



УДК 373.167.1:53

ББК 22.3я72

А86

*Серия «Академический школьный учебник» основана в 2005 году*

Проект «Российская академия наук, Российская академия образования, издательство «Просвещение» — российской школе»

Руководители проекта: вице-президент РАН акад. **В. В. Козлов**, президент РАО акад. **Н. Д. Никандров**, управляющий директор издательства «Просвещение» чл.-корр. РАО **А. М. Кондаков**

Научные редакторы серии: акад. РАО, доктор пед. наук **А. А. Кузнецов**, акад. РАО, доктор пед. наук **М. В. Рыжак**, доктор экон. наук **С. В. Сидоренко**

*Серия «Сферы» основана в 2003 г.*

**Руководители проекта:**

чл.-корр. РАО, д-р пед. наук **А. М. Кондаков**,

чл.-корр. РАО, д-р геогр. наук **В. П. Дронов**

Линия учебно-методических комплектов «Сферы» по физике под редакцией доктора физ.-мат. наук **Ю. А. Панебратцева**

**Артеменков Д. А.**

**А86** Физика. Задачник. 7 класс : пособие для учащихся общеобразоват. учреждений / Д. А. Артеменков, И. А. Ломаченков, Ю. А. Панебратцев ; [под ред. Ю. А. Панебратцева] ; Рос. акад. наук, Рос. акад. образования, изд-во «Просвещение». — 3-е изд. — М. : Просвещение, 2011. — 47 с. : ил. — (Академический школьный учебник) (Сферы). — ISBN 978-5-09-025538-7.

Задачник является составной частью учебно-методического комплекта «Физика» для 7 класса линии УМК «Сферы». В нем содержатся задачи по всем темам учебника 7 класса. Порядок задач соответствует структуре учебника. Задачи имеют три уровня сложности. Использование задачника позволит отработать навыки решения задач.

УДК 373.167.1:53

ББК 22.3я72

ISBN 978-5-09-025538-7

© Издательство «Просвещение», 2010

© Художественное оформление.

Издательство «Просвещение», 2010

Все права защищены

## СОДЕРЖАНИЕ

	Введение .....	3
I.	Физика и мир, в котором мы живем .....	4
II.	Строение вещества .....	8
III.	Движение, взаимодействие, масса .....	11
IV.	Силы вокруг нас .....	17
V.	Давление твердых тел, жидкостей и газов .....	21
VI.	Атмосфера и атмосферное давление .....	26
VII.	Закон Архимеда. Плавание тел .....	31
VIII.	Работа, мощность, энергия .....	35
IX.	Простые механизмы. «Золотое правило» механики .....	39
	Ответы к задачам .....	46

## ВВЕДЕНИЕ

Задачник является составной частью единого комплекта «Физика. 7 класс». С его помощью вы сможете отработать навыки решения задач по всем темам, изучаемым в 7 классе. Представленные задачи разделены по уровню сложности на три группы.

Задачи, включенные в задачник, можно разделить на два типа. Первый тип задач — расчетные. Полноценное знание физики невозможно без умения проводить необходимые расчеты для конкретных физических процессов и явлений. Ведь именно на физических законах, подкрепленных точными расчетами, работают самые сложные технические устройства.

Второй тип задач направлен на развитие теоретического мышления. Умение анализировать и делать теоретические выводы на основе знаний, полученных на уроках физики, — один из главных навыков исследователя, который пригодится вам в повседневной жизни. Такие задачи направлены на применение физических законов в практической деятельности человека.

# I. ФИЗИКА И МИР, В КОТОРОМ МЫ ЖИВЕМ

**1.1** Приведите примеры механических, световых, тепловых и электромагнитных физических явлений.

**1.2** Назовите два-три физических явления, которые наблюдаются при работе микроволновой печи.

**1.3** Приведите примеры физических тел, которые могут быть сделаны из стекла, резины, древесины, стали, пластмассы.

**1.4** Назовите вещества, из которых состоят следующие тела: велосипедная камера, скрепка, карандаш, авторучка, оконная рама.

**1.5** Начертите в тетради таблицу и распределите в ней по столбцам следующие слова: автомобиль, вода, радуга, Луна, нефть, кипение, выстрел, мобильный телефон, фарфор, ножницы, метель, алюминий, рассвет.

Физическое тело	Вещество	Явление

**1.6** Приведите примеры физических тел, состоящих: а) из одного и того же вещества; б) из различных веществ одинакового названия и назначения.

**1.7** При помощи различных физических тел (нож, веник, зеркало и т. д.) можно решать самые разные практические задачи. Приведите пример, как эти задачи влияют на выбор вещества, из которого изготавливаются указанные тела.

**1.8** Какое из двух понятий — материя или физическое тело — является более частным по отношению к другому (т. е. представляет собой только часть другого)? Какое понятие является более общим по отношению к другому?

**1.9** Предположительное значение температуры внутреннего слоя Земли на глубине 4500 км равно 5500 °С. Данное утверждение является научной гипотезой или экспериментальным фактом?

**1.10** Ю. А. Гагарин 12 апреля 1961 г. облетел земной шар за время 1 ч и 48 мин. Его полет является: физическим измерением, научной гипотезой, экспериментальным фактом, теоретическим выводом?

**1.11** Сколько галлонов бензина вмещает бак автомобиля ВАЗ-2115 объемом 43 л (1 галлон  $\approx$  4,4 л)?

**1.12** Во сколько раз высота пирамиды Хеопса, равная 137 м, меньше высоты центрального здания Московского университета, равной 240 м?

**1.13** Время прохождения света от Земли до Луны 1,25 с. Во сколько раз оно меньше времени прохождения света от Солнца до Земли, составляющего 8,3 мин?

**1.14** Во сколько раз масса атома водорода, равная  $1,7 \cdot 10^{-27}$  кг, больше массы его орбитального электрона, равной  $9,1 \cdot 10^{-31}$  кг?

**1.15** На сколько порядков различаются диаметр молекулы кислорода, равный 0,3 нм, и диаметр футбольного мяча, равный 30 см?

**1.16** В феврале 2008 г. на торгах лондонской нефтяной биржи баррель нефти (159 л) марки «Brent» достиг стоимости 100 долларов за 1 баррель. Сколько в российской национальной валюте стоил  $1 \text{ м}^3$  нефти в то время (курс доллара к рублю принять равным 1 долл. = 23,5 р.)?

**1.17** Толщина человеческого волоса приблизительно равна 50 мкм. Выразите это значение в нанометрах, миллиметрах, сантиметрах, метрах.

**1.18** Начертите в тетради таблицу и переведите приведенные ниже старинные единицы длины в соответствующие единицы СИ:  
 аршин  $\approx$  71,1 см; сажень  $\approx$  3 аршина; верста  $\approx$  500 саженей; вершок  $\approx$  44,4 мм; точка  $\approx$  0,254 мм; линия  $\approx$  10 точек; дюйм  $\approx$  10 линий; золотник  $\approx$  4,27 г; фунт  $\approx$  96 золотников; пуд  $\approx$  40 фунтов; ведро  $\approx$  12,3 л; штоф  $\approx$  1/10 ведра.

Единица	Значение СИ

**1.19** В Древней Руси в качестве меры длины использовалась пядь, равная расстоянию между концами растянутых пальцев одной руки — большого и указательного. Могла ли такая единица длины быть точной? Объясните свой ответ.

**1.20** Определите цены деления линеек, изображенных на рисунке 1.

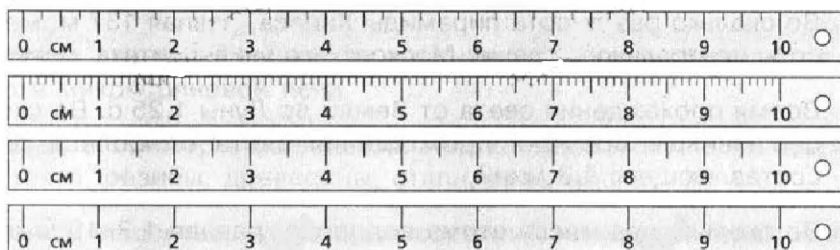


Рис. 1

**1.21** Определите длину бруска, изображенного на рисунке 2.

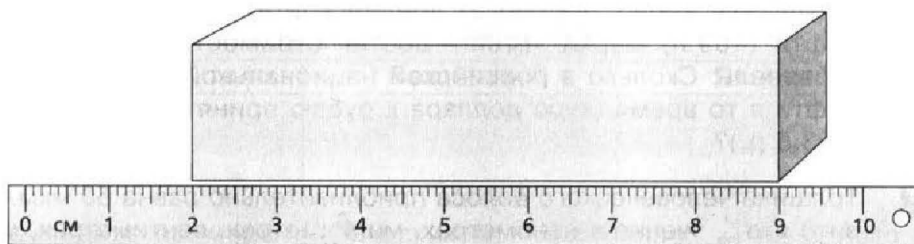


Рис. 2

**1.22** Определите среднее значение длины металлического стержня, если значения его длины, полученные различными измерителями, составляют: 15,12; 15,11; 15,14; 15,11 см.

**1.23** Какое среднее время показали в беге на 100 м восемь учеников 7 класса, если учитель физкультуры в своем журнале записал следующие результаты: 14,00; 13,80; 13,60; 14,20; 13,80; 14,00; 13,80; 13,60 с?

**1.24** Для того чтобы оценить расстояние от дома до школы, ученик решил посчитать количество шагов, которое он сделает на этом пути. Перед этим он решил оценить ширину своего шага. Проведя серию

из пяти измерений, он взял в качестве ширины шага среднее значение проведенных измерений. Какое среднее значение он получил, если значения ширины шагов: 52, 48, 47, 49, 49 см? Определите приблизительное расстояние между домом и школой, если ученик при ходьбе от дома до школы насчитал 886 шагов, а от школы до дома — 910.

**1.25** Определите цену деления линейки, если между делениями 10 см и 11 см расположено еще 4 немаркированных деления.

**1.26** Чтобы определить диаметр проволоки, ученик намотал вплотную на карандаш 30 витков, которые заняли часть карандаша длиной 6 см (рис. 3). Определите диаметр проволоки.



Рис. 3

**1.27** Как определить толщину монеты, имея в распоряжении линейку и несколько монет одного и того же достоинства? В каком случае толщина монеты будет измерена более точно: с малым или большим числом монет?

**1.28** При строительстве панельного дома использовались железобетонные плиты длиной 6,2 м и шириной 1,5 м. Определите площадь, которую можно перекрыть одной такой плитой.

**1.29** Определите объем спичечной коробки, длина которой 50 мм, ширина 37 мм, высота 12 мм.

**1.30** Измерив длину, ширину и высоту своей комнаты, определите ее объем.

**1.31** Определите объем комнаты, если ее длина 6,2 м, ширина 4,7 м, высота потолков 3,1 м.

**1.32** Сколько потребуется деревянных брусков размером 6 x 0,15 x 0,15 м для возведения стен дома размером 6 x 6 x 3 м на приусадебном участке?

**1.33** Каковы объемы жидкостей в мензурках, изображенных на рисунке 4?

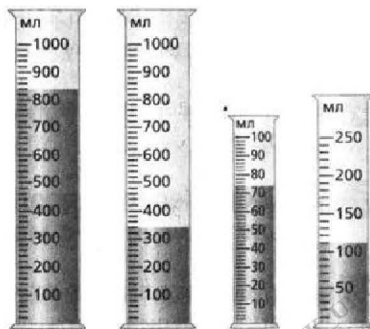


Рис. 4

**1.34** Как определить объем одной скрепки, если даны мензурка, вода и коробка со скрепками? Как повысить точность измерения?

**1.35** В мензурку с водой (рис. 5) опущено тело неправильной геометрической формы. Определите цену деления мензурки и объем тела.



Рис. 5

## II. СТРОЕНИЕ ВЕЩЕСТВА

**2.1** Можно ли, ударяя молотом деталь, сделать ее сколь угодно малой? Ответ обоснуйте.

**2.2** В толстостенном стальном цилиндре сжимают масло. При большом давлении капельки масла выступают на внешних стенках цилиндра. Чем это можно объяснить?

**2.3** На фотоснимке видимый диаметр молекулы некоторого вещества равен 0,5 мм. Чему равен действительный диаметр молекулы данного вещества, если фотоснимок получен с помощью электронного микроскопа с увеличением 200 000 раз?

**2.4** Капля масла объемом  $0,005 \text{ мм}^3$  растеклась по поверхности воды тонким слоем и заняла площадь  $500 \text{ см}^2$ . Принимая толщину слоя равной диаметру молекулы масла, определите этот диаметр.

**2.5** В чем разница между молекулой и атомом? Каков состав молекулы воды?

**2.6** В компрессоре воздух подвергается сильному сжатию. Что происходит при этом с молекулами воздуха?

**2.7** Длина столбика ртути в трубке комнатного термометра увеличилась. Увеличилось ли при этом число молекул ртути? Изменился ли объем каждой молекулы ртути в термометре?



- 2.8** Можно ли сказать, что объем газа в сосуде равен сумме объемов молекул? Ответ обоснуйте.
- 2.9** Под действием груза резиновый шнур удлинился. Изменилась ли при этом форма молекул? Ответ поясните.
- 2.10** Отличаются ли при одинаковой температуре промежутки между молекулами какого-либо вещества, находящегося в твердом, жидком и газообразном состояниях?
- 2.11** Если рассматривать в микроскоп каплю сильно разбавленного молока, то можно видеть, что плавающие в жидкости мелкие капли масла непрерывно движутся. Объясните это явление.
- 2.12** Что происходит с молекулами при нагревании тела? Можно ли нагреть одну молекулу?
- 2.13** При литье расплавленный металл выливают в формы. Почему формы делают больше отливаемого предмета?
- 2.14** Зубные врачи не рекомендуют есть очень горячую пищу. Почему?
- 2.15** Если железную деталь поместить в угольный порошок, содержащий углерод, а затем нагреть, то поверхностный слой железа обогатится углеродом (цементация). Какое физическое явление лежит в основе данной технологии?
- 2.16** Каким способом можно ускорить процесс засолки огурцов? Объясните причину явления.
- 2.17** Почему не рекомендуется хранить в холодильнике рядом с молочными продуктами сельдь или нарезанный лук?
- 2.18** Почему в помещении, в котором курят, одежда и вещи пахнут дымом?
- 2.19** Почему при механической обработке деталей резцом необходимо прилагать большие усилия?
- 2.20** Почему твердые тела сохраняют свою форму? Что больше: объем твердого тела или сумма объемов всех его молекул? Объясните свой ответ.

**2.21** Чем отличается характер движения молекул газов, жидкостей и твердых тел?

**2.22** Почему разломанный карандаш мы не можем соединить так, чтобы он вновь стал целым?

**2.23** Действие сил межмолекулярного взаимодействия демонстрируют с помощью двух кусков свинца. Почему для этого не используют куски из стали?

**2.24** Почему «свариваются» два куска стали, нагретые до температуры  $900\text{ }^{\circ}\text{C}$ , если кузнец кладет их друг на друга и ударяет молотом по одному, в то время как другой лежит на наковальне?

**2.25** Можно ли открытый сосуд заполнить газом на 50 % его вместимости? Объясните свой ответ.

**2.26** В каком состоянии при комнатной температуре находятся следующие вещества: вода, сахар, воздух, олово, лёд, кислород, алюминий, молоко, азот? Ответы впишите в таблицу, начертив ее в тетради.

Состояние		
твердое	жидкое	газообразное

**2.27** В зимний морозный день над поляной в реке образовался туман. Какое это состояние воды?

**2.28** В какой из жидкостей (рис. 6), налитых в стеклянные стаканы, взаимное притяжение молекул больше, чем притяжение между молекулами жидкости и молекулами стекла?

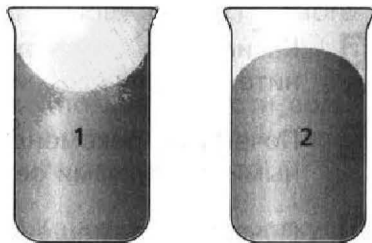


Рис. 6

**2.29** Перья водоплавающих птиц покрыты тончайшим слоем жира, который не смачивается водой. Какую пользу приносит этот жирный налет птицам?

**2.30** Почему кожаную демисезонную обувь рекомендуют смазывать кремом, содержащим жиры или парафин?

- 2.31** Почему использованную жевательную резинку, прилипшую к одежде или чистым деревянным, металлическим и другим поверхностям, так трудно удалить без помощи растворителя?
- 2.32** Почему шелковый платок не так хорошо вытирает пот, как полотняный?
- 2.33** Бидон с керосином или бензином нельзя закрывать пробкой, обернутой тряпкой. Почему?
- 2.34** Если положить кусок мела на мокрую губку, он намокнет. Если сухую губку положить на мокрый мел, она останется сухой. Почему?
- 2.35** На сыром грунте следы от шагов человека или от колеса автомобиля намокают. Почему?

### III. ДВИЖЕНИЕ, ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ, МАССА

- 3.1** Максимальная скорость автомобиля ВАЗ-2115 — 160 км/ч, автомобиля «Рено Логан» — 175 км/ч, гоночного болида Формулы-1 — приблизительно 300 км/ч. Выразите эти скорости в метрах в секунду.
- 3.2** Первая космическая скорость (минимальная скорость для вывода космического корабля на орбиту) впервые была достигнута при запуске в СССР первого в мире искусственного спутника Земли 4 октября 1957 г. Выразите первую космическую скорость (у поверхности Земли) 7,91 км/с в метрах в секунду и километрах в час.
- 3.3** Выразите в метрах в секунду скорости спортсменов: бег на лыжах — 18 км/ч, бег на коньках — 45 км/ч, бег (на 1500 м) — 27 км/ч, плавание (вольный стиль) — 7,2 км/ч.
- 3.4** Какая скорость больше: 10,0 м/с или 38 км/ч; 32,0 м/с или 110 км/ч?
- 3.5** Распределите в порядке уменьшения максимальной скорости передвижения следующих животных и птиц: слон африканский — 40 км/ч, жираф — 14,6 м/с, гепард — 122 км/ч, скворец — 20,6 м/с, ласточка — 63 км/ч. Какое из приведенных животных является самым быстрым?

**3.6** Что больше и во сколько раз: 200 км/ч или 200 м/с; 20 м/мин или 20 см/с?

**3.7** С какой средней скоростью бежал спортсмен, если на дистанции 100 м он установил мировой рекорд 9,72 с? Движение считать равномерным.

**3.8** С какой средней скоростью бежал спортсмен, если он преодолел марафонскую дистанцию за 2 ч 18 мин? Марафонская дистанция составляет 42 км и 195 м. Движение считать равномерным.

**3.9** Воспользовавшись справочными данными, определите, сколько времени идет свет от Солнца до Земли.

**3.10** За какое время плывущий по течению реки плот пройдет 12 км, если скорость течения реки 0,25 м/с?

**3.11** Автомобиль за время 10 мин проехал расстояние 11 км. Какой путь он преодолеет за 45 мин, двигаясь с той же скоростью? Выразите скорость автомобиля в километрах в час.

**3.12** Велогонщик прошел дистанцию 10 км в одном направлении со средней скоростью 50 км/ч, в противоположном направлении со средней скоростью 46 км/ч. Определите среднюю скорость движения на всем пути.

**3.13** Лодочник, стоя одной ногой на пристани, другую ногу ставит на лодку и отталкивается от пристани. В каком случае ему удобнее сесть в лодку: когда она пустая или когда в ней сидят люди?

**3.14** На рисунке 7 изображен график зависимости пути, пройденного пешеходом, от времени. Определите путь, пройденный пешеходом, за время 3 ч и скорость движения пешехода.

**3.15** На рисунке 8 изображен график зависимости пути, пройденного автомобилем, от времени. Определите путь, пройденный автомобилем, за время 10 ч, скорости на каждом из участков, среднюю скорость движения на всем пути.

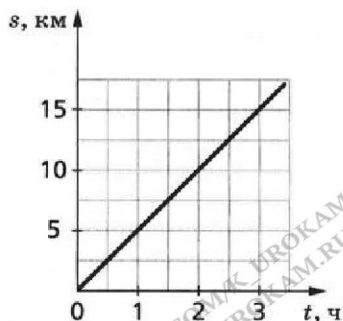


Рис. 7

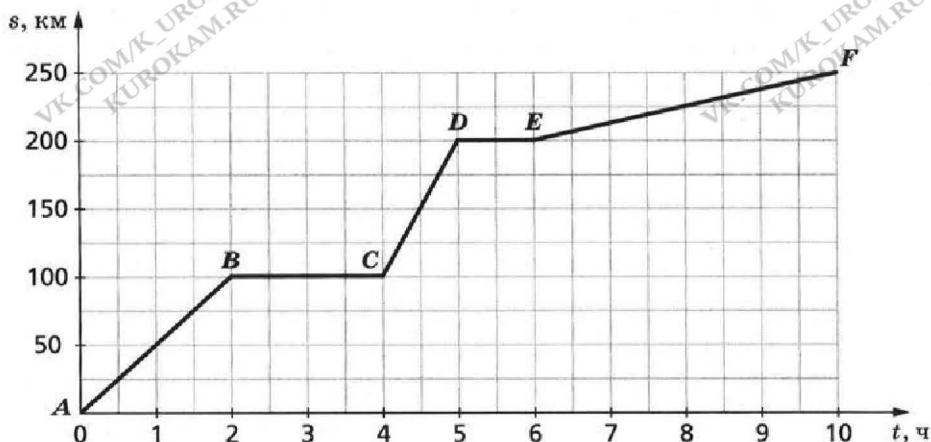


Рис. 8

**3.16** Воспользовавшись условием задачи **3.15**, постройте график зависимости скорости движения автомобиля от времени.

**3.17** На рисунке **9** приведен график зависимости скорости движения тела от времени. Определите начальную скорость тела, скорость тела через 15 с после начала отсчета и ускорение тела.

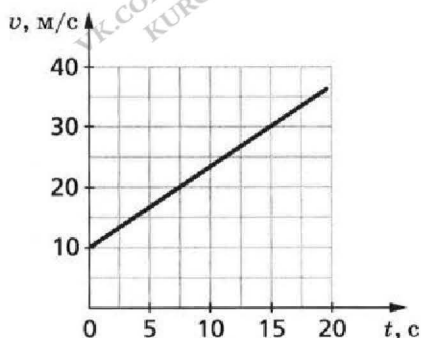


Рис. 9

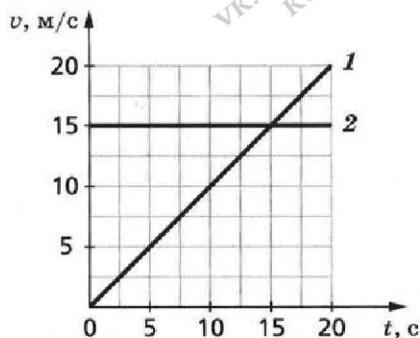


Рис. 10

**3.18** На рисунке **10** изображены графики зависимости скорости движения от времени для двух тел. Какой график соответствует равноускоренному движению тела, а какой — равномерному? Ответ обоснуйте. Для тела, движущегося с ускорением, определите значение ускорения.

- 3.19** Определите ускорение тела при прямолинейном равноускоренном движении, если за время 10 с скорость тела изменилась с 15 до 20 м/с.
- 3.20** Два автомобиля разгоняются до 100 км/ч за 10 и 15 с соответственно. Считая движение равноускоренным, определите ускорения, с которыми при этом движутся автомобили.
- 3.21** Чем объяснить наличие «отдачи» при стрельбе из ружья?
- 3.22** Есть два способа колки поленьев. В первом случае полено ударяют быстро движущимся топором. Во втором слабым ударом загоняют топор в полено, а затем, взмахнув топором с насаженным поленом, бьют обухом о колоду. Объясните механизм обоих способов колки.
- 3.23** Почему запрещается резко поднимать груз подъемным краном? Приведите примеры, когда инерция приносит пользу и когда — вред.
- 3.24\*** Пуля вылетает из автомата Калашникова со скоростью 715 м/с. Определите скорость автомата при отдаче, если массы пули и автомата соответственно равны 7,9 г и 3,6 кг.
- 3.25** Спортсмен, прыгая в высоту, отталкивается от поверхности Земли. Почему в результате взаимодействия Земля не двигается?
- 3.26** Из ствола орудия, масса которого 1 т, вылетает снаряд со скоростью 600 м/с. Определите массу снаряда, если скорость отката ствола 12 м/с.
- 3.27** Человек прыгает из лодки на берег. Масса человека 75 кг. Определите массу лодки, если она стала двигаться со скоростью, равной  $\frac{1}{5}$  скорости человека.
- 3.28** При нагревании тела расширяются. Изменяется ли при этом масса тела, объём и плотность?

\*

При решении подобных задач следует иметь в виду, что если при взаимодействии тел их начальные скорости были равны нулю, то используется равенство отношений  $\frac{m_1}{m_2} = \frac{v_2}{v_1}$ , где  $m_1$  и  $m_2$  — массы взаимодействующих тел,  $v_1$  и  $v_2$  — скорости, приобретённые ими.

**3.29** Находясь в неподвижной лодке, рыбак отталкивает находящееся рядом с лодкой плавающее бревно. Почему при этом лодка тоже приходит в движение? Во сколько раз масса лодки больше массы бревна, если после взаимодействия скорости их движения соответственно равны 0,5 м/с и 2,5 м/с?

**3.30** Почему по правилам дорожного движения запрещается:

- неожиданно появляться перед движущимся транспортом;
- не пристегиваться ремнем безопасности при поездке в автомобиле;
- превышать допустимую скорость движения?

**3.31** Две одинаковые цистерны наполнены топливом: одна керосином, другая бензином. Масса какого горючего больше? Во сколько раз?

**3.32** Какой из двух брусков одинаковой массы — алюминиевый или чугунный — имеет больший объем? Во сколько раз?

**3.33** Ёмкость бензобака автомобиля ВАЗ-2115 — 43 л. Определите массу бензина, входящего в бензобак.

**3.34** Определите плотность прямоугольной пенопластовой плиты длиной 1 м, шириной 60 см, толщиной 5 см, если она имеет массу 1,2 кг.

**3.35** Сколько потребуется бутылок ёмкостью 1,5 л, чтобы вместить 20 кг мёда? керосина?

**3.36** При выполнении лабораторной работы по определению плотности древесины измеряли объем древесных образцов и их массу. Данные опытов записаны в таблицу.

Вид древесины	Объём, см <sup>3</sup>	Масса, г	Плотность, кг/м <sup>3</sup>
Берёза сухая	800	520	
Берёза свежесрубленная	800	704	
Липа сухая	800	360	
Липа свежесрубленная	800	632	
Сосна сухая	800	416	
Сосна свежесрубленная	800	688	

По данным таблицы определите плотности различных видов древесины. Сделайте вывод, как зависит плотность древесины от степени просушки.

## ПРИМЕР РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ

### Задача.

Человек прыгает из лодки на берег. Масса человека 75 кг. Определите массу лодки, если она стала двигаться со скоростью, равной  $1/5$  скорости человека.

Дано:

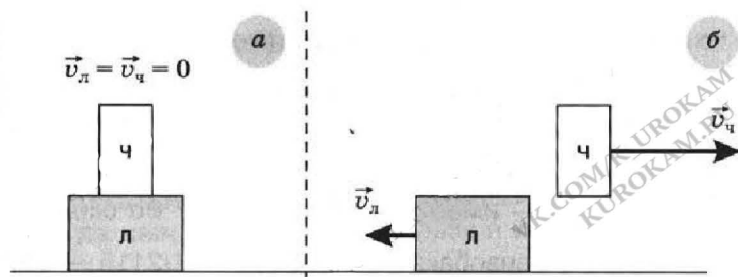
$$m_{\text{ч}} = 75 \text{ кг}$$

$$v_{\text{л}}/v_{\text{ч}} = 1/5$$

$$m_{\text{л}} = ?$$

Решение:

Схематично изобразим рассматриваемую ситуацию.



Первоначально (рис. а) человек сидит в лодке. Лодка покоится:

$$v_{\text{л}} = v_{\text{ч}} = 0.$$

Затем человек прыгает на берег. В результате взаимодействия лодка и человек приобретают скорости  $v_{\text{л}}$  и  $v_{\text{ч}}$  (рис. б). При этом справедливо соотношение

$$\frac{m_{\text{ч}}}{m_{\text{л}}} = \frac{v_{\text{л}}}{v_{\text{ч}}}.$$

Следовательно,

$$m_{\text{л}} = \frac{v_{\text{ч}}}{v_{\text{л}}} \cdot m_{\text{ч}}.$$

Установим наименование полученной величины.

$$[m_{\text{л}}] = \frac{\text{м/с}}{\text{м/с}} \cdot \text{кг} = \text{кг}.$$

Данное наименование соответствует наименованию единицы массы.

Подставив числовые значения, получим

$$m_{\text{л}} = 5 \cdot 75 \text{ кг} = 375 \text{ кг}.$$

Ответ: 375 кг.



## IV. СИЛЫ ВОКРУГ НАС

**4.1\*** Определите силу тяжести, действующую на тело массой 300 г; 5 кг; 5 т.

**4.2** Какую массу имеют тела весом 98 Н, 245 Н, 4,9 кН?

**4.3** Трос выдерживает нагрузку 35 кН. Разорвется ли трос, если им удерживать груз массой 4 т?

**4.4** При равновесии рычажных весов, вес которых 100 Н, на левой чашке находится груз, а на правой — гиря массой 3 кг. Каков общий вес груза, гири и весов?

**4.5** Объём бензина, израсходованный во время поездки, составил 10 л. На сколько при этом уменьшился общий вес автомобиля (плотность бензина принять равной  $700 \text{ кг/м}^3$ )?

**4.6** Чему равен вес 1 л ртути и 20 л бензина (плотность ртути равна  $13\,600 \text{ кг/м}^3$ )?

**4.7** Определите вес деревянного бруска (рис. 11). Плотность древесины взять равной  $800 \text{ кг/м}^3$ .

**4.8** Динамометр, на котором подвешен груз, падает с некоторой высоты. Указатель динамометра при этом установился на нуле. Можно ли сказать, что равен нулю вес груза, масса груза, сила тяжести?

**4.9** Предметы в космическом корабле находятся в состоянии невесомости. Что это означает? Действует ли на эти предметы сила тяжести? Имеют ли предметы массу?

**4.10** В сосуд с водой долили воду, при этом масса воды в сосуде удвоилась. Пренебрегая массой сосуда, ответьте на вопросы: как изменился вес жидкости? Изменилась ли сила тяжести, действующая на воду в сосуде?

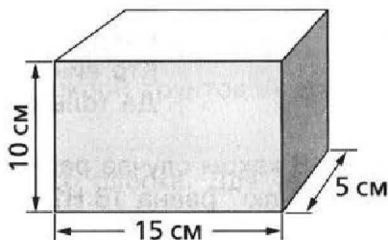


Рис. 11

\* Здесь и далее в расчетах принимать  $g = 9,8 \text{ Н/кг}$ .

- 4.11** Можно ли утверждать, что масса тела есть свойство самого тела, а сила тяжести зависит от действия других тел? Ответ обоснуйте.
- 4.12** Небольшой груз подвешен на нити. Укажите точки приложения веса груза и силы тяжести, действующей на груз. Ответ поясните рисунком.
- 4.13** Масса космонавта со скафандром 80 кг. Изобразите графически вес этого космонавта на Земле и на Луне (на Луне  $g_{\text{л}} \approx 1,6 \text{ Н/кг}$ ). Масштаб: 1 см = 100 Н.
- 4.14** Сила тяги автомобиля равна 5000 Н, сила сопротивления движению — 1 кН. Изобразите графически равнодействующую этих сил.
- 4.15** Что можно сказать о равнодействующей сил, действующих на воз в басне И. А. Крылова «Лебедь, Щука и Рак»?

...Однажды Лебедь, Рак да Щука  
Везти с поклажей воз взялись,  
И вместе трое все в него впряглись;  
Из кожи лезут вон, а возу все нет ходу!  
Поклажа бы для них казалась и легка:  
Да Лебедь рвётся в облака,  
Рак пятится назад, а Щука тянет в воду.  
Кто виноват из них, кто прав, — судить не нам;  
Да только воз и ныне там...

- 4.16** В каком случае равнодействующая трех сил 12, 8 и 4 Н будет равна нулю? равна 16 Н? Изобразите графически оба случая.
- 4.17** Чему равна равнодействующая трех сил по 5 Н каждая, действующих в одной плоскости под углом  $120^\circ$  друг к другу?
- 4.18** Какую силу надо приложить к концу проволоки с коэффициентом упругости 100 кН/м, чтобы растянуть ее на 2 мм?
- 4.19** Два мальчика растягивают динамометр. Каждый прикладывает силу 100 Н. Что показывает динамометр?
- 4.20** Два человека растягивают резиновый жгут, прикрепив к его концам динамометры. Когда жгут удлинился на 4 см, динамометры показали силы по 40 Н каждый. Каков коэффициент упругости жгута? Что показывает динамометр при растяжении жгута на 18 см?

**4.21** На сколько удлинится рыболовная леска с коэффициентом упругости  $0,5 \text{ кН/м}$  при поднятии вертикально вверх рыбы массой  $250 \text{ г}$ ?

**4.22** Пружина динамометра под действием силы  $10 \text{ Н}$  удлинилась на  $5 \text{ мм}$ . Определите вес груза, под действием которого эта пружина удлинится на  $16 \text{ мм}$ .

**4.23** На рисунке **12** изображены графики зависимости удлинения от модуля приложенной силы для стальной (1) и медной (2) проволок равной длины и диаметра. Сравните коэффициенты упругости проволок. -

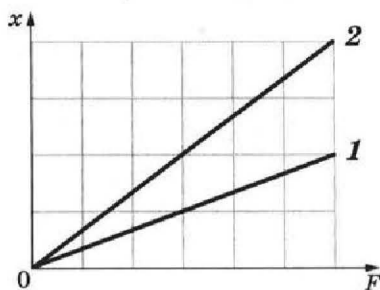


Рис. 12

**4.24** Две пружины разной длины, скрепленные одними концами, растягивают за свободные концы руками. Пружина с коэффициентом упругости  $50 \text{ Н/м}$  удлинилась на  $5 \text{ см}$ . Определите коэффициент упругости другой пружины, если ее удлинение равно  $1 \text{ см}$ .

**4.25** Почему полировка и шлифовка соприкасающихся деталей уменьшают трение?

**4.26** Почему автомобиль с грузом буксует на мокрой грунтовой дороге меньше, чем порожний?

**4.27** Медицинские иглы полируют до зеркального блеска. Для чего это делают?

**4.28** Почему автомобилю трудно тронуться с места на обледенелой дороге?

**4.29** Почему осенью у трамвайных линий, проходящих в районах парков, бульваров, садов и т. д., вывешивают надписи «Осторожно, листопад»? О чем информируют дорожные знаки, изображённые на рисунке **13**?



Рис. 13

**4.30** На столе в вагоне поезда лежат книга и мяч. Почему, когда поезд тронулся с места, мяч покатился назад (относительно поезда), а книга осталась в покое?

**5.10** Плита имеет размер  $100 \times 80 \times 20$  см и весит  $100$  Н. Плита может быть поставлена на опору любой гранью. Сколькими способами может быть установлена плита? Определите давление, оказываемое на опору, для каждого из возможных способов установки.

**5.11** Два тела имеют одинаковую площадь опоры и объем. Как зависит давление, производимое телами, от их плотности?

**5.12** Определите давление, которое производит бетонная стена высотой  $15$  м на фундамент? Плотность бетона  $2200$  кг/м<sup>3</sup>.

**5.13** Почему сплюснутый футбольный мяч или накачанная велосипедная шина быстро принимают свою прежнюю форму, если перестают действовать на них деформирующие силы?

**5.14** Объясните, как применяется закон Паскаля при выдавливании из тюбика зубной пасты; при выдувании мыльного пузыря.

**5.15** В ведро высотой  $40$  см налили доверху керосин. Каково давление керосина на дно ведра? Плотность керосина  $800$  кг/м<sup>3</sup>.

**5.16** В цилиндрический сосуд (рис. 14) налили воду высотой  $30$  см. С какой силой вода будет оказывать давление на нижнюю поверхность тонкой пластинки площадью  $5$  см<sup>2</sup>, которая находится на расстоянии  $10$  см от дна сосуда?

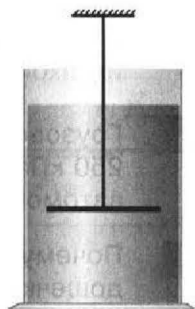


Рис. 14

**5.17** Какую жидкость нужно налить в стакан, чтобы при высоте столба жидкости  $5$  см на дно сосуда оказывалось давление  $490$  Па?

**5.18** Почему пловец, нырнувший на большую глубину, испытывает боль в ушах?

**5.19** Может ли сила, с которой жидкость оказывает давление на дно сосуда, быть меньше веса жидкости, налитой в сосуд? Если да, то нарисуйте форму такого сосуда.

**5.20** До какого уровня нужно налить бензин в канистру, чтобы он оказывал давление на дно канистры, равное  $2840$  Па?

**5.21** Река Нева в Санкт-Петербурге соединена с большим числом каналов. Почему возникает опасность выхода из берегов воды в этих каналах при поднятии уровня воды в Неве?

**5.22** Две мензурки заполнены однородной жидкостью и имеют равные площади оснований (рис. 15). Одинаково ли давление жидкости на дно мензурок?

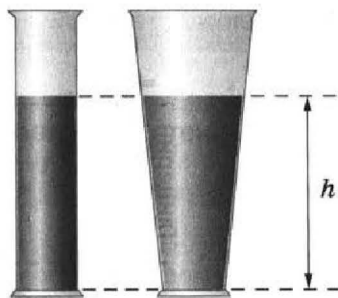


Рис. 15

**5.23** В каких пределах изменяется давление (в паскалях) воды в водопроводе, на которые рассчитан проточный газовый водонагреватель, если по паспорту допустимые пределы давления составляют от 2,5 до 10 м вод. ст. (метры водного столба)?

**5.24** В гидравлической машине площади поперечного сечения относятся как 1:10. На малый поршень положили тело массой 5 кг. С какой силой нужно оказывать давление на больший поршень, чтобы система оставалась в равновесии?

**5.25** Объясните принцип работы фонтана. От чего зависит высота подъема воды в фонтане?

**5.26** Какой чайник (рис. 16) более вместителен?

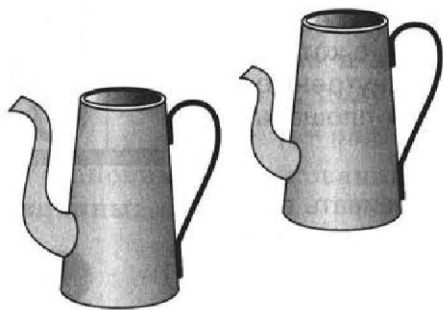


Рис. 16

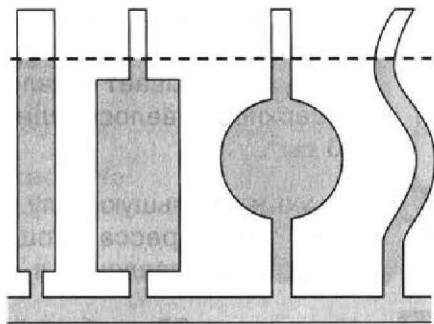


Рис. 17

**5.27** Высота воды в сосудах (рис. 17) относительно соединительной трубки 30 см. Какое давление производит этот столб воды? Почему вода в сосудах установилась на одном уровне независимо от формы сосудов?

**5.28** Чему равна высота столба воды в водонапорной башне, если давление воды у ее основания равно 240 кПа?

## ПРИМЕР РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ

### Задача.

Сила тяги автомобиля равна 5000 Н, сила сопротивления движению — 1 кН. Изобразите графически равнодействующую этих сил.

Дано:

$$F_{\text{тяг}} = 5000 \text{ Н}$$

$$F_{\text{тр}} = 1 \text{ кН}$$

$$F_{\text{рав}} = ?$$

СИ

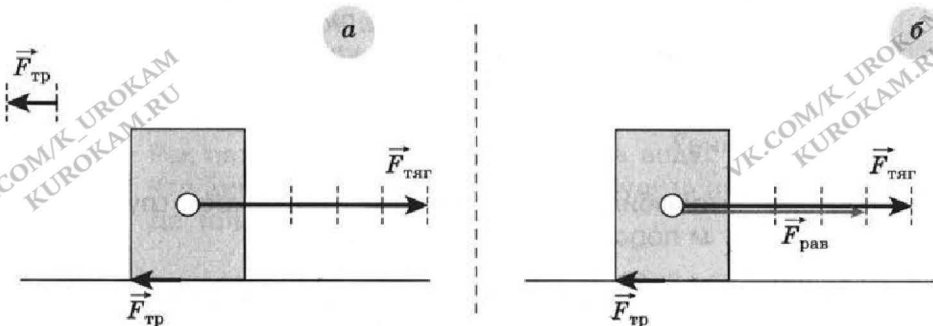
$$= 1000 \text{ Н}$$

Решение:

Схематично изобразим рассматриваемую ситуацию. Поскольку по условию задачи сила трения ( $F_{\text{тр}}$ ) меньше силы тяги ( $F_{\text{тяг}}$ ) в 5 раз

$$(F_{\text{тяг}}/F_{\text{тр}} = 5000 \text{ Н}/1000 \text{ Н} = 5),$$

то в качестве единицы масштаба удобно взять 1000 Н, т. е. величину силы трения.



Таким образом, силы тяги и трения, действующие на автомобиль, представлены на рисунке **а**.

Поскольку силы  $F_{\text{тяг}}$  и  $F_{\text{тр}}$  противоположно направлены и  $F_{\text{тяг}} > F_{\text{тр}}$ , то  $F_{\text{рав}}$  сонаправлена с  $F_{\text{тяг}}$  и ее модуль  $F_{\text{рав}} = F_{\text{тяг}} - F_{\text{тр}}$ .

$$F_{\text{рав}} = 5000 \text{ Н} - 1000 \text{ Н} = 4000 \text{ Н}.$$

В выбранных единицах масштаба длина вектора будет составлять 4 единицы. Результат представлен на рисунке **б**.

## V. ДАВЛЕНИЕ ТВЕРДЫХ ТЕЛ, ЖИДКОСТЕЙ И ГАЗОВ

- 5.1 Какое давление на пол оказывает стол весом 400 Н, если площадь его опоры равна  $20 \text{ см}^2$ ?
- 5.2 Если тяжёлую попку нести за верёвку, то ощущается сильная боль (режет пальцы), а если под верёвку подложить сложенный в несколько раз лист бумаги, то боль уменьшается. Объясните почему.
- 5.3 Как человек может, стоя на земле, увеличить в 2 раза давление на опору? Почему топкое болото перейти легче, если проложить по пути передвижения хворост?
- 5.4 С какой силой нужно надавить на иглу, чтобы оказать давление на поверхность ткани, равное  $100 \text{ МПа}$ ? Площадь острия иглы равна  $0,03 \text{ мм}^2$ .
- 5.5 Объясните назначение наперстка, надеваемого на палец при шитье иглой.
- 5.6 Грузовой автомобиль весом  $50 \text{ кН}$  оказывает давление на дорогу  $250 \text{ кПа}$ . Определите площадь соприкосновения шин грузового автомобиля с дорогой.
- 5.7 Почему на подушку приятнее класть голову, чем на наклонную дощечку?
- 5.8 Известно, что солдат со снаряжением оказывает практически такое же давление на землю, как и средний по весу танк. Объясните это. Определите давления, оказываемые на грунт солдатом ВДВ РФ, взяв его средний вес с походным снаряжением  $1,4 \text{ кН}$  и площадь опоры  $270 \text{ см}^2$ , и советским танком Т-34 массой  $25,6 \text{ т}$  и размером гусеницы, соприкасающейся с землей,  $55 \times 375 \text{ см}$ . Сравните полученные результаты.
- 5.9 К человеку, под которым провалился лед, подходить нельзя. Для спасения ему протягивают лестницу или доску. Объясните, почему таким способом можно спасти провалившегося.

5.29 Плотность какой жидкости больше — глицерина или спирта (рис. 18)?

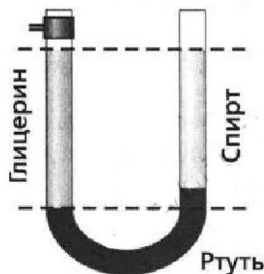


Рис. 18

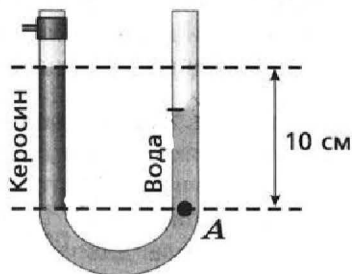


Рис. 19

5.30 Вода и керосин налиты в сообщающиеся сосуды (рис. 19). Высота столба керосина 10 см. Определите давление, создаваемое жидкостями в точке А.

5.31 Столб воды в сообщающихся сосудах высотой 25,8 см уравнивает столб дизельного топлива высотой 30,0 см. Определите плотность дизельного топлива.

5.32 На поршень ручного насоса площадью  $4,0 \text{ см}^2$  действует сила 20 Н. Оцените силу, с которой воздух оказывает давление на внутреннюю поверхность велосипедной камеры площадью  $20 \text{ дм}^2$ .

5.33 Какую наибольшую силу может развивать поршень гидропресса площадью  $2000 \text{ мм}^2$ , если допустимое давление в нем равно  $300 \text{ Н/см}^2$ ?

5.34 На рисунке 20 изображён ртутный манометр. Какую разность давлений показывает манометр, если разность уровней  $h = 5 \text{ см}$ ?

5.35 Человек вытесняет воду из меха (рис. 21) и заставляет ее подниматься по трубке. Определите высоту столба воды в трубке, если принять вес человека равным 530 Н, а площадь доски, на которой он стоит, равной  $720 \text{ см}^2$ .

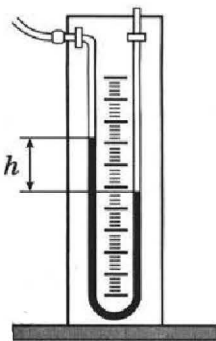


Рис. 20



Рис. 21



## ПРИМЕР РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ

### Задача.

Определите давление, которое оказывает бетонная стена высотой 15 м на фундамент. Плотность бетона  $2200 \text{ кг/м}^3$ .

Дано:

$$h = 15 \text{ м}$$

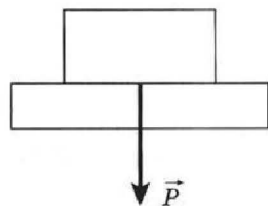
$$\rho = 2200 \text{ кг/м}^3$$

$$p = ?$$

Решение:

Схематично изобразим рассматриваемую ситуацию.

Установленная на фундамент бетонная стена оказывает на него давление, где  $P$  — вес стены,  $S$  — площадь опоры.



Вес стены  $P = mg$ . Поскольку масса стены  $m = \rho V$ , где  $V = Sh$  — объем стены, получим

$$p = \frac{P}{S} = \frac{mg}{S} = \frac{\rho Vg}{S} = \frac{\rho Shg}{S}$$

Разделив числитель и знаменатель полученной дроби на  $S$ , получим

$$p = \rho hg.$$

Установим наименование полученной величины:

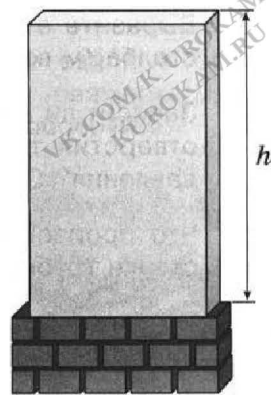
$$[p] = \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot \text{м} \cdot \frac{\text{Н}}{\text{кг}} = \frac{\text{Н}}{\text{м}^2} = \text{Па}.$$

Данное наименование соответствует наименованию единицы давления.

Подставив числовые значения, данные по условию задачи, получим

$$p = 2200 \cdot 15 \cdot 9,8 \text{ Па} \approx 3,2 \cdot 10^5 \text{ Па}.$$

Ответ:  $3,2 \cdot 10^5 \text{ Па}$ .



## VI. АТМОСФЕРА И АТМОСФЕРНОЕ ДАВЛЕНИЕ

- 6.1** Определите массу воздуха в комнате, размер которой  $5,0 \times 4,2 \times 3,1$  м, при нормальном атмосферном давлении и температуре  $0^\circ\text{C}$ .
- 6.2** Какой объём занимает воздух весом  $1$  Н при нормальном атмосферном давлении и температуре  $0^\circ\text{C}$ ?
- 6.3** Взрослый человек выдыхает в минуту в спокойном состоянии  $8,0$  л воздуха, при физической нагрузке — приблизительно  $40$  л. Определите массу воздуха, потребляемого человеком в течение полутора часа в этих случаях.
- 6.4** Атмосферное давление равно  $750$  мм рт.ст. Выразите это давление в паскалях; ньютонах на метр квадратный; ньютонах на сантиметр квадратный.
- 6.5** Выразите атмосферное давление  $740$  мм рт.ст в метрах водяного столба (м вод.ст.) и паскалях.
- 6.6** Зависит ли высота столбика ртути в опыте Торричелли от диаметра отверстия трубки? угла наклона трубки? значения атмосферного давления? Ответ обоснуйте.
- 6.7** Что произойдет, если в трубке Торричелли сделать отверстие в стенке трубки над ртутью? ниже уровня ртути?
- 6.8** Почему, когда мы втягиваем ртом сок через соломинку, сок поднимается вверх?
- 6.9** Рассчитайте силу, с которой воздух оказывает давление на тетрадный лист при нормальном атмосферном давлении.
- 6.10** Считая давление нормальным, оцените силу, с которой воздух оказывает давление на лист бумаги формата А4 ( $210 \times 297$  мм).
- 6.11** Почему высоко в горах у людей легко происходят вывихи суставов?
- 6.12** Почему пассажирские самолеты на маршрутах дальней и средней протяжённости совершают перелеты на высотах порядка  $10$  км? Зачем корпуса таких самолетов делают герметичными?

**6.13** Почему приходится прилагать огромное усилие, вытаскивая ногу, увязшую в глине или топком болотистом грунте?

**6.14** Какая максимальная сила может прижимать присоску к кафельной стене, если площадь поверхности присоски составляет  $15 \text{ см}^2$ ? При каких условиях это возможно?

**6.15** С какой силой при нормальных условиях воздух сжимает «магдебургские полушария», из которых выкачан воздух, если площадь их поверхности составляет  $1500 \text{ см}^2$ ? Считать, что «магдебургские полушария» имеют форму плоских тарелок.

**6.16** Листок бумаги, плотно прилегающий к стенкам стакана, не дает воде вылиться (рис. 22). С какой силой воздух действует на листок бумаги, если площадь листка, ограниченного краями стакана, равна  $100 \text{ см}^2$ ? Атмосферное давление считать нормальным.



Рис. 22

**6.17** Альпинисты при восхождении на высокую гору взяли с собой накачанный волейбольный мяч. Изменились ли размеры мяча? Температуру воздуха считать неизменной. Ответ обоснуйте.

**6.18** Объясните принцип действия держателя на присосках (рис. 23).

**6.19** Высоту какого столба жидкости (рис. 24) следует брать для расчета давления жидкости на дно сосуда? Ответ поясните.

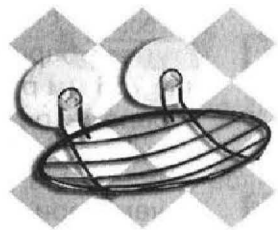


Рис. 23

**6.20** При нормальном атмосферном давлении вода за поршнем всасывающего насоса поднимается не более чем на  $10,3 \text{ м}$ . На какую высоту при тех же условиях поднимается за поршнем нефть? ртуть?

**6.21** Сосуд содержит воздух, сжатый до давления 4 технические атмосферы ( $1 \text{ ат} \approx 98 \text{ кПа}$ ). Как велико атмосферное давление, если для удержания пробки площадью  $7 \text{ см}^2$  необходима сила  $206 \text{ Н}$ ? Выразите полученный результат в миллиметрах ртутного столба.

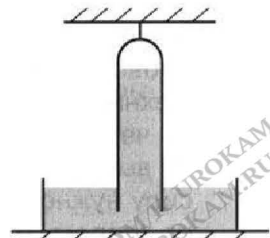


Рис. 24

- 6.22** На рисунке **25** изображена схема простейшей модели барометра-анероида. В какую сторону отклонится стрелка, если атмосферное давление увеличится? уменьшится?

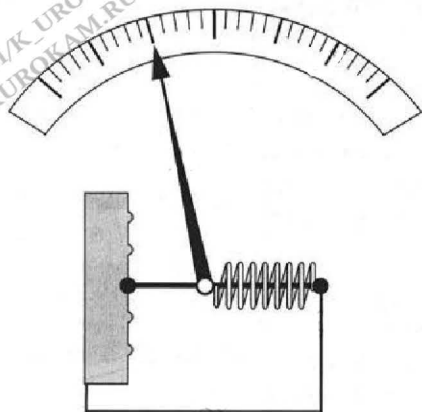


Рис. 25



Рис. 26

- 6.23** Чему равна цена деления шкалы манометра, изображенного на рисунке **26**? Какое давление показывает манометр?

- 6.24** Ртутный барометр (рис. **27**) показывает давление 755 мм рт.ст. Какова была бы высота столба в барометре, трубка которого содержала бы воду? масло ( $\rho = 850 \text{ кг/м}^3$ )?

- 6.25** Почему при нормальном атмосферном давлении вода за поршнем всасывающего насоса может быть поднята не более чем на 10,3 м?

- 6.26** Манометр, укрепленный на магистрали водопровода, показывает давление воды 2,2 ат (технические атмосферы). Поднимется ли вода на четвертый этаж дома, если кран установлен на высоте 16 м над уровнем магистрали? Какую силу нужно приложить, чтобы удержать воду от вытекания из крана на втором этаже, если площадь отверстия крана  $2 \text{ см}^2$ ? Кран находится на высоте 8 м над уровнем магистрали.

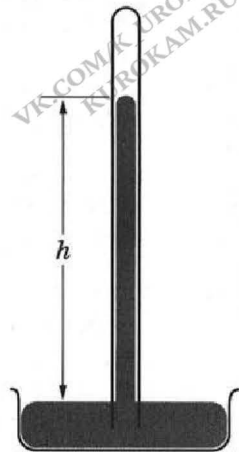


Рис. 27

6.27

Чтобы производить работы на дне реки при закладке плотины, в воду опущен кессон в виде цилиндрического железного ящика. В кессон сверху накачивают воздух, чтобы вытеснить из него всю воду. Определите давление воздуха внутри кессона, если глубина реки в этом месте равна 12 м и вода в кессоне стоит на 80 см выше его основания. Атмосферное давление 760 мм рт.ст.

6.28

Открытые жидкостные манометры соединены с сосудами (рис. 28). В каком из сосудов давление газа равно атмосферному давлению? больше атмосферного? меньше атмосферного давления?

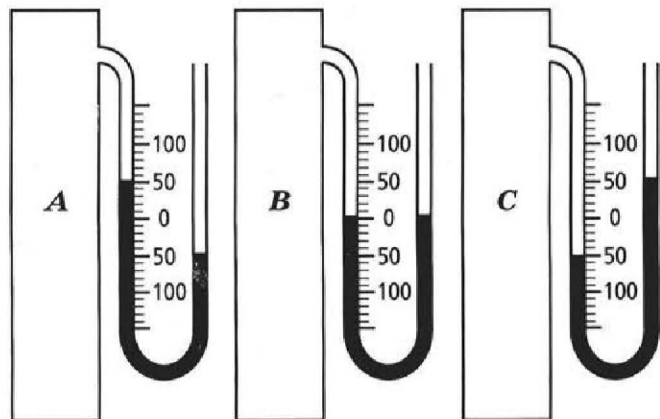


Рис. 28

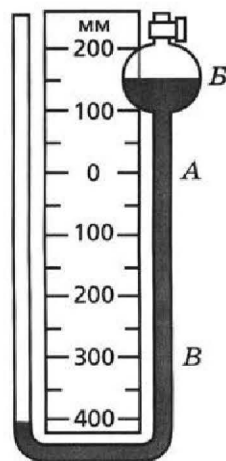


Рис. 29

6.29

Чему равно давление на ртуть на уровнях А, Б, В (рис. 29), если атмосферное давление нормальное?

6.30\*

Оцените глубину шахты, если на её дне барометр показывает 102 300 Па, а на поверхности земли — 101 293 Па.

6.31

У подножия горы барометр показал 99 200 Па, а на её вершине — 90 320 Па. Используя эти данные, определите высоту горы.

\*

Здесь и далее принять, что при небольших изменениях высоты у поверхности Земли в среднем на каждые 10 м давление изменяется на 111 Па.

## ПРИМЕР РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ

### Задача.

Ртутный барометр (рис. 27) показывает давление 755 мм рт. ст. Какова была бы высота столба в барометре, трубка которого содержала бы воду? масло ( $\rho_m = 850 \text{ кг/м}^3$ )?

Дано:

$$p = 755 \text{ мм рт. ст.}$$

$$h_{\text{рт}} = 755 \text{ мм}$$

$$\rho_{\text{рт}} = 13\,600 \text{ кг/м}^3$$

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

$$\rho_{\text{м}} = 850 \text{ кг/м}^3$$

$$h_{\text{в}} - ?$$

$$h_{\text{м}} - ?$$

СИ

$$0,755 \text{ м}$$

Решение:

Рассмотрим прибор, изображенный на рисунке 27. Высота столба жидкости ртутного барометра зависит от значения атмосферного давления. При этом справедливо равенство

$$p_{\text{ат}} = p_{\text{рт}},$$

где  $p_{\text{ат}}$  — атмосферное давление,  $p_{\text{рт}}$  — гидростатическое давление столбика ртути высотой  $h_{\text{рт}}$ :

$$p_{\text{рт}} = \rho_{\text{рт}} g h_{\text{рт}}.$$

Предположим, что в барометре использовалась другая жидкость, например вода (считаем, что соответствующая длина трубки была обеспечена). Тогда

$$p_{\text{ат}} = p_{\text{в}}, \text{ где } p_{\text{в}} = \rho_{\text{в}} g h_{\text{в}}.$$

Тем самым при одном и том же атмосферном давлении  $p_{\text{ат}}$  в зависимости от используемой жидкости  $p_{\text{ат}} = p_{\text{рт}}$  или  $p_{\text{ат}} = p_{\text{в}}$ , следовательно, искомая высота столбика воды может быть получена из равенства

$$p_{\text{рт}} = p_{\text{в}} \Rightarrow \rho_{\text{в}} g h_{\text{в}} = \rho_{\text{рт}} g h_{\text{рт}} \Rightarrow h_{\text{в}} = h_{\text{рт}} \frac{\rho_{\text{рт}}}{\rho_{\text{в}}}.$$

Аналогично для масла

$$h_{\text{м}} = h_{\text{рт}} \frac{\rho_{\text{рт}}}{\rho_{\text{м}}}.$$

Установим наименование полученной величины:

$$[h_{\text{в, м}}] = \text{м} \cdot \frac{\text{кг/м}^3}{\text{кг/м}^3} = \text{м}.$$

Данное наименование соответствует наименованию единицы длины.

Подставив числовые значения, данные по условию задачи, получим

$$h_a = 0,755 \cdot \frac{13\,600}{1000} \text{ м} \approx 10,27 \text{ м} \quad \text{и} \quad h_m = 0,755 \cdot \frac{13\,600}{850} \text{ м} \approx 12,08 \text{ м}.$$

Ответ:  $\approx 10,27$  м;  $12,08$  м.

## VII. ЗАКОН АРХИМЕДА. ПЛАВАНИЕ ТЕЛ

- 7.1** Кирпич размером  $5 \times 10 \times 20$  см полностью погружён в воду. Вычислите выталкивающую силу, действующую на кирпич.
- 7.2** Водород и гелий под действием силы тяжести должны опускаться вниз. Но наполненные ими летательные аппараты поднимаются вверх. Как разрешить это кажущееся противоречие?
- 7.3** Изменяется ли выталкивающая сила, действующая на подводную лодку при ее погружении? Плотность воды считать постоянной и не зависящей от глубины погружения.
- 7.4** В какой воде спортсмену легче будет плыть: в морской или пресной? Ответ обоснуйте.
- 7.5** Определите объём железной гайки, если при погружении в керосин ее вес уменьшается на  $19,6$  мН.
- 7.6** Теплоход переходит из реки в море. Сравните выталкивающие силы, действующие на теплоход в этих бассейнах.
- 7.7** На блоке уравновешены два груза равного веса: алюминиевый и стальной. Как изменится равновесие, если оба груза опустить в воду? Ответ поясните.
- 7.8** Какую силу нужно приложить, чтобы поднять со дна водоема камень массой  $100$  кг, если под водой на него действует архимедова сила, равная  $400$  Н?

**7.9** Какую силу необходимо приложить для того, чтобы погрузить под воду кусок пробки массой 50 г?

**7.10** Определите подъёмную силу аэростата, вмещающего  $1200 \text{ м}^3$  водорода, если оболочка и гондола со всеми приборами имеют массу 480 кг. Внешние условия считать нормальными.

**7.11** Металлический шарик объёмом  $5 \text{ см}^3$  в воздухе весит 0,4 Н. При помещении его в некоторую жидкость шарик стал весить 0,36 Н. Какая это жидкость?

**7.12** Какой подъёмной силой обладает воздушный шар объёмом  $50 \text{ м}^3$ , заполненный гелием, если масса оболочки равна 10 кг? Внешние условия считать нормальными.

**7.13** Какой объём должен иметь воздушный шарик, наполненный гелием, чтобы взлететь? Масса шарика с гелием 4 г. Внешние условия считать нормальными.

**7.14** Какова должна быть масса оболочки шара, наполненного водородом, чтобы шар «ничего не весил» в воздухе? Объём шара равен  $800 \text{ м}^3$ . Внешние условия считать нормальными.

**7.15** Чем объясняется наличие максимальной высоты («потолка») для воздушного шара, которую он не в состоянии преодолеть?

**7.16** Почему нельзя тушить горящие нефтепродукты (керосин, бензин) водой?

**7.17** Рассчитайте объём пенопластового пояса, необходимого для удержания человека в морской воде так, чтобы голова и плечи (приблизительно 12,5 % объёма) не были погружены в воду. Массу человека взять равной 80 кг, объём —  $75 \text{ дм}^3$ .

**7.18** На сколько увеличится глубина осадки корабля, площадь сечения которого вдоль ватерлинии равна  $2500 \text{ м}^2$ , если корабль примет 1500 т груза и будет находиться в морской воде ( $1030 \text{ кг/м}^3$ )? в пресной воде?

**7.19** Тело, имеющее форму куба с ребром 1 м, плавает в воде, причем глубина погружения нижней грани равна 25 см. После того как на тело положили камень, объём которого  $10 \text{ дм}^3$ , глубина погружения нижней грани увеличилась на 2 см. Определите плотность тела и плотность камня.



**7.20** Будет ли плавать стеклянная бутылка с водой в воде? с ртутью в ртути?

**7.21** Тело в воздухе имеет вес  $107,8 \text{ Н}$ , а при погружении в воду —  $9,8 \text{ Н}$ . Определите вес этого тела в вакууме.

**7.22** В состав сплава входят медь и серебро в отношении  $8:1$  по массе. Каков будет вес куска этого сплава в воздухе и в воде, если его объём  $10 \text{ см}^3$ ?

**7.23** Слиток золота, масса которого равна  $966 \text{ г}$ , при погружении в воду имеет вес  $9,016 \text{ Н}$ . Определите, содержит ли слиток примеси.

**7.24** Слиток из золота и серебра в воздухе имеет вес  $5,00 \text{ Н}$ , а при погружении его в воду —  $4,65 \text{ Н}$ . Определите массу золота и серебра в слитке.

**7.25** Может ли тело в одной жидкости тонуть, а в другой плавать? Ответ поясните на примере.

**7.26** Кусок железа плавает в ртути. Какая часть куска (в процентах) погружена в ртуть?

**7.27** Оцените, какая часть айсберга (в процентах) находится над водой в море (рис. 30)?

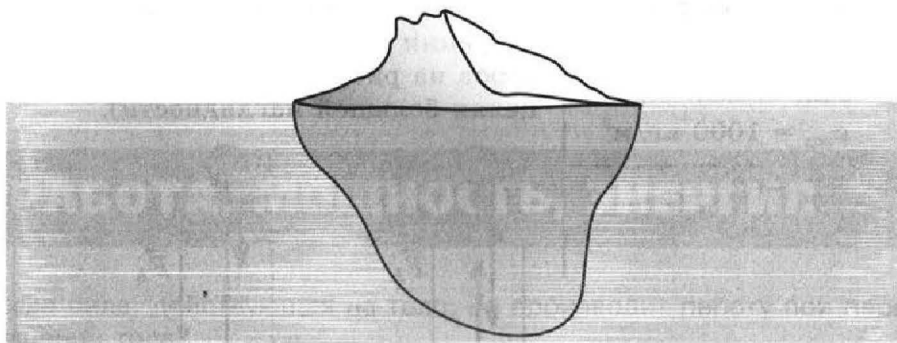


Рис. 30

**7.28** Как изменился бы уровень воды в океане, если бы растаяли айсберги? Изменится ли уровень воды в стакане с пресной водой, в котором плавает кусочек льда, после того как лед растает?

**7.29** В каком случае даже при самом точном взвешивании не надо делать поправку на потерю веса в воздухе?

**7.30** Пробирка, содержащая некоторое количество дроби, погружена в спирт до метки, нанесённой на пробирке (рис. 31). Масса пробирки с дробью 60 г. Сколько дроби надо добавить в пробирку, чтобы она погрузилась до той же метки в воде?



Рис. 31

**7.31** При погружении батискафа из теплых верхних слоев воды в более холодные нижние слои наблюдается его резкое торможение. Чем это объяснить?

**7.32** Бронзовая статуэтка имеет вес в воздухе 16 Н, а в воде 11 Н. Определите объем полости внутри статуэтки, если плотность бронзы  $8500 \text{ кг/м}^3$ .

## ПРИМЕР РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ

### Задача.

Тело в воздухе имеет вес  $107,8 \text{ Н}$ , а при погружении в воду —  $9,8 \text{ Н}$ . Определите вес этого тела в вакууме.

### Дано:

$$P_{\text{возд}} = 107,8 \text{ Н}$$

$$P_{\text{вод}} = 9,8 \text{ Н}$$

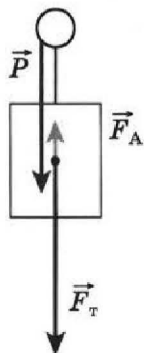
$$\rho_{\text{возд}} = 1,29 \text{ кг/м}^3$$

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

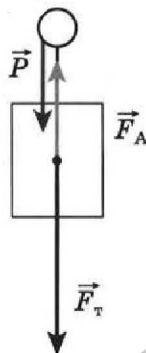
$$P_{\text{вак}} = ?$$

### Решение:

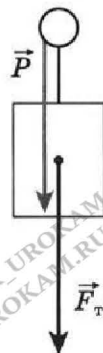
Схематично изобразим рассматриваемые ситуации (пропорции между длинами векторов на рисунке строго не соблюдались в целях большей наглядности).



в воздухе



в воде



в вакууме

Для изображенных ситуаций связь между величинами сил может быть выражена следующими соотношениями:

$$\begin{cases} P_{\text{возд}} = F_{\text{т}} - F_{\text{А(возд)}} \\ P_{\text{вод}} = F_{\text{т}} - F_{\text{А(вод)}} \\ P_{\text{вак}} = F_{\text{т}} \end{cases} \quad (1), \text{ где } F_{\text{А(возд)}} = \rho_{\text{возд}} \cdot V_{\text{т}} \cdot g \text{ и } F_{\text{А(вод)}} = \rho_{\text{вод}} \cdot V_{\text{т}} \cdot g.$$

Рассмотрев первые два уравнения системы (1), получим

$$V_{\text{т}} = \frac{1}{g} \left( \frac{P_{\text{возд}} - P_{\text{вод}}}{\rho_{\text{вод}} - \rho_{\text{возд}}} \right), \text{ так как } P_{\text{вак}} = F_{\text{т}}, \text{ то}$$

$$P_{\text{вак}} = P_{\text{возд}} + \rho_{\text{возд}} \cdot \left( \frac{P_{\text{возд}} - P_{\text{вод}}}{\rho_{\text{вод}} - \rho_{\text{возд}}} \right).$$

Установим наименование полученной величины:

$$[P_{\text{вак}}] = \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot \frac{\text{Н}}{\text{кг/м}^3} = \text{Н}.$$

Данное наименование соответствует наименованию единицы силы. Подставив числовые значения, данные по условию задачи, получим

$$P_{\text{вак}} = 107,8 + 1,29 \cdot \left( \frac{107,8 - 9,8}{1000 - 1,29} \right) \text{Н} \approx 107,9 \text{ Н}.$$

Ответ:  $\approx 107,9 \text{ Н}$ .

## VIII. РАБОТА, МОЩНОСТЬ, ЭНЕРГИЯ

- 8.1** Когда сила, действующая на тело, не производит работу при перемещении тела?
- 8.2** Определите работу, совершенную при равномерном перемещении ящика с овощами на 30 м, если сила трения 520 Н.
- 8.3** Какая работа производится при подъеме железной балки длиной 5 м и сечением 25 см<sup>2</sup> на высоту 20 м?

- 8.4** Изменится ли значение работы, совершаемой силой тяги двигателя эскалатора по подъёму пассажира, если пассажир, стоящий на движущейся лестнице эскалатора, будет подниматься по ней с постоянной скоростью?
- 8.5** Мотоциклист преодолел 5 км. Масса мотоцикла с мотоциклистом равна 350 кг, а сила тяги двигателя равна 15 кН. Определите совершённую работу.
- 8.6** Подъемный кран поднял железобетонную плиту массой 2,7 т на 7 этаж (высота 28 м). Определите совершённую работу.
- 8.7** При поднятии копны стогометателем была совершена работа 4,5 кДж. На какую высоту поднята копна, если её вес 1500 Н?
- 8.8** Сила тяги турбореактивного двигателя самолёта составляет 250 кН. Какая работа совершается при перемещении самолёта на 2,5 м?
- 8.9** Какая работа была совершена, если человек переставил ведро воды с пола на скамейку, высота которой 45 см? Объём воды в ведре 8 л, масса пустого ведра 400 г.
- 8.10** Дождевая капля массой 40 мг упала с высоты 1,5 км. Определите работу силы тяжести.
- 8.11** Необходимо поднять 2000 т угля на высоту 18 м при помощи ёмкости, вмещающей 1 т угля. Ёмкость имеет массу 150 кг. Вычислите совершённую работу.
- 8.12** Тягач перемещает платформу со скоростью 7,2 км/ч, развивая тяговое усилие 30 кН. Какая работа при этом совершается за время 20 мин?
- 8.13** Какую мощность развивает подъемник, поднимающий груз весом 30 кН на высоту 30 м за время 1 мин 30 с?
- 8.14** На какое расстояние надо переместить ящик весом 300 Н по горизонтальному настилу (сила трения 50 Н), чтобы совершить такую же работу, как при поднятии этого ящика на высоту 2,0 м?
- 8.15** Давление жидкости в цилиндре гидравлического пресса  $150 \text{ Н/см}^2$ . Какая произведена работа при перемещении поршня площадью  $80 \text{ см}^2$  на расстояние 20 см?

- 8.16** Мощность, развиваемая взрослым человеком при ходьбе по ровной дороге при слабом ветре, равна 65 Вт. Оцените совершённую работу, если человек со скоростью 4,5 км/ч прошёл путь 10 км. Движение считать равномерным.
- 8.17** Какую мощность развивает двигатель подъёмного устройства, используемого на горнодобывающем предприятии, если из шахты глубиной 400 м он поднимает 3 т горной породы за 1 мин 20 с?
- 8.18** Какую мощность развивает футболист при ударе по мячу, если сила удара составляет 7,8 кН, а скорость мяча в момент удара — 90 км/ч?
- 8.19** Мощность трактора на крюке 27 кВт. Сможет ли трактор перемещать пятилемешный плуг и борону со скоростью 6 км/ч, если их тяговые сопротивления соответственно равны 14 700 Н и 5900 Н?
- 8.20** Определите мощность ракеты в конце разгона, если достигнутая ею скорость равна 8,0 км/с, а сила тяги двигателей — 300 кН.
- 8.21** Человек массой 85 кг поднимается по лестнице высотой 12 м. Первый раз он поднимался в течение 35 с, а второй — бегом за 10 с. Сравните работы и мощности в обоих случаях. В каком случае и почему человек устанет больше?
- 8.22** Двигатель токарного станка развивает мощность 4,5 кВт. Определите скорость резания в метрах в минуту (м/мин), если сила резания — 3600 Н. При резке полезная мощность двигателя не превышает 80% номинальной.
- 8.23** Трактор имеет три скорости: 3,1; 4,2; 6,3 км/ч. На какой скорости он будет развивать при той же мощности большую силу тяги на крюке?
- 8.24** Что обладает большей потенциальной энергией: тело весом 40 Н, поднятое на высоту 5 м, или тело весом 100 Н, поднятое на высоту 1,5 м?
- 8.25** Определите потенциальную энергию 10 м<sup>3</sup> воды, поднятой плотиной на высоту 44 м.
- 8.26** Что обладает большей потенциальной энергией: 3 см<sup>3</sup> меди или 5 см<sup>3</sup> алюминия, поднятые на одинаковую высоту?

- 8.27** Тело массой 2,5 кг падает с высоты 12 м. Чему равна потенциальная энергия тела на высоте 12 м? 8 м? Определите скорость тела в момент падения на землю.
- 8.28** На сколько и как изменилась кинетическая энергия свободно падающего тела массой 30 г, если его потенциальная энергия уменьшилась на 10 Дж? Какой путь был пройден данным телом?
- 8.29** Резиновый мячик, брошенный с некоторой высоты на пол, подскочил выше уровня, с которого он был брошен. Не противоречит ли это закону сохранения энергии?
- 8.30** Тело массой 8 кг находится на высоте 2,5 м. Обладает ли тело кинетической энергией, если его механическая энергия равна 300 Дж?
- 8.31** Почему легковым автомобилям разрешается ездить по автомагистралям с большей скоростью, чем грузовым?
- 8.32** Шар массой 4,0 кг на высоте 3,0 м обладает полной механической энергией 150 Дж. Чему равна кинетическая энергия тела на этой высоте? С какой скоростью движется тело?

### ПРИМЕР РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ

#### Задача.

Какая работа совершается, если человек переставил ведро воды с пола на скамейку, высота которой 45 см? Объем воды в ведре 8 л, масса пустого ведра 400 г.

Дано:

$$h = 45 \text{ м}$$

$$V_{\text{вод}} = 8 \text{ л}$$

$$m_{\text{в}} = 400 \text{ г}$$

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

$$A = ?$$

СИ

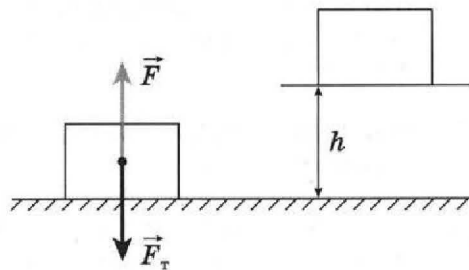
$$0,45 \text{ м}$$

$$8 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$$

$$0,4 \text{ кг}$$

Решение:

Схематично изобразим рассматриваемую ситуацию.



Для того чтобы поднять ведро с водой, человеку необходимо приложить некоторое мышечное усилие, которое может быть представлено в виде силы  $F$  (см. рис.), равной по модулю и противоположной по направлению силе тяжести  $F = F_T$ , действующей на ведро с водой. Работу этой силы и требуется определить.

Работа  $A$  силы  $F$  может быть определена по формуле  $A = Fh$ .

В свою очередь,

$$F = F_T, \text{ т. е. } F = (m_{\text{в}} + m_{\text{вод}}) \cdot g \Rightarrow F = (m_{\text{в}} + \rho_{\text{вод}} V_{\text{вод}}) g.$$

Тогда

$$A = (m_{\text{в}} + \rho_{\text{вод}} V_{\text{вод}}) gh.$$

Установим наименование полученной величины:

$$[A] = \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot \text{м}^3 \cdot \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \cdot \text{м} = \text{Н} \cdot \text{м} = \text{Дж}.$$

Полученное наименование соответствует наименованию единицы работы.

Подставив числовые значения, данные по условию задачи, получим

$$A = (0,4 + 8 \cdot 10^{-3} \cdot 1000) \cdot 9,8 \cdot 0,45 \text{ Дж} \approx 37 \text{ Дж}.$$

Ответ:  $\approx 37$  Дж.

## IX. ПРОСТЫЕ МЕХАНИЗМЫ. «ЗОЛОТОЕ ПРАВИЛО» МЕХАНИКИ

- 9.1** Зачем на тракторах-стогометателях перед работой закрепляют противовесы?
- 9.2** Мальчик, сев на один конец доски, положенной на бревно, качается на ней. Какую силу необходимо приложить, чтобы уравновесить вес мальчика, если точка опоры находится от мальчика на расстоянии, равном  $1/4$  длины доски? Вес доски не учитывать.
- 9.3** Плечи рычага (рычаг первого рода), находящегося в равновесии, имеют размеры 0,5 м и 20 см. К меньшему плечу приложена сила 100 Н. Какая сила приложена к большему плечу?

- 9.4 Чему равны силы  $F_1$ ,  $F_2$ , если рычаг находится в равновесии (рис. 32)?  $O$  — точка опоры.

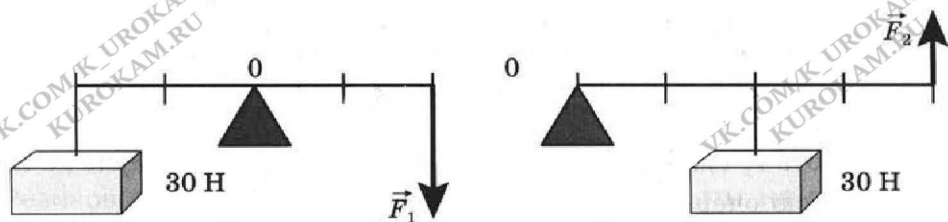


Рис. 32

- 9.5 Груз несут на палке, перекинутой через плечо. Как влияет положение груза (ближе или дальше от плеча) на силу, с которой палка действует на плечо, и на ту силу, с которой рука должна удерживать палку в равновесии?

- 9.6 Железный лом весом 100 Н лежит на земле. Какую силу необходимо приложить, чтобы приподнять один из его концов?

- 9.7 Когда палку держат в руках за концы, то ее трудно переломить. Если же середину палки положить на подставку, то переломить палку легче. Объясните почему.

- 9.8 Какая ошибка допущена на рисунке 33? Исправьте рисунок, нарисовав правильную ситуацию. Приведите несколько вариантов.

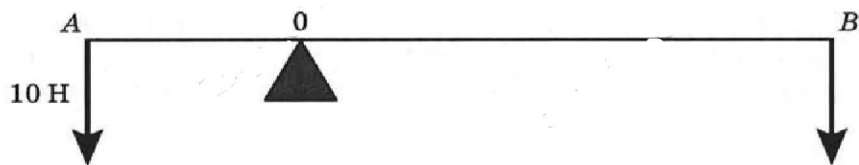


Рис. 33

- 9.9 Плечи рычага первого рода имеют длину: левое 60 см, а правое 1,5 м. К короткому плечу подвешена гиря массой 10 кг, а к длинному — массой 3 кг. Нарисуйте, сохраняя пропорции, описанную физическую ситуацию. Весом рычага можно пренебречь. Как будет двигаться рычаг под действием приложенных сил? Какой груз нужно было бы подвесить к длинному плечу, чтобы рычаг находился в равновесии?



- 9.10** На рисунке **34** изображён находящийся в равновесии рычаг с закреплёнными на нем телами одинакового объёма. Нарушится ли равновесие рычага, если тела поместить в воду? Ответ объясните.

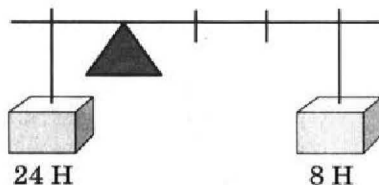


Рис. 34

- 9.11** Почему дверные ручки располагают у краев дверей с противоположных сторон от мест крепления?

- 9.12** Почему для резки бумаги и тканей применяются ножницы с короткими ручками и длинными лезвиями, а для резки листового металла — с длинными ручками и короткими лезвиями?

- Определите силу резания, если сила, приложенная к ручкам ножниц по металлу, равна 40 Н, а длина плеч — 20 и 5 см.
- Определите силу резания, если сила, приложенная к ручкам ножниц для резки бумаги и тканей, равна 30 Н, а длина плеч — 8 и 10 см.

- 9.13** Молотком вытаскивают гвоздь, как указано на рисунке **35**. Определите силу сопротивления, препятствующую вытаскиванию гвоздя, если сила  $F = 24$  Н приложена перпендикулярно к рукоятке.

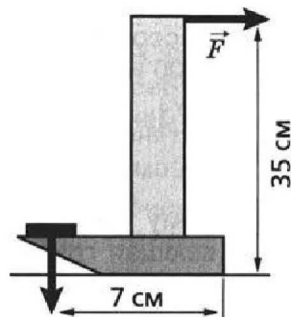


Рис. 35

- 9.14** Двигатель подъёмного крана мощностью 20 кВт поднимает груз 3 т на высоту 10 м. Определите время подъёма груза, если КПД установки равен 75 %.

- 9.15** Коромысло весов имеет плечи неодинаковой длины. Если взвесить предмет на левой чашке весов, то получим 57,0 г, если взвесить на правой — 55,5 г. Чему равна истинная масса предмета? На сколько мы ошибемся, если истинную массу предмета возьмём как среднее арифметическое результатов измерения на правой и левой чашках?

- 9.16** При помощи одного неподвижного и одного подвижного блоков требуется поднять груз массой 240 кг. Сколько рабочих нужно для этой работы, если каждый рабочий развивает усилие, равное 294 Н? Какая работа совершается при подъёме груза на высоту 15 м?

**9.17** Один неподвижный и три подвижных блока (рис. 36) образуют полиспаст. Каждый блок имеет массу 400 г. Груз какой массы нужно подвесить к шнуру, сходящему с неподвижного блока, чтобы уравновесить собственный вес блоков?

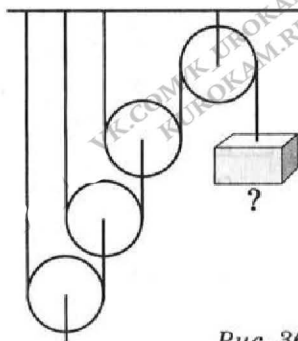


Рис. 36

**9.18** При помощи подвижного блока рабочий поднимает на высоту 4 м груз весом 600 Н. С какой силой он тянет веревку? Какой длины конец веревки он при этом вытянет?

**9.19** Сколько подвижных блоков нужно добавить к полиспасту, изображенному на рисунке 37, чтобы, прикладывая силу 49 Н, поднять груз массой 80 кг? Трением и весом блоков пренебречь.

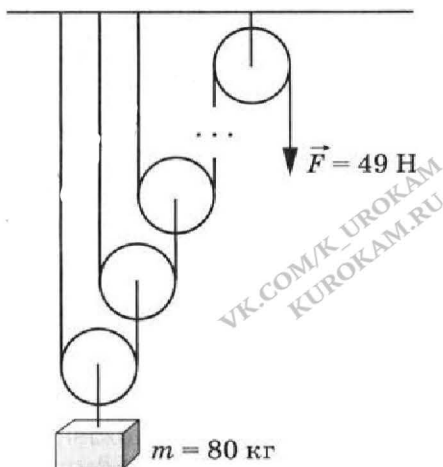


Рис. 37

**9.20** Определите КПД полиспаста, изображенного на рисунке 36, если груз массой 800 кг поднимается силой 1400 Н. На какую высоту поднимется груз, если с неподвижного блока вытянется 8 м веревки? Трением и весом блоков пренебречь.

**9.21** Чему равна сила  $F$ , уравновешивающая груз весом 80 Н (рис. 38)?  $O$  — точка опоры.

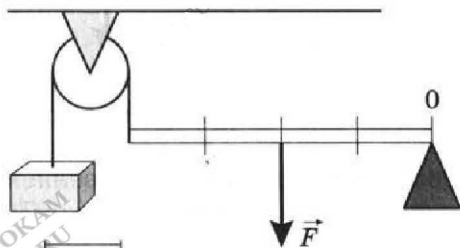


Рис. 38

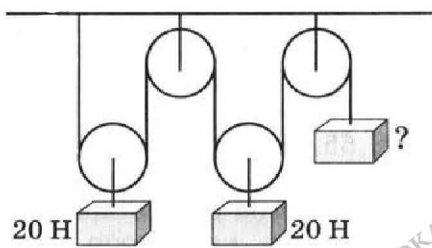


Рис. 39

**9.22** Груз какого веса надо подвесить, чтобы система блоков (рис. 39) находилась в равновесии? Трением и весом блоков пренебречь.

9.23

Бочку массой 160 кг поднимают по наклонной плоскости при помощи двух веревок, как показано на рисунке 40 (один конец каждой веревки закреплен на наклонной плоскости). Какая сила приложена к каждой веревке, если длина наклонной плоскости  $l = 4$  м, а высота  $h = 2$  м? Трением пренебречь.

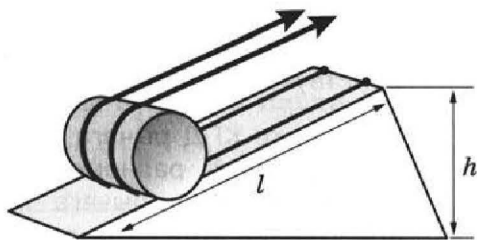


Рис. 40

9.24

Рабочий пользуется бревном длиной 2 м и массой 20 кг как рычагом (второго рода) для преодоления сопротивления силы 784 Н. С каким усилием должен действовать рабочий на конец бревна, если расстояние точки приложения сопротивления от другого его конца, являющегося точкой опоры, 40 см? С какой мощностью он работал, если поднял свой конец бревна на высоту 60 см в течение 2 с?

9.25

Какой выигрыш в силе был достигнут при подъёме бочки по наклонной плоскости при помощи двух веревок (см. задачу 9.23)?

9.26

Через неподвижный блок перекинута веревка. Человек привязал себя к одному концу веревки и начал поднимать сам себя, перехватывая руками другую часть веревки. Объясните, почему в данном случае блок дает выигрыш в силе в 2 раза.

9.27

Одинаковый ли КПД имеют установки, изображённые на рисунке 41? Массы поднимаемых грузов одинаковы. Высоты, на которые поднимаются грузы, равны.

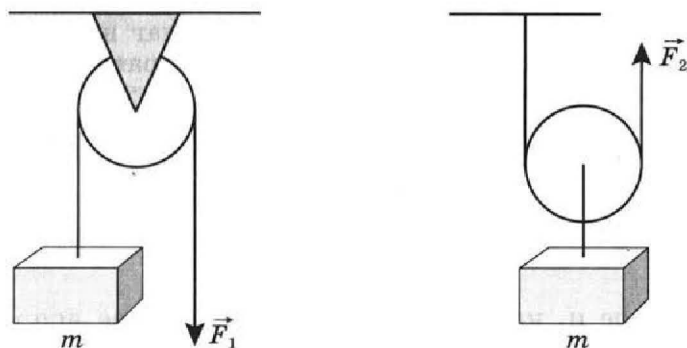


Рис. 41

**9.28** Два мешка цемента, масса каждого из которых 51 кг, поднимают на 10-й этаж строящегося дома при помощи подвижного блока, действуя на трос силой 724 Н. Вычислите КПД установки.

**9.29** Вычислите КПД рычага (первого рода), с помощью которого груз массой 218 кг равномерно подняли на высоту 5 см, при этом к длинному плечу рычага была приложена сила 450 Н, а точка приложения этой силы опустилась на 25 см.

**9.30** Какой объем воды можно поднять из артезианской скважины глубиной 50 м в течение 2 ч, если мощность электродвигателя насоса равна 2,8 кВт, а КПД установки равен 70 %?

### ПРИМЕР РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ

#### Задача.

Какая ошибка допущена на рисунке **33**? Исправьте рисунок, нарисовав правильную ситуацию. Приведите несколько вариантов.

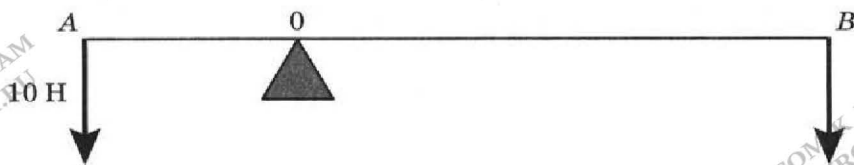
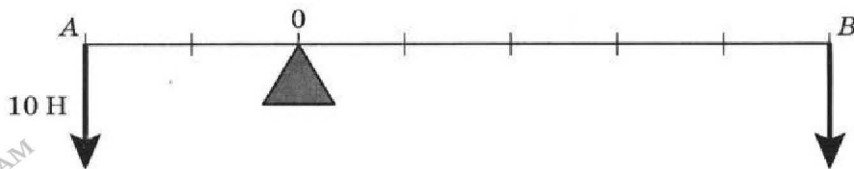


Рис. 33

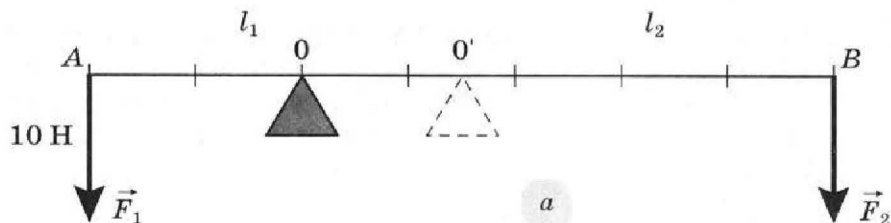
#### Решение:

1) Рассмотрим рисунок, данный по условию задачи. Основная ошибка в изображении реальной физической ситуации состоит в том, что при указанном на рисунке соотношении сил, действующих на концы рычага и плеч, рычаг не может находиться в состоянии равновесия. Требуется исправить рисунок.

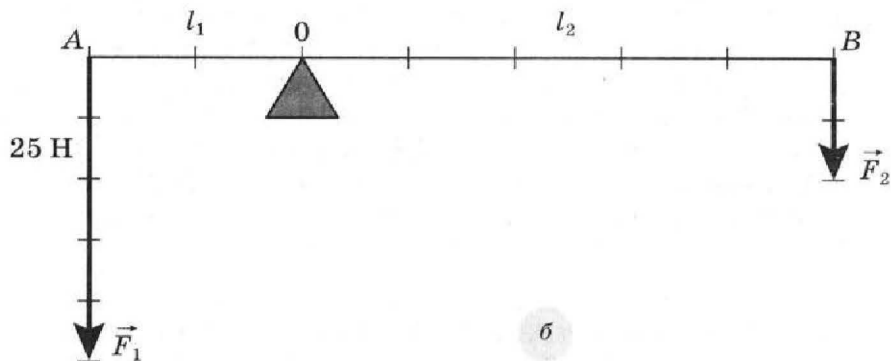


2) Первое и, наверное, наиболее очевидное исправление — это изменить положение точки опоры на  $O'$  (см. рис. *a*). Тем самым условие равновесия рычага будет выполнено, поскольку момент

силы  $M_1$ , вращающий рычаг против часовой стрелки, будет равен моменту силы  $M_2$ , вращающему рычаг по часовой стрелке, так как будут равны соответственно силы  $F_1 = F_2$  и плечи  $l_1 = l_2$ .



3) Альтернативный вариант исправления представлен на рисунке б. Условие равновесия рычага будет выполнено, поскольку момент силы  $M_1$ , вращающий рычаг против часовой стрелки, будет равен моменту силы  $M_2$ , вращающему рычаг по часовой стрелке, так как будет выполнено соотношение  $F_1/F_2 = l_2/l_1$ .



4) Читатель может самостоятельно попытаться предложить свой вариант решения задачи. Например, введя в рассмотрение дополнительные моменты сил.

## ОТВЕТЫ К ЗАДАЧАМ:

**I.** 1.11.  $\approx 9,8$ . 1.12.  $\approx 1,75$ . 1.13.  $\approx 398$ . 1.14.  $\approx 1,9 \cdot 10^3$ . 1.15. 9.  
1.16.  $\approx 14\,780$  р. 1.20. 2,5 мм; 1 мм; 5 мм; 1 см. 1.21. 7 см.  
1.22. 15,12 см. 1.23. 13,85 с. 1.24. 49 см;  $\approx 440$  м. 1.25. 2 мм.  
1.26.  $2 \cdot 10^{-3}$  м. 1.28.  $9,3 \text{ м}^2$ . 1.29.  $\approx 2,2 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3$ . 1.31.  $\approx 90 \text{ м}^3$ .  
1.32. 80.

**II.** 2.3. 2,5 нм. 2.4. 0,1 нм.

**III.** 3.1.  $\approx 44,4$ ; 48,6; 83,3 м/с. 3.2. 7910 м/с, 28 476 км/ч. 3.3. 5,0;  
12,5; 7,5; 2,0 м/с. 3.4. Больше 38 км/ч; 32 м/с. 3.5. Гепард, скворец,  
ласточка, жираф, слон. 3.6. 200 м/с больше в 3,6 раза; 20 м/мин  
больше  $\approx$  в 1,7 раза. 3.7.  $\approx 10,3$  м/с. 3.8.  $\approx 5,1$  м/с. 3.9.  $\approx 500$  с.  
3.10. 13 ч 20 мин. 3.11. 49,5 км; 66 км/ч. 3.12. 48 км/ч. 3.14. 15 км;  
5 км/ч. 3.15. 250 км; 50 км/ч; 0 км/ч; 100 км/ч; 0 км/ч; 12,5 км/ч;  
25 км/ч. 3.17. 10 м/с; 30 м/с;  $\approx 1,3 \text{ м/с}^2$ . 3.18. 1 — равноускорен-  
ному, 2 — равномерному;  $1 \text{ м/с}^2$ . 3.19.  $0,5 \text{ м/с}^2$ . 3.20.  $\approx 2,8 \text{ м/с}^2$ ,  
 $\approx 1,9 \text{ м/с}^2$ . 3.24. 1,57 м/с. 3.26. 20 кг. 3.27. 375 кг. 3.29. 5 раз.  
3.31. Керосина, приблизительно в 1,1 раза. 3.32. Алюминиевый,  
приблизительно в 2,6 раза. 3.33.  $\approx 30$  кг. 3.34.  $40 \text{ кг/м}^3$ . 3.35. 11; 17.  
3.36. 650; 880; 450; 790; 520;  $860 \text{ кг/м}^3$ .

**IV.** 4.1. 2,94 Н; 49 Н; 49 кН. 4.2. 10 кг; 25 кг; 500 кг. 4.3. Да. 4.4.  $\approx 159$  Н.  
4.5. На 69 Н. 4.6.  $\approx 133$  Н;  $\approx 137$  Н. 4.7.  $\approx 5,9$  Н. 4.10. Увеличился  
в 2 раза. 4.17. 0. 4.18. 200 Н. 4.19. 100 Н. 4.20. 1 кН/м; 180 Н.  
4.21. 4,9 мм. 4.22. 32 Н. 4.23. Коэффициент упругости стальной  
проволоки в 2 раза больше коэффициента упругости медной.  
4.24. 250 Н/м.

**V.** 5.1.  $2 \cdot 10^5$  Па. 5.4. 3 Н. 5.6.  $0,2 \text{ м}^2$ . 5.8.  $\approx 52$  кПа; 61 кПа. 5.10.  
Тремя; 125 Па; 500 Па; 625 Па. 5.11.  $\rho_1/\rho_2 = \rho_1/\rho_2$ . 5.12.  $\approx 3,2 \cdot 10^5$   
Па. 5.15.  $\approx 3,1$  кПа. 5.16. 0,98 Н. 5.17. Воду. 5.20.  $\approx 41$  см.  
5.23.  $(2,5-9,8) \cdot 104$  Па. 5.24. 490 Н. 5.27.  $\approx 3$  кПа. 5.28.  $\approx 24,5$  м.  
5.30. 784 Па. 5.31.  $860 \text{ кг/м}^3$ . 5.32.  $10^4$  Н. 5.33. 6 кН. 5.34.  $\approx 6,7$  кПа.  
5.35.  $\approx 75$  см.

## VI.

**6.1.**  $\approx 84$  кг. **6.2.**  $\approx 0,08$  м<sup>3</sup>. **6.3.**  $\approx 0,31$ ; 1,5 кг. **6.4.** 99 960 Па; 99 960 Н/м<sup>2</sup>;  $9,996 \cdot 10^9$  Н/см<sup>2</sup>. **6.5.**  $\approx 10,1$  м вод.ст.;  $\approx 98 627$  Па. **6.10.**  $\approx 6,3$  кН. **6.14.** 150 Н. **6.15.**  $\approx 15$  кН. **6.16.**  $\approx 1$  кН. **6.20.**  $\approx 12,9$  м; 760 мм. **6.21.**  $\approx 733$  мм рт.ст. **6.23.**  $5 \cdot 10^3$  Па;  $5,75 \cdot 10^4$  Па. **6.24.**  $\approx 10,27$  м; 12,08 м. **6.26.** Да,  $\approx 27$  Н. **6.27.**  $\approx 2,1 \cdot 10^5$  Па. **6.29.**  $\approx 48$  кПа;  $\approx 28$  кПа;  $\approx 88$  кПа. **6.30.**  $\approx 91$  м. **6.31.** 800 м.

## VII.

**7.1.** 9,8 Н. **7.5.** 2 см<sup>3</sup>. **7.8.** 580 Н. **7.9.** 2,45 Н. **7.10.**  $\approx 9,4$  кН. **7.11.** Нефть. **7.12.** 446 Н. **7.13.**  $\approx 3$  л. **7.14.** 960 кг. **7.17.**  $\approx 13,3$  л. **7.18.**  $\approx 0,58$  м; 0,60 м. **7.19.** 250 кг/м<sup>3</sup>; 2000 кг/м<sup>3</sup>. **7.21.**  $\approx 107,9$  Н. **7.22.** 0,89 Н; 0,79 Н. **7.23.** Нет. **7.24.** 220 г; 290 г. **7.26.**  $\approx 57,4$  %. **7.27.**  $\approx 12,6$  %. **7.29.** Когда разновесы и взвешиваемое тело имеют равные плотности. **7.30.** 15 г. **7.32.**  $\approx 3,2 \cdot 10^{-4}$  м<sup>3</sup>.

## VIII.

**8.2.** 15,6 кДж. **8.3.** 1,95 кДж. **8.5.** 75 МДж. **8.6.**  $\approx 7,4 \cdot 10^5$  Дж. **8.7.** 3 м. **8.8.** 625 кДж. **8.9.**  $\approx 37$  Дж. **8.10.** 588 мДж. **8.11.**  $\approx 4,1 \cdot 10^8$  Дж. **8.12.** 72 МДж. **8.13.** 10 кВт. **8.14.** 12 м. **8.15.** 2,4 кДж. **8.16.** 520 кДж. **8.17.** 147 кВт. **8.18.** 195 кВт. **8.19.** Нет. **8.20.** 2,4 ГВт. **8.21.** Работы равны; при беге мощность  $\approx$  в 3,5 раза больше. **8.22.** 60 м/мин. **8.23.** 3,1 км/ч. **8.24.** Тело весом 40 Н. **8.25.**  $\approx 4,3$  МДж. **8.26.** 3 см<sup>3</sup> меди. **8.27.** 294 Дж; 196 Дж;  $\approx 15,3$  м/с. **8.28.** Увеличилась на 10 Дж;  $\approx 34$  м. **8.30.** Да; 104 Дж. **8.32.** 32,4 Дж;  $\approx 4$  м/с.

## IX.

**9.3.** 40 Н. **9.4.** 30 Н; 15 Н. **9.6.** 50 Н. **9.9.** 1 кг. **9.12.** 160 Н; 24 Н. **9.13.** 120 Н. **9.14.** 19,6 с. **9.15.** 56,24 г; 10 мг. **9.16.** 4;  $\approx 35$  кДж. **9.17.** 350 г. **9.18.** 300 Н; 8 м. **9.19.** 1 (всего необходимо 4 подвижных блока). **9.20.** 70 %; 1 м. **9.21.** 160 Н. **9.22.** 10 Н. **9.23.** 196 Н. **9.24.** 254,8 Н;  $\approx 76,4$  Вт. **9.25.** В 4 раза. **9.28.** 69 %. **9.29.** 95 %. **9.30.** 28,8 м<sup>3</sup>.