МОЙ УНИВЕРСАЛЬНЫЙ РЕШЕБНИК ДЛЯ ШКОЛЬНИКОВ

Н. В. Филонович

ФИЗИКА
ЗАДАЧИ И РЕШЕНИЯ

к учебнику

А. В. Перышкина
«Физика. 7 класс»

ОБРАЗОВАНИЕ

Мой универсальный решебник

Н. В. Филонович

ФИЗИКА
ЗАДАЧИ И РЕШЕНИЯ

К УЧЕБНИКУ А. В. ПЕРЫШКИНА
«ФИЗИКА. 7 КЛАСС»

для 7 класса общеобразовательных
учебных заведений

*Рекомендовано
в качестве учебного пособия
Экспертным советом
Издательства «Образование»*

Москва • «Образование» • 2004

УДК 373.167.1:53
ББК 22.36я721
Ф50

Филонович Н. В.
Ф50 Физика. 7кл.: Задачи и решения к учебн. А. В. Перышкина «Физика. 7кл.» — М.: Издательство «Образование», 2004 г. — 112 с.: ил. — (Мой универсальный решебник).

ISBN 5-902707-01-3

Эта книга является дополнительным пособием к учебнику А. В. Перышкина «Физика. 7кл.».

В сборнике содержатся примеры решения задач почти ко всем параграфам учебника.

Для закрепления материала и проверки знаний в пособие включены задачи с ответами для самостоятельного решения.

В начале каждого параграфа приводятся основные формулы и формулировки законов, изучаемые в 7 классе. Это поможет при разборе задач и повторении урока.

Книга адресуется учащимся и учителям для подготовки к урокам и повторении пройденного материала.

Сборник соответствует новым стандартам, утвержденным Министерством образования Российской Федерации 2004 г.

УДК 373.167.1:53
ББК 22.36я721

ISBN 5-902707-01-3

© Филонович Н. В., 2004
© Издательство «Образование». Оформление, 2004
Все права защищены

Предисловие

В пособие «Мой универсальный решебник» включены необходимые материалы для самостоятельной подготовки учащихся к уроку физики в 7 классе.

В начале каждой главы даются основные формулы и формулировки физических законов, а далее приводятся решения основных типов задач почти ко всем параграфам к учебнику А. В. Перышкина «Физика. 7 класс».

Для закрепления и проверки знаний в конце каждой темы приводятся задачи с ответами для самостоятельного решения.

Особое внимание следует обратить на типовые задачи, включенные в *Единый государственный экзамен*, которые в пособии отмечены знаком — °.

Если вы разобрались, как решаются эти задачи, и смогли самостоятельно, без посторонней помощи прорешать задачи из раздела «Задачи для самостоятельного решения», то можете смело идти на урок.

Эта книга поможет вам преодолеть трудности при изучении физики, разобраться в самых важных вопросах на начальном этапе изучения физики.

Успехов вам.

Н. Филонович

Введение

1. Измерение физических величин: длины, площади, объема

В течение многих веков в разных странах пользовались различными единицами измерения, или мерами. Их разнообразие очень мешало развитию науки и техники, усложняло торговлю между разными странами. Нужна была единая международная система мер. В качестве такой системы была выбрана, разработанная во Франции в конце XVIII в. метрическая система мер. Эта система мер получила свое название от единицы длины, положенной в основу системы, — метра (от греч. слова «метрон» — мера).

В 1963 году в нашей стране и других государствах была принята *Международная система единиц* — СИ.

Для измерения длин используют:

1 гектометр (гм) = 100 метрам (м)
1 километр (км) = 1000 метрам (м)
1 мегаметр (Мм) = 1 000 000 метрам (м)
1 дециметр (дм) = 0,1 метра (м)
1 сантиметр (см) = 0,01 метра (м)
1 миллиметр (мм) = 0,001 метра (м)
1 микрон (мк) = 0,001 миллиметра (мм)

Для измерения площадей используют:

1 см^2 = 10 мм × 10 мм = 100 мм^2
1 дм^2 = 10 см × 10 см = 100 см^2
1 м^2 = 10 дм × 10 дм = 100 дм^2
1 гектар (га) = 100 м × 100 м = 10 000 м^2
1 км^2 = 1000 м × 1000 м = 1 000 000 м^2

Для измерения объемов используют:

1 см^3 = 10 мм ×10 мм × 10 мм = 1000 мм^3
1 дм^3 = 10 см × 10 см × 10 см = 1000 см^3
1 м^3 = 10 дм × 10 дм × 10 дм = 1000 дм^3
1 литр (л) = 1 дм^3
1 литр (л) = 1000 миллилитрам (мл)
1 миллилитр (мл) = 1 см^3

Примеры решения задач

1. Определите цену деления градусника (рис. 1).

Решение: Для определения цены деления шкалы прибора, в нашем случае градусника, необходимо:

1) найти два ближайших штриха, возле которых нанесены значения величины, в данном случае возьмем: 0 °С и 10 °С;

2) затем из большего значения вычтем меньшее и разделим на число делений, которые находятся между ними:

$$\frac{10\ °C - 0\ °C}{10} = 1\ °C.$$

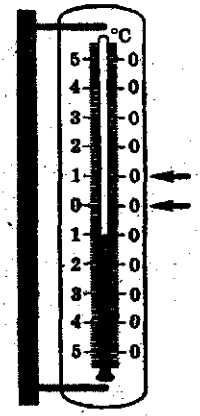


Рис. 1

Ответ: Цена деления градусника 1 °С.

2. Определите цену деления амперметра и его показания (рис. 2).

Решение: 1) Найдем цену деления амперметра:

$$\frac{2\ A - 0\ A}{10} = 0{,}2\ A.$$

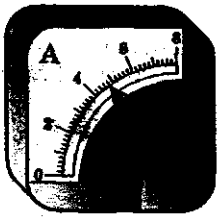


Рис. 2

Значит, цена деления амперметра равна 0,2 А.

2) Определим показания амперметра:

$$4\ A + 4 \cdot 0{,}2\ A = 4{,}8\ A.$$

Ответ: n = 0,2 А; показания: 4,8 А амперметра.

3. Определите площадь обложки учебника по физике.

Решение: 1) Измерим длину и ширину обложки учебника:

$$a = 16{,}6\ см;\ b = 21{,}8\ см.$$

2) Вычислим площадь обложки:

$$S = ab;\ S = 16{,}6\ \text{см} \cdot 21{,}8\ \text{см} = 361{,}88\ \text{см}^2.$$

Ответ: $S = 361{,}88\ \text{см}^2$.

4. Определите площадь кленового листочка при помощи листа тетради в клетку.

Рис. 3

Решение: 1) Положим листок (рис. 3) на клетчатую бумагу и обведем его контур.

2) Сосчитаем число полных квадратиков, попавших внутрь контура, прибавив к нему половину неполных квадратиков, через которые прошла линия контура листа:

$$n = 29 + 11 = 40.$$

3) Определим площадь одного квадратика тетрадного листа:

$$S_{\text{кв}} = ab;\ S = 0{,}5\ \text{см} \cdot 0{,}5\ \text{см} = 0{,}25\ \text{см}^2.$$

4) Зная площадь одного квадратика, определим общую площадь листка:

$$S_{\text{л}} = S_{\text{кв}} \cdot n = 0{,}25\ \text{см}^2 \cdot 40 = 10\ \text{см}^2.$$

Ответ: $S_{\text{л}} = 10\ \text{см}^2$.

5. Определите при помощи линейки средний диаметр одинаковых зубочисток.

Решение: 1) Положим вплотную 10 зубочисток, с помощью линейки измерим их общую толщину: $l = 2$ см.

2) Разделим общую толщину на число зубочисток:

$$d = \frac{l}{n};$$

$$d = \frac{2\ \text{см}}{10} = 0{,}2\ \text{см};\ d = 2\ \text{мм}.$$

Ответ: $d = 2$ мм.

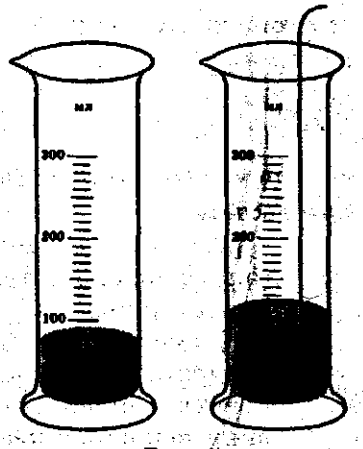


Рис. 4

6. Определите объем картофелины с помощью мензурки, наполненной водой (рис. 4).

Решение:

1) Определим цену деления мензурки:

$$\frac{100\ \text{мл} - 50\ \text{мл}}{5} = 10\ \text{мл}.$$

2) Найдем объем воды, находящейся в мензурке:

$$V_1 = 50\ \text{мл}.$$

3) Опустим картофелину в мензурку с водой и найдем объем воды вместе с картофелиной:

$$V_2 = 50\ \text{мл} + 4 \cdot 10\ \text{мл} = 90\ \text{мл}.$$

4) Определим объем картофелины:

$$V_{\text{карт}} = V_2 - V_1 = 90\ \text{мл} - 50\ \text{мл} = 40\ \text{мл}.$$

Ответ: $V_{\text{карт}} = 40$ мл.

Задачи для самостоятельного решения

1. Перечислите измерительные приборы, с помощью которых можно измерить: а) длину стола; б) площадь садового участка; в) продолжительность урока; г) объем стакана или чашки.

2. Определите цену деления измерительной ленты, рулетки, механических часов.

3. С помощью линейки с миллиметровыми делениями, измерьте: длину ластика, диаметр пятикопеечной монеты.

4. Диаметр человеческого волоса 0,05 мм. Выразите эту величину в микронах.

5. Измерьте длину вашего письменного стола, не используя измерительных приборов, если известно, что пядь (расстояние между концами большого и указательного пальцев руки) равна 17 см.

6. Определите площадь кабинета физики.

7. Определите площадь участка, если известно, что его длина равна 100 м, а ширина — 40 м.

8. Определите общую площадь дверей в вашей квартире.

9. Определите площадь вашей руки при помощи листа тетради в клетку.

10. Один из видов бактерий имеет длину 0,5 мкм. Сколько таких бактерий уложилось бы вплотную на длине 1 мм?

11. Из стакана изготовьте измерительный сосуд. Для этого, наливая в стакан отмеренные мензуркой 25 мл, 50 мл, 75 мл, 100 мл и т. д., отмечайте черточками соответствующие уровни воды (рис. 5). С помощью этого сосуда определите объем груши.

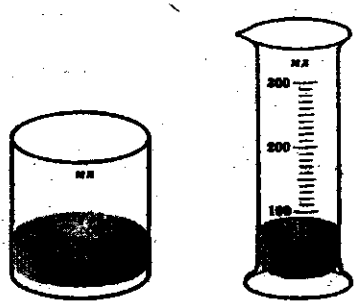


Рис. 5

12. Используя изготовленный измерительный сосуд (см. задачу № 11), определите объем луковицы, помидора, вместимость блюдца.

13. Как можно измерить объем мячика, диаметр которого больше внутреннего диаметра мензурки (рис. 6)?

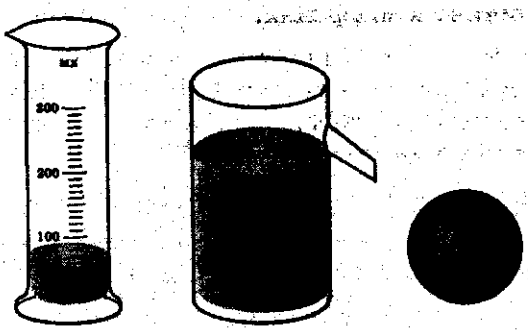


Рис. 6

14. Как измерить объем тела неправильной формы, вещество которого растворяется в воде?

15. Как с помощью мензурки измерить средний объем ластика?

2. Точность и погрешность измерений

Измерения выполняются с определенной степенью точности. Это зависит от многих факторов: от расположения глаза при отсчете по шкале прибора, точности самих измерительных приборов и т. д.

Точность измерения зависит от цены деления шкалы измерительного прибора.

Точность измерения будет тем больше, чем меньше цена деления прибора.

При измерении величин с учетом погрешности следует использовать формулу:

$$A = a \pm \Delta a,$$

где A — измеряемая величина, a — результат измерений, Δa — погрешность измерений.

Примеры решения задач

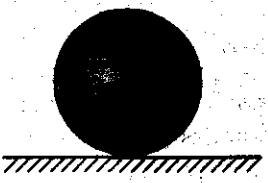


Рис. 7

1. С помощью линейки определите диаметр шарика (рис. 7) с учетом погрешности измерения.

Решение: 1) Возьмем линейку с миллиметровыми делениями и измерим диаметр данного шарика: $d = 19$ мм.

2) Определим погрешность измерения линейки. Погрешность измерений не может быть больше цены деления измерительного прибора и равна половине шкалы цены деления линейки.

Цена деления линейки равна 1 мм; погрешность измерения $\Delta d = 0{,}5$ мм.

Значит, диаметр шарика с учетом погрешности измерения равен:

$$d = (d \pm \Delta d) \text{ мм}; \; d = (19 \pm 0{,}5) \text{ мм}.$$

Ответ: Истинное значение диаметра шарика находится в интервале: 19,5 мм — 18,5 мм.

2. Определите время, за которое шарик скатывается по наклонному желобу (рис. 8).

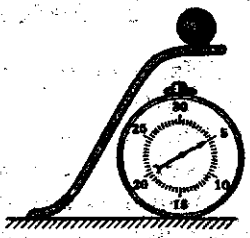


Рис. 8

Решение: При измерении времени погрешность измерения равна цене деления секундомера или часов.

1) Для определения времени скатывания шарика будем использовать секундомер с ценой деления 0,5 с (см. рис. 8).

2) Если шарик скатывается по наклонному желобу за 5 с, то с учетом погрешности время скатывания шарика следует записать:

$$t = (t \pm \Delta t)\ \text{с};\ t = (5 \pm 0{,}5)\ \text{с}.$$

Ответ: Истинное время скатывания шарика будет находиться в интервале: 4,5 с—5,5 с.

Задачи для самостоятельного решения

1. С помощью рулетки с сантиметровыми делениями измерьте свой шаг и запишите результат с учетом погрешности измерения.

2. Определите время, которое вы тратите на дорогу до метро, и запишите его с учетом погрешности измерения.

3. На рисунке 9 изображен вольтметр. Определите показания прибора с учетом погрешности измерения.

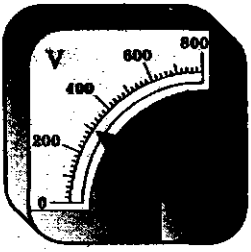


Рис. 9

4. Определите на глаз диаметр карандаша, длину письменного стола, затем измерьте размеры этих предметов линейкой. Сравните полученные результаты.

5. Определите толщину листа учебника по физике. Результат запишите с учетом погрешности измерения.

6. Определите объем макового зерна. Результат запишите с учетом погрешности измерения.

7. Определите площадь поперечного сечения электрического провода. Результат запишите с учетом погрешности измерения (в мм^2). Диаметр провода равен 1,6 мм. Цена деления штангенциркуля 0,1 мм.

8. На обложке учебника А. В. Перышкина «Физика. 7 класс» изображен барометр. Определите цену деления прибора. Какой следует принять погрешность измерения барометра?

Глава I

Первоначальные сведения о строении вещества

1. Строение вещества. Молекулы. Диффузия

Уже в глубокой древности зародилось представление, что все окружающие нас тела состоят из мельчайших частиц, недоступных непосредственному наблюдению.

Однако в XVIII веке развилось и было экспериментально обосновано современное учение о молекулах и атомах, из которых состоят вещества.

Молекулами называют мельчайшие частицы, из которых состоят различные вещества.

Молекулы жидких и твердых тел, а также молекулы газов находятся в непрерывном движении.

Молекулы веществ при соприкосновении могут проникать друг в друга. Это явление называют **диффузией**.

Между молекулами существует взаимодействие: *взаимное притяжение и отталкивание.*

Примеры решения задач

1. Объясните увеличение объема металлического шарика при нагревании.

Ответ: При нагревании расстояния между молекулами металла увеличиваются, а значит, увеличивается и объем шарика.

2. Почему нельзя соединить и вернуть в прежнее состояние разорванный лист бумаги?

Ответ: Из-за неровностей нельзя сблизить разорванный лист бумаги на расстояние, на котором будут действовать силы взаимного притяжения молекул.

3. Если в комнату внести букет сирени, то через некоторое время ее запах будет чувствоваться во всей комнате. Объясните это явление.

Ответ: В результате движения молекулы пахучего вещества проникают в промежутки между молекулами воздуха, и в комнате чувствуется запах сирени.

4. Одинаковые ли молекулы графита, алмаза и угля древесного (или каменного)?

Ответ: Графит, алмаз и уголь состоят из атомов одного и того же химического элемента — углерода (рис. 10). Они отличаются лишь взаимным расположением атомов и скоростью их движения.

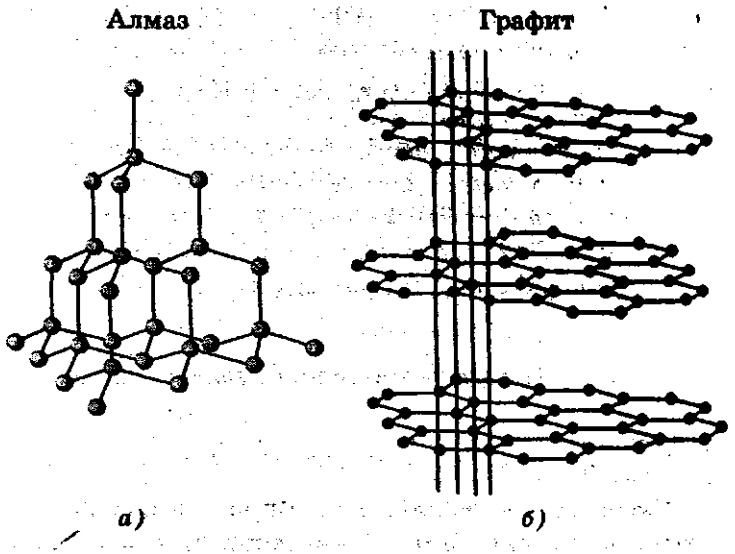


Рис. 10

Задачи для самостоятельного решения

1. Капля масла растекается на поверхности воды, образуя тонкую пленку. Может ли толщина этой пленки стать как угодно малой?

2. Почему трудно отвинчивать туго завинченную гайку, даже если и болт, и гайка изготовлены из нержавеющей стали?

3. Изменится ли вместимость сосудов при изменении их температуры?

4. Увеличится или уменьшится объем воды в бутылке при ее охлаждении? Объясните, почему.

5. При ремонте дороги асфальт разогревают. Почему запах разогретого асфальта ощущается издалека?

6. Если кристаллик марганцовки опустить в стакан с водой, то через некоторое время вокруг него образуется фиолетовое облако. Объясните это явление.

7. Объясните, почему становится сладкой вода в стакане, если туда положить кусочек сахара.

8. Объясните исчезновение дыма в воздухе.

9. Почему нельзя соединить два кусочка разбитой фарфоровой чашки или стеклянного стакана, но легко соединяются сломанная парафиновая свеча или два кусочка пластилина?

10. Почему запах пролитого бензина чувствуется не сразу, а через какое-то время?

11. В чем состоит различие свойств твердых и жидких веществ?

12. Почему в сильный мороз снег хрустит под ногами?

13°. Скорость движения молекул при повышении температуры: а) уменьшается; б) увеличивается; в) не меняется.

2. Три состояния вещества

В природе вещества могут находиться *в газообразном, жидком* и *твердом* состояниях.

В газах молекулы находятся на больших расстояниях друг от друга, поэтому силы взаимного притяжения слабые, и ***газы не имеют своей формы и объема.***

В жидкостях молекулы расположены почти вплотную друг к другу, поэтому жидкости ***не сжимаются, не имеют своей формы, но сохраняют свой объем.***

В твердых телах молекулы или атомы занимают определенные положения и колеблются около этих положений, поэтому ***твердые тела сохраняют и свою форму и свой объем.***

Примеры решения задач

1. Столбик термометра заполнен спиртом. Над столбиком спирта нет воздуха. Какое вещество заполняет канал трубки термометра?

Ответ: Канал трубки термометра заполняют пары спирта.

2. Чем можно объяснить различные свойства одного и того же вещества, находящегося в газообразном, жидком и твердом состояниях?

Ответ: Различные свойства одного вещества, находящегося в трех разных состояниях, можно объяснить с точки зрения молекулярно-кинетической теории, т. е. разным расположением молекул и скоростью их движения.

3. Если пузырек с эфиром закрыт не плотно, то через некоторое время его не окажется в пузырьке, зато в комнате будет сильно пахнуть эфиром. Почему?

Ответ: Эфир летучее вещество и легко переходит из жидкого состояния в газообразное.

4. Почему твердые тела сохраняют свою форму и объем?

Ответ: Так как молекулы или атомы твердых тел колеблются около определенных точек, то не могут далеко перемещаться от них, поэтому твердые тела сохраняют свою форму и объем.

Задачи для самостоятельного решения

1. Почему газы не имеют своей формы и объема?

2. Ртуть может находиться в жидком, твердом и газообразном состояниях. Одинаковы ли молекулы ртути в этих трех состояниях?

3. Перечислите вещества, которые могут находиться в газообразном, жидком и твердом состояниях.

4. Из специального баллона закачали 5 л кислорода в кислородную подушку объемом 10 л. Будет ли кислород занимать весь объем подушки?

5. В сосуд, объем которого 20 л, закачали вначале 10 л азота, а затем 2 л водорода. Будет ли сосуд полностью заполнен газом?

6. Подсолнечное масло из бутылки объемом 1,5 л перелили в 3-литровую банку (рис. 11). Изменится ли объем подсолнечного масла и какова будет его форма?

Рис. 11

7. Перечислите вещества, которые в обычных условиях существуют в газообразном состоянии, а при охлаждении превращаются в жидкость.

8. При пайке используют специальное вещество — канифоль. Назовите, в каком состоянии находится это вещество до и во время пайки.

9. Какое практическое значение имеют явления перехода вещества из одного агрегатного состояния в другое?

10. Чем определяется то или иное агрегатное состояние вещества?

11*. Как изменяется внутренняя энергия тела при переходе вещества из твердого состояния в жидкое и из жидкого в газообразное?

Глава II
Взаимодействие тел

1. Механическое движение. Скорость. Путь. Время

Равномерным движением называют такое движение тела, при котором за любые равные промежутки времени тело проходит равные пути.

Чтобы найти скорость v при равномерном движении, необходимо:

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

где s — путь пройденный телом; t — время движения.

Единица скорости в СИ — **метр на секунду** $\left(\frac{м}{с}\right)$.

Можно $\frac{км}{ч}$ перевести в $\frac{м}{с}$ или $\frac{м}{с}$ в $\frac{км}{ч}$.

$$72\ \frac{км}{ч} = \frac{72\,000}{3600}\ \frac{м}{с} = 20\ \frac{м}{с};\ 15\ \frac{м}{с} = \frac{15 \cdot 3600}{1000}\ \frac{км}{ч} = 15\ \frac{км}{ч}.$$

Скорость является векторной физической величиной, т. е. она, кроме числового значения, имеет и направление.

Чтобы найти среднюю скорость при неравномерном движении, необходимо:

$$v_{ср} = \frac{s}{t} \text{ или } v_{ср} = \frac{s_1 + s_2 + s_3 \ldots + s_n}{t_1 + t_2 + t_3 + \ldots t_n},$$

где s — весь путь, пройденный телом; t — все время движения.

Чтобы найти путь, пройденный телом при равномерном движении, необходимо:

$$s = vt.$$

Чтобы найти время при равномерном движении, необходимо:

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

Путь и время являются скалярными величинами, т. е. они имеют только числовые значения.

Примеры решения задач на определение скорости движения

1. Путь от Москвы до Риги самолет пролетает за 4 ч. Расстояние между этими городами равно 800 км. Определите скорость самолета.

Дано:	Решение:
$s = 800$ км $t = 4$ ч	$v = \frac{s}{t}$;
v — ?	$v = \frac{800\ \text{км}}{4\ \text{ч}} = 200\ \frac{\text{км}}{\text{ч}}$.

Ответ: $v = 200\ \frac{\text{км}}{\text{ч}}$.

2. Путь, равный 44 м, страус пробегает за 2 с. Определите скорость движения страуса.

Дано:	Решение:
$s = 44$ м $t = 2$ с	$v = \frac{s}{t}$;
v — ?	$v = \frac{44\ \text{м}}{2\ \text{с}} = 22\ \frac{\text{м}}{\text{с}}$.

Ответ: $v = 22\ \frac{\text{м}}{\text{с}}$.

3. Расстояние от дачи до станции, равное 2,4 км, велосипедист проезжает за 10 мин. Определите скорость движения велосипедиста.

Дано:	СИ	Решение:
$s = 2{,}4$ км $t = 10$ мин	2400 м 600 с	$v = \frac{s}{t}$; $v = \frac{2400\ \text{м}}{600\ \text{с}} = 4\ \frac{\text{м}}{\text{с}}$.
v — ?		

Ответ: $v = 4\ \frac{\text{м}}{\text{с}}$.

4. На рисунке 12 приведен график движения тепловоза. Определите: а) среднюю скорость тепловоза между 20-й и 24-й минутами; б) что означает отрезок *AB* на графике?

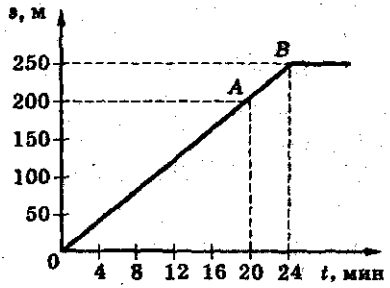


Рис. 12

Ответ: а) $v_{ср} = \frac{s}{t}$. По графику определяем, что на участке *AB* тепловоз за 4 мин прошел путь 50 м, т. е. $v_{ср} = \frac{250\ \text{м} - 200\ \text{м}}{24\ \text{мин} - 20\ \text{мин}} = \frac{50\ \text{м}}{4\ \text{мин}} = 12{,}5\ \frac{\text{м}}{\text{мин}}$; $v_{ср} = 12{,}5\ \frac{\text{м}}{\text{мин}}$;

б) На участке *AB* тепловоз двигался неравномерно.

5. Как определить по графику (рис. 13), какое тело движется с большей скоростью при равномерном движении (графики даны в одном масштабе)?

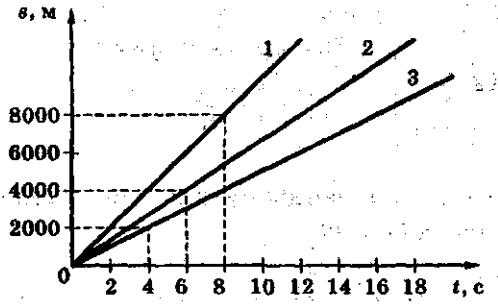


Рис. 13

Ответ: Чем больше скорость, тем больше угол, который образует график с горизонтальной осью координат (осью времени), т. е. график 1 соответствует движению тела с наибольшей скоростью.

6. Начертите график зависимости скорости движения тела от времени при равномерном движении.

Ответ: Если время откладывать по горизонтальной оси, а скорость по вертикальной, то графиком будет прямая линия, параллельная оси времени (рис. 14).

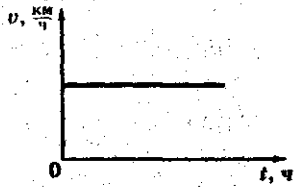


Рис. 14

7. *Первую половину пути, равную 1800 м, лыжник шел* со скоростью 6 $\frac{м}{с}$, вторую — со скоростью 12 $\frac{м}{с}$. С какой средней скоростью шел лыжник?

Дано:	Решение:
$s_1 = 1800$ м $s_2 = 1800$ м $v_1 = 6\ \frac{м}{с}$ $v_2 = 12\ \frac{м}{с}$	$v_{ср} = \frac{s}{t}$. Весь путь, пройденный лыжником, $s = s_1 + s_2$. Все время движения $t = t_1 + t_2$. $v_{ср} = \frac{s_1 + s_2}{t_1 + t_2}$.
$v_{ср}$ — ?	

Для каждой половины пути время движения определяется по формуле:

$$t_1 = \frac{s_1}{v_1}; \quad t_2 = \frac{s_2}{v_2}.$$

$$t_1 = \frac{1800\ м}{6\ \frac{м}{с}} = 300\ с; \ t_2 = \frac{1800\ м}{12\ \frac{м}{с}} = 150\ с;$$

$$t = 300 + 150 = 450\ с; \quad s = 1800 + 1800 = 3600\ м;$$

$$v_{ср} = \frac{3600\ м}{450\ с} = 8\ \frac{м}{с}.$$

Ответ: $v_{ср} = 8\ \frac{м}{с}$.

8. Автомобиль «Volvo» проходит первые 2 км за 1 мин, а последующие 8 км за 2,4 мин. Определите среднюю скорость движения автомобиля «Volvo».

Дано:	СИ	Решение:
$s_1 = 2$ км	2000 м	$v_{ср} = \frac{s}{t}$.
$t_1 = 1$ мин	60 с	$s = s_1 + s_2$; $s = 10\ 000$ м.
$s_2 = 8$ км	8000 м	$t = t_1 + t_2$; $t = 204$ с.
$t_2 = 2{,}4$ мин	144 с	$v_{ср} = \frac{10\ 000\ м}{204\ с} = 49\ \frac{м}{с} =$
$v_{ср}$ — ?		$= 176{,}4\ \frac{км}{ч}$.

Ответ: $v_{ср} = 176{,}4\ \frac{км}{ч}$.

Задачи для самостоятельного решения

1. Расстояние между Москвой и Парижем равно 2479 км. Самолет пролетает его за 2,7 ч. Определите скорость движения самолета.

$\left(\text{Ответ: } v = 918\ \frac{\text{км}}{\text{ч}}\right)$.

2. Комнатная муха расстояние между дверью и окном, равное 5 м, пролетает за 1 с. Определите скорость движения мухи.

$\left(\text{Ответ: } v = 5\ \frac{\text{м}}{\text{с}}\right)$.

3. Искатель жемчуга ныряет на глубину 30 м и проплывает это расстояние за 60 с. С какой скоростью плывет ныряльщик?

$\left(\text{Ответ: } v = 0{,}5\ \frac{\text{м}}{\text{с}}\right)$.

4. Двигаясь вокруг Солнца, земля проходит за сутки расстояние, равное 2,7 млн км. Определите среднюю скорость движения Земли вокруг Солнца.

$\left(\text{Ответ: } v_{\text{ср}} = 31\ 250\ \frac{\text{м}}{\text{с}}\right)$.

5. Расстояние 100 км автомобиль проходит за 2 ч. Определите скорость движения автомобиля.

$\left(\text{Ответ: } v = 50\ \frac{\text{км}}{\text{ч}}\right)$.

6. По графику зависимости пути от времени (рис. 15) определите скорости движения трех тел: 1 — пешехода; 2 — конькобежца; 3 — скворца.

7. По графику зависимости скорости от времени (рис. 16) определите скорость движения тела.

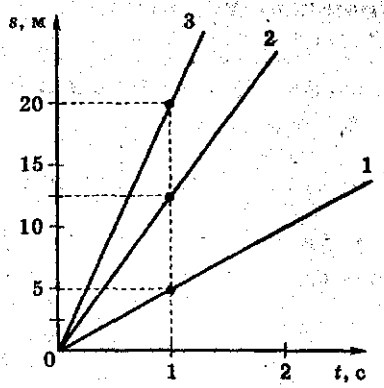


Рис. 15

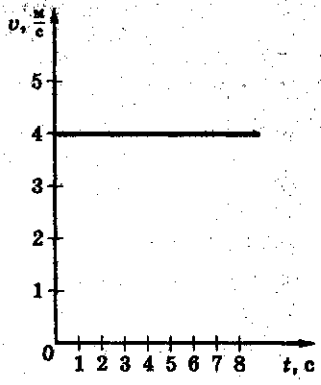


Рис. 16

8. Определите, во сколько раз скорость автомобиля «Mersedes», движущегося со скоростью 180 $\frac{км}{ч}$, меньше скорости самолета-истребителя «МиГ-21», равной 600 $\frac{м}{с}$.

9. Определите среднюю скорость движения электрички, если первую половину пути она шла со скоростью 80 $\frac{км}{ч}$, а вторую со скоростью 120 $\frac{км}{ч}$.

$$\left(\text{Ответ: } v_{ср} = \frac{2v_1v_2}{v_1+v_2} = 96\ \frac{км}{ч}\right).$$

10. Мальчик на самокате «Roller» за 10 мин проезжает путь, равный 1,8 км. Определите, с какой скоростью он движется.

$$\left(\text{Ответ: } v = 3\ \frac{м}{с}\right).$$

Примеры решения задач на определение пути и времени

1. Автомобиль «Reno» на соревнованиях «Формула-1» движется со скоростью 320 $\frac{км}{ч}$. Определите путь, который пройдет автомобиль за первые 6 мин соревнований.

Дано:	Решение:
$v = 320\ \frac{км}{ч}$ $t = 6$ мин $= 0{,}1$ ч	$s = vt;$ $s = 320\ \frac{км}{ч} \cdot 0{,}1$ ч $= 32$ км.
s — ?	

Ответ: $s = 32$ км.

2. Самолет летит с постоянной скоростью 720 $\frac{км}{ч}$. На графике, приведенном на рисунке 17, проставьте на вертикальной оси пройденные пути.

Дано:	СИ	Решение:
$v = 720\ \frac{км}{ч}$	$200\ \frac{м}{с}$	Для того чтобы проставить на вертикальной оси пройденные пути, необходимо рассчитать их по формуле:
$t_1 = 15$ с $t_2 = 30$ с $t_3 = 45$ с $t_4 = 60$ с		$s = vt;$ $s_1 = 200\ \frac{м}{с} \cdot 15$ с $= 3000$ м; $s_2 = 200\ \frac{м}{с} \cdot 30$ с $= 6000$ м; $s_3 = 200\ \frac{м}{с} \cdot 45$ с $= 9000$ м; $s_4 = 200\ \frac{м}{с} \cdot 60$ с $= 12\,000$ м.
s_1 — ? s_2 — ? s_3 — ? s_4 — ?		

Ответ: $s_1 = 3000$ км, $s_2 = 6000$ м, $s_3 = 9000$ м, $s_4 = 12\,000$ м.

3. Какое расстояние пролетает самолет Ту-154, если он летит со скоростью 800 $\frac{км}{ч}$ и в полете находится 2,5 ч? Постройте график зависимости пройденного пути от времени.

Дано:	Решение:
$v = 800\ \frac{км}{ч}$	$s = vt$;
$t = 2{,}5$ ч	$s = 800\ \frac{км}{ч} \cdot 2{,}5$ ч $= 2000$ км.
s — ?	

Ответ: $s = 2000$ км. График зависимости пути от времени представлен на рисунке 18.

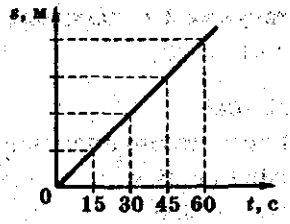


Рис. 17

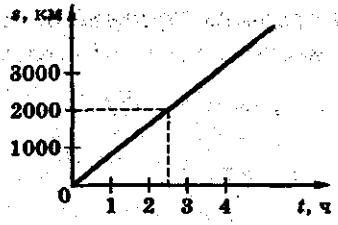


Рис. 18

4. Черепаха движется к морю со скоростью 0,14 $\frac{м}{с}$. Определите время, за которое черепаха проползает 0,7 м?

Дано:	Решение:
$v = 0{,}14\ \frac{м}{с}$	$t = \frac{s}{v}$;
$s = 0{,}7$ м	$t = \frac{0{,}7\ м}{0{,}14\frac{м}{с}} = 5$ с.
t — ?	

Ответ: $t = 5$ с.

5. По графику, представленному на рисунке 19, определите, за какое время автомобиль «Волга» проехал путь, равный 240 км. Найдите скорость движения автомобиля.

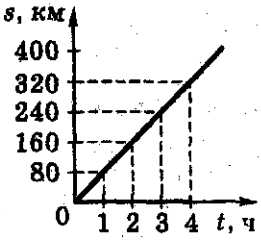


Рис. 19

Ответ: По графику зависимости пути от времени можно определить, что путь 240 км автомобиль проехал за 3 ч.

По формуле $v = \frac{s}{t}$ определим скорость движения автомобиля:

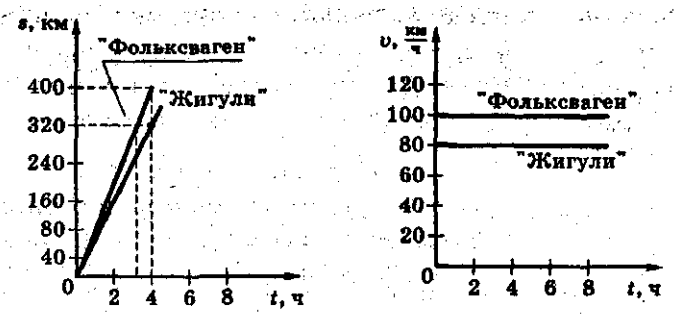
$$v = \frac{240}{3}\,\frac{\text{км}}{\text{ч}} = 80\,\frac{\text{км}}{\text{ч}}.$$

6. Путь, равный 320 км, автомобиль «Жигули» проехал со скоростью 80 $\frac{\text{км}}{\text{ч}}$, а «Фольксваген» — со скоростью 100 $\frac{\text{км}}{\text{ч}}$. Автомобили двигались равномерно. Определите время, которое находился в пути каждый автомобиль, и постройте графики зависимостей $s(t)$ и $v(t)$.

Ответ: $t_ж = \frac{s}{v}$; $t_ж = \frac{320\ \text{км}}{80\ \frac{\text{км}}{\text{ч}}} = 4$ ч; $t_ф = \frac{320\ \text{км}}{100\ \frac{\text{км}}{\text{ч}}} = 3{,}2$ ч. На рисунке 20, *а* представлены графики зависимости пути от времени; на рисунке 20, *б* — графики зависимости скорости от времени.

Задачи для самостоятельного решения

1. Вертолет развивает скорость 180 $\frac{\text{км}}{\text{ч}}$. Какое расстояние он может пролететь за 18 мин? (Ответ: $s = 54$ км.)



а) б)

Рис. 20

2. Самолет летит вокруг Земли по экватору со скоростью 250 $\frac{км}{ч}$. Определите длину экватора, если время полета составляет 160 ч.

(Ответ: l = 40 000 км.)

3. Автомобиль «Жигули» движется по скоростной трассе со скоростью 120 $\frac{км}{ч}$ в течение 2 ч. Определите пройденный путь.

(Ответ: s = 240 км.)

4. Маршрутное такси «Автолайн» движется от станции Выхино в г. Жуковский со скоростью 80 $\frac{км}{ч}$ 42 мин. Определите расстояние, пройденное маршрутным такси.

(Ответ: s = 56 км.)

5. Сережа переплывает реку за 32 с, двигаясь со скоростью 2,56 $\frac{м}{с}$. Определите путь, который он проплыл.

(Ответ: s = 81,92 м.)

6. Эксурсионный теплоход «Метеор» движется по Москве-реке со скоростью 60 $\frac{км}{ч}$. В пути он находится 2 ч. Определите, какое расстояние он пройдет за это время.

(Ответ: $s = 120$ км.)

7. Лучшими достижениями в беге на коньках считают скорость 13,3 $\frac{м}{с}$ и время 1 мин 52,5 с. Определите путь, который проходят спортсмены.

(Ответ: $s = 1500$ м.)

8. Определите путь, который проходит лыжник, при спуске с горы со скоростью 10 $\frac{м}{с}$ в течение 5 с.

(Ответ: $s = 50$ м.)

9. Путь в 40 км один велогонщик едет со скоростью 5 $\frac{м}{с}$, другой этот же путь со скоростью 8 $\frac{м}{с}$. Определите время движения каждого велогонщика и постройте графики зависимости скорости движения велосипедистов от времени, если допустить, что их движение было равномерным.

(Ответы: $t_1 \approx 2{,}2$ ч; $t_2 \approx 1{,}4$ ч.)

10. Сколько времени потребуется мухе, чтобы дважды облететь по периметру комнату, если длина комнаты 8 м, а ширина — 4 м?

(Ответ: $t_1 = 9{,}6$ с.)

11. Поезд метрополитена проезжает расстояние от станции «Охотный ряд» до станции «Лубянка», равное 6 км, со скоростью 40 $\frac{м}{с}$. Определите время, которое тратит поезд, на преодоление этого пути.

(Ответ: $t = 2$ мин 30 с.)

12. Средняя скорость движения сильного ветра 10 $\frac{м}{с}$. Определите время, за которое ветер перенесет сухой листок от дерева до калитки, если расстояние между ними равно 30 м.

(Ответ: $t = 3$ с.)

13. Определите, сколько времени находился в полете первый космонавт мира Юрий Гагарин, если корабль двигался со скоростью 28 000 $\frac{км}{ч}$, длина траектории полета составляла 41 000 км.

(Ответ: $t = 1$ ч 46 мин.)

14°. На рисунке 20, *в* представлен график зависимости пути, пройденного мотоциклистом от времени. Определите по графику скорость движения мотоциклиста в интервале 2 с—4 с после начала движения.

15°. На рисунке 20, *г* представлены графики зависимости скорости движения тела от времени. Какой из них соответствует равномерному движению тела?

(Ответ: II)

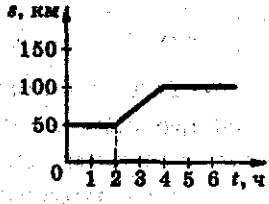


Рис. 20, *в*

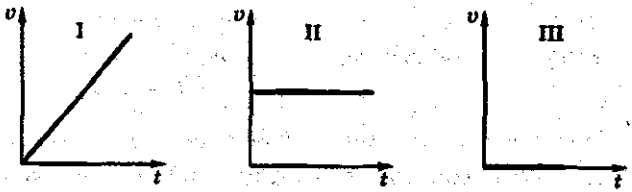


Рис. 20, *г*

2. Инерция

Явление инерции наблюдается не только в науке и технике, но и в быту.

Способность тела сохранять скорость, когда на него не действуют другие тела, называют ***инерцией***, а движение тела в отсутствие действия на него других тел называют ***движением*** по ***инерции***.

Это означает, что если на тело не действуют другие тела, то оно находится либо в состоянии покоя, либо движется равномерно и прямолинейно.

Примеры решения задач

1. Что произойдет с велосипедистом, если он очень резко затормозит и остановится?

Ответ: При резкой остановке велосипеда сам велосипедист упадет вперед, т. е. он будет стремиться сохранить свое движение.

2. Почему споткнувшийся человек иногда падает? В какую сторону?

Ответ: Споткнувшийся человек падает вперед, так как по инерции продолжает свое движение.

3. На движущейся тележке лежит мячик. Объясните, почему падает мячик при резкой остановке тележки.

Ответ: При остановке тележки мячик продолжает двигаться по инерции.

Задачи для самостоятельного решения

1. Приведите примеры движения тел по инерции, с которыми вы встречались в быту.

Рис. 21

2. Почему можно насадить молоток на рукоятку, ударяя по концу рукоятки (рис. 21)?

3. На чем основано освобождение вещей от пыли при их выколачивании или встряхивании?

4. Спрыгивая с высоты и становясь на землю ногами, человек подгибает ноги. Объясните явления.

5. По какой части рубанка необходимо ударить, чтобы лезвие спустилось глубже (рис. 22)? Чтобы несколько поднялось?

Рис. 22

6. В какую сторону отклоняются пассажиры автобуса, стоящие по ходу движения, при трогании с места; при торможении; при повороте автобуса вправо; при повороте влево?

7. Почему капли дождя при резком встряхивании слетают с одежды?

8. Почему при резкой остановке мотоциклист вынужден тормозить обоими колесами? Что произойдет, если он затормозит только передним колесом?

9. Что произойдет с всадником, быстро скачущем на лошади, если лошадь резко остановится?

10. При каком условии стрела, выпущенная из лука, продолжала бы двигаться с постоянной скоростью?

11. Какие условия необходимы для движения тел с постоянной скоростью?

2 Заказ 67

3. Взаимодействие тел. Масса тела

Тела, взаимодействуя друг с другом, могут менять свою скорость. Если столкнуть друг с другом два шарика — большой и маленький — то в результате взаимодействия скорости обоих шариков изменятся. Маленький шарик после столкновения будет двигаться с бо́льшей скоростью, а большой шарик — с меньшей скоростью. Очевидно, что массы этих шариков были разными.

Чем больше меняется скорость тела после взаимодействия, ***тем меньше его масса***, и, наоборот, ***чем меньше меняется скорость тела, тем больше его масса.***

Масса является физической величиной, которая характеризует инертность тела.

Единица массы в СИ — **килограмм (кг).**

Примеры решения задач

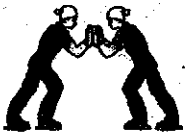


Рис. 23

1. Два мальчика, стоя на коньках на льду, оттолкнулись друг от друга и разъехались в разные стороны (рис. 23). Скорость одного стала равной $4\ \frac{м}{с}$, другого — $2\ \frac{м}{с}$. Определите, масса какого мальчика больше.

Решение: Поскольку оба мальчика вначале были неподвижны, значит их скорости равнялись нулю. После взаимодействия скорости обоих мальчиков изменились. У первого мальчика скорость больше,

а, значит, масса у него меньше. У второго скорость меньше, значит, масса больше:

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{v_2}{v_1}.$$

Следовательно, масса первого мальчика меньше массы второго мальчика в $\frac{4}{2}$, т. е. в 2 раза.

Ответ: $m_1 < m_2$ в 2 раза.

2. При каком условии два тела после взаимодействия приобретают разные по числовому значению скорости, а когда одинаковые?

Ответ: Разные скорости тела могут приобрести, если их массы разные; одинаковые, если их массы одинаковые.

3. Если расплавленная сталь застывает, изменяется ли при этом ее масса?

Ответ: Масса стали не меняется.

4. На плоту находится человек. Масса плота 450 кг, а масса человека 90 кг, скорость человека в прыжке равна $2\ \frac{м}{с}$. Определите скорость, которую приобрел плот в результате взаимодействия.

Дано:	Решение:
$m_1 = 450$ кг $m_2 = 90$ кг $v_2 = 2\ \frac{м}{с}$	$\frac{v_1}{v_2} = \frac{m_2}{m_1}$; $v_1 = \frac{v_2 m_2}{m_1}$;
v_1 — ?	$v_1 = \frac{2\ \frac{м}{с} \cdot 90\ кг}{450\ кг} = 0{,}4\ \frac{м}{с}$.

Ответ: $v_1 = 0{,}4\ \frac{м}{с}$.

2*

Задачи для самостоятельного решения

1. Масса какого тела больше и во сколько раз: $m_1 = 40$ кг, $m_2 = 100$ т?

(Ответ: $m_2 > m_1$ в 2500 раз).

2. Масса одного тела 200 т, а другого — $2 \cdot 10^3$ т. Масса какого тела меньше и во сколько раз?

(Ответ: Масса первого тела меньше массы второго в 10 раз.)

3. Масса пули равна 9 г. Выразите эту массу в мг, в кг.

4. Масса трактора равна 11 200 кг. Выразите эту массу в тоннах.

(Ответ: $m = 11{,}2$ т.)

5. Самая маленькая гирька в наборе для лабораторных весов — 10 мг. На аналитических весах можно взвешивать с точностью до 0,0001 г. В каком случае результат будет содержать больше значащих цифр, если тело поочередно взвешивать на лабораторных, а затем на аналитических весах?

6. Становится ли массивнее рельсы трамвая, если они нагреты очень сильно солнцем?

7. Из автомата Калашникова пули вылетают со скоростью 900 $\frac{м}{с}$, а автомат приобретает при этом скорость отдачи 1,2 $\frac{м}{с}$. Определите массу пули, если масса автомата равна 6,75 кг.

(Ответ: $m_2 = 9$ г).

8. На двух одинаковых тележках стоят две коробочки. После взаимодействия тележки разъезжаются в разные стороны. Первая тележка откатывается на бóльшее расстояние от места столкновения. Масса какой тележки больше?

9°. Вагон массой m, движущийся со скоростью v, сталкивается с неподвижным вагоном массой $2m$. В результате взаимодействия скорости вагонов изменились. У какого из них скорость изменилась больше? Какой вагон менее инертен?

4. Плотность вещества

Плотность вещества — это физическая величина, которая определяется массой вещества, содержащегося в единице объема.

Плотность обозначают буквой ρ (греч. буква «ро»).

Определяют плотность вещества по формуле:

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

где ρ — плотность вещества, m — масса тела, V — объем тела.

Единица плотности в СИ — килограмм на кубический метр $\left(\frac{кг}{м^3}\right)$.

Часто используют и другую единицу плотности — $1\ \frac{г}{см^3}$.

Зная массу тела m и вещество, из которого оно состоит, можно определить его объем:

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

Зная объем тела и вещество, из которого оно состоит, можно найти его массу:

$$m = \rho V.$$

Плотность одного и того же вещества в различных состояниях различна.

Примеры решения задач

1. Плотность меда равна 1350 $\frac{кг}{м^3}$. Выразите ее в $\frac{г}{см^3}$.

Решение: Переведем килограммы в граммы, а затем кубические метры в кубические сантиметры:

$$1350\ кг = 1\ 350\ 000\ г;$$

$$1\ м^3 = 1\ 000\ 000\ см^3.$$

$$\rho_м = \frac{1\ 350\ 000}{1\ 000\ 000}\ \frac{г}{см^3} = 1{,}35\ \frac{г}{см^3}.$$

Ответ: $\rho_м = 1{,}35\ \frac{г}{см^3}$.

2. Плотность сахара-рафинада равна 1,6 $\frac{г}{см^3}$. Что это означает?

Ответ: Это значит, что в 1 $см^3$ содержится 1,6 г сахара-рафинада.

3. Два колечка — серебряное и золотое — имеют одинаковые размеры. Какое из них будет иметь бóльшую массу?

Решение: По таблице плотностей веществ определяем:

$$\rho_з = 19\ 300\ \frac{кг}{м^3};\quad \rho_с = 10\ 500\ \frac{кг}{м^3}.$$

Значит в 1 $м^3$ содержится 19 300 кг золота, а серебра 10 500 кг, т. е. в единице объема серебра содержится меньше, чем золота, а, значит, его масса меньше.

При одинаковых объемах колечек, чем меньше плотность вещества, тем меньше и его масса.

Ответ: Масса золотого колечка больше массы серебряного.

4. Два шарика — фарфоровый и деревянный (дубовый) — имеют одинаковые объемы. Во сколько раз масса фарфорового шарика отличается от массы деревянного.

Решение: Объемы шариков одинаковые, но состоят из разных веществ, значит, их массы будут различны. Шарик, имеющий бо́льшую плотность, будет обладать и бо́льшей массой, а шарик, имеющий меньшую плотность, — меньшую массу:

$$\rho_ф = 2300\frac{кг}{м^3};\ \rho_д = 800\frac{кг}{м^3},\ т.\ е.\ \rho_ф > \rho_д.$$

Следовательно, масса фарфорового шарика больше массы дубового:

$$\frac{\rho_ф}{\rho_д} \approx 2{,}9\ раза.$$

Ответ: Масса фарфорового шарика в 2,9 раза больше массы шарика, изготовленного из дуба.

5. Алюминиевый шарик имеет объем 3,7 см³, а его масса равна 10 г. Рассчитайте плотность алюминия и сравните полученный результат с табличным.

Дано:	Решение:
$V = 3{,}7\ см^3$ $m = 10\ г$	$\rho = \frac{m}{V};$
$\rho_{ал}$ — ?	$\rho_{ал} = \frac{10\ г}{3{,}7\ см^3} = 2{,}7\ \frac{г}{см^3}.$

Ответ: $\rho_{ал} = 2{,}7\frac{г}{см^3}$.

6. Объем стеклянного стакана равен 60 см³. Определите его массу.

Дано:	Решение:
$V = 60$ см³	$\rho = \frac{m}{V}$, отсюда
$\rho_{ст} = 2{,}5\ \frac{г}{см^3}$	$m = \rho V$;
m — ?	$m = 2{,}5\ \frac{г}{см^3} \cdot 60$ см³ $= 150$ г.

Ответ: $m = 150$ г.

7. Кабинет физики имеет площадь 20 м² при высоте потолка 3 м. Определите массу воздуха, который заполняет физический кабинет (при температуре 0 °С).

Дано:	Решение:
$S = 20$ м²	$\rho = \frac{m}{V}$, отсюда
$h = 3$ м	$m = \rho V$;
$\rho_{возд} = 1{,}29\ \frac{кг}{м^3}$	$V = Sh$;
	$V = 20 \cdot 3 = 60$ м³;
m — ?	$m = 1{,}29\ \frac{кг}{м^3} \cdot 60$ м³ $= 77{,}4$ кг.

Ответ: $m = 77{,}4$ кг.

8. Чайник вместимостью 2 л заполнен полностью водой. Определите массу содержащейся в нем воды при комнатной температуре.

Дано:	Решение:
$V = 2$ л $= 2000$ см³	$m_в = \rho_в V$;
$\rho_в = 1\ \frac{г}{см^3}$	$m_в = 1\ \frac{г}{см^3} \cdot 2000$ см³ $=$
$m_в$ — ?	$= 2000$ г $= 2$ кг.

Ответ: $m_в = 2$ кг.

9. Объем канистры для бензина 20 л. Определите массу бензина, находящегося в этой канистре.

Дано:	Решение:
$V = 20$ л $= 20\,000$ см^3	$\rho = \frac{m}{V}$, отсюда
$\rho_б = 0{,}71\ \frac{г}{см^3}$	$m_б = \rho_б V$;
$m_б = ?$	$m_б = 0{,}71\frac{г}{см^3} \cdot 20\,000$ см^3 =
	= 14 200 г = 14,2 кг.

Ответ: $m_б = 14{,}2$ кг.

10. Для садовых дорожек завезли полную машину гравия. Известно, что масса гравия, находящегося в кузове машины, равна 5 т, а его плотность 1500 $\frac{кг}{м^3}$. Определите объем кузова машины.

Дано:	СИ	Решение:
$m_{гр} = 5$ т	5000 кг	$\rho = \frac{m}{V}$, отсюда
$\rho_{гр} = 1500\ \frac{кг}{м^3}$		$V = \frac{m}{\rho}$;
$V = ?$		$V = \frac{5000\ кг}{1500\ \frac{кг}{м^3}} = 3{,}3$ м^3.

Ответ: $V = 3{,}3$ м^3.

11. Три ложки — алюминиевая, мельхиоровая и серебряная — имеют одинаковый объем. Будут ли их массы равными?

Ответ: Поскольку плотности веществ, из которых состоят ложки, разные, то и массы их будут разными при одинаковых объемах. Наибольшая плотность

у серебра, значит и масса у серебряной ложки будет наибольшая, а наименьшая плотность у алюминиевой ложки.

12. Кубик имеет размеры 2 × 2 × 2 см. Его масса равна 20 г. Определите, из какого вещества изготовлен кубик.

Дано:	Решение:
$a = 2$ см $b = 2$ см $c = 2$ см $m = 20$ г	$V = abc$; $V = 2\text{ см} \cdot 2\text{ см} \cdot 2\text{ см} = 8\text{ см}^3$. $\rho = \frac{m}{V}$; $\rho = \frac{20\text{ г}}{8\text{ см}^3} = 2{,}5\ \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$.
ρ — ?	

Ответ: $\rho = 2{,}5\ \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$ (кубик стеклянный или фарфоровый).

13. Определите плотность песка, если известно, что масса песка, полностью заполняющая кузов самосвала объемом 16,5 м³, равна 25 т.

Дано:	СИ	Решение:
$m = 25$ т $V = 16{,}5\text{ м}^3$	25 000 кг	$\rho_п = \frac{m}{V}$; $\rho_п = \frac{25\,000\text{ кг}}{16{,}5\text{ м}^3} \approx$ $\approx 1515\ \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$.
$\rho_п$ = ?		

Ответ: $\rho_п \approx 1515\frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$.

14. Определите объем кувшина, если молоко, полностью заполняющее его, имеет плотность 1030 $\frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$, а масса молока в кувшине равна 2,06 кг.

Дано:	Решение:
$\rho_м = 1030\ \frac{кг}{м^3}$	$\rho = \frac{m}{V}$; $V = \frac{m}{\rho}$;
$m = 2{,}06$ кг	$V = \frac{2{,}06\ кг}{1030\ \frac{кг}{м^3}} = 0{,}002\ м^3 = 2$ л.
V — ?	

Ответ: $V = 2$ л.

15. В мензурку с водой опустили сначала стальной шарик массой 100 г, а затем золотой такой же массы. В каком случае уровень воды в мензурке поднимется выше?

Ответ: Так как плотность золота больше плотности стали, то золотой шарик имеет меньший объем, а шарик, изготовленный из стали, — больший. Значит, уровень воды в мензурке будет выше, когда в нее опущен стальной шарик.

16. Определите внутренний объем шкатулки, изготовленной из красного дерева, если ее длина 15 см, ширина 8 см, высота 6 см. Масса шкатулки 100 г, плотность красного дерева равна 750 $\frac{кг}{м^3}$.

Дано:	СИ	Решение:
$a = 15$ см	0,15 м	$V = abc$;
$b = 8$ см	0,08 м	$V = 0{,}15\ м \cdot 0{,}08\ м \times$
$c = 6$ см	0,06 м	$\times\ 0{,}06\ м = 0{,}00072\ м^3 =$
$m = 100$ г	0,1 кг	$= 0{,}72 \cdot 10^{-3}\ м^3$.
$\rho_{дер} = 750\ \frac{кг}{м^3}$		$(V_{шк} - V_{пуст})\rho_{дер} = m$;
$V_{пуст}$ — ?		$V_{пуст} = V_{шк} - \frac{m}{\rho_{дер}}$;

$$V_{пуст} = 0{,}72 \cdot 10^{-3}\ м^3 - \frac{0{,}1\ кг}{750\frac{кг}{м^3}} = 0{,}72 \cdot 10^{-3}\ м^3 - 0{,}13 \times$$

$$\times\ 10^{-3}\ м^3 = 0{,}59 \cdot 10^{-3}\ м^3.$$

Ответ: $V_{пуст} = 0{,}59 \cdot 10^{-3}\ м^3$.

Задачи для самостоятельного решения

1. Одинакова ли плотность ртути в жидком и твердом состояниях? Ответ обоснуйте.

(Ответ: Различна).

2. Как меняется плотность вещества при его нагревании; при охлаждении?

(Ответ: При повышении температуры плотность веществ уменьшается. Это хорошо заметно у газов.)

3. Определите массу песка, завезенного на садовый участок, если известно, что плотность песка равна $1500\ \frac{кг}{м^3}$, а объем кузова машины $2\ м^3$.

(Ответ: $m = 3$ т).

4. Чайные ложки, имеющие равные объемы, изготовлены из разных веществ: алюминия, золота и серебра. Масса какой ложки больше?

5. Как при помощи мензурки с ценой деления 1 мл отмерить 0,04 мл воды?

6. В стакан с водой опустили несколько кусочков сахара. Изменится ли уровень воды, когда сахар растворится? Ответ обоснуйте.

7. Вместимость бака $0{,}5\ м^3$. Сколько тонн меда можно в нее налить?

(Ответ: $m_м \approx 0{,}7$ т).

8. Вместимость цистерны $60\ м^3$. Вещество, наполняющее эту цистерну, имеет массу 42 т. Определите, какое вещество находится в цистерне.

$\left(\text{Ответ: Бензин, его плотность } \rho = 700\frac{г}{см^3}\right)$.

9. Колечко массой 2 г, имеет объем 0,1036 см^3. Определите, из какого вещества изготовлено колечко.

$\left(\text{Ответ: Золото, его плотность } \rho = 19{,}3 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}\right)$.

10. Очешник имеет объем 112 см^3. Его масса 50 г. Определите внутренний объем очешника, если он изготовлен из текстолита плотностью 1600 $\frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$.

(Ответ: $V \approx 81$ см^3).

11. Международный эталон массы, хранящийся в г. Санкт-Петербурге, имеет объем 46,407 см^3. Вычислите плотность сплава и по таблице № 5 определите этот сплав.

5. Сила. Сила тяжести. Сила упругости. Закон Гука. Вес тела

Понятие силы широко используется и в науке, и в технике. Оно принадлежит к числу основных понятий физики.

Сила — это мера взаимодействия тел.

Сила — векторная физическая величина.

Единица силы в СИ — ньютон (1 Н). Обозначают силу буквой $\vec{F}$ (лат. буква «эф»).

В зависимости от способа воздействия одного тела на другое различают: ***силу тяжести*** $\vec{F}_{тяж}$, ***силу упругости*** $\vec{F}_{упр}$, ***силу трения*** $\vec{F}_{тр}$ и др.

Особенно важное значение для нас имеет ***сила тяжести.*** Все тела в природе, в том числе и человек, подвергаются воздействию этой силы.

Сила тяжести — это сила, с которой Земля притягивает к себе тело.

Сила тяжести прямо пропорциональна массе тела:

$$F_{тяж} = mg,$$

где m — масса тела, g — ускорение свободного падения $\left(g = 9{,}8\ \frac{Н}{кг} \approx 10\ \frac{Н}{кг}\right)$.

Когда два тела, соприкасаясь, действуют друг на друга, то оба эти тела могут деформироваться.

Сила упругости — это сила, возникающая в результате деформации тела.

Направлена она всегда в сторону, противоположную перемещению частиц.

При растяжении или сжатии тела модуль силы упругости всегда прямо пропорционален изменению длины тела. В этом заключается закон

Гука, который справедлив только для упругой деформации:

$$F_{упр} = k\Delta l,$$

где Δl — удлинение тела или изменение его длины, k — жесткость тела.

Вес тела — это сила, с которой тело в результате взаимодействия с Землей — притяжения — давит на опору или подвес.

Вес тела — это векторная физическая величина. Обозначают вес тела буквой $\vec{P}$ (лат. буква «пэ»).

В случае, когда опора и тело неподвижны или движутся равномерно и прямолинейно, вес тела определяется по формуле:

$$P = F_{тяж} \quad \text{или} \quad P = gm.$$

Примеры решения задач

1. Перечислите, какие тела взаимодействуют друг с другом, когда вы ставите на стол вазу?

Ответ: Стол, ваза, пол, ваша рука.

2. Какая сила вызывает падение снежинок, которые образуются в облаках?

Ответ: Сила тяжести. Она действует на снежинки и вызывает их падение. Снежинки также действуют на Землю. Взаимодействие происходит между Землей, снежинками и воздухом.

3. На пружинке висит луковица. Перечислите силы, действующие на луковицу.

Ответ: На луковицу действуют сила тяжести, направленная вертикально вниз, и сила упругости пружины, направленная вертикально вверх.

4. На столе лежат два яблока. Масса одного яблока 100 г, а другого — в два раза меньше. Сравните силы тяжести, действующие на эти яблоки.

Ответ: Поскольку сила тяжести прямо пропорциональна массе тела, то на яблоко массой в два раза меньшей действует и сила тяжести в два раза меньшая.

5. К концу нити прикрепили грузик. Укажите, какие силы возникают при этом.

Ответ: $\vec{F}_{упр}$, которая приложена в точке A и направлена вверх; $\vec{F}_{тяж}$ — приложена к телу и направлена вниз (рис. 24).

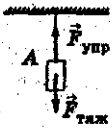


Рис. 24

6. Шарик массой 2 кг движется равномерно и прямолинейно. Определите вес шарика и силу тяжести, действующую на него. Изобразите на рисунке 25 силу тяжести и вес шарика.

Дано:	Решение:
$m = 2$ кг $g = 10\ \frac{Н}{кг}$	Поскольку шарик движется равномерно и прямолинейно, то $P = F_{тяж}$; $P = gm$;
P — ? $F_{тяж}$ — ?	$P = 10\ \frac{Н}{кг} \cdot 2$ кг $= 20$ Н; $F_{тяж} = 20$ Н.

Ответ: $P = F_{тяж} = 20$ Н; см. рисунок 25.

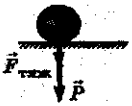


Рис. 25

7. Яблоко висит на ветке дерева и действует на ветку с силой, равной 2 Н. Определите массу яблока.

Дано:	Решение:
$P = 2$ Н $g = 10\ \frac{Н}{кг}$	$P = gm$; $m = \frac{P}{g}$;
m — ?	$m = \frac{2\ Н}{10\ \frac{Н}{кг}} = 0{,}2$ кг.

Ответ: $m = 0{,}2$ кг.

8. Ведро полностью заполнено водой. Объем воды равен 10 л. Определите вес воды.

Дано:	СИ	Решение:
$V = 10$ л	0,01 м^3	$P = gm$;
$g = 10\ \frac{Н}{кг}$		$m = \rho V$;
$\rho = 1000\ \frac{кг}{м^3}$		$m = 1000\ \frac{кг}{м^3} \times$
		$\times\ 0{,}01\ м^3 = 10$ кг;
P — ?		$P = 10\frac{Н}{кг} \cdot 10$ кг =
		= 100 Н.

Ответ: $P = 100$ Н.

9. К концу резинки длиной 10 см подвесили грузик. После этого длина резинки стала равна 12 см. Определите силу упругости, возникающую при растяжении резинки, если ее жесткость 10 $\frac{Н}{м}$.

Дано:	СИ	Решение:
$l_0 = 10$ см	0,1 м	$F_{упр} = k\Delta l$;
$l = 12$ см	0,12 м	$\Delta l = l - l_0$;
$k = 10\ \frac{Н}{м}$		$\Delta l = 0{,}12$ м $- 0{,}1$ м =
$F_{упр}$ — ?		= 0,02 м;

$F_{упр} = 10\frac{Н}{м} \cdot 0{,}02$ м $= 0{,}2$ Н.

Ответ: $F_{упр} = 0{,}2$ Н.

10. Определите жесткость пружины, которая под действием силы 2 Н удлинилась на 4 см.

Дано:	СИ	Решение:
$F = 2$ Н $\Delta l = 4$ см	0,04 м	$F = F_{упр}$; $F_{упр} = k\Delta l$;
k — ?		

$$k = \frac{F_{упр}}{\Delta l};\ k = \frac{2\ Н}{0,04\ м} = 50\ \frac{Н}{м}.$$

Ответ: $k = 50\ \frac{Н}{м}$.

11. Недеформированная пружинка имеет длину 5 см. К ее концу подвесили шарик. Определите, какой будет длина пружинки, если на нее действует сила, равная 2 Н. Жесткость пружинки 10 $\frac{Н}{м}$.

Дано:	СИ	Решение:
$l_0 = 5$ см $F = 2$ Н $k = 10\ \frac{Н}{м}$	0,05 м	$F = F_{упр}$; $F_{упр} = k\Delta l$; $\Delta l = l - l_0$; $F_{упр} = k(l - l_0)$; $l = l_0 + \frac{F_{упр}}{k}$;
l — ?		

$$l = 0,05\ м + \frac{2\ Н}{10\ \frac{Н}{м}} = 0,25\ м.$$

Ответ: $l = 0,25$ м.

12. Определите вес мальчика, стоящего на полу, если его масса равна 50 кг. Изобразите на рисунке силу тяжести и вес мальчика.

Рис. 26

Дано:

$m = 50$ кг

$g = 10\,\frac{Н}{кг}$

P — ?

Решение:

Поскольку мальчик находится в покое, то:

$P = F_{тяж}$;

$P = gm$;

$P = 10\,\frac{Н}{кг} \cdot 50$ кг $= 500$ Н.

Ответ: $P = 500$ Н; см. рисунок 26.

Рис. 27

13. Определите силу тяжести, которая действует на груз, подвешенный к динамометру (рис. 27). Какова масса груза?

Решение: Определим цену деления динамометра: $n = \frac{200\,Н - 150\,Н}{5} = \frac{50\,Н}{5} = 10$ Н, т. е. одно деление равно 40 Н.

Значит, динамометр показывает, что сила упругости пружины 140 Н. Поскольку груз находится в покое, то $P = F_{тяж}$. Следовательно, $F_{тяж} = 140$ Н. Так как $F_{тяж} = gm$, то массу можно определить так:

$$m = \frac{F_{тяж}}{g};\ g = 10\,\frac{Н}{м};\ m = \frac{140\,Н}{10\,\frac{Н}{кг}} = 14\ кг.$$

Ответ: $m = 14$ кг.

Задачи для самостоятельного решения

1. Изобразите графически в масштабе силы, направленные параллельно и равные: 2 кН, 400 Н, 0,01 кН. Масштаб: 100 Н — 1 см.

2. Какие тела взаимодействуют, когда вы завинчиваете шуруп в доску?

3. При каком условии вес тела равен силе тяжести?

4. Покажите на рисунке в тетради, какие силы возникают, если к концу пружинки подвесить спичечный коробок.

5. В кабинете физики на столе установлен компьютер. Сделайте рисунок и укажите, какие силы действуют на него.

6. Масса люстры равна 5 кг. Определите вес люстры.

(Ответ: $P = 50$ Н).

7. Недеформированная пружинка имеет длину 5 см. К ее концу подвесили шарик, после чего ее длина стала равна 10 см. Определите жесткость пружинки, если известно, что возникающая при этом сила упругости равна 5 Н.

$\left(\text{Ответ: } k = 100\frac{\text{Н}}{\text{м}}\right)$.

8. Изобразите графически силу упругости, равную 10 Н, которая возникает в результате того, что к концу пружинки подвешен груз. Масштаб: 2 Н — 1 см.

9. Если масса груза, подвешенного к пружине, равна 102 г, то с какой силой растягивается пружина? Сделайте в тетради рисунок.

10. Изобразите в тетради две пружинки. К одной подвешен груз массой 102 г; к другой — два груза каждый по 102 г. Определите силу, с которой растягивается каждая пружина.

6. Сложение двух сил, направленных по одной прямой. Равнодействующая сил

Во многих случаях на тело действует несколько сил. Иногда их действие можно заменить одной силой, равноценной по своему действию на данное тело.

Силу, которая производит на тело такое же действие, как несколько сил вместе, называют равнодействующей этих сил.

Рис. 28

Обозначают равнодействующую буквой R (лат. буква «эр»).

Если две силы направлены по одной прямой в одну сторону, то равнодействующая сил направлена в ту же сторону, а ее модуль равен сумме модулей составляющих сил (рис. 28):

$$R = F_1 + F_2.$$

Рис. 29

Если две силы направлены по одной прямой в противоположные стороны, то равнодействующая сил направлена в сторону большей по модулю силы, а ее модуль равен разности модулей составляющих сил (рис. 29):

$$R = F_2 - F_1.$$

Если под действием двух равных и противоположно направленных сил тело будет находиться в покое или двигаться равномерно и прямолинейно, то равнодействующая равна нулю.

$$R = 0.$$

Примеры решения задач

1. На рисунке 30 изображены две силы: $F_1 = 5$ Н, $F_2 = 10$ Н. Определите равнодействующую и покажите ее на рисунке.

Решение: Силы F_1 и F_2 действуют по одной прямой, направлены в разные стороны, значит

$$R = F_2 - F_1;\ R = 10\ \text{Н} - 5\ \text{Н} = 5\ \text{Н}.$$

Ответ: $R = 5$ Н и направлена в сторону большей силы, т. е. F_2.

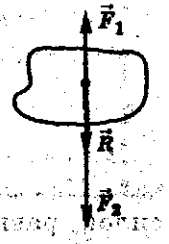


Рис. 30

2. Чему равна равнодействующая двух сил, приложенных к шарику, если $F_1 = 4$ Н, а $F_2 = 8$ Н (рис. 31)?

Рис. 31

Решение: Силы направлены в разные стороны, значит, их равнодействующая будет направлена в сторону большей силы, т. е.

$$R = F_2 - F_1;\ R = 8\ \text{Н} - 4\ \text{Н} = 4\ \text{Н}.$$

Ответ: $R = 4$ Н и направлена в сторону силы F_2.

3. Определите равнодействующую трех сил: $F_1 = 300$ Н, $F_2 = 150$ Н; $F_3 = 100$ Н, если известно, что они приложены к одной точке и действуют по одной прямой и в одном направлении.

Решение: Исходя из условия задачи можно записать, что

$$R = F_1 + F_2 + F_3;$$

$$R = 300\ \text{Н} + 150\ \text{Н} + 100\ \text{Н} = 550\ \text{Н}.$$

Ответ: $R = 550$ Н.

4. Имеются три силы, приложенные к одной точке. Известно, что силы $F_1 = 2$ Н и $F_2 = 4$ Н направлены вверх, а сила $F_3 = 3$ Н — вниз. Определите равнодействующую этих сил.

Решение: Изобразим силы графически (рис. 32). Найдем равнодействующую сил F_1 и F_2

Рис. 32

$$R_1 = F_1 + F_2,$$

так как силы действуют в одном направлении.

$$R_1 = 2\ \text{Н} + 4\ \text{Н} = 6\ \text{Н}.$$

Теперь найдем равнодействующую сил R_1 и F_3. Она будет равна

$$R = R_1 - F_3,$$

так как силы направлены в разные стороны.

$$R = 6\ \text{Н} - 3\ \text{Н} = 3\ \text{Н}.$$

Ответ: $R = 3$ Н.

5. В каких случаях $R = 0$?

Ответ: $R = 0$, если тело находится в покое или движется равномерно и прямолинейно.

6. На столе лежит ящик массой 4 кг. Сверху на него поставили второй ящик, масса которого равна 2 кг. Определите силу, с которой ящики действуют на стол.

Дано:	Решение:
$m_1 = 4$ кг $m_2 = 2$ кг $g = 10\ \frac{\text{Н}}{\text{кг}}$	Силы, действующие на ящик, направлены вдоль одной прямой и в одном направлении. $R = F_1 + F_2$;
R — ?	$F_1 = m_1 g$; $F_2 = m_2 g$; $F_1 = 4\ \text{кг} \cdot 10\ \frac{\text{Н}}{\text{кг}} = 40$ Н;

$F_2 = 2\ \text{кг} \cdot 10\ \frac{\text{Н}}{\text{кг}} = 20$ Н; $R = 40$ Н $+ 20$ Н $= 60$ Н.

Ответ: $R = 60$ Н.

Задачи для самостоятельного решения

1. Приведите примеры, когда две силы уравновешивают друг друга.

2. Выберите масштаб и изобразите графически три силы, приложенные к одной точке, действующие в одном направлении, если $F_1 = 1$ Н, $F_2 = 2$ Н, $F_3 = 3$ Н.

3. Найдите равнодействующую трех сил, приложенных к одной точке и действующих в одном направлении: $F_1 = 2$ Н, $F_2 = 6$ Н, $F_3 = 8$ Н.

4. Определите и изобразите графически равнодействующую трех сил, приложенных к одной точке и направленных в разные стороны, если $F_1 = 4$ Н, $F_2 = 2$ Н, $F_3 = 8$ Н (рис. 33).

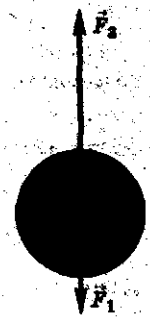


Рис. 33

5. На подставку установили кирпич массой 200 г, сверху поставили гирьку массой 100 г. Определите, с какой силой два тела действуют на подставку.

6. Придумайте и запишите в тетрадь задачу на определение равнодействующей двух сил, если $F_1 = 2$ кН, $F_2 = 10$ кН.

7. На парашютиста вместе с парашютом действует сила тяжести, равная 800 Н. Чему равна сила сопротивления воздуха? Считать, что парашютист опускается равномерно.

Глава III

Давление твердых тел, жидкостей и газов

1. Давление

Давление — это физическая величина, которая определяется модулем силы, действующей на единицу площади поверхности тела перпендикулярно этой поверхности.

Давление обозначается буквой p (лат. буква «пэ»).

Вычисляют давление по формуле:

$$p = \frac{F}{S},$$

где F — сила, действующая перпендикулярно поверхности, S — площадь поверхности.

Единица давления в СИ — паскаль (Па).

$$1\ \text{Па} = 1\ \frac{\text{Н}}{\text{м}^2}$$

1 кПа = 1000 Па 1 гПа = 100 Па

1 Па = 0,001 кПа 1 Па = 0,01 гПа

Примеры решения задач

1. На доску надавили рукой с силой 100 Н, а затем с такой же силой вдавили кнопку. Почему результат действия сил разный, ведь силы равны по модулю?

Ответ: Чем больше площадь поверхности, действующей на тело, тем меньше давление. Площадь руки больше, значит и давление на доску она оказывает меньше. У кнопки площадь поверхности меньше, следовательно, и давление она оказывает больше.

2. Почему затачивают лезвия ножей, рубанков, топоров, кос?

Ответ: Уменьшая площадь режущих предметов (ножа, рубанка, топора, косы) мы тем самым увеличиваем давление на материал.

3. Определите давление, которое оказывает кнопка, если сила давления 10 Н, а площадь поверхности ее острия 0,1 мм².

Дано:	СИ	Решение:
$F = 10$ Н $S = 0{,}1$ мм²	$1 \cdot 10^{-7}$ м²	$p = \frac{F}{S}$;
p — ?		$p = \frac{10\ \text{Н}}{1 \cdot 10^{-7}\ \text{м}^2} =$ $= 1 \cdot 10^8$ Па.

Ответ: $p = 10^8$ Па.

4. Какое давление оказывает чайник на стол, если масса чайника с водой 2 кг, а площадь поверхности его основания 156 см²?

Дано:	СИ	Решение:
$m = 2$ кг $S = 156$ см²	0,0156 м²	$p = \frac{F}{S}$.
$g = 10\ \frac{\text{Н}}{\text{кг}}$		Сила давления $F = P = mg$.
p — ?		$F = 2\ \text{кг} \cdot 10\ \frac{\text{Н}}{\text{кг}} = 20$ Н;

$$p = \frac{20\ \text{Н}}{0{,}0156\ \text{м}^2} \approx 1282\ \text{Па} \approx 1{,}28\ \text{кПа}.$$

Ответ: $p \approx 1{,}28$ кПа.

5. Горнолыжник массой 80 кг стоит на лыжах, длина которых 1,5 м, а ширина 15 см. Какое давление оказывает горнолыжник на снег?

Дано:	СИ	Решение:
$m = 80$ кг $a = 1{,}5$ м $b = 15$ см $g = 10\ \frac{Н}{кг}$	 0,15 м	$p = \frac{F}{S}$. Находим силу давления $F = P = mg$. $F = 80\ кг \cdot 10\ \frac{Н}{кг} = 800$ Н.
p — ?		

Определяем площадь обеих лыж.

$S = 2ab$; $S = 2 \cdot 1{,}5 \cdot 0{,}15$ м $= 0{,}45$ м^2.

$$p = \frac{800\ Н}{0{,}45\ м^2} \approx 1778\ Па \approx 1{,}8\ кПа.$$

Ответ: $p \approx 1{,}8$ кПа.

6. Определите, пройдет ли по льду человек массой 80 кг, если площадь подошв равна 300 см^2. Лед выдерживает давление 50 кПа.

Дано:	СИ	Решение:
$p_л = 50$ кПа $m = 80$ кг $S = 300$ см^2 $g = 10\ \frac{Н}{кг}$	50 000 Па 0,03 м^2	Давление человека на лед $p_ч = \frac{F}{S}$. Сила давления $F = P = mg$.
$p_ч$ — ?		

$F = 80\ кг \cdot 10\ \frac{Н}{кг} = 800$ Н.

$$p_ч = \frac{800\ Н}{0{,}03\ м^2} \approx 27\,000\ Па \approx 27\ кПа.$$

Ответ: Человек пройдет по льду, так как лед выдерживает давление 50 кПа, а человек оказывает на лед давление, равное ≈ 27 кПа.

Задачи для самостоятельного решения

1. Как зависит давление от площади поверхности?

2. Приведите примеры из практики, когда необходимо увеличить площадь поверхности для уменьшения давления, а когда площадь поверхности стараются уменьшить, чтобы увеличить давление.

3. Почему охотничьи лыжи делаются более широкими, чем спортивные?

4. Как человеку, стоящему на полу, увеличить вдвое давление на пол? (Дополнительные грузы не использовать).

5. Как изменить давление, если площадь, по которой равномерно распределена сила давления, уменьшится в 5 раз?

6. Определите площадь опоры прибора, если его масса 800 кг, а производимое им давление 200 кПа.

(Ответ: $S = 0{,}04$ м^2).

7. На горизонтальной поверхности стоит мраморная плита толщиной $h = 25$ см. Каково давление, оказываемое плитой на поверхность?

(Ответ: $p = \frac{P}{S} = \frac{mg}{S} = \frac{\rho_{мр}Vg}{S} = \frac{\rho_{мр}Shg}{S} = \rho_{мр}gh$;

$p = 6{,}75$ кПа).

8. Площадь книги, лежащей на столе, равна 350 см^2, давление, которое книга оказывает на стол, 1,42 Па. Определите силу, с которой книга действует на стол.

(Ответ: $F = 0{,}497$ Н).

9. Определите давление, которое оказывает табурет на пол, если площадь основания одной его ножки равна 4 см^2, а сила, с которой табурет действует на пол, 5 Н.

(Ответ: $p = 3{,}1$ кПа).

2. Давление жидкостей и газов. Закон Паскаля. Гидравлические машины

Многочисленные опыты позволили сделать заключение, что давление, производимое на частицы жидкости или газа, передается не только в направлении действия силы, а и в каждую точку жидкости.

По закону Паскаля:

Давление, производимое на жидкость или газ, передается во все стороны одинаково.

Формула для расчета давления жидкости:

$$p = \rho g h,$$

где ρ — плотность жидкости, $g = 10\ \frac{\text{Н}}{\text{кг}}$ — ускорение свободного падения, h — высота столба жидкости.

На законе Паскаля основано устройство гидравлического пресса.

Сила, действующая на большой поршень пресса, во столько раз больше силы, действующей на малый поршень, во сколько раз площадь большего поршня больше площади малого поршня

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

Примеры решения задач

1. Имеются два сосуда, заполненные газами (рис. 34). Массы газов, находящихся в них, одинаковы. В каком из сосудов давление газа больше?

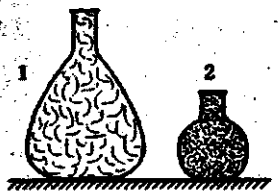


Рис. 34

Ответ: Давление газа больше во втором сосуде, так как его объем меньше. Число ударов молекул в нем о стенки сосуда больше, а значит и больше давление.

2. Если воздушный шарик вынести зимой из дома на улицу, то будет заметно, что его размер уменьшится. Объясните, почему это происходит.

Ответ: С понижением температуры уменьшается скорость движения молекул газа внутри шарика, значит число ударов молекул газа о стенки шарика уменьшается, следовательно, уменьшается давление внутри воздушного шарика.

3. Объясните, почему лопаются ячейки упаковочного целлофана, когда их сильно сдавливают пальцами.

Ответ: Давление, которое создается в месте надавливания, передается воздухом по всем направлениям. Возникает большая сила давления, и ячейка лопается.

4. Определите давление жидкости на дно сосуда цилиндрической формы. Высота столба жидкости в сосуде равна 20 см, а ее плотность 1030 кг/м³.

Дано:	СИ	Решение:
$\rho = 1030\ \frac{кг}{м^3}$		$p = \rho g h;$
$h = 20$ см	0,2 м	$p = 1030\ \frac{кг}{м^3} \cdot 10\ \frac{Н}{кг} \times$
$g = 10\ \frac{Н}{кг}$		$\times 0{,}2$ м $= 2060$ Па.
p — ?		

Ответ: $p = 2060$ Па.

5. Определите глубину, на которой давление воды в реке равно 20 кПа.

Дано:	СИ	Решение:
$p = 20$ кПа	20 000 Па	$p = \rho g h$; $h = \frac{p}{\rho g}$;
$\rho = 1000\ \frac{кг}{м^3}$		$h = \frac{20\,000\ Па}{1000\ \frac{кг}{м^3} \cdot 10\ \frac{Н}{кг}} = 2$ м.
$g = 10\ \frac{Н}{кг}$		
h — ?		

Ответ: $h = 2$ м.

6. Подводная лодка имеет площадь поверхности 200 м² и находится на глубине 1500 м. Определите силу давления морской воды на подводную лодку.

Дано:	Решение:
$S = 200\ м^2$	$p = \rho g h$; $p = \frac{F}{S}$; $F = pS$;
$h = 1500$ м	$p = 1030\ \frac{кг}{м^3} \cdot 10\ \frac{Н}{кг} \cdot 1500$ м =
$\rho = 1030\ \frac{кг}{м^3}$	= 15 450 000 Па;
$g = 10\ \frac{Н}{кг}$	$F = 15\,450\,000$ Па $\cdot$ 200 м² =
F — ?	= 3 090 000 кН.

Ответ: $F = 3\,090\,000$ кН.

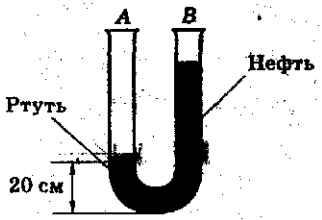


Рис. 35

7. В сообщающиеся сосуды налито две разные жидкости (рис. 35). В одно колено сосуда налита нефть, а в другое — ртуть. Определите, какой высоты должен быть столб нефти, чтобы обе жидкости находились в равновесии.

Дано:	СИ	Решение:
$\rho_н = 800\ \frac{кг}{м^3}$ $\rho_{рт} = 13\ 600\ \frac{кг}{м^3}$ $h_{рт} = 20$ см $g = 10\ \frac{Н}{кг}$	0,2 м	$p = \rho g h$; $p_{рт} = p_н$; $\rho_{рт} g h_{рт} = \rho_н g h_н$; $h_н = \frac{\rho_{рт} g h_{рт}}{\rho_н \cdot g} = \frac{\rho_{рт} \cdot h_{рт}}{\rho_н}$; $h_н = \frac{13\ 600\ \frac{кг}{м^3} \cdot 0{,}2\ м}{800\ \frac{кг}{м^3}} =$ $= 3{,}4$ м.
$h_н$ — ?		

Ответ: $h_н = 3{,}4$ м.

8. Определите давление воды на шлюз у его дна. Высота шлюза 20 м, а вода, заполняющая шлюз, находится на 4 м ниже верхнего уровня.

Дано:	Решение:
$h_1 = 20$ м $h_2 = 4$ м $g = 10\frac{Н}{кг}$ $\rho = 1000\frac{кг}{м^3}$	$p = \rho g h$; $h = h_1 - h_2$; $h = 20$ м $- 4$ м $= 16$ м. $p = 1000\frac{кг}{м^3} \cdot 10\frac{Н}{кг} \cdot 16$ м $=$ $= 160$ кПа.
p — ?	

Ответ: $p = 160$ кПа.

9. Площадь большого поршня гидравлического пресса 2000 см², а малого — 10 см². На малый поршень поместили груз массой 2 кг. Определите массу груза, который необходимо расположить на большом поршне, чтобы жидкости находились в равновесии.

Дано:	СИ	Решение:
$S_1 = 2000$ см^2	0,2 м^2	$F_1 = P = m_1 g$;
$S_2 = 10$ см^2	0,001 м^2	$m_1 = \frac{F_1}{g}$.
$m_2 = 2$ кг		$F_2 = m_2 g$;
$g = 10\ \frac{Н}{кг}$		$F_2 = 2\ кг \cdot 10 \frac{Н}{кг} = 20$ Н.
m_1 — ?		$p = \frac{F}{S}$; $p_1 = p_2$,

так как давления, оказываемые на малый и большой поршени, должны быть одинаковыми.

$$p_1 = \frac{F_1}{S_1};\ p_2 = \frac{F_2}{S_2};\ \frac{F_1}{S_1} = \frac{F_2}{S_2};\ F_1 = \frac{F_2 S_1}{S_2};$$

$$F_1 = \frac{20\ Н \cdot 0{,}2\ м^2}{0{,}001\ м^2} = 4000\ Н;\ m_1 = \frac{4000\ Н}{10\ \frac{Н}{кг}} = 400\ кг.$$

Ответ: $m_1 = 400$ кг.

10. Определите, в какой жидкости находится тело, если на глубине 20 м оно испытывает давление, равное 160 кПа?

Дано:	СИ	Решение:
$h = 20$ м		$p = \rho g h$; $\rho = \frac{p}{gh}$;
$p = 160$ кПа	160 000 Па	$\rho = \frac{160\,000\ Па}{10 \frac{Н}{кг} \cdot 20\ м} =$
$g = 10\ \frac{Н}{кг}$		$= 800\ \frac{кг}{м^3}$;
ρ — ?		$\rho = 800\ \frac{кг}{м^3}$.

Ответ: $\rho = 800\ \frac{кг}{м^3}$, значит, это может быть спирт, керосин или нефть.

Задачи для самостоятельного решения

1. Почему деформированный теннисный мячик при нажатии рукой вновь приобретает шарообразную форму?

2. Когда надувают мыльный пузырь, то под давлением воздуха он увеличивается в размере и принимает форму шара. Какой закон физики подтверждается на этом опыте?

3. Объясните принцип действия автоматов по разливу пепси, фанты, кваса.

4. Если футбольный мяч, который плохо накачали, положить на солнце, то через некоторое время он немного раздуется. Объясните, почему это происходит.

5. Почему болят уши у ныряльщиков на большую глубину?

6. Как изменится давление, производимое прессом в паровом котле, если воду заменить маслом?

7. Определите высоту столба жидкости в цилиндрическом сосуде, если ее плотность равна 1800 $\frac{кг}{м^3}$, а давление жидкости на дно сосуда — 1800 Па?

(Ответ: $h = 10$ см).

8. Определите, какие из перечисленных величин меняются, а какие остаются постоянными, если растительное масло из бутылки перелить в кастрюлю: масса масла, сила давления, объем, давление, сила тяжести, вес масла.

9. Определите, во сколько раз давление на больший поршень больше давления на малый поршень, если площадь большого поршня равна 10 м^2, а малого 10 см^2.

$\left(\text{Ответ: } n = 10\,000 \text{ раз, так как } \frac{F_1}{F_2} = \frac{S_1}{S_2}\right)$.

3*

10. В трубку налита вода (рис. 36). Найдите давление воды в каждом колене трубки на уровне AB.

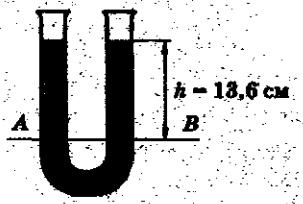


Рис. 36

(Ответ: $p = 1300$ Па).

11. Определите давление, оказываемое глицерином на дно цилиндрического сосуда, если его высота в сосуде 15 см $\left(\rho_{гл} = 1260\ \frac{кг}{м^3}\right)$.

(Ответ: $p = 1890$ Па).

12. Определите, какая жидкость находится в стакане, если тело на глубине 5 см испытывает давление 395 Па?

$\left(\text{Ответ: Ацетон, } \rho = 790\ \frac{кг}{м^3}\right)$

3. Атмосферное давление. Измерение атмосферного давления. Барометры

Высота атмосферы точно не определена, а плотность воздуха меняется: у поверхности Земли она больше, чем в верхних слоях атмосферы. Поэтому рассчитать атмосферное давление, как мы рассчитывали давление столба жидкости, нельзя.

Итальянский ученый Э. Торричелли, проделав ряд опытов, предложил измерять атмосферное давление ***высотой ртутного столба***.

Если давление атмосферы равно 760 мм ртутного столба, то это значит, что воздух производит такое же давление, какое производит вертикальный столб ртути высотой 760 мм

$$p_{атм} = p_{рт}.$$

Давление столба ртути высотой 1 мм равно

$$p = \rho_{рт} gh, \text{ т. е. } 1 \text{ мм рт. ст.} = 133{,}3 \text{ Па}.$$

Для измерения атмосферного давления используют специальные приборы — *барометры*.

Атмосферное давление в верхних слоях меньше, так как плотность воздуха с увеличением высоты над уровнем моря уменьшается.

Примеры решения задач

1. Какой объем занимает 1 кг воздуха при нормальных условиях (p = 760 мм рт. ст., t = 0 °С)?

Дано:	Решение:
$m_в = 1$ кг	Установлено, что при нормальном атмосферном давлении и температуре 0 °С в 1 м³ содержится воздух массой 1,29 кг, значит
V — ?	$V = \frac{1 \text{ м}^3 \cdot 1 \text{ кг}}{1{,}29 \text{ кг}} = 0{,}775 \text{ м}^3.$

Ответ: $V = 0{,}775$ м³.

2. Объясните, почему мыльницы, крючки и прочие предметы достаточно прочно удерживаются присосками на гладких стенках.

Ответ: Упругие резиновые присоски при нажатии сплющиваются, а затем принимают прежнюю форму под действием силы упругости. Объем полости между стенкой и присоской увеличивается, а давление воздуха в полости становится меньше атмосферного. Поэтому под действием внешнего давления присоски достаточно прочно удерживаются у стен.

3. У основания пирамиды Хеопса, высота которой 137 м, барометр показывает 750 мм рт. ст. Определите давление на вершине пирамиды.

Дано:	Решение:
$h = 137$ м	$p = p_0 - p_{возд}$;
$p_0 = 750$ мм рт. ст.	$p = p_0 - \rho_{возд} gh$.
$g = 10\ \frac{Н}{кг}$	750 мм рт. ст. = 99 975 Па;
$\rho_{возд} = 1{,}29\ \frac{кг}{м^3}$	
p — ?	

$p = 99\,975$ Па $- 1{,}29\ \frac{кг}{м^3} \cdot 10\ \frac{Н}{кг} \cdot 137$ м $= 99\,975$ Па $-$ $- 1767$ Па $= 98\,208$ Па $= 736$ мм рт. ст.

Ответ: $p = 736$ мм рт. ст.

4. На первом этаже высотного здания барометр показывает 749 мм рт. ст., а на последнем этаже разница показаний прибора составила 2 мм рт. ст. Какое давление показывал барометр на последнем этаже?

Ответ: 751 мм рт. ст.

5. Может ли космонавт набрать чернила в поршневую авторучку, находясь на корабле в состоянии невесомости?

Ответ: Если на корабле поддерживается нормальное давление воздуха, то состояние невесомости не влияет на заполнение авторучки.

Задачи для самостоятельного решения

1. Объясните, почему при очень быстрой езде на гоночных автомобилях у спортсменов закладывает уши.

2. Одинаков ли вес 1 дм^3 воздуха и 1 дм^3 водорода, находящихся при нормальных условиях?

(Ответ: Вес 1 дм^3 воздуха примерно на 0,012 Н больше веса 1 дм^3 водорода).

3. Во время Олимпийских игр в Мехико спортсмены до начала игр проводили тренировки при пониженных давлениях. Почему были необходимы такие тренировки?

4. Почему в задачах на определение атмосферного давления указывают «при нормальных условиях»?

5. Выразите в паскалях цену деления открытого жидкостного манометра, заполненного ртутью, если расстояние между штрихами на его шкале равно 1 см.

6. Садоводы для борьбы с насекомыми используют специальный прибор — опрыскиватель. Объясните его принцип действия (рис. 37).

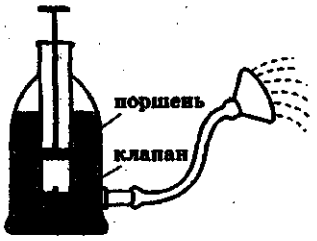


Рис. 37

7. У поверхности шахты барометр показывает 760 мм рт. ст. На какой глубине находится шахтер, если в шахте барометр показывает 770 мм рт. ст.?

(Ответ: $h = \frac{p_2 - p_1}{\rho_{возд} g} \approx 103$ м).

8°. Лекарство для инъекций набирают с помощью шприца. Почему лекарство поднимается вслед за поршнем?

4. Архимедова сила. Плавание тел

На всякое тело, погруженное в жидкость, действует выталкивающая сила жидкости, равная весу жидкости в объеме тела **(закон Архимеда).**

Сила, выталкивающая тело из жидкости или газа, называется архимедовой силой. Она обозначается F_A.

Если тело плавает в жидкости, то вес вытесненной телом жидкости равен его весу в воздухе

$$F_A = P_ж;$$

$$F_A = g\rho_ж V_т.$$

Тело будет *плавать*, если $F_{тяж} = F_A$, *тонуть*, если $F_{тяж} > F_A$; *всплывать*, если $F_{тяж} < F_A$.

Примеры решения задач

1. Определите выталкивающую силу, действующую на кусок мрамора объемом 1,2 м³, опущенный в глицерин.

Дано:	Решение:
$V_т = 1{,}2$ м³	$F_A = \rho_ж g V_т$;
$\rho_ж = 1260\ \frac{кг}{м^3}$	$F_A = 10\ \frac{Н}{кг} \cdot 1260\ \frac{кг}{м^3} \cdot 1{,}2\ м^3 =$
$g = 10\ \frac{Н}{кг}$	$= 15\ 120$ Н $= 15{,}12$ кН.
F_A — ?	

Ответ: $F_A = 15{,}12$ кН.

2. Определите силу, выталкивающую тело объемом 2 дм³ из молока.

Дано:	СИ	Решение:
$V_т = 2$ дм³	0,002 м³	$F_А = g\rho_ж V_т$;
$\rho_ж = 1030 \frac{кг}{м^3}$		$F_А = 10 \frac{Н}{кг} \cdot 1030 \frac{кг}{м^3} \times$
$g = 10 \frac{Н}{кг}$		$\times 0{,}002$ м³ $= 20{,}6$ Н.
$F_А$ — ?		

Ответ: $F_А = 20{,}6$ Н.

3. На брусок из олова, погруженный в керосин, действует выталкивающая сила, равная 2800 Н. Определите объем бруска олова.

Дано:	Решение:
$F_А = 2800$ Н	$F_А = g\,\rho_ж V_т$;
$\rho_ж = 800 \frac{кг}{м^3}$	$V_т = \frac{F_А}{g\rho_м}$;
$g = 10 \frac{Н}{кг}$	$V_т = \frac{2800\ Н}{10 \frac{Н}{кг} \cdot 800 \frac{кг}{м^3}} = 0{,}35$ м³.
$V_т$ — ?	

Ответ: $V_т = 0{,}35$ м³.

4. Определите объем бруска, если его вес в воздухе равен 20 Н, а в масле 5 Н.

Дано:	Решение:
$P_1 = 20$ Н	$F_А = P_1 - P_2$;
$P_2 = 5$ Н	$F_А = 20$ Н $- 5$ Н $= 15$ Н;
$\rho_ж = 900 \frac{кг}{м^3}$	$F_А = \rho_ж g V_т$, отсюда $V_т = \frac{F_А}{\rho_ж g}$;
$V_т$ — ?	$V_т = \frac{15\ Н}{900 \frac{кг}{м^3} \cdot 10 \frac{Н}{кг}} = 0{,}0016$ м³ $\approx$
	$\approx 1{,}7$ дм³.

Ответ: $V_т = 0{,}0016$ м³ $\approx 1{,}7$ дм³.

5. Одинаковая ли сила потребуется для того, чтобы удержать пустое ведро в воздухе или это же ведро, но наполненное водой, — в воде?

Ответ: В первом случае потребуется бóльшая сила.

6. Определите силу, которую необходимо приложить к кусочку золота объемом 1 см^3, чтобы удержать его в воде.

Дано:	СИ	Решение:
$V_т = 1$ см^3	$1 \cdot 10^{-6}$ м^3	Определим вес кусочка золота
$\rho_ж = 1000 \frac{кг}{м^3}$		$P = mg = \rho_т V_т g$;
$\rho_т = 19\,300 \frac{кг}{м^3}$		$P = 19\,300 \frac{кг}{м^3} \times$
$g = 10 \frac{Н}{кг}$		$\times 1 \cdot 10^{-6} м^3 \cdot 10 \frac{Н}{кг} \approx$
F — ?		$\approx 0{,}19$ Н.

Найдем силу Архимеда:

$$F_А = \rho_ж g V_т;$$

$$F_А = 1000 \frac{кг}{м^3} \cdot 10 \frac{Н}{кг} \cdot 1 \cdot 10^{-6} м^3 = 0{,}01 \text{ Н}.$$

Определим равнодействующую двух сил $F_{тяж} = P$ и $F_А$:

$$F = F_{тяж} - F_А; \quad F = P - F_А;$$

$$F = 0{,}19 \text{ Н} - 0{,}01 \text{ Н} = 0{,}18 \text{ Н}.$$

Ответ: $F = 0{,}18$ Н.

7. Пробка, плотность которой $0{,}24 \frac{г}{см^3}$, плавает на воде. Определите какая часть пробки погружена в воду.

Дано:	Решение:
$\rho_п = 0{,}24 \frac{г}{см^3}$	Допустим, что масса плавающей пробки 1 г, тогда $V_{пр} = \frac{m}{\rho_{пр}}$; $V_{пр} = \frac{1\ г}{0{,}24 \frac{г}{см^3}} \approx 4\ см^3$.
$V_{пог}$ — ?	Пробка массой 1 г вытесняет воду массой 1 г. Значит, объем погруженной части пробки будет равен $V_{пог} = \frac{1\ г}{1 \frac{г}{см^3}} = 1\ см^3$; $V_{пог} = 1\ см^3$. Следовательно, объем погруженной части составляет 1 : 4 = 0,25 объема пробки.

Ответ: $V_{пог} = 0{,}25$ объема пробки.

8. Золотое колечко в воздухе весит 0,04 Н, а в воде 0,02 Н. Определите, золотое колечко сплошное или полое.

Дано:	Решение:
$P_1 = 0{,}04$ Н $P_2 = 0{,}02$ Н $\rho_з = 19\,300 \frac{кг}{м^3}$ $\rho_ж = 1000 \frac{кг}{м^3}$	Найдем силу Архимеда $F_A = P_1 - P_2$. Найдем объем колечка $F_A = g\rho_ж V_т$, отсюда $V_т = \frac{F_A}{g\rho_ж}$;
$\rho_к$ — ?	$V_т = \frac{0{,}02\ Н}{10 \frac{Н}{кг} \cdot 1000 \frac{кг}{м^3}} = 0{,}000002\ м^3$.

Определим массу колечка

$$P_1 = mg;\ m = \frac{P_1}{g};\ m = \frac{0{,}04\ Н}{10 \frac{Н}{кг}} = 0{,}004\ кг.$$

Рассчитаем плотность колечка:

$$\rho_к = \frac{m}{V_т};\ \rho_к = \frac{0{,}004}{0{,}000002} \frac{кг}{м^3} = 2000 \frac{кг}{м^3}.$$

Ответ: Плотность кольца меньше табличных данных, значит, колечко полое.

9. Шарик имеет объем 20 см³. Его погрузили в воду. Сила тяжести, действующая на погруженный в воду шарик, равна 0,4 Н. Определите, утонет или всплывет шарик.

Дано:	СИ	Решение:
$\rho_ж = 1000\ \frac{кг}{м^3}$ $F_{тяж} = 0{,}4$ Н $V_т = 20$ см³	0,00002 м³	Если $F_{тяж} > F_A$ — тело тонет, если $F_{тяж} < F_A$ — тело всплывает. Сравним $F_{тяж}$ и F_A. $F_A = g\rho_ж V_т$;
F_A — ?		

$F_A = 10\frac{Н}{кг} \cdot 1000\ \frac{кг}{м^3} \cdot 0{,}00002\ м^3 = 0{,}2$ Н.

$F_{тяж} > F_A$, значит шарик утонет.

Ответ: Шарик утонет, так как $F_{тяж} > F_A$.

10. Шар, наполненный водородом, имеет объем 8 м³. Определите вес груза, который может поднять этот шар.

Дано:	Решение:
$V = 8\ м^3$ $\rho_{возд} = 1{,}29\ \frac{кг}{м^3}$ $\rho_{вод} = 0{,}09\ \frac{кг}{м^3}$ $g = 10\ \frac{Н}{кг}$	$F_A = g\rho_{возд}V$; $F_A = 10\ \frac{Н}{кг} \cdot 1{,}29\ \frac{кг}{м^3} \cdot 8\ м^3 = 103{,}2$ Н. Вес водорода объемом 8 м³: $P = mg = \rho_{вод}Vg$; $P = 0{,}09\ \frac{Н}{кг} \cdot 8\ м^3 \cdot 10\ \frac{кг}{м^3} = 7{,}2$ Н.
P_1 — ?	Шар может поднять груз весом $P_1 = F_A - P$; $P_1 = 103{,}2$ Н $- 7{,}2$ Н $= 96$ Н.

Ответ: Шар может поднять груз весом 96 Н.

Задачи для самостоятельного решения

1. Для погружения в воду куска воска массой 48 г к нему привязали металлическую гайку, весом 10 Н. Общий вес в воде воска с гайкой 8 Н. Определите плотность воска и сравните полученные данные с табличными.

2. Объясните, почему ноги вязнут на илистом дне больше в мелких местах, а на глубине меньше.

3. На всякое тело, погруженное в жидкость, действует выталкивающая сила — сила Архимеда. Почему же некоторые тела тонут?

4. Тело, масса которого 2,5 кг, полностью погружено в жидкость и вытесняет 2 кг этой жидкости. Определите, утонет ли тело в жидкости или всплывет на ее поверхность.

5. Определите выталкивающую силу, действующую на брусок объемом 2,5 м^3, опущенный в керосин.

(Ответ: $F_A = 20$ кН).

6. Почему жир в супе располагается на поверхности?

7. В стакан с водой опустили наперсток. Изменится ли уровень воды в стакане, когда наперсток утонет?

8. Серебряный кулон в воздухе весит 0,2 Н, а в воде 0,12 Н. Определите, сплошной кулон или полый.

9. Плавающий деревянный брусок вытесняет 0,5 л воды. Сколько весит брусок?

(Ответ: $P = 4{,}9$ Н).

10. Брусок массой 50 г опустили в мензурку с водой. Уровень воды повысился на 10 делений. Цена деления — 5 мл. Определите, всплывет ли брусок.

(Ответ: Всплывет).

11. Оболочка аэростата весит 550 Н и имеет вместимость 350 м^3. Плотность газа, заполняющего аэростат, $0{,}6\frac{кг}{м^3}$.

Определите силу, необходимую для удержания аэростата за нижний конец стального троса. Вес троса равен 0,75 кН.

(Ответ: $F = 1{,}1$ кН).

12. Океанский нефтеналивной танкер имеет водоизмещение 828 000 кН. Определите вес танкера вместе с грузом. Какой объем имеет его подводная часть?

(Ответ: $P = 82\,800$ кН; $V \approx 82\,000$ м^3).

Глава IV

Механическая работа и мощность. Энергия

1. Механическая работа

Механическая работа совершается в процессе движения тела под действием приложенной к телу силы.

Механическая работа не совершается, если направление движения тела и направление приложенной к телу силы перпендикулярны, т. е. тело под действием силы не перемещается. С другой стороны, если тело движется по инерции, не встречая сопротивлений, то работа также не совершается, т. е равна нулю.

Механическая работа обозначается A (лат. буква «а»).

Механическая работа прямо пропорциональна приложенной силе и пройденному пути

$$A = Fs.$$

Единица работы в СИ — джоуль (Дж):

$$1 \text{ Дж} = 1 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

1 кДж = 1000 Дж 1 МДж = 1 000 000 Дж

1 Дж = 0,001 кДж 1 Дж = 1 Н · м

Работа ***положительна***, если направление движения тела совпадает с направлением приложенной силы

$$A = Fs.$$

Работа ***отрицательна***, если направление движения тела противоположно направлению приложенной силы (сила трения скольжения).

$$A = -F_{тр}s.$$

Работа *не совершается*, если направление движения тела перпендикулярно приложенной силе.

$$A = 0.$$

Примеры решения задач

1. Тяжелоатлет держит на своих плечах штангу. Совершается ли при этом работа?

Ответ: Механическая работа не совершается, так как штанга находится на плечах спортсмена и не совершает перемещения.

2. Над колодцем неподвижно висит ведро на веревке. Сила, с которой ведро действует на веревку, равна весу ведра. Совершается ли при этом механическая работа?

Ответ: Механическая работа не совершается. Нет перемещения — нет работы.

3. Подъемная машина поднимает из шахты специальную клеть с углем. Совершается ли при этом работа?

Ответ: Механическая работа совершается двигателем подъемной машины. Есть перемещение — есть работа.

4. На рисунке 38 изображен шар, который катится по столу. Совершается ли при этом механическая работа?

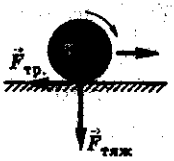


Рис. 38

Ответ: Сила тяжести $\vec{F}_{тяж}$, действующая на шар, перпендикулярна направлению движения шара. В этом направлении шар не движется, следовательно сила тяжести работы не совершает. Но на шар при его движении действует сила трения скольжения $\vec{F}_{тр}$, направленная противоположно направлению движения шара. Механическая работа совершается силой трения.

5. В каком случае совершается бóльшая работа: сила 20 Н действует на расстоянии 10 м; сила 2 Н действует на расстоянии 5 м?

Дано:	Решение:
$F_1 = 20$ Н	$A_1 = F_1 s_1$;
$s_1 = 10$ м	$A_1 = 20$ Н $\cdot$ 10 м $= 200$ Дж.
$F_2 = 2$ Н	$A_2 = F_2 s_2$;
$s_2 = 5$ м	$A_2 = 2$ Н $\cdot$ 5 м $= 10$ Дж.
A_1 — ? A_2 — ?	

Ответ: В первом случае совершается бóльшая работа, так как $A_1 > A_2$.

6. Ученик поднял свой рюкзак на рабочий стол. Вес рюкзака 50 Н, высота стола 80 см. Определите механическую работу, совершенную при этом.

Дано:	СИ	Решение:
$P = 50$ Н		$A = Fs$.
$s = 80$ см	0,8 м	Высоту стола принимаем за перемещение, которое совершает рюкзак
A — ?		

$s = h$; $A = 50$ Н $\cdot$ 0,8 м $= 40$ Дж.

Ответ: $A = 40$ Дж.

7. Лифт массой 2 т равномерно поднимается на высоту 25 м. Определите работу, совершаемую лифтом.

Дано:	СИ	Решение:
$m = 2$ т	2000 кг	Поскольку движение лифта равномерное, то
$s = 25$ м		$F = F_{тяж} = P = mg$;
$g = 10\ \frac{Н}{кг}$		$F = 2000$ кг $\cdot$ 10 $\frac{Н}{кг}$ =
A — ?		= 20 000 Н.

$A = Fs$; $A = 20\,000$ Н $\cdot$ 25 м $= 500\,000$ Дж $= 500$ кДж.

Ответ: $A = 500$ кДж.

8. Из шахты поднимают клеть с углем массой 25 т. При этом совершается работа, равная 8400 кДж. Определите глубину шахты.

Дано:	СИ	Решение:
$m = 25$ т $A = 8400$ кДж $g = 10\ \frac{Н}{кг}$	25 000 кг 8 400 000 Дж	Найдем силу, которая действует на клеть с углем $F = F_{тяж} = mg$;
h — ?		

$F = 25\,000$ кг $\cdot\ 10\ \frac{Н}{кг} = 250\,000$ Н.

Зная, что $A = Fs$, находим $s = h$, т. е. глубину шахты

$h = \frac{A}{F}$;

$h = \frac{8\,400\,000\ Дж}{250\,000\ Н} = 33{,}6$ м.

Ответ: Глубина шахты $h = 33{,}6$ м.

9. Эскалатор метро движется со скоростью 4 м/с. Сила тяжести, действующая на эскалатор, равна 10 кН. Какая работа совершается за 2 ч?

Дано:	СИ	Решение:
$v = 4\ \frac{м}{с}$ $F = 10$ кН $t = 2$ ч	10 000 Н 7200 с	Найдем путь, который совершает эскалатор за 2 ч $s = vt$; $s = 4\ \frac{м}{с} \cdot 7200$ с $= 28\,800$ м.
A — ?		

$A = Fs$; $A = 10\,000$ Н $\cdot\ 28\,800$ м $= 288\,000\,000$ Дж $= 288 \cdot 10^6$ Дж $= 288$ МДж.

Ответ: $A = 288$ МДж.

10. Определите работу, совершаемую при подъеме чугунной плиты объемом 2 м^3 на высоту 8 м.

Дано:	Решение:
$V = 2\ м^3$	$A = Fs$.
$\rho = 7000\ \frac{кг}{м^3}$	Высота — это путь, который совершает тело при подъеме, т. е. $s = h$.
$h = 8\ м$	$F = F_{тяж} = gm$; $m = \rho V$;
$g = 10\ \frac{Н}{кг}$	$m = 7000\ \frac{кг}{м^3} \cdot 2\ м^3 = 14\ 000\ кг$.
A — ?	

$F = 14\ 000\ кг \cdot 10\ \frac{Н}{м} = 140\ 000\ Н$.

$A = 140\ 000\ Н \cdot 8\ м = 1\ 120\ 000\ Дж = 1120\ кДж$.

Ответ: $A = 1120$ кДж.

11. Продавец магазина поднимает равномерно на полку, расположенную на высоте 2 м, шкатулку. При этом он совершает работу, равную 4 Дж. Определите объем шкатулки, если она изготовлена из дуба.

Дано:	Решение:
$h = 2\ м$	$A = Fs$; $s = h$.
$A = 4\ Дж$	$F = F_{тяж} = mg$; $m = \rho V$;
$\rho_д = 700\ \frac{кг}{м^3}$	$F = \rho V g$;
$g = 10\ \frac{Н}{кг}$	$A = \rho V g h$, отсюда
	$V = \frac{A}{\rho g h}$.
V — ?	

$$V = \frac{4\ Дж}{700\ \frac{кг}{м^3} \cdot 10 \frac{Н}{кг} \cdot 2м} \approx 0{,}000286\ м^3 = 286\ см^3.$$

Ответ: $V = 286\ см^3$.

Задачи для самостоятельного решения

1. Ученик держит на руках коробку. Совершается ли при этом работа?

2. Механические часы с гирьками вначале стояли, а затем их завели. В каком случае совершается механическая работа?

3. В каком случае совершается большая работа: при действии силы 5 Н на расстоянии 4 м или при действии силы 10 Н на расстоянии 2 м?

(Ответ: Работа совершается одинаковая в обоих случаях).

4. Кузнец поднимает молот на высоту 50 см 25 раз в минуту. Масса молота 5 кг. Какую работу совершает кузнец за 2 мин?

(Ответ: $A = 1250$ Дж).

5. Какую работу совершает кран при равномерном подъеме груза массой 6 т на высоту 10 м?

(Ответ: $A = 600$ кДж).

6. Определите глубину шахты, если известно, что при равномерном подъеме клети с углем массой 5 т, производится работа, равная 3200 кДж.

(Ответ: $h = 64$ м).

7. Искуственный спутник Земли движется по орбите по инерции. Совершает ли он при этом работу? Сопротивление атмосферы не учитывать.

8. Начертите график зависимости работы A от пути s, пройденного телом под действием постоянной силы, равной 5 Н. Известно, что путь пройденный телом, составляет 10 м.

9. По графику зависимости работы A от пути s, представленному на рисунке 39, определите, является ли сила величиной постоянной. Найдите эту силу.

10. Определите работу, которая была совершена телом на пути 60 см (см. задачу 9).

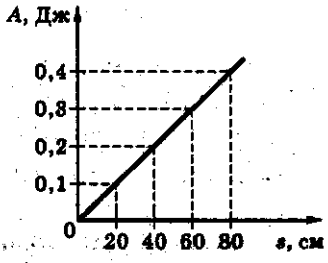


Рис. 39

2. Мощность

Мощность характеризует способность различных двигателей, машин и механизмов, животных, человека и т. д. совершать определенную работу за некоторый промежуток времени, т. е. быстроту совершения работы.

Мощность обозначают буквой N (лат. буква «эн»).

Мощность определяют как отношение работы ко времени, за которое была совершена работа

$$N = \frac{A}{t}.$$

Единица мощности в СИ — ватт (Вт):

$$1\ \text{Вт} = 1\frac{\text{Дж}}{\text{с}}.$$

1 Вт = 1000 мВт (милливатт)

1 Вт = 0,000001 МВт (мегаватт)

1 Вт = 0,001 кВт (киловатт)

1 л. с. (лошадиная сила) = 735,5 Вт

При равномерном движении тела мощность можно определить по формуле:

$$N = Fv.$$

Примеры решения задач

1. Электрический чайник «Tefal» нагревает воду за 2 мин. При этом совершается работа 264 кДж. Определите мощность чайника.

Дано:	СИ	Решение:
$A = 264$ кДж $t = 2$ мин	264 000 Дж 120 с	$A = Nt$; $N = \frac{A}{t}$; $N = \frac{264\ 000\ \text{Дж}}{120\ \text{с}} =$ $= 2200$ Вт.
N — ?		

Ответ: $N = 2200$ Вт.

2. Определите мощность грузового лифта массой 1,5 т, если известно, что он спускается с высоты 25 м в течение 20 с.

Дано:	СИ	Решение:
$m = 1{,}5$ т	1500 кг	Определим силу тяжести лифта
$h = 25$ м		$F = F_{тяж} = mg$;
$t = 20$ с		$F = 1500\ кг \cdot 10\ \frac{Н}{кг} = 15\,000$ Н.
N — ?		

$A = Fs$; $s = h$; $A = Fh$;

$A = 15\,000\ Н \cdot 25\ м = 375\,000$ Дж.

$N = \frac{A}{t}$; $N = \frac{375\,000\ Дж}{20\ с} = 18\,750$ Вт.

Ответ: $N = 18\,750$ Вт.

3. Определите мощность водопада, если известно, что высота падения воды 50 м, а расход ее составляет 250 м³ в минуту.

Дано:	Решение:
$h = 50$ м	$F = F_{тяж} = mg$; $m = \rho V$; $F = \rho V g$;
$V = 250\ м^3$	$F = 1000\ \frac{кг}{м^3} \cdot 250\ м^3 \cdot 10\ \frac{Н}{кг} =$
$\rho = 1000\ \frac{кг}{м^3}$	$= 2\,500\,000$ Н.
$t = 60$ с	$A = Fh$;
$g = 10\ \frac{Н}{кг}$	$A = 2\,500\,000\ Н \cdot 50\ м =$
	$= 125\,000\,000$ Дж.
N — ?	$N = \frac{A}{t}$; $N = \frac{125\,000\,000\ Дж}{60\ с} \approx$
	$\approx 2\,083\,333$ Вт $\approx 2{,}08$ МВт.

Ответ: $N \approx 2{,}08$ МВт.

4. Мощность электровоза 2200 кВт. Какую работу он совершит за 4 ч?

Дано:	СИ	Решение:
$N = 2200$ кВт $t = 4$ ч	2 200 000 Вт 14 400 с	$N = \frac{A}{t}$; $A = Nt$; $A = 2\,200\,000$ Вт $\times$ $\times\ 14\,400$ с = $= 31\,680\,000$ кДж = $= 31\,680$ МДж.
A — ?		

Ответ: $A = 31\,680$ МДж.

5. Сколько времени должен работать пылесос, мощность которого 50 кВт, чтобы совершить работу, равную 36 000 кДж?

Дано:	Решение:
$N = 50$ кВт $A = 36\,000$ кДж	$N = \frac{A}{t}$; $t = \frac{A}{N}$; $t = \frac{36\,000 \text{ кДж}}{50 \text{ кВт}} = 720$ с = $= 12$ мин.
t — ?	

Ответ: $t = 720$ с $= 12$ мин.

6. Мощность подъемного крана 20 кВт. Он поднимает груз массой 4 т за 2 мин. Какую работу совершает при этом подъемный кран и на какую высоту поднимается груз?

Дано:	СИ	Решение:
$N = 20$ кВт $m = 4$ т $t = 2$ мин $g = 10\ \frac{\text{Н}}{\text{кг}}$	20 000 Вт 4000 кг 120 с	$A = Nt$; $A = 20\,000$ Вт $\cdot$ 120 с = $= 2\,400\,000$ Дж. Найдем силу тяжести груза $F = F_{тяж} = mg$;
A — ?; h — ?		

$F = 4000$ кг $\cdot\ 10\ \frac{\text{Н}}{\text{кг}} = 40\,000$ Н.

Зная, что $A = Fh$; $h = \frac{A}{F}$; $h = \frac{2\,400\,000 \text{ Дж}}{40\,000 \text{ Н}} = 60$ м.

Ответ: $A = 2\,400$ кДж; $h = 60$ м.

7. Тепловоз движется со скоростью 64,8 $\frac{км}{ч}$ и развивает силу тяги, равную 860 кН. Определите работу, которая совершается при перемещении поезда за 2 ч.

Дано:	СИ	Решение:
$v = 64{,}8\ \frac{км}{ч}$	$18\ \frac{м}{с}$	$N = Fv$;
$F_т = 860$ кН	860 000 Н	$N = 860\,000\ Н \cdot 18\ \frac{м}{с} =$
$t = 2$ ч	7200 с	$= 15\,480\,000$ Вт;
A — ?		$A = Nt$;

$A = 15\,480\,000$ Вт $\cdot$ 7200 с $= 111\,456$ МДж.

Ответ: $A = 111\,456$ МДж.

8. Определите работу, которую совершает двигатель мощностью 100 кВт в течение 1 ч.

Дано:	СИ	Решение:
$N = 100$ кВт		$N = \frac{A}{t}$; $A = Nt$;
$t = 1$ ч	3600 с	$A = 100\,000$ Вт $\cdot$ 3600 с $=$
A — ?		$= 360\,000\,000$ Дж $=$
		$= 360$ МДж.

Ответ: $A = 360$ МДж.

9. В пропасть с высоты 50 м сбросили каменную глыбу массой 100 кг. Какую мощность развивает каменная глыба в течение 2 с?

Дано:	Решение:
$h = 50$ м	$F_{тяж} = mg$;
$m = 100$ кг	$F_{тяж} = 100$ кг $\cdot 10\ \frac{Н}{кг} = 1000$ Н.
$t = 2$ с	
N — ?	$A = F_{тяж}s$; $s = h$; $A = Fh$;

$A = 1000\ Н \cdot 50\ м = 50\ 000\ Дж.$

$N = \frac{A}{t}$; $N = \frac{50\ 000\ Дж}{2\ с} = 25\ 000\ Вт = 25\ кВт.$

Ответ: $N = 25$ кВт.

Задачи для самостоятельного решения

1. Сравните, одинаковую ли механическую работу совершают два кота одинаковой массы, которые поднимаются по лестнице на одну и ту же высоту: первый за 1 мин, второй за 30 сек. Одинаковые ли мощности они развивают при этом?

2. Мощность тепловоза 800 л. с. (лошадиных сил). Выразите эту мощность в киловаттах.

3. Двигатель развивает мощность 5000 Вт. Определите, какую работу совершает этот двигатель в течение часа.

(Ответ: $A = 18\ 000$ кВт).

4. Мощность автомобиля «Жигули» 62 л. с. Определите работу, которую совершит двигатель в течение одного часа, если при этом используется только 80% полной мощности.

(Ответ: $A = 160$ кДж).

5. Сколько времени должен работать двигатель, чтобы совершить работу 36 000 кДж, если его мощность 40 кВт?

(Ответ: $t = 15$ мин).

6. Определите мощность водопада Виктория. Необходимые исходные данные найдите в справочнике или по интернету.

7. Тепловоз ведет состав вагонов со скоростью 72 $\frac{км}{ч}$, развивая мощность 880 кВт. Определите силу тяги, развиваемую тепловозом.

(Ответ: $F_т = 44$ кН).

8. Определите скорость движения мотороллера, если известно, что при силе тяги 245 Н, он развивает мощность 3,82 кВт.

$\left(\text{Ответ: } v \approx 56\ \frac{\text{км}}{\text{ч}}\right)$.

9. Чтобы плугом вспахать участок поля длиной 200 м, необходимо совершить работу, равную 500 кДж. Определите силу тяжести плуга.

(Ответ: $F_т = 2500$ Н).

10. Кран поднимает равномерно золотой ларец, объем которого 0,2 м^3, на высоту 6 м. Определите работу, совершаемую при подъёме этого ларца.

(Ответ: $A \approx 23$ кДж).

11°. Подъемный кран поднимает вверх груз весом 2000 Н на высоту 4 м за 10 с. Какую механическую мощность развивает подъемный кран во время этого подъема?

(Ответ: $N = 800$ Вт).

3. Простые механизмы. Коэффициент полезного действия

К простым механизмам относят: *рычаги*, *блоки*.

Рычаг будет находиться в равновесии, если

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

т. е. когда силы, действующие на рычаг, обратно пропорциональны плечам этих сил.

F_1 и F_2 — силы, действующие на рычаг,

l_1 и l_2 — плечи этих сил.

Условие равновесия рычага можно записать иначе:

$$F_1 l_1 = F_2 l_2.$$

Произведение Fl — это ***момент силы***.

Момент силы обозначают буквой M

$$M = Fl.$$

Единица момента силы в СИ — **ньютон-метр** (Н · м).

Подвижный блок дает выигрыш в силе в 2 раза, т. е.

$$F = \frac{P}{2},$$

где P — вес тела.

Если пренебречь трением, то во всякой машине выигрываем в силе во столько раз, во сколько проигрываем в расстоянии.

На практике затраченная работа всегда больше полезной

$$\text{КПД} = \frac{A_п}{A_з} \cdot 100\% \quad \text{или} \quad \eta = \frac{A_п}{A_з} \cdot 100\%,$$

где η (греч. буква «эта») — коэффициент полезного действия, $A_п$ — полезная работа, $A_з$ — затраченная работа.

Примеры решения задач

(При решении задач силу трения и вес рычагов не учитывать).

1. Плечи рычага равны 5 и 10 см. На меньшее плечо рычага действует сила, равная 2 Н. Какая сила действует на большее плечо рычага (рис. 40)?

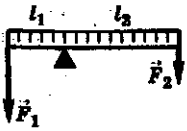


Рис. 40

Дано:	СИ	Решение:
$l_1 = 5$ см	0,05 м	$F_1 l_1 = F_2 l_2$;
$l_2 = 10$ см	0,1 м	$F_2 = \frac{F_1 l_1}{l_2}$;
$F_1 = 2$ Н		
F_2 — ?		$F_2 = \frac{0{,}05\ \text{Н} \cdot 2\ \text{м}}{0{,}1\ \text{м}} = 1$ Н.

Ответ: $F_2 = 1$ Н.

2. При равновесии рычага на плечо длиной $l_1 = 4$ см действует сила $F_1 = 20$ Н, а на плечо l_2 — сила $F_2 = 40$ Н. Определите длину плеча силы F_2.

Дано:	СИ	Решение:
$l_1 = 4$ см	0,04 м	$F_1 l_1 = F_2 l_2$;
$F_1 = 20$ Н		$l_2 = \frac{F_1 l_1}{F_2}$;
$F_2 = 40$ Н		
l_2 — ?		$l_2 = \frac{20\ \text{Н} \cdot 0{,}04\ \text{м}}{40\ \text{Н}} =$
		$= 0{,}02$ м $= 2$ см.

Ответ: $l_2 = 2$ см.

3. Определите силу, которая приложена в точке A (рис. 41), если длина рычага 20 см и он находится в равновесии.

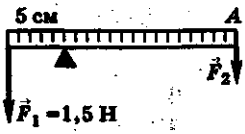


Рис. 41

Дано:	СИ	Решение:
$l = 20$ см	0,2 м	$F_1 l_1 = F_2 l_2$;
$l_1 = 5$ см	0,05 м	$F_2 = \frac{F_1 l_1}{l_2}$;
$l_2 = 15$ см	0,15 м	$F_2 = \frac{1{,}5\ \text{Н} \cdot 0{,}05\ \text{м}}{0{,}15\ \text{м}} = 0{,}5$ Н.
$F_1 = 1{,}5$ Н		
F_2 — ?		

Ответ: $F_2 = 0{,}5$ Н.

4. Груз подняли на высоту 5 м с помощью подвижного блока. Определите, на какую длину при этом был вытянут свободный конец веревки.

Ответ: При поднятии груза на высоту 5 м при помощи подвижного блока свободный конец удлинится на величину $2h$, т. е. 5 м · 2 = 10 м, так как во сколько раз выигрывают в силе, во столько же проигрывают в расстоянии.

5. С помощью подвижного блока рабочий поднял контейнер на высоту 4 м, прилагая к свободному концу веревки силу 600 Н. Какую работу он совершил?

Ответ: Перемещение свободного конца веревки l составляет $2h$, где $h = 4$ м (высота подъема контейнера). Совершенная при этом работа будет равна:

$$A = Fl = 2Fh = 2600\ \text{Н} \cdot 4\ \text{м} = 4800\ \text{Дж}.$$

Ответ: $A = 4800$ Дж.

6. Момент силы F_1, действующей на рычаг, равен 40 Н · м. Определите плечо силы F_2, равной 10 Н. Рычаг находится в равновесии.

Дано:	Решение:
$M_1 = 40$ Н · м	Рычаг находится в равновесии, если $M_1 = M_2$.
$F_2 = 10$ Н	$M_1 = F_2 l_2$; $l_2 = \frac{M_1}{F_2}$;
l_2 — ?	$l_2 = \frac{40\ \text{Н} \cdot \text{м}}{10\ \text{Н}} = 4$ м.

Ответ: $l_2 = 4$ м.

7. С помощью подвижного блока груз весом 2000 Н подняли на высоту 5 м. Определите, какое усилие необходимо было приложить для поднятия груза и какая при этом была совершена работа.

Дано:	Решение:
$P = 2000$ Н $h = 5$ м	Подвижный блок дает выигрыш в силе в 2 раза, поэтому
F — ? A — ?	$F = \frac{P}{2}$; $F = \frac{2000\ \text{Н}}{2} = 1000\ \text{Н} = 1\ \text{кН}$. $A = Fs = Ph$; $A = 2000\ \text{Н} \cdot 5\ \text{м} = 10\,000\ \text{Дж} =$ $= 10\ \text{кДж}$.

Ответ: $F = 1$ кН; $A = 10$ кДж.

8. По наклонной плоскости поднимают ящик с яблоками весом 400 Н. При этом прикладывают силу, равную 160 Н. Определите КПД наклонной плоскости, если известно, что высота ее равна 2 м, а длина 10 м.

Дано:	Решение:
$P = 400$ Н $F = 160$ Н $h = 2$ м $l = 10$ м	$\eta = \frac{A_п}{A_з} \cdot 100\%$; $A_п = Ph$; $A_п = 400\ \text{Н} \cdot 2\ \text{м} = 800\ \text{Дж}$. $A_з = Fl$;
η — ?	$A_з = 160\ \text{Н} \cdot 10\ \text{м} = 1600\ \text{Дж}$; $\eta = \frac{800\ \text{Дж}}{1\,600\ \text{Дж}} \cdot 100\% = 50\%$.

Ответ: $\eta = 50\%$.

9. Ведро, наполненное водой, массой 10 кг подняли на высоту 2 м. При этом была совершена работа, равная 400 Дж. Определите КПД используемого механизма.

Дано:	Решение:
$m = 10$ кг $h = 2$ м $A_з = 400$ Дж	$\eta = \frac{A_п}{A_з} \cdot 100\%$; $A_п = Ph$; $P = mg$; $P = 10$ кг $\cdot 10\frac{Н}{к} = 100$ Н.
η — ?	

$A_п = 100$ Н $\cdot$ 2 м $= 200$ Дж.

$$\eta = \frac{200 \text{ Дж}}{400 \text{ Дж}} \cdot 100\% = 0{,}5 \cdot 100\% = 50\%$$

Ответ: $\eta = 50\%$.

10. Определите работу, которую можно совершить с помощью механизма, если его КПД 60%, а полезная работа 1,8 кДж.

Дано:	СИ	Решение:
$\eta = 60\%$ $A_п = 1{,}8$ кДж	1800 Дж	$\eta = \frac{A_п}{A_з} \cdot 100\%$; $A_з = \frac{A_п \cdot 100\%}{\eta}$;
$A_з$ — ?		

$$A_з = \frac{1800 \text{ Дж} \cdot 100\%}{60\%} = 3000 \text{ Дж} = 3 \text{ кДж}.$$

Ответ: $A_з = 3$ кДж.

Задачи для самостоятельного решения

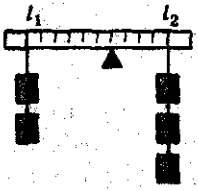


Рис. 42

1. Перечислите, какие части велосипеда представляют собой рычаги. Укажите точки опоры, точки приложения сил и плечи этих рычагов.

2. Будет ли находиться в равновесии рычаг, показанный на рисунке 42? Массы гирь одинаковы.

3. Определите работу, которая совершается при подъеме контейнера на высоту 12 м с помощью рычага. Отношение плеч рычага 10 : 1. Сила, действующая на длинное плечо, равна 15 Н.

(Ответ: $A = 1800$ Дж).

4. На какую длину надо вытянуть свободный конец веревки подвижного блока, чтобы груз, висящий на крюке блока, поднять на 120 см?

(Ответ: $l = 2{,}4$ м).

5. Определите работу, которую совершает рабочий при подъеме груза на высоту 10 м при помощи подвижного блока. Известно, что рабочий к веревке прилагает силу, равную 0,25 кН.

(Ответ: $A = 5$ кДж).

6. Определите мощность, развиваемую при поднятии автомобиля с помощью подвижного блока. Известно, что автомобиль поднимали на высоту 12 м в течение 0,5 мин, действуя силой, равной 13 500 Н.

(Ответ: $N \approx 10{,}8$ кВт).

7. Груз поднимают с помощью подвижного блока, вес которого 40 Н, прикладывая к веревке силу 0,23 кН. Определите вес этого груза.

(Ответ: $P = 420$ Н).

8. Высота наклонной плоскости 1,2 м, а длина 10,8 м. Для подъема груза массой 180 кг по этой плоскости потребовалась сила, равная 250 Н. Определите КПД наклонной плоскости.

(Ответ: $\eta = 80\%$).

9. Одна наклонная плоскость имеет длину 6 м и высоту 1,5 м; другая — длину 7,2 м и высоту 1,8 м. Ка-

кая из этих наклонных плоскостей обеспечит больший выигрыш в силе?

Рис. 43

10*. Определите силу, необходимую для удержания груза массой 1,8 кг на наклонной плоскости с помощью клина (рис. 43).

(Ответ: $F \approx 6{,}9$ Н).

11°. На рычаг действуют две силы, плечи которых равны 0,2 м и 0,4 м. Сила, действующая на короткое плечо, равна 2 Н. Чему должна быть равна сила, действующая на длинное плечо, чтобы рычаг был в равновесии?

(Ответ: $F_2 = 1$ Н).

4. Потенциальная и кинетическая энергия

Потенциальная энергия ***определяется взаимным положением взаимодействующих частиц, тел или частей одного и того же тела***

$$E_п = mgh.$$

Кинетическая энергия — ***это энергия, которой обладает тело вследствие своего движения.***

$$E_к = \frac{mv^2}{2}$$

Единица энергии в СИ — джоуль (Дж).

Примеры решения задач

1. Каким видом энергии обладают:

а) современные сани, катящиеся с ледяной горы;

б) заведенная пружина игрушечного автомобиля;

в) шайба, скользящая по льду;

г) мячик, летящий по воздуху?

Ответ: а) сани, катящиеся с горы, обладают потенциальной энергией, которая уменьшается по мере увеличения скорости и кинетической энергией, возрастающей с увеличением скорости движения саней;

б) заведенная пружина автомобиля обладает потенциальной энергией;

в) шайба, скользящая по льду, обладает кинетической и потенциальной энергией.

2. Определите потенциальную энергию, которой обладает альпинист массой 70 кг, находящийся на высоте 50 м.

Дано:	Решение:
$m = 70$ кг $h = 50$ м $g = 10\ \frac{Н}{кг}$	$E_п = mgh$; $E_п = 70\ кг \cdot 10\ \frac{Н}{кг} \cdot 50\ м = 35\,000$ Дж = $= 35$ кДж.
$E_п$ — ?	

Ответ: $E_п = 35$ кДж.

3. Известно, что тело на высоте 10 м обладает потенциальной энергией, равной 25 Дж. Определите массу этого тела.

Дано:	Решение:
$h = 10$ м $E_п = 25$ Дж	$E_п = mgh$;
$m = ?$	$m = \frac{E_п}{gh}$; $m = \frac{25\ Дж}{10\ \frac{Н}{кг} \cdot 10\ м} = 0{,}25$ кг.

Ответ: $m = 0{,}25$ кг.

4. Как и во сколько раз изменится кинетическая энергия тела, если его скорость уменьшится в 2 раза?

Ответ: $E_к = \frac{mv^2}{2}$, следовательно скорость тела уменьшится в 4 раза.

5. Птичка массой 120 г летит со скоростью 15 $\frac{м}{с}$. Определите кинетическую энергию, которую имеет птичка при полете.

Дано:	СИ	Решение:
$m = 120$ г $v = 15\frac{м}{с}$	0,12 кг	$E_к = \frac{mv^2}{2}$;
$E_к$ — ?		$E_к = \frac{0{,}12\ кг \cdot \left(15\ \frac{м}{с}\right)^2}{2} =$ $= 13{,}5$ Дж.

Ответ: $E_к = 13{,}5$ Дж.

6*. Известно, что метеорит, движущийся со скоростью 40 $\frac{км}{с}$, имеет кинетическую энергию, равную $4 \cdot 10^{10}$ Дж. Определите массу метеорита.

Дано:	СИ	Решение:
$v = 40\frac{км}{с}$	$40\,000\ \frac{м}{с}$	$E_к = \frac{mv^2}{2}$; $m = \frac{2E_к}{v^2}$;
$E_к = 4 \cdot 10^{10}$ Дж		$m = \frac{2 \cdot 4 \cdot 10^{10}\ Дж}{16 \cdot 10^8\ \frac{м^2}{с^2}} =$
m — ?		$= \frac{800}{16} = 50$ кг.

Ответ: $m = 50$ кг.

7*. Какую скорость приобретает тело массой 25 кг, если его кинетическая энергия в конце разгона равна 312,5 Дж?

Дано:	Решение:
$m = 25$ кг	$E_к = \frac{mv^2}{2}$; $v = \sqrt{\frac{2E_к}{m}}$;
$E_к = 312{,}5$ Дж	
v — ?	$v = \sqrt{\frac{2 \cdot 312{,}5}{25}} = 5\ \frac{м}{с}$.

Ответ: $v = 5\ \frac{м}{с}$.

8*. При взлете самолет обладает кинетической энергией, равной $4 \cdot 10^8$ Дж, его масса 20 т. Определите скорость самолета, которую он развивает при взлете.

Дано:	Решение:
$E_к = 4 \cdot 10^8$ Дж	$E_к = \frac{mv^2}{2}$;
$m = 20\,000$ кг	$v = \sqrt{\frac{2E_к}{m}}$;
v — ?	$v = \sqrt{\frac{2 \cdot 4 \cdot 10^8}{2 \cdot 10^4}} = 2 \cdot 10^2\ \frac{м}{с}$.

Ответ: $v = 200\frac{м}{с}$.

9. Дирижабль массой 800 кг находится на высоте 50 м от поверхности Земли. Определите, какой потенциальной энергией обладает дирижабль на этой высоте.

Дано:	Решение:
$m = 800$ кг	$E_п = gmh$;
$h = 50$ м	$E_п = 10\frac{Н}{кг} \cdot 800$ кг $\cdot 50$ м $=$
$E_п$ — ?	$= 400\,000$ Дж $= 400$ кДж.

Ответ: $E_п = 400$ кДж.

10. Мяч массой 0,5 кг подбросили вверх. Определите, на какой высоте мячик будет обладать потенциальной энергией, равной 12,5 Дж.

Дано:	Решение:
$m = 0{,}5$ кг	$E_п = gmh$.
$E_п = 12{,}5$ Дж	$h = \frac{E_п}{gm}$; $h = \frac{12{,}5\ Дж}{10\ \frac{Н}{кг} \cdot 0{,}5\ кг} = 2{,}5$ м.
h — ?	

Ответ: $h = 2{,}5$ м.

Задачи для самостоятельного решения

1. Объясните, почему энергия измеряется в джоулях (так же, как и работа).

2. Какие превращения энергии происходят, когда гимнаст прыгает на батуте?

3. Какой энергией обладает стрела, выпущенная из лука?

4. Определите потенциальную энергию самолета, если известно, что его масса равна 10 т и находится он на высоте 12 км.

(Ответ: $E_п = 12 \cdot 10^8$ Дж).

5. Определите, на какой высоте потенциальная энергия $E_п$ тела массой 2 кг будет равна 60 Дж.

(Ответ: $h = 3$ м).

6. Определите массу мячика, если известно, что на высоте 2 м от поверхности Земли он обладает потенциальной энергией 20 Дж.

(Ответ: $m = 1$ кг).

7. Во сколько раз изменится кинетическая энергия тела, если его скорость увеличится в 2 раза?

(Ответ: Увеличится в 4 раза).

8. Масса Земли $5{,}98 \cdot 10^{24}$ кг, скорость движения вокруг Солнца 30 000 $\frac{м}{с}$. Определите, какой кинетической энергией обладает Земля при своем движении.

(Ответ: $E_к = 2{,}7 \cdot 10^{33}$ Дж.)

9*. Масса атома водорода 2,014102 а. е. м., средняя скорость движения при $t = 25$ °С равна 1770 $\frac{м}{с}$. Определите кинетическую энергию атома водорода (1 а.е.м. = $= -27 = 1{,}661 \cdot 10$ кг).

10. Два мячика имеют равные массы и падают на землю. Будут ли одинаковы потенциальная и кинетическая энергии мячиков на одной и той же высоте?

11°. Чему равна кинетическая энергия тела массой 0,2 кг, движущегося со скоростью 2 $\frac{м}{с}$.

(Ответ: $E_к = 0{,}4$ Дж.)

Приложение

1. Греческий и латинский алфавиты

Буквы		Название буквы	Буквы		Название буквы
печатные	рукописные		печатные	рукописные	
Греческий алфавит					
Α, α	Α, α	альфа	Ν, ν	Ν, ν	ню
Β, β	Β, β	бета	Ξ, ξ	Ξ, ξ	кси
Γ, γ	Γ, γ	гамма	Ο, ο	Ο, ο	омикрон
Δ, δ	Δ, δ	дельта	Π, π	Π, π	пи
Ε, ε	Ε, ε	эпсилон	Ρ, ρ	Ρ, ρ	ро
Ζ, ζ	Ζ, ζ	дзэта	Σ, σ	Σ, σ	сигма
Η, η	Η, η	эта	Τ, τ	Τ, τ	тау
Θ, θ	Θ, θ	тета	Υ, υ	Υ, υ	ипсилон
Ι, ι	Ι, ι	йота	Φ, φ	Φ, φ	фи
Κ, κ	Κ, κ	каппа	Χ, χ	Χ, χ	хи
Λ, λ	Λ, λ	ламбда	Ψ, ψ	Ψ, ψ	пси
Μ, μ	Μ, μ	мю	Ω, ω	Ω, ω	омега
Латинский алфавит					
A, a	*A, a*	а	N, n	*N, n*	эн
B, b	*B, b*	бе	O, o	*O, o*	о
C, c	*C, c*	це	P, p	*P, p*	пе
D, d	*D, d*	де	Q, q	*Q, q*	ку
E, e	*E, e*	е	R, r	*R, r*	эр
F, f	*F, f*	эф	S, s	*S, s*	эс
G, g	*G, g*	ге, же	T, t	*T, t*	те
H, h	*H, h*	ха, аш	U, u	*U, u*	у
I, i	*I, i*	и	V, v	*V, v*	ве
J, j	*J, j*	йот, жи	W, w	*W, w*	ве
K, k	*K, k*	ка	X, x	*X, x*	икс
L, l	*L, l*	эль	Y, y	*Y, y*	игрек
M, m	*M, m*	эм	Z, z	*Z, z*	зет (зета)

2. Скорости движения в живой природе*

Живое существо	Скорость		Живое существо	Скорость	
	м/с	км/ч		м/с	км/ч
Акула	8,3	30	Заяц	16,7	60
Бабочка-капустница	2,3	8,3	Ласточка	17,5	63
Борзая	16	58	Муха комнатная	5	18
Ворона	13	47	Пчела со взятком	2,8—7,0	10—18
Гепард	31	112	Скворец	20,6	74
Жираф	14,6	51,2	Слон африканский	11	40
Жук майский	3,0	11	Улитка	0,0014	0,005
Жук-навозник	7,0	25	Шмель	5—7	18—25

3. Плотность ρ газов и паров

при температуре 0 °С и нормальном атмосферном давлении

Газ, пар	ρ, кг/м³
Азот	1,250
Ацетилен	1,175
Водород	0,090
Водяной пар (насыщенный, при t = 100 °С)	0,598
Воздух сухой	1,293
Гелий	0,178
Кислород	1,429
Ксенон	5,851
Метан	0,717
Неон	0,900
Оксид углерода (II)	1,250
Оксид углерода (IV)	1,977
Природный газ (среднее значение)	0,800
Спирт (пар)	2,043
Хлор	3,214
Хлороформ (пар)	5,283

* Наука располагает недостаточным количеством точных данных о скоростях движения животных, птиц, насекомых. В таблице приведены ориентировочные значения максимальных скоростей движения некоторых живых существ.

4. Плотность ρ жидкостей

Жидкость	ρ, кг/м³	Жидкость	ρ, кг/м³
Ацетон	781	Молоко сгущенное с сахаром . . .	1280
Бензин	510—750	Молоко цельное	1028
Вода (при t = 0 °C)	1000	Нефть	730—940
Вода морская	1010—1050	Ртуть (при t = −10 °C)	13 620
Вода в Кара-Богаз-Голе . . .	1200	Ртуть (при t = 0 °C). . .	13 595
Вода тяжелая	1105,6	Ртуть	13 546
Глицерин	1260	Ртуть (при t = 100 °C)	13 351
Керосин	790–820	Рыбий жир.	645
Кровь	1050	Скипидар	860
Мазут	890—1000	Сливки (60% жирности)	926
Масло касторовое . . .	960	Спирт этиловый (при t = 0 °C). . .	809
Масло машинное. . . .	900—920	Спирт этиловый	790
Масло подсолнечное	926	Эфир этиловый	710
Мед.	1245		

Примечание. Значение плотностей жидкостей даны при нормальном атмосферном давлении и температуре 20 °C (если не указана иная температура)

5. Плотность ρ металлов и сплавов при температуре 20 °C

Металл или сплав	ρ, кг/м³	Металл или сплав	ρ, кг/м³
Алюминий . .	2700	Калий	862
Баббит	7300—10 100	Константан	8900
Бронза	8700—8900	Кремний . . .	2328
Ванадий	6110	Латунь	8300—8700
Висмут	9800	Литий (наиболее легкий металл)	539
Вольфрам . . .	19 300	Магний	1740
Германий . . .	5350	Манганин. . .	8400—8500
Дуралюмин . .	2700—2900	Медь	8940
Железо	7874		
Золото	19 320		

Окончание табл. 5

Металл или сплав	ρ, кг/м³	Металл или сплав	ρ, кг/м³
Молибден . . .	10 200	Платина	21 460
Натрий	986	Платино-иридиевый сплав	21 620
Нейзильбер	8400—8700	Свинец	11 340
Никелин	8500	Серебро	10 500
Никель	8900	Сталь	7700—7900
Нихром	8100—8400	Уран	19 040
Олово	7300	Цинк	7133
Осмий (наиболее плотный металл).	22 610	Чугун	7000—7800
		Хром	7190

6. Плотность ρ твердых тел

Вещество	ρ, кг/м³	Вещество	ρ, кг/м³
Азот твердый (при $t = -252$ °C)	1026	Парафин . . .	870–920
Алмаз	3400—3600	Песок речной	1500
Бетон	1800—2800	Плексиглас	1200
Бумага	700—1200	Пробка	220–260
Водород твердый (при $t = -262$ °C)	81	Резина	910—1400
Воск пчелиный	960—980	Рубин	4000
Гравий	1500	Сахар (рафинад). . .	1600
Канифоль . . .	1070	Стеарин	970—1000
Картон	690	Стекло зеркальное. .	2450—2800
Кирпич	1800	Стекло оконное	2400—2700
Лед (при $t = 0$ °C)	880—920	Стекло органическое	1180
Мел	1800—2600	Соль поваренная	2200
Нафталин . . .	1150	Сургуч	1800
		Фарфор	2200—2500
		Шифер	2800
		Янтарь	1100

Примечание. Значение плотностей даны при температуре 20 °C (если не указана иная температура)

7. Плотность ρ некоторых сельскохозяйственных продуктов

Продукт	ρ, кг/м³	Продукт	ρ, кг/м³
Горох	1300—1500	Овес	1200—1400
Картофель . .	1100	Подсолнечное масло	926
Кукуруза (зерно)	1300	Рожь	1200—1500
Молоко снятое	1032	Сало	930
Молоко цельное	1028	Сахар	1600
		Сливочное масло	900

8. Плотность ρ различных пород дерева

Древесная порода	ρ, кг/м³	Древесная порода	ρ, кг/м³
Бакаут («железное дерево»)	1100—1400	Клен свежесрубленный . .	960
Бальза*	100—120	Красное дерево	600—800
Бамбук	400	Липа.	450
Береза	650	Липа свежесрубленная . . .	790
Береза свежесрубленная . . .	880	Сосна	520
Дуб	760	Сосна свежесрубленная . . .	860
Дуб свежесрубленный . .	1020	Тополь	480
Ель	450	Тополь свежесрубленный . .	750
Ель свежесрубленная . . .	800	Черное дерево	1100—1300
Клен	750	Ясень	750
		Ясень свежесрубленный . .	920

* Из девяти бревен бальзового дерева был изготовлен плот «Кон-Тики».

Литература, использованная при составлении данного сборника (отдельные идеи)

Демкович В. П. Сборник упражнений по физике. — М., «Просвещение», 1967 г.

Знаменский П. А. Сборник вопросов и задач по физике, — М., Учпедгиз, 1949 г.

Зубов В. Г., Шальнов В. П. Задачи по физике. — М., ГТТИ, 1952 г.

Когуров Б. И. Практические задачи и задания по физике. — Ставрополь, кн. изд-во, 1969 г.

Лукашик В. И. Сборник вопросов и задач по физике для 7—8 классов. — Л., Учпедгиз, 1955 г.

Низамов Н. М. Задачи по физике с техническим содержанием. — М, «Просвещение», 1967 г.

Перельман Я. Н. Знаете ли вы физику? Л — М., ОНТИ, 1935 г.

Тульчинский М. Е. Качественные задачи по физике в 6—7 классах. — М., «Просвещение», 1967 г.

Тульчинский М. Е. Качественные задачи по физике в средней школе. — М., «Просвещение», 1972 г.

Фалеев Г. И., Перышкин А. В. Сборник задач по физике для средней школы. — М., Учпедгиз, 1934 г.

Цингер А. В. Задачи и вопросы по физике. — М., Учпедгиз, 1951 г.

Оглавление

Предисловие 3

Введение 4

1. Измерение физических величин: длины, площади, объема 4
2. Точность и погрешность измерений 10

Глава I

Первоначальные сведения о строении вещества 13

1. Строение вещества. Молекулы. Диффузия 13
2. Три состояния вещества 16

Глава II

Взаимодействие тел 19

1. Механическое движение. Скорость. Путь. Время 19
2. Инерция 32
3. Взаимодействие тел. Масса тела 34
4. Плотность вещества 38
5. Сила. Сила тяжести. Сила упругости. Закон Гука. Вес тела 47
6. Сложение двух сил, направленных по одной прямой. Равнодействующая сил 54

Глава III

Давление твердых тел, жидкостей и газов 58

1. Давление 58
2. Давление жидкостей и газов. Закон Паскаля. Гидравлические машины 62
3. Атмосферное давление. Измерение атмосферного давления. Барометры 69
4. Архимедова сила. Плавание тел 73

Глава IV

Механическая работа и мощность. Энергия . . . 80

1. Механическая работа 80
2. Мощность 86
3. Простые механизмы. Коэффициент полезного действия 92
4. Потенциальная и кинетическая энергия . . 99

Приложение 104

1. Греческий и латинский алфавиты 104
2. Скорости движения в живой природе 105
3. Плотность ρ газов и паров 105
4. Плотность ρ жидкостей 106
5. Плотность ρ металлов и сплавов при температуре 20 °С 106
6. Плотность ρ твердых тел 107
7. Плотность ρ некоторых сельскохозяйственных продуктов 108
8. Плотность ρ различных пород дерева 108

Литература 109

Учебное издание

Серия «Мой универсальный решебник»

Филонович Нина Владимировна

Физика
Задачи и решения

к учебнику А. В. Перышкина
«Физика. 7 класс»
для 7 класса общеобразовательных
учебных заведений

Редактор *Геннадьева И. Г.*
Оформление *Андреев Л. Д.*
Технический редактор *Борисова Л. Б.*
Компьютерная верстка *Моисеев Ю. В.*
Компьютерная графика *Печоркина А. М.*
Корректор *Буданцева Л. А.*

Подписано в печать 24.04.2004. Формат 84x108/32.
Бумага типографская. Гарнитура «Школьная».
Печать офсетная. Усл. печ. л. 5,88. Тираж 20 000 экз.
(1 завод — 5 000 экз.). Заказ № 67.

Издательство «Образование»
103062, г. Москва, ул. Макаренко, д. 5/16
По вопросам приобретения продукции обращаться
по адресу: 119021, г. Москва, ул. Погодинская, д. 8
Тел./факс: 248-09-62

Оригинал-макет подготовлен
ООО «БЕТА-Фрейм»

Гигиеническое заключение № 23.КК.02.543.П.000728.02.02
от 06.02.2002 г.

Отпечатано с позитивов заказчика
на федеральном государственном унитарном предприятии
«Издательство «Советская Кубань»
350000, г. Краснодар, ул. Рашпилевская, 106.

Соответствует новым стандартам, утвержденным Министерством образования Российской Федерации 2004 г.

Серия книг

МОЙ УНИВЕРСАЛЬНЫЙ РЕШЕБНИК

поможет школьникам
САМОСТОЯТЕЛЬНО:

- Повторить урок
- Написать контрольную работу
- Сдать Единый государственный экзамен

ISBN 5-902707-01-3
9 785902 707011

ОБРАЗОВАНИЕ