** Кусок металла в воздухе весит 7,8 Н, в воде — 6,8 Н, в жидкости А — 7 Н, а в жидкости В — 7,1 Н. Определите плотность жидкостей А и В.

<sup>1</sup> Старинная французская единица длины, равная приблизительно 4,5 км.

### Пример решения задачи

В реке плавает плоская льдина толщиной  $H = 0,3$  м. Какова высота  $h$  выступающей над водой части льдины?

**Решение.** Обозначим площадь льдины  $S$ . Тогда масса льдины  $m = \rho_{\text{л}} SH$ , а объем погруженной части льдины равен объему вытесненной воды:  $V = S(H - h)$ .

Согласно закону Архимеда  $F_{\text{A}} = \rho_{\text{в}} gV = \rho_{\text{в}} gS(H - h)$ .

Кроме того, на льдину действует сила тяжести

$$F_{\text{т}} = mg = \rho_{\text{л}} HSg.$$

Поскольку льдина плавает,  $F_{\text{A}} = F_{\text{т}}$ , т. е.

$$\rho_{\text{в}} gS(H - h) = \rho_{\text{л}} HSg.$$

$$\text{Отсюда } h = H \frac{\rho_{\text{в}} - \rho_{\text{л}}}{\rho_{\text{в}}} = 0,3 \text{ м} \cdot \frac{1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} - 900 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}}{1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}} = 0,03 \text{ м.}$$

*Ответ:* 3 см.

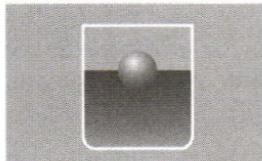


Рис. 199

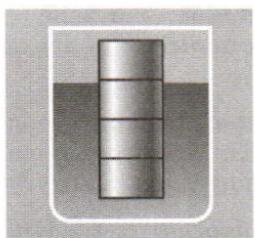


Рис. 200

**23.63.** Деревянный шарик плавает на поверхности воды, как показано на рисунке 199. Определите плотность шарика.

**23.64.** Льдина плавает в воде. Объем ее надводной части  $20 \text{ м}^3$ . Каков объем подводной части?

**23.65.** Кусок льда объемом  $5 \text{ дм}^3$  плавает на поверхности воды. Определите объем подводной и надводной частей.

**23.66.** Цилиндрическое тело плавает в жидкости, как показано на рисунке 200. Определите плотность жидкости, если плотность плавающего тела  $600 \text{ кг}/\text{м}^3$ .

**23.67.** Чтобы переправить грузовик через разлившуюся реку, водитель решил построить плот. В его распоряжении  $N = 20$  еловых

бревен длиной  $l = 10 \text{ м}$  с площадью поперечного сечения  $S = 300 \text{ см}^2$ . Возможна ли переправа, если масса грузовика  $M = 4 \text{ т}$ ?

**23.68.** Наполненный теплым воздухом воздушный шар объемом  $1600 \text{ м}^3$  парит на высоте  $5,5 \text{ км}$ , где плотность воздуха в два раза меньше, чем на уровне моря. Какова плотность воздуха внутри шара, если общая масса его оболочки и груза  $150 \text{ кг}$ ?

**23.69.** Воздушный шар объемом 200 м<sup>3</sup> натягивает трос, которым он прикреплен к причальной мачте, с силой 400 Н. После освобождения троса шар парит на некоторой высоте. Какова плотность воздуха на этой высоте?

### Крепкие орешки

 **23.70.** В маленьком бассейне плавает лодка, частично заполненная водой. Изменится ли уровень воды в бассейне, если вычерпать воду из лодки в бассейн?

**23.71.** Лодка плавает в маленьком бассейне. Как изменится уровень воды в бассейне, если выбросить из лодки в бассейн камень?

**23.72.** В аквариуме с вертикальными стенками высота воды была равна 10 см. Когда мальчик спустил на воду лодочку, уровень воды увеличился до 13 см, а когда он перевернул и утопил эту лодочку, уровень воды уменьшился до 11 см. Какова плотность материала, из которого сделана лодочка?

**23.73.** В закрытой пластиковой бутылке (рис. 201) плавает открытая перевернутая пробирка («водолаз»), утяжеленная снизу пластилином. Если стенки бутылки сжать рукой, пробирка потонет. Объясните поведение «водолаза». Попробуйте повторить этот опыт.

**23.74.** Маленькая льдинка плавает в широком сосуде с водой. Поднимется или опустится льдинка, если сверху налить керосин?

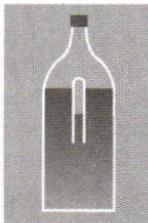


Рис. 201

**23.75.** Льдинка плавает на границе между водой и керосином. Какая часть ее объема находится ниже этой границы, если керосин покрывает льдинку полностью?

**23.76.** Может ли тело массой 100 г плавать в сосуде, содержащем 50 г воды?

**23.77.** Почему оболочку стратостата, который должен подняться в верхние слои атмосферы, перед подъемом наполняют гелием не полностью?

Опыт — вот учитель жизни вечный.

М. В. Ломоносов

## 24. ДОМАШНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

### Первый уровень

**24.1.** Определите давление собственного тела на пол. Массу тела измерьте с помощью напольных весов, а площадь подошвы

обуви — с помощью миллиметровой бумаги или листа в клетку. Попробуйте сравнить полученный результат с давлением, оказываемым вами при ходьбе.

**24.2.** Определите давление стула на пол. Массу стула измерьте с помощью бытовых весов, а площадь ножки стула — с помощью линейки с миллиметровыми делениями.

**24.3.** Определите давление на снег, когда вы стоите на лыжах. Площадь поверхности лыж измерьте с помощью сантиметровой ленты, а массу лыж и собственного тела — с помощью напольных весов.

**24.4.** С помощью соломинки и мыльного раствора получите мыльный пузырь. Объясните, почему мыльный пузырь имеет шарообразную форму.

**24.5.** Проколите целлофановый пакет иглой, после чего наполните пакет водой. Продемонстрируйте явления, в которых проявлялся бы закон Паскаля.

**24.6.** На боковой стенке высокой банки из-под кофе пробейте гвоздем отверстия на высоте 3, 6 и 9 см. Поместите банку под кран, открытый так, чтобы объем поступающей и вытекающей воды был одинаков. Проследите за струйками воды, вытекающими из отверстий банки. Сделайте рисунок и объясните наблюдаемые явления.

**24.7.** Возьмите длинную резиновую трубку с прозрачными наконечниками и проверьте горизонтальность проведенной на стене прямой линии.

**24.8.** Сорвите с ветки лист, приложите его ко рту и втяните воздух. Лист лопнет. Объясните, почему лопнул лист.

**24.9.** Попробуйте обнаружить наличие выталкивающей силы, если в вашем распоряжении имеются тонкий резиновый шнур, картофелина и сосуд с водой.

**24.10.** Придумайте опыты, с помощью которых можно показать, что на тело, находящееся в газе, действует выталкивающая сила.

**24.11.** Имея динамометр, стакан с водой и металлический бруск, проверьте, зависит ли выталкивающая сила при полном погружении тела в воду от положения бруска в жидкости (горизонтальное, вертикальное, наклонное).

**24.12.** Используя динамометр и кусок пластилина, проверьте, зависит ли величина выталкивающей силы от формы погруженного в жидкость тела при постоянном его объеме.

**24.13.** С помощью мерной кружки с водой определите выталкивающую силу, действующую на картофелину при ее полном погружении в воду.

**24.14.** Как экспериментально определить плотность тела, объем которого трудно установить путем измерения линейных размеров?

**24.15.** С помощью динамометра определите выталкивающую силу при погружении данного тела в воду. Чему будет равна выталкивающая сила при погружении этого тела в керосин?

**24.16.** Налейте в ванну воды и опустите в нее бутылку, доверху заполненную водой. Выясните, утонет ли бутылка.

## Второй уровень

**24.17.** Оцените, какое давление вы можете оказать ладонью, пальцем? отверткой? шилом? Произведите сами необходимые измерения.

**24.18.** Какой гранью надо положить кирпич (или прямоугольный бруск) на горизонтальную поверхность стола, чтобы давление его на стол было наименьшим? наибольшим? Определите это давление с помощью линейки и динамометра.

**24.19.** Вынесите из теплой комнаты на мороз хорошо накачанный волейбольный мяч. Что вам придется сделать: подкачать мяч или выпустить из него часть воздуха? Почему?

**24.20.** Завяжите слабо надутый воздушный шарик. Сожмите шарик в каком-либо месте. Что произойдет с остальной частью шарика? Почему? Объясните.

**24.21.** Какую форму принимает детский воздушный шарик, когда его надувают? когда в него наливают воду? Ответ обоснуйте и подтвердите опытом.

**24.22.** Возьмите пустой пакет из-под молока со срезанным углом. Втяните в себя воздух из него через срез. Что происходит при этом с пакетом? Почему?

**24.23.** Возьмите дома медицинскую грелку и бутылку. Наполните их водой. Сравните, как выливается вода из грелки и из бутылки. Выясните, почему при выливании воды из медицинской грелки не слышно такого бульканья, как при выливании воды из стеклянной бутылки.

**24.24.** С помощью линейки определите давление подсолнечного масла на дно стакана. Изменится ли и как давление на дно данного стакана, если вместо подсолнечного масла в него налить такой же объем воды? спирта? молока? Определите это давление.

**24.25.** Определите давление воды на дно стакана с помощью линейки. Растворите в этом стакане 50 г поваренной соли. Как изменилось при этом давление? Почему? Попробуйте определить давление раствора соли на дно в этом случае.

**24.26.** Погрузите стакан в воду, переверните его под водой вверх дном и затем медленно вытаскивайте из воды. Почему вода не выливается из стакана, пока его края находятся под водой?

**24.27.** Придумайте опыты, с помощью которых можно выяснить, от каких величин зависит выталкивающая сила.

**24.28.** Придумайте опыты, с помощью которых можно доказать, что выталкивающая сила равна весу жидкости, вытесненной этим телом.

**24.29.** Опустите сырую картофелину в стеклянную банку с пресной водой. Почему она тонет? Как будет вести себя картофелина, если в воду насыпать соль? Медленно выссыпая соль и размешивая воду, добейтесь того, чтобы картофелина могла плавать в толще воды, будучи полностью в нее погруженной. Какой должна быть плотность соленой воды, чтобы это было возможным?

**24.30.** Возьмите два деревянных кубика различной плотности и стакан с водой. Опытным путем выясните, у какого из кубиков плотность больше и во сколько раз.

**24.31.** Бросьте в воду кусочек пластилина. Пластилин утонет. Добейтесь того, чтобы этот пластилин плавал, частично погружившись в воду. Объясните, почему пластилин в одном случае тонет, а в другом плавает.

**24.32.** Налейте в стакан с подсолнечным маслом воды. Выясните, как расположатся в стакане данные жидкости. Объясните почему.

**24.33.** Из куска доски изготовьте модель плota грузоподъемностью 3 Н. Для этого рассчитайте необходимый объем плota и подберите его линейные размеры. Экспериментально проверьте ваши расчеты.

**24.34.** Налейте в стакан сильно газированную воду. Бросьте в нее виноградинку. Проследите за движением виноградинки (она будет периодически тонуть и всплывать). Объясните ваши наблюдения.

**24.35.** Придумайте способ градуирования динамометра, основанный на использовании выталкивающей силы.

**24.36.** Из деревянной палочки изготовьте модель прибора (ареометра) для определения плотности жидкостей в пределах от 800 кг/м<sup>3</sup> до 1200 кг/м<sup>3</sup>. Экспериментально проверьте работу изготовленного вами прибора.

## Третий уровень

**24.37.** Вам нужно вбить гвоздь в деревянный брусок. От чего зависит глубина, на которую гвоздь войдет в дерево за один удар молотка:

- а) только ли от силы удара;
- б) только ли от площади острия гвоздя;
- в) только ли от твердости дерева?

Проверьте ваши выводы на опыте.

**24.38.** Попробуйте удалить вмятину на шарике для игры в настольный теннис. Что вам для этого придется сделать? Почему?

**24.39.** Сильно сожмите резиновый мяч руками. Изменились ли при этом масса, вес, объем, плотность и давление воздуха в нем? Если изменились, то как?

**24.40.** На несколько часов поместите пустую бутылку в холодильник. Затем, достав бутылку из холодильника и держа ее в руках, опустите горлышком в воду. При этом вы можете заметить, что из бутылки будут выходить пузырьки воздуха. Объясните наблюдаемое явление.

**24.41.** Опустите палец в стакан с водой, не касаясь dna стакана. Проверьте, изменится ли при этом сила давления воды на дно. Если изменится, то как? Рассмотрите два случая:

- а) стакан наполнен водой не доверху;
- б) стакан наполнен водой доверху.

**24.42.** Опустите в кастрюлю с водой мяч. Проверьте, изменится ли давление воды на дно кастрюли. А если опустить камень? Рассмотрите два случая:

- а) кастрюля наполнена водой не доверху;
- б) кастрюля наполнена водой доверху.

**24.43.** Наполните стакан водой, закройте листом бумаги и, поддерживая лист рукой, быстро переверните стакан вверх дном. Если теперь руку отнять от бумаги, то вода из стакана не выльется. Бумага останется как бы приклейнной к краям стакана. Почему? Объясните.

**24.44.** Возьмите кусочек пластилина и поместите его в пробирку. Пусть пробирка с кусочком пластилина плавает в воде. Проверьте, изменится ли (и как) глубина ее погружения, если этот кусочек пластилина приклеить ко дну пробирки снаружи. Объясните свои наблюдения.

**24.45.** Опустите в сосуд с водой льдинку. Отметьте с помощью химического карандаша (или липкой ленты) уровень воды в сосуде. Выясните, изменится ли уровень воды, когда лед полностью растает. Объясните ваши наблюдения.

**24.46.** В морозильной камере холодильника заморозьте воду, в которую положите кусочек пробки. Опустите в сосуд с водой льдинку с вмерзшей в нее пробкой. Отметьте с помощью химического карандаша (или липкой ленты) уровень воды в сосуде.

Выясните, изменится ли уровень воды, когда лед полностью расстает. Объясните ваши наблюдения.

**24.47.** Отметьте уровень воды в ведре, в котором плавает пустая кастрюля. Изменится ли уровень воды, если кастрюля утонет?

**24.48.** С помощью морозильной камеры изготовьте плоскую льдинку и опустите ее в воду. Измерьте толщину льдинки и определите, какая ее часть находится над поверхностью воды. Объясните полученный результат.

**24.49.** Используя только линейку, найдите плотность дерева, из которого изготовлена палочка, плавающая в узком цилиндрическом сосуде.

**24.50.** Опустите в сосуд с водой ледяной бруск. Выясните, как изменится глубина погружения бруска в воду, если поверх воды налить керосин. Объясните ваши наблюдения.

**24.51.** Налейте в банку 50 г воды. Проверьте, может ли плавать в ней бруск массой 100 г. Если может, то при каких условиях?

**24.52.** Как измерить плотность пластилина, используя только измерительный цилиндр с водой? Проведите эксперимент и запишите полученный результат.

# РАБОТА И ЭНЕРГИЯ

Дайте мне точку опоры, и я сдвину Землю!  
Архимед

## 25. ПРОСТЫЕ МЕХАНИЗМЫ. РЫЧАГ

### УСТНАЯ РАЗМИНКА

- 25.1.** Приходилось ли вам пользоваться рычагом? Расскажите.
- 25.2.** Приведите несколько примеров использования рычагов. С какой целью их используют?
- 25.3.** Приведите примеры рычагов в живой природе. Дают ли эти рычаги выигрыш в силе или при перемещении?
- 25.4.** Объясните, почему ножницы для разрезания листового металла и кусачки (рис. 202) дают выигрыш в силе.

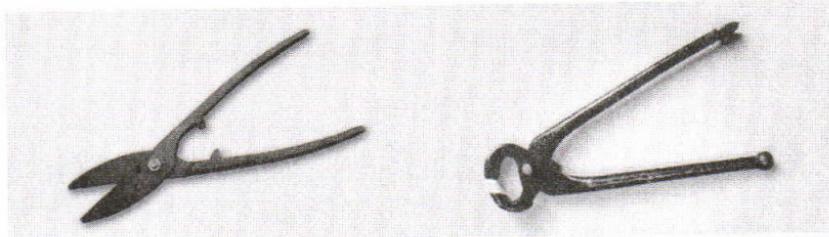


Рис. 202

- 25.5.** На рисунке 203 показаны лодка и венецианская гондола. Какой простой механизм используют при гребле веслом? Как он помогает лодочникам?



Рис. 203

- 25.6.** Для чего применяют наклонную плоскость? Приведите примеры.

**25.7.** Приведите 2—3 примера использования неподвижных блоков. С какой целью их используют? Дают ли эти блоки выигрыш в силе?

**25.8.** Приведите 2—3 примера использования подвижных блоков. С какой целью их используют? Дают ли эти блоки выигрыш в силе?

### ■ Первый уровень

**25.9.** В точке  $A$  приложена сила  $F_1 = 4,5$  Н. Какую вертикальную силу надо приложить к рычагу в точке  $B$  (рис. 204), чтобы он остался в равновесии?

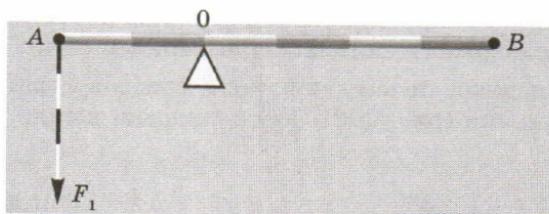


Рис. 204

**25.10.** В точке  $A$  (рис. 205) к рычагу приложена сила 4 Н. Какую вертикальную силу надо приложить к рычагу в точке  $B$ , чтобы он остался в равновесии?

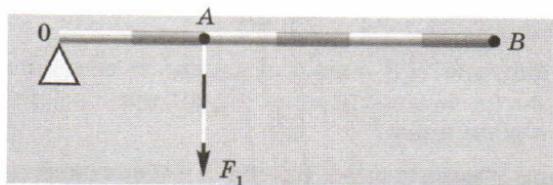


Рис. 205

**25.11.** В точке  $A$  приложена сила  $F_1 = 2$  Н. Какую вертикальную силу надо приложить к рычагу в точке  $B$  (рис. 206), чтобы он оставался в равновесии?

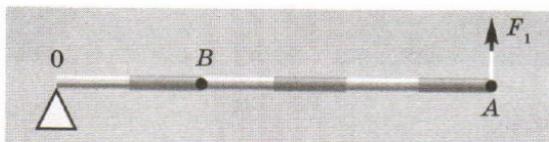


Рис. 206

**25.12.** На какую высоту поднимется груз  $P$  (рис. 207), если свободный конец каната опустится на 2 м?



Рис. 207



Рис. 208

**25.13.** С какой силой надо тянуть вверх конец каната  $A$  (рис. 208), чтобы поднять груз, вес которого 50 Н?

**25.14.** Какой выигрыш в силе может дать рычаг, изображенный на рисунке 209?

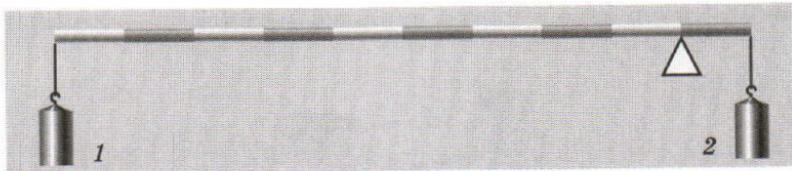


Рис. 209

**25.15.** Масса груза 2 (см. рис. 209) 18 кг. Какова масса груза 1, если рычаг находится в равновесии?

**25.16.** Масса груза 1 (рис. 210) 10 кг. Какова масса груза 2, если рычаг находится в равновесии?

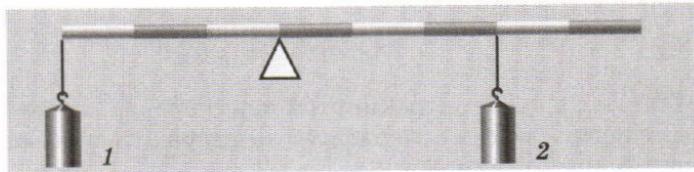


Рис. 210

**25.17.** Плечи горизонтального рычага равны 60 см и 80 см. Меньшая из двух вертикальных сил, действующих на рычаг, равна 15 Н. Чему равна вторая сила, если рычаг находится в равновесии?

**25.18.** Девочка массой 40 кг задумала уравновесить слона с помощью рычага. Слон стоит на расстоянии 10 м от точки опоры. На каком расстоянии от точки опоры должна встать девочка, если бы массой рычага можно было пренебречь? Масса слона 4 т.

## Второй уровень

**25.19.** Почему ножницы для разрезания листового металла имеют более длинные рукоятки, чем ножницы для разрезания бумаги (рис. 211)?

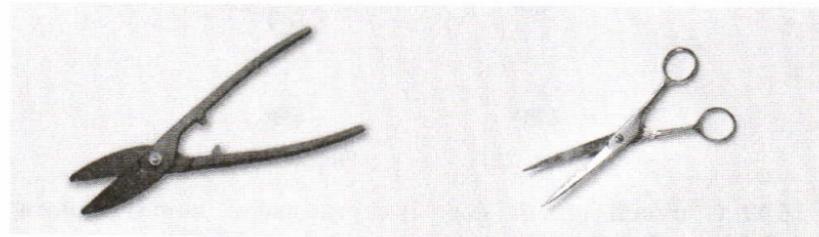


Рис. 211

**25.20.** Какие части велосипеда (рис. 212) являются рычагами? Укажите точки опоры, точки приложения сил и плечи рычагов.



Рис. 212

**25.21.** Если на доске, перекинутой через бревно, качаются два мальчика с разной массой, то следуют ли им садиться на одинаковых расстояниях от опоры?

**25.22.** Почему согнутой в локте рукой можно поднять больший груз, чем вытянутой?

**25.23.** Является ли топор простым механизмом? Почему?

**25.24.** Объясните, зачем пользуются неподвижным блоком, ведь выигрыша в силе он не дает. Где удобно его использовать? Приведите примеры.

**25.25.** В каком направлении (рис. 213) надо тянуть свободный конец веревки, чтобы легче было поднимать груз?

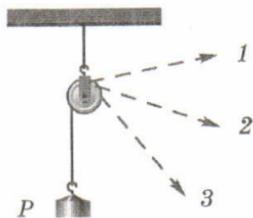


Рис. 213

**25.26.** На меньшее плечо рычага действует сила 300 Н, на большее — 20 Н. Длина меньшего плеча 5 см. Определите длину большего плеча, если рычаг уравновешен.

**25.27.** К концам горизонтального рычага приложены вертикальные силы 40 Н и 240 Н, длина меньшего плеча рычага равна 6 см. Определите длину рычага, если он находится в равновесии.

**25.28.** Какие из показанных на рисунке 214 инструментов можно рассматривать как разновидности рычагов? Сделайте в тетради схематические рисунки этих инструментов и укажите на них плечи рычагов и прикладываемые силы.

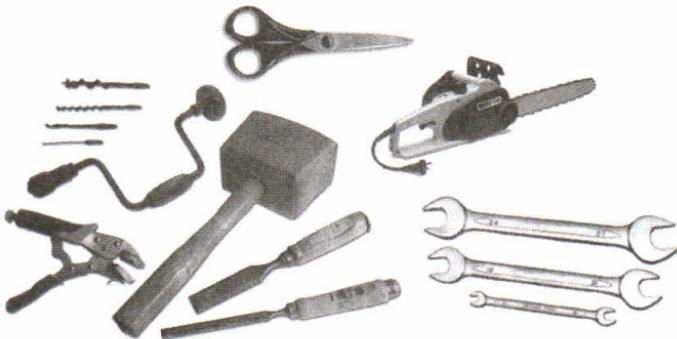


Рис. 214

**25.29.** Какова масса каждого груза (рис. 215), если их общая масса  $M = 30$  кг? Рычаг находится в равновесии.



Рис. 215

**25.30.** Какова масса каждого груза (рис. 216), если их общая масса 24 кг? Рычаг находится в равновесии.

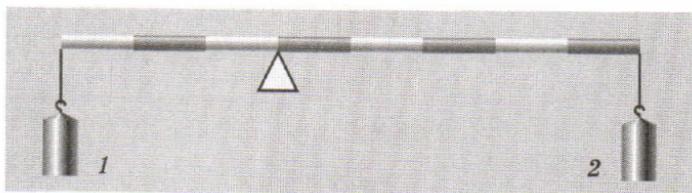


Рис. 216

**25.31.** Какова масса каждого груза (см. рис. 209), если вес одного из них больше веса другого на 160 Н? Рычаг находится в равновесии.

**25.32.** К концам горизонтального рычага приложены вертикальные силы 2 Н и 18 Н. Длина рычага 1 м. Где находится точка опоры, если рычаг в равновесии? Вес рычага не учитывайте.

**25.33.** К концам рычага длиной 1 м подвешены грузы массой 7 кг и 13 кг. На каком расстоянии от середины рычага надо поместить опору, чтобы рычаг находился в равновесии?

**25.34.** С какой силой надо тянуть за кольцо А (рис. 217), чтобы поднять груз, масса которого 25 кг? Масса нитей и блоков мала.

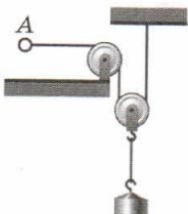


Рис. 217

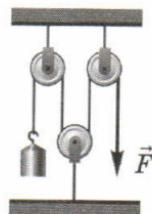


Рис. 218

**25.35.** Какой выигрыш в силе дает система, показанная на рисунке 218? На сколько надо вытянуть вниз свободный конец веревки, чтобы груз поднялся на 20 см?

**25.36.** Груз какой массы можно поднять с помощью подвижного блока, вес которого 20 Н, прилагая к свободному концу веревки усилие 210 Н? Трение не учитывайте.

**25.37.** Одна наклонная плоскость имеет длину 7,2 м и высоту 1,8 м, другая при длине 6 м имеет высоту 1,5 м. Какая из этих наклонных плоскостей обеспечит больший выигрыш в силе при подъеме тела? Трение не учитывайте.

## Третий уровень

### Пример решения задачи

Чтобы приподнять один конец доски, лежащей на земле, необходимо приложить силу 100 Н. Какова масса доски?

Решение. Доску можно рассматривать как рычаг, точка опоры которого совпадает с концом доски, опирающимся на землю (рис. 219). Необходимо учесть, что сила тяжести, действующая на любой однородный стержень (в частности на доску), приложена в центре стержня.

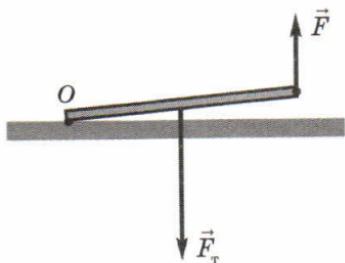


Рис. 219

Используя условие равновесия рычага (правило моментов), запишем  $Fl = \frac{F_g l}{2}$ , откуда получаем

$$F = \frac{F_g}{2} = \frac{mg}{2} \Rightarrow m = \frac{2F}{g} = \frac{2 \cdot 100 \text{ Н}}{10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}} = 20 \text{ кг.}$$

Ответ: 20 кг.

**25.38.** На рисунке 220 изображены кусачки, железнодорожный шлагбаум, тормозная педаль автомобиля и подъемный кран. Укажите точку опоры и плечи сил этих рычагов. В каких случаях эти механизмы используют для получения выигрыша в силе, а в каких — выигрыша в перемещении?



Рис. 220

**25.39.** На рычаге уравновешен сосуд кубической формы. Остается ли рычаг в равновесии, если сосуд наполнить водой и опустить в воду?

**25.40.** На рисунке 221 изображены рычажные весы.

- Почему плечи коромысла весов никогда не делают очень короткими?
- Почему результат взвешивания не зависит от того, где лежит взвешиваемое тело — посередине чашки весов или ближе к краю?

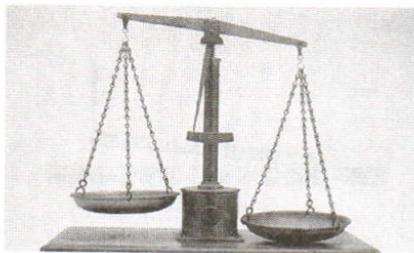


Рис. 221

**25.41.** Какая из наклонных плоскостей, изображенных на рисунке 222, дает наибольший выигрыш в силе? Почему?

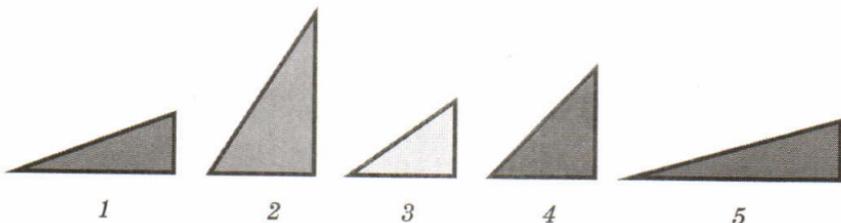


Рис. 222

**25.42.** Стержень, на одном конце которого подвешен груз весом 120 Н, находится в равновесии в горизонтальном положении, если его подпереть на расстоянии  $\frac{1}{5}$  длины стержня от груза. Чему равен вес стержня?

**25.43.** Если груз лежит на левой чашке неравноплечих весов, его уравновешивают гири массой  $m_1 = 2$  кг на правой чашке. Если же груз положить на правую чашку, его уравновесит только одна гиря массой  $m_2 = 0,5$  кг на левой чашке. Какова масса  $m$  груза? Во сколько раз одно плечо весов длиннее другого?

**25.44.** Если груз лежит на левой чашке неравноплечих весов, его уравновешивают гири массой  $m_1 = 9$  кг на правой чашке. Если же груз положить на правую чашку, его уравновешива-

ют гири массой  $m_2 = 25$  кг на левой чашке. Какова масса  $m$  груза? На сколько одно плечо рычага длиннее другого, если общая их длина равна 60 см?

**25.45.** К концам горизонтального рычага приложены направленные вниз силы 15 Н и 10 Н. Точка опоры находится на 10 см ближе к одному концу рычага, чем к другому. Какова длина рычага, если он находится в равновесии?

**25.46.** К концам горизонтального рычага приложены направленные вниз силы 12 Н и 8 Н. Точка опоры находится на 5 см ближе к одному концу рычага, чем к другому. Какова длина рычага, если он находится в равновесии?

**25.47.** Чтобы измерить массу линейки, на один из ее концов положили груз массой 30 г и начали выдвигать этот конец за край стола. Линейка находилась в равновесии, пока ее не выдвинули на четверть длины. Чему равна масса линейки? На сколько можно было бы выдвинуть линейку, если бы масса груза была 15 г? Считайте, что сила тяжести линейки приложена в ее центре.

**25.48.** Брускок массой 6 кг нужно опрокинуть через ребро  $O$  (рис. 223). Найдите необходимую для этого силу  $F$ , если ширина бруска 50 см, а высота 75 см.

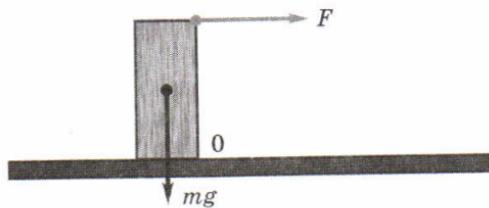


Рис. 223

### Крепкие орешки

**25.49.** Масса груза 1 (рис. 224) — 1 кг, масса груза 3 — 2 кг. Какова масса груза 2?

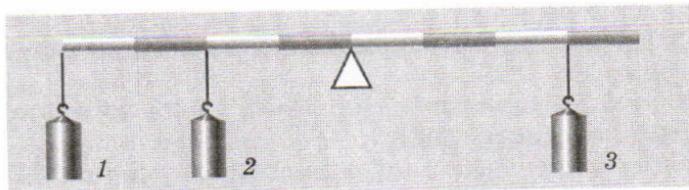


Рис. 224

**25.50.** Масса груза 1 (см. рис. 225) 5 кг, масса рычага 2 кг. Какова масса груза 2?

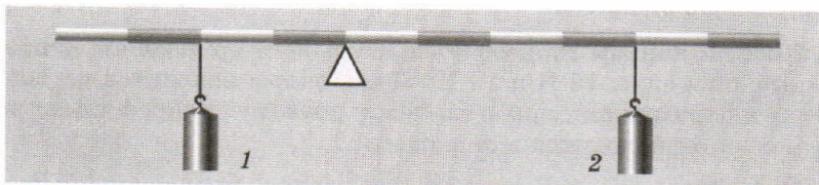


Рис. 225

**25.51.** Стержень массой 9 кг и длиной 1 м лежит на двух опорах. Одна из них находится у левого края стержня, а другая — на расстоянии 10 см от правого края. С какой силой действует на стержень каждая из опор?

**25.52.** Однородный стержень длиной 1 м подвешен горизонтально на двух динамометрах. Первый динамометр находится на расстоянии 10 см от левого конца стержня и показывает 20 Н, второй динамометр находится на расстоянии 30 см от правого конца. Какова масса стержня?

**25.53.** К концам легкого рычага длиной 50 см подвешены медный и серебряный сплошные шары одинакового объема. На каком расстоянии от середины рычага надо разместить точку опоры, чтобы рычаг находился в равновесии?

**25.54.** Прямолинейный кусок проволоки массой 40 г подведен за середину (рис. 226). Левую половину куска согнули, как показано на рисунке. Какой массы груз надо подвесить в точке А, чтобы восстановить равновесие?



Рис. 226

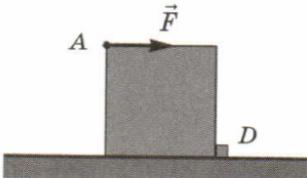


Рис. 227

**25.55.** На полу лежит упирающийся в выступ  $D$  однородный куб массой  $m$  (рис. 227).

- Какую горизонтальную силу  $F$  надо приложить в точке  $A$ , чтобы наклонить куб?
- Какую наименьшую силу надо приложить в точке  $A$ , чтобы наклонить куб? Как эта сила должна быть направлена?

Сила сцепленья  
Вяжет пары,  
Мощь тяготенья  
Держит миры,  
Атомов средство  
Жизнь создает,  
Света господство  
К знанью ведет.  
*Николай Морозов*

## 26. МЕХАНИЧЕСКАЯ РАБОТА. МОЩНОСТЬ

### УСТНАЯ РАЗМИНКА

**26.1.** На пружине неподвижно висит груз (рис. 228). Совершает ли механическую работу действующая на груз сила упругости? сила тяжести?



Рис. 228

**26.2.** В каких случаях сила тяжести совершает механическую работу (рис. 229)?

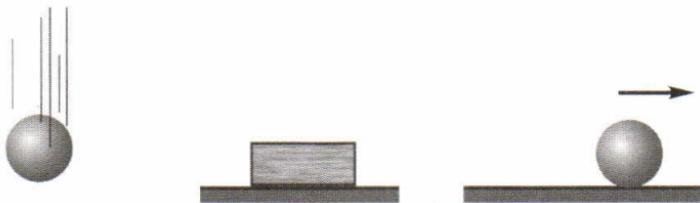


Рис. 229

**26.3.** Автомобиль равномерно движется по шоссе. Совершает ли при этом работа сила тяжести?

**26.4.** В каком случае совершена большая работа: при действии силы в 8 Н на расстоянии 5 м или при действии силы в 20 Н на расстоянии 2 м? Обе силы направлены в сторону движения.



Рис. 230

**26.5.** Две девочки, имеющие разную массу, наперегонки поднялись по лестнице на второй этаж дома одновременно. Однаковую ли мощность развивали они при этом?

**26.6.** Кто развивает большую мощность: медленно поднимающийся по лестнице человек или спортсмен той же массы, совершающий прыжок с шестом на ту же высоту (рис. 230)?

**26.7.** Два одинаковых по размеру и конструкции корабля развивают разную мощность. С одинаковой ли скоростью будут двигаться эти корабли?

### ■ Первый уровень

**26.8.** Груз массой 1 кг равномерно подняли на 1 м. Какую при этом совершили работу?

**26.9.** Со скалы упал камень массой 400 г. Какую работу совершила сила тяжести, если высота скалы 12 м?

**26.10.** Груз весом 20 Н равномерно подняли, совершив работу 300 Дж. На какую высоту подняли груз?

**26.11.** Лифт поднял нескольких человек на 20 м. При этом совершена работа 42 кДж. Скольких человек поднял лифт, если вес каждого из них можно считать равным 700 Н?

**26.12.** При падении дождевой капли массой 20 мг сила тяжести совершила работу 0,4 Дж. С какой высоты упала капля?

**26.13.** Какую мощность развивает моторчик механической игрушки, если за 1 мин он совершает работу 120 Дж?

**26.14.** Человек поднял за 16 с ведро воды массой 10 кг из колодца глубиной 8 м. Какую мощность он при этом развивал? Считайте, что ведро двигалось равномерно.

**26.15.** Мощность двигателя подъемника 8 кВт. Какой массы груз он может поднять на высоту 15 м за 1 мин?

**26.16.** На какую высоту сможет подняться по канату спортсмен массой 60 кг за 2 с, если он развивает мощность 0,9 кВт?

**26.17.** За какое время автомобильный двигатель мощностью 100 кВт совершает работу 12 МДж?

### ■ Второй уровень

**26.18.** Совершает ли работу космонавт в состоянии невесомости, равномерно поднимая предметы?

**26.19.** Почему мощность двигателя может служить его характеристикой, а работа — нет?

**26.20.** Почему при прыжках человек должен развивать мощность в 3—10 раз большую, чем при ходьбе?

**26.21.** Почему при разгоне двигатель автомобиля развивает большую мощность, чем при равномерном движении?

**26.22.** Люстра высотой 2 м и массой 30 кг стоит на полу зала. Какую работу надо совершить, чтобы поднять ее к потолку, если высота зала 10 м?

**26.23.** Какую работу совершают при подъеме гранитной плиты объемом 2 м<sup>3</sup> на высоту 12 м?

**26.24.** Лошадь тянет телегу с постоянной скоростью 0,8 м/с, прилагая силу 400 Н. Какую работу она совершила при этом за 2 ч?

**26.25.** Определите работу, совершенную электровозом за 2 ч равномерного перемещения состава со средней скоростью 54 км/ч, если сила тяги 50 кН.

**26.26.** Подъемный кран 45 с равномерно поднимал груз массой 2 т, совершив при этом работу 360 кДж. С какой скоростью двигался груз?

**26.27.** На какое расстояние равномерно переместили по полу груз массой 100 кг, если приложенная к нему горизонтальная сила совершила работу 4,5 кДж? Коэффициент трения между грузом и полом равен 0,15.

**26.28.** Человек вытаскивает ведро с водой из глубокого колодца. Какую работу он совершает за 1 мин, если перебирает веревку со скоростью 25 см/с? Масса ведра с водой 10 кг.

**26.29.** Человек толкает тележку, прикладывая горизонтальную силу 60 Н. Тележка движется равномерно. Какова ее скорость, если за 3 мин человек совершает работу 14 кДж?

 **26.30.** Лошадь тянет телегу со скоростью 3 м/с, прикладывая силу 100 Н. Какую мощность развивает лошадь?

**26.31.** Сила тяги двигателя сверхзвукового самолета при скорости полета 2340 км/ч равна 220 кН. Найдите мощность двигателя в этом режиме полета.

**26.32.** Подъемный кран поднимает груз со скоростью 0,05 м/с. Груз какой массы может поднять этот кран, если мощность мотора 1,5 кВт?

**26.33.** Сколько времени потребуется для откачки 9 т воды из котлована глубиной 12 м, если мощность насоса 1,5 кВт?

**26.34.** Пожарный насос развивает мощность 6 кВт. На какой этаж он может подавать ежеминутно 1500 л воды? Расстояние между этажами 3 м.

**26.35.** Какое время понадобилось бы для подъема слона на четвертый этаж с помощью двигателя мощностью 100 Вт (такую мощность имеет моторчик кофемолки)? Высота этажа 3 м, масса слона 4 т.

**26.36.** Эскалатор метро поднимает 100 пассажиров на высоту 20 м за 1 мин. Сравните мощность эскалатора с мощностью легкового автомобиля, приняв для оценки, что масса пассажира 70 кг, а мощность автомобиля 70 кВт.

## ■ Третий уровень

### Пример решения задачи

Со дна озера на поверхность воды подняли камень объемом 5 дм<sup>3</sup>. Глубина озера 6 м. Определите плотность камня, если при его подъеме была совершена работа 450 Дж. Сопротивление воды не учитывайте.

Дано:

$$V = 0,005 \text{ м}^3$$

$$h = 6 \text{ м}$$

$$A = 450 \text{ Дж}$$

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

$$\rho_{\text{k}} = ?$$

Решение.

На камень действуют две силы, направленные в противоположные стороны: сила тяжести  $F_{\text{т}} = mg$  и сила Архимеда  $F_{\text{A}} = \rho_{\text{в}}gV$ . Для подъема камня надо приложить силу  $F$ , равную по модулю разности этих двух сил:  $F = mg - \rho_{\text{в}}gV$ . Работа, совершенная при подъеме камня, равна:

$$A = Fh = (mg - \rho_{\text{в}}gV)h = (\rho_{\text{k}}gV - \rho_{\text{в}}gV)h = gVh(\rho_{\text{k}} - \rho_{\text{в}}).$$

Отсюда можно найти плотность камня:

$$\rho_{\text{k}} = \frac{A}{gVh} + \rho_{\text{в}} = \frac{450 \text{ Дж}}{10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \cdot 0,005 \text{ м}^3 \cdot 6 \text{ м}} + 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} = 2500 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}.$$

Ответ: 2500 кг/м<sup>3</sup>.



Рис. 231

**26.37.** Спортсмен рывком поднимает штангу (рис. 231). Сравните совершающую им механическую работу на первой и второй половине подъема.

**26.38.** Может ли сила трения покоя совершать работу? Если может, приведите пример.

**26.39.** Одинаковая ли механическая работа совершается при вбивании гвоздя в бревно и при вытаскивании его из бревна?

**26.40.** Автомобиль, двигавшийся по горизонтальной дороге, въезжает на крутой подъем. Почему при этом водитель снижает скорость движения?

**26.41.** Что нужно знать, чтобы оценить мощность, которую развивают животные (например, лягушка или кузнечик) во время прыжка?

 **26.42.** Почему на гоночных автомобилях используют двигатели гораздо большей мощности, чем на обычных (рис. 232)?



Рис. 232

**26.43.** Когда судно на подводных крыльях (рис. 233) приподнимается во время движения, его скорость значительно увеличивается, хотя мощность двигателей при этом изменяется незначительно. Объясните, вследствие чего увеличивается скорость судна.



Рис. 233

**26.44.** Сосновое бревно всплыло со дна водоема. Выталкивающая сила совершила при этом работу 6 кДж. Какова масса бревна, если глубина водоема 4 м?

**26.45.** Какую работу надо совершить, чтобы поднять со дна реки на поверхность воды гранитную глыбу объемом  $0,5 \text{ м}^3$ ? Глубина реки 2 м. Сопротивление воды не учитывайте.

**26.46.** Вагонетку толкают горизонтальной силой 300 Н. При этом вагонетка движется равномерно. Какова скорость ее движения, если за 20 мин совершается работа 180 кДж?

**26.47.** Лошадь везет сани массой 300 кг с постоянной скоростью 2 м/с. Каков коэффициент трения между полозьями саней и дорогой, если за 1 ч работа по перемещению саней составила 2,2 МДж?

**26.48.** Столб, лежавший на земле, поставили вертикально. Определите совершенную при этом работу, если масса столба равна 150 кг, длина 6 м и сечение столба одинаково по всей длине.

**26.49.** Чему равно давление под поршнем площадью 20 см<sup>2</sup>, если при подъеме поршня на 15 см сила давления газа совершила работу 210 Дж? Считайте давление постоянным.

**26.50.** На фотографии (рис. 234) показан самый большой в мире самолет Ан-225. Каждый из его шести двигателей развивает мощность 10 МВт при полете со скоростью 220 м/с. Какова общая сила тяги этих двигателей? Чему равна сила сопротивления воздуха, действующая на самолет в полете?



Рис. 234

**26.51.** Лебедка подняла со дна озера камень объемом 2,4 м<sup>3</sup>. Сколько времени длился подъем, если глубина озера 6 м, а лебедка развивала мощность 0,5 кВт? Плотность камня 2500 кг/м<sup>3</sup>. Силу сопротивления воды не учитывайте.

**26.52.** Сила тяги тепловоза (рис. 235) равна 72 кН. Мощность двигателей 3000 кВт. За какое время поезд при равномерном движении пройдет путь, равный 15 км?



Рис. 235

**26.53.** Высота плотины гидроэлектростанции 12 м (рис. 236), мощность водяного потока 3 МВт. Найдите объем воды, падающей с плотины за 1 мин.

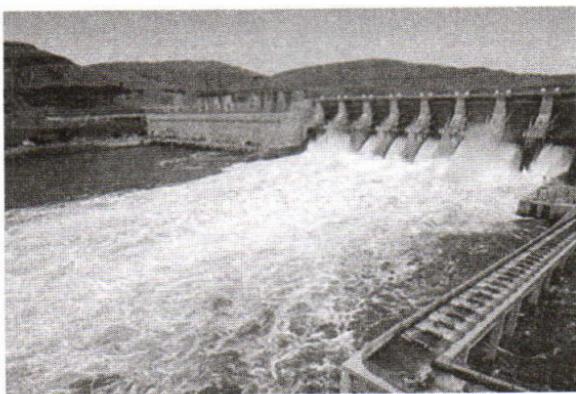


Рис. 236

### Крепкие орешки

⌚ **26.54.** Чтобы растянуть пружину на 10 см, надо приложить силу 100 Н. Какую работу совершили при растяжении пружины?

**26.55.** Недеформированную пружину растянули на 1 см, затем — еще на 1 см. При каком из этих действий пришлось совершить большую работу? Во сколько раз большую?

⌚ **26.56.** Чтобы пробка длиной 5 см сдвинулась, надо приложить силу 20 Н (рис. 237). Какую работу надо совершить, чтобы вытащить пробку из трубки, двигая ее вправо? Как изменится ответ, если пробку надо вытащить, двигая ее влево? Считайте, что сила трения, действующая на пробку со стороны трубы, пропорциональна площади соприкосновения пробки и трубы.

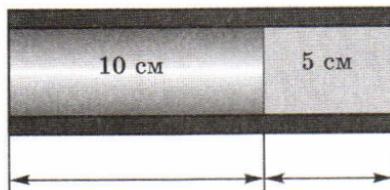


Рис. 237

**26.57.** Гвоздь длиной 10 см забит по шляпку в доску толщиной 4 см. Какую работу надо совершить, чтобы вытащить его, если вначале надо приложить силу 20 Н.



Рис. 238

стволе во время выстрела в 2000 раз больше атмосферного давления?

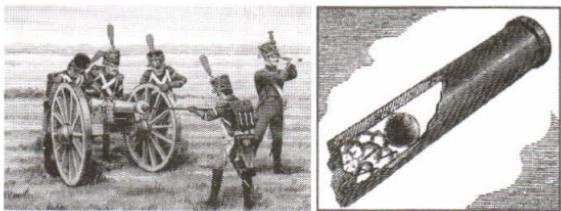


Рис. 239

**26.60.** При равномерном движении мотор автомобиля развивает обычно мощность, не превышающую 10 % его максимальной мощности. Для чего нужен такой большой запас мощности двигателя?

Равнение налево — то же самое, что равнение направо, с той разницей, что все делается как раз наоборот.

А.Дюма

## 27. КОЭФФИЦИЕНТ ПОЛЕЗНОГО ДЕЙСТВИЯ

### УСТНАЯ РАЗМИНКА

**27.1.** При использовании блока полезная работа равна 750 Дж, а совершенная — 1 кДж. Каков КПД блока?

**27.2.** С помощью наклонной плоскости поднимают груз на некоторую высоту. КПД наклонной плоскости равен 75 %. Что это означает?

**27.3.** Приведите примеры проявления «золотого правила» механики при использовании простых механизмов.

**27.4.** Почему совершенная при использовании механизмов работа всегда больше полезной работы?

**27.5.** Можно ли получить выигрыш в работе при использовании неподвижного блока? подвижного блока?

**27.6.** Можно ли получить выигрыш в работе при использовании наклонной плоскости?

**27.7.** Как можно увеличить КПД? Приведите примеры.

## ■ ПервыЙ УРОВЕНЬ

**27.8.** Каков КПД механизма, если полезная работа составляет три четверти от совершенной работы? две трети?

(?) **27.9.** Равномерно поднимая груз весом 100 Н с помощью несмазанного неподвижного блока, рабочий прикладывает силу 150 Н. Каков КПД этого блока?

(?) **27.10.** Поднимая груз с помощью некоторого рычага, рабочий выигрывает в силе в 5 раз, но проигрывает в пути в 7 раз. Каков КПД этого рычага?

**27.11.** При использовании некоторой наклонной плоскости выигрывают в силе в 6 раз, но проигрывают в пути в 8 раз. Каков КПД этой наклонной плоскости?

**27.12.** При использовании некоторой системы блоков получают выигрыш в силе в 5 раз, а проигрыш в пути — в 8 раз. Каков КПД этой системы блоков?

**27.13.** С помощью рычага подняли груз массой 4 кг на 120 см. При этом сила, приложенная к длинному концу рычага, совершила работу 60 Дж. Каков КПД рычага?

## ■ ВТОРОЙ УРОВЕНЬ

**27.14.** Используя одинаковые блоки, можно поднять груз  $P$  на одну и ту же высоту (рис. 240). Одинаковы ли КПД установок? Ответ обоснуйте.

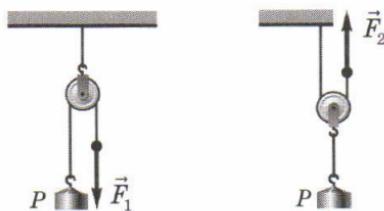


Рис. 240

**27.15.** Предложите простые механизмы, которые позволяют получить выигрыш в силе в 4 раза, в 8 раз, в 12 раз.

**27.16.** Плоскость имеет такой наклон, что при перемещении по ней груза получается проигрыш в пути в 2 раза. Какой выигрыш в силе дает использование такой наклонной плоскости при отсутствии сил трения? при действии сил трения?

 **27.17.** Груз массой 120 кг равномерно поднимают с помощью подвижного блока, прикладывая силу 750 Н к свободному концу веревки. Каков КПД блока?

**27.18.** Груз массой 60 кг поднимают с помощью подвижного блока. Какую силу прикладывают к свободному концу веревки, если КПД блока 75 %?

**27.19.** Равномерно поднимая груз весом 100 Н с помощью подвижного блока, рабочий прикладывает силу 70 Н. Каков КПД этого блока?

**27.20.** С помощью неподвижного блока равномерно подняли груз массой 45 кг на высоту 3 м. Каков КПД блока, если приложенная сила была равна 500 Н? Есть ли в условии лишние данные?

**27.21.** Груз равномерно поднимают с помощью неподвижного блока, прикладывая силу 300 Н. Какова масса груза, если КПД составляет 70 %?

**27.22.** Груз массой 245 кг с помощью рычага равномерно подняли на высоту 6 см. При этом к длинному плечу рычага была приложена сила 500 Н, а точка приложения силы опустилась на 30 см. Вычислите КПД рычага.



## Третий уровень

### Пример решения задачи

С помощью подвижного блока поднимают груз массой 80 кг, прикладывая к свободному концу веревки силу 500 Н. Определите КПД блока.

Дано:

$$\begin{aligned}m &= 80 \text{ кг} \\F &= 500 \text{ Н}\end{aligned}$$

$\eta = ?$

Решение.

Согласно определению КПД  $\eta = \frac{A_{\text{пол}}}{A_{\text{сов}}} \cdot 100 \%$ . При подъеме груза на высоту  $h$  полезная работа  $A_{\text{пол}} = mgh$ . Совершенная работа  $A_{\text{сов}} = F \cdot 2h$ , так как свободный конец веревки надо вытянуть на расстояние  $2h$ . Следовательно,

$$\eta = \frac{mgh}{2Fh} \cdot 100 \% = \frac{mg}{2F} \cdot 100 \% = \frac{80 \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}}{2 \cdot 500 \text{ Н}} \cdot 100 \% = 80 \%$$

Ответ: 80 %.

**27.23.** Как изменяется КПД механизма при уменьшении силы трения?

**27.24.** Докажите, что «золотое правило» механики применимо к гидравлической машине. Трение не учитывайте.

**27.25.** Как можно увеличить коэффициент полезного действия неподвижного блока?

**27.26.** Каким образом можно увеличить КПД неподвижного блока? подвижного блока? системы блоков?

**27.27.** Какими способами можно увеличить коэффициент полезного действия наклонной плоскости? Что можно для этого использовать?

**27.28.** Чему равен КПД гидравлической машины, если для равномерного подъема груза массой 1,2 т необходимо прикладывать к меньшему поршню силу 160 Н? Площади поршней равны 5 см<sup>2</sup> и 500 см<sup>2</sup>.

**27.29.** Высота наклонной плоскости равна 1,2 м, а длина 10,8 м. Для подъема по этой наклонной плоскости груза массой 180 кг потребовалась сила 250 Н. Определите КПД наклонной плоскости и силу трения.

**27.30.** Для подъема груза массой 50 кг по наклонной плоскости высотой 40 см требуется приложить силу 50 Н. Какова длина этой плоскости, если КПД ее 80 % ? Чему равна сила трения при подъеме груза?

**27.31.** Груз массой 12 кг поднимают один раз с помощью неподвижного блока, а другой раз — с помощью подвижного. Масса каждого блока 3 кг. Определите КПД в каждом случае, если трением в блоках можно пренебречь. Есть ли в условии задачи лишние данные?

### Крепкие орешки

**27.32.** Конец ручки домкрата опускается за один ход на 20 см. Сколько качаний надо сделать, чтобы, прикладывая к концу ручки вертикальную силу 150 Н, поднять автомобиль массой 3 т на 25 см? КПД домкрата 50 % .

**27.33.** Длина ручки винтового домкрата равна 25 см, а шаг винта (перемещение винта вдоль его оси за один оборот ручки) составляет 5 мм. Закручивая винт, к концу ручки прикладывают силу 200 Н. Груз какой массы можно было бы поднимать с помощью домкрата, если бы трением можно было пренебречь?

**27.34.** Сколько воды можно поднять из колодца глубиной 36 м за 1 ч, если мощность электродвигателя насоса равна 5 кВт, а КПД установки 70 % ?

**27.35.** Груз поднимают с помощью системы блоков, изображенной на рисунке 241. КПД каждого блока 90 %. Каков КПД системы?

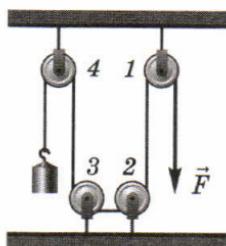


Рис. 241

**27.36.** КПД подвижного блока при подъеме первого груза равен 80 %, а при подъеме второго груза — 90 %. Масса какого груза больше? Во сколько раз больше? Считайте, что трением в блоке можно пренебречь.

Энергия — вот вечное наслаждение!

У. Блейк

## 28. МЕХАНИЧЕСКАЯ ЭНЕРГИЯ. ЗАКОН СОХРАНЕНИЯ ЭНЕРГИИ

### УСТНАЯ РАЗМИНКА

**28.1.** В каких случаях можно сказать, что тело обладает энергией? Приведите примеры.

**28.2.** Какие тела обладают потенциальной энергией? кинетической энергией? Приведите примеры.

**28.3.** Для чего при строительстве гидроэлектростанций возводят плотины?

**28.4.** В каких из перечисленных случаев тело приобретает кинетическую энергию, а в каких — потенциальную:

- пуля вылетает из ружья;
- кирпич равномерно поднимают на некоторую высоту;
- недеформированную пружину сжимают;
- недеформированную пружину растягивают?

**28.5.** Какие превращения энергии происходят при падении камня? Считайте, что силой сопротивления воздуха можно пренебречь.

**28.6.** У поэта В. Я. Брюсова есть такие строки:

Санки, в радостном разбеге,  
Покатились с высоты.

Как изменяется при этом кинетическая и потенциальная энергия санок?

**28.7.** Автомобиль разгоняется на горизонтальной дороге. Изменяется ли его потенциальная энергия? кинетическая энергия?

**28.8.** Автомобиль равномерно поднимается в гору. Как изменяются его потенциальная и кинетическая энергия?

**28.9.** Как изменяются потенциальная и кинетическая энергия самолета при взлете и посадке?

**28.10.** Шайба соскальзывает с ледяной горки. Какие превращения энергии происходят при этом? Считайте, что трением можно пренебречь.

## Первый уровень

**28.11.** Тело массой 500 г находится на высоте 2 м над столом. Какова его потенциальная энергия? Считайте, что нулевому значению потенциальной энергии соответствует положение тела на поверхности стола.

**28.12.** Какой потенциальной энергией обладает дождевая капля массой 20 мг на высоте 2 км? Считайте, что нулевому значению потенциальной энергии соответствует положение капли у поверхности Земли.

**28.13.** Тело массой 1 кг движется со скоростью 2 м/с. Какова его кинетическая энергия?

**28.14.** Стальная деталь объемом 4 дм<sup>3</sup> находится на высоте 2 м от пола. Определите потенциальную энергию детали. Считайте, что нулевому значению потенциальной энергии соответствует положение детали у пола.

**28.15.** Две одинаковые тележки движутся со скоростями 36 км/ч и 54 км/ч. Во сколько раз отличаются значения их кинетической энергии?

**28.16.** Какова масса тела, если при подъеме на высоту 8 м его потенциальная энергия увеличилась на 240 Дж?

**28.17.** Какова масса тела, если при скорости 5 м/с его кинетическая энергия равна 50 Дж?

**28.18.** На какую высоту надо поднять тело массой 15 кг, чтобы потенциальная энергия тела увеличилась на 45 Дж?

## Второй уровень



Рис. 242

**28.19.** На одной и той же высоте находятся алюминиевый и свинцовый шарики одинакового радиуса. У какого из них потенциальная энергия больше?

**28.20.** Стальной шарик падает на металлическую плиту и отскакивает от нее. Какие превращения энергии происходят при падении шарика, во время его соприкосновения с плитой, при подъеме? Считайте, что механическая энергия сохраняется.

**28.21.** Как изменяются кинетическая и потенциальная энергия воды в водопаде (рис. 242)?

**28.22.** Зачем перед прыжком в длину спортсмен берет разбег (рис. 243)?

**28.23.** Опишите превращения энергии при прыжках на батуте (рис. 244).



Рис. 243



Рис. 244

**28.24.** Опишите превращения энергии, которые происходят при спортивной стрельбе из лука (рис. 245).



Рис. 245

**28.25.** Могут ли два тела, имеющие разную массу, обладать одинаковой кинетической энергией? Если да, то при каком условии?

**28.26.** Подвешенный на нити шарик отвели в сторону и отпустили. Как изменяются со временем кинетическая и потенциальная энергия шарика?

**28.27.** Морские волны, разрушая берега, совершают большую работу. Какой энергией они обладают и что является источником этой энергии?

**28.28.** Метеориты влетают с огромной скоростью в земную атмосферу (рис. 246). Их поверхность сильно нагревается. За счет какой энергии это происходит?

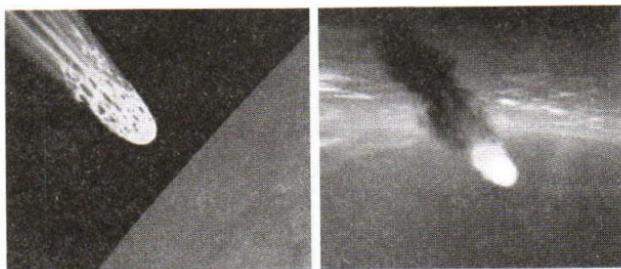


Рис. 246

**28.29.** Ударяясь о поверхность Луны, метеориты буквально взрываются, разбрасывая грунт в разные стороны. В результате образуются мелкие и средние кратеры (рис. 247). За счет какой энергии происходят эти процессы?

**28.30.** Медный и алюминиевый шары одинакового объема подняли на одинаковую высоту. Для какого шара изменение потенциальной энергии больше? Во сколько раз больше?

**28.31.** При каком условии два тела, поднятые на разную высоту, будут обладать одинаковой потенциальной энергией? Массы тел неодинаковы.

**28.32.** Медный и алюминиевый шарики подняли на одинаковую высоту. При этом их потенциальная энергия изменилась одинаково. Объем какого шарика больше? Во сколько раз?

**28.33.** Гранитную и бетонную плиты подняли на одинаковую высоту. При этом их потенциальная энергия изменилась одинаково. Объем какой плиты больше? Во сколько раз больше?



Рис. 247

**28.34.** Во время циркового представления слон массой 3 т поднялся на тумбу высотой 50 см, а его дрессировщика массой 80 кг подняли под самый купол на высоту пятиэтажного дома (15 м). Кто из них приобрел большую потенциальную энергию — слон или дрессировщик?

**28.35.** На рисунке 248 схематически показана траектория одной из комет Солнечной системы. Повторите рисунок в тетради и отметьте на нем, в какой точке траектории потенциальная энергия кометы максимальна, а в какой — минимальна. Что можно сказать о кинетической энергии кометы в отмеченных вами точках?

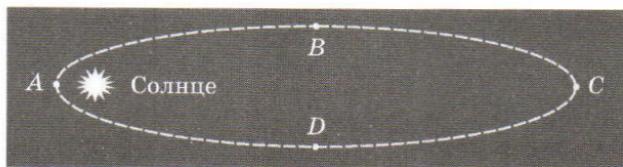


Рис. 248

**28.36.** В начальный момент грузы (рис. 249) покоятся. Увеличится или уменьшится суммарная потенциальная энергия грузов, если их отпустить? На сколько? Как изменится кинетическая энергия грузов? Считайте, что трением можно пренебречь.

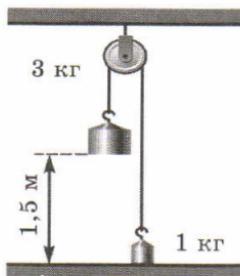


Рис. 249



### Третий уровень

**28.37.** Почему грузовой автомобиль должен иметь более мощные тормоза, чем легковой?

**28.38.** Как изменяется потенциальная энергия плота, плывущего по течению реки (рис. 250)?



Рис. 250

28.39. Деревянный бруск положили на дно аквариума с водой и отпустили. Как изменяется потенциальная энергия бруска при его всплывании? Как изменяется при этом потенциальная энергия воды? Как изменяется сумма потенциальной энергии бруска и воды? Сопротивление воды не учитывайте.

28.40. На рисунке 251 изображен поднимающийся воздушный шар. За счет какой энергии возрастает потенциальная энергия шара?



Рис. 251

28.41. Почему при движении в городе автомобиль потребляет (в расчете на 1 км) значительно больше горючего, чем при езде за городом?

28.42. Можно ли совершить работу в 5 Дж, подняв лишь один раз гирю массой 100 г на высоту 1 м?

28.43. Какова потенциальная энергия растянутой пружины, если она растянута на 4 см и для удержания пружины в растянутом состоянии надо прикладывать силу 60 Н?

 **28.44.** Какую работу совершают при подъеме камня массой 400 г на высоту 1 м, прикладывая к камню силу 4 Н? Как изменится ответ, если приложенная сила равна 10 Н? Энергию какого вида приобрел камень в каждом из этих случаев?

### Крепкие орешки

**28.45.** Какую работу надо совершить, чтобы втащить на плоскую крышу свисающий с нее канат длиной 10 м и массой 6 кг?

**28.46.** Какую работу надо совершить, чтобы из  $n$  лежащих на земле кирпичей сложить стопку? Масса одного кирпича  $m$ , толщина  $h$ .

**28.47.** Какую работу надо совершить, чтобы поднять на цепи из колодца глубиной 30 м ведро с водой? Масса цепи 8 кг, масса ведра с водой 10 кг. Размерами ведра можно пренебречь.

**28.48.** Великан и лилипут вместе вошли в лифт на первом этаже. Великан вышел на третьем этаже, а лилипут — на одиннадцатом. У кого из них больше изменилась потенциальная энергия, если масса великана в 6 раз больше массы лилипута? Во сколько раз больше?

Рискуя повторить то, что уже всем известно, я все-таки хочу напомнить факты.

А. Конан Дойл

## 29. ДОМАШНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

### Первый уровень

**29.1.** Придумайте опыты, при помощи которых можно доказать, что применение подвижного блока не дает выигрыша в работе.

**29.2.** Потенциальная энергия поднятого тела зависит от массы тела и высоты, на которую оно поднято. Придумайте опыты, при помощи которых это можно продемонстрировать.

**29.3.** Кинетическая энергия зависит от массы тела и от скорости его движения. Придумайте опыты, при помощи которых это можно доказать.

**29.4.** Возьмите два тела разной массы и динамометр. Определите, во сколько раз одно тело надо поднять выше другого, чтобы они обладали одинаковой потенциальной энергией относительно стола; относительно пола.

**29.5.** Придумайте способ определения потенциальной энергии растянутой резинки.

**29.6.** Возьмите спичку и переломите ее пополам, получившиеся части снова переломите пополам, и так продолжайте ломать спичку на все более мелкие части. Почему маленькие части труднее переламывать, чем большие?

## ■ Второй уровень

**29.7.** Возьмите метровую линейку-рычаг и попробуйте уравновесить ее грузом массой 100 г.

**29.8.** Измерьте с помощью линейки плечи рычагов (например, ножниц, гаечного ключа, ключа дверного замка, водопроводного крана и т. д.). Какой выигрыш в силе дают эти простые механизмы?

**29.9.** Возьмите ножницы разных видов, кусачки (рис. 252) и линейку. Определите, в каких пределах может изменяться выигрыш в силе при использовании данных инструментов.



Рис. 252

**29.10.** Рассчитайте работу, совершенную вами при ходьбе из дома в школу и обратно, если при каждом шаге вы совершаете в среднем работу 20 Дж.

**29.11.** Определите работу, совершающую вами при подъеме по лестнице между соседними этажами. Высоту одного этажа определите с помощью отвеса с метровыми делениями, а массу собственного тела — с помощью напольных весов.

**29.12.** Определите мощность, развиваемую вами при подъеме по вертикальному шесту или канату, при подтягивании на перекладине. Воспользуйтесь сантиметровой лентой, секундомером или часами с секундной стрелкой.

**29.13.** Положите на поверхность наклонной линейки монету. Подберите такой наклон, чтобы монета медленно скользила по линейке. Измерьте высоту наклонной плоскости и массу монеты. Определите потенциальную энергию монеты в момент начала скольжения. Назовите, какие превращения энергии вы наблюдали в этом опыте.

**29.14.** Измерьте массу мяча. Отпустив его на пол с высоты 1,5 м, проследите за изменением высоты подскоков мяча. Определите начальную потенциальную энергию мяча, опишите происходившие превращения энергии.

### Третий уровень

**29.15.** Положите на пол швабру. Какую работу надо совершить, чтобы поставить ее вертикально? Для решения задачи воспользуйтесь динамометром и линейкой.

**29.16.** Положите на поверхность стола 10 шашек. Определите работу, совершающуюся вами при укладке шашек в одну вертикальную стопку. Для определения работы воспользуйтесь миллиметровой линейкой, самодельным динамометром или бытовыми пружинными весами.

**29.17.** Что произойдет, если один конец стержня, находящегося в равновесии (рис. 253), изогнуть? Проделайте опыт и объясните его результат.

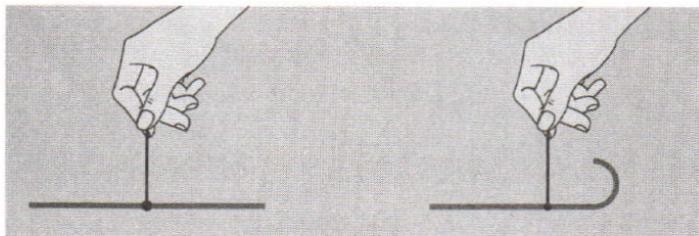


Рис. 253

**29.18.** Возьмите карандаш или ручку и напишите несколько слов. Ручка — рычаг. Присмотритесь к движению пальцев и кончика ручки при письме. Найдите точку опоры, оцените плечи. В чем вы проигрываете и в чем выигрываете? Во сколько раз?

**29.19.** Возьмите доску и придайте ей такой наклон, чтобы при равномерном подъеме тележки (или бруска) по этой доске можно было получить выигрыш в силе в три раза. Используйте линейку и динамометр.

**29.20.** Подложите под середину линейки карандаш так, чтобы линейка находилась в равновесии. Не изменяя взаимного расположения линейки и карандаша, уравновесьте на полученном рычаге одну монету с одной стороны и стопку из трех таких же монет с другой стороны. Измерьте плечи приложенных к рычагу сил и проверьте выполнение правила рычага.

## ОТВЕТЫ, УКАЗАНИЯ, РЕШЕНИЯ

### 3. Измерение физических величин

**3.7.** 1 дюйм = 2,54 см. **3.20.** Указание. Например, количество пальцев на руке или учеников в классе. **3.21. Решение.** Почти все страны вплоть до 18-го века применяли свои меры длины, массы, площади и т. д. Причем даже мера с одним и тем же названием в разных странах была разной: например, сажень в России и Польше имела разную длину. А во Франции крупные землевладельцы устанавливали в своих владениях собственные меры, то есть измеряли в буквальном смысле слова «своим аршином». Большое число различных мер и неудобные для расчетов соотношения между единицами создавали много затруднений, вводили в заблуждение, порождали ошибки и злоупотребления. Назрела необходимость уточнить основные единицы и упорядочить всю систему мер. И первым шагом к этому явилось создание эталонов длины в виде металлических линеек или стержней и эталонов массы в виде металлических гирь. Некоторые древнерусские единицы длины и единицы длины, применявшиеся в России с 18-го столетия до введения метрической системы, приведены на форзаце в начале книги. **3.37. Решение.** Такое измерение можно выполнить довольно точно, воспользовавшись ученической линейкой. Нужно лишь аккуратно намотать провод на карандаш, чтобы витки располагались вплотную друг к другу (рис. 254), и подсчитать число витков. Пусть, например, 20 витков заняли участок между делениями 0 и 1,8 см. Тогда диаметр провода

$$\frac{1,8 - 0}{20} = 0,09 \text{ (см), или } 0,9 \text{ мм.}$$

**3.38.** Указание. Надо сосчитать количество букв в строке, число строк на странице и число страниц в книге. **3.49.** Указание. Семь пядей — явное преувеличение, поскольку значение пяди колебалось от 19 до 23 см. **3.50. Решение.** Цена деления получится различной в зависимости от того, за какой стрелкой часов (секундной, минутной или часовой) мы наблюдаем. Ведь полный оборот секундной стрелки соответствует 1 мин, полный оборот минутной — 1 ч, а полный оборот часовой — 12 ч. Поэтому «шкале» на циферблате соответствуют три различных значения цены деления (каждой из трех стрелок соответствует своя цена деления). **3.61. а)** в 27 раз; **б)** в 9 раз; **в)** в 9 раз. **3.62. а)** в 64 раза; **б)** в 16 раз. **3.63. 60 м.** **3.64. 1 км.** **3.65. Решение.** В первом случае наиболее выгодно положить плитки в 14 рядов по 10 плиток в каждом ряду:  $0,15 \text{ м} \times 14 = 2,1 \text{ м}$ , а  $0,3 \text{ м} \times 10 = 3 \text{ м}$ . Итак, понадобится  $14 \times 10 = 140$  плиток. Во втором случае выложить стену только целыми плитками не удастся. Наиболее выгодно сделать 12 рядов шириной по 30 см:  $0,3 \text{ м} \times 12 = 3,6 \text{ м}$ . Каждый ряд будет содержать 12 целых плиток:  $0,15 \text{ м} \times 12 = 1,8 \text{ м}$ , и одну отрезанную часть плитки размерами  $10 \text{ см} \times 30 \text{ см}$ . Итак, понадобится  $12 \times 13 = 156$  плиток. Применение какого-либо другого способа приведет к разрезанию большего количества плиток.

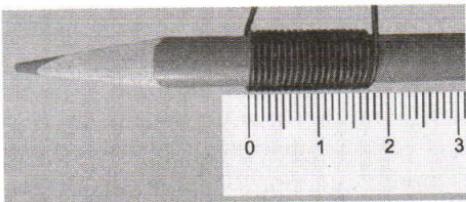


Рис. 254

## 4. Домашние экспериментальные задания

**4.8. Решение.** Надо взять сосуд малого объема (например, пробирку или крышечку от пластиковой бутылки), наполнить этот сосуд рисом и сосчитать количество зерен риса. Затем найти, во сколько раз объем стакана больше объема малого сосуда (например, наполняя стакан водой с помощью этого сосуда). **4.11. Указание.** Надо измерить толщину не одного листа, а большого их количества. Следует учесть, что страницы с номерами от 1 до 100 — это не 100 листов, а лишь 50. **4.17. Решение.** В одну мензурку налейте 100 мл воды (мензурка должна быть заполнена не доверху), а в другую насыпьте 50 мл сухого песка. Затем пересыпьте песок в воду. Если, например, уровень воды поднялся до отметки 130 мл, то общий объем песчинок равен 30 мл. Таким образом, объем песчинок составляет  $30/50$  общего объема песка, т. е. 60 %. Остальные 40 % занимают воздух.

## 5. Атомы и молекулы

**5.6.** В цветах содержатся ароматические вещества, молекулы которых диффундируют в воздух. **5.18.** Молекулы постоянно сталкиваются друг с другом, изменения направление движения. **5.21.** Частицы дыма в результате хаотического движения удаляются друг от друга. Объем, занимаемый дымом, увеличивается, и дым постепенно перестает быть видимым. **5.22.** Между молекулами газа при соударениях действуют силы отталкивания, превышающие силы их притяжения. **5.30.** При охлаждении струны становятся короче, их натяжение увеличивается. Все это может привести к разрыву струн. **5.33.** Размеры молекул не более миллионной доли миллиметра. **5.34.**  $3000 \text{ см}^2$ . **5.35.** Минимальная толщина пленки равна диаметру молекулы;  $0,000002 \text{ мм}$ . **5.36.**  $0,000001 \text{ мм}$ . **5.37.**  $0,000003 \text{ мм}$ .

## 8. Относительность движения. Траектория и путь

**8.18. Указание.** Путь равен сумме длин всех участков траектории. **8.25. Решение.** Чтобы «приземление» героя на крышу автомобиля было наиболее точным и герой не соскользнул с крыши, желательно, чтобы во время прыжка вертолет завис над движущимся автомобилем, то есть чтобы вертолет и автомобиль покоились друг относительно друга. **8.33. Решение.** Относительно Земли траектория движения спортсмена замкнута, а относительно Солнца — не замкнута, потому что спортсмен вместе с Землей участвовал в суточном вращении Земли и в ее движении вокруг Солнца. **8.37. Указание.** Путь равен длине траектории, а длина любой кривой, соединяющей две точки, больше длины отрезка, соединяющего эти же точки. **8.45.** Траекторию движения поездов определяет полотно железной дороги. Заранее рассчитывается траектория движения искусственных спутников Земли, космических станций. **8.48.** В направлении, противоположном движению верхней части колеса. **8.51. Указание.** Подумайте, изменяется ли расстояние между указанными вагонами. **8.52.** Левое; на 2,4 м. **8.53.** 165 м; 45 м. **8.55.** 3 км. **8.56.** См. рис. 255.

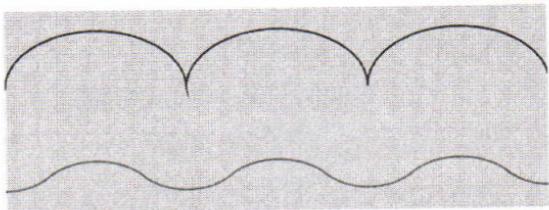


Рис. 255

### 9. Прямолинейное равномерное движение

9.12. 0,0025 м/с. 9.13. 12,5 км. 9.14. 4 ч. 9.15. Да. 9.16. В 3 раза.

**9.19. Решение.** При прямолинейном равномерном движении путь прямо пропорционален времени, поэтому графиком зависимости пути от времени является отрезок прямой. Следовательно, только второе тело движется прямолинейно равномерно. **9.26. Указание.** Выразите скорость акулы и зайца в одинаковых единицах. 9.29. 1,28 с; 28 см. 9.30. Первый; третий; третий. 9.31. 950 млн км. 9.32. 33 мм; 34 см; 30 м; 300 км. 9.33. 8 м/с. 9.34. За 50 ч. **9.36. Указание.** Сравните пути, пройденные телами за один и тот же промежуток времени. 9.40. 13 км; успеет. 9.41. 1,3 с. 9.42. 8 мин 20 с. 9.43. 1 ч 40 мин. 9.45. Нет. Например, тело может двигаться по кривой. 9.46. Нет. Например, тело может двигаться скачками длиной по 1 м. 9.50. 2,5 мин. **Указание.** Рассмотрите движение адъютанта относительно колонны. 9.51. 90 км/ч. 9.52. 4 м/с. 9.53. 200 м; 20 м/с. 9.54. На 68 м. **9.56. Решение.** Графики показывают, что оба тела движутся равномерно. Скорость первого тела равна 5 м/с, а скорость второго тела равна 3 м/с. Из формулы  $l = vt$  следует, что для первого тела  $l = 5t$ , а для второго  $l = 3t$ , где путь измеряется в метрах, а время — в секундах. Следовательно, графики зависимости пути от времени имеют вид, показанный на рис. 256. 9.58. Через 20 мин и 1 ч 10 мин. **Указание.** Решить задачу — значит найти все ее решения! 9.61. В 14:00; не менее 60 км. 9.62. Через 20 мин; через 1 ч. **9.63. Решение.** Обозначим скорость лодки относительно воды  $v_l$ , а скорость течения —  $v_t$ . Тогда по течению лодка движется со скоростью  $v_1 = v_l + v_t$ , а против течения — со скоростью  $v_2 = v_l - v_t$ . Складывая эти уравнения, получаем  $v_1 + v_2 = 2v_l$ , а вычитая, получаем  $v_1 - v_2 = 2v_t$ . Разделив первое из полученных уравнений на второе, получим

$$\frac{v_l}{v_t} = \frac{v_1 + v_2}{v_1 - v_2} = \frac{6 \text{ км/ч} + 4 \text{ км/ч}}{6 \text{ км/ч} - 4 \text{ км/ч}} = 5. \text{ Ско-}$$

рость лодки в 5 раз больше скорости течения. 9.64. 1 мин; 15 с. 9.65. 4 м. 9.66. Через 1 ч и через 3 ч. 9.67. За 12 мин. 9.68. 1 мин 30 с. 9.69. Через 3,75 с, если собаки движутся в одном направлении; через 2,5 с, если они движутся в противоположных направлениях. 9.70. 2 км/ч. **Указание.** Задачу проще решать,

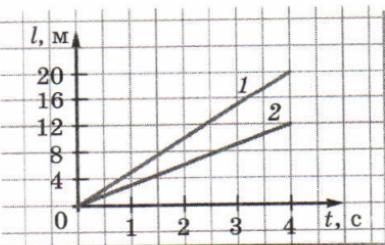


Рис. 256

рассматривая движение рыбака относительно шляпы, плывущей по течению. **9.71.** 18 км. **9.72.** В 2,5 раза; 375 м. **9.73.** См. рис. 257.

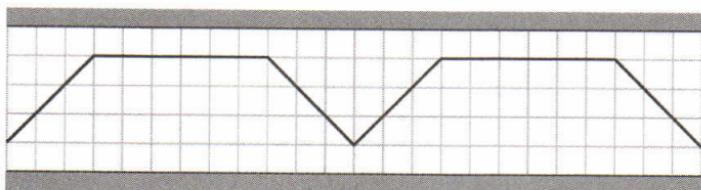


Рис. 257

## 10. Прямоугольное неравномерное движение. Средняя скорость

**10.7.** 1,7 см/ч; 0,027 см/мин. **10.8.** 3,7 м/с. **10.9.** 35 км/ч. **10.10.** 30 км/ч. **10.11.** 2 км/ч; 4 км/ч. **10.12.** 5 м/с. **10.17.** 8,6 м/с. **10.18.** 4,5 км/ч. **10.19.** 8 см/ч; 10 см/ч. **10.20.** 10 км/ч. *Решение.* Если человек в течение времени  $t$  шел со скоростью  $v_1$ , а затем столько же времени ехал со скоростью  $v_2$ , то пройденный путь  $l = v_1 t + v_2 t$ . Поскольку полное время движения равно  $2t$ , средняя скорость на всем пути  $v_{\text{ср}} = \frac{l}{2t} = \frac{v_1 + v_2}{2}$  = 10 (км/ч).

**10.21.** 14 км/ч. **10.22.** 67,5 км/ч. **10.23.** 55 км/ч. **10.24.** 2 км/ч. **10.27.** 1,8 м/с. **10.30.** 45 км/ч. **10.31.** 82 км/ч. **10.32.** 0,5 ч. *Решение.*

$t_1 = \frac{l_1}{v_1} = \frac{l}{3v_1}$ ,  $t_2 = \frac{l_2}{v_2} = \frac{2l}{3v_2}$ ; отсюда  $\frac{t_1}{t_2} = \frac{v_2}{2v_1}$ . Поскольку  $t_2 = t - t_1$ , получаем

$\frac{t_1}{t - t_1} = \frac{v_2}{2v_1}$ , откуда  $t_1 = \frac{tv_2}{2v_1 + v_2} = \frac{5,5 \text{ ч} \cdot 5 \text{ км/ч}}{2 \cdot 25 \text{ км/ч} + 5 \text{ км/ч}} = 0,5 \text{ ч}$ . **10.33.** 6 км/ч.

**10.34.** 9 км/ч. **10.35.** 4 км/ч. **10.36.** 50 км/ч. **10.37.** 36 км/ч. **10.38.** 2/3.

**10.39.** 135 км/ч. **10.40.** 15 км/ч. **10.41.** 3 км. **10.42.** Указание. Сравните скорость движения по равнине со средней скоростью движения по склону (вверх и вниз). **10.43.** Указание. Время движения обоих приятелей должно быть одинаковым. **10.44.** 4 ч.

## 12. Закон инерции. Масса

**12.6. Решение.** Вследствие явления инерции туловище всадника какое-то время сохраняет свою скорость. Если он недостаточно прочно держится в седле, то, продолжая движение вперед, он перелетает через голову лошади. **12.7.** По инерции туловище собаки сохраняет состояние движения. Поэтому ей трудно повторять резкие движения лисицы. **12.8.** Приведя в движение лопату с землей (или снегом), ее резко останавливают, а земля (снег) по инерции продолжает движение. **12.14.** 0,5 м/с. **12.15.** 1,5 кг. **12.24.** При первом способе топор по инерции продолжает движение и глубоко входит в неподвижное полено, рассекая его. При втором способе топор при ударе останавливается, а полено продолжает движение вследствие инерции; оно глубоко насаживается на топор и раскалывается. **12.29.** Указание. Удар палкой приводит ковер в движение. **12.31.** При ударе в автомобиль сзади (более

270 тыс. человек в мире ежегодно получают повреждения позвоночника в подобных ситуациях). **12.32.** 40 м/с. Указание. Скорость снаряда в верхней точке траектории равна нулю. **12.33.** 12 см/с. Указание. Скорость ядра во столько раз больше скорости тележки, во сколько раз масса ядра меньше массы тележки с пушкой. **12.34.** 600 г. **12.35.** 2 м/с. **12.36.** 7,5 см/с. **12.37.** 10 кг. **12.38.** 200 кг. **12.39.** 10 м/с. **12.40.** 510 м/с. **12.49.** Мюнхгаузен при пересадке сохранял бы скорость первого ядра и по инерции продолжал бы движение в первоначальном направлении. **12.52.** Нет, так как число молекул воздуха под поршнем и масса каждой из них не изменились. **12.53.** Нет. **12.55.** Массы шаров равны. **12.56.** Масса груза в 4 раза больше. **12.57.** 80 кг. **12.58.** Масса барона в 3 раза больше массы ядра. **12.59.** Масса куба больше в 3 раза.

### 13. Плотность вещества

**13.8.** При погружении алюминия. **13.11.** Например, олово. **13.12.** 0,94 кг. **13.13.** 120 см<sup>3</sup>. **13.14.** 48 т. **13.15.** 800 кг/м<sup>3</sup>. **13.16.** 0,4 кг. **13.17.** 4,7 см<sup>3</sup>. **13.21.** 1,4 кг. **13.22.** 680 г. **13.24.** Если объем куска пробки будет больше объема куска стали в 32,5 раза. **13.26.** Алюминиевый. **13.27.** Диаметр бочки с керосином больше. **13.28.** Куба. **13.33.** 3,75 кг. **13.34.** 1,2 кг. **13.35.** 0,77 кг. **13.36.** 25. **13.39.** 0,64 кг. **13.40.** 0,0025 мм. **13.41.** 20 м<sup>2</sup>. **13.42.** 0,36 кг. **13.43.** 19,5 г; 6,75 г. **13.46.** Уменьшается вследствие теплового расширения тел. **13.49.** Плотность синих кубиков больше в 3,375 раза. **13.50.** Плотность зеленых кубиков больше в 1,7 раза. **13.51.** Больше в 8 раз; больше в 2,4 раза. **13.52.** Плотность зеленого шарика больше в 1,2 раза. **13.53.** Толщина второй монеты в 4 раза больше. **13.55.** 50 см<sup>3</sup>. **13.56.** В 27 раз. **13.58.** 3,6 кг. **13.59.** 7640 кг/м<sup>3</sup>. **13.60.** 8550 кг/м<sup>3</sup>. **13.61.** 90 г. **13.62.** 77,5 г. **13.63.** 10 см<sup>3</sup>. **13.64.** 500 кг/м<sup>3</sup>. **13.65.** 0,34 кг. **13.66.** Увеличивается в 1,43 раза; увеличивается в 1,33 раза. **13.67.** В 1,27 раза. **13.68.** 1 кг. **13.69.** 49. **13.70.** 850 кг/м<sup>3</sup>. **13.71.** 10 см.

### 14. Домашние экспериментальные задания

**14.12.** Сначала нужно определить массу пустого флакона, а затем заполнить его водой и вновь поставить на весы. Таким образом определяется масса воды во флаконе. Вылив воду и заполнив флакон раствором поваренной соли, надо снова провести взвешивание. Поскольку объемы воды и раствора поваренной соли были одинаковыми, отношение масс жидкостей равно отношению их плотностей.

### 15. Силы в механике

**15.27.** Задача имеет 4 решения: 2 Н, 8 Н, 12 Н, 18 Н. **15.28.** 0,5 Н; 1 Н; 2,5 Н.

### 16. Сила упругости

**16.12.** 2 Н. **16.18.** 4 см. **16.21.** Длина кусков проволоки станет неодинаковой, так как у них разная жесткость. **16.24.** 40 Н/м. **16.25.** На 2,25 см. **16.26.** 1,7 кН. **16.27.** 840 Н. **16.28.** 30 см. **16.29.** 48 Н. **16.33.** 200 Н/м; 15 см. **16.36.** 11,2 см. **16.37.** 14 см.

## 17. Сила тяжести. Вес и невесомость

17.27. 1,56 кН. 17.28. 0,01 м<sup>3</sup>. 17.29. 50 Н. 17.30. 180 Н. 17.31. Например, керосин. 17.37. Сила тяжести уменьшается, так как во время полета расходуется топливо. 17.40. По наступлению в корабле состояния невесомости. 17.46. 800 кг/м<sup>3</sup>. 17.47. 300 см<sup>3</sup>. 17.48. Полый. 17.49. 3,4 Н. 17.50. 5 Н. 17.51. На 1 см. 17.52. Увеличился на 34 Н. 17.53. 19 Н. 17.54. 9,8 мм. 17.55. 3 мм.

## 18. Силы трения

18.7. *Решение.* Невозможно было бы ходить; вся мебель и все люди «сострекнули» бы к нижней точке комнаты (пол никогда не бывает строго горизонтальным); распались бы все соединения, выполненные с помощью гвоздей, шурупов, болтов и т. д. (т. е. мебель превратилась бы в груду деталей, лампочки выкрутились бы из патронов...). И, наконец, одежда распалась бы на отдельные нити — ведь их удерживает в ткани только сила трения. Да и сами нити распались бы на отдельные волокна... 18.12. *Решение.*  $F_{\text{тр}} = \mu N$ , где  $N$  — сила нормального давления, действующая на бруск со стороны стола. Сила нормального давления уравновешивает действующую на бруск силу тяжести  $mg$ , поэтому  $N = mg$ . Следовательно,  $F_{\text{тр}} = \mu N = \mu mg = 0,4 \cdot 5 \text{ кг} \cdot 10 \text{ Н/кг} = 20 \text{ Н}$ . 18.14. Максимальная сила трения покоя больше 2 Н; в данном случае сила трения покоя равна 2 Н. 18.22. Для увеличения силы трения. 18.30. Указание. Сила трения качения обычно намного меньше силы трения скольжения или максимального значения силы трения покоя. 18.32. Указание. Скорость груза изменяется, когда действующие на него силы не уравновешивают друг друга. 18.37. 120 Н. 18.38. 50 кг. 18.39. 0,15. 18.40. *Решение.* Бруск движется прямолинейно равномерно, когда к нему приложена горизонтальная сила 5 Н. Очевидно, эту силу уравновешивает сила трения скольжения, также равная 5 Н. Если к бруски приложить горизонтальную силу 3 Н, он останется в покое, потому что приложенная сила меньше максимальной силы трения покоя, равной примерно силе трения скольжения. В этом случае на бруск будет действовать сила трения покоя, равная 3 Н. Если к бруск приложить горизонтальную силу 10 Н, он будет двигаться и на него будет действовать сила трения скольжения, равная 5 Н. Эта сила не будет уравновешивать действующую на бруск горизонтальную силу, равную 10 Н, поэтому скорость бруска будет увеличиваться. 18.41. а) 4 Н; б) 6 Н; в) 6 Н. 18.42. 0,33. 18.43. 9 см. 18.46. Устойчивость человека при ходьбе определяется силой трения между подошвой его обуви и почвой. Поскольку сила тяжести на Луне в 6 раз меньше, чем на Земле, то там при ходьбе возникает очень маленькая сила трения. 18.49. Например, резиновая ручка руля. 18.53. Указание. Учтите, что при достаточно малой приложенной силе действующая на шкаф сила трения является силой трения покоя. 18.54. Легче сдвинуть пять верхних книг, чем вытянуть из стопки четвертую книгу сверху. *Решение.* Чтобы сдвинуть пять верхних книг, нужно приложить силу, равную силе трения между пятой и шестой книгами. Сила, необходимая для сдвигания пяти книг, пропорциональна весу этих книг. Для вытягивания четвертой книги нужно преодолеть две силы: силу трения между третьей и четвертой книгами (она пропорциональна весу трех книг) и силу трения между чет-

вертой и пятой книгами (она пропорциональна весу четырех книг). Равнодействующая этих двух сил больше, чем сила трения между пятой и шестой книгами. **18.55.** Чтобы сдвинуть 6 верхних книг. **18.56.** 17 Н. **18.57.** 14 Н. **18.58.** 0,3; нет; 50 кг. **18.59.** 0,2 и 0,05; возможно. **18.60.** 50 Н. **18.61.** 1 Н.

## 19. Домашние экспериментальные задания

**19.21.** Указание. Зажмите между пальцами руки, например, вертикальную швабру.

## 20. Давление твердых тел

**20.7.** Хворост увеличивает площадь опоры. **20.9.** Указание. Сравните площади соприкосновения тела человека с полом и с диваном. **20.15.** 48 кН. **20.17.** 300 кПа. **20.18.** 9 МПа. **20.19.** Широкие лямки обеспечивают большую площадь опоры груза, т. е. маленькое давление. Рюкзак надо укладывать так, чтобы к спине прилегала мягкая, гладкая, ровная поверхность. Выступы имеют малую площадь опоры, и поэтому давление в местах выступов возрастает. **20.24.** После сенокоса остаются небольшие стебельки, которые имеют очень маленькую площадь по перечного сечения. Если наступить ногой на такой стебель, то можно легко проткнуть кожу ступни. **20.27.** 500 кПа. **20.28.** 12 кПа; в 7 раз. **20.29.** 320 Н. **20.30.** 2 м. **20.31.** В 8 раз. **20.32.** В 42 раза. **20.33.** 108 кПа. **20.34.** 5,5 кПа. **20.39.** Не изменится, так как сила давления кирпича на чашку одинакова в обоих случаях. **20.41.** Решение. Давление было бы бесконечно большим, потому что площадь соприкосновения колес с рельсами была бы бесконечно малой. По существу это означает, что все тела при соприкосновении деформируются, т. е. «абсолютно твердых» тел в природе не существует. **20.42.** Решение. Давление стен на фундамент (и на грунт) зависит от веса стены и прилегающей к ней части здания. Под действием веса здания происходит уплотнение (оседание) грунта. Если бы здание строилось неравномерным по высоте, то происходило бы неравномерное оседание грунта под ним. А это могло бы привести к аварии. **20.43.** 1,1 кг. **20.44.** 2300. **20.45.** 3 см. **20.46.** Из свинца. **20.47.** 1 см. **20.48.** 40 см. **20.49.** Плотность большего куба равна  $\frac{3}{8}$  плотности меньшего куба. **20.50.** 8р.

## 21. Давление жидкостей и газов. Закон Паскаля

**21.13.** 3,2 кПа. **21.14.** 2,6 МПа; 206 кПа. **21.15.** 80 м. **21.16.** 710 кг/м<sup>3</sup> (бензин). **21.17.** 0,6 МПа. **21.18.** 8 м. **21.19.** 240 Н. **21.20.** 15,5 кПа. **21.24.** Указание. Давление столба воды зависит от его высоты, а сила давления на дно цилиндрического сосуда — от веса воды. **21.26.** Давление на дно стакана увеличится, так как повысится уровень воды в стакане. **21.32.** Увеличивается скорость движения молекул. **21.37.** 2,4 кН. Решение. Большой поршень поднялся на высоту, в четыре раза меньшую той, на которую опустился малый поршень. Но поскольку жидкость практически несжимаема, ее объем остается неизменным. Следовательно, объем жидкости в малом цилиндре уменьшился на столько же, на сколько увеличился объем жидкости в большом цилиндре. Это возможно, только

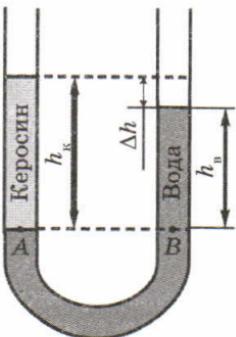


Рис. 258

если площади поршней отличаются друг от друга в четыре раза. Итак, на больший поршень действует со стороны жидкости сила  $4 \cdot 600 \text{ Н} = 2400 \text{ Н}$ .

**21.36.** 12 Н. **21.38.** 400 Па. **21.39.** 23 кПа. **21.40.** 5,1 кПа. **21.41.**  $p_A = p_B = p_C = \rho gh$ . **21.42.** 7 кН. **21.43.** 20 см<sup>2</sup>. **21.44.** 800 Н; 4 см. **21.45.** В левом колене уровень жидкости выше на 4 см. *Решение.* Во всех точках одной и той же жидкости, лежащих на одном уровне, давление одинаково (иначе происходило бы перетекание жидкости). Приравнивая давление в точках A и B (рис. 258), получаем  $\rho_k gh_k = \rho_w gh_w$ . Отсюда  $h_w = \frac{\rho_k h_k}{\rho_w}$ . Таким образом, слева уровень жидкости выше. Найдем разность уровней  $\Delta h = h_k - h_w$ :  $\Delta h = \frac{h_k (\rho_w - \rho_k)}{\rho_w} =$

$$= \frac{0,2 \text{ м} \cdot (1000 \text{ кг/м}^3 - 800 \text{ кг/м}^3)}{1000 \text{ кг/м}^3} = 0,04 \text{ м.}$$

**21.46.** 800 кг/м<sup>3</sup>. **21.47.** В суде A; на 27 кПа. **21.48.** В сосуде A; на 2,5 кПа. **21.50.** Давление на глубине определяется преимущественно высотой водяного столба, а не увеличением плотности воды. На небольшой глубине плотность почти не зависит от внешнего давления, так как вода практически несжимаема. **21.51.** Толщина слоя воды над аквалангистом периодически изменялась. Это приводило к изменению давления на барабанные перепонки. **21.52.** *Решение.* Сыпучий материал передает давление не только вниз, но и во все стороны, поэтому площадь грунта, на которую распределяется вес поезда, увеличивается, а давление на грунт уменьшается, что и обеспечивает лучшую сохранность железнодорожного пути. **21.53.** Нет. **21.55.** Справедлив. **21.56.** Да. **21.58.** Сосуд должен иметь широкое дно и резко сужаться в верхней части. **21.65.** 2600 кг/м<sup>3</sup>. **21.66.** На 10 Па. **21.67.** 25 см. **21.68.** 62,5 см. **21.69.** 3,2 кПа. **21.70.** 2,4 кПа. **21.71.** В 2 раза. **21.72.** На 4 см. **21.73.** 130 МН. **21.74.** На 5 см. **21.75.** 1,2 кг. Ответ не зависит от высоты кастрюли. **21.76.**  $p = \frac{(M + \rho l S)g}{S}$ . **21.77.**  $m < \frac{\pi \rho R^3}{3}$ . Указание. Вода начинает вытекать, когда она чуть приподнимает котелок. В этот момент сила давления воды на пластины равна общему весу воды и котелка.

## 22. Атмосферное давление

**22.9.** 40 кПа. **22.10.** 100 кПа. *Решение.* Когда атмосферное давление выражают в миллиметрах ртутного столба, имеют в виду, что оно равно давлению, создаваемому столбом ртути указанной высоты. Столб ртути высотой  $h$  создает давление  $p = \rho_{\text{рт}} gh$ , где  $\rho_{\text{рт}}$  — плотность ртути. Подставив численные значения величин, получаем  $p = 100 000 \text{ Па}$ . **22.11.** 210 м. **22.12.** 56 кН. **22.13.** 16,5 км. **22.14.** 400 м. **22.26.** 749 мм рт. ст. *Решение.* Расстояние между первым и пятым этажами  $h = 4 \cdot 3 = 12 \text{ (м)}$ . Следовательно, давление столба воздуха между этими этажами  $\Delta p = \rho gh \approx 155 \text{ Па}$ . С другой стороны, давление 1 мм рт. ст. приблизительно равно 133 Па, то есть  $\Delta p \approx 1 \text{ мм рт. ст.}$  Таким образом,  $p_2 = p_1 - \Delta p \approx 749 \text{ мм рт. ст.}$  **22.27.** 20 м. *Решение.* Давление  $p$  на глубине  $h$  складывается из атмосферного давления  $p_{\text{атм}}$  и давления столба воды:  $p = p_{\text{атм}} + \rho gh$ , где

$$\rho \text{ — плотность воды. Отсюда } h = \frac{p - p_{\text{атм}}}{\rho g} = \frac{(300 - 100) \cdot 10^3 \text{ Па}}{1000 \text{ кг/м}^3 \cdot 10 \text{ Н/кг}} = 20 \text{ м.}$$

**22.28.** 8,3 МПа. **22.29.** Указание. При подъеме на небольшую высоту  $h$  давление воздуха уменьшается на  $\rho gh$ , где  $\rho$  — плотность воздуха. **22.30.** На 800 Н. **22.31.** 210 м. **22.32.** В 11 раз. **22.34.** Плотность атмосферы с высотой уменьшается, следовательно, чем выше летит самолет, тем меньше сопротивление воздуха и тем большую скорость он может развить. **22.37. Решение.** Когда вода вытекает из бутылки, давление воздуха в ней становится меньше атмосферного. Вследствие этого наружный воздух в виде пузырей с бульканьем прорывается сквозь жидкость в бутылку. У резиновой грелки стенки эластичные, и по мере вытекания воды они сжимаются. Поэтому давление воздуха внутри нее все время равно внешнему давлению. Вот почему вода вытекает сплошной струей. **22.41.** Не придется. **22.42. Решение.** При повышении температуры воздух в сосуде будет расширяться, и поэтому капелька ртути в трубке будет двигаться вправо; при понижении температуры капелька ртути будет двигаться влево. Недостатком термометра является то, что при изменении атмосферного давления капелька тоже будет перемещаться — например, повышение атмосферного давления приведет к перемещению капельки влево. **22.43. Решение.** Для взятия пробы следует опустить ливер в жидкость так, чтобы жидкость заполнила расширение в центре ливера. Затем нужно плотно закрыть пальцем верхнее отверстие ливера и вынуть ливер из жидкости. При этом небольшая часть жидкости выльется обратно в сосуд, что приведет к увеличению объема воздуха в верхней части ливера. В результате расширения этого воздуха его давление уменьшится и станет меньше атмосферного. Возникающий перепад давлений не позволит вытечь всей остальной жидкости из ливера. Если теперь перенести ливер в другой сосуд и открыть верхнее отверстие, жидкость из ливера вытечет в этот сосуд. **22.44.** Не будет. **Решение.** Давление в ртути у нижнего края барометрической трубки равно атмосферному, а на уровне крана оно меньше атмосферного на величину  $\rho gh$ . Поэтому ртуть вытекать через отверстие не будет. Наоборот, через кран в трубку будут прорываться пузырьки воздуха. Эти пузырьки будут всплывать, в результате чего верхняя часть трубки будет наполняться воздухом, а ртуть будет опускаться и вытекать через нижний край трубки в чашку. Когда уровень ртути опустится ниже крана, трубка быстро заполнится атмосферным воздухом и ртуть из нее вытечет через открытый нижний конец трубки. **22.45. Указание.** Мяч лопается при определенной разности давлений. **22.46.** 96,8 кПа.

**22.48. Решение.** Докажем, что давление внутри трубки меньше атмосферного на значение давления столбика ртути высотой  $h$ . Рассмотрим силы, действующие на столбик ртути. Вниз на него действуют (рис. 259) сила тяжести  $mg = \rho Vg = \rho ghS$  и сила давления воздуха в трубке  $F = pS$ . Вверх действует только сила атмосферного давления  $F_{\text{атм}} = p_{\text{атм}}S$ . Столбик ртути находится в равновесии, если  $mg + F = F_{\text{атм}}$ . Отсюда находим  $p = p_{\text{атм}} - \rho gh = 56$  см рт. ст. Именно благодаря разности давлений воздуха внутри трубки и снаружи ртуть и не вытекает из трубки. **22.49.** Надпись «Ясно» соответствует высокому давлению, а надпись «Облачно» — низкому. **Решение.** Воз-



Рис. 259

дух движется от областей высокого давления к областям низкого давления. Вместе с воздушными массами движутся и облака, несущие осадки. Поэтому вслед за понижением атмосферного давления часто следуют осадки, а вслед за повышением — ясная погода. Но даже современная метеослужба не всегда правильно предсказывает погоду. Для точного прогноза нужно учесть не только давление, но и температуру воздуха, его влажность, скорость и направление ветра, а также множество других факторов. Барометр «не знает» всего этого. На вершине горы он будет упрямо предсказывать дождь — ведь давление воздуха там низкое.

**22.50.** Показания прибора изменялись в зависимости от погоды.

**22.51. 10 Н. Решение.** Вместе с кружкой под действием силы атмосферного давления поднимается и находящаяся в ней вода. На дно кружки действует направленная вниз сила атмосферного давления  $F_{\text{атм}} = p_{\text{атм}}S$  и направленная вверх сила давления воды  $F_{\text{в}} = p_{\text{в}}S$ . Давление воды на дно кружки меньше атмосферного:  $p_{\text{в}} = p_{\text{атм}} - \rho_{\text{в}}gh$ , поэтому  $F_{\text{в}} < F_{\text{атм}}$ . Чтобы удерживать кружку, надо прикладывать направленную вверх силу  $F = F_{\text{атм}} - F_{\text{в}} = \rho_{\text{в}}ghS = m_{\text{в}}g$ . Как видим, сила  $F$  равна весу воды, поднимающейся вместе с кружкой.

**22.52. Решение.** В барометрической трубке воздух отсутствует, поэтому направленная вниз сила  $F_{\text{атм}}$  давления атмосферного воздуха не компенсируется силой давления изнутри. Динамометр покажет сумму силы  $F_{\text{атм}}$  и веса трубки  $mg$ . При увеличении атмосферного давления показания динамометра будут увеличиваться, а при уменьшении — уменьшаться. Заметим, что сила  $F_{\text{атм}}$  равна весу ртути, вошедшей в трубку. Поэтому динамометр показывает общий вес трубки и поднявшейся по ней ртути (сравните с задачей 22.51).

**22.53. 5 · 10<sup>18</sup> кг.**

**Решение.** Можно считать, что сила давления атмосферы на каждый небольшой участок поверхности Земли равна весу находящегося над этим участком столба воздуха. Поэтому массу  $M$  всей атмосферы можно найти из соотношения  $Mg = p_{\text{атм}}S$ , где  $p_{\text{атм}}$  — нормальное атмосферное давление, а  $S$  — площадь всей поверхности Земли.

**22.54.** Молекулы газа быстро расселились бы в космическом пространстве: слабое притяжение астероида не смогло бы их удержать.

**22.55. Решение.** Заметим, что если бы вместо столба жидкости в трубке был гладкий шнур, то он выскользнул бы через более длинное колено трубки (более длинная часть шнура тяжелее). Оказывается, когда трубка открыта с двух сторон, столбик жидкости поведет себя подобно такому шннуру, то есть вся жидкость выльется через более длинное колено трубки (хотя на первый взгляд могло бы показаться, что часть жидкости выльется через один конец трубки, а часть — через другой). Дело в том, что из-за действия на столбик жидкости атмосферного давления он не может разорваться: в месте разрыва образовалось бы «пустое» пространство и сила атмосферного давления  $F_{\text{атм}}$ , действующая на столбик жидкости снизу, переместила бы его так, чтобы «пустое» пространство исчезло<sup>1</sup>.

Если же открыть только один из концов трубки (любой), то жидкость не будет вытекать — ее будет удерживать сила атмосферного давления.

Сифон используют, например, для переливания бензина из бака автомобиля в канистру. Обратите внимание: сифон действует, если первоначально вся трубка заполнена жидкостью.

**22.56.** Вся вода выльется из трубки.

<sup>1</sup> Так происходит, если атмосферное давление превышает давление столба жидкости (для воды это условие выполняется при нормальном атмосферном давлении, если высота трубки не превышает 10 м).

### 23. Закон Архимеда. Плавание тел

23.13. 0,5 Н. 23.14. 800 кг/м<sup>3</sup>. 23.15. 258 Н. 23.16. 800 кг/м<sup>3</sup>.

23.17. 100 см<sup>3</sup>. 23.18. Нет; да; да. 23.19. На 40 Н. 23.20. 280 см<sup>3</sup>. 23.25. Одинарка. 23.26. Решение. Плотность мрамора меньше плотности меди, поэтому при одинаковой массе мрамор имеет больший объем. Следовательно, на него действует большая выталкивающая сила и его легче удержать в воде. 23.31. Бутылка утонет. 23.36. Указание. Рассмотрите случаи погружения топора в различные жидкости. 23.37. 90 Н. 23.38. 1 Н. Решение. Выталкивающая сила  $F_A = \rho_b g V$ . Объем вытесненной воды равен объему

$$\text{тела: } V = \frac{m}{\rho}. \text{ Отсюда } F_A = \frac{\rho_b m g}{\rho} = \frac{1000 \text{ кг/м}^3 \cdot 0,89 \text{ кг} \cdot 10 \text{ Н/кг}}{8900 \text{ кг/м}^3} = 1 \text{ Н.}$$

23.39. Утонет (выталкивающая сила меньше силы тяжести). 23.40. 100 МН.

23.41. 75 кН. 23.42. 0,3 м<sup>3</sup>. 23.43. 30 т. 23.44. 120 кН. 23.45. 1000 м<sup>2</sup>.

23.46. 950 Н. 23.47. Нет (плотность короны меньше плотности золота).

23.49. Выталкивающая сила увеличивалась, как и вес пузыря. 23.52. Нет, затонувший корабль обязательно опустится на дно. 23.53. Архимед сначала погрузил на плот слона, отметил уровень погружения, а затем загружал на плот слитки золота до такого же погружения. 23.54. Не изменится. Решение. Масса воды, вытесненной плавающим льдом, в точности равна массе льда, так как выталкивающая сила уравновешивает силу тяжести. При таянии лед превращается в воду той же массы.

23.55. Уровень воды понизится. Решение. Плавающий лед вытеснял воду, масса которой была равна общей массе льда и шарика. После таяния льда шарик утонет. Тогда масса вытесненной им воды станет намного меньше массы шарика. Таким образом, масса и объем вытесненной воды уменьшатся. 23.56. Решение. В сосуде с вертикальными стенками полная сила давления на дно равна общему весу содержимого сосуда. Следовательно, эта сила не изменится, когда кружка утонет. А вот сила давления воды на дно уменьшится (как раз на величину силы давления утонувшей кружки на дно). Следовательно, уменьшится и давление  $p$  воды на дно. Согласно формуле  $p = \rho gh$  отсюда следует, что высота  $h$  уровня воды уменьшится. Этот ответ можно получить и иначе (см. решение задачи 23.54). 23.57. Уровень воды после таяния льда не изменится.

23.59. Имеется полость объемом 30 см<sup>3</sup>. 23.60. 1,32 Н. 23.61. Примерно 23 м<sup>3</sup>. 23.62. 800 кг/м<sup>3</sup>; 700 кг/м<sup>3</sup>. 23.63. 500 кг/м<sup>3</sup>. 23.64. 180 м<sup>3</sup>.

23.65. 4,5 дм<sup>3</sup>; 0,5 дм<sup>3</sup>. 23.66. 800 кг/м<sup>3</sup>. 23.67. Переправа невозможна.

Решение. Из условия плавания следует, что при полном погружении бревен масса вытесненной воды  $m_b$  должна быть не меньше, чем масса плota с грузовиком:  $m_b \geq m + M$ . Поскольку объем каждого бревна равен  $lS$ , это условие можно записать в виде  $lS(\rho_b - \rho) \geq M$ , то есть

$$N \geq \frac{M}{lS(\rho_b - \rho)} = \frac{4000 \text{ кг}}{10 \text{ м} \cdot 0,03 \text{ м}^2 \cdot (1000 \text{ кг/м}^3 - 600 \text{ кг/м}^3)} = 33,3. \text{ Итак, для}$$

переправы необходимо не менее 34 бревен. 23.68. 0,55 кг/м<sup>3</sup>. 23.69. 1,1 кг/м<sup>3</sup>.

23.70. Решение. Если из лодки вычерпать некоторую массу воды, она будет вытесняться именно на столько меньше воды в бассейне. Поскольку вода из лодки попадает в тот же бассейн, уровень воды в нем не изменится. Это и понятно: ведь общий вес содержимого бассейна не изменится. Следовательно, не изменится и сила давления воды на дно, зависящая от уровня воды. 23.71. Понизится. 23.72. 3000 кг/м<sup>3</sup>.

**23.73.** Сжимая бутылку, мы увеличиваем давление внутри нее. Воздух внутри пробирки также сжимается, и объем вытесненной воды уменьшается. Вследствие этого уменьшается действующая на пробирку выталкивающая сила. **23.74.** Поднимется. **23.75.** 0,5. **23.76.** Может. **23.77.** Во время подъема стратостата атмосферное давление (то есть внешнее давление на оболочку) заметно уменьшается. Поэтому объем оболочки увеличивается, а давление гелия в оболочке — уменьшается. Если бы объем оболочки не мог изменяться, давление гелия разорвало бы ее.

## 25. Простые механизмы. Рычаг

**25.20.** Рычагами являются педали и руль велосипеда. **25.21.** Нет, не следует. Тот, кто имеет большую массу, должен сесть ближе к опоре.

**25.22.** Уменьшение плеча рычага дает возможность увеличить вес поднимаемого груза. **25.26.** 75 см. **25.27.** 42 см. **25.29.** 21 кг; 9 кг. *Решение.*

Условие равновесия рычага:  $\frac{P_1}{P_2} = \frac{l_2}{l_1}$ . Поскольку  $P_1 = m_1 g$ ,  $P_2 = m_2 g$ , получаем отсюда  $\frac{m_1}{m_2} = \frac{l_2}{l_1}$ . Так как  $m_2 = M - m_1$ , получаем  $\frac{m_1}{M - m_1} = \frac{l_2}{l_1} = \frac{7}{3}$ , от-

куда  $m_1 = \frac{7}{10} M = \frac{7 \cdot 30 \text{ кг}}{10} = 21 \text{ кг}$ ,  $m_2 = 9 \text{ кг}$ . **25.30.** 15 кг; 9 кг. **25.31.** 2 кг;

18 кг. **25.32.** На расстоянии 10 см от большей силы. **25.33.** 15 см. **25.34.** 125 Н.

**25.35.** Выигрыша в силе нет; на 20 см. **25.36.** 40 кг. **25.37.** Выигрыш в силе одинаков. **25.40.** а) При малом плече будет мала чувствительность весов; б) плечо силы зависит от точки подвеса чашки, а не от положения тела на чашке. **25.41.** Пятая; при использовании наклонной плоскости мы выигрываем в силе во столько раз, во сколько раз длина наклонной плоскости больше ее высоты. **25.42.** 80 Н. **25.43.** 1 кг; в 2 раза. *Решение.*

Обозначим правое плечо весов  $l_1$ , а левое —  $l_2$ . Тогда из условия равновесия рычага получаем  $m_1 l_1 = m_2 l_2$ ,  $m_2 l_2 = m_1 l_1$ . Перемножив эти уравнения и сократив обе части на  $l_1 l_2$ , получим  $m_1 m_2 = m^2$ , откуда  $m = \sqrt{m_1 m_2} = 1 \text{ кг}$ .

Разделив первое из написанных выше уравнений на второе, получим

$\frac{m_1 l_1}{m_2 l_2} = \frac{l_2}{l_1}$ , откуда  $\left(\frac{l_1}{l_2}\right)^2 = \frac{m_2}{m_1}$ . Следовательно,  $\frac{l_1}{l_2} = \sqrt{\frac{m_2}{m_1}} = \frac{1}{2}$ . **25.44.** 15 кг;

на 15 см. **25.45.** 50 см. **25.46.** 25 см. **25.47.** 30 г; на  $\frac{1}{3}$  длины. **25.48.** 20 Н.

**25.49.** 1 кг. **25.50.** 2 кг. **25.51.** 40 Н и 50 Н. **25.52.** 6 кг. **25.53.** 2,1 см.

**25.54.** 10 г. **25.55.**  $\frac{mg}{2}; \frac{mg}{2\sqrt{2}}$ ; вправо вверх перпендикулярно к  $AD$ .

## 26. Механическая работа. Мощность

**26.8.** Указание. При равномерном движении груза приложенная к нему сила равна по модулю  $mg$ . **26.9.** 48 Дж. **26.10.** 15 м. **26.11.** 3. **26.12.** 2 км. **26.14.** 50 Вт. **26.15.** 3,2 т. **26.16.** 3 м. **26.22.** 2,4 кДж. **26.23.** 624 кДж. **26.24.** 2,3 МДж. **26.25.**  $54 \cdot 10^8$  Дж. **26.26.** 0,4 м/с. **26.27.** 30 м. **26.28.** 1,5 кДж. **26.29.** 1,3 м/с. **26.30.** 300 Вт. *Решение.* Согласно определению мощности  $N = \frac{A}{t}$ , где  $A = Fs$ . Следовательно,  $N = \frac{Fs}{t} = F \frac{s}{t} = Fv$ .

**26.31.** 143 МВт. **26.32.** 3 т. **26.33.** 12 мин. **26.35.** 1 ч. **26.36.** Мощность эскалатора равна  $\frac{1}{3}$  мощности автомобиля. **26.37. Решение.** На первой половине подъема скорость штанги увеличивается. Следовательно, штангист прикладывает к штанге силу, превышающую силу тяжести. На второй половине подъема скорость штанги уменьшается. Следовательно, прикладываемая сила меньше силы тяжести. Таким образом, на первой половине подъема штангист совершает большую работу. **26.38. Указание.** Поднимите двумя пальцами вертикальный карандаш. **26.39.** При вбивании гвоздя в бревно совершают большую механическую работу, так как не только преодолевают силу трения, но и разрывают волокна дерева. **26.40.** Чтобы увеличить силу тяги для подъема в гору, надо при постоянной мощности уменьшить скорость движения. **26.42. Указание.** Учитите зависимость сопротивления воздуха от скорости автомобиля. **26.44.** 60 кг. **26.45.** 16 кДж. **26.46.** 0,5 м/с. **26.47.** 0,1. **26.48.** 4,5 кДж. **26.49.** 700 кПа. **26.50.** 270 кН. **26.51.** 7,2 мин. **26.52.** 6 мин. **26.53.** 1500 м<sup>3</sup>. **26.54.** 5 Дж. **Решение.** Основная трудность при решении этой и подобных задач состоит в том, что сила не постоянна: в данном случае при растяжении пружины сила увеличивается от 0 до 100 Н. Можно показать, что если сила является линейной функцией координаты (в данном случае согласно закону Гука это именно так), то работа силы  $A = F_{\text{ср}} S$ , где  $F_{\text{ср}} = \frac{F_{\min} + F_{\max}}{2}$ ,  $F_{\min}$  и  $F_{\max}$  — соответственно минимальное и максимальное значения силы. Поэтому получаем  $A = F_{\text{ср}} s = \frac{F_{\min} + F_{\max}}{2} s = \frac{0 + 100 \text{ Н}}{2} \cdot 0,1 \text{ м} = 5 \text{ Дж}$ . **26.55.** При втором; в 3 раза. **26.56.** 0,5 Дж; 2,5 Дж. **Указание.** Воспользуйтесь тем, что сила является линейной функцией координаты. **26.57.** 1,6 Дж. **26.58.** 32 ГДж. **26.59.** 10 МДж.

## 27. Коэффициент полезного действия

**27.9. Указание.** Использование неподвижного блока не дает ни выигрыша, ни проигрыша в пути. Поэтому совершенная работа будет во столько раз больше полезной, во сколько раз приложенная сила больше веса груза. **27.10.** 71 %. **Решение.** Обозначим модуль приложенной рабочей силы  $F$ , путь точки приложения этой силы  $s$ , вес груза  $P$ , а пройденный грузом путь  $h$ . Совершенная работа  $A_{\text{сов}} = Fs$ , а полезная работа  $A_{\text{пол}} = Ph$ . Согласно условию  $F = \frac{1}{5} P$ ,  $s = 7h$ . Таким образом, КПД рычага  $\eta = \frac{A_{\text{пол}}}{A_{\text{сов}}} \cdot 100 \% = \frac{Ph}{Fs} \cdot 100 \% = \frac{5}{7} \cdot 100 \% = 71 \%$ . **27.11.** 75 %. **27.12.** 62,5 %. **27.13.** 80 %. **27.17.** 80 %. **Решение.** Обозначим высоту подъема груза  $h$ . Тогда полезная работа  $A_{\text{пол}} = mgh$ . Совершенная работа  $A_{\text{сов}} = F \cdot 2h$ , поскольку при использовании подвижного блока проигрывают в расстоянии в 2 раза. КПД блока  $\eta = \frac{A_{\text{пол}}}{A_{\text{сов}}} \cdot 100 \% = \frac{mgh}{2Fh} \cdot 100 \% = \frac{mg}{2F} \cdot 100 \% = \frac{120 \text{ кг} \cdot 10 \text{ Н/кг}}{2 \cdot 750 \text{ Н}} \cdot 100 \% = 80 \%$ . **27.18.** 400 Н. **27.19.** 71 %. **27.20.** 90 %. Лишней в условии является высота подъема. **27.21.** 21 кг.

**27.22.** 98 %. **27.28.** 75 %. **27.29.** 80 %; 50 Н. **27.30.** 5 м; 10 Н. **27.31.** В первом случае 100 %, во втором 80 %. Лишней в условии является масса неподвижного блока. **27.32.** 500. **27.33.** 6,3 т. **27.34.** 35 т. **27.35.** 66 %. **27.36.** Масса второго груза больше в 2,25 раза.

## 28. Механическая энергия. Закон сохранения энергии

**28.11.** 10 Дж. **28.12.** 0,4 Дж. **28.13.** 2 Дж. **28.14.** 624 Дж. **28.15.** В 2,25 раза. **28.16.** 3 кг. **28.17.** 4 кг. **28.18.** 0,3 м. **28.30.** Для медного; в 3,3 раза. **28.31.** При условии  $m_1 h_1 = m_2 h_2$ . **28.32.** Алюминиевого; в 3,3 раза. **28.33.** Бетонной; в 1,2 раза. **28.36.** Потенциальная энергия грузов уменьшится на 30 Дж, а кинетическая — увеличится на 30 Дж. **28.37.** Грузовой автомобиль, имеющий большую массу, обладает и большей кинетической энергией. Поэтому его труднее остановить. **28.39.** Указание. При всплыvании бруска объем, который занимал бруск, заполняет вода. **28.40.** За счет потенциальной энергии атмосферного воздуха (поднимающийся шар «меняется местами» с некоторым объемом воздуха). **28.42.** Можно. *Решение.* Нужно, чтобы на гирю при подъеме действовала сила 5 Н. В этом случае скорость движения гири все время увеличивается, то есть за счет совершенной работы увеличивается как потенциальная энергия гири, так и ее кинетическая энергия. **28.43.** 1,2 Дж. Указание. Потенциальная энергия растянутой пружины равна работе по растяжению пружины. **28.44.** *Решение.* В первом случае работа равна 4 Дж, во втором случае она равна 10 Дж. Во втором случае при подъеме камня увеличивается его скорость, поэтому при подъеме увеличивается не только потенциальная, но и кинетическая энергия камня. **28.45.** 300 Дж. **28.46.**  $\frac{n(n-1)}{2} mgh$ . **28.47.** 4,2 кДж. **28.48.** У великана; в 1,2 раза.

# СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие .....	3
<b>ФИЗИКА И ФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИЗУЧЕНИЯ ПРИРОДЫ</b>	
1. Физика — наука о природе.....	4
2. Наблюдения и опыты. Научный метод .....	9
3. Измерение физических величин .....	14
4. Домашние экспериментальные задания .....	23
<b>СТРОЕНИЕ ВЕЩЕСТВА</b>	
5. Атомы и молекулы.....	26
6. Три состояния вещества.....	31
7. Домашние экспериментальные задания .....	35
<b>ДВИЖЕНИЕ И ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ТЕЛ</b>	
8. Относительность движения. Траектория и путь .....	39
9. Прямолинейное равномерное движение .....	49
10. Прямолинейное неравномерное движение. Средняя скорость.....	61
11. Домашние экспериментальные задания .....	67
12. Закон инерции. Масса .....	69
13. Плотность вещества .....	78
14. Домашние экспериментальные задания .....	85
15. Силы в механике .....	87
16. Сила упругости.....	91
17. Сила тяжести. Вес и невесомость.....	96
18. Силы трения .....	101
19. Домашние экспериментальные задания .....	111
<b>ДАВЛЕНИЕ ТВЕРДЫХ ТЕЛ, ЖИДКОСТЕЙ И ГАЗОВ</b>	
20. Давление твердых тел.....	115
21. Давление жидкостей и газов. Закон Паскаля .....	120
22. Атмосферное давление.....	128
23. Закон Архимеда. Плавание тел .....	134
24. Домашние экспериментальные задания .....	141
<b>РАБОТА И ЭНЕРГИЯ</b>	
25. Простые механизмы. Рычаг .....	147
26. Механическая работа. Мощность .....	157
27. Коэффициент полезного действия .....	164
28. Механическая энергия. Закон сохранения энергии .....	170
29. Домашние экспериментальные задания .....	174
ОТВЕТЫ, УКАЗАНИЯ, РЕШЕНИЯ.....	177

Учебное издание

Генденштейн Лев Элевич,  
Кирик Леонид Анатольевич,  
Гельфгат Илья Маркович

**ФИЗИКА**  
**7 класс**

В двух частях

*Часть 2*

**ЗАДАЧНИК**  
для общеобразовательных учреждений

Генеральный директор издательства *М. И. Безвиконная*  
Главный редактор *К. И. Куроуский*

Редактор *Н. В. Блейшмидт*

Ответственный за выпуск *С. В. Бахтина*

Художник *С. А. Сорока*

Оформление и художественное редактирование: *С. А. Сорока*

Технический редактор *И. Л. Ткаченко*

Корректоры *И. Б. Копылова, И. Н. Баханова*

Компьютерная верстка: *А. Л. Бабабекова*

Формат 60×90  $\frac{1}{16}$ . Бумага офсетная № 1. Гарнитура «Школьная».  
Печать офсетная. Усл. печ. л. 12,0. Доп. тираж 7000 экз. Заказ № 128910.

Издательство «Мнемозина». 105043, Москва, ул. 6-я Парковая, 29 б.

Тел.: 8 (499) 367 5418, 367 5627, 367 6781; факс: 8 (499) 165 9218.

E-mail: ioc@mnemozina.ru

[www.mnemozina.ru](http://www.mnemozina.ru)

Магазин «Мнемозина»

(розничная и мелкооптовая продажа книг,  
«КНИГА — ПОЧТОЙ», ИНТЕРНЕТ-магазин).

105043, Москва, ул. 6-я Парковая, 29 б.

Тел./факс: 8 (495) 783 8284; тел.: 8 (495) 783 8285.

E-mail: magazin@mnemozina.ru

[www.shop.mnemozina.ru](http://www.shop.mnemozina.ru)

Торговый дом «Мнемозина» (оптовая продажа книг).

Тел./факс: 8 (495) 665 6031 (многоканальный).

E-mail: td@mnemozina.ru

Отпечатано в полном соответствии с качеством  
представленного электронного оригинал-макета  
в ОАО «Ярославский полиграфкомбинат»  
150049, Ярославль, ул. Свободы, 97

**arvato**  
ЯПК