

Аверсэв

СБОРНИК

задач по физике

7 класс

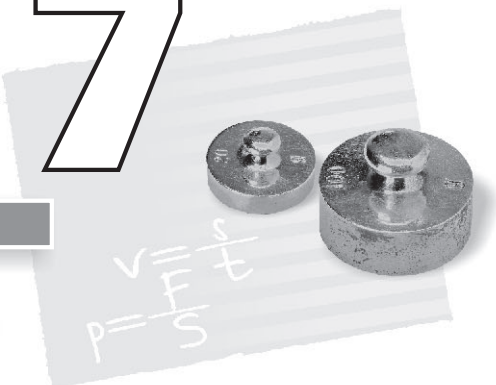


$$v = \frac{s}{t}$$
$$p = \frac{F}{S}$$

Сборник

задач по физике

7 класс



Пособие для учащихся учреждений
общего среднего образования
с русским языком обучения

Рекомендовано
Научно-методическим учреждением
«Национальный институт образования»
Министерства образования
Республики Беларусь

*2-е издание,
пересмотренное*

Минск
«Аверсэв»
2019

УДК 53(075.3=161.1)
ББК 22.3я721
С23

Авторы:

Л. А. Исаченкова, Ю. И. Гладков, Е. В. Захаревич, А. А. Луцевич, И. Э. Слесарь

Рецензенты:

каф. общ. физики физ. факультета Белорус. гос. ун-та (канд. физ.-мат. наук, доц. **И. И. Жолнеревич**); учитель физики квалификац. категории «учитель-методист» гос. учреждения образования «Жодинская женская гимназия» **А. В. Якубовский**

Сборник задач по физике. 7 класс: пособие для учащихся учреждений общ. сред. образования с рус. яз. обучения / Л. А. Исаченкова [и др.]. — 2-е изд., пересмотр. — Минск : Аверсэв, 2019. — 142 с. : ил.
ISBN 978-985-19-3609-6.

Сборник является составной частью учебно-методического комплекса по физике для 7 класса. Пособие содержит все виды задач различных уровней сложности, примеры решения и оформления типовых задач, а также ответы к количественным задачам.

Адресуется учащимся 7 класса учреждений общего среднего образования.

УДК 53(075.3=161.1)
ББК 22.3я721

От авторов

Сборник содержит задачи разного вида: задачи-вопросы, задачи-оценки, количественные, экспериментальные и графические задачи. Количественные задачи представлены как тренировочные и комбинированные. Большинство задач практико-ориентированные, что повышает интерес учащихся к результату. Некоторые из задач требуют громоздких вычислений, поэтому при их решении целесообразно пользоваться калькулятором. Задачи расположены по темам в полном соответствии с параграфами учебного пособия «Физика. 7 класс» (2017 г.) под редакцией Л. А. Исаченковой.

По каждой теме приводятся все виды задач пяти уровней сложности, что соответствует требованиям 10-балльной системы оценки знаний. Комбинированные задачи включают задачи повышенной сложности, которые отмечены знаком «*». Они адресованы учащимся, стремящимся к более глубокому изучению физики, и могут быть полезны при подготовке к участию в олимпиадах.

В начале раздела приводятся решения типовых задач. В конце пособия даны ответы к решению количественных задач, сами же решения не приводятся. Это сделано сознательно, чтобы не обесценивать самостоятельный индивидуальный творческий поиск учащихся готовым рецептом решения. В большинстве случаев задачи рекомендуется решать в международной системе единиц (СИ – система интернациональная), но, если в конечной

формуле входящие физические величины выражены в одинаковых единицах, переводить их в единицы СИ необязательно. Если в задаче специально не оговорено, при вычислениях коэффициент g следует принимать равным $10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}$, нормальное атмосферное давление $p_{\text{атм}} = 100 \text{ кПа}$.

В некоторых задачах в условии не хватает данных. Эти данные надо получить самостоятельно. При этом можно использовать различные источники информации: учебные пособия, справочники, Интернет.

Физические методы познания природы

Вопросы для самоконтроля

- Что называют физическим телом? Физическим явлением?
- Каков основной признак физической величины?
- Что необходимо знать, чтобы записать физическую величину?
- Какие физические величины можно сравнивать?
- Что необходимо учитывать при сложении и вычитании физических величин?
- Можно ли делить и умножать разные физические величины?
- Как определить цену деления шкалы прибора?
- От чего зависит точность измерения данным прибором?

1. На рисунке 1 представлены физические тела. Чем они отличаются?

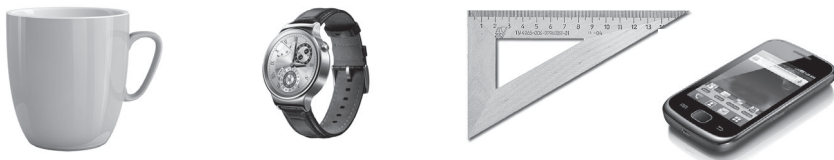


Рис. 1

2. Приведите примеры физических тел, состоящих из одного и того же вещества.

3. Назовите, из каких веществ могут состоять следующие физические тела: стакан, капля росы, гвоздь, карандаш, стол, точилка для карандашей.

4. Из приведенных на рисунке 2 картинок выберите лишнее. Объясните свой выбор.



Рис. 2

5. Из ниже перечисленных понятий выберите те, которые относятся к физическим телам; физическим явлениям; физическим величинам:

а) карандаш; б) дружба; в) масса; г) гром; д) самолет; е) длина; ж) красота; з) радуга; и) движение; к) Солнце; л) скорость; м) дождь.

6. Какие физические величины измеряют с помощью следующих измерительных приборов:

а) термометра; б) весов; в) секундомера; г) мензурки; д) линейки?

7. О каких физических величинах идет речь в следующих примерах:

а) продолжительность урока 45 минут;

б) участники Минского полумарафона в сентябре 2017 года должны были пробежать 21,1 км;

в) лед плавится при $0\text{ }^{\circ}\text{C}$;

г) синоптики прогнозируют неустойчивую погоду и порывы ветра до $15\frac{\text{м}}{\text{с}}$;

д) в мерный стакан налили 100 мл воды?

Ответы запишите коротко, используя принятые обозначения физических величин.

8. Старинные русские единицы длины связаны следующими соотношениями: 1 миля = 7 верст; 1 верста = 500 сажень; 1 сажень = 3 аршина; 1 аршин = 16 вершков. Определите, сколько вершков в одной миле.

9. Про умного человека говорят, что он «семи пядей во лбу». Определите, каким должен быть лоб такого человека, если верить поговорке.

Указание. 1 пядь = 18 см.

10. На сегодняшний день одним из критериев выбора телевизора, телефона является размер (диагональ) экрана. Выразите в сантиметрах: диагональ экрана телевизора 20 дюймов, телефона — 5 дюймов (рис. 3).

Указание. 1 дюйм = 0,0254 м.

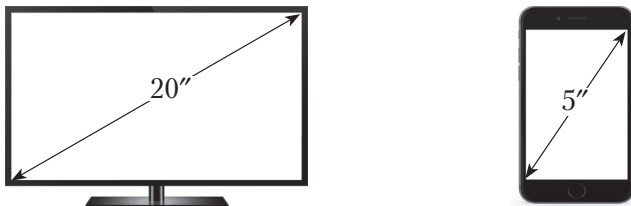


Рис. 3

11. Сколько сантиметров получится в результате сложения: а) 10 сажень и 2 аршинов; б) 5 футов и 10 дюймов; в) 1 версты и 10 сажень?

Указание. 1 сажень = 213,36 см; 1 аршин = 71,1 см; 1 фут = 30,5 см; 1 дюйм = 0,0254 м; 1 верста = 1066,8 м.

12. Старинная пословица гласит: «Человека узнаешь, когда пуд соли с ним съешь». Сколько лет нужно общаться с человеком, чтоб его узнать? В среднем здоровому человеку достаточно потреблять 5 г соли в сутки.

Указание. 1 пуд = 16,4 кг.

13. Среди приведенных записей неверной является:

а) $5 \text{ м} - 2 \text{ м} =$

в) $5 \text{ м}^2 + 2 \text{ м}^3 =$

б) $30 \text{ с} + 3 \text{ мин} =$

14. Какие из перечисленных величин можно складывать? Выполните сложение и запишите результат:

- а) 5,0 т; 40 м²; 15 км; 400 кг; 45 мин;
- б) 3,0 км; 300 с; 50 мл; 2,0 м²; 400 м;
- в) 3,0 км; 300 с; 27 м³; 40 мин; 8,0 кг;
- г) 0,3 м²; 5,0 т; 28 дм; 2,0 ч; 300 см².

15. Какие из перечисленных величин можно вычитать? Выполните вычитание и запишите результат:

- а) 16 см; 25 с; 100 мл; 27 см²; 200 мм;
- б) 20 см; 0,62 кг; 48 см³; 380 г; 30 мин;
- в) 12 т; 15 км; 3,0 ч; 2,0 м²; 1800 с.

16. Из приведенных величин выберите те, которые можно сравнивать, и выполните сравнение:

- а) 250 мг; 2,0 м²; 0,3 г; 240 с; 4 мин; 15 км;
- б) 100 мл; 40 мм; 8,0 ч; 0,06 т; 0,4 дм; 0,48 кг;
- в) 1200 с; 200 см²; 3,0 ч; 10 дм³; 21 кг; 3,0 дм².

17. Сравните длины отрезков: $l_1 = 19$ см, $l_2 = 0,19$ дм, $l_3 = 19$ мм. Какие отрезки имеют равную длину? Какой отрезок имеет наибольшую длину?

18. Учащиеся 7 класса Дима, Ваня и Таня решили определить массы своих рюкзаков. Масса рюкзака Димы $m_1 = 300$ г, Вани — $m_2 = 3,0$ кг, Тани — $m_3 = 0,003$ т. Кто из ребят имеет рюкзаки равной массы? Кто из них забыл учебники дома?

19. Дима затратил на подготовку домашнего задания по физике 25 мин, Катя — 1500 с, а Андрей — 0,5 ч. Кто из ребят затратил одинаковое количество времени для подготовки домашнего задания? Кто затратил больше времени?

20. Какая физическая величина получается в результате следующих действий:

- а) $20 \frac{\text{км}}{\text{ч}} \cdot 3,0 \text{ ч}$;

б) $600 \text{ г} : 5 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$;

в) $5,5 \text{ м} \cdot 2,0 \text{ м}$;

г) $20 \text{ дм} + 5,0 \text{ м}$;

д) $300 \text{ кг} + 0,6 \text{ т}$?

21. Между какими из приведенных физических величин можно поставить знак равенства? Запишите значения равных физических величин в основных единицах СИ:

а) $\frac{40 \text{ см}}{20 \text{ с}}$; $\frac{200 \text{ см}}{50 \text{ с}}$; $\frac{120 \text{ см}}{1 \text{ мин}}$; в) $\frac{160 \text{ г}}{8 \text{ см}^3}$; $\frac{60 \text{ г}}{2 \text{ дм}^3}$; $\frac{80 \text{ г}}{4 \text{ см}^3}$.

б) $\frac{40 \text{ км}}{30 \text{ мин}}$; $\frac{16 \text{ км}}{0,2 \text{ ч}}$; $\frac{5 \text{ км}}{0,5 \text{ ч}}$;

22. На рисунке 4 представлены различные измерительные приборы: а) линейка; б) спидометр; в) мензурка; г) термометр. Какие физические величины они измеряют? Определите цену деления каждого прибора, их пределы измерения.

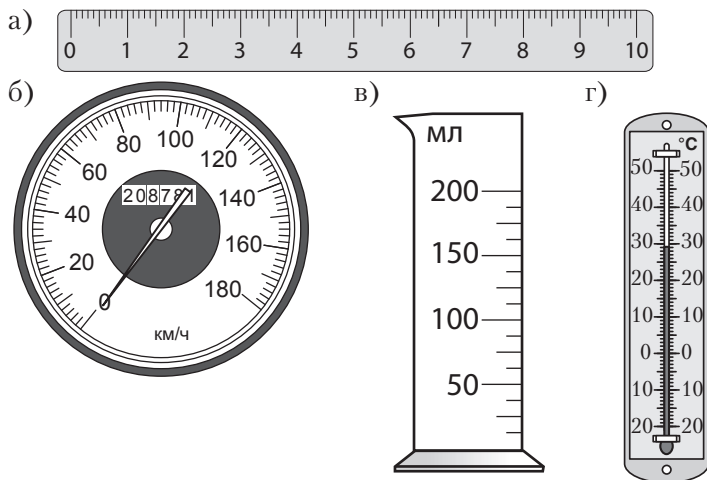


Рис. 4

23. В чем сходство двух линеек, представленных на рисунке 5. В чем различие? Какую из них следует выбрать для измерения длины ластика, парты?

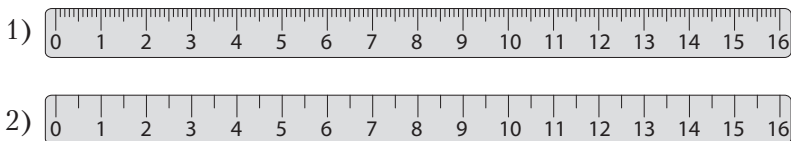


Рис. 5

24. Для приготовления хлеба в хлебопечке следует строго соблюдать пропорции всех ингредиентов. Согласно рецепту необходимо добавить 360 мл воды. Каким мерным стаканом следует воспользоваться (рис. 6)?

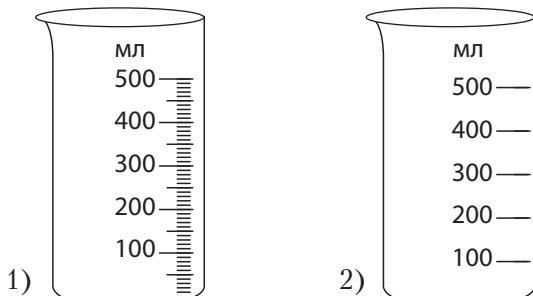


Рис. 6

25. На рисунке 7 показано, как длину одного и того же карандаша измерили с помощью двух разных линеек. Чему равна длина карандаша? В каком случае получен более точный результат? Ответ обоснуйте.

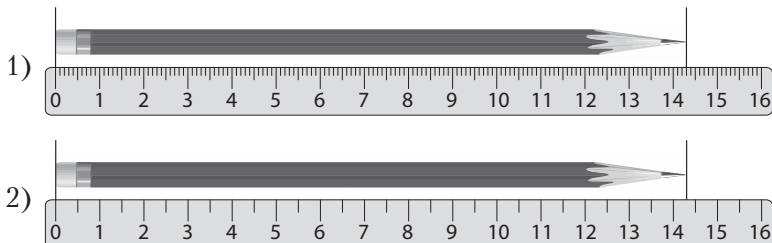


Рис. 7

26. Определите показания приборов, представленных на рисунке 8.

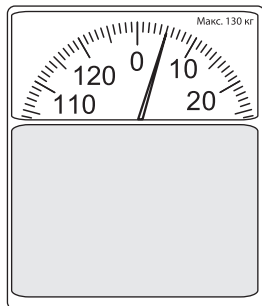
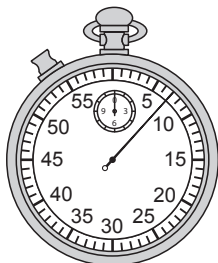


Рис. 8

27. На рисунке 9 представлен спидометр автомобиля. С какой скоростью движется автомобиль? Не нарушает ли правила дорожного движения водитель, если он едет в зоне действия дорожного знака **60**?

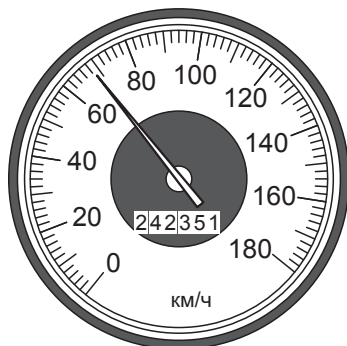


Рис. 9

28. В мензурке находилось 100 мл воды. После того как в нее опустили цилиндр, уровень воды поднялся на 6 делений. Определите, какой уровень воды установился в мензурке, если цена деления — $C = 10 \frac{\text{мл}}{\text{дел}}$.

Строение вещества

Вопросы для самоконтроля

- Что означает слово «дискретный»?
- Какие частицы называются молекулами? Из чего они состоят?
- Как ведут себя частицы вещества?
- Что называют тепловым движением молекул (атомов)?
- Какое явление называется диффузией?
- Как взаимодействуют частицы твердых веществ, жидкостей, газов?
- Какими свойствами обладают вещества в различных состояниях?
- Что называется тепловым расширением тел?
- Что такое температура? Как ее измерить?

29. Дополните выражение: «Частицы вещества находятся в ... движении»:

- а) периодическом;
- б) хаотическом;
- в) дискретном;
- г) непрерывном.

30. Какие из названных явлений представляют собой диффузию:

- а) окрашивание воды в чашке при опускании в нее пакетика с чаем;
- б) течение воды в реке;

в) нагревание стакана;

г) распространение запаха дыма от костра?

31. Почему сухофрукты набухают в воде?

32. В стаканы с водой одновременно опустили одинаковые кусочки сахара. На рисунке 10 представлены стаканы спустя 2 минуты после того, как опустили сахар. В каком стакане начальная температура воды была выше?

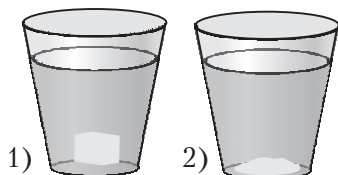


Рис. 10

33. Одинаковы ли молекулы одного и того же вещества?

34. Одинаковы ли молекулы горячей и холодной воды?

35. Одинаковы ли молекулы: налитой в стакан воды; капельки росы; водяного пара, образовавшегося над кипящей в кастрюле водой; кубика льда?

36. Запишите химическую формулу молекул веществ, перечисленных в условии предыдущей задачи.

37. Чем объяснить уменьшение размеров тела при его сжатии? Увеличение при растяжении?

38. В каком состоянии находится вещество, если оно не имеет собственной формы и занимает весь предоставленный ему объем?

39. Какие из приведенных свойств характерны для твердых тел:

а) легко изменяют форму и объем;

б) сохраняют форму и объем;

в) легко изменяют форму, но сохраняют объем?

40. Можно ли утверждать, что объем газа в сосуде равен сумме объемов отдельных молекул данного газа?

41. В руководстве по эксплуатации точных приборов, как правило, указываются условия эксплуатации, например температура. С чем это связано?

42. Почему стеклянная банка может треснуть, если в нее быстро налить кипяток?

*43. Дорожные люки изготавливают из чугуна с помощью литья. При литье расплавленный чугун выливают в формы, в которых он застывает. Литье производится при температуре 1300 °С. Зачем формы делают больше, чем сам люк?

3

Механическое движение. Относительность покоя и движения. Траектория. Путь. Время

Вопросы для самоконтроля

- *Почему механическое движение и покой относительны?*
- *По какому признаку можно судить о том, движется тело или нет?*
- *Почему нужно указывать, относительно каких тел движется тело?*
- *Как классифицируются движения по виду траектории?*
- *Можно ли говорить об относительности траектории движения тела?*
- *Назовите основные, дольные и кратные единицы пути и времени.*

44. Приведите примеры нескольких тел, относительно которых здание железнодорожного вокзала покоится; находится в движении.

45. По дороге мимо светофора проезжает грузовик с прицепом (рис. 11). Двигается ли:

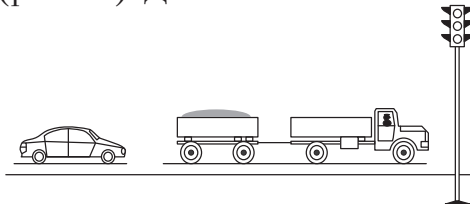


Рис. 11

- а) прицеп относительно грузовика;
- б) водитель грузовика относительно прицепа;
- в) легковой автомобиль, сохраняющий постоянной дистанцию относительно прицепа;
- г) груз в прицепе относительно автомобиля;
- д) легковой автомобиль относительно светофора;
- е) светофор относительно грузовика?

46. Приведите примеры тел, относительно которых находится в движении:

- а) пассажир в движущемся автобусе;
- б) плот, плывущий по реке;
- в) деталь, обрабатываемая на шлифовальном станке;
- г) космонавт в кабине выведенного на орбиту спутника.

47. По салону летящего самолета идет бортпроводница в направлении его полета. Бортпроводница или самолет имеет большую скорость движения относительно аэровокзала?

48. Вверх по реке плывет лодка. Сравните скорости движения лодки относительно берега и относительно плывущей по воде ветки дерева.

*49. Петя и Маша определили скорость движения одного и того же велосипедиста. Петя получил значение

$v_1 = 8,0 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, а Маша — $v_2 = 12,0 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. При каком условии возможно различие в полученных значениях скорости движения велосипедиста?

***50.** Пробойная сила пули увеличивается при возрастании относительной скорости ее движения. В каком случае эта сила больше: при движении цели в направлении движения пули или навстречу ей?

51. Укажите, прямолинейно или криволинейно относительно поверхности Земли движутся:

- а) волейбольный мяч после подачи;
- б) стрела, выпущенная из лука горизонтально;
- в) стрела, выпущенная из лука вертикально вверх;
- г) человек на эскалаторе метро;
- д) конец стрелки часов.

52. На рисунке 12 изображен фрагмент карты Беларуси (масштаб 1 : 2 500 000). Найдите на нем города Минск и Могилев, а также автомагистраль, проложенную между ними. Какова траектория движения автомобиля по этой автомагистрали? Определите длину изображенной автомагистрали. Какой путь проезжает автомобиль от Минска до Могилева?

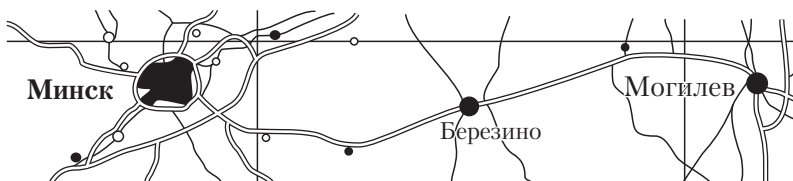


Рис. 12

53. Сравните формы траектории движения шайбы по льду во время хоккейного матча и траектории движения молекулы газа. Что общего в них?

54. Рассмотрите внимательно секундомер, изображенный на рисунке 13. Определите цену деления шкалы, по которой движется конец большой стрелки; маленькой стрелки. С какой точностью можно измерить время с помощью данного секундомера? За какой промежуток времени совершает полный оборот большая стрелка? Маленькая стрелка?

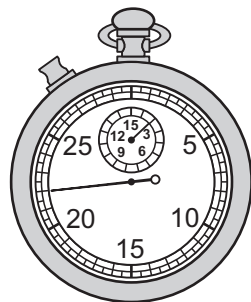


Рис. 13

55. (э) На рисунке 14 показана траектория движения самолета, видимая на небе. Используя масштаб $1 : 1\,000\,000$, определите путь, который пролетел самолет из точки A в точку B , и расстояние между этими точками. (Используйте нитку и линейку.)



Рис. 14

56. (э) Используя нитку и линейку, измерьте по карте с учетом указанного на ней масштаба:

- длину участка реки Неман на территории Беларуси;
- длину административной границы вашей области;
- длину границы Республики Беларусь.

Равномерное движение. Скорость. Единицы скорости

Вопросы для самоконтроля

- Два тела движутся равномерно и прямолинейно. Чем могут различаться движения этих тел?
- Два тела движутся со скоростями, численные значения которых не изменяются. Чем могут различаться движения этих тел?
- Если движение на отдельных участках траектории было равномерным, то означает ли это, что движение в целом равномерное?
- Почему скорость характеризует быстроту движения?
- Что надо знать, чтобы определить скорость движения?

Примеры решения задач

Пример 1. Сравните скорости $v_1 = 540 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$ и $v_2 = 72,0 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$.

Решение. Выразим обе скорости в одних и тех же единицах СИ, например в километрах в час $\left(\frac{\text{км}}{\text{ч}}\right)$.

$$1 \text{ м} = 0,001 \text{ км}, \quad 1 \text{ мин} = \frac{1}{60} \text{ ч}.$$

$$\text{Тогда } v_2 = 72,0 \frac{\text{м}}{\text{мин}} = 72,0 \cdot \frac{0,001 \text{ км}}{\frac{1}{60} \text{ ч}} = 4,32 \frac{\text{км}}{\text{ч}}.$$

Значит, $v_1 > v_2$.

Ответ: $v_1 > v_2$.

Пример 2. По шоссе навстречу друг другу равномерно и прямолинейно движутся легковой автомобиль со скоростью $v_1 = 72 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$ и трактор со скоростью $v_2 = 10 \frac{\text{М}}{\text{с}}$. Определите расстояние между автомобилем и трактором через время $t = 20$ мин после их встречи.

Решение. Выразим скорость движения автомобиля в метрах в секунду, а время — в секундах:

$$72 \frac{\text{км}}{\text{ч}} = 72 \frac{1000 \text{ м}}{3600 \text{ с}} = 20 \frac{\text{М}}{\text{с}}; \quad 20 \text{ мин} = 20 \cdot 60 \text{ с} = 1200 \text{ с}.$$

Из рисунка 15 видно, что расстояние между автомобилем и трактором через время $t = 20$ мин после встречи в точке O равно: $s = s_1 + s_2$.

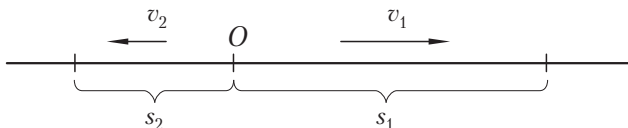


Рис. 15

Здесь $s_1 = v_1 t = 20 \frac{\text{М}}{\text{с}} \cdot 1200 \text{ с} = 24\,000 \text{ м}$ — путь, который проехал автомобиль за время t ; $s_2 = v_2 t = 10 \frac{\text{М}}{\text{с}} \cdot 1200 \text{ с} = 12\,000 \text{ м}$ — путь, который за это же время проехал трактор, двигаясь в противоположном направлении.

Тогда $s = 24\,000 \text{ м} + 12\,000 \text{ м} = 36\,000 \text{ м} = 36 \text{ км}$.

Возможен другой, более короткий вариант решения. Относительно друг друга транспортные средства удаляются со скоростью $v = v_1 + v_2$. Тогда $s = (v_1 + v_2)t$, $s = \left(20 \frac{\text{М}}{\text{с}} + 10 \frac{\text{М}}{\text{с}}\right) \cdot 1200 \text{ с} = 30 \frac{\text{М}}{\text{с}} \cdot 1200 \text{ с} = 36\,000 \text{ м} = 36 \text{ км}$.

Запишем задачу в общепринятой форме записи условия и решения.

Дано:

$$v_1 = 72 \frac{\text{км}}{\text{ч}} = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$v_2 = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$t = 20 \text{ мин} = 1200 \text{ с}$$

$s = ?$

Решение

$$s = s_1 + s_2, \quad s_1 = v_1 t, \quad s_2 = v_2 t,$$

$$s = v_1 t + v_2 t = (v_1 + v_2) t,$$

$$s = \left(20 \frac{\text{м}}{\text{с}} + 10 \frac{\text{м}}{\text{с}} \right) \cdot 1200 \text{ с} =$$

$$= 36\,000 \text{ м} = 36 \text{ км.}$$

Ответ: $s = 36 \text{ км.}$

57. Какие из указанных движений являются наиболее близкими к равномерным:

- движение эскалатора метро;
- движение пули в стволе винтовки;
- полет пули в воздухе;
- падение парашютиста с раскрытым парашютом?

58. На бумажных лентах A , B , C с помощью специального прибора отметили положения трех движущихся тел через одинаковые промежутки времени (рис. 16). Определите, какое из тел двигалось равномерно, а какое — неравномерно. Как изменялись скорости движения этих тел?

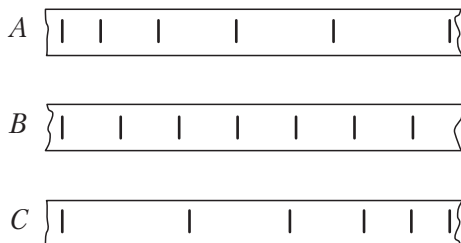


Рис. 16

59. Что означают записи: «скорость распространения света в воздухе примерно $v_c = 300\,000 \frac{\text{км}}{\text{с}}$ », «скорость дви-

жения Земли вокруг Солнца $v_3 = 30\,000 \frac{\text{М}}{\text{с}}$, «скорость звука в воздухе $v_{\text{зв}} = 331 \frac{\text{М}}{\text{с}}$ »?

60. Скорость движения эскалатора метро $v = 0,4 \frac{\text{М}}{\text{с}}$.

С какой скоростью и в каком направлении должен двигаться пассажир, чтобы оставаться в покое относительно станции метро?

61. Одно тело за время $t_1 = 10$ с проходит путь $s_1 = 40$ м, а второе — за время $t_2 = 3$ с проходит путь $s_2 = 15$ м. Какое тело движется с большей скоростью?

62. Определите, какой путь пролетит самолет, двигаясь равномерно со скоростью $v = 250 \frac{\text{М}}{\text{с}}$, за промежутки времени: $t_1 = 1$ с; $t_2 = 2$ с; $t_3 = 3$ с; $t_4 = 4$ с. Запишите на основе этого примера общую формулу для расчета пути по известным значениям скорости и времени движения.

63. Определите, за какое время пассажирский поезд, двигаясь равномерно со скоростью $v = 20 \frac{\text{М}}{\text{с}}$, пройдет путь: $s_1 = 20$ м; $s_2 = 200$ м; $s_3 = 2,0$ км. Запишите общую формулу для вычисления времени движения по известным значениям пути и скорости движения тела.

64. Что имеет большую скорость: самолет, пролетающий за час путь $s_1 = 1200$ км, или пуля винтовки, вылетающая со скоростью $v_2 = 760 \frac{\text{М}}{\text{с}}$?

65. Скорость, с которой ползет черепаха, $v_1 = 0,020 \frac{\text{М}}{\text{с}}$, плывет щука — $v_2 = 2,0 \frac{\text{М}}{\text{с}}$, может бежать страус — $v_3 = 20 \frac{\text{М}}{\text{с}}$. Определите:

а) пути, пройденные: черепахой за время $t_1 = 2,0$ с; жукой — за время $t_2 = 0,10$ ч; страусом — за время $t_3 = 3,0$ мин;

б) время, необходимое для преодоления путей: $s_1 = 57$ мм — черепахе; $s_2 = 0,20$ км — жуке; $s_3 = 1,2$ км — страусу.

66. Автомобиль движется по прямолинейному участку шоссе со скоростью $v_1 = 90 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$. На каком минимальном расстоянии от автомобиля пешеход может начать безопасное движение по нерегулируемому пешеходному переходу? Ширина шоссе $s_2 = 10$ м, скорость пешехода $v_2 = 1 \frac{\text{м}}{\text{с}}$.

67. Выразите скорость движения черепахи (см. задачу 65) в миллиметрах в секунду $\left(\frac{\text{мм}}{\text{с}}\right)$, сантиметрах в минуту $\left(\frac{\text{см}}{\text{мин}}\right)$, метрах в час $\left(\frac{\text{м}}{\text{ч}}\right)$.

68. Сравните скорости движения тел:

1) $90 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$ и $30 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$;

3) $720 \frac{\text{см}}{\text{ч}}$ и $120 \frac{\text{мм}}{\text{мин}}$;

2) $0,36 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$ и $30 \frac{\text{см}}{\text{с}}$;

4) $10 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ и $54 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$.

69. На рисунке 17 изображена шкала прибора, по которому водитель автомобиля определяет скорость движения. Как называется этот прибор? Определите:

а) верхний и нижний пределы измерения данного прибора;

б) цену деления его шкалы;

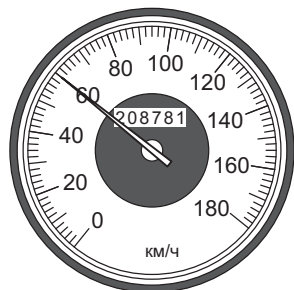


Рис. 17

в) значение скорости движения, которое показывает прибор;

г) путь, который пройдет автомобиль за время $t = 10$ мин, двигаясь равномерно с указанной скоростью.

70. На небольших дистанциях лошадь может развивать скорость движения $v_1 = 60 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$, а страус — $v_2 = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$.

Во сколько раз скорость бега страуса на такой дистанции больше скорости движения лошади?

71. За одно и то же время Дима прошел путь $s_1 = 4,5$ км, а Наташа — путь $s_2 = 3,0$ км. У кого из них скорость движения больше? Во сколько раз?

72. Один и тот же путь Саша прошел за время $t_1 = 20$ мин, а Таня проехала на велосипеде за время $t_2 = 10$ мин. Сравните скорости движения Саши и Тани.

73. Парашютист спускается с раскрытым парашютом. Каждую секунду он пролетает путь $s = 5$ м. Изобразите в тетради стрелкой соответствующей длины скорость движения парашютиста (масштаб: одна клетка — $1 \frac{\text{м}}{\text{с}}$).

74. Лосось со скоростью $v_{\text{л}} = 1,5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ движется против течения воды в реке. Скорость течения воды $v_{\text{в}} = 1,0 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. Изобразите в тетради стрелками эти скорости (масштаб: одна клетка — $0,25 \frac{\text{м}}{\text{с}}$).

75. За время $t = 1,0$ ч улитка равномерно проползла путь $s = 5,4$ м. Определите скорость движения улитки. В каких единицах удобно выражать эту скорость?

76. Велосипедист движется с постоянной скоростью $v_1 = 18 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$, а мотоциклист — со скоростью $v_2 = 72 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$.

На сколько километров больше проезжает мотоциклист за время $t = 1$ ч?

77. Сколько времени световой сигнал движется от Солнца до Земли? От Солнца до Венеры? Расстояние от Солнца до Земли примите равным $l_3 = 1,50 \cdot 10^8$ км, от Солнца до Венеры — $l_B = 1,08 \cdot 10^8$ км, скорость распространения света $v_c = 300\,000 \frac{\text{км}}{\text{с}}$.

78. Какой путь пролетает почтовый голубь, имеющий скорость $v = 20 \frac{\text{М}}{\text{с}}$, за время $t = 1,0$ мин?

79. Определите время, за которое гончая собака пробежит путь $s = 200$ м, если ее скорость $v_1 = 25 \frac{\text{М}}{\text{с}}$ постоянна.

Сколько времени понадобилось бы щуке, чтобы преодолеть такой же путь, если бы она плыла со скоростью $v_2 = 2,0 \frac{\text{М}}{\text{с}}$?

80. Какой путь пройдет лодка за время $t = 10$ мин, если она движется по течению реки, скорость которого $v_1 = 1,0 \frac{\text{М}}{\text{с}}$? Скорость движения лодки относительно воды

$v_2 = 4,0 \frac{\text{М}}{\text{с}}$. Какой путь пройдет лодка за то же время против течения?

81. Сколько времени из окна электропоезда Stadler Belarus, идущего со скоростью $v_1 = 72 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$, пассажир будет видеть встречный поезд длиной $l = 250$ м, скорость которого $v_2 = 36 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$.

82. По дороге равномерно движутся два велосипедиста.

Один из них, имеющий скорость $v_1 = 8,0 \frac{\text{М}}{\text{с}}$, проехал некоторый путь за время $t_1 = 15$ с. Второй велосипедист проехал тот же путь за время $t_2 = 10$ с. Определите скорость движения второго велосипедиста. Предложите несколько вариантов решения.

83. Из Минска и Заславля в направлении Молодечно одновременно выезжают легковой автомобиль и грузовик. Их скорости $v_1 = 90 \frac{\text{КМ}}{\text{Ч}}$ и $v_2 = 54 \frac{\text{КМ}}{\text{Ч}}$ соответственно. Пройдя какой путь от Минска, легковой автомобиль догонит грузовик? Недостающее данное определите самостоятельно.

84. Самолет, набрав высоту, летит с постоянной скоростью и за время $t_1 = 10,0$ мин пролетел путь $s_1 = 140$ км. Какой путь пролетит самолет за время $t_2 = 45,0$ мин, двигаясь с той же скоростью?

***85.** Две лодки начали одновременно двигаться по реке в противоположных относительно берега направлениях (рис. 18).



Рис. 18

Скорость лодки, плывущей по течению, $v_1 = 4,0 \frac{\text{М}}{\text{с}}$, а скорость лодки,

плывущей против течения, $v_2 = 2,0 \frac{\text{М}}{\text{с}}$. С какой относительной скоростью удаляются друг от друга лодки? Каким будет расстояние между лодками через время $t = 10$ мин? Определите скорость течения воды в реке, если известно, что скорости движения лодок относительно воды одинаковы.

***86.** Моторная лодка проплыла по течению реки путь от одной пристани до другой за время $t_1 = 40$ мин. Для возвращения обратно этой же лодке понадобилось время $t_2 = 1,2$ ч. За какое время данная моторная лодка могла бы преодолеть такой же путь по озеру?

87. (э) Имея нитку и линейку, определите скорость движения конца минутной и секундной стрелок ваших часов.

***88.** Расход воды в Августовском канале составляет $\beta = 31 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$. Ширина канала $a = 5$ м, глубина $b = 0,8$ м. Определите скорость течения воды в канале.

89. За какое время поезд, движущийся равномерно со скоростью $v = 36 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$, пройдет тоннель длиной $l_1 = 160$ м, если длина поезда $l_2 = 80$ м?

***90.** Из Минска и Ошмян навстречу друг другу начали движение два автомобиля. Их скорости $v_1 = 70 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$ и $v_2 = 60 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$ соответственно. Через какое время и где они встретятся? Недостающее данное определите самостоятельно.

Графики пути и скорости при равномерном прямолинейном движении

Вопросы для самоконтроля

- Как зависит от времени пройденный путь при равномерном прямолинейном движении?
- Что представляют графики скорости и пути равномерного прямолинейного движения?
- Как по графику пути равномерного прямолинейного движения определить скорость движения?
- Как по графику скорости равномерного прямолинейного движения определить пройденный телом путь?

Пример решения задачи

По графикам зависимости пути от времени при равномерном прямолинейном движении пешехода и велосипедиста, представленным на рисунке 19, определите:

а) какой график описывает движение пешехода, а какой — велосипедиста;

б) сколько времени были в пути пешеход и велосипедист;

в) какой путь преодолели пешеход и велосипедист за время движения;

г) с какой скоростью двигался каждый из них;

д) во сколько раз путь, который проехал велосипедист за время $t = 0,2$ ч, больше пути, пройденного пешеходом за это же время.

Решение. а) Поскольку скорость движения велосипедиста больше скорости движения пешехода, то за одно и то же время велосипедист должен проделать больший путь, чем пешеход. Из точки на горизонтальной оси, соответствующей моменту времени $t = 0,2$ ч, восстанавливаем перпендикуляр до пересечения с прямыми OA и OB , а из полученных точек — перпендикуляры до пересечения с вертикальной осью (рис. 19). Мы получили значения путей, которые за одно и то же время $t = 0,2$ ч преодолели пешеход и велосипедист: $s_1 = 1,0$ км, $s_2 = 3,0$ км. Следовательно, график OA описывает движение пешехода, а график OB — велосипедиста.

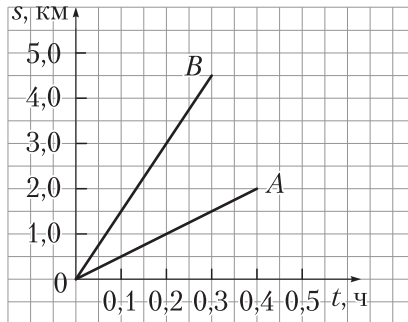


Рис. 19

б) Опустив из точек A и B перпендикуляры на горизонтальную ось (рис. 19), определим время движения пешехода и велосипедиста: $t_1 = 0,4$ ч, $t_2 = 0,3$ ч.

в) Опустив из точек A и B перпендикуляры на вертикальную ось (рис. 19), определим пути, проделанные пешеходом и велосипедистом: $s_1 = 2,0$ км, $s_2 = 4,5$ км.

г) Чтобы определить скорости движения пешехода и велосипедиста, воспользуемся формулой $v = \frac{s}{t}$:

$$v_1 = \frac{s_1}{t_1} = \frac{2,0 \text{ км}}{0,4 \text{ ч}} = 5 \frac{\text{км}}{\text{ч}}, v_2 = \frac{s_2}{t_2} = \frac{4,5 \text{ км}}{0,3 \text{ ч}} = 15 \frac{\text{км}}{\text{ч}}.$$

д) Пути, проделанные пешеходом и велосипедистом за время $t = 0,2$ ч, соответственно равны $s_1 = 1,0$ км, $s_2 = 3,0$ км.

Отсюда: $\frac{s_2}{s_1} = \frac{3,0 \text{ км}}{1,0 \text{ км}} = 3.$

Ответ: $t_1 = 0,4$ ч, $t_2 = 0,3$ ч; $s_1 = 2,0$ км, $s_2 = 4,5$ км;
 $v_1 = 5 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$, $v_2 = 15 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$; $\frac{s_2}{s_1} = 3.$

91. На рисунке 20 представлен график зависимости скорости движения катера от времени. В каком движении участвует катер? С какой скоростью он движется? Какой путь прошел катер за время $t = 50$ с?

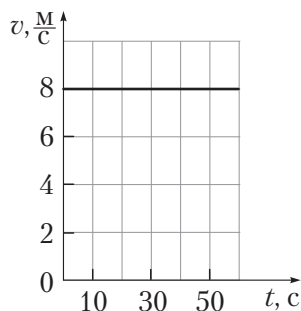


Рис. 20

92. По графику (рис. 21) зависимости пути от времени определите скорость звука в воздухе при 0°C и время движения звука. Какое это движение? Какой путь прошел звук за все время движения? За какое время звук прошел путь $s_1 = 993$ м? Постройте график зависимости скорости движения звука от времени.

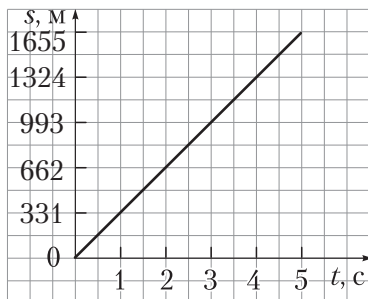


Рис. 21

93. По графику (рис. 22) зависимости пути от времени движения автобуса определите, какой путь проехал автобус за время $t_1 = 15$ мин. Определите время движения автобуса до остановки и время стоянки. С какой скоростью двигался автобус до и после остановки? Какой путь проехал автобус за все время движения?

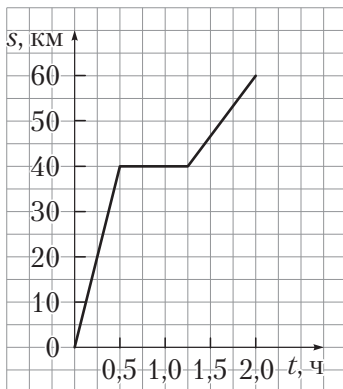


Рис. 22

94. Пользуясь графиком зависимости скорости движения тела от времени, представленным на рисунке 23, опишите, как двигалось тело на участках OA , AB , BC :

а) на каком участке скорость движения тела оставалась постоянной?

б) чему равна скорость равномерного движения тела?

в) на каком участке скорость движения тела увеличивалась?

г) уменьшалась?

д) какой путь прошло тело при равномерном движении?

*е) какой путь прошло тело за время $t = 5$ с?

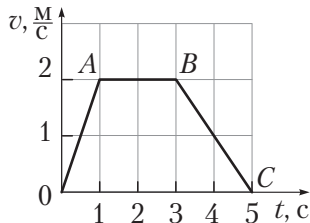
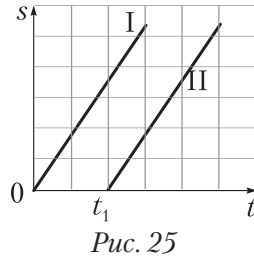
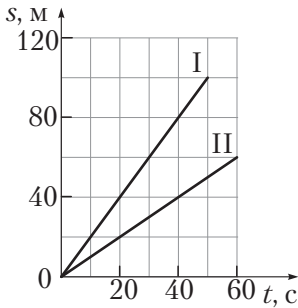


Рис. 23

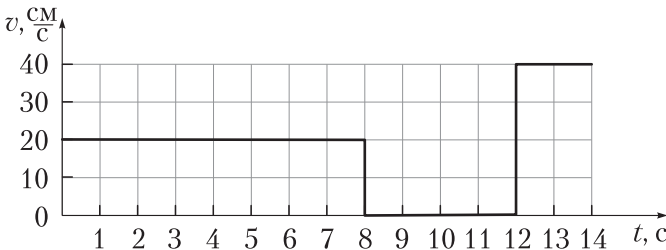
95. За время $t = 40$ с Надя проехала на велосипеде путь $s_1 = 40$ м, а Игорь за это же время — путь $s_2 = 80$ м. Определите:

- а) какой из графиков зависимости пути от времени (рис. 24) соответствует движению Нади, а какой — Игоря;
 б) во сколько раз отличаются скорости движения Нади и Игоря.

96. На рисунке 25 представлены графики зависимости пути от времени двух бегунов. Опишите движения этих бегунов. Догонит ли один из них другого? Почему?



97. По графику зависимости скорости движения тела от времени, приведенному на рисунке 26, определите:



- а) скорость движения тела до и после остановки;
 б) путь, пройденный телом за время $t = 8,0$ с;
 в) время, в течение которого тело оставалось в покое;

г) путь, пройденный телом к концу 14-й секунды. Постройте график зависимости пути от времени движения этого тела.

***98.** Из поселка в направлении озера вышел пешеход и двигался по прямой дороге с постоянной скоростью $v_1 = 5,0 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$. Через время $t = 30$ мин из того же поселка начал равномерное движение в том же направлении велосипедист со скоростью $v_2 = 5,0 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ и догнал пешехода у озера. Через какое время после начала своего движения велосипедист догнал пешехода? Найдите расстояние от поселка до озера. Постройте в одних координатных осях графики зависимости пути от времени движения пешехода и велосипедиста.

99. (э) В стеклянной трубке, заполненной водой, оставьте пузырек воздуха и поместите в нее пластилиновый шарик (рис. 27). Перевернув трубку, определите с помощью линейки и секундомера, на какую высоту поднимется пузырек воздуха и на сколько опустится пластилиновый шарик за время $t = 1$ с. По данным опыта в одной координатной плоскости постройте графики движения пузырька воздуха и шарика. По этим же данным постройте графики скорости движения для обоих тел.

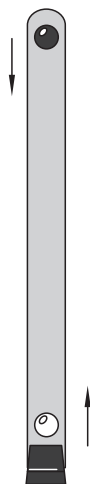


Рис. 27

Неравномерное (переменное) движение. Средняя скорость

Вопросы для самоконтроля

- Какое движение наиболее часто встречается в реальности? Почему?
- Для описания какого движения вводится понятие «средняя скорость»? Почему?
- В каком движении средняя скорость на любом участке пути является постоянной величиной?
- О какой скорости говорят водители, обсуждая свой рейс?
- Как изменится средняя скорость движения автобуса, если число остановок на его маршруте увеличится?

Пример решения задачи

Дачник, пройдя по направлению к станции путь $s_1 = 1,8$ км за время $t_1 = 30$ мин, присел отдохнуть. Через время $t_2 = 20$ мин он продолжил движение и оставшиеся $s_2 = 900$ м прошел за время $t_3 = 10$ мин. Определите среднюю скорость движения дачника.

Решение. Для определения средней скорости движения необходимо путь, пройденный дачником, разделить на все время, в течение которого он находился в дороге.

Дано:

$$s_1 = 1,8 \text{ км}$$

$$t_1 = 30 \text{ мин}$$

$$t_2 = 20 \text{ мин}$$

$$s_2 = 900 \text{ м} = 0,9 \text{ км}$$

$$t_3 = 10 \text{ мин}$$

$$\langle v \rangle = ?$$

Решение

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

$$s = s_1 + s_2,$$

$$t = t_1 + t_2 + t_3,$$

$$\langle v \rangle = \frac{s_1 + s_2}{t_1 + t_2 + t_3},$$

$$\begin{aligned} \langle v \rangle &= \frac{1,8 \text{ км} + 0,9 \text{ км}}{30 \text{ мин} + 20 \text{ мин} + 10 \text{ мин}} = \\ &= \frac{2,7 \text{ км}}{60 \text{ мин}} = 2,7 \frac{\text{км}}{\text{ч}}. \end{aligned}$$

Ответ: $\langle v \rangle = 2,7 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$.

100. Определите среднюю скорость движения велосипедиста, который проехал путь $s = 18 \text{ км}$ за время $t = 0,50 \text{ ч}$.

101. Какой путь проедет автомобиль за время $t = 2,50 \text{ ч}$, если средняя скорость его движения $\langle v \rangle = 70,0 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$?

102. Самый длинный перегон в минском метро $s_1 = 2193 \text{ м}$ между станциями «Пролетарская» и «Тракторный завод», самый короткий — $s_2 = 800 \text{ м}$ между станциями «Купаловская» и «Немига». За какое время электропоезд пройдет эти перегоны, если его средняя скорость $v_{\text{ср}} = 41 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$?

103. Путь $s = 300 \text{ км}$ автомобиль проехал со средней скоростью $\langle v \rangle = 60,0 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$. Сколько времени находился

в пути автомобиль? Какой путь он проехал за время $t_1 = 1,50$ ч от начала движения?

104. Известно, что примерная средняя скорость роста дуба $\langle v \rangle = 0,30 \frac{\text{М}}{\text{год}}$. Сколько лет дубу, высота которого $h = 6,3$ м?

***105.** При температуре $t = 15$ °С скорость звука в воздухе $v_{\text{зв}} = 340 \frac{\text{М}}{\text{с}}$. При выстреле из ружья пуля летит со средней скоростью $\langle v_{\text{п}} \rangle = 800 \frac{\text{М}}{\text{с}}$. На сколько секунд отстанет звук выстрела от пули, пролетевшей путь $s = 0,20$ км?

106. Санки проезжают по склону горы путь $s_1 = 120$ м за время $t_1 = 20$ с. Затем санки движутся по горизонтальному участку, проезжая до полной остановки путь $s_2 = 180$ м за время $t_2 = 1,2$ мин. Определите среднюю скорость санок за все время движения.

107. По дороге в школу ученик делает в среднем $n = 120$ шагов за время $t = 1$ мин. Найдите среднюю скорость движения ученика, если ширина шага $l = 80$ см.

108. В течение времени $t_1 = 1,0$ мин автобус двигался со скоростью $v_1 = 60 \frac{\text{КМ}}{\text{ч}}$, а затем в течение времени $t_2 = 4,0$ мин — со скоростью $v_2 = 40 \frac{\text{КМ}}{\text{ч}}$. Определите среднюю скорость движения автобуса на всем пути.

109. Туристы вышли из населенного пункта и прошли до привала путь $s_1 = 10$ км за время $t_1 = 2,0$ ч. Отдохнув в течение времени $t_2 = 45$ мин, они продолжили движение и прошли путь $s_2 = 8,0$ км за время $t_3 = 1,5$ ч. Определите среднюю скорость движения туристов на всем пути. Какой была бы средняя скорость движения туристов, если бы они не останавливались на отдых?

110. С какой средней скоростью был поднят брусок (рис. 28)? Начало отсчета времени совпадает с началом подъема бруска.

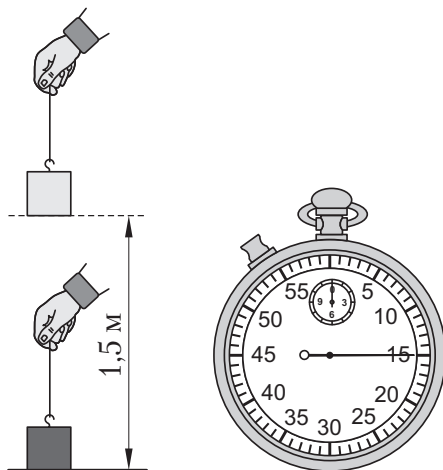


Рис. 28

111. Самыми распространенными деревьями в Беларуси являются береза, сосна, ель и дуб. В возрасте от 10 до 20 лет они вырастают на $l_1 = 7,5$ м; $l_2 = 3,4$ м; $l_3 = 4,5$ м; $l_4 = 3$ м соответственно. Какова средняя скорость их роста в этом возрасте в $\frac{\text{мм}}{\text{сут}}$?

112. Пешеход три четверти времени своего движения шел со скоростью $v_1 = 3,6 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$. В оставшееся время он двигался со скоростью $v_2 = 5,2 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$. Определите среднюю скорость движения пешехода.

***113.** На рисунке 29 представлен график зависимости скорости велосипедиста от времени при прямолинейном

движении. Определите среднюю скорость движения велосипедиста за время $t = 4,0$ с.

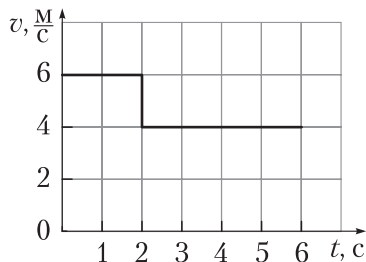


Рис. 29

*114. Велосипедист движется в гору со скоростью $v_1 = 4 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, а с горы — со скоростью $v_2 = 6 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. Определите среднюю скорость велосипедиста.

*115. Первую половину трассы конькобежец бежал со средней скоростью $\langle v_1 \rangle = 6,0 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, а вторую — со средней скоростью $\langle v_2 \rangle = 12 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. Определите среднюю скорость движения конькобежца на всей трассе, если ее длина $l = 3,0$ км. Решите задачу при условии, что длина трассы неизвестна.

*116. Автомобиль проехал весь путь со средней скоростью $\langle v \rangle = 24 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. Определите среднюю скорость движения автомобиля на второй половине пути, если на первой половине средняя скорость $\langle v_1 \rangle = 30 \frac{\text{м}}{\text{с}}$.

117. (э) Соберите установку из двух желобов (рис. 30). Пустите шарик из точки А и остановите в точке В.

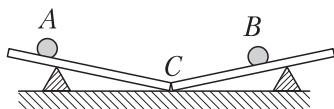


Рис. 30

скорость движения шарика на пути AB . Чем различаются движения шарика на участках AC и CB ?

118. (э) На середине длинного наклонного желоба поставьте метку. С помощью секундомера и измерительной ленты определите средние скорости движения шарика при скатывании его с наибольшей высоты отдельно на каждой половине желоба и на всем желобе. Сравните полученные значения средних скоростей и сделайте выводы.

***119.** Из Минска в Пинск одновременно выехали автобус и автомобиль. Их средние скорости $\langle v_1 \rangle = 40 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$ и $\langle v_2 \rangle = 60 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$. На какое время пассажиры автобуса находятся в пути дольше пассажиров автомобиля? Недостающее данное определите самостоятельно.

7

Инерция

Вопросы для самоконтроля

- *Что означают выражения «инерция покоя», «инерция движения»?*
- *На основании каких признаков можно судить о том, движется ли тело по инерции?*
- *Используя понятие «инерция», объясните, каким образом удаляется пыль из одежды при вытряхивании.*

120. На тележке стоит брусок (рис. 31). Что произойдет с бруском, если:

- а) резко дернуть за нитку, привязанную к тележке;
- б) толкнуть тележку с бруском?

121. В каком направлении движется вагон (рис. 32)?
Равномерное ли движение вагона? Почему?

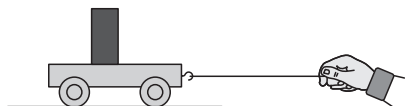


Рис. 31

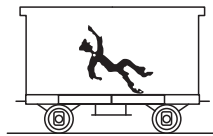


Рис. 32

122. Почему опасно переходить дорогу перед близко движущимся транспортом?

123. Для чего при торможении автомобиля включаются стоп-сигналы красного света?

124. Почему запрещается буксировать с помощью гибкого троса транспортное средство с неисправными тормозами?

125. Почему на поворотах водители автомобилей, велосипедисты, мотоциклисты уменьшают скорость?

126. На одинаковом расстоянии от берега находятся лодка с грузом и такая же лодка без груза. С какой лодки легче прыгнуть на берег? Почему?

127. Мяч, спокойно лежавший на столе вагона движущегося с постоянной скоростью поезда, покатился:

- а) вперед по направлению движения поезда;
- б) назад против движения;
- в) вбок.

На какое изменение в движении поезда указывает каждый из перечисленных случаев?

128. Почему запуск и остановка механизма не происходят моментально, а на это требуется некоторый промежуток времени?

129. В каком случае водитель автомашины для поливки улиц, увидев красный сигнал светофора, должен тормозить раньше: когда цистерна заполнена водой или когда она порожняя? Почему?

130. Чтобы груз, находящийся на летящем вертолете приземлился в заданном месте, его сбрасывают раньше, чем вертолет пролетит над данным местом. Почему?

131. Почему спортсмены перед прыжком в длину делают разбег?

132. (э) Пустите тележку с установленным на ней бруском по наклонной плоскости (рис. 33). Понаблюдайте, как будет вести себя брусок после того, как тележка столкнется с упором. Объясните явление.

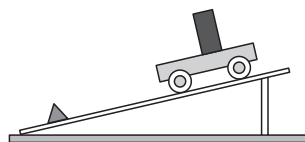


Рис. 33

133. (э) На край стола положите лист бумаги так, чтобы часть его свешивалась со стола (рис. 34). На лист бумаги поставьте стакан с водой. Держа одной рукой свешивающийся край листа, ребром ладони другой руки резко ударьте по листу. Объясните результат опыта.



Рис. 34

134. (э) Подвесьте молоток на тонкой нити, как показано на рисунке 35. Снизу к молотку привяжите вторую такую же нить. Рывком дерните за нижнюю нить. Нижняя нить оборвется, а молоток останется висеть на подстраховочной нити. Если же тянуть за нить медленно, то оборвется верхняя нить. Объясните результаты обоих опытов.

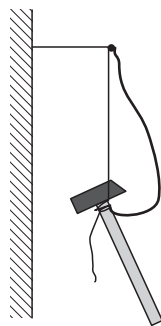


Рис. 35

135. (э) Установите несколько коробков со спичками (или шашек) один на один, образуя стопку. Резким движением линейки выбейте нижний коробок спичек. При этом остальные, расположенные выше, опустятся на опору, оставаясь в стопке. Объясните явление.

8

Сила

Вопросы для самоконтроля

- *По каким признакам мы судим, что на тело действует сила?*
- *Что характеризует сила?*
- *От чего зависит результат действия силы?*
- *Как графически изображается сила?*
- *Какие тела действуют на тело, лежащее на опоре? Почему тело находится в покое?*

136. Действием каких тел обусловлено движение:

- а) стрелы, выпущенной из лука;
- б) снаряда внутри ствола пушки при выстреле;
- в) парусной лодки при порыве ветра?

137. (э) Лежащую на столе книгу толкните рукой сначала слабо, затем сильнее. В каком случае книга передвинулась на большее расстояние? Как зависит результат действия силы от ее значения?

138. (э) Положите брусок на стол наименьшей гранью и приведите его в движение, действуя сначала на верхнюю (рис. 36), а затем на нижнюю часть бруска (рис. 37). Сравните поведение бруска в одном и другом случае. Как зависит результат действия силы на брусок от точки ее приложения?

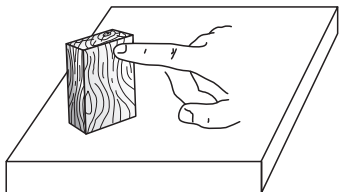


Рис. 36

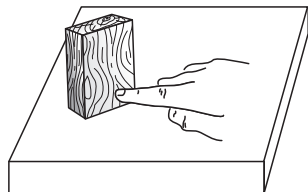


Рис. 37

139. (э) Положите брусок на стол наибольшей гранью и приведите его в движение, потянув за нить сначала вдоль бруска, затем поперек бруска и, наконец, вверх (рис. 38, а, б, в). Сравните поведение бруска во всех трех случаях. Как зависит результат действия силы на брусок от ее направления?

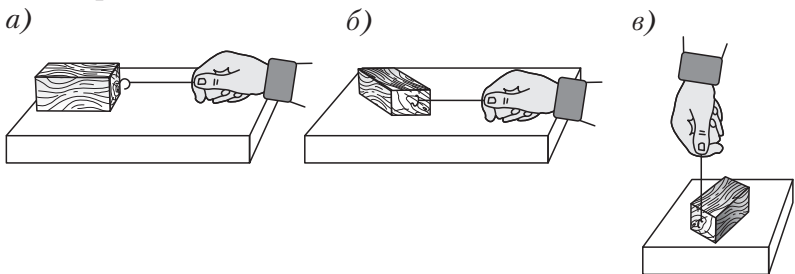


Рис. 38

***140.** Барон Мюнхгаузен рассказывал такую историю: однажды он решил с разбегу перепрыгнуть через небольшое болото. Однако во время прыжка барон понял, что не допрыгнет до противоположного берега. Тогда в воздухе он повернул обратно и вернулся на тот берег, с которого прыгал. Возможно ли это? Почему?

141. На столе лежит брусок (рис. 39). В чем отличие и сходство сил, изображенных в случаях *а*, *б*, *в*? Какие силы могут компенсировать друг друга?

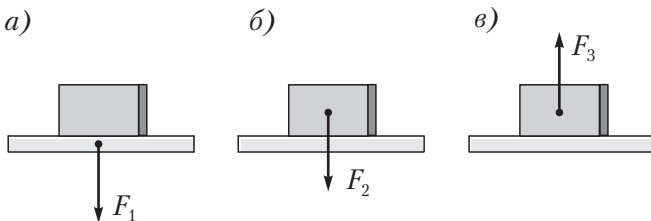


Рис. 39

142. Чем отличаются силы F_1 , F_2 , F_3 (рис. 40), действующие на пластину?

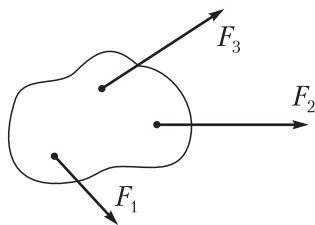


Рис. 40

143. Выберите масштаб и изобразите графически силы F_1 , F_2 , F_3 , приложенные к пластине (рис. 41). Сила F_1 приложена в точке *A* и направлена вертикально вверх. Сила F_2 , в 3 раза большая силы F_1 , приложена в точке *B* и направлена горизонтально слева направо; сила F_3 , меньшая силы F_2 в 1,5 раза, приложена в точке *C* и направлена справа налево.

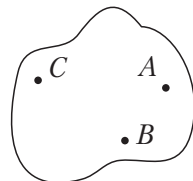


Рис. 41

144. Какие тела действуют на доску (рис. 42)? Изобразите графически в выбранном вами масштабе силы, действующие на доску *AB*.

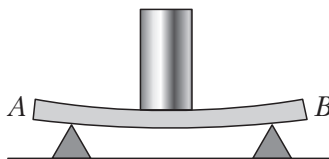


Рис. 42

145. На тело действуют две силы (рис. 43). Будет ли тело двигаться равномерно? Почему? В каком направлении будет двигаться тело? Почему?

146. (э) Сила — физическая величина, которая характеризуется модулем, направлением и точкой приложения. Имея штатив, линейку и динамометр (рис. 44), подтвердите данное утверждение экспериментально.



Рис. 43

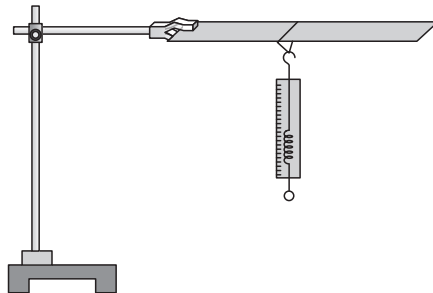


Рис. 44

9

Сила тяжести

Вопросы для самоконтроля

- С какой силой Земля действует на любое тело?
- Что является причиной падения всех тел на Землю?
- Одинаковая ли сила тяжести действует на мяч: а) находящийся в руке; б) брошенный вертикально вверх; в) падающий вниз? Как будет направлена сила тяжести в каждом случае?
- От чего зависит сила тяжести?

- *Зависит ли сила тяжести, действующая на тело, от высоты подъема тела над поверхностью Земли?*

147. На каждый из предметов мебели, находящихся в квартире, действует пол. Действуют ли тела на пол?

148. Какая сила изменяет направление движения камня, брошенного горизонтально?

149. Почему шар натягивает нить (рис. 45)? По какому направлению будет двигаться шар, если нить перерезать?

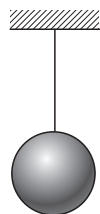


Рис. 45

150. Будет ли одинаковой сила тяжести, действующая на человека, в случаях, когда он находится на первом и на девятом этаже своего дома?

151. Действует ли на молекулы газов, входящих в состав воздуха, сила тяжести? Ответ обоснуйте.

152. Одинаковая ли сила тяжести действует на собаку, находящуюся:

- а) на Земле;
- б) в космическом корабле?

153. Одинаковая ли сила тяжести действует на спортсмена:

- а) перед прыжком;
- б) в процессе прыжка?

154. Одинаковая ли сила тяжести действует на ракету:

- а) в начале полета;
- б) в конце полета?

***155.** Барон Мюнхгаузен рассказывал, что в одном из его многочисленных приключений ему пришлось, привязав конец веревки к Луне, спуститься по ней на Землю. Возможно ли это? Почему?

156. Чугунная и латунная гири имеют одинаковую массу. Будут ли отличаться силы тяжести, действующие на них? А если объемы гирь одинаковые?

157. На рисунке 46 указаны массы шаров 1, 2, 3. Во сколько раз отличаются силы тяжести, действующие на шары 1 и 2? 1 и 3?

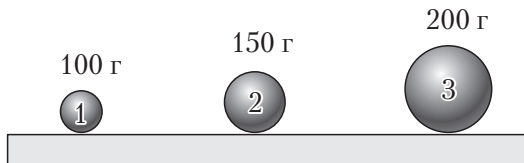


Рис. 46

158. На какой из однородных брусков одинакового объема, фарфоровый или мраморный (рис. 47), действует большая сила тяжести? Во сколько раз?

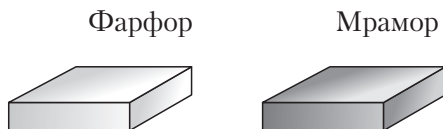


Рис. 47

159. Объем одной детали в $k = 4$ раза превышает объем другой детали, сделанной из того же материала. Во сколько раз отличаются силы тяжести, действующие на детали?

***160.** На столе лежат два однородных бруска. Плотность вещества первого бруска в $k = 3$ раза больше плотности вещества второго. Сила тяжести, действующая на второй брусок, в $n = 9$ раз больше силы тяжести, действующей на первый брусок. Во сколько раз отличаются массы брусков? Их объемы?

161. Длина ребра одного деревянного кубика в $k = 2$ раза больше длины ребра другого деревянного кубика. Во сколько раз отличаются их массы? Силы тяжести?

Сила упругости. Вес тела

Вопросы для самоконтроля

- Что называется деформацией тела? Когда возникает сила упругости?
- Как зависит сила упругости, возникающая в пружине, от модуля деформирующей силы? Как направлена сила упругости?
- Что называют весом тела? В каких единицах в СИ он измеряется?
- Чем отличается вес тела от силы тяжести? От массы тела?

162. Под действием какой силы тетива лука после выстрела принимает прежнюю форму?

163. Раскройте физический смысл пословицы «Натягивай лук по расстоянию до цели».

164. Назовите силы, изображенные на рисунке 48, а, б, в. В чем их сходство и различие?

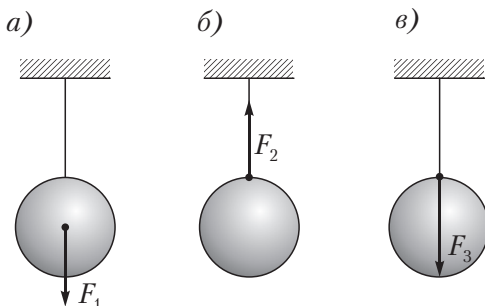


Рис. 48

165. Объясните причину того, что тело, лежащее на опоре или висящее на нити, находится в состоянии покоя.

166. Какая сила возникает в пружине в случае ее сжатия (рис. 49, *а*); растяжения (рис. 49, *б*)? Как она называется? Изобразите в тетради эту силу в случаях *а* и *б*.

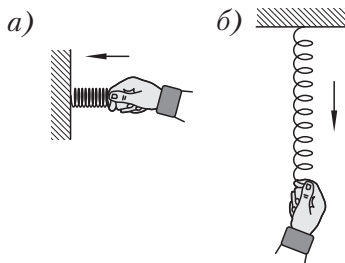


Рис. 49

167. Какие силы действуют на подставку с гирей (рис. 50, *а*); висящий на перекладине цилиндр (рис. 50, *б*)? Изобразите в тетради эти силы и их направления в каждом случае.

168. В каком случае (рис. 51) сила упругости, действующая на груз (грузы), будет наименьшей; наибольшей? Почему?

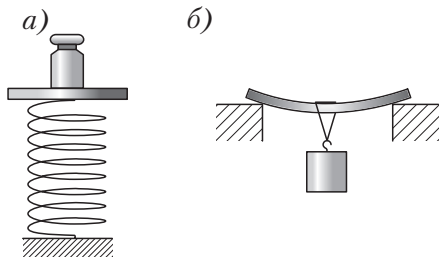


Рис. 50

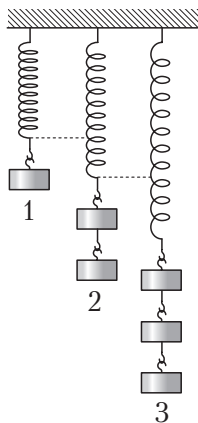


Рис. 51

169. Деревянный брусок стоит на столе (рис. 52). Как называются силы F_1 , F_2 , F_3 ? Будут ли равными их модули?

170. Под действием какой силы растянулась пружина (рис. 53, а)? Чем можно объяснить остановку груза? К какому из тел приложена действующая на груз сила тяжести? Вес груза?

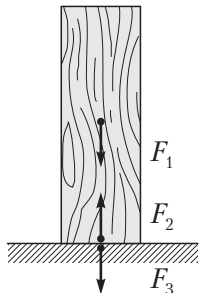


Рис. 52

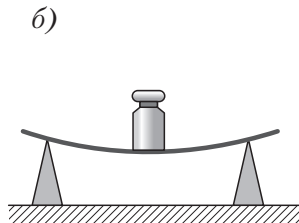
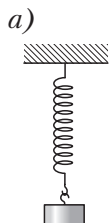


Рис. 53

171. На рисунке 53, а и б изображены груз, висящий на пружине, и гиря, стоящая на доске. Изобразите в тетради силы тяжести, действующие на груз и гирю, и вес груза и гири. В чем сходство и различие этих сил?

172. На столе стоит чашка с чаем (рис. 54). Изобразите стрелками указанные силы: а) тяжести; б) упругости; в) вес чашки.



Рис. 54

173. На заправочной станции водитель добавил в бензобак своего автомобиля $V = 30$ л бензина. На сколько изменились масса и вес автомобиля?

174. При взвешивании винограда на рычажных весах шкала весов показала $m = 3,0$ кг. Что покажет шкала пружинных весов (динамометра) при взвешивании того же винограда?

***175.** Человек находится в лифте высотного здания. Изменятся ли в начале подъема лифта:

- а) масса человека;
- б) сила тяжести, действующая на него;
- в) вес человека;
- г) сила реакции пола?

***176.** Действует ли сила тяжести на космонавта, находящегося на орбите?

***177.** Будет ли одинаков результат при взвешивании одного и того же тела на рычажных весах у подножия высокой горы и на ее вершине? Одинаков ли вес тела в этих двух местах?

***178.** На чувствительных пружинных весах взвесили тело A у подножия высокой горы, а тело B на тех же весах — на ее вершине. Показания весов оказались одинаковыми. Сравните массы тел.

179. (э) Подвесьте к резиновому шнуру груз и резко опустите его вниз. Изменяется ли при этом движении вес груза? Почему?

180. (э) Имеются алюминиевый и стальной бруски равных объемов. Определите, масса какого бруска и во сколько раз больше. Ответ проверьте с помощью весов. Вес какого бруска и во сколько раз больше? Сделайте вывод.

181. (э) Используя мензурку с водой, определите, какая из ложек, алюминиевая или стальная, имеет меньший вес и во сколько раз.

Единицы силы. Измерение силы. Динамометр. Сложение сил. Равнодействующая сила

Вопросы для самоконтроля

- *Что значит измерить какую-либо силу?*
- *Какие вы знаете единицы силы? Какое между ними соотношение?*
- *Как найти равнодействующую двух сил, направленных вдоль прямой: а) в одном направлении; б) в противоположных направлениях? Как будет направлена равнодействующая сила в каждом случае?*
- *Чему равна равнодействующая двух противоположно направленных и равных по модулю сил?*
- *Как движется тело, если равнодействующая сил, действующих на него, равна нулю?*
- *Как, зная массу тела, рассчитать действующую на него силу тяжести?*
- *Как найти вес покоящегося тела? Всегда ли численные значения силы тяжести и веса тела совпадают?*

Примеры решения задач

Пример 1. Во время движения на автомобиль, сила тяги двигателя которого $F_{\text{тяги}} = 1,6$ кН, действует горизонтально направленная сила сопротивления движению $F_{\text{сопр}} = 1,0$ кН. Определите равнодействующую сил, действующих на автомобиль.

Решение. Изобразим силы, действующие на автомобиль при его движении (рис. 55). Сила сопротивления движению автомобиля направлена в сторону, противоположную направлению движения автомобиля.

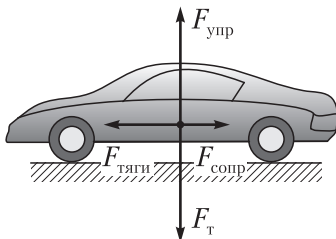


Рис. 55

Как известно, если на тело действуют силы, направленные вдоль одной прямой в противоположные стороны, то их равнодействующая равна разности этих сил. Таким образом, равнодействующая сил, действующих на автомобиль, совпадает с направлением его движения и равна:

$$F_p = F_{\text{тяги}} - F_{\text{сопр}} = 1,6 \text{ кН} - 1,0 \text{ кН} = 0,6 \text{ кН}.$$

Дано:

$$F_{\text{тяги}} = 1,6 \text{ кН}$$

$$F_{\text{сопр}} = 1,0 \text{ кН}$$

$$F_p = ?$$

Решение

$$F_{\text{упр}} = -F_{\text{т}}, \quad F_p = F_{\text{тяги}} - F_{\text{сопр}}$$

$$F_p = 1,6 \text{ кН} - 1,0 \text{ кН} = 0,6 \text{ кН}.$$

Ответ: $F_p = 0,6 \text{ кН}$.

Пример 2. Можно ли измерить динамометром, изображенным на рисунке 56, *a*, вес стального однородного цилиндра, объем которого $V = 75 \text{ см}^3$?

Из рисунка 56, *a* видно, что верхний предел измерения динамометра $F_{\text{пр}} = 4,0 \text{ Н}$. Следовательно, данным динамометром можно пользоваться, если вес тела не превышает

4,0 Н. Для ответа на вопрос задачи требуется вычислить вес стального цилиндра.

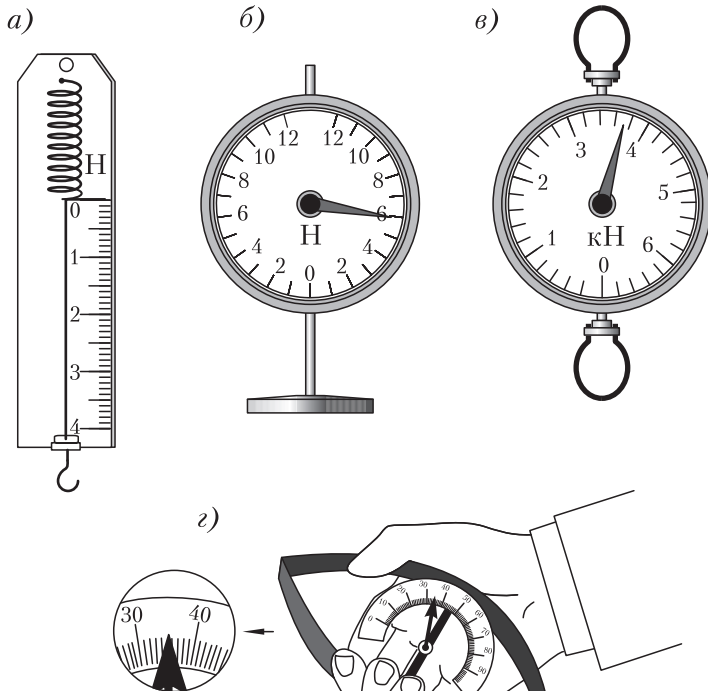


Рис. 56

Дано:

$$V = 75 \text{ см}^3 = \frac{75 \text{ м}^3}{10^6}$$

$$\rho_{\text{ст}} = 7800 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$F_{\text{пр}} = 4,0 \text{ Н}$$

$$g = 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}$$

$$P = ?$$

Решение

$$P = gt,$$

$$m = \rho V,$$

$$P = g\rho V,$$

$$P = 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \cdot 7800 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot \frac{75 \text{ м}^3}{10^6} = 5,9 \text{ Н}.$$

Ответ: данным динамометром измерить вес цилиндра нельзя.

182. На рисунке 56 изображены: лабораторный динамометр (*а*), демонстрационный динамометр (*б*), динамометр, предназначенный для измерения больших сил (*в*), силомер (*г*). Определите цену деления и показание каждого из динамометров. Какие максимальные силы можно измерить этими динамометрами?

183. На брусок, лежащий на столе, действовали силой $F = 60$ Н, направленной вертикально вниз. Изобразите в тетради стрелкой эту силу (масштаб: 1 клетка — 10 Н).

184. Изобразите в тетради стрелками силы $F_1 = 3$ кН и $F_2 = 6$ кН, приложенные к одной точке тела и действующие под углом 90° друг к другу (масштаб: 1 клетка — 500 Н).

185. Одна из двух одинаково направленных сил $F_1 = 4$ Н. Какой будет вторая сила, если их равнодействующая $F_p = 7$ Н?

186. Одна из двух горизонтально направленных сил, действующих на тело, $F_1 = 6$ Н. Равнодействующая этих сил $F_p = 9$ Н. Какое численное значение может иметь другая сила? Как она должна быть направлена?

187. На тело в горизонтальном направлении действуют две силы $F_1 = 3$ Н и $F_2 = 6$ Н. Изобразите эти силы в выбранном вами масштабе. Какой может быть равнодействующая этих сил?

***188.** Может ли тело двигаться вверх, если равнодействующая сил, действующих на тело, направлена вниз? Приведите примеры.

189. Определите равнодействующую сил $F_1 = 7$ Н и $F_2 = 9$ Н, приложенных к телу в точке *С* (рис. 57).



Рис. 57

190. Определите равнодействующую сил $F_1 = 3$ Н, $F_2 = 2$ Н и $F_3 = 7$ Н, приложенных к телу в точке A (рис. 58).

191. Определите равнодействующую сил $F_1 = 4$ Н, $F_2 = 2$ Н и $F_3 = 6$ Н, приложенных к телу в точке B (рис. 59).

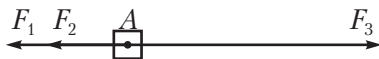


Рис. 58

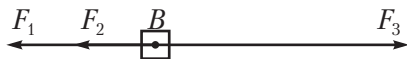


Рис. 59

192. На брусок, лежащий на неподвижной поверхности стола, подействовали силами $F_1 = 30$ Н и $F_2 = 50$ Н, направленными вдоль одной прямой. Изобразите в тетради в выбранном вами масштабе стрелками эти силы для случаев:

а) равнодействующая сил $F_p = 80$ Н;

б) равнодействующая сил $F_p = 20$ Н.

193. Двое рабочих перемещают грузеную тележку по рельсам. Первый рабочий тянет тележку, прикладывая силу $F_1 = 600$ Н, а второй — толкает сзади, действуя на нее силой $F_2 = 800$ Н. Изобразите эти силы в тетради, считая, что они направлены горизонтально, и найдите их равнодействующую.

194. Трактор при вспашке развивает силу тяги $F = 12$ кН. В каком случае трактор будет двигаться равномерно?

***195.** На тележку в горизонтальном направлении (рис. 60) действуют силы $F_1 = 0,6$ кН и $F_2 = 0,9$ кН. Определите равнодействующую этих сил. Будет ли изменяться скорость тележки?

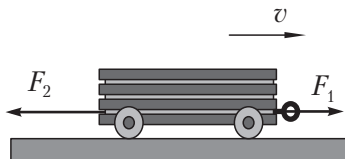


Рис. 60

196. Кабина лифта с пассажирами, на которую действует сила тяжести $F_1 = 4,0$ кН, поднимается из шахты на тросе, сила упругости которого $F_2 = 4,2$ кН. Определите равнодействующую этих сил и изобразите ее в тетради (масштаб: 1 клетка — 50 Н).

197. По данным таблицы постройте график зависимости силы тяжести от массы тела. Сделайте вывод. Определите по графику силу тяжести, действующую на тело массой $m = 15$ кг.

m , кг	10	20	30	40
F_T , Н	98	196	294	392

198. Определите цену деления и верхний предел измерения динамометра, представленного на рисунке 61. Чему равна сила тяжести, действующая на цилиндр, и его вес?

199. Определите цену деления и предел измерения динамометра, представленного на рисунке 62. Чему равен объем стального однородного цилиндра, подвешенного к динамометру? В данной и последующей задачах примите коэффициент $g = 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}$.

200. На пружине висит шар массой $m = 250$ г. Чему равны сила упругости и сила тяжести, действующие на шар? Изобразите их в тетради стрелками (масштаб: 1 клетка — 0,50 Н).

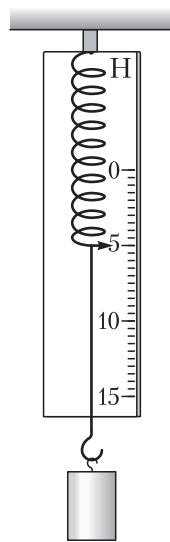


Рис. 61

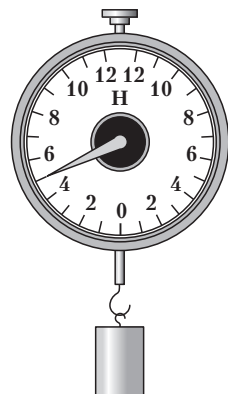


Рис. 62

201. Сила упругости, действующая на шар (рис. 63), $F_{\text{упр}} = 10$ Н. Определите вес шара.



Рис. 63

202. На доску положили мешок с цементом (рис. 64), вес которого $P = 500$ Н. Определите массу мешка с цементом. Чему равна сила упругости, возникающая при прогибе доски? Изобразите в тетради вес мешка с цементом, силу тяжести и силу упругости, действующие на него (масштаб: 1 клетка — 100 Н).

203. Определите вес однородной мраморной колонны, если ее объем $V = 6,40$ м³. Изобразите в тетради силу тяжести, действующую на колонну, и вес колонны (масштаб выберите самостоятельно).

204. Однородный бетонный блок в форме прямого параллелепипеда имеет размеры $40 \times 50 \times 200$ см. Определите силу тяжести, действующую на блок.

205. В корзине массой $m_1 = 400$ г находятся грибы, масса которых $m_2 = 2,4$ кг. Какую минимальную силу надо приложить, чтобы поднять эту корзину?

206. На графике представлена зависимость силы тяжести от массы тела на одной из планет Солнечной системы (рис. 65). Определите значение коэффициента g на этой планете. Как называется эта планета? (См.: Исаченкова Л. А., Киселева А. В. Физика. Краткий справочник. 7–11 классы. Минск: Аверсэв)



Рис. 64

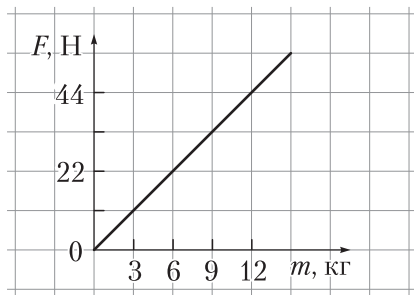


Рис. 65

207. Размеры однородного алюминиевого бруска, лежащего на столе, указаны на рисунке 66 (в мм). Определите силу реакции стола.

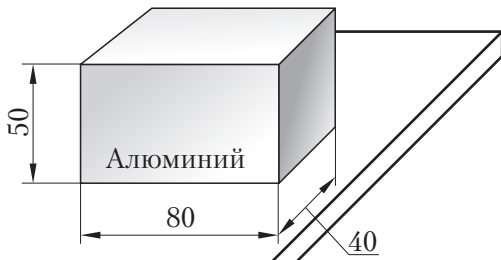


Рис. 66

208. Вертикально висящая пружина растянулась под действием двух прикрепленных к ней грузов, массы которых $m_1 = 250$ г и $m_2 = 450$ г. Определите вес груза, под действием которого пружина растянется на ту же длину.

209. С какой силой растянет резиновый шнур однородный медный кубик, длина ребра которого $a = 3,0$ см?

210. По экспериментальным данным, представленным в таблице, постройте график зависимости изменения длины Δl пружины от деформирующей силы F . Сделайте вывод. По графику определите изменение длины пружины при действии на нее деформирующей силы $F = 2,5$ Н.

F , Н	1,0	2,0	3,0	4,0
Δl , м	0,02	0,04	0,06	0,08

211. Изменение длины упругой пружины $\Delta l_1 = 8,0$ см возникает под действием деформирующей силы $F_1 = 4,0$ Н. На сколько изменится длина этой пружины под действием деформирующей силы $F_2 = 1,0$ Н?

212. Одна гиря, висящая на упругой пружине, увеличивает ее длину на $\Delta l_1 = 0,50$ см. Каким будет удлинение этой пружины, если к ней подвесить четыре таких гири?

213. На рисунке 67 изображены подвешенный к динамометру латунный цилиндр и мензурка с водой. Чему равен вес цилиндра, его масса и объем? До какого уровня поднимется вода в мензурке, если в нее опустить цилиндр?

214. По данным рисунка 68 определите плотность вещества однородного бруска. Размеры бруска даны в миллиметрах.

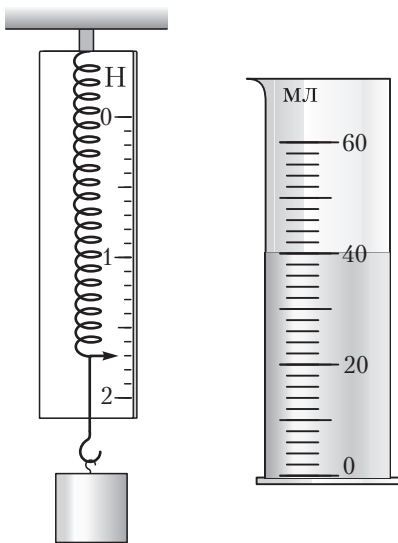


Рис. 67

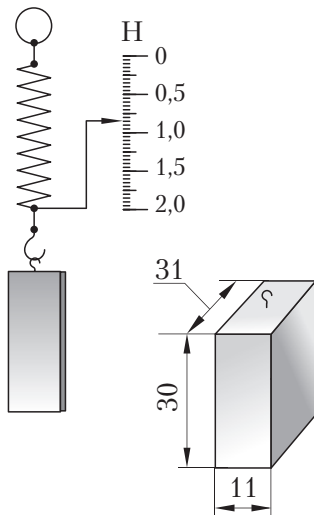


Рис. 68

215. (э) Резиновый шнур с петлями на концах натянут между двумя гвоздями (крючками). Предложите способ определения силы упругости, возникающей в шнуре при его деформации.

216. (э) Используя набор нитей разной прочности, бытовые пружинные весы с крючком (безмен), определите прочность нити, т. е. максимальную деформирующую силу, которую выдерживает нить не разрываясь.

217. (э) Соберите установку, изображенную на рисунке 69. Используя набор грузов, определите удлинения данной пружины под действием сил $F_1 = 2$ Н, $F_2 = 4$ Н, $F_3 = 6$ Н. Сделайте вывод.

218. (э) Используя штатив, динамометр и линейку, определите силу, которую надо приложить к пружине динамометра, чтобы растянуть ее на $\Delta l = 4$ см.

219. (э) Тонкий цилиндрический стакан наполнен водой. Используя линейку и миллиметровую бумагу, определите вес воды.

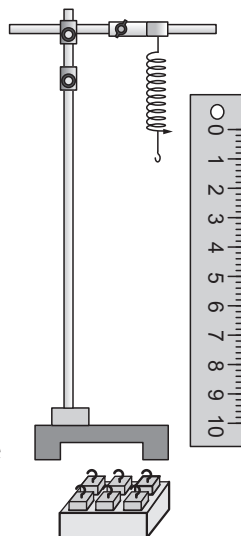


Рис. 69

12

Трение. Сила трения

Вопросы для самоконтроля

- Назовите причины возникновения трения.
- Как измерить силу трения скольжения?
- От чего зависит сила трения скольжения?
- Какая сила удерживает тело на наклонной плоскости?
- Какие существуют способы уменьшения трения? Увеличения трения?

220. Раскройте физический смысл пословицы «Пошло дело, как по маслу».

221. Почему кусок мыла трудно удержать мокрыми руками?

222. Почему шелковый шнурок развязывается быстрее хлопчатобумажного?

223. Как правило, ступеньки лестниц, подножек трамвая, поезда и т. п. не гладкие, а имеют рельефные выступы. Почему?

224. Грузовик с прицепом должен перевезти тяжелый груз. Куда его следует поместить: в кузов автомашины или на прицеп? Почему?

225. Брусок равномерно перемещают вправо по горизонтальной поверхности (рис. 70). Определите силу трения, действующую на брусок. Как направлена сила трения относительно бруска?

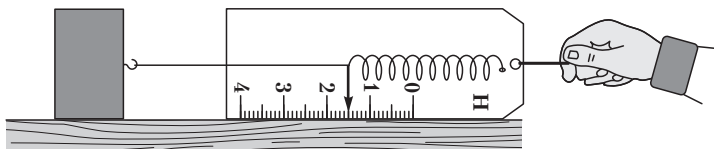


Рис. 70

226. Зависимость силы трения, действующей на санки, от времени показана на рисунке 71. Сделайте предположение о причинах изменения силы трения. Как вела себя сила трения на участке 1–2? Чему равна максимальная сила упругости веревки, действующей на равномерно движущиеся санки?

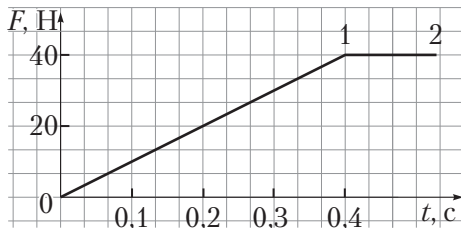


Рис. 71

227. Парашютист с парашютом (рис. 72) общей массой $m = 80$ кг при раскрытом парашюте спускается с постоянной скоростью. Определите силу сопротивления воздуха при этом движении. Чему равна в данном случае равнодействующая сил, действующих на парашютиста?

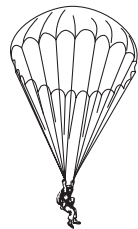


Рис. 72

228. Яхта движется с постоянной скоростью. На рисунке 73 изображена сила F_B действия ветра на яхту. Определите и изобразите силу сопротивления воды, действующей на яхту.

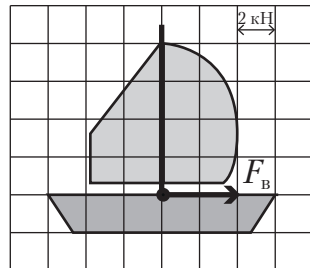


Рис. 73

229. Автобус равномерно движется по горизонтальному участку дороги. Какие силы действуют на автобус? Какие из них компенсируют друг друга?

230. Какой вид трения имеет место при катании на:

- а) коньках;
- б) роликах?

231. Легковой автомобиль массой $m = 500$ кг движется по прямолинейному участку шоссе с постоянной скоростью. Силы, действующие на автомобиль, показаны на рисунке 74. Назовите все силы и определите их модули. Чему равна равнодействующая всех сил, действующих на автомобиль?

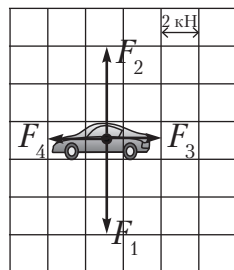


Рис. 74

232. При равномерном перемещении груза на тележке сила тяги равна $F_1 = 25$ Н, а на саночках — $F_2 = 50$ Н. Во сколько раз отличаются силы трения, действующие в обоих случаях? Почему? Как называются эти силы трения?

233. На железнодорожный состав в момент начала движения действует сила упругости $F_{\text{упр}} = 480$ кН со стороны электровоза и сила трения $F_{\text{тр}} = 160$ кН со стороны железнодорожного полотна. Чему равна равнодействующая сил упругости и трения и как она направлена?

234. Перемещать закупоренную бочку можно двумя способами: скольжением (рис. 75, а) или качением (рис. 75, б). Будет ли одинакова сила трения в обоих случаях? Почему?

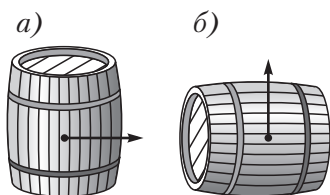


Рис. 75

235. Как направлена сила трения скольжения в каждом случае (рис. 76, а, б, в)?

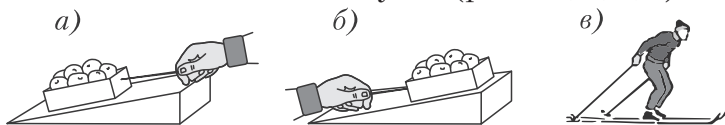


Рис. 76

13

Давление. Единицы давления

Вопросы для самоконтроля

- Сформулируйте определение физической величины «давление».
- Назовите единицы давления.
- Запишите формулу для расчета давления и назовите единицы физических величин, входящих в нее.
- Как можно увеличить давление? Уменьшить?

Примеры решения задач

Пример 1. При каком положении бруска (рис. 77) его давление на горизонтальную поверхность стола будет наибольшим?

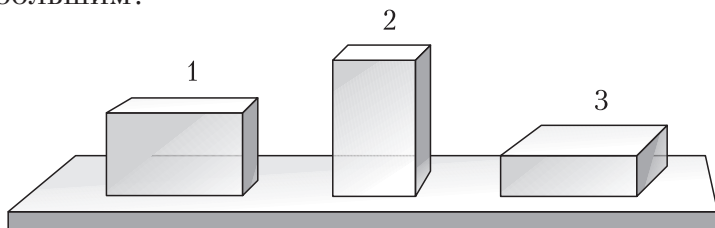


Рис. 77

Решение. Сила давления бруска на горизонтальную поверхность стола, равная его весу, во всех трех случаях одинакова. Поэтому давление на поверхность стола

$p = \frac{F_{\text{давл}}}{S}$ возрастает при уменьшении площади опоры.

Площадь опоры наименьшая в положении 2. Следовательно, давление бруска на горизонтальную поверхность стола в этом положении наибольшее.

Ответ: давление бруска на горизонтальную поверхность стола будет наибольшим в положении 2.

Пример 2. Девочка массой $m = 45$ кг стоит на лыжах общей массой $m_1 = 5$ кг на заснеженной горизонтальной поверхности. Длина каждой лыжи $l = 1,5$ м, ширина $a = 10$ см. Какое давление оказывает девочка на снег? Коэффициент g принять равным $10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}$.

Решение. Давление девочки на снег можно вычислить по формуле $p = \frac{F_{\text{давл}}}{S}$.

В данном случае сила давления равна весу девочки и лыж. Вес девочки и лыж равен силе тяжести, действу-

ющей на девочку и лыжи. Следовательно, $F_{\text{давл}} = gm + gm_1$.
С учетом этого получим

$$F_{\text{давл}} = 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \cdot (45 \text{ кг} + 5 \text{ кг}) = 500 \text{ Н}.$$

Найдем площадь опоры лыж, как площадь двух одинаковых прямоугольников: $S = 2al$,

$$S = 2 \cdot 0,1 \text{ м} \cdot 1,5 \text{ м} = 0,3 \text{ м}^2.$$

Вычислим давление на снег:

$$p = \frac{500 \text{ Н}}{0,3 \text{ м}^2} = 1667 \text{ Па} = 1,7 \text{ кПа}.$$

Запишем решение в стандартном виде.

Дано:

$$m = 45 \text{ кг}$$

$$m_1 = 5 \text{ кг}$$

$$l = 1,5 \text{ м}$$

$$a = 10 \text{ см} = 0,1 \text{ м}$$

$$p - ?$$

Решение

$$p = \frac{F_{\text{давл}}}{S}, F_{\text{давл}} = gm + gm_1, S = 2al,$$

$$S = 2 \cdot 0,1 \text{ м} \cdot 1,5 \text{ м} = 0,3 \text{ м}^2,$$

$$F_{\text{давл}} = 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \cdot (45 \text{ кг} + 5 \text{ кг}) = 500 \text{ Н},$$

$$p = \frac{500 \text{ Н}}{0,3 \text{ м}^2} = 1667 \text{ Па} = 1,7 \text{ кПа}.$$

Ответ: $p = 1,7 \text{ кПа}$.

236. Одинаковое ли давление оказывают кирпичи на стол в случаях 1, 2, 3 (рис. 78)?

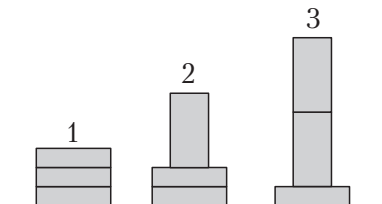


Рис. 78

237. В ящике с песком находятся два одинаковых столика, ножками которых являются четыре гвоздя (рис. 79).

На оба столика поставили одинаковые гири. Почему глубина погружения ножек в песок различна?

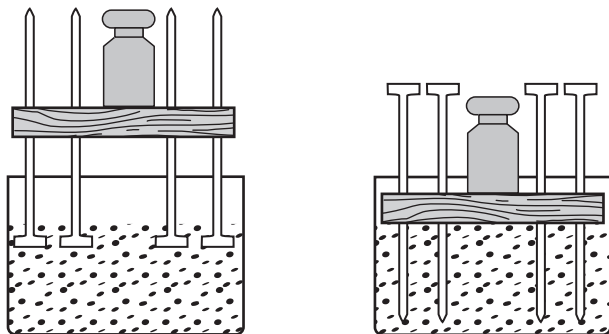


Рис. 79

238. Одинаковое ли давление оказывают кирпичи на стол в случаях 1, 2 (рис. 80)? Одинаковы ли силы давления в обоих случаях?

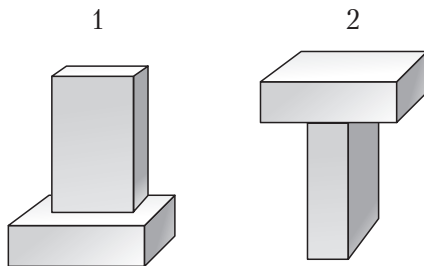


Рис. 80

239. Трактор оказывает на почву примерно такое же давление, как и человек. Почему человек может стоять на кирпиче, в то время как трактор этот кирпич раздавит?

240. Масса одного из тел в пять раз больше массы другого. Могут ли эти тела оказывать одинаковые давления на поверхность стола? Если да, то в каком случае?

241. Почему у тяжелых грузовиков широкие колеса? Что бы произошло, если бы колеса грузовика были узкими?

242. Почему железнодорожные рельсы крепятся на широких шпалах?

243. Зависит ли давление, которое оказывает на дорогу автомобиль, от того, как сильно накачаны его колеса?

244. Почему при движении автомобиля по песку рекомендуется выпустить из шин часть воздуха?

245. Почему не разрешено движение гусеничных тракторов по асфальту?

***246.** Почему лоси могут сравнительно легко передвигаться по топкому болоту, а другие животные вязнут в нем?

247. Почему режущие и колющие инструменты оказывают на тела очень большое давление?

248. Объясните назначение наперстка, надеваемого на палец при шитье иглой.

***249.** Как изменится давление грузовика на дорогу после его разгрузки (рис. 81)?

250. Гвоздь или болт создает большее давление на доску, если по ним ударить молотком (рис. 82) с одинаковой силой?



Рис. 81

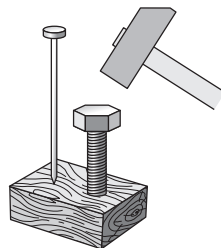


Рис. 82

251. Лыжник оказывает на снег малое давление. Почему же тогда ломаются сухие ветки, если они попадают под лыжи?

252. Дачник перемещает четырехколесную тележку, нагруженную песком общей массой $m = 160$ кг. Опреде-

лите, какое давление оказывает тележка на поверхность Земли, если площадь соприкосновения каждого ее колеса с грунтом $S = 10 \text{ см}^2$.

253. Сила давления $F_1 = 200 \text{ Н}$ действует на поверхность площадью $S_1 = 0,40 \text{ м}^2$, а сила давления $F_2 = 120 \text{ Н}$ — на поверхность площадью $S_2 = 0,20 \text{ м}^2$. Определите, какая из сил создает большее давление и во сколько раз.

254. Определите давление, которое создает шило при действии на деревянный брусок силой $F = 100 \text{ Н}$. Площадь острия шила $S = 0,040 \text{ мм}^2$.

255. Человек нажимает ногой на лопату с силой $F = 600 \text{ Н}$. Какое давление оказывает лопата на почву, если ширина ее лезвия $l = 20 \text{ см}$, а толщина режущего края $h = 0,50 \text{ мм}$?

256. Можете ли вы, используя гвоздь, создать давление $p = 1,0 \cdot 10^5 \text{ кПа}$? Рассчитайте, какую силу для этого надо приложить к шляпке гвоздя, если площадь острия $S = 0,10 \text{ мм}^2$.

257. На горизонтальном полу стоит мальчик массой $m = 45 \text{ кг}$. Определите давление мальчика на пол, если площадь подошвы его ботинка $S = 150 \text{ см}^2$.

258. Определите силу, с которой оса вонзает свое жало в кожу человека, если площадь острия жала $S = 3 \cdot 10^{-12} \text{ см}^2$, а производимое жалом давление $p = 3 \cdot 10^{10} \text{ Па}$.

259. Брусок массой $m = 1,0 \text{ кг}$ оказывает на горизонтальную подставку давление $p = 200 \text{ Па}$. Определите площадь соприкосновения бруска с подставкой.

260. Гранитная плита, объем которой $V = 4,0 \text{ м}^3$, а площадь основания $S = 8,0 \text{ м}^2$, оказывает на грунт давление $p = 13 \text{ кПа}$. Определите плотность гранита.

261. Какое давление на горизонтальную поверхность оказывает однородный алюминиевый куб, длина ребра которого $l = 0,12 \text{ м}$?

262. Однородные алюминиевый и медный цилиндры имеют одинаковые диаметры и оказывают на поверхность стола одинаковые давления. Определите высоту медного цилиндра, если высота алюминиевого $h_1 = 10$ см.

***263.** Стоя на поверхности Луны, американский астронавт оказывал на лунный грунт давление $p = 3,56$ кПа. Определите массу астронавта (со снаряжением), если от его ботинок остались следы, площадь каждого из которых $S = 410$ см².

264. Штангист массой $m = 70$ кг, удерживая поднятую штангу, оказывает на пол давление $p = 50$ кПа. Определите массу поднятой штанги, если площадь соприкосновения каждой ноги штангиста с полом $S = 150$ см².

265. Турист, общая площадь подошв обуви которого $S = 300$ см², несет на спине рюкзак массой $m = 10$ кг. Определите массу туриста, если, находясь в состоянии покоя, он создает на поверхность давление $p = 25$ кПа.

266. Какое из транспортных средств глубже погрузится в песок: танк с общей площадью гусениц $S_1 = 1,6$ м² и массой $m_1 = 8$ т или трактор с площадью гусениц $S_2 = 1,2$ м² и массой $m_2 = 6$ т?

267. Во сколько раз изменится давление лыжника на снег, если он снимет лыжи размером $200 \times 6,0$ см каждая? Площадь подошв каждого ботинка $S = 2,5$ дм². Массу лыж не учитывать.

268. Лыжник, общая площадь подошв обуви которого $S = 450$ см², массой $m_1 = 70,0$ кг с рюкзаком массой $m_2 = 20,0$ кг стоит на снегу на лыжах длиной $l = 1,80$ м и шириной $a = 8,00$ см каждая. Определите, на сколько возрастет давление лыжника на снег, если он снимет лыжи и рюкзак. Массу лыж не учитывать.

269. Лед выдерживает максимальное давление $p = 15,0$ кПа. Определите, какой должна быть минимальная

площадь каждой подошвы обуви рыбака массой $m = 75,0$ кг, чтобы он мог пройти по этому льду.

270. Площадь соприкосновения каждого колеса груженого двухосного прицепа общей массой $m = 2500$ кг с дорогой $S = 125$ см². Определите давление, оказываемое прицепом на дорогу.

271. Опорная поверхность одной гусеницы трактора $S = 4000$ см², а давление, оказываемое им на почву, $p = 1 \cdot 10^4$ Па. Определите массу трактора.

272. Легковой автомобиль, площадь соприкосновения каждой из четырех шин которого с горизонтальным покрытием дороги $S = 80,0$ см², оказывает на дорогу давление $p = 350$ кПа. Определите вес автомобиля.

273. Четырехосный железнодорожный вагон оказывает на рельсы давление $p = 100$ МПа. Площадь соприкосновения каждого колеса с рельсом $S = 8,4$ см². Определите массу вагона.

274. Останкинская башня, масса которой $m = 8,2 \cdot 10^4$ т, покоится на фундаменте на десяти опорах. Определите площадь каждой из опор, если давление, оказываемое башней на фундамент, $p = 6,8$ МПа.

275. Определите давление, оказываемое на фундамент кирпичной стеной, высота которой $h = 2,5$ м.

276. Определите длину ребра однородного кубика массой $m = 40$ г, если давление, создаваемое им на горизонтальную плоскость стола, $p = 1,0$ кПа.

277. Однородный кубик с длиной ребра $l = 10$ см оказывает на поверхность стола давление $p = 8,9$ кПа. Определите массу кубика.

278. Один литературный герой, закаляя свою волю, спал на доске, утыканной гвоздями (остриями вверх). Оцените, из скольких гвоздей должно было состоять

«ложе» героя, считая, что его масса $m = 70$ кг, а площадь острия гвоздя $S = 0,20$ мм². Кожа человека может выдерживать давление $p = 1,0$ МПа.

279. Штормовой ветер силой 10 баллов создает давление на преграду $p = 1,0$ кПа. Определите силу давления на стену дома высотой $h = 5,0$ м и длиной $l = 10$ м, если ветер дует перпендикулярно стене.

280. В ручном прессе к концу рукоятки (рис. 83) приложена сила F . Определите создаваемое поршнем давление, если площадь поршня $S = 20$ см², а сила, с которой поршень действует на прессуемое тело, $F_1 = 400$ Н.

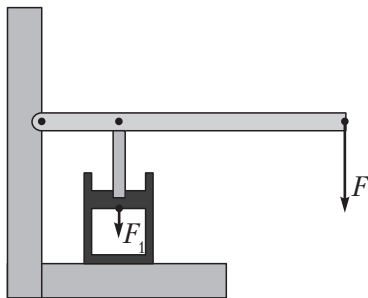


Рис. 83

281. (э) Определите давление, создаваемое вашим собственным телом на поверхность пола, когда вы, находясь в состоянии покоя:

- а) стоите на обеих ногах;
- б) стоите на одной ноге.

282. (э) Имея в распоряжении деревянный брусок в форме правильного параллелепипеда, определите давление, производимое им на поверхность стола в различных положениях.

283. (э) Определите, во сколько раз давление табурета на пол больше, когда он стоит на ножках, чем давление, оказываемое табуретом, когда он лежит вверх ножками.

284. (э) Имеются два одинаковых по массе, размерам и плотности бруска. Меняя взаимное расположение брусков шестью способами, найдите их давление на поверхность стола.

285. (э) Определите, во сколько раз и как изменится давление на пол, если вы будете стоять сначала непосредственно на полу, а потом встанете на доску, лежащую на полу. Вес доски не учитывайте.

14

Передача давления газами и жидкостями. Закон Паскаля. Давление жидкости, обусловленное ее весом

Вопросы для самоконтроля

- *Чем обусловлено давление газа и как его изменить?*
- *Как передают давление жидкости и газы?*
- *Сформулируйте закон Паскаля. Почему закон Паскаля не выполняется для твердых тел?*
- *От каких величин и как зависит гидростатическое давление?*
- *Как рассчитать давление жидкости на стенки сосуда?*

Примеры решения задач

Пример 1. В первый из трех сосудов (рис. 84) налита вода $\left(\rho_1 = 1,0 \frac{\text{г}}{\text{см}^3} \right)$, во второй до того же уровня — глице-

рин $\left(\rho_2 = 1,2 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}\right)$ и в третий — спирт $\left(\rho_3 = 0,80 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}\right)$.

В каком из сосудов гидростатическое давление на дно наименьшее?

Решение. Гидростатическое давление жидкости на дно сосуда не зависит от формы сосуда, но зависит от высоты столба жидкости и ее плотности. Его можно вычислить по формуле $p = \rho gh$, где h — высота столба жидкости в сосуде. По условию задачи высоты жидкостей во всех сосудах одинаковые, но плотность спирта меньше плотности воды и плотности глицерина. Следовательно, гидростатическое давление на дно наименьшее в сосуде со спиртом.

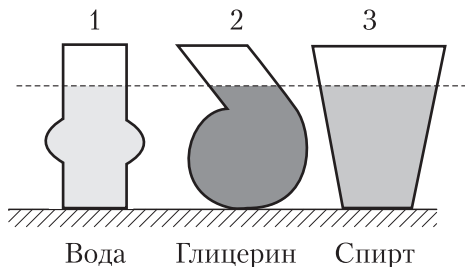


Рис. 84

Ответ: гидростатическое давление на дно наименьшее в сосуде со спиртом.

Пример 2. В цилиндрический сосуд с водой опустили шар объемом $V_{\text{ш}} = 90 \text{ см}^3$, висящий на тонкой нити, второй конец которой закреплен в штативе (рис. 85). Определите, на сколько возросло гидростатическое давление на дно сосуда, если его площадь $S = 30 \text{ см}^2$.

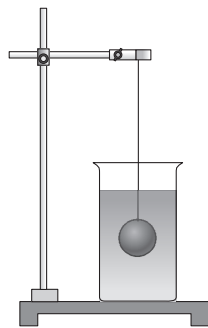


Рис. 85

Решение. Гидростатическое давление жидкости на дно сосуда увеличится, поскольку при погружении шара в воду увеличится высота столба жидкости. Гидростатическое давление на дно до погружения шара $p_1 = \rho g h_1$, а после погружения — $p_2 = \rho g h_2 = \rho g (h_1 + \Delta h)$. Следовательно, давление воды на дно сосуда возросло на $\Delta p = p_2 - p_1 = \rho g \Delta h$. Объем поднявшейся над исходным уровнем воды $V = S \Delta h$ равен объему шара.

$$\text{Откуда } \Delta h = \frac{V_{\text{ш}}}{S}, \Delta h = \frac{90 \text{ см}^3}{30 \text{ см}^2} = 3,0 \text{ см} = 0,030 \text{ м}.$$

$$\text{Тогда } \Delta p = 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \cdot 1,0 \cdot 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 0,030 \text{ м} = 3,0 \cdot 10^2 \text{ Па}.$$

Запишем решение в стандартном виде.

Дано:

$$V_{\text{ш}} = 90 \text{ см}^3$$

$$S = 30 \text{ см}^2$$

$$\rho = 1,0 \cdot 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$\Delta p - ?$$

Решение

$$\Delta p = p_2 - p_1 = \rho g \Delta h,$$

$$\Delta h = \frac{V_{\text{ш}}}{S},$$

$$\Delta h = \frac{90 \text{ см}^3}{30 \text{ см}^2} = 3,0 \text{ см} = 0,030 \text{ м},$$

$$\Delta p = 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \cdot 1,0 \cdot 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 0,030 \text{ м} = 3,0 \cdot 10^2 \text{ Па}.$$

Ответ: давление на дно сосуда возросло на $\Delta p = 3,0 \cdot 10^2 \text{ Па}$.

Пример 3. Ширина шлюза $a = 12 \text{ м}$. Шлюз заполнен водой на глубину $h = 5,0 \text{ м}$. Определите силу давления воды на ворота шлюза.

Решение. Гидростатическое давление жидкости на стенку сосуда зависит от высоты столба жидкости и ее плотности. На глубине h его можно вычислить по формуле $p = \rho g h$. Сила давления воды на вертикальную поверх-

ность ворот шлюза $F = \langle p \rangle S$, где $\langle p \rangle$ — среднее значение гидростатического давления воды на ворота шлюза. Поскольку в точках ворот, расположенных у поверхности воды, $p_1 = 0$, а в точках ворот, находящихся у дна шлюза,

$$p_2 = \rho gh, \text{ то } \langle p \rangle = \frac{p_1 + p_2}{2} = \frac{\rho gh}{2}.$$

Запишем решение в стандартном виде.

Дано:

$$a = 12 \text{ м}$$

$$h = 5,0 \text{ м}$$

$$\rho = 1,0 \cdot 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$F - ?$$

Решение

$$F = \langle p \rangle S,$$

$$\langle p \rangle = \frac{p_1 + p_2}{2} = \frac{\rho gh}{2},$$

$$S = ah, \quad S = 12 \text{ м} \cdot 5 \text{ м} = 60 \text{ м}^2,$$

$$\langle p \rangle = 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \cdot 1,0 \cdot 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot \frac{5,0}{2} \text{ м} = 25\,000 \text{ Па},$$

$$F = 25\,000 \text{ Па} \cdot 60 \text{ м}^2 = 1\,500\,000 \text{ Н} = 1,5 \text{ МН}.$$

Ответ: $F = 1,5 \text{ МН}$.

286. Массы газа в двух герметично закрытых баллонах, вместимости которых одинаковые, равны. Один из этих баллонов находится в теплом помещении, другой — в холодном. В каком из баллонов давление газа больше? Почему?

287. Объясните, почему мыльные пузыри имеют сферическую форму.

288. Галилео Галилей заметил интересный феномен: если ударить деревянным бруском по пробке пустой стеклянной бутылки, она не разобьется. Но если бутылку наполнить водой, закрыть ее пробкой, а затем ударить по пробке с такой же силой, то бутылка разобьется. Объясните этот феномен.

289. Нижние отверстия одинаковых стеклянных трубок затянуты тонкой резиновой пленкой (рис. 86, а, б, в). В какой трубке плотность жидкости наибольшая? Наименьшая? Объемы жидкостей одинаковы.

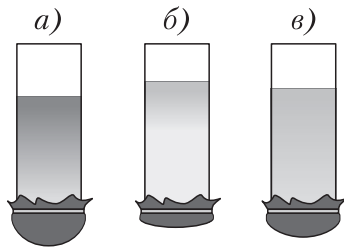


Рис. 86

290. В точках *A, B, D, C, E, F* сосуда проделаны отверстия (рис. 87). Из каких отверстий вода будет вытекать под наибольшим давлением? Под наименьшим давлением? Из каких отверстий она будет вытекать под одинаковыми давлениями?

291. В начальном состоянии поршень в цилиндре находился в положении *A* (рис. 88). Цилиндр поместили под колокол воздушного насоса и откачали из-под колокола часть воздуха. Поршень при этом переместился и занял положение *B*. Чем можно объяснить перемещение поршня?

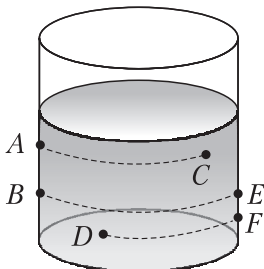


Рис. 87

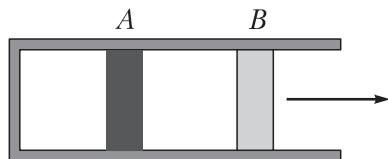


Рис. 88

292. Если опустить горлышко открытой колбы в воду и нагревать колбу руками, то из нее будут выходить пузырьки воздуха. Объясните это явление.

293. Число молекул газа, находящихся в герметично закрытом баллоне, при нагревании не изменяется. Почему же увеличивается давление газа на стенки сосуда?

294. В каком случае давление воздуха в камере автомобильной шины будет больше: когда стоишь на ней или когда лежишь?

295. При откачке воздуха из-под колокола вакуумного насоса завязанный шарик, в котором находится небольшое количество воздуха, раздувается (рис. 89). Как изменяется давление воздуха внутри шарика? Почему?

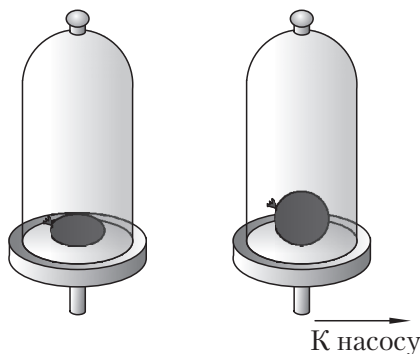


Рис. 89

296. Почему во время ледохода для разрушения на реках ледяных заторов взрывчатку помещают в воду под лед, а не на лед?

297. Если выстрелить в яйцо, сваренное вкрутую, пуля проделает в нем ровное отверстие, а если выстрелить в сырое яйцо, оно разобьется вдребезги. Почему?

298. Почему взрыв снаряда под водой губителен для живущих в воде организмов?

***299.** Может ли сила давления жидкости на дно быть больше или меньше веса жидкости, налитой в сосуд? Если да, то в каких случаях это возможно?

300. В полиэтиленовый пакет налита вода (рис. 90). Что показывают динамометры: давление или силы, действующие на столики динамометров? Каково показание

правого динамометра? Будут ли изменяться показания динамометров, если воду в пакет доливать (выливать)?

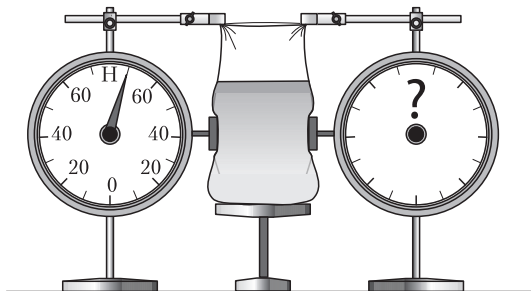


Рис. 90

301. На рисунке 91 показано, что сжатый газ поднимает поршень с гирей. Объясните это явление.

302. В узкой запаянной с обоих концов трубке, подвешенной на нити, воздух разделен капелькой ртути (рис. 92). Одинаковы ли давления воздуха в верхней и нижней частях трубки?

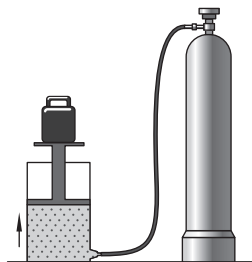


Рис. 91

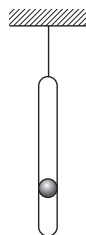


Рис. 92

303. В одном из цилиндрических стаканов находится деревянный цилиндр, а во втором вода (рис. 93). Чем отличается передача давления, создаваемого гирей, в случаях, показанных на рисунке?

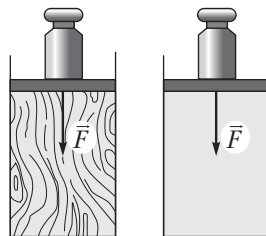


Рис. 93

304. Объясните принцип действия фонтана, изображенного на рисунке 94.

305. В два одинаковых стакана (рис. 95) налит одинаковый объем воды. Один стакан стоит на столе, а другой падает вниз. Будут ли одинаковыми гидростатические давления воды на дно стаканов?

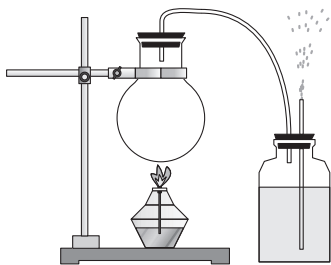


Рис. 94

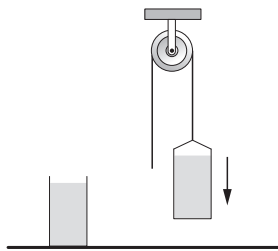


Рис. 95

306. В цилиндрический сосуд, частично заполненный водой, опустили на дно стальной брусок. Изменилось ли давление воды на дно сосуда?

307. Будет ли одинаковым давление воды на дно в двух стаканах (рис. 96), если воду в одном из них нагревать? Стаканы и масса воды в них одинаковые.

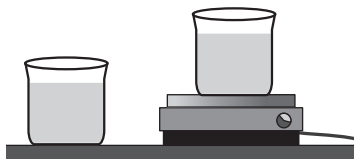


Рис. 96

308. Сосуды с различными жидкостями имеют равные площади дна (рис. 97). В каком из них гидростатическое давление жидкости на дно наименьшее, а в каком — наибольшее?

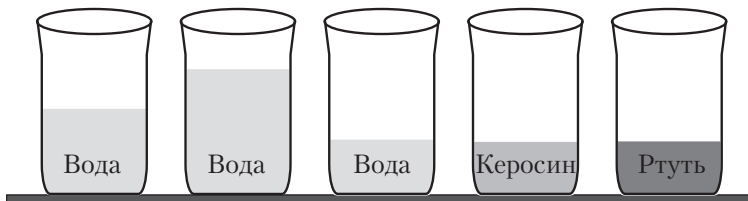


Рис. 97

309. На какой глубине находится батискаф (рис. 98), если гидростатическое давление, оказываемое на его стенки, составляет $p = 9 \cdot 10^7$ Па?

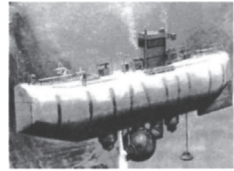


Рис. 98

310. Оцените давление воды на дно Марианской впадины, глубина которой $h = 11\,022$ м.

311. Определите высоту уровня воды в водонапорной башне, если манометр, установленный у ее основания, показывает давление $p = 220$ кПа.

312. В цилиндрический сосуд диаметром $d = 25$ см налита вода объемом $V = 12$ л. Определите давление воды на дно и на стенку сосуда на высоте $h = 10$ см от дна.

313. Глубина погружения искателя жемчуга $h_1 = 30,0$ м. Рекордная глубина погружения с аквалангом $h_2 = 143$ м. Водолаз в жестком скафандре может погружаться на глубину $h_3 = 250$ м. Определите гидростатические давления воды в море на этих глубинах. Чему равна сила гидростатического давления на поверхность скафандра, если площадь его поверхности $S = 2,50$ м²?

314. Используя данные, приведенные на рисунке 99, определите глубины h_1 , h_2 и h_3 погружения в озеро, соответствующие гидростатическим давлениям воды $p_1 = 100$ кПа, $p_2 = 300$ кПа и $p_3 = 500$ кПа.

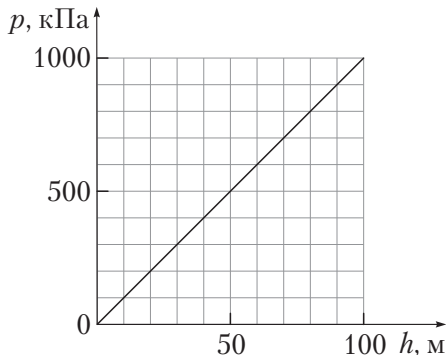


Рис. 99

315. В высокий цилиндрический сосуд до уровня $h = 10,0$ см налита ртуть, а поверх ее — такие же объемы воды и керосина. Определите гидростатическое давление на дно сосуда.

***316.** В цилиндрический сосуд налиты равные по массе количества воды и ртути. Общая высота столба жидкостей в сосуде $h = 14,6$ см. Определите гидростатическое давление на дно сосуда.

***317.** Открытая стеклянная трубка площадью поперечного сечения $S = 20$ см², нижний конец которой закрыт медной пластинкой, опущена в вертикальном положении в воду так, что пластинка находится на глубине $h = 80$ см. Масса пластинки $m = 100$ г. Определите минимальную массу воды, которую следует налить в трубку, чтобы пластинка оторвалась от трубки.

318. Под каким давлением должна подавать воду насосная станция, расположенная в подвале здания Национальной библиотеки Беларуси, чтобы давление воды в водопроводе на высоте верхнего этажа было не менее $p_1 = 15,0$ кПа? Высота верхнего этажа относительно насосной станции $h = 80,0$ м.

319. Оцените силу давления бензина на пробку, закрывающую сливное отверстие площадью $S = 5,0$ см² в бензобаке. Расстояние от центра пробки до верхнего уровня жидкости $h = 20$ см.

320. В подводной части судна образовалась пробоина площадью $S = 50$ см². Пробоина находится ниже уровня воды на глубине $h = 3,0$ м. Определите минимальное значение силы, необходимой для удержания заплаты, закрывающей пробочину с внутренней стороны судна.

321. В аквариум длиной $l = 30$ см и шириной $a = 20$ см налита вода до высоты $h = 25$ см. Определите давление и силу давления воды на дно аквариума.

322. Бак, имеющий форму параллелепипеда длиной $a = 1,2$ м, шириной $b = 70$ см и высотой $h = 50$ см, наполнили керосином. Определите давление и модуль силы давления керосина на дно бака. Каково давление керосина на стенки бака на глубине $h_2 = 40$ см?

***323.** Аквариум имеет форму куба со стороной $a = 60$ см. До какой высоты надо налить в него воду, чтобы сила гидростатического давления на боковую стенку была в $n = 6$ раз меньше, чем на дно?

324. В цилиндрический сосуд массой $m = 0,82$ кг налили машинное масло объемом $V = 6,0$ л. Определите площадь дна сосуда, если давление, создаваемое им на поверхность стола, $p = 2,0$ кПа.

325. Прямоугольный сосуд вместимостью $V = 2,0$ л, дно которого имеет форму квадрата со стороной $l = 10$ см, наполовину наполнен водой, а наполовину — керосином. Определите гидростатическое давление жидкостей на дно сосуда. Чему равен вес каждой из жидкостей?

326. Используя показания водяных манометров, изображенных на рисунке 100, определите гидростатические давления жидкостей на уровне датчиков манометров в каждом сосуде.

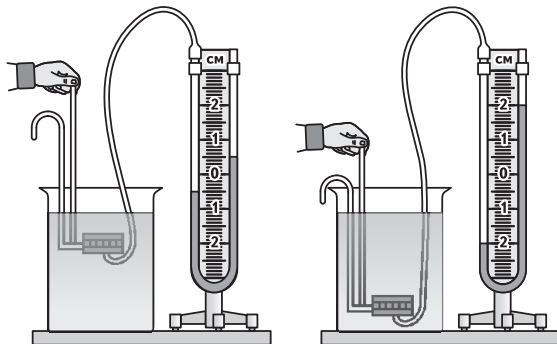


Рис. 100

327. На одну чашку равноплечих весов поставили цилиндрический стакан, а на вторую — конусообразный, расширяющийся кверху стакан (рис. 101). Массы и площади дна обоих стаканов одинаковые. Останутся ли в равновесии весы после того, как в каждый из стаканов нальют воду, если:

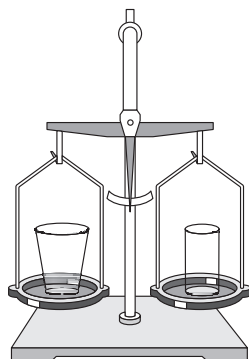


Рис. 101

а) уровни воды в стаканах одинаковые;

б) масса воды в стаканах одинаковая?

328. В вашем распоряжении имеется прозрачная трубка длиной $l = 1$ м. Определите максимальное давление, которое можно измерить манометром, изготовленным из этой трубки. В качестве наполняющей жидкости используется вода.

329. (э) Сконструируйте из пластиковой бутылки прибор, используя который можно продемонстрировать, что гидростатическое давление растет по мере увеличения глубины погружения.

330. (э) Определите давление воды на дно стакана. Перелейте воду в сосуд с меньшим диаметром и выясните, как и во сколько раз изменится давление воды на дно.

331. (э) Налейте в стакан воду и масло. Определите давление содержимого стакана на дно.

***332.** (э) Определите изменение давления воды на дно стакана при полном погружении в нее деревянного бруска.

Сообщающиеся сосуды

Вопросы для самоконтроля

- Какие сосуды называются сообщающимися?
- Как доказать равенство уровней поверхности однородной жидкости в открытых сообщающихся сосудах?
- Как располагаются поверхности различных несмешивающихся жидкостей в сообщающихся сосудах? Почему?
- Зависит ли высота уровня свободной поверхности однородной жидкости в сообщающихся сосудах от формы сосудов?
- Где находят практическое применение сообщающиеся сосуды?

Примеры решения задач

Пример 1. В сообщающихся сосудах (рис. 102) находится ртуть. Затем в левое колено наливают глицерин, а в правое — воду. Высота столба глицерина $H = 15$ см. Определите высоту h столба воды, налитого в правое колено, если уровень ртути в обоих коленах не изменился.

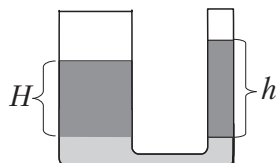


Рис. 102

Решение. Поскольку плотности воды и глицерина меньше плотности ртути, то в обоих сосудах эти жидкости будут находиться поверх ртути. По условию задачи уров-

ни ртути в обоих коленах одинаковые. Следовательно, давления на поверхность ртути в обоих сосудах также одинаковые. Таким образом, $p_{\text{воды}} = p_{\text{глицерина}}$.

Гидростатическое давление каждой из жидкостей на поверхность ртути зависит только от высоты h столба жидкости и ее плотности ρ . Его можно вычислить по формуле $p = g\rho h$.

Тогда давление глицерина $p_{\text{глицерина}} = g\rho_1 H$, а давление воды — $p_{\text{воды}} = g\rho_2 h$ соответственно. Откуда $g\rho_1 H = g\rho_2 h$. Выразив из последнего равенства h , получим:

$$h = \frac{\rho_1 H}{\rho_2},$$

$$h = \frac{1,2 \frac{\text{Г}}{\text{СМ}^3} \cdot 15 \text{ СМ}}{1,0 \frac{\text{Г}}{\text{СМ}^3}} = 18 \text{ СМ}.$$

Запишем решение в стандартном виде.

<p><i>Дано:</i></p> <p>$H = 15 \text{ СМ}$</p> <p>$\rho_1 = 1,2 \frac{\text{Г}}{\text{СМ}^3}$</p> <p>$\rho_2 = 1,0 \frac{\text{Г}}{\text{СМ}^3}$</p> <hr style="border: 0; border-top: 1px solid black; margin: 5px 0;"/> <p>$\Delta h - ?$</p>	<p style="text-align: center;"><i>Решение</i></p> <p>$p_1 = p_2, \quad g\rho_1 H = g\rho_2 h, \quad h = \frac{\rho_1 H}{\rho_2},$</p> <p>$h = \frac{1,2 \frac{\text{Г}}{\text{СМ}^3} \cdot 15 \text{ СМ}}{1,0 \frac{\text{Г}}{\text{СМ}^3}} = 18 \text{ СМ}.$</p>
---	---

Ответ: высота столба воды, налитой в правое колено, $h = 18 \text{ СМ}$.

Пример 2. В сообщающиеся сосуды разного диаметра налита вода (рис. 103). В правое колено долили керосин, высота столба которого

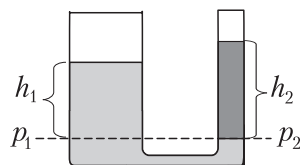


Рис. 103

$h_2 = 20$ см. Определите, на сколько высота слоя воды меньше высоты слоя керосина.

Решение. Жидкости находятся в равновесии, следовательно, гидростатические давления, создаваемые водой и керосином, на уровне раздела воды и керосина, $p_1 = p_2$, или $g\rho_1 h_1 = g\rho_2 h_2$. Выразим из этого равенства высоту столба воды h_1 :

$$h_1 = \frac{\rho_2 h_2}{\rho_1},$$

$$h_1 = \frac{0,80 \frac{\Gamma}{\text{см}^3} \cdot 20 \text{ см}}{1,0 \frac{\Gamma}{\text{см}^3}} = 16 \text{ см}.$$

Следовательно,

$$\Delta h = h_2 - h_1 = 20 \text{ см} - 16 \text{ см} = 4,0 \text{ см}.$$

Запишем решение в стандартном виде.

Дано:

$$h_2 = 20 \text{ см}$$

$$\rho_1 = 1,0 \frac{\Gamma}{\text{см}^3}$$

$$\rho_2 = 0,80 \frac{\Gamma}{\text{см}^3}$$

$$\Delta h - ?$$

Решение

$$p_1 = p_2, \quad g\rho_1 h_1 = g\rho_2 h_2,$$

$$h_1 = \frac{\rho_2 h_2}{\rho_1}, \quad \Delta h = h_2 - h_1,$$

$$h_1 = \frac{0,80 \frac{\Gamma}{\text{см}^3} \cdot 20 \text{ см}}{1,0 \frac{\Gamma}{\text{см}^3}} = 16 \text{ см},$$

$$\Delta h = 20 \text{ см} - 16 \text{ см} = 4,0 \text{ см}.$$

Ответ: высота слоя воды меньше высоты слоя керосина на $\Delta h = 4,0$ см.

333. Какой выигрыш в силе дает изображенный на рисунке 104 гидравлический пресс? Изменится ли выигрыш, если вместо масла использовать в машине другую жид-

кость? Какое давление передается жидкостью на большой поршень?

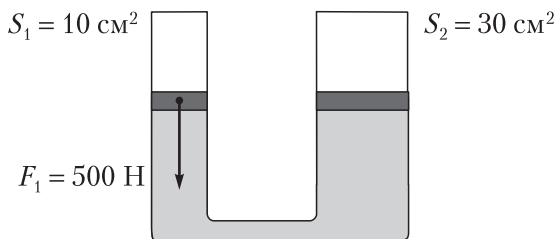


Рис. 104

334. Одинаковы ли давления жидкостей с разных сторон на кран А (рис. 105) в сообщающихся сосудах в случаях а, б, в? Будет ли переливаться жидкость из одного сосуда в другой, если кран открыть? Если да, то в каком случае?

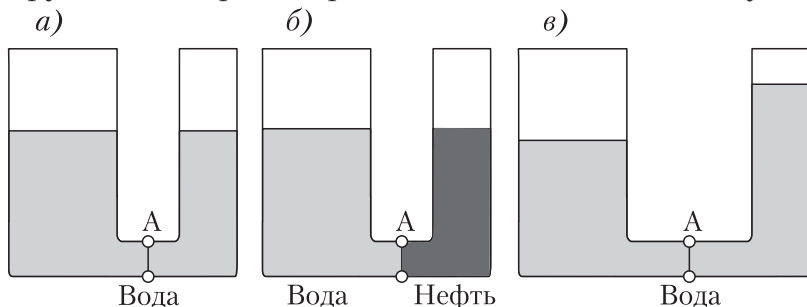


Рис. 105

335. Какие сосуды можно заполнить жидкостью доверху (рис. 106)? Почему?

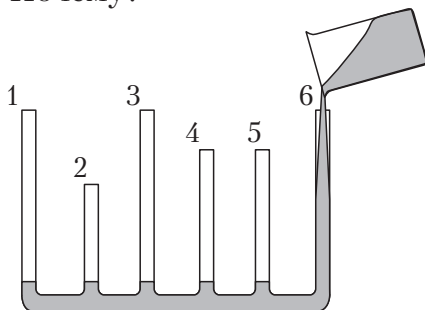


Рис. 106

336. Как можно определить уровень жидкости в непрозрачном сосуде, имея в распоряжении тонкую эластичную трубку, присоединенную к отверстию в дне сосуда?

337. В сообщающиеся сосуды налита вода (рис. 107). Масса воды в широком сосуде больше, чем в узком. Почему вода не переливается из широкого сосуда в узкий?

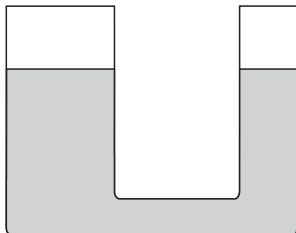


Рис. 107

338. Выполняется ли закон сообщающихся сосудов в условиях невесомости?

339. Какую из леек, представленных на рисунке 108, а, б, в, вы предпочтете для полива огорода? Почему?

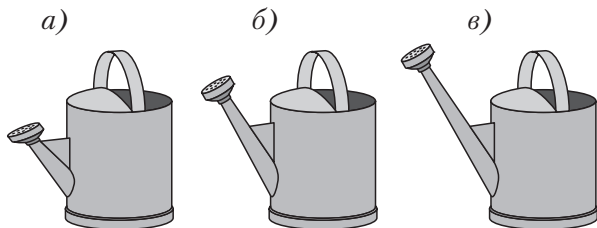


Рис. 108

340. Сравните давления, создаваемые однородной жидкостью, налитой в сообщающиеся сосуды (рис. 109), в точках:

- а) *A* и *B*;
- б) *C* и *D*;
- в) *M* и *B*.

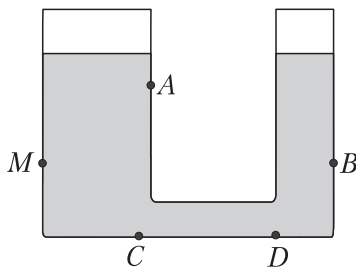


Рис. 109

341. Определите, какая жидкость налита в сообщающиеся сосуды (рис. 110), если в точке D гидростатическое давление $p = 2,0$ кПа.

342. В сообщающиеся сосуды, разделенные краном K , налита вода (рис. 111). Определите, на сколько гидростатическое давление в точке A больше, чем в точке B .

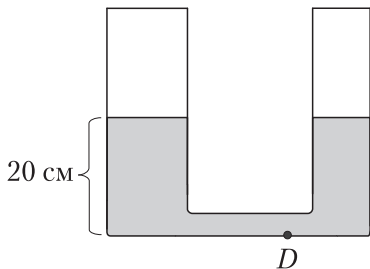


Рис. 110

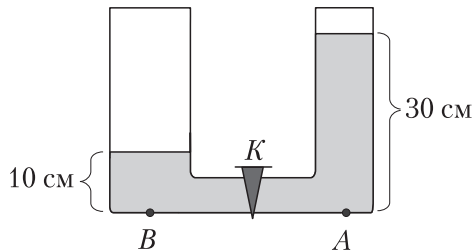


Рис. 111

343. Два вертикальных сообщающихся сосуда, площади поперечных сечений которых $S_1 = S_2 = 20$ см², заполнены маслом ($\rho = 0,90 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$) и закрыты подвижными поршнями с массами $m_1 = 100$ г и $m_2 = 172$ г. Определите, на сколько уровень жидкости в первом сосуде выше, чем во втором.

344. В сообщающиеся сосуды, площади поперечных сечений которых одинаковые (рис. 112), налита вода. В начальном состоянии кран K закрыт. Определите гидростатическое давление в точке A , если кран открыть.

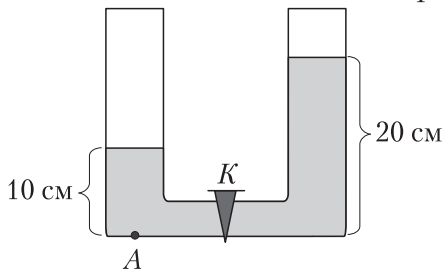


Рис. 112

***345.** В сосуд с водой вставлена высокая трубка, площадь поперечного сечения которой $S = 2,0 \text{ см}^2$. В трубку налили машинное масло массой $m = 90 \text{ г}$. Определите разность уровней масла и воды.

***346.** Высота столба воды в одном из сообщающихся сосудов $h_1 = 40,0 \text{ см}$, а в другом — $h_2 = 10,0 \text{ см}$ (рис. 113). В каком направлении будет переливаться вода, если открыть кран? На сколько изменится уровень воды в правом сосуде? Определите объем воды, который

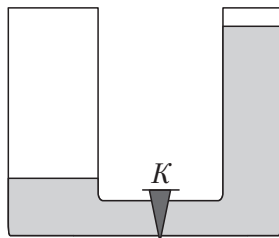


Рис. 113

перелился из одного сосуда в другой, если правый сосуд имеет площадь поперечного сечения $S_1 = 10,0 \text{ см}^2$, а левый — $S_2 = 20,0 \text{ см}^2$.

347. В вертикальные открытые цилиндрические сообщающиеся сосуды, площади поперечных сечений которых отличаются в $n = 4$ раза, налита вода. Определите массу воды в широком сосуде, если вес воды в узком сосуде $P = 1,5 \text{ Н}$.

***348.** В открытые цилиндрические сообщающиеся сосуды, расположенные вертикально, налили воду. Площадь поперечного сечения широкого цилиндра в четыре раза больше площади поперечного сечения узкого цилиндра. В узкий цилиндр налили керосин, высота столба которого $h_1 = 20,0 \text{ см}$. На сколько увеличился уровень воды в широком цилиндре и на сколько уменьшился в узком цилиндре?

***349.** В сообщающихся сосудах (рис. 114) находятся вода и машинное масло. Высота масляного столба $h_2 = 10 \text{ см}$. Определите разницу между уровнями масла и воды.

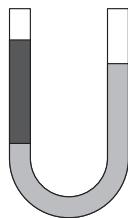


Рис. 114

***350.** В сообщающиеся сосуды, площади сечений которых неодинаковы, налита ртуть. Определите разность уровней ртути в сосудах после того, как в узкий сосуд сечением $S = 4,0 \text{ см}^2$ дополнительно налили $m = 136 \text{ г}$ воды.

***351.** В одинаковые сообщающиеся сосуды наливают ртуть. Затем в один сосуд доливают машинное масло, а в другой — воду. Границы раздела ртути с маслом и водой в обоих сосудах находятся на одном уровне. Определите высоту столба воды, если высота столба масла $h_1 = 20 \text{ см}$.

***352.** В две сообщающиеся цилиндрические трубки с разными диаметрами налита ртуть. В широкую трубку площадью поперечного сечения $S_1 = 8,0 \text{ см}^2$ опустили деревянный брусок массой $m = 272 \text{ г}$. Определите разность уровней ртути в трубках.

***353.** Диаметр одного из сообщающихся сосудов в $n = 2$ раза больше диаметра второго. Сначала в сосуды налили ртуть, а затем в узкий сосуд дополнительно налили слой воды высотой $h = 68 \text{ см}$. Определите, на сколько уровень ртути в широком сосуде оказался выше первоначального.

***354.** В одинаковые сообщающиеся сосуды налита ртуть. Поверх ртути в один сосуд наливают слой машинного масла высотой $h_1 = 48 \text{ см}$, а во второй — слой керосина высотой $h_2 = 20 \text{ см}$. Определите разность уровней ртути в сосудах.

***355.** В сообщающиеся сосуды, площади поперечных сечений которых отличаются в $n = 2$ раза, налита жидкость плотностью $\rho = 1200 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$. Сосуд с большей площадью поперечного сечения подключают к насосу и уменьшают давление над столбом жидкости в этом сосуде на $\Delta p = 3,6 \text{ кПа}$. Определите изменение высоты столба жидкости в этом сосуде.

***356.** Два сообщающихся сосуда высотой h заполнены до уровня $\frac{h}{2}$ жидкостью, плотность которой ρ . На поверхности жидкости в широком сосуде, площадь поперечного сечения которого S_1 , лежит невесомый поршень. На поршень начинают осторожно сыпать песок. Определите массу m песка, при которой жидкость начнет выливаться из узкого сосуда. Площадь сечения узкого сосуда S_2 .

***357.** На чашках равноплечих весов стоят одинаковые цилиндрические сосуды с водой, соединенные внизу трубкой. Нарушится ли равновесие весов, если в один из сосудов опустить небольшой деревянный брусок?

358. (э) Имея соединительную трубку и два шприца с разными диаметрами, сконструируйте гидравлический пресс.

359. (э) В вашем распоряжении имеются трубка U-образной формы, линейка, вода и растительное масло. Используя это оборудование, составьте несколько экспериментальных задач и решите их.

16

Атмосферное давление. Барометры и манометры

Вопросы для самоконтроля

- *Чем обусловлено атмосферное давление?*
- *Какими приборами измеряется атмосферное давление и давление газа в сосуде?*
- *Можно ли вычислить давление атмосферы по формуле $p = \rho gh$? Почему?*

- *Одинаково ли атмосферное давление на дно и стенки сосуда?*
- *Как изменяется атмосферное давление с высотой?*

Примеры решения задач

Пример 1. Невесомый поршень площадью $S = 100 \text{ см}^2$ плотно прилегает ко дну горизонтально расположенного цилиндра. Определите силу, которую необходимо приложить к поршню, чтобы вынуть его из цилиндра, если атмосферное давление $p_{\text{атм}} = 752 \text{ мм рт. ст.}$

Решение. Поскольку поршень плотно прилегает ко дну цилиндра, то будем считать, что воздуха между поршнем и дном нет. Для того чтобы вынуть поршень из цилиндра, к нему нужно приложить силу, равную (или большую) силе давления атмосферы на поверхность поршня, которая находится в контакте с атмосферой. Следовательно, $F = F_{\text{атм}}$. Силу давления атмосферы на поршень можно вычислить по формуле $F_{\text{атм}} = p_{\text{атм}}S$. Выразим атмосферное давление в паскалях, пользуясь тем, что $1 \text{ мм рт. ст.} = 133 \text{ Па}$.

Следовательно,

$$p_{\text{атм}} = 133 \frac{\text{Па}}{\text{мм рт. ст.}} \cdot 752 \text{ мм рт. ст.} = 100\,016 \text{ Па.}$$

$$\text{Тогда } F_{\text{атм}} = p_{\text{атм}}S, \quad F = 100\,016 \text{ Па} \cdot 1,00 \cdot 10^{-2} \text{ м}^2 = 1000 \text{ Н} = 1,00 \text{ кН.}$$

Запишем решение в стандартном виде.

Дано:

$$S = 100 \text{ см}^2 = 1,00 \cdot 10^{-2} \text{ м}^2$$

$$p_{\text{атм}} = 752 \text{ мм рт. ст.} = 1,00 \cdot 10^5 \text{ Па}$$

$$F = ?$$

Решение

$$F = F_{\text{атм}},$$

$$F_{\text{атм}} = p_{\text{атм}}S,$$

$$F = 1,00 \cdot 10^5 \text{ Па} \cdot 1,00 \cdot 10^{-2} \text{ м}^2 = 1,00 \cdot 10^3 \text{ Н} = 1,00 \text{ кН.}$$

$$\text{Ответ: } F = 1,00 \text{ кН.}$$

Пример 2. Определите давление газа в колбе, соединенной с ртутным манометром (рис. 115), если атмосферное давление $p_{\text{атм}} = 100$ кПа.

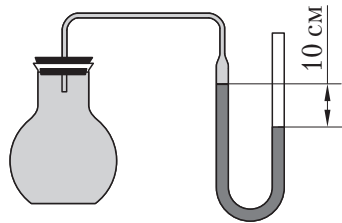


Рис. 115

Решение. Давление газа в колбе меньше атмосферного, поскольку уровень ртути в открытом колене манометра ниже ее уровня в колене, соединенном с колбой. Следовательно, $p = p_{\text{атм}} - p_{\text{рт}}$. Вычислим давление столбика ртути, высота которого, как видно из рисунка, составляет $h = 10$ см:

$$p_{\text{рт}} = \rho g h = 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \cdot 13\,600 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 0,10 \text{ м} = 13\,600 \text{ Па} = 13,6 \text{ кПа}.$$

Давление газа в колбе:

$$p = 100 \text{ кПа} - 13,6 \text{ кПа} = 86,4 \text{ кПа}.$$

Запишем решение в стандартном виде.

Дано:

$p_{\text{атм}} = 100 \text{ кПа}$
$h = 10 \text{ см} = 0,10 \text{ м}$
$p = ?$

Решение

$$p = p_{\text{атм}} - p_{\text{рт}},$$

$$p_{\text{рт}} = \rho g h,$$

$$p_{\text{рт}} = 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \cdot 13\,600 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 0,10 \text{ м} = 13\,600 \text{ Па} = 13,6 \text{ кПа}.$$

$$p = 100 \text{ кПа} - 13,6 \text{ кПа} = 86,4 \text{ кПа} = 86 \text{ кПа}.$$

Ответ: $p = 86$ кПа.

360. Выразите в миллиметрах ртутного столба (мм рт. ст.) следующие давления: $p_1 = 1$ Па; $p_2 = 100$ кПа.

361. Выразите в паскалях следующие давления: $p_1 = 10,0$ мм рт. ст.; $p_2 = 740$ мм рт. ст.

362. Открытый с обоих концов длинный ($l \geq 1$ м) цилиндр с поршнем, находящимся внизу цилиндра, опущен в сосуд с ртутью (рис. 116). Поршень был поднят до самого верхнего конца цилиндра. До какого уровня поднялась ртуть в цилиндре?

363. На рисунке 117, *а*, *б* изображен один и тот же метеорологический шар, заполненный водородом, который находится на разных высотах относительно уровня моря. В каком случае шар находится на большей высоте?

364. Барометр показывает атмосферное давление $p = 760$ мм рт. ст. Какое давление оказывает атмосферный воздух на стены, пол и потолок комнаты?

365. Как, имея барометр-анероид, определить высоту многоэтажного дома?

366. Рассмотрите рисунок 118 и ответьте на вопрос: будет ли вода вытекать из шприца, пипетки и трубки?

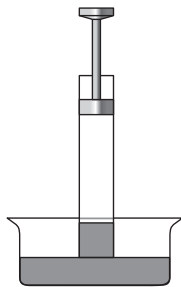


Рис. 116

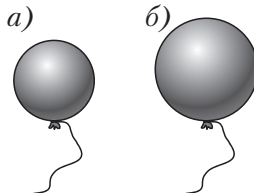


Рис. 117

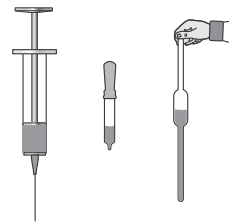


Рис. 118

367. Артериальное давление крови здорового человека изменяется от $p_1 = 80$ мм рт. ст. (в момент расслабления сердечной мышцы) до $p_2 = 120$ мм рт. ст. (в момент сокращения сердечной мышцы). Переведите эти значения давления в паскали.

368. На рисунке 119 приведена схема одного из первых опытов Отто фон Герике. К цилиндру *а* через кран *б*

присоединялся медный шар *в*. В цилиндре перемещался плотно прилегающий к его стенкам поршень *з*. Ответьте на следующие вопросы:

а) Почему при движении вверх поршень сначала поднимается легко, а затем его с трудом выдвигали несколько человек, используя веревку, перекинутую через блок *д*?

б) Объясните явление, описанное Отто фон Герике: «...Внезапно, ко всеобщему ужасу, шар со страшным шумом разлетелся на мелкие куски, как если бы он был сброшен с высочайшей башни».

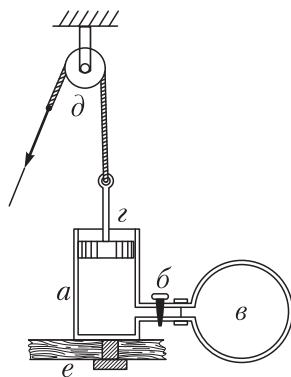


Рис. 119

в) Для чего следует прикреплять цилиндр *а* к опоре *е*?

г) Какое минимальное давление можно получить в сосуде *в* при однократном поднятии поршня *з*, если принять, что объем цилиндра равен объему сосуда?

д) Как следует усовершенствовать насос, чтобы получать большие разрежения?

369. Будет ли вода выливаться из опрокинутой вверх дном бутылки, если горлышко ее погружено в воду (рис. 120)?

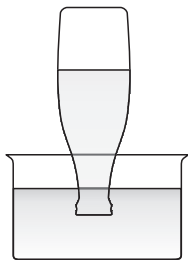


Рис. 120

370. Под колоколом воздушного насоса (рис. 121) находятся закрытый и открытый сосуды, соединенные сте-



Рис. 121

клянной трубкой. В закрытом сосуде находится вода. Что произойдет, если:

а) воздух откачивать из-под колокола воздушного насоса;

б) вновь впустить воздух под колокол насоса?

371. Определите максимальное давление, которое можно измерить манометром, изготовленным из трубки длиной $l = 1,0$ м. В качестве наполняющей жидкости используется вода.

372. Определите силу, с которой воздух давит на поверхность стола площадью $S = 1,20$ м², если барометр показывает давление $p = 760$ мм рт. ст. Почему стол под действием этой силы не разрушается?

373. На какой высоте летит вертолет, если барометр в кабине летчика показывает давление $p = 99,0$ кПа? На взлетной полосе атмосферное давление $p_{\text{атм}} = 101$ кПа.

374. При входе в метро барометр показывает давление $p_1 = 101,0$ кПа. Определите, на какой глубине находится платформа станции метро, если барометр на этой платформе показывает давление $p_2 = 101,3$ кПа.

375. Определите давление газа в баллоне (рис. 122), если разность уровней ртути в манометре $\Delta h = 200$ мм. Атмосферное давление нормальное.

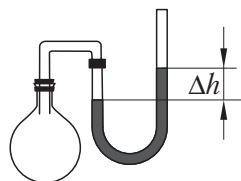


Рис. 122

376. Определите давление атмосферы в шахте на глубине $h = 750$ м, если на поверхности Земли барометр показывает давление $p_1 = 101$ кПа.

***377.** Трубки левого манометра заполнены водой, правого — ртутью (рис. 123). Какой из этих манометров чувствительнее?

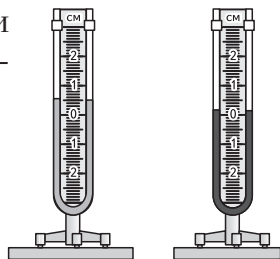


Рис. 123

- 378.** Открытые жидкостные манометры соединены с сосудами *A, Б, В* (рис. 124). В каком из сосудов давление газа:
- равно атмосферному давлению;
 - больше атмосферного давления;
 - меньше атмосферного давления?

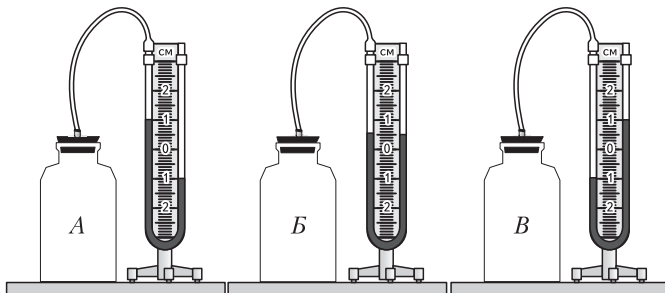


Рис. 124

- 379.** Определите атмосферное давление, если на уровне *a* (рис. 125) давление газа в колбе на ртуть $p_a = 181$ кПа. Чему равно давление газа на ртуть на уровне *б*?

- 380.** Определите давление газа в колбе (рис. 126), если атмосферное давление нормальное (в манометре — ртуть).

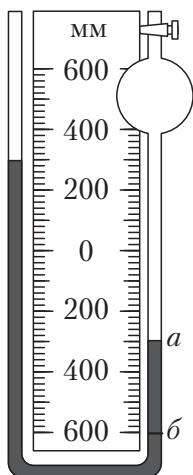


Рис. 125

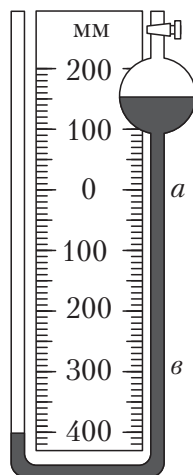


Рис. 126

381. Определите, на сколько отличаются давления на ртуть на уровнях a и b (рис. 126), если атмосферное давление нормальное.

382. В сосуде находится сжатый до давления $p = 202$ кПа воздух. Для того чтобы удержать пробку, закрывающую отверстие в сосуде, необходимо приложить силу $F = 93,0$ Н. Определите атмосферное давление, если площадь поперечного сечения пробки $S = 9,20$ см².

383. Определите силу давления воздуха на крышу дома шириной $a = 20,0$ м и длиной $b = 50,0$ м при нормальном атмосферном давлении. Почему крыша не проваливается?

384. Поршень, плотно прилегающий к внутренним стенкам длинной цилиндрической трубы, может перемещаться в ней с помощью длинного штока. Труба с поршнем, занимающим крайнее нижнее положение, опущена в колодец. Когда нижняя часть трубы была погружена в воду, поршень стали поднимать вверх (рис. 127). На какую высоту от уровня воды в колодце может подняться таким способом вода в трубе? Атмосферное давление $p_{\text{атм}} = 100$ кПа.

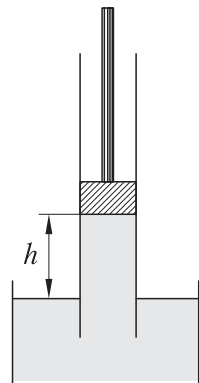


Рис. 127

385. На какой глубине в море гидростатическое давление $p = 4,12 \cdot 10^5$ Па? Чему равно полное давление на этой глубине? Атмосферное давление $p_{\text{атм}} = 101$ кПа.

386. Определите примерное значение массы атмосферы Земли, если площадь поверхности Земли $S = 5,1 \cdot 10^{14}$ м².

***387.** В 1654 г. Отто фон Герике, бургомистр города Магдебурга и изобретатель воздушного насоса, продемонстрировал публичный опыт, в котором две упряжки по 8 лошадей каждая не могли разъединить два бронзовых

полушария, из которых был выкачан воздух. Определите силу, требуемую от упряжки лошадей, чтобы разъединить полушария, если площадь наружной поверхности одного полушария $S_1 = 0,56 \text{ м}^2$, а давление воздуха в полушариях $p = 10 \text{ кПа}$. Обязательно ли использовать две упряжки?

388. (э) Приложите ко рту чистый лист бумаги и вдохните воздух в себя. Что происходит с листом и почему? Объясните с физической точки зрения процесс дыхания.

389. (э) Что произойдет, если в блюде налить немного холодной воды, а затем взять пустой нагретый стакан и опрокинуть его на блюде? Проверьте ваш ответ экспериментально.

17

Механическая работа

Вопросы для самоконтроля

- *В каком случае сила совершает работу?*
- *Что принимают за единицу работы в СИ? Какой физический смысл единицы работы?*
- *Как определить работу силы?*
- *Как изменится работа, совершенная силой тяги двигателя автомобиля, если время его равномерного движения увеличится?*
- *Как изменится работа, совершенная силой тяжести, если масса падающего тела уменьшится?*
- *В каком случае работа силы положительна? Отрицательна? Равна нулю?*

Пример решения задачи

Определите абсолютное значение работы силы трения скольжения полозьев санок массой $m = 10$ кг о снег, если санки прошли путь $s = 50$ м. Сила трения составляет $0,20$ веса санок.

Решение. Так как вес санок численно равен силе тяжести, то сила трения $F_{\text{тр}} = 0,20gm$. Зная силу трения и путь, можно найти абсолютную величину работы:

$$A = F_{\text{тр}}s;$$

$$A = 0,20gms = 0,20 \cdot 9,8 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \cdot 10 \text{ кг} \cdot 50 \text{ м} \approx 1 \cdot 10^3 \text{ Дж} = 1 \text{ кДж}.$$

Дано:

$$m = 10 \text{ кг}$$

$$s = 50 \text{ м}$$

$$F_{\text{тр}} = 0,20P$$

$$A - ?$$

Решение

$$A = F_{\text{тр}}s,$$

$$F_{\text{тр}} = 0,20P,$$

$$P = gm,$$

$$P = 9,8 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \cdot 10 \text{ кг} \approx 100 \text{ Н},$$

$$F_{\text{тр}} = 20 \text{ Н},$$

$$A = 20 \text{ Н} \cdot 50 \text{ м} = 1 \cdot 10^3 \text{ Дж} = 1 \text{ кДж}.$$

Ответ: $A = 1$ кДж.

390. Одинакова ли работа, совершаемая силой при перемещении тела массой m на расстояние l в случаях:

а) подъема тела по вертикали;

б) перемещения его волоком по горизонтальной поверхности;

в) перемещения на тележке по горизонтальной поверхности?

391. Выразите работу в джоулях:

а) $A_1 = 32$ МДж;

в) $A_3 = 6,7$ мДж;

б) $A_2 = 2,7$ кДж;

г) $A_4 = 8,4$ мкДж.

392. Сравните механические работы $A_1 = 2,5$ кДж, $A_2 = 250$ мкДж, $A_3 = 0,025$ МДж, $A_4 = 2500$ Дж. Какая из них самая большая? Самая малая? Есть ли среди них равные?

393. Одно яблоко висит на ветке (рис. 128), а другое падает на землю. Сравните работы, совершаемые силами тяжести, действующими на яблоки.



Рис. 128

394. Лодочный двигатель развивает силу тяги $F = 900$ Н. Какую работу совершает эта сила при равномерном прямолинейном перемещении лодки на расстояние $l = 20$ м?

395. Ракета поднялась вертикально вверх на высоту $h = 20$ м. При этом сила тяги реактивного двигателя ракеты совершила работу $A = 2,0$ кДж. Определите силу тяги. Изменением массы ракеты можно пренебречь.

396. Тяжелый сейф передвигают в другой угол офиса на расстояние $l = 5$ м. При этом горизонтально приложенная сила совершает работу $A = 4$ кДж. Определите силу, передвигающую сейф.

397. Пойманного на крючок карпа массой $m = 0,8$ кг рыбак поднял на леске удочки на высоту $h = 1,2$ м. Какую минимальную работу совершила при этом сила упругости лески?

398. Во сколько раз изменилось значение работы, если сила, совершающая ее, увеличилась в n раз, а путь уменьшился в $\frac{n}{2}$ раза?

399. Трактор равномерно тянет по полю плуги (рис. 129). Какие силы здесь совершают работу? Чему равна работа равнодействующей силы?



Рис. 129

***400.** Укажите силы, совершающие работу при подъеме вертолета. Какая из них совершает положительную работу, а какая — отрицательную?

401. Гантель поднимают с пола на стол (рис. 130). Определите минимальную работу при подъеме гантели.



Рис. 130

402. На графиках I и II (рис. 131) представлены зависимости сил, перемещающих брусок, от пути. Используя график, определите работу каждой силы на пути $s = 2,0$ м.

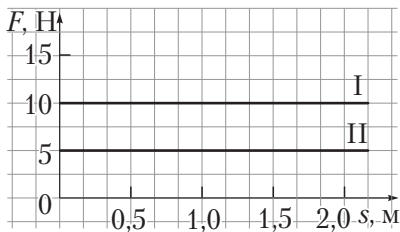


Рис. 131

403. Одинаковая ли работа совершается при равномерном перемещении кирпича на одно и то же расстояние в случаях *a* и *б* (рис. 132)?

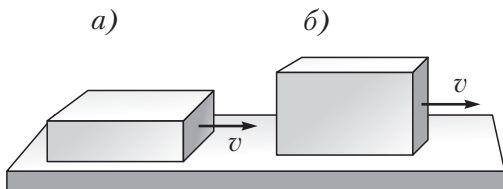


Рис. 132

404. Акробат поднимается по вертикальной лестнице на высоту $h = 15$ м. Работа силы тяжести, действующей на акробата, численно равна $A = 9,0$ кДж. Определите массу акробата.

405. Сила тяги лодочного двигателя $F = 990$ Н, сила сопротивления движению лодки $F_c = 190$ Н. Определите путь, который прошла лодка, если равнодействующая сила совершила работу $A = 80,0$ кДж.

406. Подъемный кран поднимает плиту массой $m = 0,50$ т с постоянной скоростью $v = 0,40 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ в течение времени $t = 30$ с. Какую работу совершает за это время сила натяжения троса крана?

407. Лифт может поднять пять человек массой $m_0 = 70$ кг каждый. Определите полезную работу силы тяги электродвигателя лифта при равномерном подъеме $N = 5$ человек на девятый этаж. Высоту одного этажа считать $h_0 = 3,0$ м.

408. Лифт главного корпуса Московского государственного университета поднимает на верхний этаж одновременно $N = 22$ человека. Сила тяги электродвигателя лифта совершает полезную работу $A = 2380$ кДж. Считая массу одного человека $m_0 = 60,0$ кг, определите, на какой высоте находится верхний этаж этого здания.

409. Мальчик равномерно тянет санки в гору. Скорость движения санок $v = 3,6 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$. Сила тяги, приложенная вдоль поверхности горки, $F = 5,0$ Н. Через время $t = 40$ с санки оказались на вершине горки. Определите работу, совершенную силой тяги.

410. При подъеме в вагон мешка с крупой была совершена работа $A = 615$ Дж. Найдите массу крупы, если масса пустого мешка $m_1 = 1,0$ кг, а высота подъема $h = 1,5$ м.

***411.** Гранитную плиту объемом $V = 1,2 \text{ м}^3$ поднимают подъемным краном с постоянной скоростью $v = 0,50 \frac{\text{М}}{\text{с}}$ в течение времени $t = 24 \text{ с}$. Какую работу совершила сила натяжения троса? Масса троса $m = 30 \text{ кг}$. Плотность гранита $\rho = 2600 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$.

***412.** Мальчик, плывущий против течения реки, остается неподвижным относительно берега. Совершается ли здесь механическая работа?

***413.** Масса одного автомобиля в 3 раза больше массы другого. Во сколько раз отличаются значения работы силы тяги двигателей автомобилей при их равномерном движении по горизонтальной дороге? Путь, пройденный автомобилями, одинаков.

***414.** Шуруп завернули в доску, а затем вывернули. Одинаковая ли работа совершена в обоих случаях? Почему?

***415.** Определите массу санок, если на пути $s = 50 \text{ м}$ работа силы трения скольжения полозьев санок о снег $A = 1,0 \text{ кДж}$. Сила трения скольжения составляет 0,2 веса санок.

***416.** Строитель тянет плиту массой $m = 200 \text{ кг}$ по горизонтальной поверхности, прикладывая горизонтальную силу $F = 600 \text{ Н}$. Сила трения скольжения составляет 0,2 веса плиты. Определите работу равнодействующей силы, если плита была передвинута на расстояние $l = 2,5 \text{ м}$. Какую работу совершила сила трения скольжения?

***417.** Ястреб, увидев на земле цыпленка, «камнем» падает вниз. Какова масса ястреба, если при падении с высоты $h = 50 \text{ м}$ равнодействующей силой была совершена работа $A = 250 \text{ Дж}$? Сила сопротивления движению составляет 0,25 силы тяжести ястреба.

418. (э) Перемещайте равномерно вверх брусок с помощью динамометра по различным траекториям: а) вертикально и б) по наклонной плоскости. Чему равна работа силы упругости в обоих случаях?

419. (э) Используя динамометр и измерительную ленту, определите вес песка, который следует насыпать в полиэтиленовый пакет, чтобы работа силы тяжести песка при его подъеме с пола на стол $A = -12$ Дж.

420. (э) Используя динамометр и измерительную ленту, определите работу по перемещению бруска на расстояние $s = 1$ м:

- а) передвигая брусок по столу волоком;
- б) поднимая вертикально вверх.

***421.** (э) На столе рядом лежат четыре одинаковых бруска. Используя динамометр и линейку, определите минимальную работу, которую необходимо совершить, чтобы сложить бруски в стопку.

***422.** (э) Используя пружину, грузы, штатив, исследуйте зависимость удлинения пружины от деформирующей силы, постройте график этой зависимости. Определите по графику совершенную деформирующей силой работу.

18

Механическая мощность

Вопросы для самоконтроля

- *Что характеризует мощность? Как понимать утверждение: мощность одного механизма больше мощности другого?*

- Что принимается за единицу мощности в СИ?
- Зависит ли мощность механизма от времени его работы? От величины совершенной работы?
- Как, зная мощность и промежуток времени, в течение которого совершалась работа, определить ее значение?
- Как, зная силу тяги двигателя и скорость движения машины, определить мощность?

Пример решения задачи

Самолет ИЛ-18 имеет четыре двигателя мощностью $P_0 = 3$ МВт каждый. Сила тяги двигателей самолета при его полете $F = 60$ кН. Определите скорость движения самолета.

Дано:

$$n = 4$$

$$P_0 = 3 \text{ МВт} = 3 \cdot 10^6 \text{ Вт}$$

$$F = 60 \text{ кН} = 6 \cdot 10^4 \text{ Н}$$

$$v = ?$$

Решение

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

$$P = P_0 n,$$

$$P = 3 \cdot 10^6 \text{ Вт} \cdot 4 = 1,2 \cdot 10^7 \text{ Вт},$$

$$v = \frac{1,2 \cdot 10^7 \text{ Вт}}{6 \cdot 10^4 \text{ Н}} = 200 \frac{\text{М}}{\text{с}} = 2 \cdot 10^2 \frac{\text{М}}{\text{с}}.$$

Ответ: $v = 2 \cdot 10^2 \frac{\text{М}}{\text{с}}$.

423. Переведите в ватты мощности механизмов:

а) $P_1 = 0,044$ МВт;

в) $P_3 = 60\,000$ мВт;

б) $P_2 = 3,2$ кВт;

г) $P_4 = 120$ мкВт.

Какие из этих мощностей могут соответствовать мощности электрочайника? Электрولампочки? Двигателя автомобиля?

424. Сравните мощности двигателей:

а) $P_1 = 2,8 \text{ Вт}$;

б) $P_2 = 0,28 \text{ кВт}$;

в) $P_3 = 0,0028 \text{ МВт}$;

г) $P_4 = 2800 \text{ мВт}$.

425. Мощность двигателя одной из последних моделей *Volvo-560* $P = 300$ л. с. Выразите эту мощность в ваттах (Вт), киловаттах (кВт), мегаваттах (МВт).

426. Квартиры Тани и Юли находятся на одной площадке. Юля поднимается в свою квартиру бегом. Таня предпочитает подниматься по лестнице шагом. Какая из девочек развивает большую мощность при подъеме, если их массы примерно равны?

427. Одинаковую ли мощность развивает двигатель городского автобуса, когда он движется с одной и той же скоростью с пассажирами и пустой? Почему?

428. Почему корабль с грузом движется медленнее, чем без груза, хотя мощность двигателя в обоих случаях одна и та же?

429. Верно ли утверждение, что автомобиль, способный быстрее набрать максимальную скорость, имеет более мощный двигатель?

430. При подъеме груза была совершена работа $A = 720$ кДж за время $t = 3$ мин. Определите мощность двигателя подъемной машины.

431. Электровоз перемещает по горизонтальному участку пути состав в течение времени $t = 10$ мин, совершая работу $A = 600$ МДж. Определите мощность, развиваемую электровозом.

432. Мощность двигателя $P = 73,6$ кВт. Выразите мощность в лошадиных силах. Может ли такой двигатель принадлежать легковому автомобилю? Самолету?

433. Какую силу тяги развивает двигатель автомобиля *Volvo-560* мощностью $P = 300$ л. с. при разгоне в момент достижения максимальной скорости $v = 256 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$?

434. Мощность двигателя первого атомного ледокола $P_1 = 1,4 \cdot 10^3$ л. с. Во сколько раз она отличается от мощности автомобиля *Volvo-560* (см. задачу 433)?

435. Мощность двигателя $P = 5,0$ кВт. Определите максимальную работу этого двигателя за время $t = 10$ с.

436. За какое время подъемник мощностью $P = 1472$ Вт может равномерно поднять сено массой $m = 1,0$ т на высоту $h = 3,0$ м?

437. В Москве на ВДНХ находится фонтан «Дружба народов» (рис. 133), который за одну минуту поднимает объем воды $V = 1200$ л на высоту $h = 24$ м. Определите мощность двигателя насоса, считая, что вся мощность связана с подъемом воды.



Рис. 133

438. Трактор изменил свою скорость от $v_1 = 5 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$ до $v_2 = 10 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$. Как при этом изменилась сила тяги, если мощность трактора была постоянной?

439. Определите мощность башенного крана, поднимающего балку массой $m = 2,0$ т с постоянной скоростью $v = 0,60 \frac{\text{м}}{\text{с}}$.

440. Экспериментально определите работу средней силы упругости пружины механической заводной игрушки на пути до полной остановки, используя мерную ленту, динамометр, нить.

441. При постоянной скорости движения $v = 90,0 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$ двигатель автомобиля развивает мощность $P = 36,8 \text{ кВт}$. Определите силу сопротивления движению автомобиля.

442. Атомный ледокол, развивая постоянную мощность $P = 32,0 \text{ МВт}$, пробил лед на пути $s = 20,5 \text{ м}$, двигаясь с постоянной скоростью $v = 0,833 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. Определите работу, совершенную при этом. Найдите различные варианты решения.

443. Совершая $N = 60$ сокращений в минуту, сердце при каждом сокращении выполняет работу $A \approx 2 \text{ Дж}$. Какую среднюю мощность развивает сердце?

444. Двигаясь во льдах (рис. 134), атомный ледокол прошел путь $s = 6,0 \text{ км}$ за время $t = 1,0 \text{ ч}$. Какую среднюю мощность развил ледокол, если средняя сила сопротивления льда $\langle F \rangle = 29 \text{ МН}$.



Рис. 134

445. Электровоз, мощность двигателей которого $P = 800 \text{ кВт}$, движется равномерно и прямолинейно со ско-

ростью $v = 20,0 \frac{\text{М}}{\text{с}}$. На каком пути работа силы тяги двигателей равна $A = 8,00 \text{ МДж}$?

446. Тракторист может включить одну из трех скоростей: $v_1 = 30 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$, $v_2 = 4,0 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$ и $v_3 = 16 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$. Какую из этих скоростей, по вашему мнению, он должен включить при вспашке? При возвращении на хозяйственный двор? Почему?

447. Постройте график зависимости работы силы от времени ее совершения. Как определить мощность? Скорость движения тела и действующую силу считайте постоянными: $v = 5,0 \frac{\text{М}}{\text{с}}$, $F = 10 \text{ Н}$. Найдите мощность, развиваемую силой в конце 6-й секунды.

448. Электросани с грузом (рис. 135) общей массой $m = 300 \text{ кг}$ движутся по снегу. Сила тяги двигателя $F = 2400 \text{ Н}$. Сила трения скольжения составляет 0,20 веса саней. Сани прошли путь $s = 500 \text{ м}$.



Рис. 135

- Равномерно ли двигались сани?
 - Какую работу совершила сила тяги двигателя?
 - Чему равна бесполезная работа при движении саней?
 - Какова эффективность работы силы тяги двигателя?
- 449.** Подъемный кран поднимает плиту массой $m = 200 \text{ кг}$ на одиннадцатый этаж строящегося дома. Высота этажа $h = 4,0 \text{ м}$. Полезная работа подъемного крана в 1,1 раза меньше совершенной. Определите:
- полезную работу подъемного крана;
 - совершенную работу;
 - КПД подъемного крана.

***450.** Как изменялась мощность подъемного устройства, зависимость силы натяжения троса которого от его скорости представлена на графике (рис. 136)?

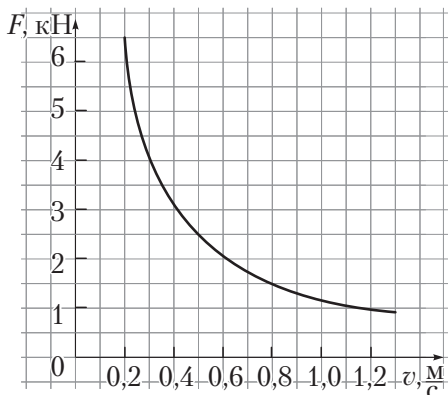


Рис. 136

***451.** Зависимость мощности P от силы тяги F двигателя автомобиля представлена на графике (рис. 137). Что можно сказать об изменении скорости движения автомобиля на участках графика OA , AB , BC ?

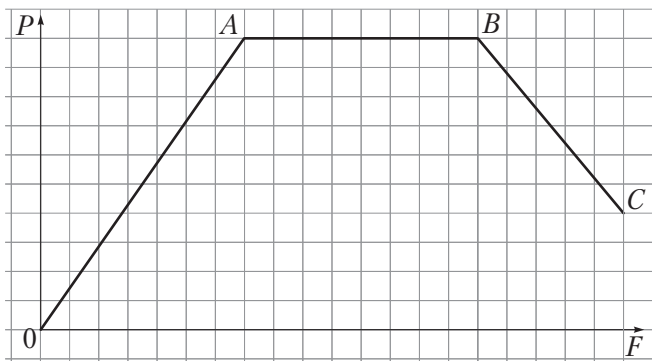


Рис. 137

***452.** Изменится ли мощность, развиваемая двигателями эскалатора метро, если пассажир начнет двигаться с постоянной скоростью по направлению движения лестницы эскалатора? Почему?

453. (э) Используя динамометр, секундомер и измерительную ленту, определите среднюю мощность, развиваемую силой руки:

- а) при перемещении бруска по столу;
- б) при подъеме этого бруска с пола на стол.

19

Кинетическая энергия

Вопросы для самоконтроля

- *Когда тело обладает кинетической энергией? От чего она зависит?*
- *В каком случае тела одинаковой массы обладают равными кинетическими энергиями?*
- *Что характеризует кинетическая энергия тела?*
- *Какая связь между работой силы и кинетической энергией тела?*

Пример решения задачи

Во сколько раз отличаются кинетические энергии шайбы и футбольного мяча, если масса шайбы в 3 раза меньше, а скорость в 3 раза больше, чем футбольного мяча?

Дано:

$$m_M = 3m_{III}$$

$$v_M = \frac{v_{III}}{3}$$

$$\frac{K_{III}}{K_M} = ?$$

Решение

$$K_{III} = \frac{m_{III} v_{III}^2}{2},$$

$$K_M = \frac{m_M v_M^2}{2} = \frac{3m_{III}}{2} \cdot \frac{v_{III}^2}{9},$$

$$\frac{K_{III}}{K_M} = \frac{9m_{III} v_{III}^2}{3m_{III} v_{III}^2} = 3.$$

Ответ: $\frac{K_{III}}{K_M} = 3.$

454. У какой реки — равнинной или горной — каждый кубический метр воды обладает большей кинетической энергией? Почему?

455. Какой кинетической энергией обладал первый в мире искусственный спутник Земли (ИСЗ) массой $m = 84$ кг? Скорость первого ИСЗ примите равной $v = 7,8 \frac{\text{км}}{\text{с}}$.

456. Масса грузового автомобиля в 4 раза больше массы легкового. Сравните их кинетические энергии при движении по дороге с максимально разрешенной скоростью (для грузового $v_1 = 70 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$, для легкового — $v_2 = 90 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$).

457. Найдите кинетическую энергию метеорного тела массой $m_1 = 1,0$ г, влетающего в атмосферу Земли со скоростью $v_1 = 60 \frac{\text{км}}{\text{с}}$. Сравните ее с кинетической энергией автомобиля БелАЗ-75303 массой $m_2 = 152,7$ т, движущегося со скоростью $v_2 = 10,8 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$.

458. Трактор «Беларус-2822» массой $m = 14$ т движется со скоростью $v = 7,2 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$. Найдите кинетическую энергию трактора. Какую работу совершает сила сопротивления движению, остановившая трактор после выключения двигателя?

459. Сравните кинетические энергии одного кубометра воды в реке и одного кубометра сосновых бревен, сплавляемых по этой реке. Плотность сосны $\rho = 600 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$.

460. Автомобиль массой $m = 1600$ кг трогается с места и за время $t = 10$ с достигает скорости $v = 15 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. Какую кинетическую энергию приобрел автомобиль? Какую мощность развил двигатель автомобиля?

461. Два самолета (рис. 138) летят с одинаковой скоростью. Какой кинетической энергией обладает самолет А относительно самолета В?

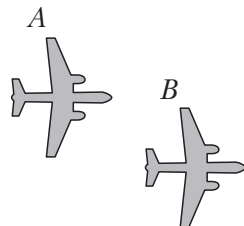


Рис. 138

462. Дельфин за время $t = 10$ с может проплыть путь $s = 150$ м. Найдите массу дельфина, если его кинетическая энергия $K = 9,0$ кДж.

463. Стальной и алюминиевый шарики одинаковой массы движутся горизонтально с одинаковой скоростью. Одинаковой ли энергией они обладают? Какой? А если у них одинаковые объемы?

464. Медный и алюминиевый шары одинакового объема после толчка получили одинаковые скорости. Во сколько раз отличаются работы, совершенные силами трения, которые останавливают шары?

***465.** Три шарика одинаковой массы, укрепленные на стержне, вращаются в горизонтальной плоскости (рис. 139). Одинаковой ли кинетической энергией они обладают?

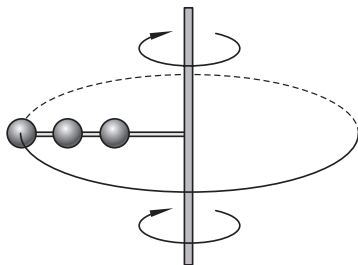


Рис. 139

***466.** Автобус массой $m = 15,0$ т движется равномерно. Сила сопротивления движению составляет $0,2$ веса автобуса. Определите работу силы тяги, создаваемой двигателем автобуса, и силы сопротивления движению на пути $s = 30,0$ м. Какой кинетической энергией обладает автобус, если данный путь он проезжает за время $t = 3,00$ с?

***467.** Тормозной путь автомобиля, движущегося с некоторой скоростью, равен $s_1 = 20$ м. Каким станет тормозной путь, если скорость движения в начале торможения увеличится в два раза?

***468.** Пуля массой $m = 10$ г, летящая горизонтально со скоростью $v_1 = 400 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, пробивает деревянную доску тол-

щиной $d = 50$ мм и вылетает со скоростью $v_2 = 200 \frac{\text{м}}{\text{с}}$.

Определите среднюю силу сопротивления древесины.

***469.** Найдите работу, которую нужно совершить равнодействующей силе, чтобы увеличить скорость горизонтального движения тела от $v_1 = 2,0 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ до $v_2 = 8,0 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ на пути

$s = 10$ м, если на всем пути действует постоянная сила трения $F = 10$ Н. Масса тела $m = 4,0$ кг. Определите работу силы трения.

470. (э) Используя динамометр и измерительную ленту, определите кинетическую энергию мяча в момент достижения им пола. Сопротивление воздуха не учитывайте.

***471.** (э) Соберите установку, изображенную на рисунке 140. Используя динамометр и линейку, определите кинетическую энергию шарика в момент столкновения с бруском. Проверьте зависимость кинетической энергии шарика от его массы и скорости движения. Сопротивлением движению шарика можно пренебречь.

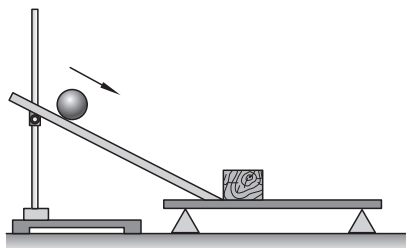


Рис. 140

Указание. Шарик при ударе о брусок в конце движения по наклонному желобу передвинет его на некоторое расстояние. Совершенная при этом работа равна изменению кинетической энергии шарика.

Потенциальная энергия

Вопросы для самоконтроля

- Когда тело обладает потенциальной энергией? В каких единицах она измеряется?
- От чего зависит потенциальная энергия тела, поднятого над Землей?
- От чего зависит потенциальная энергия деформированного тела?
- Почему потенциальная энергия является относительной величиной?
- Что принимают за нулевой уровень потенциальной энергии?

Примеры решения задач

Пример 1. Камень массой $m = 150$ г упал с высоты $h_1 = 10,0$ м на площадку, находящуюся на высоте $h_2 = 2,0$ м над поверхностью Земли. Определите величину изменения потенциальной энергии камня и значение работы, совершенной силой тяжести.

Дано:

$$m = 150 \text{ г} = 0,15 \text{ кг}$$

$$h_1 = 10,0 \text{ м}$$

$$h_2 = 2,0 \text{ м}$$

$$\Delta\Pi - ? \quad A - ?$$

Решение

$$\Delta\Pi = \Pi_2 - \Pi_1,$$

$$\Pi_1 = gmh_1,$$

$$\Pi_2 = gmh_2,$$

$$A = -\Delta\Pi, \quad A = gm(h_1 - h_2),$$

$$\Pi_1 = 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \cdot 0,15 \text{ кг} \cdot 10,0 \text{ м} = 15 \text{ Дж},$$

$$\Pi_2 = 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \cdot 0,15 \text{ кг} \cdot 2,0 \text{ м} = 3,0 \text{ Дж},$$

$$\Delta\Pi = \Pi_2 - \Pi_1 = 3,0 \text{ Дж} - 15 \text{ Дж} = -12 \text{ Дж},$$

$$A = -\Delta\Pi = \Pi_1 - \Pi_2 = 15 \text{ Дж} - 3,0 \text{ Дж} = 12 \text{ Дж}.$$

Ответ: $A = 12 \text{ Дж}$, $\Delta\Pi = -12 \text{ Дж}$.

Пример 2. Какую минимальную работу совершает бурильная установка при бурении скважины глубиной $h = 8,00 \text{ м}$? Диаметр бура $d = 0,40 \text{ м}$, а средняя плотность грунта $\langle\rho\rangle = 2000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$.

Механическая работа идет на увеличение потенциальной энергии грунта $A = \Delta\Pi = \frac{gmh}{2}$, где $\frac{h}{2}$ — средняя высота подъема грунта.

Дано:

$$h = 8,00 \text{ м}$$

$$d = 0,40 \text{ м}$$

$$\langle\rho\rangle = 2000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$A = ?$

Решение

$$A = \frac{gmh}{2}, \quad m = \langle\rho\rangle V,$$

$$V = Sh, \quad S = \frac{\pi d^2}{4},$$

$$S = \frac{3,14 \cdot 0,16 \text{ м}^2}{4} \approx 0,13 \text{ м}^2,$$

$$V = 0,13 \text{ м}^2 \cdot 8,00 \text{ м} = 1,0 \text{ м}^3,$$

$$m = 2 \cdot 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 1,0 \text{ м}^3 = 2,0 \cdot 10^3 \text{ кг},$$

$$A = 9,8 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \cdot 2,0 \cdot 10^3 \text{ кг} \cdot \frac{8,00}{2} \text{ м} \approx 8,00 \cdot 10^4 \text{ Дж} = 80 \text{ кДж}.$$

Ответ: $A = 80 \text{ кДж}$.

472. Может ли тело обладать одновременно кинетической и потенциальной энергией? Приведите примеры.

473. Будет ли изменяться потенциальная энергия бруска, если менять его положение, как показано на рисунке 141? Почему?

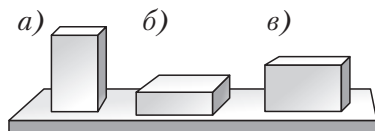


Рис. 141

474. В каком соотношении относительно стола находятся энергия поднятого над столом на высоту $h = 0,50$ м бруска и энергия такого же бруска, движущегося по горизонтальной поверхности стола со скоростью $v = 12 \frac{\text{м}}{\text{с}}$?

475. Альпинист совершает восхождение к вершине горы и за время $t = 2,0$ ч поднимается на высоту $h = 400$ м. Какой будет потенциальная энергия альпиниста относительно подножия горы после трехчасового восхождения с той же скоростью? Масса альпиниста $m = 60$ кг.

476. Можно ли, поднимая груз массой $m = 5,0$ кг на высоту $h = 2,0$ м, совершить работу $A = 0,15$ кДж? Почему?

477. На рисунке 142 представлены графики зависимости потенциальной энергии от высоты при равномерном подъеме трех тел. Сравните:

- массы этих тел;
- нулевые уровни их потенциальной энергии.

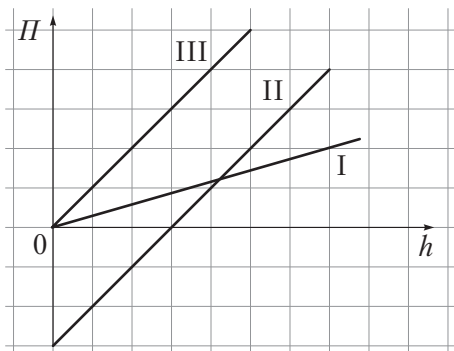
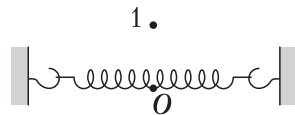


Рис. 142

478. Оба конца пружины закреплены (рис. 143). Одинаковую ли работу надо совершить, чтобы растянуть пружину вверх и вниз (точки 1 и 2), прилагая силу в точке O ?



1.
2.
Рис. 143

479. Семиклассница Таня, возвращаясь из школы с рюкзаком с книгами, поднялась на третий этаж своего дома, совершив работу $A = 3,6$ кДж. Высота одного этажа $h = 4,0$ м. Вес Тани $P = 400$ Н. Определите массу рюкзака, который несла на своей спине Таня.

***480.** Для накачивания воды в бак водонапорной башни на высоту $h = 20$ м используется насос. Определите мощность насоса, если он накачивает в бак воду объемом $V = 1,5$ м³ в минуту. На накачку воды идет половина мощности насоса.

***481.** Подъемный кран с мощностью электродвигателя $P = 5,80$ кВт равномерно поднимает поддон кирпича массой $m = 2000$ кг на высоту $h = 16,0$ м. Сколько времени длится подъем, если на него идет лишь половина мощности электродвигателя?

***482.** Деревянный и свинцовый шары подняли через открытую боковую сторону ящика со дна до соприкосновения их с крышкой. Одинаково ли изменилась при этом их потенциальная энергия, если:

- а) массы шаров равны; б) объемы шаров равны?

***483.** Саша и Петя поливают огород, используя воду из наполненной до краев бочки. Половину воды вычерпал ведром Саша, а оставшуюся половину — Петя. Одинаковую ли механическую работу совершили Саша и Петя?

***484.** В ящик с песком помещены шар из дерева и шар из железа. Как они поведут себя, если ящик многократно поднимать и опускать, ударяя об опору? Объясните происходящее.

***485.** Три кирпича массой $m_0 = 1,5$ кг и толщиной $a = 6,0$ см каждый лежат широкой плоскостью на горизонтальном столе (рис. 144). Какую минимальную работу надо совершить, чтобы положить их друг на друга?

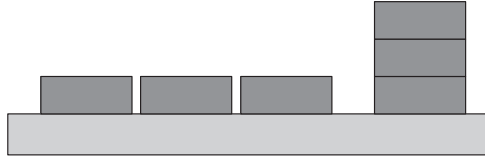


Рис. 144

***486.** Какой должна быть минимальная мощность насоса с производительностью $\sigma = 0,020 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$, поднимающего по трубе воду на высоту $h = 5,0$ м?

***487.** Оцените минимальную работу, которую совершает мускульная сила ваших ног, когда вы поднимаетесь, не пользуясь лифтом, в свою квартиру.

488. (э) Используя мерную ленту, весы и разновес, определите, во сколько раз отличаются потенциальные энергии относительно пола любых двух тел, лежащих на столе. Во сколько раз одно тело надо поднять выше другого, чтобы они обладали равной потенциальной энергией относительно пола?

Закон сохранения механической энергии

Вопросы для самоконтроля

- В чем суть закона сохранения механической энергии?
- В каких случаях закон сохранения механической энергии не выполняется?
- Как изменяются кинетическая, потенциальная и полная механическая энергия тела при его падении?
- Как изменяются кинетическая, потенциальная и полная механическая энергия тела, брошенного вертикально вверх?
- Могут ли одновременно увеличиваться кинетическая и потенциальная энергия тела? Уменьшаться?

Пример решения задачи

Тело массой $m = 2,0$ кг бросили вертикально вверх, сообщив ему кинетическую энергию $K_0 = 100$ Дж (рис. 145). На какой высоте от точки бросания потенциальная энергия тела будет равна кинетической энергии? Каким будет отношение $\frac{K_2}{\Pi_2}$ этих энергий на высоте $h_2 = 1,0$ м?

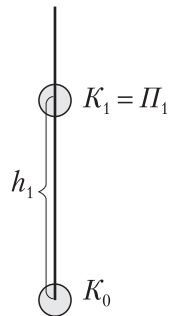


Рис. 145

Дано:

$$m = 2,0 \text{ кг}$$

$$K_0 = 100 \text{ Дж}$$

$$h_2 = 1,0 \text{ м}$$

$$K_1 = \Pi_1$$

$$h_1 = ? \frac{K_2}{\Pi_2} = ?$$

Решение

$$K_0 = K_1 + \Pi_1, \text{ так как } K_1 = \Pi_1, \text{ то}$$

$$K_0 = 2\Pi_1,$$

$$\Pi_1 = gmh_1, \quad h_1 = \frac{K_0}{2gm},$$

$$K_0 = K_2 + \Pi_2, \quad \Pi_2 = gmh_2,$$

$$K_2 = K_0 - gmh_2,$$

$$h_1 = \frac{100 \text{ Дж}}{2 \cdot 9,8 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \cdot 2,0 \text{ кг}} \approx 2,5 \text{ м},$$

$$\Pi_2 = 9,8 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \cdot 2,0 \text{ кг} \cdot 1,0 \text{ м} = 20 \text{ Дж},$$

$$K_2 = 100 \text{ Дж} - 20 \text{ Дж} = 80 \text{ Дж},$$

$$\frac{K_2}{\Pi_2} = \frac{80 \text{ Дж}}{20 \text{ Дж}} = 4.$$

$$\text{Ответ: } h_1 = 2,5 \text{ м}, \frac{K_2}{\Pi_2} = 4.$$

489. Девочка качается на качелях (рис. 146). Какие взаимные превращения механической энергии происходят при качании?

490. Мальчик прыгает на батуте (рис. 147). Какие превращения механической энергии происходят при этих прыжках?



Рис. 146



Рис. 147

491. При спуске с горы водитель выключает двигатель автомобиля. За счет чего осуществляется спуск?

492. Пружина сжата и скреплена нитью. На пружине лежит алюминиевый кубик, ребро которого $a = 2,0$ см. Какой энергией обладает деформированная пружина, если после пережигания нити кубик поднимается на высоту $h = 0,25$ м? Сопротивлением движению пренебречь. Какие превращения энергии здесь произошли?

493. Обезьяна разбегается до скорости $v = 8,0 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ и цепляется за свисающую вер-

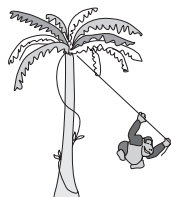


Рис. 148

тикально вниз лиану (рис. 148). На какую максимальную высоту может подняться обезьяна на лиане? Зависит ли эта высота от длины лианы? Сопротивление движению не учитывать.

494. При переводе тонкого стержня длиной $l = 80$ см из горизонтального положения в вертикальное (рис. 149) была совершена работа $A = 2$ Дж. Определите массу стержня.

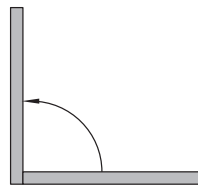


Рис. 149

***495.** Лыжник массой $m = 60$ кг из состояния покоя съезжает с горы высотой $h = 14$ м. Затем движется по горизонтальному участку, не работая палками, и останавливается. Определите силу трения скольжения лыжника до остановки на горизонтальном участке длиной $l = 40$ м, если на преодоление сопротивления при движении с горы до горизонтального участка ушло 20 % начальной энергии лыжника.

496. Мячик массой m бросают с высоты h в горизонтальном направлении со скоростью v . Какие превращения механической энергии произошли на всем пути движения мячика? Рассмотрите случаи:

а) сопротивлением движению мячика можно пренебречь;

б) сопротивлением движению пренебречь нельзя.

497. Дельфин поднялся над водой (рис. 150) на высоту $h = 1,5$ м, имея при этом скорость $v = 2,0 \frac{\text{М}}{\text{с}}$. С какой скоростью выпрыгнул дельфин из воды?

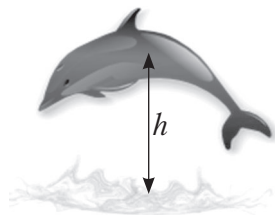


Рис. 150

498. Цирковой артист массой m прыгает с высоты h на растянутую сетку. В результате прыжка сетка прогибается. Прогиб сетки равен l . Какие превращения механической энергии здесь произошли? Ответ подтвердите схематическим рисунком.

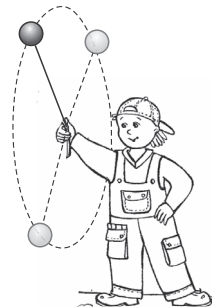


Рис. 151

499. Мальчик вращает в вертикальной плоскости привязанный на веревке металлический шарик (рис. 151). Докажите, что при таком вращении скорость шарика не может иметь постоянное значение.

500. Во сколько раз отличается кинетическая энергия участника аттракциона, движущегося без трения по системе горок в точках A , B , C (рис. 152), от кинетической энергии в точке O ? В точке O скорость движения участника $v = 2,5 \frac{\text{М}}{\text{с}}$.

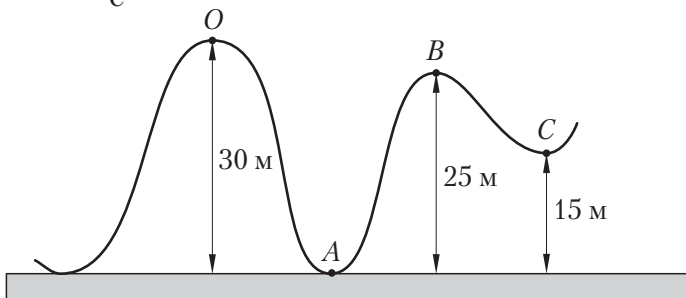


Рис. 152

501. Спортсмен сообщил диску массой $m = 2,0$ кг скорость $v = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. На какой высоте над уровнем бросания скорость движения диска уменьшится вдвое? Какую среднюю мощность развивал спортсмен при броске, выполняя его за время $t = 2,0$ с? Энергией вращения диска пренебречь.

***502.** Оцените время вытекания воды из наполненной до краев ванны.

503. (э) Соберите установку, изображенную на рисунке 153. Используя весы и линейку, сравните потенциальную энергию шарика относительно поверхности стола в начале движения и его кинетическую энергию в конце движения. Объясните полученный результат. В какой точке желоба кинетическая энергия шарика равна потенциальной? Определите потенциальную энергию в этой точке. Сопротивление движению шарика и энергию вращения не учитывать.

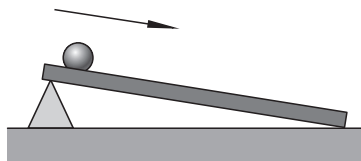


Рис. 153

504. С помощью интерактивной модели «Превращение механической энергии в системе тел» проверьте выполнимость закона сохранения механической энергии.

ОТВЕТЫ

1. Физические методы познания природы

9. 126 см.

10. 50,8 см, 12,7 см.

11. а) 2275,8 см; б) 177,9 см; в) 108813,6 см.

12. 4,5 года.

14. а) 5,4 т; б) 3,4 кг; в) 45 мин; г) 3300 см².

15. а) 4 см; б) 240 г; в) 2,5 ч.

28. 160 мл.

4. Равномерное движение. Скорость.

Единицы скорости

64. $v_1 < v_2$.

65. а) $s_1 = 4,0$ см, $s_2 = 0,72$ км, $s_3 = 3,6$ км; б) $t_1 = 2,9$ с,
 $t_2 = 1,7$ мин, $t_3 = 60$ с.

66. $s_1 = 250$ м.

67. $20 \frac{\text{мм}}{\text{с}}$, $120 \frac{\text{см}}{\text{мин}}$, $72 \frac{\text{м}}{\text{ч}}$.

69. а) $v_{\text{н}} = 0 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$, $v_{\text{в}} = 180 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$; б) $c = 2,0 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$; в) $v = 60 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$;

г) $s = 10$ км.

70. $\frac{v_{\text{с}}}{v_{\text{л}}} = 1,2$.

75. $v = 1,5 \frac{\text{мм}}{\text{с}}$.

77. $t_3 = 500$ с, $t_{\text{в}} = 360$ с = 6 мин.

78. $s = 1,2$ км.

79. $t_1 = 8,0$ с, $t_2 = 100$ с = 1,7 мин.

80. $s_1 = 3,0$ км, $s_2 = 1,8$ км.

81. $t = 8,3$ с.

82. $v_2 = 12 \frac{\text{м}}{\text{с}}$.

83. $s_1 = 70$ км.

84. $s_2 = 630$ км.

85. $v_{\text{отн}} = 6,0 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, $s = 3,6$ км, $v = 1,0 \frac{\text{м}}{\text{с}}$.

86. $t_3 = 51$ мин.

88. $v = 7,75 \frac{\text{м}}{\text{с}}$.

89. $t = 24$ с.

90. $t = 1$ ч, $s_1 = 72$ км, $s_2 = 62$ км.

5. Графики пути и скорости при равномерном прямолинейном движении

92. $v_1 = 331 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, $t = 5$ с, $s = 1655$ м, $t_1 = 3$ с.

93. $s_1 = 20$ км, $t_2 = 30$ мин, $t_3 = 45$ мин, $v_1 = 80 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$, $v_2 = 27 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$,

$s = 60$ км.

94. д) $s = 4$ м; е) $s = 7$ м.

95. б) в 2 раза.

97. а) $v_1 = 20 \frac{\text{см}}{\text{с}}$, $v_2 = 40 \frac{\text{см}}{\text{с}}$; б) $s_1 = 1,6$ м; в) $t = 4,0$ с;

г) $s_2 = 2,4$ м.

98. $t = 12$ мин; $s = 3,6$ км.

6. Неравномерное (переменное) движение.

Средняя скорость

$$100. \langle v \rangle = 36 \frac{\text{км}}{\text{ч}}.$$

$$101. s = 175 \text{ км}.$$

$$102. t_1 = 3 \text{ мин } 12 \text{ с}, t_2 = 1 \text{ мин } 10 \text{ с}.$$

$$103. t = 5,0 \text{ ч}; s_1 = 90 \text{ км}.$$

$$104. t = 21 \text{ год}.$$

$$105. t = 0,34 \text{ с}.$$

$$106. \langle v \rangle = 3,3 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

$$107. \langle v \rangle = 1,6 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

$$108. \langle v \rangle = 44 \frac{\text{км}}{\text{ч}}.$$

$$109. \langle v \rangle = 4,2 \frac{\text{км}}{\text{ч}}, \langle v_1 \rangle = 5,1 \frac{\text{км}}{\text{ч}}.$$

$$110. \langle v \rangle = 0,1 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

$$111. \langle v_1 \rangle = 2,06 \frac{\text{мм}}{\text{сут}}, \langle v_2 \rangle = 0,94 \frac{\text{мм}}{\text{сут}}, \langle v_3 \rangle = 1,24 \frac{\text{мм}}{\text{сут}},$$

$$\langle v_4 \rangle = 0,83 \frac{\text{мм}}{\text{сут}}.$$

$$112. \langle v \rangle = 4,0 \frac{\text{км}}{\text{ч}}.$$

$$113. \langle v \rangle = 5 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

$$114. \langle v \rangle = 4,8 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

$$115. \langle v \rangle = 8,0 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

$$116. \langle v_2 \rangle = 20 \frac{\text{М}}{\text{с}}$$

$$119. \Delta t = 2,5 \text{ ч.}$$

9. Сила тяжести

$$157. \frac{F_2}{F_1} = 1,5, \frac{F_3}{F_1} = 2,0.$$

$$158. \frac{F_{\text{М}}}{F_{\text{Ф}}} = 1,2.$$

$$160. \frac{m_2}{m_1} = 9, \frac{V_2}{V_1} = 27.$$

10. Сила упругости. Вес тела

$$173. \Delta m = 21 \text{ кг}, \Delta P = 0,21 \text{ кН.}$$

$$178. m_{\text{В}} > m_{\text{А}}.$$

11. Единицы силы. Измерение силы. Динамометр. Сложение сил. Равнодействующая сила

$$189. F_{\text{р}} = 2 \text{ Н.}$$

$$190. F_{\text{р}} = 2 \text{ Н.}$$

$$191. F_{\text{р}} = 0 \text{ Н.}$$

$$193. F_{\text{р}} = 1,4 \text{ кН.}$$

$$195. F_{\text{р}} = 0,3 \text{ кН.}$$

$$196. F_{\text{р}} = 0,2 \text{ кН.}$$

$$198. C = 0,5 \frac{\text{Н}}{\text{дел}}, F_{\text{в}} = 15 \text{ Н}, F_{\text{т}} = P = 5 \text{ Н.}$$

$$199. C = 1 \frac{\text{Н}}{\text{дел}}, F_{\text{в}} = 12 \text{ Н}, V = 64 \text{ см}^3.$$

200. $F_{\text{упр}} = 2,5 \text{ Н}$, $F_{\text{Т}} = 2,5 \text{ Н}$.

201. $P = 10 \text{ Н}$.

202. $m = 50 \text{ кг}$, $F_{\text{упр}} = 500 \text{ Н}$.

203. $P = 173 \text{ кН}$.

204. $F_{\text{Т}} = 9,2 \text{ кН}$.

205. $F = 28 \text{ Н}$.

206. $g = 3,7 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}$.

207. $N = 4,3 \text{ Н}$.

208. $P = 7,0 \text{ Н}$.

209. $F = 2,4 \text{ Н}$.

211. $\Delta l_2 = 2,0 \text{ см}$.

212. $\Delta l_2 = 2,0 \text{ см}$.

213. $P = 1,7 \text{ Н}$, $m = 0,17 \text{ кг}$, $V = 20 \text{ см}^3$, $V_1 = 60 \text{ см}^3$.

214. $\rho = 8,3 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$.

12. Трение. Сила трения

226. $F_{\text{упр}} = 40 \text{ Н}$.

227. $F_{\text{с}} = 0,8 \text{ кН}$, $F_{\text{р}} = 0 \text{ Н}$.

228. $F_{\text{с}} = 4 \text{ кН}$.

231. $F_1 = F_2 = 5 \text{ кН}$, $F_3 = F_4 = 3 \text{ кН}$, $F_{\text{р}} = 0$.

233. $F_{\text{р}} = 320 \text{ кН}$.

13. Давление. Единицы давления

253. $F_2 = 1,2F_1$.

254. $p = 2,5 \text{ ГПа}$.

255. $p = 6,0 \text{ МПа}$.

256. $F = 10 \text{ Н}$, да.

257. $p = 15 \text{ кПа}$.

258. $F = 9 \text{ кН}$.

259. $S = 0,05 \text{ м}^2$.

260. $\rho = 2,6 \cdot 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$.

261. $p = 3,2 \text{ кПа}$.

262. $h_2 = 3,0 \text{ см}$.

263. $m = 182 \text{ кг}$.

264. $m_1 = 80 \text{ кг}$.

265. $m = 65 \text{ кг}$.

267. $\frac{p_2}{p_1} = 4,8$.

268. $\Delta p = 12,5 \text{ кПа}$.

269. $S = 250 \text{ см}^2$.

270. $p = 500 \text{ кПа}$.

271. $m = 0,8 \text{ т}$.

272. $P = 11,2 \text{ кН}$.

273. $m = 67 \text{ т}$.

274. $S_1 = 12 \text{ м}^2$.

275. $p = 45 \text{ кПа}$.

276. $l = 0,02 \text{ м}$.

277. $m = 8,9 \text{ кг}$.

278. $N = 3,5 \cdot 10^3$.

279. $F = 50 \text{ кН}$.

280. $p = 0,2 \text{ МПа}$.

14. Передача давления газами и жидкостями.

Закон Паскаля. Давление жидкости, обусловленное ее весом

309. $h = 9 \text{ км}$.

310. $p = 114 \text{ МПа}$.

311. $h = 22 \text{ м}$.

312. $p_1 = 2,5$ кПа, $p = 1,5$ кПа.
 313. $p_1 = 309$ кПа, $p_2 = 1,5$ МПа, $p_3 = 2,6$ МПа, $F = 6,4$ МН.
 314. $h_1 = 10$ м, $h_2 = 30$ м, $h_3 = 50$ м.
 315. $p = 15,4$ кПа.
 316. $p = 2,72$ кПа.
 317. $m_1 = 1,5$ кг.
 318. $p = 815$ кПа.
 319. $F = 0,71$ Н.
 320. $F = 0,15$ кН.
 321. $p = 2,5$ кПа, $F = 0,15$ кН.
 322. $p = 4$ кПа, $F = 3,36$ кН, $p_1 = 3,2$ кПа.
 323. $h = 20$ см.
 324. $S = 0,031$ м².
 325. $p = 1,8$ кПа, $P_B = 10$ Н, $P_K = 8,0$ Н.
 326. $p_1 = 1$ кПа, $p_2 = 4$ кПа.
 328. $p = 10$ кПа.

15. Сообщающиеся сосуды

341. $\rho = 1,0 \frac{\Gamma}{\text{см}^3}$, вода.
 342. $\Delta p = 2$ кПа.
 343. $\Delta h = 4,0$ см.
 344. $p = 1,5$ кПа
 345. $\Delta h = 5,0$ см.
 346. $\Delta h = 20$ см, $V = 200$ см³.
 347. $m = 0,6$ кг.
 348. $\Delta h_1 = 12,8$ см, $\Delta h_2 = 3,2$ см.
 349. $\Delta h = 1$ см.
 350. $\Delta h = 2,5$ см.
 351. $h_2 = 18$ см.
 352. $\Delta h = 25$ мм.

353. $\Delta h = 10$ мм.

354. $\Delta h = 2,0$ см.

355. $\Delta h = 10$ см.

356. $m = \frac{\rho h(S_1 + S_2)}{2}$.

16. Атмосферное давление. Барометры и манометры

371. $p = 10$ кПа.

372. $F = 121$ кН.

373. $h = 180$ м.

374. $h = 27,0$ м.

375. $p = 129$ кПа.

376. $p_2 = 109$ кПа.

379. $p_{\text{атм}} = 99,4$ кПа, $p_6 = 222$ кПа.

380. $p_6 = 26$ кПа.

381. $\Delta p = 41$ кПа.

382. $p = 101$ кПа.

383. $F = 101$ МН.

384. $h = 10$ м.

385. $h = 40$ м, $p = 513$ кПа.

386. $m = 5,2 \cdot 10^{18}$ кг.

387. $F = 25$ кН с каждой стороны.

17. Механическая работа

394. $A = 18$ кДж.

395. $F = 0,1$ кН.

396. $F = 0,8$ кН.

397. $A = 9,6$ Дж.

398. Увеличилась в 2 раза.

401. $A = 0,1$ кДж.

402. $A_I = 20$ Дж, $A_{II} = 10$ Дж.

404. $m = 60$ кг.
405. $l = 100$ м.
406. $A = 60$ кДж.
407. $A = 84$ кДж.
408. $h = 180$ м.
409. $A = 0,2$ кДж.
410. $m = 40$ кг.
411. $A = 0,38$ МДж.
413. В 3 раза.
415. $m = 10$ кг.
416. $A_p = 0,5$ кДж, $A_{тр} = -1,0$ кДж.
417. $m = 0,67$ кг.

18. Механическая мощность

430. $P = 4$ кВт.
431. $P = 1,0$ МВт.
433. $F_{тяги} = 3,1$ кН.
434. $\frac{P_1}{P_2} = 4,7$.
435. $A = 50$ кДж.
436. $t = 20$ с.
437. $P = 4,8$ кВт.
438. Уменьшилась в 2 раза.
439. $P = 12$ кВт.
441. $F_{сопр} = 1,47$ кН.
442. $A = 788$ МДж.
443. $\langle P \rangle = 2$ Вт.
444. $P = 48$ МВт.
445. $s = 200$ м.
447. $P = 50$ Вт.
449. а) $A_{п} = 80$ кДж; б) $A_{сов} = 88$ кДж; в) $\eta = 91\%$.

19. Кинетическая энергия

455. $K = 2,6 \cdot 10^9$ Дж.

456. $\frac{K_1}{K_2} = 2,4$.

457. $K_1 = 1,8$ МДж, $K_2 = 0,69$ МДж.

458. $K = 28$ кДж, $A = -28$ кДж.

459. $K_B = 1,7 K_0$.

460. $K = 0,18$ МДж, $P = 18$ кВт.

462. $m = 80$ кг.

464. $\frac{A_M}{A_{ал}} = 3,3$.

466. $A_T = 900$ кДж, $A_C = -900$ кДж, $K = 750$ кДж.

467. $s_2 = 80$ м.

468. $\langle F_c \rangle = 12$ кН.

469. $A = 0,12$ кДж, $A_{тр} = -0,10$ кДж.

20. Потенциальная энергия

474. $\frac{K}{\Pi} = 14$.

475. $\Pi = 0,36$ МДж.

479. $m = 5,0$ кг.

480. $P = 10$ кВт.

481. $t = 110$ с.

485. $A = 2,7$ Дж.

486. $P = 1,0$ кВт.

21. Закон сохранения механической энергии

492. $W = 54 \text{ мДж}$.

493. $h = 3,2 \text{ м}$.

494. $m = 0,5 \text{ кг}$.

495. $F_{\text{тр}} = 0,17 \text{ кН}$.

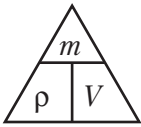
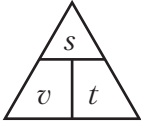
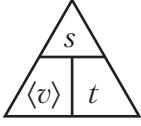
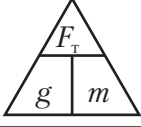
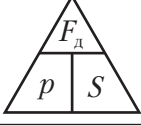
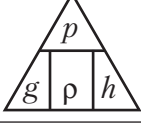
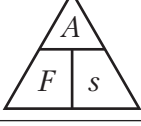
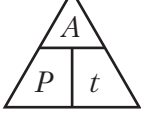
497. $v = 5,8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$.


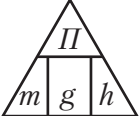
500. $K_A : K_B : K_C = 97 : 17 : 49$.

501. $h = 15 \text{ м}$, $\langle P \rangle = 0,2 \text{ кВт}$.

Приложение

Основные формулы и «треугольники памяти»

$\rho = \frac{m}{V}$		плотность вещества
$v = \frac{s}{t}$		скорость равномерного движения
$\langle v \rangle = \frac{s}{t}$		средняя скорость неравномерного движения
$F_T = gm$		сила тяжести
$p = \frac{F_d}{S}$		давление
$p_{\text{гидростат}} = g\rho h$		гидростатическое давление
$A = Fs$		механическая работа
$P = \frac{A}{t}$		механическая мощность

$K = \frac{mv^2}{2}$		кинетическая энергия
$\Pi = mgh$		потенциальная энергия

Содержание

<i>От авторов</i>	3
1. Физические методы познания природы.....	5
2. Строение вещества.....	12
3. Механическое движение. Относительность покоя и движения. Траектория. Путь. Время	14
4. Равномерное движение. Скорость. Единицы скорости.....	18
5. Графики пути и скорости при равномерном прямолинейном движении	27
6. Неравномерное (переменное) движение. Средняя скорость.....	33
7. Инерция	38
8. Сила.....	41
9. Сила тяжести.....	44
10. Сила упругости. Вес тела.....	47
11. Единицы силы. Измерение силы. Динамометр. Сложение сил. Равнодействующая сила	51
12. Трение. Сила трения.....	60
13. Давление. Единицы давления.....	63

14. Передача давления газами и жидкостями. Закон Паскаля. Давление жидкости, обусловленное ее весом	72
15. Сообщающиеся сосуды	84
16. Атмосферное давление. Барометры и манометры.....	92
17. Механическая работа	100
18. Механическая мощность	106
19. Кинетическая энергия	113
20. Потенциальная энергия	118
21. Закон сохранения механической энергии	123
Ответы	128
Приложение	139

Учебное издание

Исаченкова Лариса Артемовна
Гладков Юрий Игоревич
Захаревич Екатерина Васильевна и др.

СБОРНИК ЗАДАЧ ПО ФИЗИКЕ. 7 КЛАСС

Пособие для учащихся учреждений общего среднего образования
с русским языком обучения

2-е издание, пересмотренное

Изображения на обложке используются по лицензии Shutterstock.com

Дизайнер *А. А. Яцук*

Ответственный за выпуск *Д. Л. Дембовский*

Подписано в печать 23.11.2018. Формат 60×84¹/₁₆. Бумага типографская.

Печать офсетная. Усл. печ. л. 8,37. Уч.-изд. л. 4,29. Тираж 5100 экз. Заказ

Общество с дополнительной ответственностью «Аверсэв».

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя
печатных изданий № 1/15 от 02.08.2013. Ул. Н. Олешева, 1, офис 309, 220090, г. Минск.

E-mail: info@aversev.by; www.aversev.by

Контактные телефоны: (017) 268-09-79, 268-08-78. Для писем: а/я 3, 220090, г. Минск.

УПП «Витебская областная типография».

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя
печатных изданий № 2/19 от 26.11.2013. Ул. Щербакова-Набережная, 4, 210015, г. Витебск.

Помогаем учить, помогаем учиться



Рабочая тетрадь по физике для 7 класса. Часть 1

3-е издание

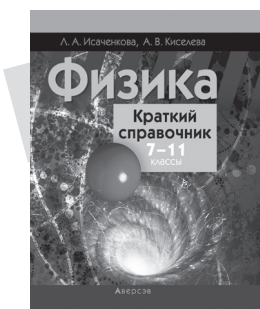


Рабочая тетрадь по физике для 7 класса. Часть 2

2-е издание, пересмотренное

Рабочие тетради (авторы *Л. А. Исаченкова, Е. В. Захаревич, А. В. Киселева, И. Э. Слесарь*) составлены в соответствии с программой и учебным пособием по физике для 7 класса и включают весь необходимый теоретический и практический материал для изучения предмета. Использование тетрадей сокращает и облегчает труд ученика и учителя при оформлении и проверке работ, освобождает время для выполнения творческих заданий.

*Рекомендовано Научно-методическим учреждением
«Национальный институт образования»
Министерства образования Республики Беларусь*



Физика. Краткий справочник. 7–11 классы

Л. А. Исаченкова, А. В. Киселева
2-е издание

Представленные в справочнике табличные значения физических величин расширяют рамки школьных учебников и окажут помощь при решении задач.



🔍 Аверсэв. Физика, астрономия

Присоединяйтесь к нашей группе по физике и астрономии «ВКонтакте»!
Новинки издательства, акции, розыгрыши книг.