

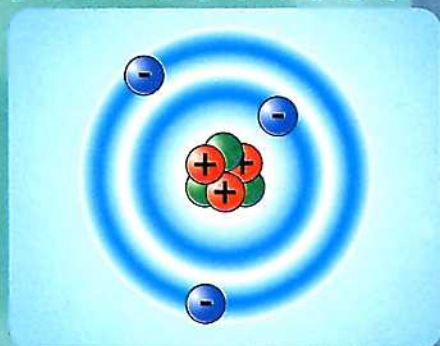
Л. Э. Генденштейн, Л. А. Кирик,
И. М. Гельфгат, И. Ю. Ненашев

ФИЗИКА

9

ЗАДАЧНИК

класс



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

ФИЗИКА

9 класс

В двух частях

Часть 2

ЗАДАЧНИК

для общеобразовательных учреждений

Под редакцией Л. Э. ГЕНДЕНШТЕЙНА

4-е издание, стереотипное



Москва 2012

УДК 373.167.1:53

ББК 22.3я72

Г34

Генденштейн Л. Э.

Г34 Физика. 9 класс. В 2 ч. Ч. 2. Задачник для общеобразовательных учреждений / Л. Э. Генденштейн, Л. А. Кирик, И. М. Гельфгат, И. Ю. Ненашев; под ред. Л. Э. Генденштейна. — 4-е изд., стер. — М. : Мнемозина, 2012. — 175 с. : ил.

ISBN 978-5-346-02150-6

Задачник соответствует образовательному стандарту второго поколения и программе по физике для 9 класса. В нём содержатся качественные, расчётные и экспериментальные задания, сгруппированные по тематическим разделам, в каждом из которых выделено три уровня сложности.

Задачник предназначен для 9 класса общеобразовательных учреждений всех типов и соответствует учебнику (авторы учебника Л. Э. Генденштейн, А. Б. Кайдалов, В. Б. Кожевников).

УДК 373.167.1:53

ББК 22.3я72

ISBN 978-5-346-02148-3 (общ.)

ISBN 978-5-346-02150-6 (ч. 2)

© «Мнемозина», 2009

© «Мнемозина», 2012

© Оформление. «Мнемозина», 2012

Все права защищены

ПРЕДИСЛОВИЕ

Данный задачник является вторым основным компонентом учебно-методического комплекта по физике для 9-го класса (первый компонент — учебник, авторы Л. Э. Генденштейн, А. Б. Кайдалов, В. Б. Кожевников). В книге предлагаются качественные, расчетные и экспериментальные задания, сгруппированные по тематическим разделам, в каждом из которых выделено три уровня сложности.

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

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

Далеко не все задания в сборнике являются обязательными для каждого учащегося. Учитель имеет возможность подобрать задачи с учетом особенностей каждого класса.

В разделе «Материал для повторения при подготовке к Государственной итоговой аттестации» (ГИА) собраны типовые задачи курса физики 7-го и 8-го классов. Кроме того, в этом разделе есть образцы задач, представленных в форме заданий ГИА.

Для удобства в книге использованы специальные обозначения:



для задач, к которым даны указания;



для задач, к которым даны полные решения.

Все необходимые для решения задач справочные данные приведены на форзацах. При решении задач следует считать $g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$.

МЕХАНИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ

Как бы быстро ни летело время, оно движется крайне медленно для того, кто лишь наблюдает за его движением.

С. Джонсон

1. МЕХАНИЧЕСКОЕ ДВИЖЕНИЕ. СИСТЕМА ОТСЧЕТА

Пример решения задачи

На рис. 1 показано, как вертолет садится на палубу идущего полным ходом корабля. Как при этом должен двигаться вертолет относительно корабля?



Рис. 1

Решение. Чтобы «приземление» было наиболее точным и вертолет не соскальзывал с палубы, надо, чтобы вертолет «завис» над движущимся кораблем, то есть чтобы вертолет и корабль покоились друг относительно друга.

УСТНАЯ РАЗМИНКА

1.1. Какие из тел, указанных на рис. 2, движутся относительно Земли?



Рис. 2

1.2. Какие из тел, указанных на рис. 3, покоятся относительно Земли?



Рис. 3

1.3. Космический корабль совершает перелет Земля — Марс. Может ли считать этот корабль материальной точкой:

- а) диспетчер в Центре управления полетом, определяющий расстояние между кораблем и Землей;
- б) космонавт, разыскивающий потерявшийся инструмент в корабле?

1.4. На фотографиях (рис. 4) показаны фрагменты легкоатлетических соревнований. В каком случае спортсмена можно считать материальной точкой?

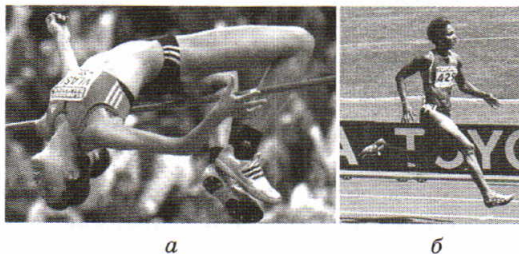


Рис. 4

1.5. В каких случаях, показанных на рис. 5, при решении задач:

- а) поезд можно считать материальной точкой;
- б) поезд нельзя считать материальной точкой?



Рис. 5

1.6. Что удобно принять за тело отсчета человеку, который:

- а) прокладывает туристский маршрут;
- б) разрабатывает план межпланетного перелета;
- в) играет в футбол на палубе теплохода;
- г) жонглирует мячиками в движущемся лифте?

1.7. Относительно каких тел неподвижны:

- а) пассажир поднимающегося лифта;
- б) птица во время весеннего перелета;
- в) падающая дождевая капля?

1.8. Книга лежит на столе. Укажите тело отсчета, относительно которого книга:

- а) покоится; б) движется.

1.9. Чем различаются траектории движения самолета и автомобиля (рис. 6)?

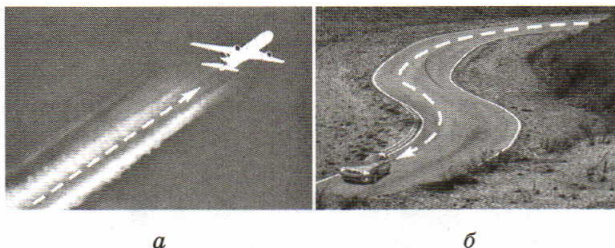


Рис. 6

1.10. Каково различие между пройденным путем и перемещением?

1.11. Один из приборов на приборной панели автомобиля показывает, сколько километров прошел автомобиль. Какую физическую величину может определить водитель, используя показания этого прибора: пройденный путь или перемещение?

1.12. Является ли поступательным движение:

- а) кабинки «колеса обозрения»;
- б) стрелки часов (рис. 7)?

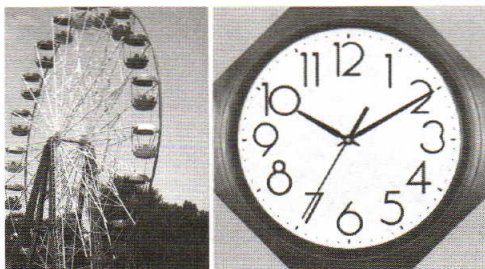


Рис. 7

Первый уровень

1.13. Дети, сидящие на вращающейся карусели, видят, что относительно нее они неподвижны, а окружающие их предметы на поверхности земли движутся (рис. 8). Что в данном случае является телом отсчета?



Рис. 8

1.14. Что определяет пассажир поезда по цифрам на километровых столбах, установленных вдоль железнодорожного полотна (рис. 9), — перемещение или пройденный поездом путь?

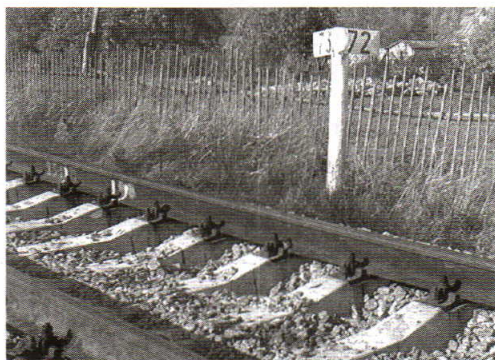


Рис. 9

1.15. Воздушный шар летит в сплошном тумане (рис. 10). Может ли воздухоплаватель, не пользуясь приборами, определить направление полета?



Рис. 10

1.16. Проводница стоит в дверях вагона отходящего от станции поезда (рис. 11). Укажите, в какой системе отсчета она покоится, а в какой — движется.



Рис. 11

1.17. Два пловца в бассейне совершили одинаковые перемещения. Обязательно ли одинаковы пройденные ими пути?

1.18. В каком из приведенных случаев модуль перемещения автомобиля такси равен нулю:

- пассажир из центра города проехал в аэропорт;
 - водитель, выехавший из гаража рано утром, вернулся туда поздно вечером;
 - водитель весь день ремонтировал автомобиль в гараже?
- В каком случае пройденный путь равен нулю?

Второй уровень

1.19. Можно ли, зная начальное положение тела и пройденный им путь, определить конечное положение тела?

1.20. Относительно какого тела определяются положения тел в геоцентрической системе мира (рис. 12, а)? в гелиоцентрической (рис. 12, б)?

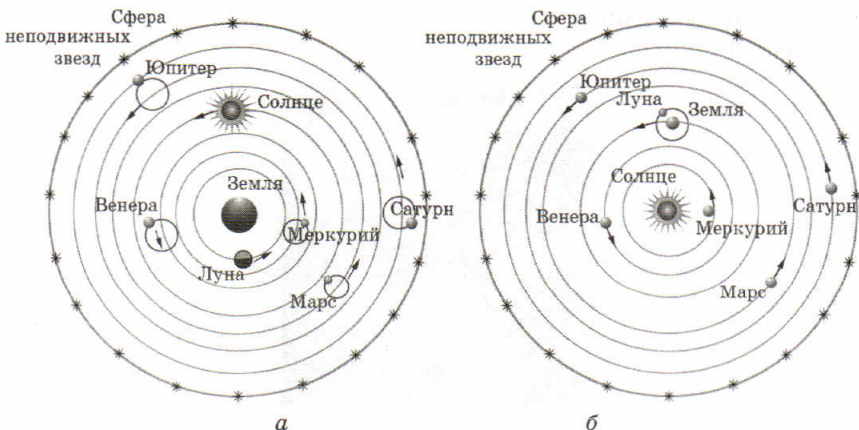


Рис. 12

1.21. На рис. 13 показаны восход и заход Солнца. Какую систему отсчета имеют в виду, когда говорят, что Солнце восходит и заходит?



Рис. 13

1.22. Как должен двигаться автомобиль в течение некоторого промежутка времени, чтобы по показаниям приборов на его приборной панели можно было определить модуль перемещения автомобиля за этот промежуток времени?

1.23. В каком из приведенных случаев путь равен модулю перемещения тела:

- а) снаряд, выпущенный под углом к горизонту, попадает в наземную цель;
- б) мяч, подброшенный вертикально вверх, поднимается и падает на площадку;
- в) сосулька, оторвавшаяся от крыши, падает на землю?

1.24. Одинаковые ли пути проходят первый и последний вагоны электрички при движении между двумя станциями?

1.25. Может ли человек, находящийся в вагоне движущегося поезда, быть неподвижным относительно земли (рис. 14)?



Рис. 14



Рис. 15

1.26. Вертолет поднимается вертикально вверх (рис. 15). Нарисуйте примерный вид траектории какой-либо точки на лопасти несущего винта:

- а) относительно летчика;
- б) относительно механика, оставшегося на земле.

1.27. Два автомобиля движутся по шоссе так, что некоторое время расстояние между ними не изменяется (рис. 16). Укажите, относительно каких тел в течение этого времени каждый из них находится в покое и относительно каких тел они движутся.



Рис. 16

1.28. Мяч, брошенный вверх, поднялся на высоту 10 м и упал в ту же точку. Чему равен путь, пройденный мячом при движении вверх? при движении вниз? за все время движения? Чему равен модуль перемещения мяча за все время движения?

1.29. Мяч упал с высоты 3 м, отскочил от пола и был пойман на высоте 1 м от пола. Найдите путь и модуль перемещения мяча.

1.30. Мяч упал с высоты 4 м, отскочил на 2 м вверх, снова упал и после отскока был пойман на высоте 1 м. Найдите путь и модуль перемещения мяча.

Третий уровень

1.31. Траектории движения двух материальных точек пересекаются. Обязательно ли эти тела сталкиваются? Приведите пример, подтверждающий ваш ответ.

1.32. Самолет взлетает с движущегося в том же направлении авианосца. Одинаковы ли скорости самолета относительно авианосца и Земли?

1.33. Два автомобиля движутся навстречу друг другу (рис. 17). В каком случае скорость первого автомобиля больше: когда его движение рассматривается относительно земли или относительно второго автомобиля?



Рис. 17

1.34. Спортсмены пробежали несколько полных кругов по дорожке стадиона. Является ли их траектория замкнутой:

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

1.35. Начертите траекторию движения, при котором путь превышает модуль перемещения:

- а) в 3 раза;
- б) в $\frac{\pi}{2}$ раз;
- в) в $\sqrt{2}$ раз.

1.36. Во время смены караула в Ватикане швейцарский гвардеец прошел по коридору 10 м, повернул направо и прошел 20 м, повернул налево и прошел 10 м, повернул еще раз налево и прошел 50 м, повернул направо и прошел 20 м. Лишь после этого он взял алебарду на караул и замер (рис. 18). Начертите в удобном масштабе траекторию движения гвардейца. Какой путь он прошел? Каков модуль его перемещения?



Рис. 18

1.37. Теплоход, двигаясь по Ладожскому озеру, прошел на восток 30 км, затем свернул под углом 45° на северо-восток и прошел еще 20 км, последние 20 км он двигался строго на север. Найдите путь, пройденный теплоходом, и модуль перемещения. Начертите в удобном масштабе траекторию движения.

1.38. Велосипедист движется равномерно по круговой трассе радиусом 1 км, затрачивая на каждый круг 8 мин. Найдите путь и перемещение велосипедиста:

- а) за 2 мин; в) за 8 мин;
- б) за 4 мин; г) за 12 мин.

1.39. По секундной стрелке больших часов ползет жук. Нарисуйте примерный вид траектории движения жука относительно циферблата, если он дополз от центра часов до конца стрелки за полторы минуты.

 **1.40.** Посмотрите на фотографии (рис. 19) и ответьте:

- а) какой путь может пройти конец минутной стрелки за время, прошедшее между двумя снимками;
- б) каким может быть модуль перемещения конца минутной стрелки за это время?

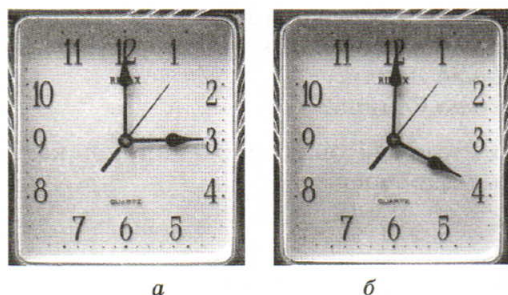



Рис. 19

Крепкие орешки

 **1.41.** След реактивного самолета (рис. 20) имеет форму окружности (как для стоящего на земле наблюдателя, так и для пилота пассажирского самолета, пролетающего мимо). Значит ли это, что траектория движения реактивного самолета представляет собой окружность и в системе отсчета «пассажирский самолет»?

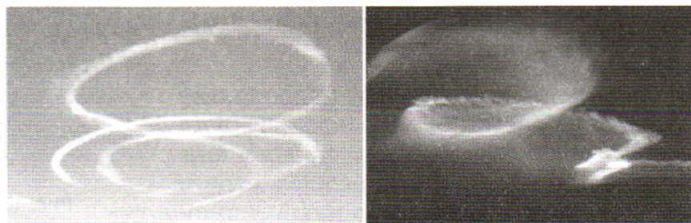


Рис. 20

1.42. Нарисуйте траекторию движения произвольной точки на ободе колеса железнодорожного вагона (рис. 21):

- а) относительно вагона;
- б) относительно земли.

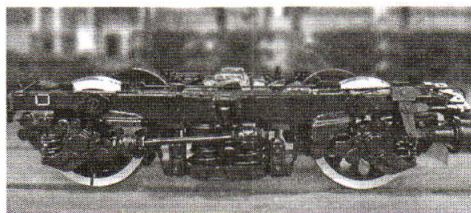


Рис. 21

Это почти неподвижности мука —
Мчаться куда-то со скоростью звука...

Л. Мартынов

2. ПРЯМОЛИНЕЙНОЕ РАВНОМЕРНОЕ ДВИЖЕНИЕ

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

Пример решения задачи

Поезд длиной $l_{\text{п}} = 240$ м, двигаясь равномерно, прошел мост за $t = 1,5$ мин (рис. 22). Какова скорость поезда, если длина моста $l_{\text{м}} = 300$ м?

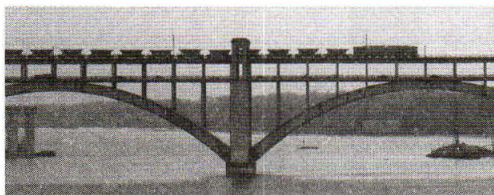


Рис. 22

Решение. Поезд начинает движение по мосту, когда его «голова» зашла на мост, и заканчивает, когда «хвост» поезда проходит другой конец моста. Пройденный за это время путь $l = l_{\text{п}} + l_{\text{м}}$.

Отсюда скорость поезда

$$v = \frac{l}{t} = \frac{l_{\text{п}} + l_{\text{м}}}{t},$$

где $t = 90$ с.

Проверим единицы величин:

$$[v] = \frac{m + m}{c} = \frac{m}{c}.$$

Подставим числовые значения:

$$v = \frac{240 + 300}{90} = 6 \left(\frac{m}{c} \right).$$

Ответ: 6 м/с.

УСТНАЯ РАЗМИНКА

2.1. Какое движение можно считать равномерным:

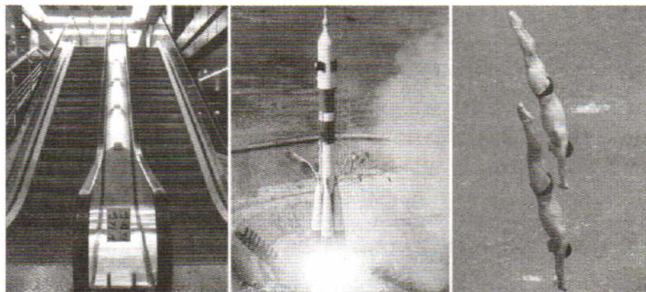
- а) движение электрички между остановками;
- б) движение пассажира, стоящего на ступеньках эскалатора метро;
- в) движение самолета на взлетной полосе?

2.2. С помощью каких измерений можно убедиться, что тело движется прямолинейно равномерно?

2.3. На рис. 23 показаны:

- а) движение эскалатора (рис. 23, а);
- б) старт космической ракеты (рис. 23, б);
- в) прыжок с трамплина (рис. 23, в).

Какое из этих движений можно считать равномерным?



а

б

в

Рис. 23

2.4. Выразите в метрах в секунду следующие значения скорости: 1,8 км/ч; 36 км/ч; 72 км/ч; 180 км/ч.

2.5. Выразите в километрах в час следующие значения скорости: 1 м/с; 3 м/с; 5 м/с; 20 м/с; 100 м/с.

2.6. Определите скорость лыжника, прошедшего 16 км за 2 ч.

2.7. Самолет летит со скоростью 200 м/с. За какое время он пролетает 5 км?

2.8. Черепаха равномерно ползет со скоростью 2,5 мм/с (рис. 24). Какое расстояние проползет черепаха за 10 мин?



Рис. 24

Первый уровень

2.9. Турист поднялся на холм за 3 ч, а спустился с него за 2 ч. Во сколько раз быстрее он шел вниз, чем вверх?

2.10. Может ли пассажир, находясь на движущемся эскалаторе метро (рис. 25), быть в покое в системе отсчета, связанной с землей?



Рис. 25

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

2.12. Двигаясь равномерно по прямому участку шоссе, автомобиль за 6 мин проехал от километрового столба «1 км» до километрового столба «7 км». Где находился автомобиль после 2 мин движения? после 3,5 мин? после 5 мин?

2.13. На рис. 26 приведены графики зависимости пути от времени для двух тел, движущихся прямолинейно равномерно. Какое из этих тел движется с большей скоростью?

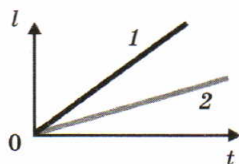


Рис. 26

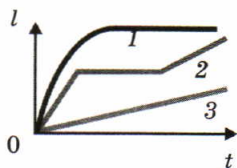


Рис. 27

2.14. На рис. 27 приведены графики зависимости пути от времени для трех тел. Какое (какие) из них движется равномерно? Какое (какие) из них останавливалось во время наблюдения?

2.15. Один автомобиль, двигаясь со скоростью 16 м/с , проехал туннель за 30 с , а другой, двигаясь равномерно, проехал тот же туннель за 24 с . Какова скорость второго автомобиля?

2.16. Сколько времени потребуется поезду длиной 450 м , чтобы проехать мост длиной 750 м , если скорость поезда 72 км/ч ?

2.17. Двигаясь равномерно прямолинейно, тело за 10 с прошло 200 см . За какое время это тело, двигаясь с той же скоростью и в том же направлении, пройдет путь 36 км ?

Второй уровень

2.18. Тело движется прямолинейно равномерно. Как изменится пройденный телом путь, если скорость тела увеличится в 2 раза, а время движения уменьшится в 4 раза?

2.19. Два тела движутся прямолинейно равномерно. Скорость первого тела в 4 раза больше скорости второго. Чему равно отношение путей, пройденных телами, если они двигались одинаковое время?

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

2.21. Можно ли утверждать, что тело движется прямолинейно равномерно, если оно движется вдоль прямой в одном направлении и каждую секунду проходит путь 2 м ?

2.22. На рис. 28 даны графики зависимости скорости равномерного движения двух тел от времени. Что общего у этих графиков? Чем они отличаются? Какой путь пройдет каждое из тел за 3 с ?

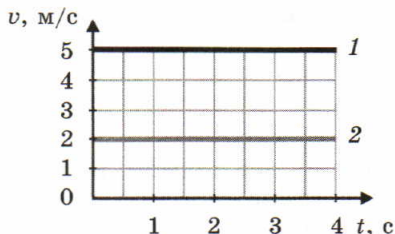


Рис. 28

2.23. На рис. 29 приведены графики зависимости скорости от времени для двух тел. Для каждого из них постройте график зависимости пути от времени.

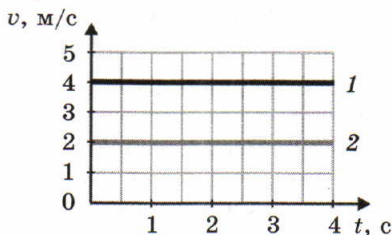



Рис. 29

2.24. Лыжник едет со скоростью 1,5 м/с. Постройте график зависимости пути от времени и найдите с помощью этого графика путь, пройденный лыжником за 6 с.

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

 **2.26.** Моторная лодка движется по течению реки со скоростью 9 км/ч, а плот — со скоростью 1 км/ч (рис. 30). Какова скорость движения моторной лодки против течения? Все скорости заданы относительно земли.

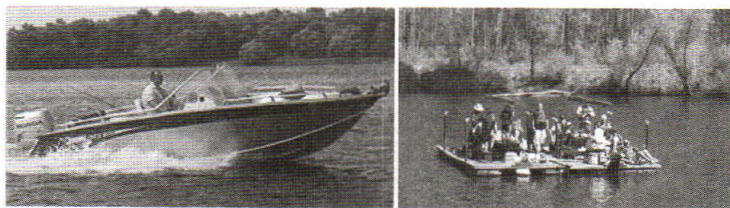


Рис. 30

2.27. Катер движется по реке против течения со скоростью 12 км/ч относительно берега, а по течению — со скоростью 16 км/ч. Какова скорость течения?

2.28. По дороге ползет удав длиной 6 м, а по удаву от головы к хвосту скачет попугай (рис. 31). Скорость удава относительно дороги 2 м/с, а скорость попугая относительно удава 3 м/с. Какой путь относительно дороги пройдет попугай, пока доскачет от головы удава до конца его хвоста?




Рис. 31

Третий уровень

2.29. Пассажир движущегося поезда смотрит в окно на проходящий встречный поезд. Когда встречный поезд промчался мимо, пассажиру показалось, что его поезд замедлил ход. Почему?



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

 **2.31.** Моторная лодка по течению проходит расстояние между двумя пристанями за время $t_1 = 2$ ч, а против течения — за $t_2 = 4$ ч. За какое время проплывает от одной пристани до другой плот? Скорость лодки относительно воды постоянна.

2.32. Моторная лодка, отплывая от пристани A , обгоняет плывущие по реке плоты. Через 2 ч лодка у пристани B поворачивает назад к пристани A . Обратный путь занимает 6 ч. Сколько времени плывут от A до B плоты? Через какое время после отплытия от пристани A лодка опять встретится с ними?


 **2.33.** Гусеничный трактор движется со скоростью $v = 9$ км/ч. С какой скоростью относительно грунта движется его гусеница (рис. 32) в ее верхней и нижней частях?




Рис. 32

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

2.35. Дима идет в школу со скоростью 3 км/ч и рассчитывает успеть как раз к началу урока. Пройдя одну треть пути, он

вспоминает, что забыл выключить дома компьютер. С какой скоростью Дима должен бежать, чтобы вернуться домой, быстро выключить компьютер и не опоздать в школу?


 **2.36.** Из двух городов, находящихся на расстоянии 300 км один от другого, навстречу друг другу по прямому шоссе одновременно выехали грузовик и легковой автомобиль. Скорость грузовика 40 км/ч, а скорость легкового автомобиля 60 км/ч. Через какое время после выезда расстояние между ними будет равно 100 км?

2.37. Из поселка по прямому шоссе одновременно выехали велосипедист и автомобиль. Скорость велосипедиста 20 км/ч, а автомобиля — 60 км/ч. Постройте графики зависимости пути от времени для велосипедиста и автомобиля. Пользуясь этими графиками, найдите:

- а) через какое время расстояние между велосипедистом и автомобилем будет равно 120 км;
- б) на каком расстоянии от поселка находится автозаправочная станция, если велосипедист проехал мимо нее через 2 ч после автомобиля.

2.38. Витя полчаса шел до остановки автобуса, а потом 40 мин ехал на автобусе. Во сколько раз скорость ходьбы меньше скорости езды, если Витя проехал в 10 раз большее расстояние, чем прошел?

Крепкие орешки

 **2.39.** Турист-байдарочник, проплывая мимо пристани, уронил в воду закрытую пустую пластиковую бутылку. Через 45 мин он повернул назад и подобрал бутылку на 3 км ниже пристани. Какова скорость течения? Скорость байдарки относительно воды оставалась неизменной.

2.40. Из поселка вышел пешеход со скоростью 4 км/ч, а через 3 ч вслед за ним выехал велосипедист со скоростью 16 км/ч и выбежала собака. Собака догоняет пешехода, возвращается к велосипедисту, опять догоняет пешехода и бежит между ним и велосипедистом до тех пор, пока те не встретятся. Какой путь пробегает собака, если она все время движется со скоростью 20 км/ч?

Чем скорее проедешь, тем скорее приедешь.

Козьма Прутков

3. ПРОСТЕЙШИЕ СЛУЧАИ НЕРАВНОМЕРНОГО ДВИЖЕНИЯ

$$v_{\text{cp}} = \frac{s}{t} = \frac{l}{t}$$

Пример решения задачи

Мотоциклист первую половину пути при переезде по прямой дороге из одного пункта в другой ехал со скоростью $v_1 = 40$ км/ч, а вторую половину пути — со скоростью $v_2 = 10$ км/ч. Определите среднюю скорость движения мотоциклиста.

Решение. Обозначив весь пройденный путь $2l$, а все время движения t , запишем

$$v_{\text{cp}} = \frac{2l}{t}.$$

Мотоциклист проехал первую половину пути за время $t_1 = \frac{l}{v_1}$, а вторую половину пути — за время $t_2 = \frac{l}{v_2}$. Полное время движения

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

откуда

$$v_{\text{cp}} = \frac{2v_1 v_2}{v_1 + v_2}.$$

Проверим единицы величин:

$$[v_{\text{cp}}] = \frac{\frac{\text{км}}{\text{ч}} \cdot \frac{\text{км}}{\text{ч}}}{\frac{\text{км}}{\text{ч}} + \frac{\text{км}}{\text{ч}}} = \frac{\text{км}}{\text{ч}}.$$

Подставим числовые значения:

$$v_{\text{cp}} = \frac{2 \cdot 40 \cdot 10}{40 + 10} = 16 \left(\frac{\text{км}}{\text{ч}} \right).$$

Ответ: 16 км/ч.

УСТНАЯ РАЗМИНКА

3.1. Какое движение является неравномерным:

- а) движение автобуса между двумя остановками;
- б) движение парашютиста между моментами прыжка и приземления;

- в) движение автомобиля, перед которым зажегся красный свет светофора;
- г) движение падающей капли дождя?

3.2. На фотографиях (рис. 33) изображены: спуск парашютиста в безветренную погоду; движение поезда между двумя станциями; движение эскалатора метро. На какой из фотографий показано неравномерное движение?



Рис. 33

3.3. Чему равна мгновенная скорость камня, брошенного вертикально вверх, в верхней точке траектории?

3.4. Автомобиль за 3 ч проехал по прямой дороге 180 км. Какова средняя скорость его движения на всем пути?

Первый уровень

3.5. Автомобиль за 1 ч проехал по прямой дороге 80 км, а затем за 4 ч еще 220 км. Какова средняя скорость на всем пути?

3.6. Человек 1 ч шел по прямой дороге со скоростью 4 км/ч, а потом еще 1 ч ехал на велосипеде со скоростью 16 км/ч. Какова средняя скорость на всем пути?

3.7. В каком случае мгновенная скорость в любой момент времени равна средней скорости за все время движения?

Второй уровень

3.8. Можно ли, зная траекторию движения тела и модуль его средней скорости за определенный промежуток времени, определить положение тела в конце этого промежутка времени?

3.9. Известна средняя скорость движения за 1 ч. Можно ли найти путь, пройденный телом за 0,5 ч?

3.10. Человек за 25 мин прошел 1,2 км, затем полчаса отдыхал, а потом за 5 мин пробежал еще 800 м. Какова его средняя скорость на всем пути? Движение считайте прямолинейным.

3.11. Спортсмен на дистанции 100 м пробежал первые 30 м за 3,6 с, следующие 50 м — за 5 с, последние 20 м — за 2,1 с. Какова средняя скорость спортсмена на всем пути?

3.12. Автомобиль ехал 5 ч со скоростью 80 км/ч, а на следующие 200 км потратил 7 ч. Какова средняя скорость движения на всем пути? Движение считайте прямолинейным.

3.13. Мотоциклист за первые 2 ч проехал 90 км, а следующие 3 ч двигался со скоростью 50 км/ч. Какова средняя скорость мотоциклиста на всем пути? Движение считайте прямолинейным.

3.14. На рис. 34 приведен график зависимости скорости от времени для автомобиля, едущего по городу. В какие промежутки времени скорость автомобиля увеличивалась? уменьшалась? оставалась постоянной? Соблюдал ли водитель правила дорожного движения, согласно которым скорость при движении в городе не должна превышать 60 км/ч?

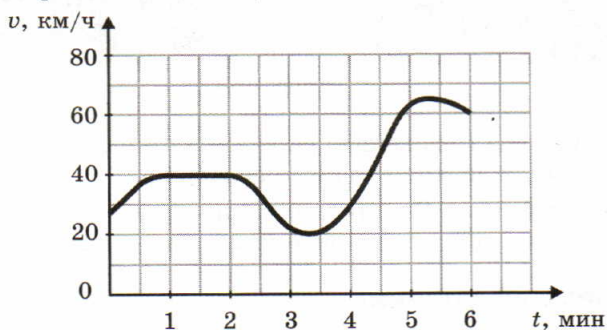


Рис. 34

Третий уровень¹

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

3.16. Поезд двигался на подъеме со скоростью 60 км/ч, а по равнине — со скоростью 90 км/ч. Какова была средняя скорость на всем пути, если время езды по равнине вдвое больше, чем на подъеме?

3.17. Пешеход две трети времени своего движения шел со скоростью 3 км/ч, а оставшееся время — со скоростью 6 км/ч. Какова его средняя скорость на всем пути?

3.18. Автомобиль проехал первую половину пути со скоростью 50 км/ч, а вторую — со скоростью 80 км/ч. Определите среднюю скорость движения на всем пути.

3.19. Третью пути человек ехал на велосипеде со скоростью 15 км/ч, а остаток пути шел со скоростью 5 км/ч. Какова средняя скорость движения на всем пути?

¹ При решении задач 3.15—3.23 движение считайте прямолинейным.

3.20. Скорость мотоциклиста на подъеме 30 км/ч, а на спуске — 90 км/ч. Определите среднюю скорость мотоциклиста на всем пути, если спуск в два раза длиннее подъема.

3.21. Две трети пути турист шел со скоростью 6 км/ч, а оставшийся путь ехал на велосипеде со скоростью 12 км/ч. Какова средняя скорость туриста на всем пути?

3.22. Первые 12 км турист шел пешком, а остаток пути проехал на гоночном мотоцикле. Какое расстояние он проехал на мотоцикле, если скорость езды — 160 км/ч, скорость ходьбы — 5 км/ч, а средняя скорость оказалась равной 40 км/ч?

3.23. Велосипедист проехал первую половину пути со скоростью 18 км/ч. С какой скоростью он ехал вторую половину пути, если его средняя скорость на всем пути оказалась равной 12 км/ч?

Крепкие орешки

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

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

Природа не знает остановки в своем движении и казнит всякую бездеятельность.

И. Гёте

4. ПРЯМОЛИНЕЙНОЕ РАВНОУСКОРЕННОЕ ДВИЖЕНИЕ

$$\text{Если } v_0 = 0, \text{ то } v = at, l = \frac{at^2}{2}, l = \frac{v^2}{2a}.$$

$$\text{Если } v_0 \neq 0, \text{ то } v = v_0 + at \text{ или } v = v_0 - at,$$

$$l = v_0 t + \frac{at^2}{2} \text{ или } l = v_0 t - \frac{at^2}{2}$$

Пример решения задачи

Поезд начинает движение из состояния покоя и движется равноускоренно. На первом километре пути его скорость возросла до 10 м/с. На сколько она возрастет на втором километре?

Решение. Из формулы пути $l = \frac{v^2 - v_0^2}{2a}$ следует, что скорость поезда после прохождения первого километра

$$v_1 = \sqrt{2al + v_0^2},$$

а после прохождения второго километра (когда пройденный путь равен $2l$)

$$v_2 = \sqrt{2a \cdot 2l}.$$

Тогда $\Delta v_2 = v_2 - v_1 = (\sqrt{2} - 1)\sqrt{2al}$, т. е. $\Delta v_2 = (\sqrt{2} - 1)v_1$.

Таким образом, $\Delta v_2 = 4,1$ м/с.

Ответ: на 4,1 м/с.

УСТНАЯ РАЗМИНКА

4.1. Куда направлено ускорение лыжника (рис. 35)?



Рис. 35

4.2. Поезд отходит от станции. Куда направлено его ускорение?

4.3. Начальная и конечная скорости прямолинейного равноускоренного движения тела соответственно равны 5 и 1 м/с. Куда было направлено ускорение тела?

4.4. Поезд тормозит перед остановкой. Что можно сказать о направлениях его ускорения и скорости?

4.5. Тело движется прямолинейно с постоянным ускорением $0,5 \text{ м/с}^2$. Найдите изменение скорости тела за 1 с; за 5 с.

4.6. При прямолинейном равноускоренном движении скорость тела за 5 с увеличилась на 3 м/с. Определите ускорение тела.

Первый уровень

4.7. Скорость шарика, который скатывается по длинному наклонному желобу, за 5 с возросла с 2 до 5 м/с. Определите ускорение шарика.

4.8. Покоившееся тело начинает двигаться прямолинейно равноускоренно с ускорением $0,2 \text{ м/с}^2$. Какую скорость будет иметь тело через 10 с ?

4.9. Через 25 с после начала движения спидометр автомобиля показал скорость движения 36 км/ч . С каким ускорением двигался автомобиль?

4.10. За какое время автомобиль, двигаясь с ускорением $0,2 \text{ м/с}^2$, увеличит свою скорость с 10 до 20 м/с ?

4.11. Велосипедист движется под уклон с ускорением $0,2 \text{ м/с}^2$. Какой станет скорость велосипедиста через 10 с , если его начальная скорость 5 м/с ?

4.12. Скорость тела изменялась по закону $v = 2 + 0,5t$. Какова начальная скорость тела и его ускорение?

4.13. Скорость тела изменялась по закону $v = 40 - 2t$. Какова начальная скорость тела и его ускорение?

4.14. На графике (рис. 36) приведена зависимость скорости от времени для разгоняющегося автомобиля. Определите начальную скорость и ускорение автомобиля.

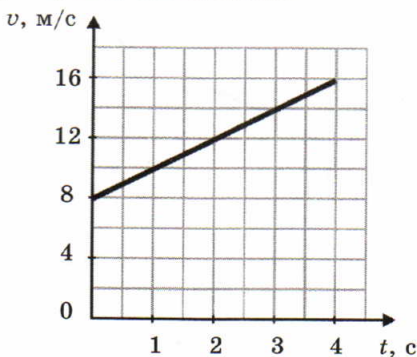


Рис. 36

4.15. На графике (рис. 37) приведена зависимость скорости от времени для тормозящего автомобиля. Определите начальную скорость и ускорение автомобиля.

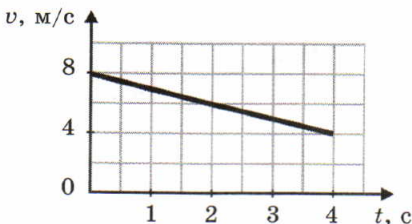


Рис. 37

4.16. Зависимость пути от времени для движущегося тела выражается формулой $l = 2t + 0,5t^2$. Какова начальная скорость тела и его ускорение? Совпадает ли направление ускорения с направлением начальной скорости?

4.17. Зависимость пути от времени для движущегося тела выражается формулой $l = 5t - 1,5t^2$. Какова начальная скорость тела и его ускорение? Совпадает ли направление ускорения с направлением начальной скорости?

4.18. Скорость тела при прямолинейном равноускоренном движении за 3 с изменилась от 2 до 4 м/с. Определите среднюю скорость тела. Есть ли в условии лишние данные?

4.19. Скорость тела при прямолинейном равноускоренном движении уменьшилась с 10 до 2 м/с. Определите среднюю скорость на этом участке пути.

4.20. Опишите движение тела, график скорости которого изображен на рис. 38.

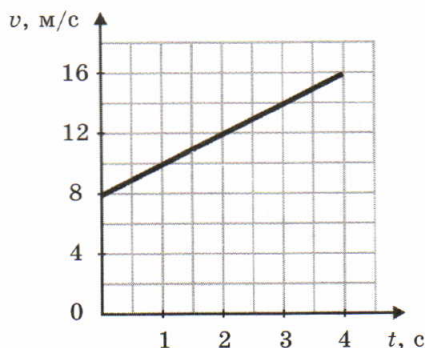


Рис. 38

4.21. Опишите движение тела, график скорости которого изображен на рис. 39.

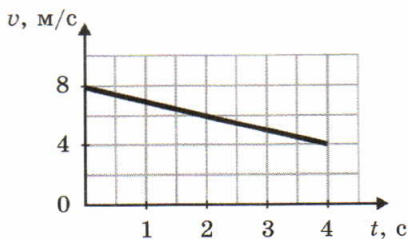


Рис. 39

4.22. Как двигался автомобиль, график скорости которого изображен на рис. 40?

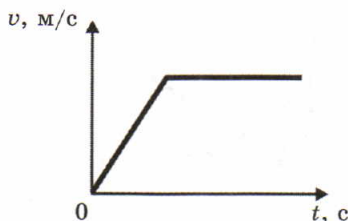


Рис. 40

4.23. Как двигался поезд, график скорости которого изображен на рис. 41?

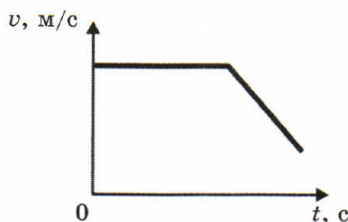


Рис. 41

4.24. Какой путь пройдет тело за 5 с из состояния покоя, двигаясь с постоянным ускорением 2 м/с^2 ?

Второй уровень

4.25. Два поезда идут навстречу друг другу: один — на север, увеличивая скорость, другой — на юг, уменьшая скорость. Как направлены ускорения поездов?

4.26. Автомобиль трогается с места, двигаясь с ускорением $0,6 \text{ м/с}^2$. За какое время он пройдет путь 30 м?

4.27. Велосипедист, движущийся со скоростью 3 м/с , начинает спускаться с горы с ускорением $0,8 \text{ м/с}^2$. Найдите длину горы, если спуск занял 6 с.

4.28. Какие из приведенных зависимостей описывают равноускоренное движение: 1) $l = 5t$; 2) $l = 0,5t^2$; 3) $v = 2 - t$; 4) $v = 10t^2$?

4.29. Уравнение зависимости пути от времени имеет вид $l = 3t + 0,5t^2$. Запишите уравнение зависимости скорости от времени.

4.30. Опишите движения, графики которых приведены на рис. 42. Запишите для каждого графика формулу зависимости $v(t)$.

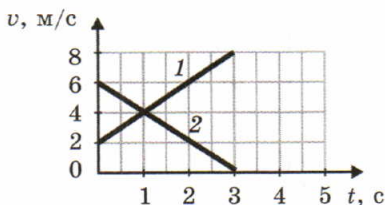


Рис. 42

4.31. Уравнение скорости движущегося тела $v = 5 + 2t$. Запишите соответствующее уравнение пути.

4.32. По графикам скорости, изображенным на рис. 43, запишите формулы зависимости $v(t)$. Постройте соответствующие графики пути.

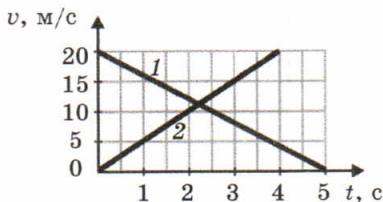


Рис. 43

4.33. Электропоезд, отходящий от станции, в течение 0,5 мин двигался с ускорением $0,8 \text{ м/с}^2$. Определите пройденный за это время путь и приобретенную скорость.

4.34. Автомобиль, остановившийся перед светофором, набирает затем скорость 54 км/ч на пути 50 м . С каким ускорением он движется? Сколько времени длится разгон?

4.35. Пуля, летящая со скоростью 400 м/с , ударяется в земляной вал и проникает в него на глубину 36 см . Сколько времени двигалась пуля внутри вала? С каким ускорением? Какова была ее скорость на глубине 18 см ?

4.36. Автомобиль, двигаясь равномерно, проходит за 5 с путь 25 м , после чего в течение следующих 10 с , двигаясь равноускоренно, проходит 150 м . С каким ускорением двигался автомобиль на втором участке?

4.37. Автомобиль, трогаясь с места, движется равноускоренно с ускорением 2 м/с^2 . Какой путь он пройдет за третью и за четвертую секунды движения?

Третий уровень

4.38. Что можно сказать об ускорении тела, скорость которого:

- а) практически неизменна;
- б) изменяется скачком (например, при ударе)?


4.39. Видеозапись прокручивают в обратную сторону. Как при этом изменяется направление скорости автомобиля на экране? направление ускорения?

4.40. Может ли скорость тела быть равной нулю в момент, когда его ускорение не равно нулю?


4.41. Первую секунду тело движется вдоль прямой со скоростью 1 м/с, вторую секунду — со скоростью 2 м/с, третью секунду — со скоростью 3 м/с и т. д. Является ли это движение равноускоренным? Обоснуйте свой ответ.

4.42. Тело, имея начальную скорость 1 м/с, двигалось равноускоренно и приобрело, пройдя некоторое расстояние, скорость 7 м/с. Какова была скорость тела, когда оно прошло половину этого расстояния?


4.43. При равноускоренном движении из состояния покоя тело проходит за пятую секунду 90 см. Определите путь тела за седьмую секунду.

 **4.44.** Тело совершает прямолинейное равноускоренное движение с некоторой начальной скоростью. Какой путь прошло тело за $t_1 = 20$ с, если его скорость через $t_2 = 10$ с после начального момента $v = 5$ м/с?

4.45. Прямолинейные движения двух тел описываются формулами $l_1 = 18t + 3t^2$ и $l_2 = 15t + 2,5t^2$. Опишите движения, постройте для каждого из них график $v(t)$.

 **4.46.** Движение пули в канале ствола при выстреле можно считать равноускоренным. На каком из этапов движения изменение скорости пули больше: при прохождении первой половины длины ствола или второй половины? Поясните свой ответ.

4.47. По наклонной доске снизу вверх катится шарик. На расстоянии 30 см от начала пути шарик побывал дважды: через 1 с и через 2 с после начала движения. Определите начальную скорость и ускорение движения шарика. Ускорение считайте постоянным.

 **4.48.** С каким ускорением двигался шарик (рис. 44, сделанный со стробоскопической фотографии), если промежуток между вспышками 1 с? Какова была начальная скорость шарика?

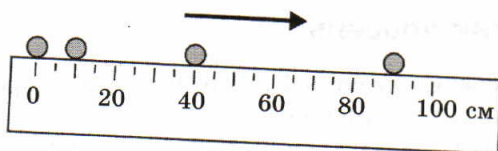


Рис. 44

4.49. Санки, скатывающиеся с горы с некоторой начальной скоростью, за 3 с проходят 2 м, а в последующие 3 с — 4 м. Считая движение равноускоренным, найдите ускорение и начальную скорость санок.

4.50. При равноускоренном движении в первые два равных последовательных промежутка времени по 4 с каждый автомобиль проходит 24 и 64 м. Определите начальную скорость и ускорение автомобиля.

4.51. Первый вагон поезда, подходящего к перрону, прошел мимо наблюдателя за 1 с, а второй — за 1,5 с. Длина вагона 12 м. Считая движение поезда равноускоренным, найдите его ускорение.

4.52. Наклонная плоскость длиной l разделена на три участка. Каковы длины этих участков, если скатывающийся по наклонной плоскости шарик проходит эти участки за одинаковое время?

4.53. За какую секунду от начала движения путь, пройденный телом при равноускоренном движении, втрое больше пути, пройденного в предыдущую секунду, если движение происходит без начальной скорости?

4.54. Два поезда прошли одинаковый путь за одно и то же время, однако один поезд, имея начальную скорость, равную нулю, прошел весь путь с ускорением 3 см/с^2 , а другой — половину пути шел со скоростью 18 км/ч , а вторую половину пути со скоростью 54 км/ч . Найдите путь, пройденный поездами.

4.55. Тележка двигалась вдоль наклонной плоскости с постоянным ускорением. В момент, когда секундомер показывал 7 с, тележка находилась против отметки 70 см, в момент времени 9 с — против отметки 80 см и при 15 с — против отметки 230 см. С каким ускорением двигалась тележка?

Крепкие орешки

4.56. Поезд начал тормозить при скорости 72 км/ч . Какова его скорость после прохождения двух третей тормозного пути?

4.57. Проезжая по прямой автотрассе мимо заправочной станции со скоростью 144 км/ч , водитель начинает торможение. Автобусную остановку автомобиль проезжает со скоростью 72 км/ч .

С какой скоростью двигался автомобиль на полпути между заправочной станцией и автобусной остановкой?

4.58. Два поезда одинаковой длины идут навстречу друг другу по параллельным путям с одинаковой скоростью 36 км/ч. В момент, когда головные вагоны поравнялись, один из поездов начинает тормозить и полностью останавливается к моменту, когда поравнялись последние вагоны составов. Какова длина поезда, если время торможения составило 1 мин?

Бесконечно перемещаться по прямой линии нельзя.

Аристотель

5. РАВНОМЕРНОЕ ДВИЖЕНИЕ ПО ОКРУЖНОСТИ

$$v = \frac{2\pi r}{T}, \quad \omega = \frac{1}{T}, \quad a = \frac{v^2}{r}$$

Пример решения задачи

С какой скоростью должен лететь самолет вдоль экватора, чтобы пассажиры наблюдали «вечный полдень» (т. е. чтобы Солнце для них стояло все время в зените)? Радиус Земли примите равным 6400 км.

Решение. Солнце движется по небу с востока на запад. Это наблюдаемое движение Солнца обусловлено суточным вращением Земли вокруг своей оси с запада на восток. Один оборот Земля совершает за 24 ч. Чтобы «скомпенсировать» это движение Земли, самолет должен лететь с востока на запад с такой скоростью, чтобы один облет Земли совершить как раз за сутки. Если самолет летит вдоль экватора, его скорость

$$v = \frac{2\pi R}{T} \approx 1700 \frac{\text{км}}{\text{ч}}.$$

Такая скорость возможна для современных самолетов. Можно сказать, что Земля в своем суточном вращении как бы «проворачивается» под самолетом, над которым зависло Солнце.

УСТНАЯ РАЗМИНКА

5.1. В каких случаях движение по окружности можно считать равномерным:

- а) Земля обращается вокруг Солнца;
 - б) конец минутной стрелки часов движется относительно циферблата;
 - в) подвешенный на проволоке шарик совершает колебания после толчка?
- 5.2.** Как направлена мгновенная скорость при движении точки по окружности?
- 5.3.** Может ли тело двигаться криволинейно без ускорения?
- 5.4.** Чему равен период вращения часовой стрелки часов? минутной? секундной?
- 5.5.** Каков примерно период обращения Земли вокруг Солнца?
- 5.6.** Период обращения увеличился в 3 раза. Как изменилась частота обращения?
- 5.7.** Во сколько раз частота вращения минутной стрелки часов больше частоты обращения часовой стрелки?

Первый уровень

- 5.8.** Еще в древности люди заметили, что ночной небосвод со всеми звездами вращается вокруг звезды, которую называли Полярной. Какую часть полного оборота делает небосвод за 1 ч?
- 5.9.** Какие точки поверхности Земли движутся быстрее других вследствие суточного вращения Земли?
- 5.10.** Во сколько раз период вращения Земли вокруг своей оси больше периода вращения часовой стрелки часов? минутной стрелки?
- 5.11.** Какую часть полного оборота делает за 10 с секундная стрелка часов?
- 5.12.** Какую часть полного оборота делает минутная стрелка часов за 1 мин?
- 5.13.** Нейтронная звезда каждую минуту совершает 300 оборотов вокруг своей оси. Определите период и частоту ее вращения.
- 5.14.** Деталь, закрепленная в патроне токарного станка, делает 600 об/мин. Определите частоту и период вращения.
- 5.15.** Карусель делает 6 об/мин. Определите частоту и период ее вращения.
- 5.16.** На фотографии показана карусель (рис. 45). Как можно измерить частоту вращения карусели? Какие приборы вам потребуются для проведения такого измерения? Проведите такое измерение, когда появится возможность, и запишите полученный результат.



Рис. 45

5.17. Длина минутной стрелки башенных часов в 10 раз больше длины минутной стрелки настенных часов (рис. 46). Сравните скорости движения концов этих стрелок.



Рис. 46

Второй уровень

5.18. С какой скоростью движутся концы секундной и минутной стрелок наручных часов, если длина каждой стрелки равна 12 мм?

5.19. С какой скоростью движутся концы минутной и часовой стрелок башенных часов, если длина минутной стрелки равна 1,44 м, а длина часовой — 1,2 м?

5.20. Во сколько раз скорость конца секундной стрелки больше скорости конца минутной стрелки часов, если секундная стрелка в 1,5 раза длиннее минутной?

5.21. Автомобиль при испытаниях движется со скоростью 31 м/с по кольцевой трассе радиусом 4 км. Определите период обращения автомобиля.

5.22. Радиус малой планеты 150 км. Сколько времени потребует космонавт, высадившемуся на экваторе планеты, чтобы совершить кругосветное путешествие? Космонавт едет на вездеходе со скоростью 10 м/с.

5.23. Для связи используют искусственный спутник Земли, «висящий» постоянно над одной и той же точкой экватора. С какой скоростью движется этот спутник по круговой орбите, если радиус его орбиты 42 000 км? С какой скоростью движется спутник относительно Земли?

Третий уровень

5.24. При просмотре кинофильма заметили, что попавший в кадр работавший вентилятор с тремя лопастями на экране кажется неподвижным. Объясните это явление. При каких частотах вращения вентилятора это возможно, если в кинофильме каждую секунду сменяются 24 кадра?

5.25. Как будет выглядеть вентилятор на экране (см. задачу 5.24), если немного уменьшить частоту его вращения?


5.26. Определите скорость трамвайного вагона, движущегося по закруглению радиусом 12,5 м, если центростремительное ускорение равно $0,5 \text{ м/с}^2$.


5.27. Луна движется вокруг Земли на расстоянии 384 000 км от нее, совершая один оборот за 27,3 сут. Вычислите скорость и центростремительное ускорение Луны.

5.28. Спутник движется по круговой орбите на высоте 600 км, период его обращения вокруг Земли 97,5 мин. Определите скорость и ускорение спутника.

5.29. Определите ускорение конца минутной стрелки часов на Спасской башне Кремля. Расстояние от оси вращения стрелки до ее конца 3 м.

Крепкие орешки

 **5.30.** При просмотре фильма работавший вентилятор с тремя лопастями кажется неподвижным, причем вместо трех лопастей одинаково четко видны шесть! При какой минимальной частоте вращения вентилятора это возможно? Съемка производилась со скоростью 16 кадров в секунду.

 **5.31.** Велосипед движется по дороге со скоростью 5 м/с (рис. 47). С какой скоростью относительно дороги движутся ось колеса велосипеда? нижняя точка колеса? верхняя точка колеса?

Шины велосипеда оставляют четкие отпечатки на дороге (т. е. колеса катятся без проскальзывания).

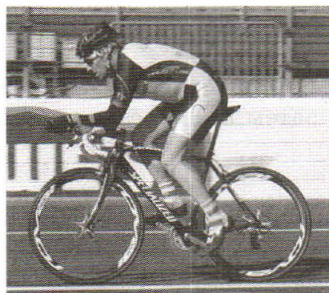


Рис. 47

5.32. Человек прокатил ладонью круглый карандаш по столу. Какой путь прошел карандаш относительно стола, если длина ладони 10 см? На сколько переместилась при этом относительно стола ладонь?

5.33. Доску, которая опирается на два катка, переместили из положения *a* в положение *б* (рис. 48). Какой путь относительно дороги прошла доска, если ее длина 10 м, а расстояние между катками 6 м? Движение происходило без проскальзывания.

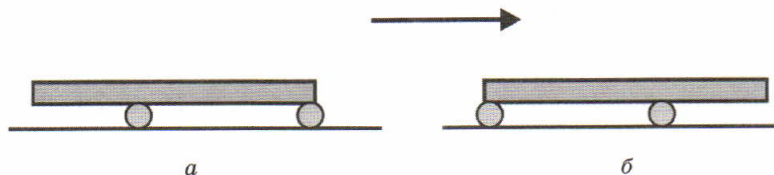


Рис. 48

Нет силы без умения.

Наполеон Бонапарт

6. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ И СИЛЫ

$$F_{\text{упр}} = k|x|$$

Пример решения задачи

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

Дано:

$$F_1 = 8 \text{ Н}$$

$$F_2 = 12 \text{ Н}$$

$$l_1 = 14 \text{ см}$$

$$l_2 = 16 \text{ см}$$

$$F_3 = 20 \text{ Н}$$

$$l_3 = ?$$

Решение 1. Обозначим длину нерастянутой пружины l_0 . Согласно закону Гука

$$F_1 = k(l_1 - l_0), F_2 = k(l_2 - l_0), F_3 = k(l_3 - l_0).$$

Вычитая первое уравнение из второго, а затем и из третьего, получаем

$$F_2 - F_1 = k(l_2 - l_1), F_3 - F_1 = k(l_3 - l_1).$$

Разделив первое из этих уравнений на второе, получаем

$$\frac{F_2 - F_1}{F_3 - F_1} = \frac{l_2 - l_1}{l_3 - l_1}.$$

Отсюда следует, что

$$l_3 = l_1 + (l_2 - l_1) \frac{F_3 - F_1}{F_2 - F_1}.$$

Проверив единицы величин и подставив числовые значения, получим $l_3 = 20 \text{ см}$.

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

Ответ: 20 см.

УСТНАЯ РАЗМИНКА

6.1. Каковы результаты взаимодействия тел:

- а) при ударе футболиста по мячу;
- б) при надувании воздушного шарика;
- в) при штамповке изделий;
- г) при взаимодействии Солнца и Земли?

6.2. По каким признакам можно определить, что на тело действует сила? Подтвердите ответ примерами.

6.3. Каковы результаты действия на Землю силы тяготения со стороны Луны?

6.4. В каком случае деформация является упругой:

- а) к пружине динамометра подвешивают небольшой груз;
- б) ребенок лепит фигурки животных из пластилина;
- в) две детали соединяют с помощью заклепки?

6.5. Мальчик тянет за веревку санки, на которых лежит ящик. Со стороны каких тел на санки действуют силы упругости? Куда направлены эти силы?

6.6. Какие из сил относятся к силам упругости:

- а) сила, действующая со стороны горизонтального пола на стоящий шкаф;
- б) сила, сообщающая ускорение автомобилю, который трогается с места на горизонтальной дороге;
- в) сила, с которой взаимодействуют сложенные стопкой на горизонтальном полу кирпичи?

6.7. Какие из сил относятся к силам трения:

- а) сила, удерживающая ящик на наклонной поверхности;
- б) сила, сообщающая ускорение автомобилю при торможении на горизонтальной дороге;
- в) сила, удерживающая забитый в доску гвоздь?

6.8. Как найти равнодействующую двух сил, направленных по одной прямой в одну сторону?

6.9. Как найти равнодействующую двух сил, направленных по одной прямой в противоположные стороны?

6.10. Может ли равнодействующая двух одинаковых по модулю сил быть равной нулю? Приведите примеры.

6.11. На тело действуют три силы, направленные вдоль одной прямой. Модули этих сил равны 1, 2 и 3 Н. Могут ли эти силы уравновесить друг друга? Чему может быть равен модуль равнодействующей этих сил?

6.12. На шкале динамометра расстояния между соседними штрихами одинаковы. Следствием какого закона это является?

6.13. Жесткость пружины 40 Н/м. Какую силу надо приложить, чтобы растянуть эту пружину на 0,1 м?

6.14. Как можно использовать силу упругости для измерения других сил?

Первый уровень

6.15. Что можно сказать о скорости тела, если равнодействующая приложенных к нему сил равна нулю?

6.16. На рис. 49 изображены силы, действующие на яблоко, лежащее на ладони. Взаимодействие с какими телами обуславливает появление этих сил? Чему равна равнодействующая этих сил?

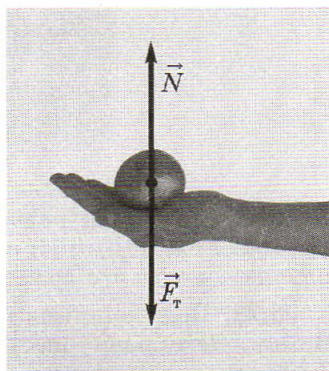


Рис. 49

6.17. Назовите силы, действующие на силомер, сжатый рукой человека (рис. 50).

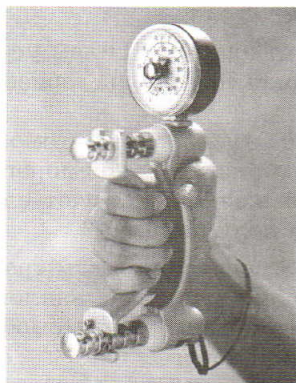


Рис. 50

6.18. На тело действуют две горизонтальные силы 100 и 200 Н. Изобразите эти силы. Сколько вариантов рисунка вы можете сделать? Можете ли вы найти равнодействующую этих сил?

6.19. На тело действуют две вертикальные силы 100 и 150 Н. Изобразите эти силы. Сколько вариантов рисунка вы можете сделать? Какова равнодействующая этих сил?

6.20. На рис. 51 изображен лыжник, спускающийся с горы. Изобразите на чертеже все силы, действующие на лыжника. Какова природа этих сил?



Рис. 51

6.21. Может ли равнодействующая двух сил 2 и 10 Н быть равной: а) 5 Н; б) 8 Н; в) 12 Н; г) 20 Н? Сделайте рисунки в тех случаях, когда это возможно.

6.22. Под действием силы 10 Н пружина удлинилась на 0,5 см. Чему равна жесткость пружины?

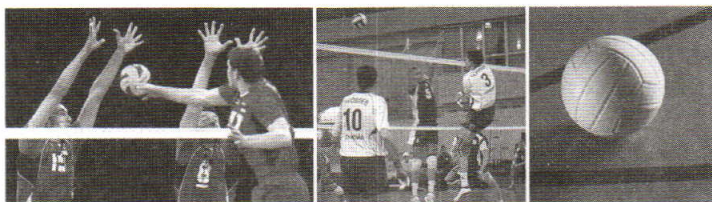
6.23. Определите удлинение пружины, если на нее действует сила 5 Н, а жесткость пружины 250 Н/м.

6.24. Под действием какой силы пружина жесткостью 120 Н/м сжимается на 2 см?

Второй уровень

6.25. На площадке идет волейбольный матч. Укажите, с какими телами взаимодействует волейбольный мяч, изобразите и сравните силы, действующие на мяч:

- а) в момент удара (рис. 52, а);
- б) во время полета мяча (рис. 52, б);
- в) при ударе о площадку (рис. 52, в).



а

б

в

Рис. 52

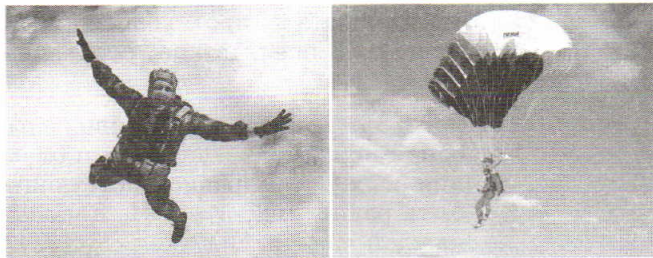
6.26. Что вы можете сказать о равнодействующей сил, действующих на автобус:

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

Объясните свой ответ.

6.27. Изобразите силы, действующие на парашютиста во время затяжного прыжка (рис. 53):

- а) сразу после начала прыжка;
- б) перед тем как раскрывается парашют;
- в) сразу после раскрытия парашюта;
- г) перед приземлением.



а

б

Рис. 53

6.28. Два человека тянут ящик, прикладывая горизонтальные силы 100 и 150 Н, направленные вдоль одной прямой. Каким может быть модуль равнодействующей этих сил? Какая сила трения действует на груз, если он не сдвигается с места? Рассмотрите все возможные случаи и для каждого из них изобразите на рисунке все действующие на ящик горизонтальные силы.

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

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

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

6.32. На рис. 54 приведен график зависимости силы упругости от деформации $x = l - l_0$. Какую информацию можно получить из этого графика? Какова жесткость пружины?

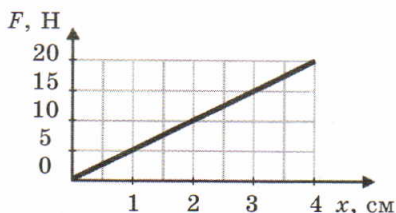


Рис. 54


6.33. Спортсменка перед выстрелом натягивает тетиву спортивного лука (рис. 55). В какой момент сила натяжения тетивы максимальна?



Рис. 55

Третий уровень

6.34. Может ли мяч изменить направление полета на противоположное, не сталкиваясь с препятствием? Объясните свой ответ.

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

6.36. На тело действуют три силы \vec{F}_1 , \vec{F}_2 и \vec{F}_3 , направленные вдоль одной пря-

мой, причем $F_1 = 3 \text{ Н}$, $F_2 = 5 \text{ Н}$. Чему равен модуль силы \vec{F}_3 , если равнодействующая всех трех сил равна 10 Н? Сколько решений имеет эта задача? Сделайте в тетради схематические рисунки, соответствующие каждому из решений.

6.37. В нерастянутом состоянии пружина имела длину 88 мм, в результате ее удлинения до 120 мм возникла сила упругости 120 Н. Определите длину этой пружины, когда к ней подвешен груз весом 90 Н.

6.38. Если растягивать пружину силой 10 Н, ее длина равна 16 см. Если растягивать ее силой 30 Н, длина пружины 20 см. Какова длина недеформированной пружины?

6.39. Жесткость пружины 80 Н/м, а ее длина в нерастянутом состоянии 15 см. Постройте график зависимости длины l пружины от модуля F растягивающей ее силы.

Закон инерции является первым большим успехом в физике, фактически ее действительным началом.

А. Эйнштейн

7. ПЕРВЫЙ ЗАКОН НЬЮТОНА

УСТНАЯ РАЗМИНКА

7.1. Почему явление инерции в течение тысяч лет оставалось практически незамеченным и неизученным?

7.2. При каком условии тело движется прямолинейно равномерно?

7.3. Тело движется прямолинейно равномерно. Значит ли это, что на него не действуют другие тела?

7.4. Почему груз, сброшенный с транспортного самолета, не падает вниз вертикально?

7.5. Почему нельзя перебежать улицу перед движущимся транспортом?

7.6. Может ли шайба двигаться по льду хоккейной площадки равномерно (рис. 56)?

7.7. Может ли автомобиль двигаться равномерно по горизонтальному шоссе с выключенным двигателем? Объясните свой ответ.



Рис. 56

Первый уровень

7.8. Почему при прополке сорняков нельзя выдергивать их из земли быстрым рывком (рис. 57)?



Рис. 57

7.9. При повороте трамвая пассажира, сидящего лицом по ходу движения, «прижало» правым плечом к стенке вагона. В какую сторону повернул трамвай?

7.10. Почему нельзя резко тормозить, когда быстро едешь на велосипеде?

7.11. Какое физическое явление наблюдается при обмолоте зерна барабаном комбайна (рис. 58)?

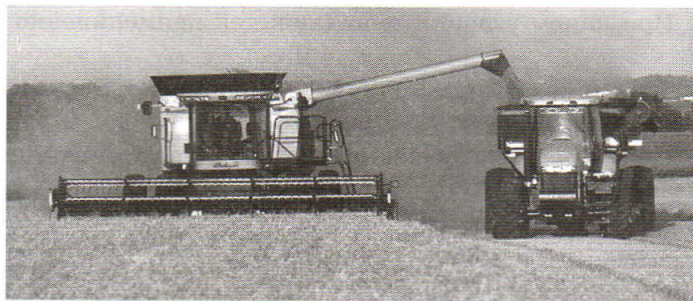


Рис. 58

7.12. Мяч, лежавший на столе вагона при равномерном движении поезда, покатился вперед по направлению движения поезда. Какое изменение произошло в движении поезда?

7.13. Для чего перед взлетом или посадкой самолета пассажир обязан пристегнуться ремнем безопасности?

7.14. На рис. 59 показаны этапы насаживания молотка на рукоятку. Объясните, каковы физические основы используемого способа.

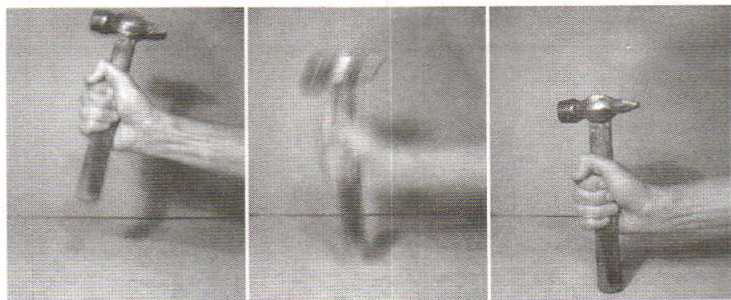


Рис. 59

Второй уровень

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

7.16. Почему при сплаве леса большое количество бревен выбрасывает на берег на поворотах реки?

7.17. Почему при встряхивании медицинского термометра столбик ртути опускается вниз?

7.18. Выходя из воды, собака отряхивается (рис. 60). Почему капли воды при этом слетают с ее шерсти?



Рис. 60

7.19. Какое явление мы используем, стряхивая воду с мокрого плаща?

7.20. В купе поезда, движущегося прямолинейно равномерно, подвешен шар на нити. Какое изменение положения шара позволяет сделать вывод, что поезд:

- а) увеличивает скорость;
- б) поворачивает;
- в) тормозит?

7.21. Существует два способа колки дров. Первый — по полену быстро ударяют топором (рис. 61, а). Второй — слабым ударом топор загоняют в полено и обухом бьют о колоду (рис. 61, б). Объясните наблюдаемые при этом механические явления.



Рис. 61



Рис. 62

7.22. Две ракеты летят рядом в космосе. Если капитан первой ракеты захочет обогнать соседа, он может включить двигатель. А как он должен поступить, чтобы, наоборот, отстать?

7.23. На нити подвешен тяжелый шар, к которому прикреплена снизу такая же нить (рис. 62). Если дернуть резко за нижнюю нить вниз, она порвется, но если тянуть за нее плавно, порвется верхняя нить. С чем это связано?

Третий уровень

7.24. Если у автомобиля «зимние» шины (с шипами), на автомобиле устанавливают специальный знак (рис. 63). Зачем это делают? Где должен находиться этот знак — на переднем или заднем стекле автомобиля?



Рис. 63

7.25. Когда неопытный человек управляет буксиром, тянущим баржу на тросе, трос то натягивается, то провисает, и баржа движется рывками. С чем это связано?

7.26. На автомобилях сзади устанавливают красные тормозные сигналы (стоп-сигналы), которые автоматически загораются при нажатии на педаль тормоза. Для кого предназначены эти сигналы? Ответ поясните.

7.27. Галилей писал, что «если после падения тела по любой наклонной плоскости наступает подъем, то оно поднимается до той же высоты над горизонтом, и притом не только в том случае, когда плоскости имеют одинаковый наклон, но и в том случае, когда они образуют разные углы». К какому следствию можно прийти, если продолжить эти рассуждения, опираясь на рис. 64?

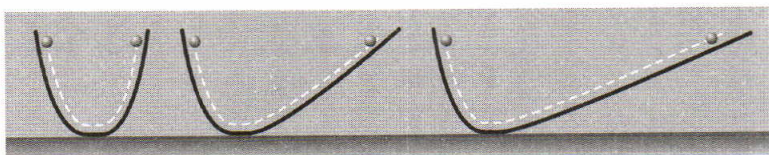


Рис. 64

7.28. Рассмотрите на фотографиях (рис. 65) страшные последствия землетрясений. В чем же основная причина разрушений при землетрясениях?



Рис. 65


 **7.29.** Еще в 17-м веке остроумный французский писатель Сирано де Бержерак в книге «Иной свет, или Государства и империи Луны» предложил дешевый и простой способ путешествовать. Стоит только подняться над Землей и продержаться в воздухе хотя бы несколько минут, чтобы опуститься уже совершенно в другом месте. Вместо того чтобы предпринимать утомительные путешествия, можно



Рис. 66

неподвижно висеть над Землей и выждать, пока она сама подставит путешественнику место назначения (рис. 66). Почему удивительный этот способ — не более чем фантазия?

Когда однажды, в думу погружен,
Увидел Ньютон яблока паденье,
Он вывел притяжения закон
Из этого простого наблюденья.
Впервые от Адамовых времен
О яблоке разумное сужденье
С паденьем и с законом тайных сил
Ум смертного логично согласил.

Дж. Байрон «Дон Жуан»

8. ВТОРОЙ ЗАКОН НЬЮТОНА

$$\vec{F} = m\vec{a}, \vec{F}_T = m\vec{g}$$

УСТНАЯ РАЗМИНКА

- 8.1. Что является причиной ускоренного движения тел?
- 8.2. При каком условии тело движется с постоянным ускорением?
- 8.3. Известно направление действующей на тело силы. Как определить направление ускорения тела? Можно ли определить направление скорости?
- 8.4. Какая сила сообщает телу массой 2 кг ускорение 5 м/с²?
- 8.5. Какова масса тела, которому сила 4 Н сообщает ускорение 0,5 м/с²?
- 8.6. К покоящемуся телу прикладывают силу. Можно ли определить, куда будет двигаться тело? А если тело уже двигалось?

Первый уровень

- 8.7. Определите силу, под действием которой тело массой 400 г движется с ускорением 1,5 м/с².
- 8.8. С каким ускорением движется при разбеге реактивный самолет массой 60 т, если сила тяги двигателей 90 кН?
- 8.9. Определите массу футбольного мяча, если его ускорение при ударе равно 500 м/с², когда сила удара 210 Н.
- 8.10. Некоторая сила сообщает пустой тележке ускорение 1,2 м/с², а нагруженной — ускорение 0,3 м/с². Во сколько раз масса груза больше массы тележки?

8.11. Найдите ускорение тела массой $0,5 \text{ кг}$ под действием двух приложенных сил (рис. 67, *а*, *б*, *в*), если $F_1 = 1,5 \text{ Н}$, $F_2 = 2 \text{ Н}$.

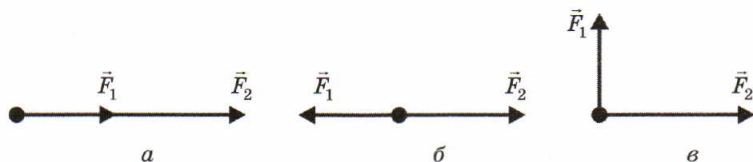


Рис. 67

8.12. Что можно сказать о скорости и ускорении тела, к которому не приложена никакая сила?

8.13. Два вагона разных масс движутся с одинаковой скоростью. Как изменится скорость вагонов, если приложить к ним одну и ту же силу, препятствующую движению? Какой из вагонов раньше остановится?

8.14. Какая сила тяжести действует на школьника массой 40 кг ? на его ранец массой 3 кг ?

8.15. Чему равна сила тяжести, действующая на животных, изображенных на рис. 68? Масса зайца 6 кг , волка — 35 кг , медведя — 400 кг , слона — 4 т .

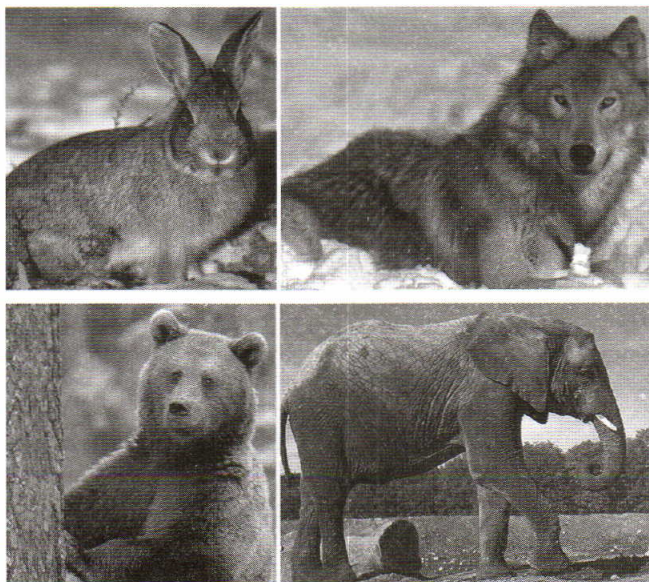



Рис. 68

8.16. Какова масса контейнера, на который действует сила тяжести 20 кН ?

Второй уровень


8.17. Найдите модуль ускорения тела массой 2,5 кг под действием четырех приложенных к нему сил (рис. 69), если:

- а) $F_1 = F_3 = F_4 = 20 \text{ Н}$, $F_2 = 16 \text{ Н}$;
 б) $F_1 = F_4 = 20 \text{ Н}$, $F_2 = 16 \text{ Н}$, $F_3 = 17 \text{ Н}$.

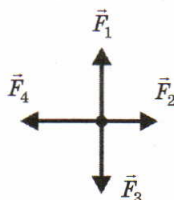


Рис. 69

8.18. Почему дальность полета артиллерийского снаряда зависит от длины ствола орудия (рис. 70)?



Рис. 70

8.19. Почему груженный автомобиль на булыжной мостовой движется более плавно, чем такой же автомобиль без груза (рис. 71)?



Рис. 71

8.20. Покоившаяся хоккейная шайба массой 250 г после удара клюшкой, длившегося 0,02 с, скользит по льду со скоростью 30 м/с. Определите среднюю силу удара.

8.21. Автомобиль массой 2 т, тронувшись с места, за 40 с набрал скорость 36 км/ч, затем двигался прямолинейно равномерно. При торможении перед перекрестком автомобиль остановился за 8 с. Какова была равнодействующая приложенных к нему сил при разгоне? при прямолинейном равномерном движении? при торможении?

8.22. Каков объем алюминиевого бруска, если вблизи поверхности Земли на него действует сила тяжести 270 Н?


8.23. Какова плотность камня объемом $1,5 \text{ дм}^3$, если вблизи поверхности Земли на него действует сила тяжести 60 Н?


Третий уровень

8.24. Какую скорость приобрело покоящееся тело массой 500 г, если под действием силы 5 Н оно прошло путь 80 см?

8.25. Самолет массой 30 т касается посадочной полосы при скорости 144 км/ч. Какова сила сопротивления движению, если самолет до остановки пробегает по полосе 800 м?

8.26. Снаряд массой 15 кг при выстреле приобретает скорость 600 м/с. Найдите силу, с которой пороховые газы давят на снаряд, если длина ствола 1,8 м. Движение снаряда в стволе считайте равноускоренным.

 **8.27.** Поезд начал тормозить при скорости 54 км/ч, не доезжая 200 м до семафора. Масса поезда 2000 т, при торможении действует сила трения 2 МН. На каком расстоянии от семафора находился поезд через 10 с после начала торможения? через 30 с?

 **8.28.** Стержень движется под действием силы \vec{F}_0 . Какая сила упругости F действует в сечении стержня, проходящем через точку А (рис. 72)?

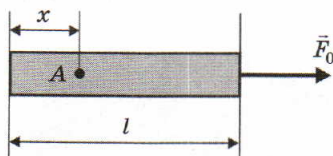


Рис. 72

8.29. На канат длиной l действуют две растягивающие силы \vec{F}_1 и \vec{F}_2 , приложенные к его концам. С какой силой F растянут канат в сечении, находящемся на расстоянии x от точки приложения силы \vec{F}_1 ?

Крепкие орешки

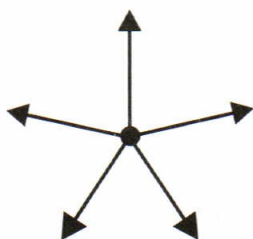



Рис. 73

8.30. С помощью стальной гитарной струны можно поднять груз массой несколько десятков килограммов. Почему же при игре на гитаре такая прочная струна довольно часто рвется?

 **8.31.** Найдите равнодействующую пяти сил (рис. 73), если все углы между «соседними» силами одинаковы. Модуль каждой силы 1 Н.

Действие равно противодействию.

И. Ньютон

9. ТРЕТИЙ ЗАКОН НЬЮТОНА

$$\vec{F}_1 = -\vec{F}_2$$

УСТНАЯ РАЗМИНКА

9.1. Что можно сказать о модулях и направлениях двух сил, возникающих при взаимодействии двух тел?

9.2. Можно ли найти равнодействующую сил, возникающих при взаимодействии двух тел?

9.3. Какова природа сил в следующих случаях:

а) Солнце притягивает Землю, а Земля — Солнце;

б) скользящие по дороге санки действуют на поверхность дороги, а дорога — на санки?

9.4. На какое из тел действует большая сила притяжения: на яблоко со стороны Земли или на Землю со стороны яблока (рис. 74)?



Рис. 74

9.5. В каких ситуациях можно наблюдать невесомость?

9.6. Приходилось ли вам испытывать (хотя бы кратковременно) состояние невесомости? Если да, то в каких случаях?

9.7. Какие из трех яблок, изображенных на рис. 75, обладают весом? На какие из них действует сила тяжести?

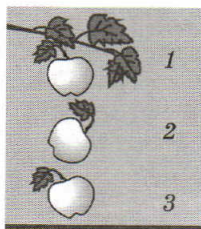


Рис. 75

Первый уровень

9.8. Автомобиль разгоняется, отталкиваясь от дороги. А от чего отталкивается ракета, которая разгоняется в открытом космосе?

9.9. Неподвижные баркас и лодка находятся рядом друг с другом. Гребец лодки отталкивается веслом от баркаса. При этом лодка приобретает скорость $0,5 \text{ м/с}$, а баркас — $0,1 \text{ м/с}$. Во сколько раз масса баркаса отличается от массы лодки с гребцом?

9.10. Мяч ударяет в оконное стекло. На какое из тел (мяч или стекло) действует при ударе большая сила?

9.11. Согласно третьему закону Ньютона при взаимодействии возникают две силы. Растягивая пружину динамометра, вы прикладываете к ней силу. Какая вторая сила при этом возникает? Одинакова ли природа обеих сил?

9.12. В каком случае вес тела равен силе тяжести? В каком случае это равенство нарушается?

9.13. Масса люстры, подвешенной к потолку, равна 12 кг (рис. 76). С какой силой люстра действует на потолок? Как называют эту силу? Изобразите эту силу графически.

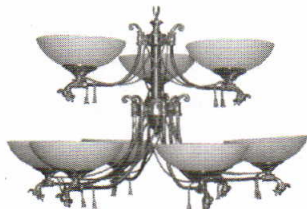


Рис. 76

9.14. На столе стоит телевизор массой 15 кг (рис. 77). С какой силой телевизор действует на стол? Как называют эту силу? Изобразите эту силу графически.

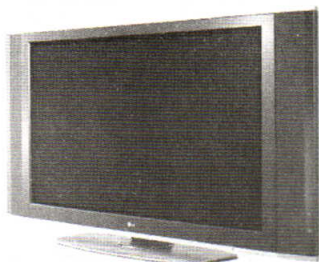


Рис. 77

9.15. Определите массы животных, изображенных на рис. 78. Вес льва $1,8\text{ кН}$, жирафа 8 кН , носорога 20 кН .

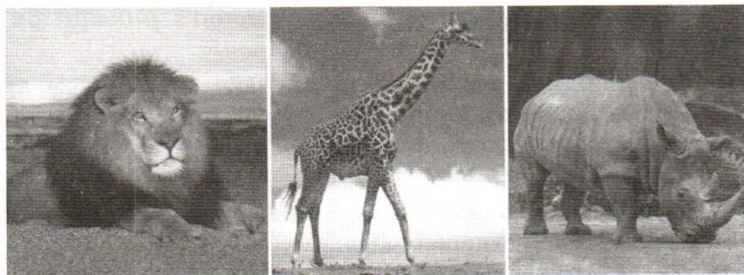


Рис. 78

9.16. Изобразите графически силу тяжести, действующую на шар массой 5 кг (рис. 79). Изобразите вес шара.

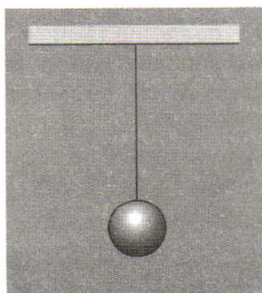


Рис. 79

9.17. Шар массой 8 кг лежит на столе (рис. 80). Изобразите графически силу тяжести, действующую на шар, и вес шара.

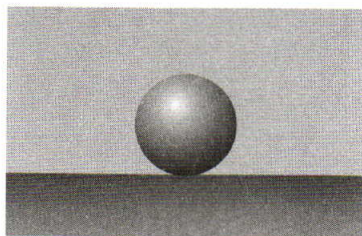


Рис. 80

Второй уровень

9.18. Два мальчика растягивают динамометр (рис. 81). Каждый прикладывает силу 50 Н. Что показывает динамометр?

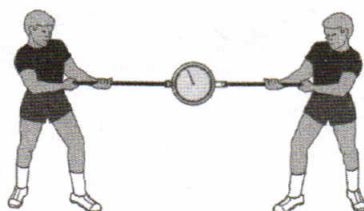


Рис. 81

9.19. Одинаково ли сжимаются буферы при столкновении двух одинаковых вагонов (рис. 82)? при столкновении груженого и порожнего вагонов?

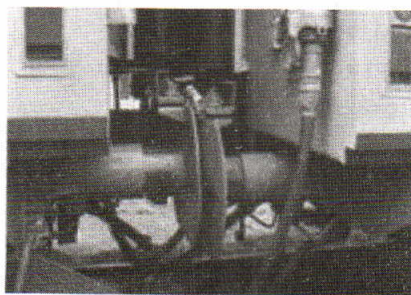


Рис. 82

9.20. Почему у винтовки делают массивный приклад? Почему при выстреле его плотно прижимают к плечу (рис. 83)?



Рис. 83

9.21. Лежащая на столе книга давит на него с некоторой силой. Стол действует на книгу с такой же силой, направленной вверх. Можно ли найти равнодействующую этих сил?

9.22. К какому телу приложен вес мухи, ползущей по потолку?

9.23. Обладает ли весом птица в полете (рис. 84)?

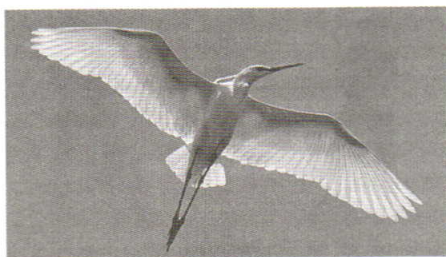


Рис. 84

9.24. Спортсмен массой 70 кг готовится к выполнению прыжка с трамплина (рис. 85).

а) Чему равна сила тяжести, действующая на спортсмена, и вес спортсмена?

б) Чему равны эти силы во время прыжка?

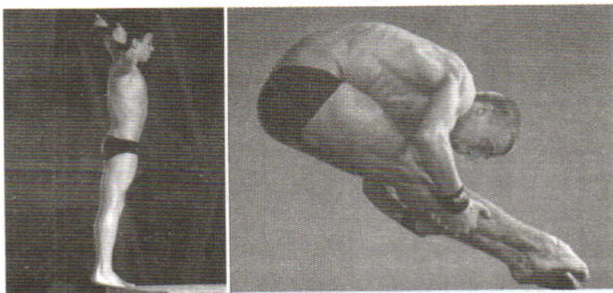


Рис. 85

9.25. Футбольный мяч находится на футбольном поле (рис. 86). Одинаковая ли сила тяжести действует на мяч в следующие моменты:

- а) когда он находится в руках у вратаря;
- б) когда вратарь отбивает мяч и он летит горизонтально;
- в) когда мяч катится по футбольному полю;
- г) когда он летит вверх;
- д) когда он летит вниз?

Одинаков ли вес мяча в эти моменты?



Рис. 86

9.26. Кабина лифта при подъеме движется сначала ускоренно, затем равномерно, а перед остановкой замедленно. Как изменяется при движении лифта вес пассажира?

9.27. С каким ускорением должен опускаться лифт, чтобы его пассажиры перестали давить на пол (рис. 87)?



Рис. 87

9.28. Каков вес бензина в железнодорожной цистерне (рис. 88) вместимостью 85 м^3 ?

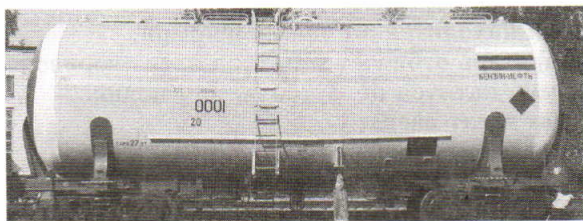


Рис. 88



Рис. 89

9.29. Вес минеральной воды в стоящей на столе бутылке равен 15 Н (рис. 89). Чему равен объем воды в этой бутылке?

9.30. Вес стоящего на полу полного сосуда с жидкостью 290 Н . Какая это может быть жидкость, если вместимость сосуда 2 л , а масса пустого сосуда $1,8 \text{ кг}$?

9.31. Вес неподвижного медного шара объемом 120 см^3 равен $8,5 \text{ Н}$. Сплошной это шар или полый?

9.32. Каков вес лежащего на столе сплошного алюминиевого куба с площадью поверхности 150 см^2 ?

Третий уровень

9.33. Две тележки (рис. 90 сделан со стробоскопической фотографии) после столкновения остановились. Масса какой тележки больше? Во сколько раз?



Рис. 90

9.34. Объясните физический смысл пословицы: тяжело молоту, тяжело и наковальне.

9.35. Теплоход при столкновении с лодкой может потопить ее без всяких для себя повреждений. Как это согласуется с третьим законом Ньютона?

- 9.36. Лошадь везет телегу (рис. 91). По третьему закону Ньютона сила, с которой лошадь действует на телегу, равна силе, с которой телега действует на лошадь. Почему же телега движется за лошадью, а не наоборот?



Рис. 91

- 9.37. На весах уравновешен неполный стакан с водой. Нарушится ли равновесие весов, если в воду погрузить карандаш и держать его в руке, не касаясь стакана?

- 9.38. Двое соперников, перетягивающих канат, прикладывают к нему равные по модулю силы (рис. 92).

- Какова равнодействующая этих сил?
- Канат порвался, когда оба соперника тянули его силами по 400 Н. Можно ли поднимать на таком канате груз массой 60 кг? Массой каната можно пренебречь.

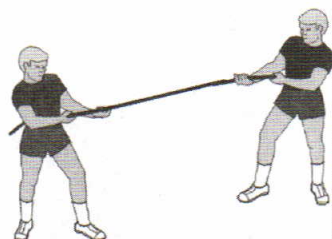


Рис. 92

- 9.39. Разорвется ли веревка, которая может выдержать силу натяжения 100 Н, если два соперника будут тянуть веревку в противоположных направлениях силой по 75 Н?

- 9.40. Каковы показания весов, когда яблоко погружено в воду (рис. 93)?

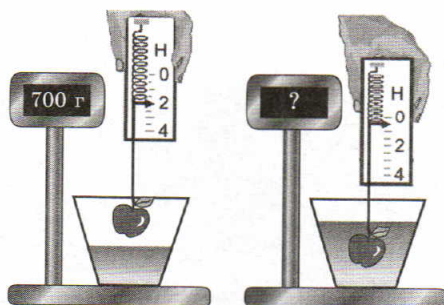


Рис. 93

9.41. На правой чаше весов стоит штатив, к которому подвешены одинаковые грузы (рис. 94). На чашах стоят одинаковые сосуды с одинаковым количеством воды. Весы уравновешены с помощью груза на левой чаше. Нарушится ли равновесие, если в оба сосуда долить воду так, чтобы она доходила до середины подвешенных грузов?

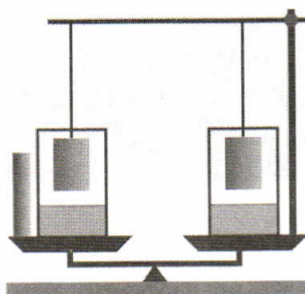


Рис. 94


 **9.42.** Находится ли в состоянии невесомости рыба в воде (рис. 95)?



Рис. 95

9.43. Обладают ли весом водоросли, растущие на морском дне (рис. 96)? Объясните свой ответ.

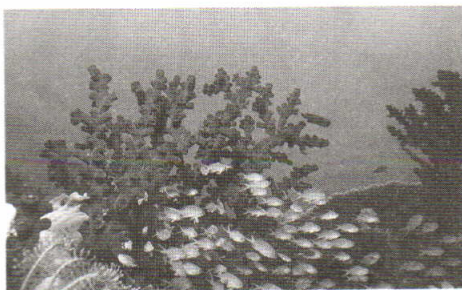


Рис. 96

9.44. Выполняется ли закон Архимеда на искусственном спутнике Земли?

9.45. Испытывают ли спортсмены во время соревнований (рис. 97) состояние невесомости или перегрузки? Почему?



Рис. 97

9.46. Как изменяются сила тяжести, действующая на космонавта, и его вес, когда он перемещается с Земли на орбитальную станцию (рис. 98)?

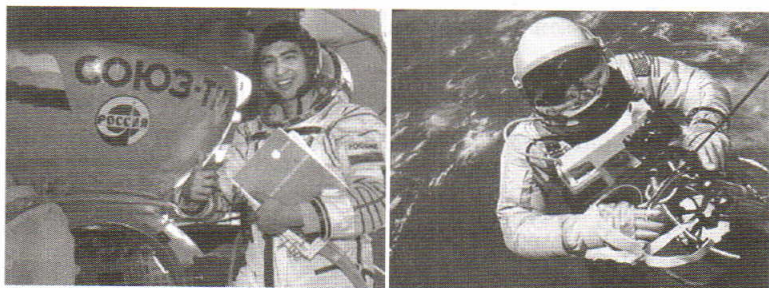


Рис. 98

9.47. Может ли падающий камень массой m при ударе о землю действовать на нее силой, превышающей mg ? силой, превышающей вес камня?

9.48. С каким ускорением стартует с Земли ракета вертикально вверх, если космонавт испытывает четырехкратную перегрузку?

9.49. Парашютист, достигнув в затыжном прыжке скорости 55 м/с, раскрыл парашют, после чего за 2 с его скорость уменьшилась до 5 м/с. Найдите вес парашютиста во время торможения, если его масса 80 кг.

9.50. Груз массой 2 кг привязали эластичным шнуром к перилам высокого моста и отпустили. Каковы модуль и направление ускорения груза в момент, когда его вес равен 12 Н?

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

Дж. Байрон. Дон Жуан

10. ЗАКОН ВСЕМИРНОГО ТЯГОТЕНИЯ

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}, \quad G = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{кг}^2}$$

Пример решения задачи

Используя закон всемирного тяготения, можно определять массы космических тел. В качестве примера оценим массу Солнца, считая расстояние между Солнцем и Землей равным 150 млн км. Земля движется вокруг Солнца со скоростью 30 км/с.

Решение. Центробежное ускорение Земли при ее движении вокруг Солнца $a = \frac{v^2}{R}$ (здесь $v = 3 \cdot 10^4 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, $R = 1,5 \cdot 10^{11} \text{ м}$). Это же ускорение можно найти из второго закона Ньютона и закона всемирного тяготения:

$$a = \frac{F}{M_3} = G \frac{M_3 M_{\text{с}}}{R^2 M_3} = G \frac{M_{\text{с}}}{R^2}.$$

Отсюда находим массу Солнца:

$$M_{\text{с}} = \frac{a R^2}{G} = \frac{v^2 R}{G}.$$

Проверим единицы величин:

$$[M_{\text{с}}] = \frac{\frac{\text{м}^2}{\text{с}^2} \cdot \text{м} \cdot \text{кг}^2}{\text{Н} \cdot \text{м}^2} = \frac{\text{м} \cdot \text{кг}^2}{\text{кг} \cdot \text{м}} = \text{кг}.$$

Подставим числовые значения:

$$M_{\text{с}} = \frac{(3 \cdot 10^4)^2 \cdot 1,5 \cdot 10^{11}}{6,67 \cdot 10^{-11}} \approx 2 \cdot 10^{30} (\text{кг}).$$

Ответ: масса Солнца $2 \cdot 10^{30} \text{ кг}$.

УСТНАЯ РАЗМИНКА

10.1. Существуют ли силы тяготения между Луной и Солнцем?

10.2. Какая сила вызывает образование лавин и камнепадов в горах (рис. 99)?



Рис. 99

10.3. Под действием какой силы изменяется направление движения искусственных спутников Земли (рис. 100)?



Рис. 100

10.4. Как бы двигались планеты, если бы сила притяжения Солнца внезапно исчезла?

10.5. Почему мы не замечаем притяжения окружающих нас тел друг к другу, хотя притяжение этих же тел к Земле наблюдать легко?

10.6. Как изменяются сила тяжести и ускорение свободного падения при удалении от Земли?

10.7. Как изменится сила притяжения между двумя однородными шарами, если расстояние между их центрами уменьшить в 2 раза? увеличить в 3 раза?

10.8. Во сколько раз сила притяжения Землей искусственного спутника больше на поверхности Земли, чем на высоте трех земных радиусов над ее поверхностью?

10.9. Как направлены скорость и ускорение спутника, движущегося по круговой орбите?

10.10. Зависит ли скорость движения искусственного спутника Земли от его массы?

10.11. Два одинаковых спутника обращаются вокруг Земли по круговым орбитам, радиусы которых в 2 и 4 раза больше радиуса Земли. Во сколько раз отличаются силы притяжения спутников к Земле?

10.12. Какова природа сил, вызывающих приливы и отливы в морях и океанах на Земле (рис. 101)?

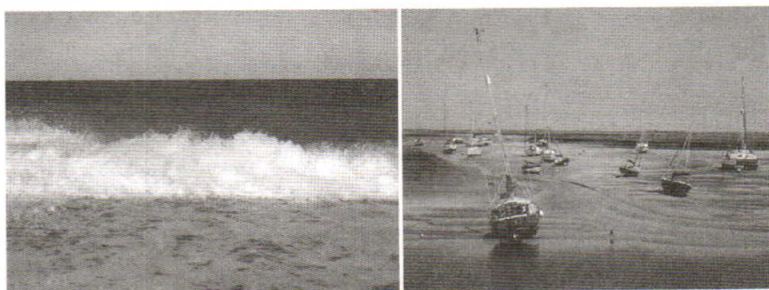


Рис. 101

10.13. Притягивает ли Землю бегущий по ее поверхности футболист? летящий самолет? космонавт, находящийся вблизи орбитальной станции (рис. 102)?

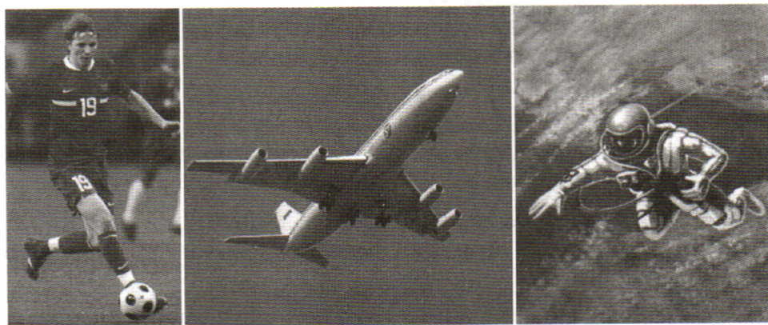


Рис. 102

10.14. Камень подбросили вертикально вверх. Изменяется ли во время полета сила тяготения, действующая на камень со стороны Земли?

10.15. Вода в водопаде движется вниз под действием силы тяжести (рис. 103). А в каких случаях капли или потоки воды

движутся в направлении, противоположном направлению силы тяжести? Приведите примеры.



Рис. 103

Первый уровень

10.16. Укажите, между какими двумя из трех шаров, сделанных из одного и того же вещества (рис. 104), действует наибольшая сила тяготения.

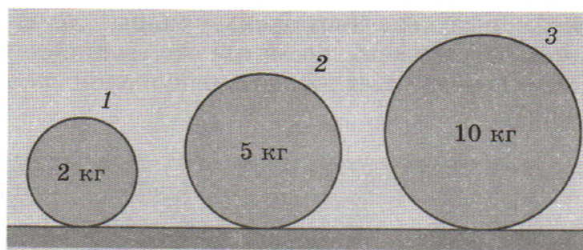


Рис. 104

10.17. Может ли тело под действием силы тяжести двигаться по окружности? Ответ обоснуйте.

10.18. С каким примерно ускорением движутся искусственные спутники Земли по низким околоземным орбитам?

10.19. Чему равна сила тяготения между двумя одинаковыми бильярдными шарами диаметром 4 см в момент столкновения (рис. 105)? Масса каждого шара 200 г.

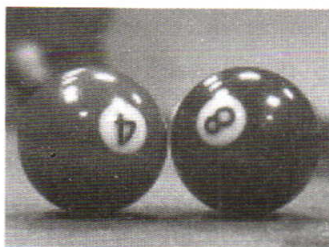


Рис. 105

10.20. Оцените, с какой силой притягиваются два человека массой 60 кг каждый, находясь на расстоянии 1 м друг от друга.

10.21. Космический корабль массой 8 т приблизился к орбитальной космической станции массой 20 т на расстояние 500 м. Найдите силу их взаимного притяжения.

10.22. Воспользовавшись приведенными на форзаце справочными данными, найдите силу притяжения Луны к Земле.

10.23. Расстояние между центрами двух одинаковых шаров равно 1 м. При какой массе шаров они притягивались бы силой 1 Н?

10.24. С какой силой притягивается к Земле космонавт, находящийся на высоте 400 км от ее поверхности? Масса космонавта 70 кг.

Второй уровень

10.25. Некоторые тела (воздушные шары, дым, самолеты, птицы) поднимаются вверх, несмотря на тяготение (рис. 106). Как вы думаете почему? Нет ли здесь нарушения закона всемирного тяготения?

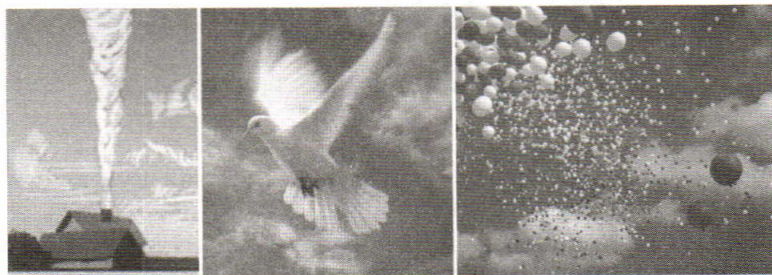


Рис. 106

10.26. Ракете сообщили скорость 8 км/с, направленную вертикально вверх. Станет ли она спутником Земли?

10.27. Во сколько раз изменится сила притяжения к Земле прибора, установленного на искусственном спутнике Земли, при удалении спутника от ее поверхности на расстояние, равное радиусу Земли?

10.28. На каком расстоянии от поверхности Земли сила притяжения к ней космонавта станет в 36 раз меньше, чем на поверхности Земли?

10.29. На каком расстоянии от поверхности Земли сила притяжения записной книжки космонавта к Земле в 100 раз меньше, чем на ее поверхности?

10.30. На какой высоте над поверхностью Земли сила тяготения уменьшается на 10 %?

10.31. Найдите ускорение свободного падения на поверхности Марса, если его масса составляет 11 % массы Земли, а радиус — 53 % земного радиуса.

10.32. Оцените, во сколько раз различаются силы притяжения вашего тела к Земле и к Солнцу.

Третий уровень

10.33. Ускорение свободного падения на Венере составляет 0,9 земного, а радиус Венеры равен 0,95 радиуса Земли. Найдите первую космическую скорость у поверхности Венеры.

10.34. Пуговица на пальто находится намного ближе к человеку, чем к центру Земли. Почему же, оторвавшись от пальто, пуговица движется вниз?

10.35. Когда на нас действует бóльшая сила притяжения к Солнцу — днем или ночью? Орбиту Земли считайте круговой.

10.36. Пусть вам сообщили, что через год тяготение «отключится» (фантастика!). Сможет ли человечество подготовиться к этому событию и выжить?

10.37. На какой высоте над Землей сила тяготения, действующая на тело массой 3 кг, равна 15 Н?

10.38. Почему космические корабли обычно запускают с запада на восток?

10.39. Чему равна первая космическая скорость для планеты, у которой масса и радиус в два раза больше, чем у Земли?

10.40. Сравните скорости движения искусственных спутников Земли и Венеры при движении по орбитам, одинаково удаленным от центра планет. Масса Венеры составляет 0,81 массы Земли.

10.41. Определите орбитальную скорость и период обращения искусственного спутника, движущегося вокруг Луны на высоте 200 км от ее поверхности.

10.42. Французский писатель-фантаст Жюль Верн описал запуск к Луне из гигантской пушки полого снаряда, внутри которого находились люди. В снаряде ненадолго возникла невесомость, когда он попал в точку, где силы притяжения тел к Земле и Луне уравновешивают друг друга.

- а) Какую часть расстояния от Земли до Луны должен был преодолеть снаряд, чтобы попасть в указанную точку?
 б) Нет ли физических ошибок в описанном сюжете?
 Считайте, что масса Луны в 81 раз меньше массы Земли.

Крепкие орешки

10.43. Искусственный спутник обращается по круговой орбите вокруг Земли со скоростью 6 км/с. После маневра он движется вокруг Земли по другой круговой орбите со скоростью 5 км/с. Во сколько раз изменились в результате маневра радиус орбиты и период обращения?

10.44. Космический корабль вышел на круговую орбиту радиусом 10 млн км вокруг открытой им звезды. Какова масса звезды, если период обращения корабля 628 000 с?

10.45. Период обращения искусственного спутника Земли по круговой орбите 24 ч. На какой высоте находится спутник?

И колеса Времени
 Стачиваются в трении, —
 Все на свете портится от трения...

В. С. Высоцкий

11. СИЛЫ ТРЕНИЯ

$$F_{\text{тр. ск}} = \mu N$$

Пример решения задачи

С помощью пружины тянут равномерно и прямолинейно деревянный брусок массой 240 г по горизонтальной поверхности стола (рис. 107). Коэффициент трения между бруском и столом равен 0,25. Определите удлинение пружины жесткостью 40 Н/м, если во время движения пружина горизонтальна.

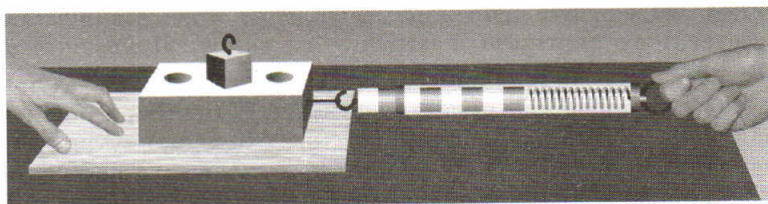


Рис. 107

Дано:

$$m = 0,24 \text{ кг}$$

$$k = 40 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$$

$$\mu = 0,25$$

x — ?

Решение.

Так как брусок движется равномерно, то силу упругости пружины компенсирует сила трения скольжения между бруском и поверхностью стола ($F_{\text{упр}} = F_{\text{тр}}$), а силу тягести — сила реакции опоры ($mg = N$).

Поскольку $F_{\text{упр}} = kx$ и $F_{\text{тр}} = \mu N = \mu mg$, получаем

$$kx = \mu mg.$$

Отсюда

$$x = \frac{\mu mg}{k}.$$

Проверим единицы величин:

$$[x] = \frac{\frac{\text{кг} \cdot \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}{\frac{\text{Н}}{\text{м}}}}{\frac{\text{Н}}{\text{м}}} = \frac{\text{Н} \cdot \text{м}}{\text{Н}} = \text{м}.$$

Подставим числовые значения:

$$x = \frac{0,25 \cdot 0,24 \cdot 10}{40} = 0,015 \text{ (м)}.$$

Ответ: 1,5 см.

УСТНАЯ РАЗМИНКА

11.1. Какие наблюдения и опыты подтверждают существование силы трения?

11.2. При каких условиях возникает сила трения покоя и как она направлена?

11.3. Каковы причины возникновения силы трения скольжения?

11.4. Какая сила трения (покоя или скольжения) действует со стороны дороги:

- а) на стоящие сани;
- б) на движущиеся сани;
- в) на колеса разгоняющегося автомобиля?

11.5. С какой целью:

- а) механизм дверного замка смазывают маслом;
- б) тротуары зимой посыпают песком?

11.6. В каких случаях трение полезно и его увеличивают? вредно и его уменьшают?

11.7. Почему опасно переходить дорогу перед близко идущим транспортом?

11.8. Всегда ли сила трения покоя препятствует движению? Приведите примеры.

11.9. От чего зависит коэффициент трения?

Первый уровень

11.10. Стол стоит на горизонтальном полу. Какие силы на него действуют? Чему равна сила трения покоя?

11.11. Какие виды трения имеют место в ситуациях, показанных на рис. 108?



Рис. 108



Рис. 109

11.12. Воин-десантник, масса которого 90 кг, равномерно опускается на парашюте (рис. 109). Чему равна сила сопротивления воздуха, действующая на парашют? Изобразите силы, действующие на десантника.

11.13. Танк весом 150 кН на учениях опускают на парашюте (рис. 110). Чему равна сила сопротивления воздуха при равномерном движении танка? Чему равна равнодействующая сил в этом случае? Какова масса танка?

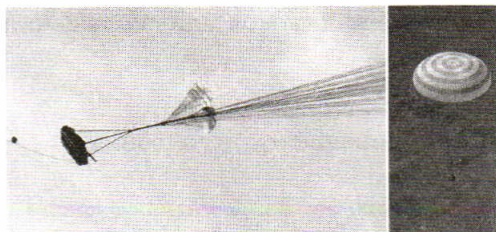


Рис. 110

11.14. На рис. 111 изображен неподвижный автомобиль. Действует ли сила трения на автомобиль в этом случае? Объясните свой ответ.



Рис. 111

11.15. Почему завязанные шнурки не развязываются сами собой (рис. 112)? Обоснуйте свой ответ.

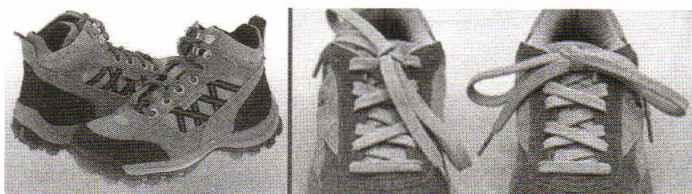


Рис. 112

11.16. Ученик на уроке физкультуры равномерно скользит вниз по канату (рис. 113). Под действием каких сил происходит это движение? Какова равнодействующая этих сил?



Рис. 113

11.17. Деревянный брусок массой 500 г движется с постоянной скоростью по горизонтальной поверхности под действием горизонтальной силы (рис. 114). Определите силу трения, действующую на брусок, если коэффициент трения равен 0,2.

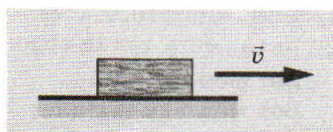


Рис. 114

11.18. К шкафу, стоящему на горизонтальном полу, приложили силу 50 Н , направленную горизонтально (рис. 115). Шкаф при этом остался в покое. В каком случае это возможно? Чему равна сила трения покоя в этом случае?

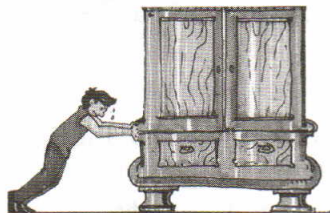


Рис. 115

Второй уровень

11.19. Известный французский физик Гильом писал о роли трения: «Вообразим, что трение может быть устранено совершенно. Тогда никакие тела, будь они величиной с каменную глыбу или малы, как песчинки, никогда не удержатся одно на другом: все будет скользить и катиться, пока не окажется на одном уровне. Не будь трения, Земля представляла бы шар без неровностей, подобно жидкому телу». А что бы вы кричали, если бы трение вдруг исчезло — «Ура!» или «Караул!»? Объясните свой ответ.

11.20. Почему самые тяжелые и крупногабаритные грузы перемещают водным транспортом (рис. 116)?



Рис. 116

11.21. В стихотворении «Детство» (1865 г.) русского поэта-крестьянина И. З. Сурикова есть такие строки:

Вот моя деревня;
Вот мой дом родной;
Вот качусь я в санках
По горе крутой;

Вот свернули санки,
И я на бок — хлоп!
Кубарем качуся
Под гору, в сугроб.

Сравните силы трения на разных этапах спуска с горы.

11.22. Зачем на автомобильных шинах (рис. 117) делают глубокий рельефный рисунок (протектор)?



Рис. 117

11.23. На рис. 118 показан автомобиль, колеса которого буксуют. Куда направлена сила трения, действующая:

- а) на ведущее колесо;
- б) на дорогу?



Рис. 118

11.24. Футбольный вратарь пользуется специальными перчатками, особенно в дождливую погоду. Зачем он это делает? Какими должны быть перчатки (рис. 119)?



Рис. 119

11.25. Почему мука или крупа, высыпанные на стол, образуют коническую горку (рис. 120), а вода растекается тонким слоем?



Рис. 120

11.26. На столе находится деревянный брусок массой $m = 800$ г. Коэффициент трения между бруском и столом $\mu = 0,2$. Какая сила трения будет действовать на брусок, если к нему приложить горизонтальную силу: а) $0,5$ Н; б) 2 Н; в) 6 Н?

11.27. Брусок массой 600 г равномерно тянут по столу с помощью горизонтальной пружины. Пружина при этом удлинилась на 5 мм. Определите жесткость пружины, если коэффициент трения между бруском и столом равен $0,3$.

11.28. С каким максимальным ускорением может двигаться по горизонтальной дороге автомобиль, если коэффициент трения между его шинами и дорогой $0,2$?

Третий уровень

11.29. Мотогонщик на старте поднимает свой мотоцикл на дыбы (рис. 121). Зачем он это делает?



Рис. 121

11.30. Объясните физический смысл следующих пословиц:

- а) лыжи скользят по погоде;
- б) корабли пускают, как салом подмазывают;

- в) не подмажешь — не поедешь;
- г) угря в руках не удержишь;
- д) попала шина на щебенку — быть ей съеденной.

а) **11.31.** Почему скрипит дверь и поет скрипка (рис. 122)? Объясните свой ответ.



Рис. 122

11.32. Для чего смычок перед игрой на скрипке натирают канифолью?

б) **11.33.** Один ученик утверждает, что при перетягивании каната побеждает тот, кто прикладывает к канату большую силу (рис. 123). Правильно ли это утверждение?



Рис. 123

11.34. На металлическом бруске лежит деревянный. Чтобы сдвинуть только деревянный брусок, надо приложить горизонтальную силу 5 Н. Чтобы сдвинуть металлический брусок, придерживая (но не приподнимая) деревянный, — горизонтальную силу 19 Н. Какую горизонтальную силу надо приложить, чтобы сдвинуть оба бруска вместе?

11.35. Упряжка собак может прикладывать к саням (рис. 124) максимальную горизонтальную силу 500 Н. Какой может быть масса саней с грузом, если коэффициент трения 0,1?



Рис. 124

11.36. В условиях плохой видимости водителю автомобиля необходимо быть очень внимательным за рулем (рис. 125).

С какой максимальной скоростью может ехать водитель, если видимость в условиях густого тумана 10 м, а коэффициент трения при торможении 0,25?



Рис. 125

11.37. При скольжении саней по горизонтальной дороге сила трения скольжения зависит от массы саней с грузом. Пользуясь приведенным на рис. 126 графиком этой зависимости, определите коэффициент трения между полозьями саней и дорогой.

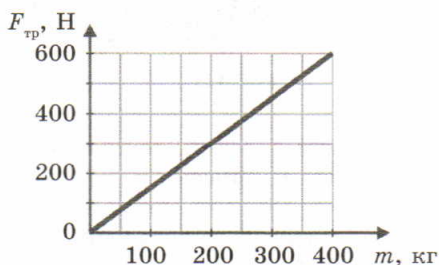


Рис. 126

11.38. До какой скорости может разогнаться автомобиль за 3 с, если коэффициент трения между шинами и горизонтальной дорогой равен 0,5?

11.39. Водитель начал торможение при скорости автомобиля 90 км/ч. Определите время торможения и тормозной путь, если коэффициент трения 0,5. Исследуйте, как зависят время торможения и тормозной путь от начальной скорости. Считайте, что при торможении на все колеса автомобиля действует максимально возможная сила трения.

Крепкие орешки


 **11.40.** На каком физическом принципе основано движение дождевого червя (рис. 127)? Каковы особенности сил трения при его движении?



Рис. 127

11.41. Известно, что сила трения качения меньше силы трения скольжения. Тем не менее перемещаться по льду на роликовых коньках труднее, чем на обычных (рис. 128). Почему?



Рис. 128

Если одно тело приводит в движение другое, то теряет столько своего движения, сколько его сообщает.

Р. Декарт

12. ИМПУЛЬС. ЗАКОН СОХРАНЕНИЯ ИМПУЛЬСА

$$\vec{p} = m\vec{v}$$

Пример решения задачи

Когда человек спрыгнул с платформы, двигавшейся со скоростью 2 м/с, платформа остановилась. Какую скорость относительно Земли приобрел человек при прыжке, если его масса 50 кг, а масса платформы — 150 кг?

Дано:

$$v_0 = 2 \text{ м/с}$$

$$v_{\text{п}} = 0$$

$$m_{\text{ч}} = 50 \text{ кг}$$

$$m_{\text{п}} = 150 \text{ кг}$$

$$v_{\text{ч}} = ?$$

Решение.

Считая силы трения малыми, рассмотрим систему тел «человек—платформа» как замкнутую. Согласно закону сохранения импульса общий начальный импульс человека и платформы равен импульсу человека после прыжка:

$$(m_{\text{ч}} + m_{\text{п}})v_0 = m_{\text{ч}}v_{\text{ч}}.$$

Отсюда

$$v_{\text{ч}} = \frac{(m_{\text{ч}} + m_{\text{п}})v_0}{m_{\text{ч}}}.$$

Проверим единицы величин:

$$[v_{\text{ч}}] = \frac{(\text{кг} + \text{кг}) \cdot \frac{\text{м}}{\text{с}}}{\text{кг}} = \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

Подставим числовые значения:

$$v_{\text{ч}} = \frac{(50 + 150) \cdot 2}{50} = 8 \left(\frac{\text{м}}{\text{с}} \right).$$

Ответ: 8 м/с.

УСТНАЯ РАЗМИНКА

12.1. Подвешенный на нити шарик раскачивается. В каких точках траектории импульс шарика равен нулю?

12.2. Какие яблоки, показанные на рис. 129, обладают импульсом? Обоснуйте свой ответ.

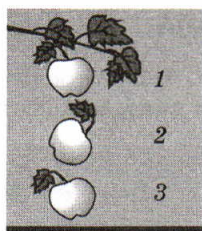


Рис. 129

12.3. Какова связь между импульсом тела и импульсом действующей на него силы?

12.4. Найдите модуль импульса:

а) тела массой 5 кг, движущегося со скоростью 1 м/с;

б) тела массой 1 кг, движущегося со скоростью 5 м/с.

Сравните импульсы тел.

12.5. Сохраняется ли импульс:

а) снаряда, выпущенного из орудия;

б) двух бильярдных шаров при столкновении?

12.6. Каков принцип движения медузы (рис. 130)?

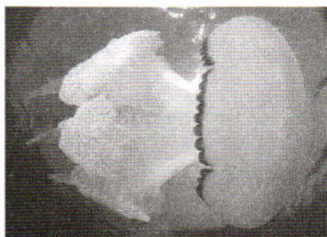


Рис. 130

12.7. Кальмар передвигается, вбирая в себя воду, а затем с огромной силой проталкивая ее через особое отверстие, в результате чего приобретает скорость до 70 км/ч. Как называют такой принцип движения?

12.8. В конструкции какого транспортного средства используют принцип реактивного движения:

а) дирижабль;

б) ракета;

в) автомобиль;

г) катер с водометным двигателем;

д) самолет-истребитель?

12.9. От чего отталкивается ракета, увеличивая скорость в открытом космосе?

Первый уровень

12.10. Что произойдет, если стрелок (рис. 131) не прижмет перед выстрелом приклад винтовки к плечу?



Рис. 131

12.11. Спортсмен, прыгая в высоту, отталкивается от поверхности Земли. Почему незаметно возникающее в результате такого взаимодействия движение Земли?

12.12. Надуйте детский резиновый шарик и, не завязывая отверстие, выпустите из рук (рис. 132). Объясните наблюдаемые явления.

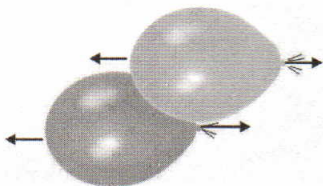


Рис. 132

12.13. Брусок массой 200 г равномерно соскальзывает по наклонной плоскости со скоростью 2 м/с. Чему равен импульс бруска?

12.14. Какова масса тела, если при скорости 20 м/с его импульс равен $100 \text{ кг} \cdot \frac{\text{м}}{\text{с}}$?

12.15. С какой скоростью катится тележка массой 500 г, если ее импульс равен $4 \text{ кг} \cdot \frac{\text{м}}{\text{с}}$?

Второй уровень

12.16. Стальной и алюминиевый шарики одинакового радиуса движутся с одинаковой по модулю скоростью. Какой из шариков имеет больший импульс? Во сколько раз?

12.17. Медный шарик движется со скоростью 2 м/с , а алюминиевый шарик такого же радиуса — со скоростью 8 м/с . Импульс какого шарика больше? Во сколько раз?

12.18. С какой средней силой действует молоток массой 1 кг на гвоздь во время удара, если скорость молотка при ударе изменяется на 3 м/с ? Считайте, что длительность удара $0,01 \text{ с}$.

12.19. Автомобиль массой 1 т , тронувшись с места, за 10 с разогнался до скорости 20 м/с . Чему равен модуль силы, которая разгоняла автомобиль?

12.20. В песне В. С. Высоцкого «Горизонт» есть такие слова:

Но стрелки я топлю — на этих скоростях
Песчинка обретает силу пули,—
И я сжимаю руль до судорог в кистях:
Успеть, пока болты не затянули!

Почему же «песчинка обретает силу пули»?

12.21. Если машинист локомотива попытается рывком тронуть с места железнодорожный состав, сцепки между вагонами могут порваться (рис. 133). Объясните, почему это возможно.



Рис. 133

12.22. Метеорит сгорает в атмосфере, не достигая поверхности Земли (рис. 134). Что при этом происходит с его импульсом?



Рис. 134

12.23. Двое приятелей массами 60 и 30 кг, стоящие на легких тележках, пытаются перетягивать канат. Какова скорость второго приятеля в тот момент, когда скорость первого 1 м/с? В начальный момент приятели находились в покое.

12.24. Какую скорость приобретет ящик с песком, если в нем застрянет горизонтально летящая пуля? Масса пули 10 г, скорость 500 м/с, масса ящика 25 кг. Трение ящика о пол не учитывайте.

12.25. Железнодорожный вагон массой 60 т, движущийся со скоростью 1 м/с, сталкивается с неподвижным вагоном, масса которого 40 т, и сцепляется с ним. Какова скорость вагонов после сцепки?

12.26. Человек, бегущий со скоростью 10 м/с, догоняет тележку, движущуюся со скоростью 1 м/с, и вскакивает на нее. С какой скоростью станет двигаться тележка после этого? Массы человека и тележки соответственно 60 и 40 кг.

12.27. В проплывающую под мостом лодку массой 100 кг опускают с моста груз массой 50 кг. Какова будет после этого скорость лодки, если ее начальная скорость 3 м/с? Сопротивлением воды можно пренебречь.

12.28. На рис. 135 показаны скорости двух шаров до и после столкновения. Каково отношение массы большего шара к массе меньшего в случаях *а* и *б*?

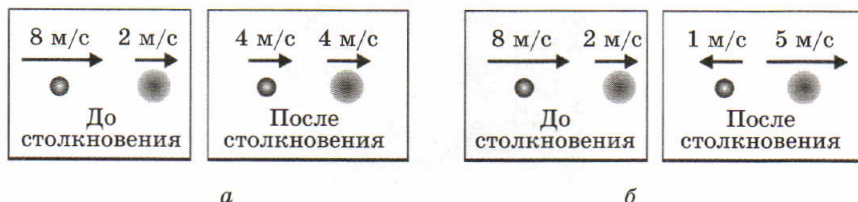


Рис. 135

Третий уровень

12.29. Может ли импульс системы из двух тел быть меньше импульса одного из этих тел? Объясните свой ответ.

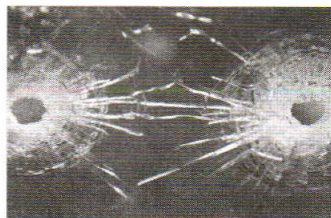


Рис. 136

12.30. Летящая пуля не разбивает оконное стекло, а образует в нем круглое отверстие (рис. 136). Почему?

12.31. Немецкий писатель Рудольф Эрих Распэ описал жизнь и удивительные приключения барона фон Мюнхгаузена. В рассказе «За волосы» Мюнхгаузен описывает такой эпизод: «Схватив себя за эту косичку, я изо

всех сил дернул вверх и без большого труда вытащил из болота и себя, и своего коня, которого крепко сжал обеими ногами, как щипцами. Да, я приподнял на воздух и себя, и своего коня, и если вы думаете, что это легко, попробуйте проделать это сами».

Можно ли на самом деле поднять себя за волосы?

12.32. Прочитайте строки из рассказа барона Мюнхгаузена «Верхом на ядре» (рис. 137): «Я стал рядом с огромнейшей пушкой, которая палила по турецкому городу, и, когда из пушки вылетело ядро, я вскочил на него верхом и лихо понесся вперед. В эту минуту мимо меня пролетало встречное ядро, пущенное турками в наш лагерь. Недолго думая, я пересел на него и, как ни в чем не бывало, помчался обратно».

Почему такая «пересадка» с ядра на ядро невозможна?



Рис. 137

12.33. Камень падает без начальной скорости. Начертите график зависимости модуля его импульса от времени.


12.34. Камень брошен вертикально вверх. Начертите график зависимости модуля его импульса от времени.

12.35. Лифт массой 200 кг трогается с места, двигаясь с ускорением 2 м/с^2 . Какой импульс приобретет лифт, пройдя 1 м?

12.36. Охотник стреляет из винтовки с движущейся лодки по направлению ее движения. Какую скорость имела лодка, если она остановилась после двух быстро следующих друг за другом выстрелов? Масса охотника с лодкой 200 кг, масса заряда 20 г. Скорость вылета дроби и пороховых газов 500 м/с.


12.37. Конькобежец массой $M = 70 \text{ кг}$, стоящий на коньках на льду, бросает в горизонтальном направлении камень массой $m = 3 \text{ кг}$ со скоростью $v = 8 \text{ м/с}$ относительно льда. Найдите расстояние s , на которое откатится при этом конькобежец, если коэффициент трения $\mu = 0,02$.

12.38. Конькобежец, бросивший в горизонтальном направлении камень массой 2 кг со скоростью 15 м/с, откатился на 62,5 см. Определите его массу, если коэффициент трения коньков о лед 0,02.

 **12.39.** Снаряд, выпущенный вертикально вверх, разорвался в верхней точке траектории. Первый осколок массой $m_1 = 0,5$ кг приобрел скорость $v_1 = 800$ м/с, направленную горизонтально. Второй осколок массой $m_2 = 2,5$ кг полетел вверх со скоростью $v_2 = 120$ м/с. Какова скорость v_3 третьего осколка, если его масса $m_3 = 2,5$ кг?

Крепкие орешки

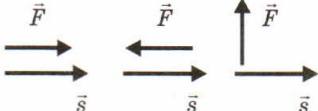
12.40. На доске, лежащей на льду, стоит собака. С какой скоростью будет двигаться доска относительно льда, если собака побежит вдоль доски со скоростью 3 м/с относительно доски? Масса доски 5 кг, масса собаки 10 кг. Трением между доской и льдом можно пренебречь.

 **12.41.** Тридцать три богатыря, бегущие по дороге с одинаковой скоростью, один за другим прыгают в тележку. Вначале тележка была неподвижна, после прыжка первого богатыря она приобрела скорость 1 м/с, после прыжка второго — скорость 1,67 м/с. Какой станет скорость тележки, когда в ней окажутся все богатыри? Трение тележки о дорогу не учитывайте, всех богатырей считайте одинаковыми.

Работа избавляет нас от трех великих зол: скуки, порока, нужды.

Вольтер

13. МЕХАНИЧЕСКАЯ РАБОТА. МОЩНОСТЬ

| | |
|--|---------------------------------|
|  $A = Fs, \quad A = -Fs, \quad A = 0$ | $N = \frac{A}{t}, \quad N = Fv$ |
|--|---------------------------------|

Пример решения задачи

Какую минимальную работу надо совершить, чтобы поднять на веревке с глубины $h = 5$ м на поверхность озера камень массой $m = 14$ кг и объемом $V = 5$ дм³?

Дано:

$$h = 5 \text{ м}$$

$$m = 14 \text{ кг}$$

$$V = 5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$$

$$\rho = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3},$$

$A = ?$

Решение.

Действующая на камень сила натяжения веревки T совершает минимальную работу, если подъем происходит очень медленно. В этом случае с учетом архимедовой силы

$$T = mg - F_A = mg - \rho g V$$

(силу сопротивления воды можно не учитывать, ускорение камня считать равным нулю). Тогда

$$A = T \cdot h = (m - \rho V) \cdot gh.$$

Проверим единицы величин:

$$[A] = \left(\text{кг} - \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot \text{м}^3 \right) \cdot \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \cdot \text{м} = \text{Н} \cdot \text{м} = \text{Дж}.$$

Подставим числовые значения:

$$A = (14 - 1000 \cdot 5 \cdot 10^{-3}) \cdot 10 \cdot 5 = 450 \text{ (Дж)}.$$

Ответ: 450 Дж.

УСТНАЯ РАЗМИНКА

13.1. Всегда ли действующая на тело сила совершает механическую работу?

13.2. На тело действуют две противоположно направленные силы. Работа первой силы на некотором пути положительна. Что можно сказать о работе второй силы?

13.3. В каком случае работа силы притяжения Земли отрицательна:

- а) лифт опускается;
- б) лифт поднимается;
- в) автомобиль движется по горизонтальной дороге?

13.4. Мяч подбросили вертикально вверх. Положительна или отрицательна работа силы тяжести:

- а) при движении мяча вверх;
- б) при движении вниз?

13.5. Санки скатились с горы (рис. 138). Положительна или отрицательна работа силы трения скольжения?



Рис. 138

13.6. По морю плывет теплоход (рис. 139). Совершает ли при этом работу сила тяжести? сила сопротивления воды?



Рис. 139

13.7. По горизонтальному шоссе равномерно движется автомобиль (рис. 140). Совершает ли при этом работу сила тяжести? сила сопротивления воздуха?



Рис. 140

13.8. Дедушка катает на санках своих внуков (рис. 141). В каком случае он совершает большую работу? Почему?

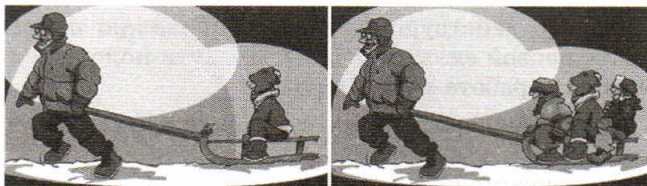


Рис. 141

13.9. Тело переместилось на 5 м под действием силы 3 Н, направленной в сторону движения. Определите работу силы.

13.10. Санки, скатившиеся с горы, проехали по горизонтальной поверхности 25 м, замедляя свое движение под действием силы трения 30 Н. Определите работу силы трения на горизонтальном участке траектории санок.

13.11. Друг за другом движутся с одинаковой скоростью два одинаковых автобуса: один из них пустой, а другой — с пассажирами. Сравните мощности, которые развивают двигатели этих автобусов.

Первый уровень

13.12. Положительную или отрицательную работу совершает сила трения, действующая на санки, когда их втаскивают по склону горы? когда на них съезжают с горы (рис. 142)?



Рис. 142

13.13. Брусек соскальзывает вниз по наклонной плоскости. Положительную или отрицательную работу совершает сила трения скольжения? сила реакции опоры?

13.14. Какую работу совершает человек:

- а) поднимая с постоянной скоростью на высоту 1 м ведро с водой общей массой 10 кг;
- б) удерживая это ведро на весу в течение 5 мин?

13.15. Какую работу — положительную или отрицательную — мы совершаем, растягивая пружину (рис. 143)? Какую работу совершает при этом сила упругости пружины?

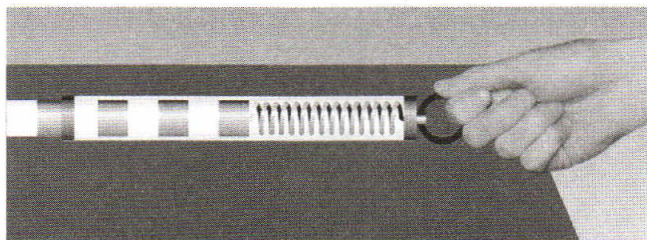


Рис. 143

13.16. Сила, действующая на пути 0,8 км в направлении движения, совершила работу 200 кДж. Определите модуль этой силы.

13.17. Трактор и лошадь вспахали одинаковые участки поля: трактор за 2 ч, а лошадь за 10 ч. Сравните мощности трактора и лошади.

13.18. При скорости 54 км/ч сила тяги двигателя автомобиля равна 800 Н. Какова мощность двигателя?

Второй уровень

13.19. Какую работу — положительную или отрицательную — совершает сила упругости пружины при сжатии этой пружины? при возвращении пружины в недеформированное состояние?

13.20. В каких случаях сила трения покоя совершает отрицательную работу:

- а) автомобиль трогается с места;
- б) автомобиль тормозит?

13.21. Кто из показанных на рис. 144 спортсменов-легкоатлетов развивает во время соревнований большую мощность? Обоснуйте свой ответ.



Рис. 144

13.22. Девочка прошла по спортзалу 2 м, а затем за такое же время поднялась по канату на 2 м (рис. 145). Одинаковую ли мощность она при этом развивала?



Рис. 145

13.23. Груз массой 50 кг свободно падает из состояния покоя в течение 2 с. Какую работу совершает при этом сила тяжести?

13.24. Определите работу силы трения, если сани массой 200 кг перемещаются по горизонтальной дороге на 500 м. Коэффициент трения равен 0,1.

13.25. Какую работу нужно совершить, чтобы разогнать неподвижный автомобиль массой 1,5 т до скорости 36 км/ч? Силы сопротивления движению не учитывайте.

13.26. Какую мощность развивает человек, поднимающий за 15 с ведро воды массой 12 кг из колодца глубиной 20 м? Считайте движение ведра равномерным.

13.27. Сколько времени должен работать насос мощностью 50 кВт, чтобы из шахты глубиной 150 м откачать воду объемом 200 м^3 ?

13.28. Подъемный кран с двигателем мощностью 5 кВт равномерно поднимает груз со скоростью 0,2 м/с. Какова масса груза?

13.29. За обедом мы поднимаем ложку на высоту около 30 см (рис. 146). Рассчитайте приблизительно работу, которую мы совершаем, съедая тарелку супа. Все необходимые для расчета величины оцените сами.

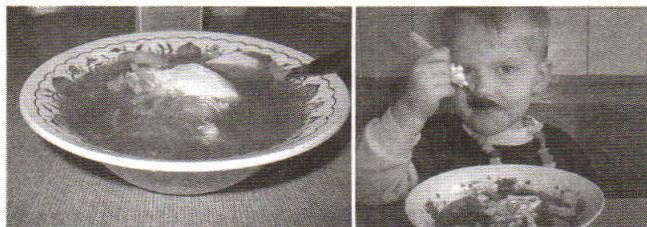


Рис. 146

13.30. Высота плотины гидроэлектростанции 16 м, мощность водяного потока 4 МВт. Найдите объем воды, падающей с плотины за 1 мин.

13.31. При равномерном движении поезда сила тяги тепловоза 84 кН, а мощность его двигателей 3200 кВт. За какое время поезд проходит путь 24 км?

13.32. Эскалатор метро за 1 мин поднимает 60 пассажиров на высоту 20 м. Сравните мощность эскалатора с мощностью легкового автомобиля, приняв для оценки массу пассажира 70 кг, а мощность автомобиля 70 кВт.

Третий уровень

13.33. В соревнованиях по перетягиванию каната команда 9-А класса победила команду 9-Б (рис. 147). Сравните механические работы, совершенные соперниками.

13.34. Башенный кран поднял горизонтальную стальную балку длиной 5 м и площадью поперечного сечения




Рис. 147


100 см² на высоту 12 м. Какую работу совершил кран, если движение балки было равномерным?

13.35. Когда судно во время движения приподнимается на подводных крыльях (рис. 148), его скорость значительно увеличивается, хотя мощность двигателей при этом почти не изменяется. Объясните, вследствие чего увеличивается скорость судна.



Рис. 148

 **13.36.** Сравните работу силы тяжести при свободном падении тела за первую и вторую половину времени падения.

 **13.37.** Чтобы растянуть пружину на расстояние $x = 8$ см, надо приложить силу $F = 120$ Н. Какую работу совершили при растяжении пружины?


13.38. Сравните работы, которые совершает человек, растягивая пружину динамометра от 0 до 10 Н и от 20 до 30 Н.

13.39. Лыжина площадью поперечного сечения 1 м² и толщиной 40 см плавает в озере. Какую работу надо совершить, чтобы полностью погрузить лыжину в воду?

13.40. Какую работу нужно совершить, чтобы поднять груз массой 30 кг на высоту 10 м с ускорением 2 м/с²?

13.41. Груз массой 1,5 т поднимают лебедкой равноускоренно на высоту 20 м с ускорением 1 м/с². Какую работу совершила сила натяжения троса?

13.42. Какую работу надо совершить, чтобы вытащить на крышу свисающий с нее кусок каната длиной 6 м и массой 15 кг?

 **13.43.** Гвоздь длиной 12 см забит по шляпку в доску толщиной 6 см. Какую работу надо совершить, чтобы вытащить гвоздь, если вначале надо приложить силу 20 Н?

13.44. Самолет массой 5 т для взлета должен приобрести скорость 360 км/ч. Какой должна быть мощность двигателей самолета в конце разгона, если длина разгона 1800 м (рис. 149)? Считайте движение самолета по взлетной полосе равноускоренным; сила сопротивления движению равна 0,2 силы тяжести.



Рис. 149

Крепкий орешек

13.45. Насос выбрасывает струю воды диаметром 2 см со скоростью 20 м/с. Какую мощность развивает насос?

Сохранение энергии — наиболее полезный физический принцип.

Дж. Мэрион

14. ЭНЕРГИЯ

$$E_p = mgh, E_p = \frac{kx^2}{2}, E_k = \frac{mv^2}{2}$$

Пример решения задачи

Камень падает с высоты 12 м. Какова его скорость на высоте 8 м над поверхностью земли? Какова скорость камня в момент падения на землю? Сопротивление воздуха не учитывайте.

Дано:

$$h_0 = 12 \text{ м}$$

$$h_1 = 8 \text{ м}$$

$$v_1 = ?$$

$$v_2 = ?$$

Решение.

Поскольку начальная скорость камня равна нулю, его механическая энергия равна начальной потенциальной энергии:

$$E_p = mgh_0.$$

На высоте 8 м камень обладает и потенциальной и кинетической энергией. В отсутствие сопротивления воздуха механическая энергия камня сохраняется, поэтому

$$\frac{mv_1^2}{2} + mgh_1 = mgh_0.$$

Отсюда находим

$$v_1 = \sqrt{2g(h_0 - h_1)}.$$

У поверхности земли потенциальная энергия камня равна нулю, а механическая энергия равна кинетической энергии $\frac{mv_2^2}{2}$.

Следовательно, $mgh_0 = \frac{mv_2^2}{2}$, откуда

$$v_2 = \sqrt{2gh_0}.$$

Проверим единицы величин:

$$[v] = \sqrt{\frac{\text{М}}{\text{с}^2} \cdot \text{М}} = \frac{\text{М}}{\text{с}}.$$

Подставив числовые значения величин, получим $v_1 \approx 9 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ и $v_2 \approx 15 \frac{\text{м}}{\text{с}}$.

Ответ: 9 м/с; 15 м/с.

УСТНАЯ РАЗМИНКА

14.1. Потенциальная энергия деформированного лука равна 30 Дж (рис. 150). Какую работу совершит лук при переходе в недеформированное состояние?



Рис. 150

14.2. Кинетическая энергия движущегося тела равна 50 Дж. Какую работу совершит это тело при уменьшении скорости движения до нуля?

14.3. Какие из изображенных на рис. 151 тел обладают кинетической энергией:

- а) футбольный мяч, который влетает в ворота;
- б) хоккейная шайба, скользящая по льду;
- в) аэростат, зависший над землей?



Рис. 151

14.4. Какими видами энергии обладают:

- а) сосулька на крыше дома;
- б) плот, плывущий по реке;

- в) проплывающая в небе туча;
 г) альпинисты на вершине покоренной горы (рис. 152)?

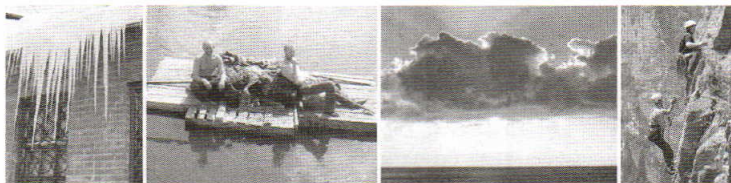


Рис. 152

14.5. Какую работу совершила сила тяжести, которая действует на падающее яблоко, если потенциальная энергия яблока уменьшилась от 4 Дж до нуля?

14.6. Какую работу совершили действующие на мяч силы, если кинетическая энергия мяча уменьшилась от 16 Дж до нуля?

14.7. Можно ли определить кинетическую энергию движущегося мяча по его фотографии? по материалам видеосъемки? Масса мяча известна.

14.8. Резиновый мяч упал на пол и отскочил вверх. Какие превращения энергии произошли при этом?

14.9. Как изменяется потенциальная энергия пружины:

- а) когда ее растягивают;
- б) когда ее сжимают;
- в) когда она возвращается в недеформированное состояние?

14.10. Скорость автомобиля увеличилась от 36 до 72 км/ч. Во сколько раз увеличилась его кинетическая энергия?

Первый уровень

14.11. Героиня сказки Андерсена Дюймовочка плыла на листе кувшинки по течению реки (рис. 153). Как изменялась при этом ее потенциальная энергия?



Рис. 153

14.12. Какие превращения энергии происходят при работе устройств, показанных на рис. 154?



Рис. 154



Рис. 155

14.13. В сказке А. С. Пушкина «Сказка о царе Салтане» есть такие строки:

Ветер по морю гуляет
И кораблик подгоняет.
Он бежит себе в волнах
На раздутых парусах.
Мимо берега крутого,
Мимо острова большого...

За счет какой энергии кораблик (рис. 155) «бежит себе в волнах»?

14.14. Какие превращения энергии происходят при стрельбе из лука?

14.15. Какие превращения энергии происходят при прыжках детей на батуте (рис. 156)?



Рис. 156

14.16. На столе высотой 1 м находится гиря массой 4 кг. Какова потенциальная энергия гири, если нулевому значению потенциальной энергии сопоставить положение гири на полу?

14.17. Удлинение пружины увеличилось в 3 раза. Во сколько раз увеличилась потенциальная энергия пружины?

Второй уровень

14.18. Взлетевший самолет, поднимаясь на высоту 9 км, набирает скорость 720 км/ч. Сравните приобретенные самолетом кинетическую и потенциальную энергии: какая из них больше и во сколько раз?

14.19. Выразите кинетическую энергию тела через его массу m и импульс p .

14.20. Камень, свободно падающий с высоты 5 м, в нижней точке траектории обладал кинетической энергией 5 Дж. Определите массу камня.

14.21. Какова высота подъема брошенного мяча, если его потенциальная энергия увеличилась на 60 Дж? Масса мяча 300 г.

14.22. Под действием подвешенного груза массой 30 кг пружина удлинилась на 6 см. Определите потенциальную энергию деформированной пружины.

14.23. Тело брошено вертикально вверх со скоростью 20 м/с. На какой высоте его кинетическая энергия уменьшится в 4 раза?

14.24. Скорость свободно падающего тела на высоте 7 м от поверхности земли равна 10 м/с. С какой высоты падало тело?

14.25. За счет какой энергии поднимается вверх аэростат (рис. 157)?

14.26. С помощью понтонов поднимают затонувший корабль со дна моря (рис. 158). За счет какой энергии происходит этот подъем?



Рис. 157

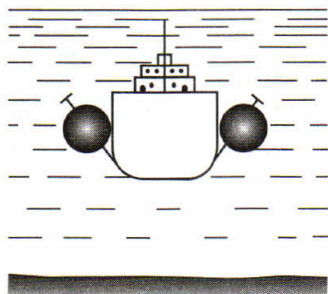


Рис. 158

14.27. Обладают ли энергией бегущий слон и летящая пуля (рис. 159)? Какой энергией? У какого из этих тел запас энергии

больше и во сколько раз? Примите для расчетов, что массы слона и пули соответственно 3,6 т и 9 г, а их скорости 36 км/ч и 400 м/с.

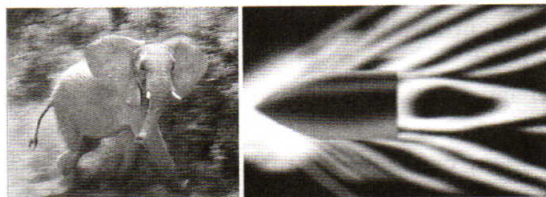



Рис. 159

14.28. В погребе глубиной 4 м хранится мешок картошки массой 30 кг. Какова потенциальная энергия мешка, если нулевому значению потенциальной энергии сопоставить положение мешка на поверхности земли?

14.29. Найдите потенциальную и кинетическую энергии тела массой 3 кг, свободно падающего с высоты 5 м, на высоте 2 м от поверхности земли. Считайте, что нулевому значению потенциальной энергии соответствует положение тела на поверхности земли.

 **14.30.** Груз массой $m = 5$ кг поднимают на высоту $h = 6$ м, прикладывая постоянную силу $F = 70$ Н. Какую работу A совершает эта сила? Каково изменение потенциальной энергии груза ΔE_p ? Как согласуются ваши ответы с законом сохранения энергии?

14.31. С какой начальной скоростью надо бросить вниз мяч с высоты 2 м, чтобы он подпрыгнул на высоту 4 м? Считайте, что модуль скорости мяча после удара о землю такой же, как перед ударом.

14.32. Пружинное ружье выстреливает шарик вертикально вверх на высоту 30 см, если пружина сжата на 1 см. На какую высоту поднимется шарик, если эту пружину сжать на 3 см?

14.33. При подготовке игрушечного пистолета к выстрелу пружину жесткостью 800 Н/м сжали на 5 см. Какую скорость приобретает пуля массой 20 г при выстреле в горизонтальном направлении?



Рис. 160

14.34. Хоккейная шайба скользит по льду 5 м, если ей сообщили начальную скорость 2 м/с (рис. 160). Сколько метров она «проедет», если ей сообщить начальную скорость 4 м/с?

Третий уровень

14.35. Какие детали настенных и наручных механических часов (рис. 161) предназначены для создания запаса механической энергии, необходимой для работы часовых механизмов?



Рис. 161

14.36. Какие превращения энергии происходят при работе тормозов, останавливающих поезд (рис. 162)?

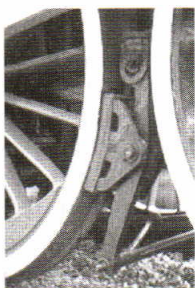


Рис. 162

14.37. Россиянка Елена Исинбаева уже в ранге олимпийской чемпионки Пекина в прыжках с шестом установила новый мировой рекорд, взяв высоту 5,05 м (рис. 163). Зачем спортсменка должна перед прыжком быстро разбежаться? Почему применение шеста из новых композиционных материалов (например, фибергласса, а не бамбука или металла) позволило значительно повысить рекордную высоту прыжка?

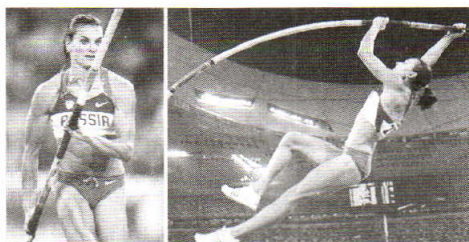


Рис. 163

14.38. Два шара разной массы, имеющие одинаковую кинетическую энергию, летят навстречу друг другу (рис. 164). В какую сторону они полетят после абсолютно неупругого столкновения? Столкновение лобовое.

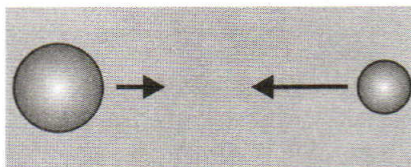


Рис. 164

14.39. Шары массами 1 и 2 кг движутся навстречу друг другу со скоростями соответственно 1 и 2 м/с. Найдите изменение кинетической энергии системы после неупругого удара.

14.40. Троллейбус массой 15 т трогается с места с ускорением $1,4 \text{ м/с}^2$. Какую кинетическую энергию приобретет троллейбус на первых 10 м пути?


14.41. Автомобиль массой 2 т при экстренном торможении остановился, пройдя 50 м. Найдите работу силы трения и изменение кинетической энергии автомобиля, если дорога горизонтальна. Считайте, что на все колеса действовала сила трения скольжения, а коэффициент трения равен 0,4.

14.42. Шарик для игры в настольный теннис объемом 28 см^3 и массой 2,5 г погружен в воду на глубину 30 см. Когда шарик отпустили, он выпрыгнул из воды на высоту 10 см. Сколько механической энергии перешло во внутреннюю вследствие трения шарика о воду?

14.43. Маленькая льдинка погружена в воду на глубину 1 м. На какую высоту над поверхностью воды льдинка «подпрыгнет» после того, как всплывет? Сопротивление воды и воздуха не учитывайте.

14.44. Камень, оторвавшись от скалы, падает с высоты 60 м и углубляется в песок на 10 см. Определите среднюю силу сопротивления песка, если масса камня 1 кг.

Крепкие орешки

 **14.45.** Человек массой 70 кг прыгает с моста высотой 50 м, пристегнувшись к перилам эластичным жгутом длиной 35 м. Благодаря действию жгута человек, едва коснувшись поверхности воды, начинает двигаться вверх. Найдите жесткость и наибольшую силу упругости жгута.

14.46. Две пластинки соединены легкой пружиной жесткостью k (рис. 165). На верхнюю пластинку с высоты h падает кусок пластилина. Какой должна быть высота h , чтобы нижняя пластинка оторвалась от стола? Каждая пластинка и кусок пластилина имеют одинаковую массу m .

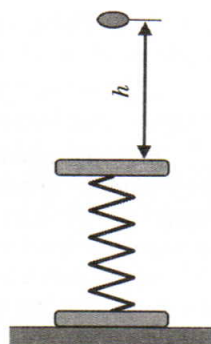


Рис. 165

Постоянные колебания простительны только маятнику.

Э. Кроткий

15. МЕХАНИЧЕСКИЕ КОЛЕБАНИЯ

$$T = \frac{1}{\nu}, \quad T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}, \quad T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$$

УСТНАЯ РАЗМИНКА

15.1. Все тела, приведенные на рис. 166, совершают периодически повторяющиеся движения. Какие из этих движений можно отнести к механическим колебаниям?

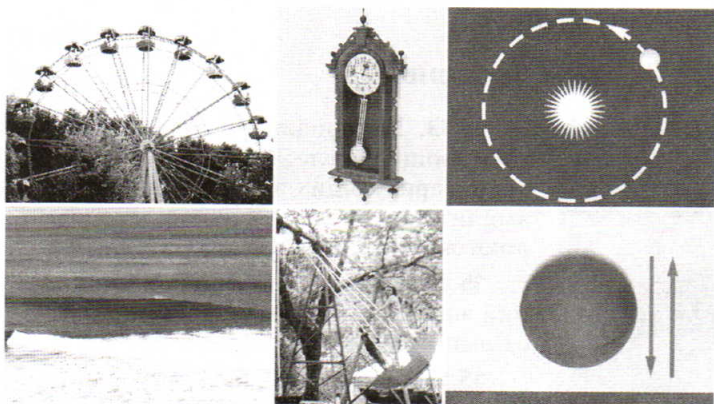


Рис. 166

15.2. Какие тела входят в колебательную систему, называемую пружинным маятником? нитяным маятником?

15.3. При каких условиях нитяной маятник можно рассматривать как математический?

15.4. В 1851 году в парижском Пантеоне Фуко продемонстрировал опыт, подтверждающий, что Земля вращается вокруг своей оси. Он подвесил металлический шар массой 28 кг с закрепленным на нем острием на стальной проволоке длиной 67 м, крепление маятника позволяло ему свободно колебаться во всех направлениях. Можно ли считать этот маятник математическим?

15.5. От каких величин и как зависит период колебаний математического маятника?

15.6. От каких величин и как зависит период колебаний пружинного маятника?

15.7. Как изменится период колебаний математического маятника, если его длину увеличить в 4 раза?

15.8. Изменится ли период колебаний нитяного маятника, если маятник перенести с Земли на Луну?

15.9. Период колебаний тела 0,01 с. Какова частота колебаний?

15.10. Частота колебаний тела 50 Гц. Каков период колебаний?

15.11. Как изменится период колебаний пружинного маятника, если массу груза увеличить в 2 раза? уменьшить в 4 раза?

15.12. Как изменится период колебаний пружинного маятника, если жесткость пружины уменьшить в 4 раза? увеличить в 2 раза?

Первый уровень



Рис. 167

15.13. Материальная точка совершает незатухающие колебания. Какие из величин, характеризующих это движение — смещение, амплитуда, период, частота, скорость, — являются постоянными, а какие переменными?

15.14. Зависит ли период малых колебаний математического маятника от его массы? от амплитуды колебаний?

15.15. Девушка качается на качелях (рис. 167). Изменится ли период колебаний качелей, если рядом с ней сядет ее подруга?

15.16. Мальчик качается на качелях (рис. 168). В каких точках траектории кинетическая энергия мальчика минимальна? максимальна?

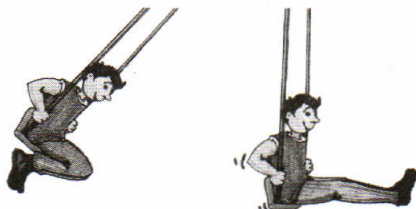


Рис. 168

15.17. Тело за 1 мин совершило 300 колебаний. Определите период и частоту колебаний.

15.18. Груз, колеблющийся на пружине, за 8 с совершил 32 колебания. Найдите период и частоту колебаний.

15.19. Сколько колебаний совершит материальная точка за 5 с при частоте колебаний 440 Гц?

15.20. Определите период колебаний математического маятника длиной 10 м.

15.21. Каков период колебаний пружинного маятника массой 200 г, если жесткость пружины 20 Н/м?

15.22. Какие примеры колебательного движения приводятся в стихотворении Н. А. Заболоцкого «Утро» (рис. 169)?

Рожденный пустыней,
Колеблется звук,
Колеблется синий
На нитке паук.

Колеблется воздух,
Прозрачен и чист,
В сияющих звездах
Колеблется лист.



Рис. 169

Второй уровень

15.23. Какие колебания — затухающие или незатухающие — происходят в механических часах?

15.24. Могут ли происходить колебания груза на нити в состоянии невесомости?

15.25. Могут ли происходить колебания груза на пружине в состоянии невесомости?

15.26. Период колебаний крыльев шмеля 5 мс. Частота колебаний крыльев комара 600 Гц. Какое из насекомых сделает больше взмахов крыльями за 1 мин и на сколько?

15.27. Ускорение свободного падения на Луне $1,6 \text{ м/с}^2$. Каким будет период колебаний математического маятника на Луне, если на Земле он равен 1 с? Зависит ли ответ от массы груза?

15.28. Какую длину имеет математический маятник с периодом колебаний 2 с?

15.29. Найдите массу груза, который за 16 с совершил 20 колебаний на пружине жесткостью 250 Н/м.

15.30. Медный шарик, подвешенный к пружине, совершает вертикальные колебания. Как изменится период колебаний, если к пружине вместо медного шара подвесить алюминиевый шарик того же радиуса?

15.31. Во сколько раз изменится период колебаний ведерка с песком, если в результате высыпания песка масса ведерка с песком уменьшится в 2 раза? Ведерко подвешено:

- а) на пружине (колебания вертикальные);
- б) на длинной нити.

15.32. Амплитуда колебаний точки струны 1 мм, частота 1 кГц. Какой путь пройдет точка за 0,2 с?

15.33. Груз маятника, колеблющийся с амплитудой 5 см, за 1 ч проходит путь 360 м. Определите частоту и период колебаний маятника.

15.34. По графику, изображенному на рис. 170, найдите амплитуду, период и частоту колебаний.

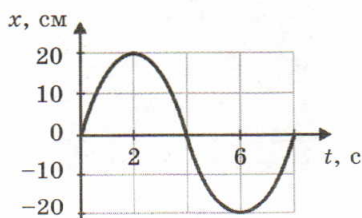


Рис. 170

15.35. По графику, изображенному на рис. 171, найдите амплитуду, период и частоту колебаний.

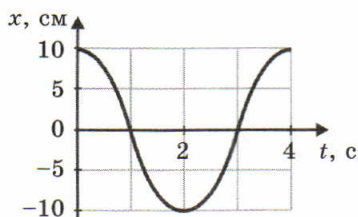


Рис. 171

15.36. При вертикальных колебаниях подвешенного на пружине груза его высота h над полом изменяется. Определите по приведенному на рис. 172 графику амплитуду, период и частоту колебаний.

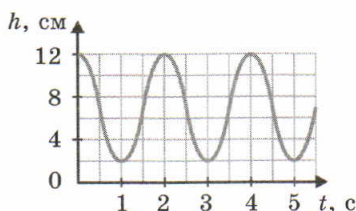


Рис. 172

15.37. На рис. 173 приведены графики зависимости от времени высоты над столом двух грузов, подвешенных на одинаковых пружинах. У какого из грузов больше:

- период колебаний;
- частота колебаний;
- амплитуда колебаний;
- масса?

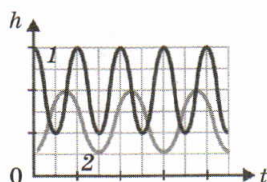


Рис. 173

Третий уровень

15.38. Рассмотрите рис. 174 и укажите, какие системы являются колебательными, а какие — нет. Объясните почему.

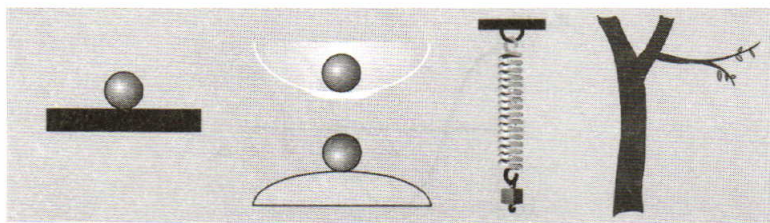


Рис. 174

15.39. Могут ли шарики, изображенные на рис. 175, после кратковременного действия на них рукой совершать колебания? Объясните свой ответ.

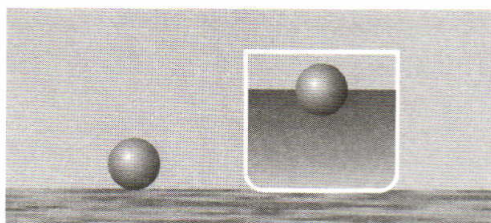


Рис. 175

15.40. Скорость хода часов регулируют с помощью небольшого груза, например гайки, находящейся на нижнем конце маятника (рис. 176). Куда надо переместить гайку, если часы спешат? отстают?

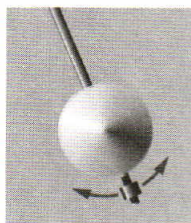


Рис. 176

15.41. Сколько раз за период кинетическая энергия маятника достигает максимального значения? уменьшается до нуля?

15.42. Ученик наблюдает за колебаниями двух маятников. Первый маятник за 20 с совершил 50 колебаний, а второй за 15 с — 75 колебаний. Длина какого маятника больше и во сколько раз?

15.43. Каково отношение длин двух математических маятников, если первый из них совершает 20 колебаний, а второй за то же время — 50 колебаний?

15.44. За одно и то же время один математический маятник совершает 50 колебаний, а другой — 30. Найдите их длины, если один из них на 32 см короче другого.

15.45. К пружине поочередно подвешивают два груза. В первом случае период колебаний пружинного маятника $T_1 = 1$ с, а во втором случае $T_2 = 2,4$ с. Каким будет период T колебаний, если к той же пружине подвесить оба груза?

15.46. Груз массой 400 г совершает колебания на пружине жесткостью 250 Н/м. Амплитуда колебаний 15 см. Найдите полную механическую энергию колебаний и максимальную скорость. В каком положении она достигается?

15.47. На какое расстояние надо отвести вниз от положения равновесия груз массой 640 г, подвешенный на пружине жесткостью 400 Н/м, чтобы он проходил положение равновесия со скоростью 1 м/с?

15.48. В странах Востока, например в Японии, землетрясения разрушают железобетонные здания, стальные мосты и др., а деревянные пагоды стоят и стоят (рис. 177). Почему?



Рис. 177

Я надеялся понять:
Как умеют эти руки
Эти звуки извлекать.

Б. Ш. Окуджава

16. МЕХАНИЧЕСКИЕ ВОЛНЫ. ЗВУК

$$v = \lambda \nu = \frac{\lambda}{T}$$

Пример решения задачи

Наблюдатель удаляется от колокола, в который бьют каждую секунду. Сначала видимые и слышимые удары совпадают. Потом они перестают совпадать. Затем на некотором расстоянии наблюдателя от колокола видимые и слышимые удары снова совпадают. Объясните это явление (рис. 178).



Рис. 178

Решение. Свет и звук доходят до наблюдателя с некоторым запаздыванием. Для света, скорость которого почти в миллион раз превышает скорость звука, время запаздывания ничтожно мало, а для звука часто бывает заметным. Очевидно, в данном случае звук удара колокола приходит одновременно со световым сигналом о следующем ударе. Следовательно, время запаздывания звукового сигнала равно 1 с. Поскольку скорость звука в воздухе 340 м/с, можно найти расстояние от наблюдателя до колокола в этот момент: оно равно 340 м.

УСТНАЯ РАЗМИНКА

- 16.1.** Происходит ли в волне перенос вещества?
- 16.2.** Чем отличаются поперечные волны от продольных?
- 16.3.** В каких средах могут распространяться поперечные волны?
- 16.4.** В каких средах могут распространяться продольные волны?
- 16.5.** Какие тела являются источниками звука:
- а) электрический звонок в воздухе;
 - б) электрический звонок в вакууме;
 - в) колеблющаяся струна гитары;
 - г) шарик на нити, колеблющийся с периодом 2 с?
- 16.6.** Какую частоту могут иметь звуковые колебания: 10 Гц, 30 Гц, 100 Гц, 5 кГц, 15 кГц, 40 кГц, 150 кГц?
- 16.7.** Может ли звук распространяться в безвоздушном пространстве?
- 16.8.** Какой волной является звук в воздухе: продольной или поперечной?
- 16.9.** С какой частотой колеблется барабанная перепонка уха человека, когда до нее доходит звук?
- 16.10.** Как изменится громкость звука, если уменьшить амплитуду колебаний его источника?
- 16.11.** Каким явлением обусловлено возникновение эха?

Первый уровень

16.12. Внимательно посмотрите на рис. 179 и объясните происхождение следующих звуков: жужжания насекомых; кваканья лягушки; стрекотания кузнечика; шума леса.

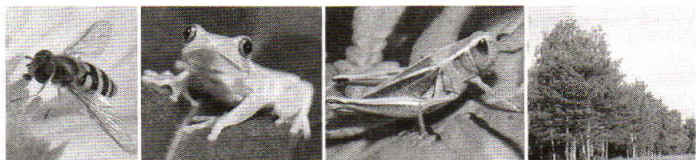


Рис. 179

16.13. Почему летящий комар издает звук, а бабочка или птица — нет (рис. 180)?



Рис. 180

16.14. Объясните, как звук передается от источника к приемнику.

16.15. С какой целью в читальных залах устилают пол коврами дорожками (рис. 181)?



Рис. 181

16.16. Можно ли услышать на Земле звук сильного взрыва на Луне (рис. 182)?



Рис. 182

16.17. О каком явлении идет речь в загадке: кто, не учившись, говорит на всех языках?

16.18. У Н. А. Некрасова в поэме «Кому на Руси жить хорошо» есть такие строки:

Никто его не видывал,
А слышать — всякий слыхивал,
Без тела, а живет оно,
Без языка — кричит.

Какое физическое явление вы узнаете в этих поэтических строках?

16.19. Во время Великой Отечественной войны широкое распространение получил такой способ разведки, как подслушивание. Хороший слух помогал разведчику выявлять места скопления противника и устанавливать характер его действий. Подслушивая, разведчик часто не видел противника; основным источником информации в этом случае являлись звуки. Почему этот способ разведки был более эффективным в горах, чем на равнине?

16.20. При каком периоде колебаний тело является источником инфразвуковых волн:

- а) 2 мкс; б) 20 мкс; в) 2 мс; г) 20 мс; в) 0,2 с?

16.21. Какие представители животного мира используют ультразвуковые волны:

- а) дельфины; в) летучие мыши;
б) слоны; г) суслики?

16.22. Крылья бабочки-капустницы колеблются с частотой 10 Гц, а бабочки-бразника — с частотой 85 Гц (рис. 183). Какая из бабочек издает при полете звук? Каков период звуковых колебаний?



Рис. 183

16.23. Период колебаний 0,2 с. Какова частота колебаний? Являются ли эти колебания звуковыми?

16.24. Определите скорость звука в воде, если источник звука, колеблющийся с периодом 0,002 с, возбуждает в ней волны длиной 3 м.

16.25. Найдите длину звуковой волны частотой 440 Гц в воздухе и воде.

16.26. Человек услышал звук артиллерийского выстрела через 6 с после того, как увидел вспышку (рис. 184). На каком расстоянии от него находилось орудие?



Рис. 184

16.27. При измерении глубины моря под кораблем при помощи эхолота (рис. 185) оказалось, что моменты отправления и приема ультразвука разделены промежутком времени 0,6 с. Какова глубина моря под кораблем?

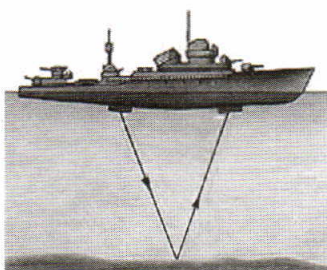


Рис. 185

16.28. Определите расстояние от человека до преграды, если посланный звуковой сигнал, отразившись от преграды, вернулся через 6 с.

Второй уровень

16.29. Какое утверждение верно:

- а) всякое звучащее тело колеблется;
- б) всякое колеблющееся тело издает звук?

16.30. Какое физическое явление отражено в загадке: по морю идет, идет, а до берега дойдет — тут и пропадет?

16.31. Поэт Н. А. Заболоцкий написал такие строки:


Здесь море — дирижер, а резонатор — дали,
Концерт высоких волн здесь ясен наперед,
Здесь звук, задев скалу, скользит по вертикали
И эхо средь камней танцует и поет.
Акустика вверх настроила ловушек,
Приблизила к ушам далекий ропот струй
И стал здесь грохот бурь подобен грому пушек...

О каких акустических явлениях здесь идет речь?

16.32. Может ли снаряд, выпущенный из орудия, опередить звук выстрела?

16.33. Самолет летит горизонтально со скоростью 1600 км/ч. Почему наблюдатель слышит звук от самолета только после того, как самолет пролетел над ним?

16.34. Почему человек, нырнувший в воду, не слышит шумов на берегу реки, хотя вода хорошо проводит звук?

 **16.35.** Впервые попав в боевую обстановку, некоторые солдаты, услышав звук летящей пули, пригибаются. Разумно ли это с физической точки зрения?


 **16.36.** Посмотрите на рис. 186 и ответьте, кто из насекомых (комар, пчела или муха) чаще машет крыльями в полете. Обоснуйте свой ответ.




Рис. 186

16.37. Как используют ультразвуковые волны животные, показанные на рис. 187?



Рис. 187

 **16.38.** Пока рыба не клевала, рыболов заметил, что за время $t = 20$ с его поплавок поднимался на гребни бегущих к берегу волн $N = 30$ раз. Определите скорость волн, если расстояние между их соседними гребнями $\lambda = 1$ м.

16.39. Вдоль натянутого шнура распространяется поперечная волна. Найдите скорость волны, если частота колебаний частиц в волне 1,5 Гц, а длина волны 2 м.

16.40. Какой частоте колебаний камертона соответствует в воздухе звуковая волна длиной 34 см?

16.41. Волна распространяется в упругой среде со скоростью 2000 м/с. Найдите частоту колебаний точек среды, если длина волны 5 м.

16.42. Лодка качается на волнах, распространяющихся со скоростью 2,5 м/с. Определите период колебаний лодки, если расстояние между ближайшими гребнями волн 8 м.

16.43. Длина морской волны 2 м. Сколько колебаний совершит за 20 с поплавков, если скорость распространения волны 2,5 м/с?

16.44. Какова длина волны на воде, если ее скорость 2,4 м/с, а поплавков на воде совершает 30 колебаний за 25 с?

Третий уровень

16.45. Объясните физический смысл пословицы: оттого телега запела, что давно дегтя не ела.

16.46. Как с помощью листа бумаги усилить звук голоса?

16.47. Проверьте, изменится ли высота тона струнного музыкального инструмента, если увеличить натяжение струны (рис. 188).

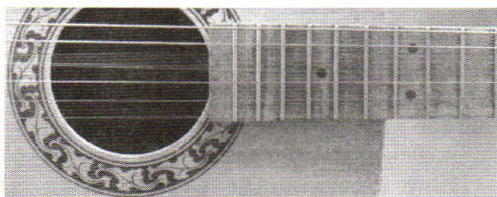


Рис. 188

16.48. На скрипке и флейте воспроизводится одна и та же нота (рис. 189). Одинакова ли частота звуков, издаваемых этими инструментами? Чем различаются эти звуки, если их громкость одинакова?



Рис. 189

16.49. Чтобы обнаружить далеких всадников, индейцы встают на колени и припадают ухом к земле (рис. 190). Как это можно объяснить?



Рис. 190

16.50. При близкой грозе слышен резкий оглушительный удар, а при далекой — раскатистый гром (рис. 191). Объясните причину такого различия.



Рис. 191

16.51. В поэме «О природе вещей» Лукреций Кар писал:

Тебе удивляться нисколько не надо,
Что сквозь преграды, глазом
Ничего не дающие видеть,
Звуки доходят до нас
И касаются нашего уха.

Почему звуки проникают «сквозь преграды»? Что вы знаете о методах звукоизоляции и борьбы с шумом?

16.52. Как используют звук и ультразвук для неразрушающего контроля материалов?

16.53. Что общего у летучей мыши и подводной лодки (рис. 192)?

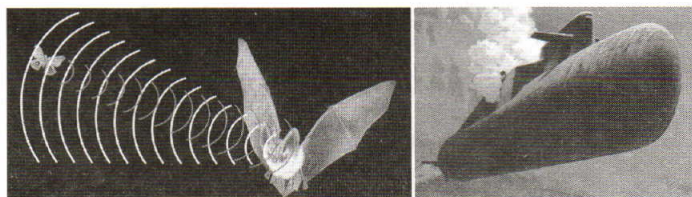


Рис. 192

16.54. В безветренную погоду на озере из лодки сбросили тяжелый якорь. От места бросания пошли волны. Стоящий на берегу человек заметил, что волна дошла до него за 20 с, расстояние между соседними гребнями волн 40 см, а за 4 с было 10 всплесков волн о берег. На каком расстоянии от берега находилась лодка?

16.55. Приближающийся теплоход дал гудок, звук которого услышали на мосту через 3 с. Спустя 3 мин теплоход прошел под мостом. Найдите скорость движения теплохода.

16.56. Мотоциклист, движущийся по прямолинейному участку дороги, увидел, как рабочий, стоящий у дороги, ударил молотком по подвешенному рельсу, а через 2 с услышал звук удара. С какой скоростью двигался мотоциклист, если он проехал мимо этого рельса через 34 с после начала наблюдения?

16.57. Полости в металлической детали можно обнаружить с помощью ультразвукового дефектоскопа (рис. 193). Первый отраженный сигнал был получен через 60 мкс после послышки, а второй — через 180 мкс. На какой глубине обнаружен дефект в детали? Какова высота детали? Скорость ультразвука в металле 5000 м/с.

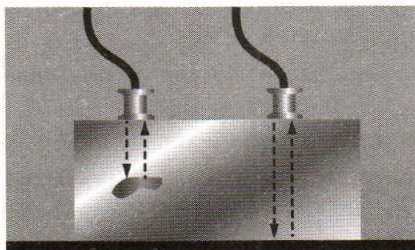


Рис. 193

16.58. Наблюдатель, находящийся на расстоянии 2,2 км от источника звука, слышит звук, пришедший по воздуху, на 5 с позднее звука от того же источника, пришедшего по воде. Определите по этим данным скорость звука в воде, если скорость звука в воздухе 340 м/с.

АТОМЫ И ЗВЕЗДЫ

Еще, быть может, каждый атом —
Вселенная, где сто планет;
Там — все, что здесь, в объеме сжатом,
Но также то, чего здесь нет.

В. Я. Брюсов

17. СТРОЕНИЕ АТОМА.

ИЗЛУЧЕНИЕ И ПОГЛОЩЕНИЕ СВЕТА АТОМАМИ

УСТНАЯ РАЗМИНКА

17.1. На основании каких опытов и наблюдений возникло предположение, что атом является составным?

17.2. Укажите, какая часть атома несет положительный заряд, а какая — отрицательный.

17.3. Почему предложенную Резерфордом модель атома называли планетарной моделью?

17.4. В каком состоянии находится вещество, если спектр его излучения сплошной? линейчатый?

17.5. Является ли спектр излучения лампы накаливания сплошным?

17.6. На каком явлении основано действие спектроскопа?

17.7. Какую информацию можно получить, используя спектральный анализ?

17.8. Какие открытия были сделаны с помощью спектрального анализа?

Первый уровень

17.9. В чем состояла гипотеза об атомном строении вещества? Какие экспериментальные факты подтвердили эту гипотезу?

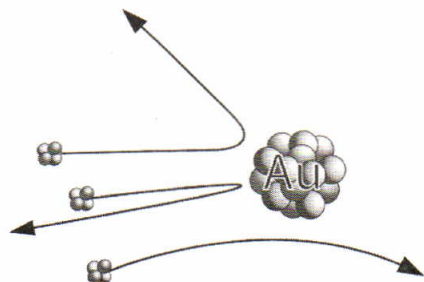


Рис. 194

17.10. Какие частицы использовал Резерфорд для исследования строения атома? Каковы их свойства?

17.11. Какой вывод был сделан Резерфордом на основании того, что некоторые α -частицы при взаимодействии с золотой фольгой рассеивались на большие углы (рис. 194)?

17.12. Во сколько раз (приблизительно) размер атома превышает размер ядра?

17.13. Для чего исследуют спектральный состав излучения?

17.14. Что нужно проделать с крупницей вещества, чтобы узнать ее химический состав при помощи спектрального анализа?

17.15. Чем обусловлены темные линии в солнечном спектре?

Второй уровень

17.16. На рис. 195 показана модель атома Резерфорда. Как можно объяснить явление электризации тел с помощью этой модели?

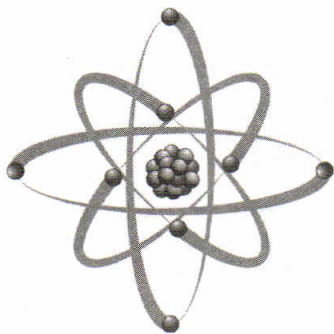


Рис. 195

17.17. Как можно объяснить образование положительных и отрицательных ионов с помощью модели атома Резерфорда?

17.18. Наблюдая за искрой, проскакивающей между электродами из неизвестного сплава (рис. 196), можно определить химический состав этого сплава. Каким образом?

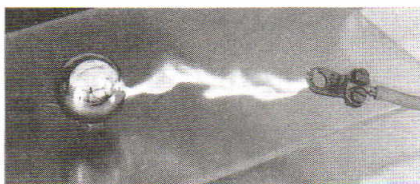


Рис. 196

17.19. Какой вывод следует из того, что вещества, находящиеся в газообразном атомарном состоянии, дают линейчатый спектр излучения?

17.20. Чем отличаются спектры поглощения от спектров излучения и что у них общего?

17.21. На рис. 197, *а* показан спектр излучения гелия, а на рис. 197, *б* — солнечный спектр. Укажите темные линии в солнечном спектре, которые обусловлены поглощением света атомами гелия.

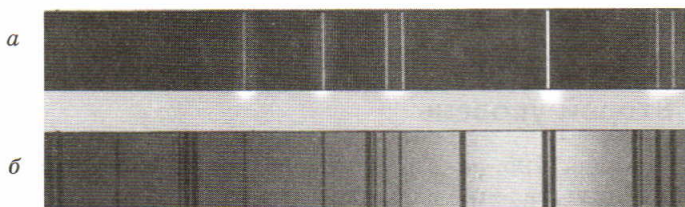


Рис. 197

17.22. В чем преимущество спектрального анализа перед другими методами исследования?

Третий уровень

17.23. Будет ли изменяться число α -частиц, рассеянных под каким-либо определенным углом, если в опыте Резерфорда увеличить толщину фольги в 2 раза?

17.24. Какие опытные факты не смогла объяснить планетарная модель атома?

17.25. При электризации трением различными материалами пластмассовая расческа приобретает заряды разного знака. Как можно объяснить этот факт?

Радий не должен обогащать никого.
Это элемент. Он принадлежит всему миру.

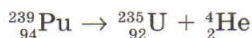
М. Склодовская-Кюри

18. АТОМНОЕ ЯДРО. РАДИОАКТИВНОСТЬ

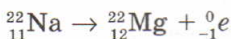
Пример решения задачи

В результате какого радиоактивного распада плутоний ${}^{239}_{94}\text{Pu}$ превращается в уран ${}^{235}_{92}\text{U}$? В результате какого радиоактивного распада натрий ${}^{22}_{11}\text{Na}$ превращается в магний ${}^{22}_{12}\text{Mg}$?

Решение. Массовое число изотопа плутония ${}^{239}_{94}\text{Pu}$ уменьшается в результате распада на 4, а зарядовое — на 2. Такие изменения соответствуют α -распаду:



Массовое число изотопа натрия $^{22}_{11}\text{Na}$ при распаде не изменяется, а зарядовое число ядра увеличивается на единицу. Это соответствует β -распаду:



УСТНАЯ РАЗМИНКА

- 18.1. Обязательно ли нуклон имеет электрический заряд?
- 18.2. Массовое число ядра 16, а зарядовое — 8. Сколько в этом ядре протонов? нейтронов? нуклонов?
- 18.3. Массовое число ядра 40, а зарядовое — 18. Сколько в этом ядре протонов? нейтронов? нуклонов?
- 18.4. Что означают верхнее и нижнее числа, стоящие перед символом элемента в обозначении $^{31}_{15}\text{P}$? Сколько в данном ядре нейтронов?
- 18.5. Какие силы действуют между нуклонами в ядре?
- 18.6. До начала 20-го века многие ученые считали все атомы вечными и неизменными. Почему открытие радиоактивности показало, что это не так?
- 18.7. Какие химические элементы обладают особенно высокой радиоактивностью?
- 18.8. Каков состав радиоактивного излучения? Как он был установлен?
- 18.9. Почему для выяснения состава радиоактивного излучения использовали магнитное поле?
- 18.10. Чем отличаются радиоактивные атомы от нерадиоактивных?
- 18.11. На сколько единиц уменьшается массовое число ядра при α -распаде?
- 18.12. На сколько единиц изменяется зарядовое число ядра при α -распаде?
- 18.13. На сколько единиц изменяется зарядовое число ядра при β -распаде?
- 18.14. Изменяются ли массовое и зарядовое числа ядра при γ -излучении?

Первый уровень

- 18.15. Сколько электронов содержат атомы железа, меди, серебра?
- 18.16. Чему равны заряды ядер атомов алюминия, азота, серебра, натрия, германия?

18.17. Каким числом — зарядовым или массовым — определяются химические свойства элемента?

18.18. Металлический шарик зарядили положительно. Что можно сказать о соотношении между количеством протонов и количеством электронов в этом шарике?

18.19. Вокруг ядра атома кислорода движутся 8 электронов. Сколько протонов находится в ядре атома кислорода?

18.20. В ядре атома натрия 11 протонов. Сколько электронов обращается вокруг ядра? Во что превратится атом натрия, если он потеряет один электрон?

18.21. В атоме какого химического элемента содержится 26 электронов?

18.22. Каково строение атомов водорода? гелия? лития?

18.23. Чем отличаются ядерные силы от других сил?

18.24. Какие частицы вылетают из ядра при радиоактивном распаде? Как удалось определить заряд этих частиц?

18.25. Опишите α -распад, изображенный на рис. 198.

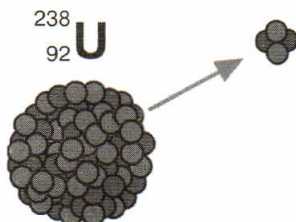


Рис. 198

18.26. Опишите β -распад, изображенный на рис. 199.

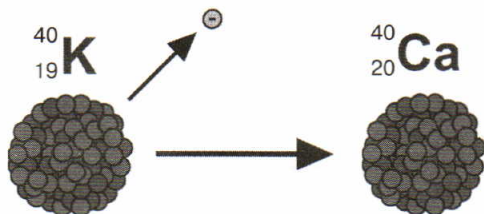


Рис. 199

18.27. Сравните α - и β -излучения: что между ними общего и в чем различия этих видов излучения?

18.28. Сравните α - и γ -излучения: что между ними общего и в чем различия этих видов излучения?

18.29. Сравните β - и γ -излучения: что между ними общего и в чем различия этих видов излучения?

18.30. Изменяется ли химическая природа элемента при испускании α -частиц его ядрами?

18.31. Изменяется ли химическая природа элемента при испускании β -частиц его ядрами?

18.32. Изменяется ли химическая природа элемента при испускании γ -лучей его ядрами?

18.33. Почему радиоактивное излучение опасно для организма? Какие виды излучения являются наиболее опасными?

Второй уровень

18.34. Что выяснилось в результате опыта, показанного на рис. 200?

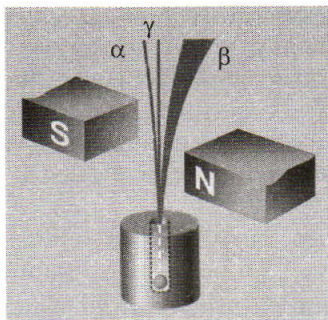


Рис. 200

18.35. На чем было основано предположение Резерфорда о том, что в состав атомных ядер входят не только протоны, но и нейтральные частицы с массой, примерно равной массе протона?

18.36. Определите для атома натрия $^{23}_{11}\text{Na}$:

- а) зарядовое число;
- б) число протонов;
- в) заряд ядра (в элементарных электрических зарядах);
- г) число электронов;
- д) порядковый номер в Периодической системе химических элементов Д. И. Менделеева;
- е) массовое число ядра;
- ж) число нуклонов в ядре;
- з) число нейтронов в ядре.

18.37. Где больше электронов: в нейтральном атоме алюминия (Al) или серы (S)? На сколько?

18.38. В ядре атома цинка 65 частиц, из них 30 протонов. Сколько нейтронов в ядре и сколько электронов обращается вокруг ядра этого атома?

18.39. В ядре атома серебра 108 частиц. Вокруг ядра обращается 47 электронов. Сколько в ядре этого атома нейтронов и протонов?

18.40. Существуют изотопы магния (Mg) с массовыми числами 24, 25 и 26. Чем обусловлена разница в массовых числах?

18.41. Существуют изотопы углерода (C) с массовыми числами 12, 13 и 14. Сколько электронов содержится в каждом из этих атомов? Чем обусловлена разница в массовых числах?

18.42. Сравните состав ядер атомов двух химических элементов: ${}_{92}^{234}\text{U}$ и ${}_{90}^{234}\text{Th}$. Что в них общего и чем они отличаются?

18.43. В результате α -распада атомное ядро превратилось в ядро другого химического элемента. Где в Периодической системе химических элементов Д. И. Менделеева расположен этот элемент — ближе к ее началу, чем исходный элемент, или дальше от начала? Изменится ли ответ в случае, если произошел β -распад ядра?

18.44. Запишите реакцию α -распада изотопа полония ${}_{84}^{210}\text{Po}$. Какой химический элемент образуется в результате этой реакции?

18.45. Ядро какого химического элемента образовалось из ядра изотопа кобальта ${}_{27}^{61}\text{Co}$ после испускания α -частицы?

18.46. Ядро радона ${}_{86}^{220}\text{Rn}$ испустило α -частицу. В ядро какого элемента превратилось ядро радона?

18.47. В результате какого радиоактивного распада плутоний ${}_{94}^{239}\text{Pu}$ превращается в уран ${}_{92}^{235}\text{U}$?

18.48. Ядро полония ${}_{84}^{216}\text{Po}$ образовалось после двух последовательных α -распадов. Из какого ядра оно образовалось?

18.49. Во сколько раз уменьшается число атомов радиоактивного элемента за три периода полураспада?

18.50. Во сколько раз уменьшается число атомов радиоактивного элемента за пять периодов полураспада?

Третий уровень

18.51. Атом какого химического элемента содержит на 3 электрона больше, чем нейтральный атом калия (K)? на 3 электрона меньше?

18.52. Расположите перечисленные ниже атомные ядра



- а) в порядке увеличения массового числа;
- б) в порядке увеличения заряда ядра;
- в) в порядке увеличения числа нейтронов в ядре.

18.53. Какие атомы или ионы показаны на схематическом рисунке 201, а—з?

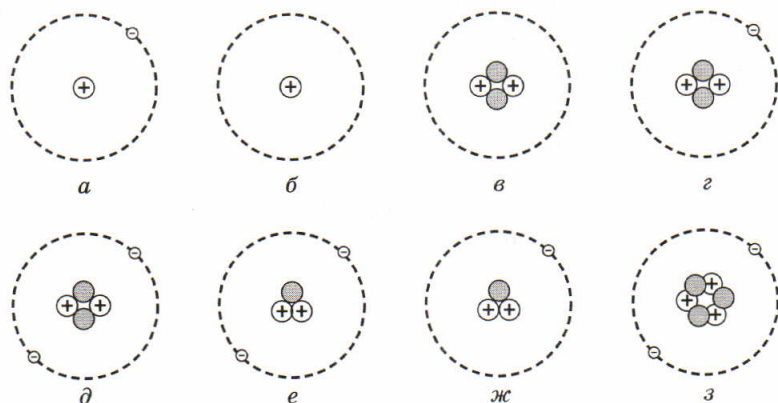


Рис. 201

18.54. В каком из перечисленных случаев можно утверждать, что мы имеем дело с двумя атомами одного и того же химического элемента:

- а) в ядрах атомов одинаковое число частиц;
- б) в ядрах атомов одинаковое число протонов;
- в) в ядрах атомов одинаковое число нейтронов?

18.55. Как вы думаете, почему атомные массы большинства химических элементов, приведенные в Периодической системе химических элементов Д. И. Менделеева, не являются целыми числами?

18.56. Радий находят обычно в урановой руде, причем тонна этой руды содержит всего 0,17 г радия. Чем объясняются эти факты?

18.57. Как существующие в природе радиоактивные элементы могли сохраниться до настоящего времени?

18.58. В результате воздействия радиоактивного излучения в воздухе появляются положительные и отрицательные ионы, а также свободные электроны. Основываясь на этом, объясните, почему заряженный электроскоп сравнительно быстро теряет заряд под действием радиоактивного излучения.

18.59. Определите массовое и зарядовое числа изотопа, который получится из ядра атома тория ${}_{90}^{232}\text{Th}$ после трех α - и двух β -распадов.

18.60. Радиоактивный атом тория ${}_{90}^{232}\text{Th}$ превратился в атом висмута ${}_{83}^{212}\text{Bi}$. Сколько произошло α - и β -распадов в ходе этого превращения?

18.61. Ядро урана ${}_{92}^{233}\text{U}$ превращается в результате радиоактивных распадов в ядро висмута ${}_{83}^{209}\text{Bi}$. Сколько произошло α - и β -распадов в ходе этого превращения?

18.62. Период полураспада радиоактивного изотопа 80 сут. Сколько процентов атомов этого изотопа распадется за 240 сут?

18.63. Каков период полураспада радиоактивного изотопа, если за 10 ч в образце, содержавшем 16 млн атомов, распадается 15 млн атомов?

18.64. Период полураспада радиоактивного изотопа 1 год. Через какое время в образце массой 20 мг останется 2,5 мг данного изотопа?

... И уже на пределах ума
Содрогаются атомы,
Белым вихрем взметая дома...

Н. А. Заболоцкий

19. ЯДЕРНЫЕ РЕАКЦИИ. ЯДЕРНАЯ ЭНЕРГЕТИКА

Пример решения задачи

Какая энергия выделяется при делении ядер, содержащихся в уране массой 5 кг? Определите массу угля, который надо сжечь, чтобы выделилась такая же энергия. В расчетах примите удельную теплоту сгорания угля 30 МДж/кг, а массу атома урана — $4 \cdot 10^{-25}$ кг.

Решение. Из условия следует, что в 5 кг урана содержится $\frac{5}{4 \cdot 10^{-25}} = 1,25 \cdot 10^{25}$ атомов. При делении одного ядра урана выделяется энергия 200 МэВ. Поэтому при делении 5 кг урана выделяется энергия

$$\begin{aligned} 1,25 \cdot 10^{25} \cdot 200 \cdot 10^6 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж} = \\ = 4 \cdot 10^{14} \text{ Дж} = 4 \cdot 10^8 \text{ МДж.} \end{aligned}$$

Используя формулу $Q = qm$, можно вычислить массу угля, которую нужно сжечь, чтобы выделилась такая же энергия, как и при делении ядер урана: $m = \frac{Q}{q}$. Проверив единицы величин и подставив числовые значения, получим $m = 1,3 \cdot 10^4$ т.

УСТНАЯ РАЗМИНКА

19.1. Какие превращения происходят при ядерных реакциях?

19.2. Какие законы сохранения выполняются в ядерных реакциях?

19.3. Чем отличаются термоядерные реакции от других ядерных реакций?

19.4. Почему реакция синтеза легких ядер происходит только при очень высоких температурах?

19.5. Чем отличается деление тяжелых ядер, например, от их α -распада?

19.6. При каких условиях возможна цепная ядерная реакция?

19.7. Какие реакции происходят в ядерном реакторе?

19.8. Благодаря чему возможно управление ядерной реакцией?

19.9. Каковы свойства материалов, из которых состоят регулирующие стержни ядерного реактора?

19.10. Какие ядерные реакции являются основным источником энергии звезд?

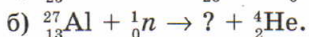
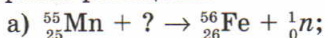
Первый уровень

19.11. Каковы отличия ядерных реакций от химических?

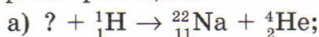
19.12. Почему нейтроны проникают в ядра атомов легче, чем протоны?

19.13. Является ли самопроизвольное деление ядра ядерной реакцией?

19.14. Напишите недостающие обозначения в следующих ядерных реакциях:



19.15. Напишите недостающие обозначения в следующих ядерных реакциях:



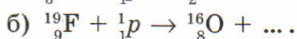
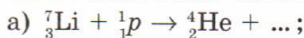
19.16. Напишите недостающие обозначения в следующих ядерных реакциях:



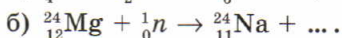
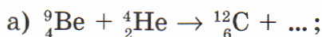
Второй уровень

19.17. Как идет реакция деления ядер урана: с выделением энергии в окружающую среду или с поглощением энергии?

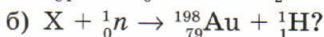
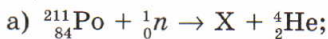
19.18. Закончите запись ядерных реакций:



19.19. Закончите запись ядерных реакций:



19.20. Ядра каких атомов (обозначенные через X) участвуют в реакциях или являются их продуктом:



19.21. Нарисуйте схему цепной ядерной реакции. Число каких частиц увеличивается при цепной реакции?

19.22. Что происходит при лавинообразном увеличении числа делящихся ядер?

19.23. Почему самоподдерживающаяся цепная ядерная реакция возможна только при достаточно большой массе делящегося вещества?

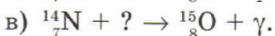
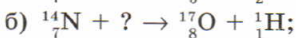
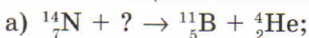
19.24. Каково главное свойство управляемой ядерной реакции?

Третий уровень

19.25. В чем состоит отличие ядерных реакций синтеза от радиоактивного распада?

19.26. В центре Солнца происходят термоядерные реакции. Ученые подсчитали, что каждую секунду в недрах Солнца примерно 600 млн т водорода превращается в гелий. Почему на Земле водород в гелий не превращается?

19.27. В результате бомбардировки ядер азота могут возникать ядра атомов других элементов. Определите, бомбардировка какими частицами вызвала следующие ядерные реакции:



19.28. При бомбардировке ядер изотопа ${}^{10}_5\text{B}$ нейтронами из образовавшегося ядра выбрасывается α -частица. Напишите уравнение ядерной реакции.

19.29. Какая ядерная реакция происходит при облучении α -частицами ядер изотопа бериллия ${}^9_4\text{Be}$, если одним из продуктов реакции является нейтрон?

19.30. При α -распаде ядра радона ${}^{220}_{86}\text{Rn}$ образовалось ядро полония ${}^{216}_{84}\text{Po}$. У какого из ядер — радона или полония — удельная энергия связи больше?

19.31. Термоядерная реакция синтеза гелия из дейтерия происходит с выделением энергии. У какого из ядер — гелия или дейтерия — удельная энергия связи больше?

19.32. Какие вещества используют как замедлители и поглотители нейтронов? Какова их роль в ядерных реакторах?

19.33. Каковы основные преимущества и недостатки атомных электростанций?

19.34. За счет чего может увеличиться суммарная кинетическая энергия частиц и ядер в ходе ядерной реакции?

19.35. Почему выделение энергии в ядерных реакциях может в миллионы раз превосходить выделение энергии в химических реакциях?

19.36. Один-единственный нейтрон может вызвать в куске урана цепную реакцию с выделением огромного количества энергии. Откуда может появиться этот нейтрон?

Остановивший Солнце — двинувший Землю.

Надпись на могиле Коперника

20. СОЛНЕЧНАЯ СИСТЕМА

УСТНАЯ РАЗМИНКА

20.1. Какая планета Солнечной системы самая малая?

20.2. Назовите наибольшую планету Солнечной системы.

20.3. Назовите ближайшую к Солнцу планету.

20.4. Какая планета земной группы самая большая?

20.5. Какая из планет-гигантов ближе всего к Солнцу?

20.6. У планет какой группы нет твердой поверхности?

20.7. У какой планеты нет атмосферы?

20.8. Можно ли увидеть с Земли всю поверхность Луны?

20.9. У какой планеты более плотная атмосфера: у Марса или у Венеры?

20.10. Между орбитами каких планет расположен пояс астероидов?



Первый уровень

20.11. Откуда появились кратеры на поверхности Луны (рис. 202)?



Рис. 202

20.12. Почему поверхность Луны значительно гуще покрыта кратерами, чем поверхность Земли?

20.13. Чем объясняется сходство между Меркурием и Луной (рис. 203)?

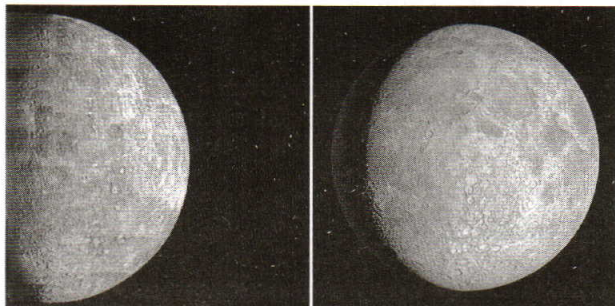


Рис. 203

20.14. Из чего состоят кольца Сатурна (рис. 204)?

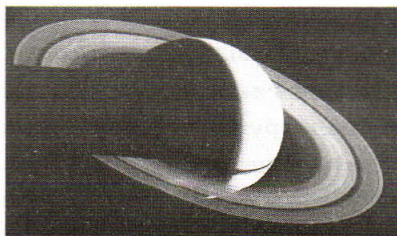


Рис. 204

20.15. В чем состоит сходство между Землей и Венерой? различие между ними?

20.16. В чем состоит сходство между Землей и Марсом? различие между ними?

20.17. Какую опасность могут представлять астероиды для Земли?

Второй уровень

20.18. Какой вывод можно сделать из того факта, что Луна обращена к Земле все время одной и той же стороной?

20.19. Почему поверхность Марса имеет красноватый цвет?

20.20. Почему даже лучшие оптические телескопы не позволяют разглядеть детали поверхности Венеры?

20.21. О чем свидетельствует тот факт, что температуры поверхностей планет-гигантов выше, чем должны быть с учетом падающей на них энергии Солнца?

20.22. Объясните, почему кольца Сатурна (рис. 205) могут быть практически не видны с Земли.



Рис. 205

20.23. Сколько времени идет свет от Солнца до Нептуна?

Третий уровень

20.24. Луна обращена к Земле все время одной и той же стороной (рис. 206). А как выглядит Земля при наблюдении с поверхности Луны в течение нескольких земных суток?

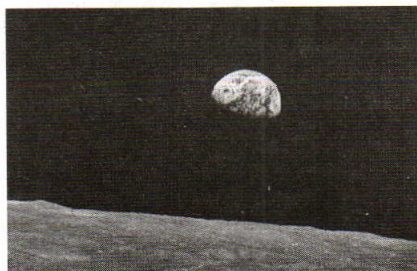


Рис. 206



 **20.25.** Оцените диаметр крупного кратера, который виден на нижней части фотоснимка Луны (рис. 207).



Рис. 207

 **20.26.** На марсианском ночном небе можно наблюдать два спутника планеты: Фобос и Деймос (рис. 208). Они вращаются в экваториальной плоскости Марса в одном направлении, но для наблюдателей на Марсе движутся в противоположных направлениях. Почему?

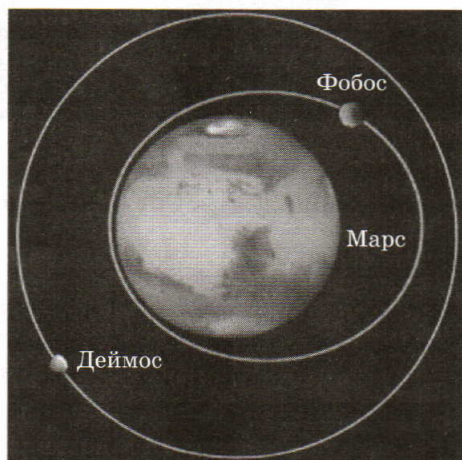



Рис. 208

20.27. Каково главное отличие в характере вращения планет земной группы и планет-гигантов?

20.28. За какое время облака на экваторе Юпитера совершают «кругосветное» путешествие? Облака движутся со скоростью 40 000 км/ч.

 **20.29.** База одной космической экспедиции находится на Марсе, а другой — на спутнике Юпитера. Сколько времени может идти радиосигнал от одной базы до другой? Считайте, что орбиты Марса и Юпитера лежат в одной плоскости.


 **20.30.** Астероиды обнаруживают при фотографировании в течение нескольких часов с помощью фотоаппарата, который все время направлен на один и тот же участок звездного неба (рис. 209). Чем отличаются изображения астероидов от изображений звезд?



Рис. 209

20.31. Метеорит большой массы с большой скоростью достигает поверхности Земли. В каком случае при падении этого метеорита не образуется кратер?

20.32. Как образовались планеты Солнечной системы (рис. 210)? Почему химический состав планет-гигантов сильно отличается от химического состава планет земной группы?

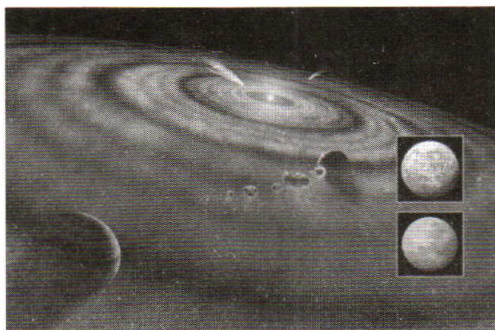


Рис. 210

Крепкие орешки

20.33. На снимке (рис. 211) изображена Венера, которая проходит по солнечному диску. Определите угловые размеры планеты, если угловой диаметр Солнца 32 угловых минуты.

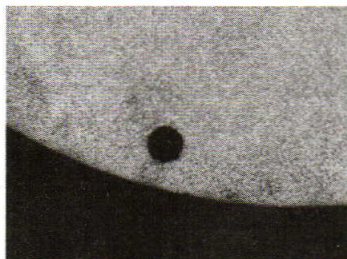



Рис. 211

 **20.34.** На Марсе или на Земле быстрее упадет камень с высоты 1 м? клочок бумаги с высоты 10 м? Ответы поясните.

Открылась бездна звезд полна;
Звездам числа нет, бездне дна.

М. В. Ломоносов

21. ЗВЕЗДЫ И ГАЛАКТИКИ

УСТНАЯ РАЗМИНКА

21.1. Каков возраст Солнца? Сколько времени еще будет существовать Солнце?

21.2. На каком расстоянии от Солнечной системы находится ближайшая звезда (рис. 212)?



Рис. 212

21.3. Что измеряют в световых годах — время или расстояние?

21.4. Сильно ли отличаются температуры на поверхности звезды и в ее центре?

21.5. В какой части Солнца выделяется энергия?

21.6. Ученик утверждает, что новой называют недавно образовавшуюся звезду (рис. 213). Согласны ли вы с ним?

21.7. Какую характеристику звезды подчеркивает название «красный гигант» — большую массу или большой диаметр (рис. 214)?



Рис. 213



Рис. 214

21.8. Какой будет конечная стадия эволюции Солнца?

Первый уровень

21.9. Почему нельзя говорить о наличии у Солнца поверхности в обычном для нас понимании этого слова (рис. 215)?

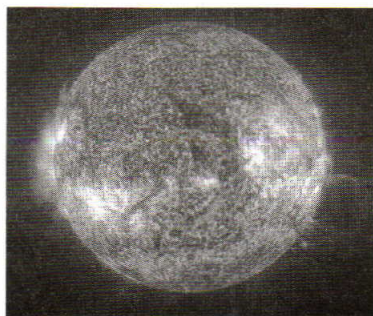


Рис. 215

21.10. Какие звезды имеют более высокую температуру поверхности: красные или голубые (рис. 216)?



Рис. 216

21.11. Благодаря каким силам образуются звезды?

21.12. Какую форму имеет Галактика?

21.13. Сколько времени нужно свету, чтобы пересечь Галактику по ее диаметру?

Второй уровень

21.14. Каково расстояние от Солнца до Земли в световых минутах?

21.15. Какие реакции приводят к выделению большого количества энергии в недрах Солнца?

21.16. Среди звезд на небе можно видеть и красные карлики, которые эволюционируют очень медленно, и голубые гиганты, время жизни которых в сотни раз меньше. О чем свидетельствует этот факт?


21.17. Почему у большинства звезд ядерные реакции происходят в недрах, а не возле поверхности?

21.18. Когда прекращается сжатие газа, приводящее к образованию звезды?


21.19. Каков период вращения экваториальной области Солнца, если с помощью наблюдения определено, что пятно, размещенное близ экватора, сместилось за трое суток на 40° ?

21.20. Могут ли в нашей Галактике существовать объекты, возраст которых больше 14 млрд лет?

Третий уровень

 **21.21.** На основании каких астрономических измерений можно определить массу Солнца? Какие физические законы надо для этого применить?

21.22. На основании каких данных можно определить массу Галактики? Какие физические законы надо для этого применить?

 **21.23.** На снимке (рис. 217) видны темные пятна на поверхности Солнца. Оцените размеры этих пятен.

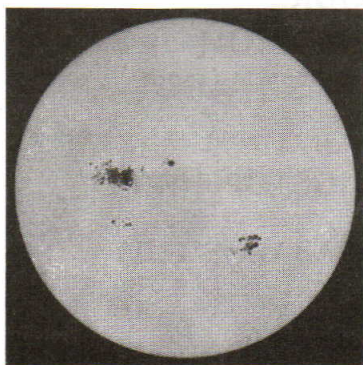


Рис. 217

21.24. Почему среди старых звезд (возраст около 10 млрд лет) нет звезд с массой в несколько раз больше солнечной?

21.25. В недрах белых карликов не идут ядерные реакции. За счет какой энергии светят эти звезды?

21.26. Сколько времени космический корабль будет пересекать Галактику по диаметру, двигаясь относительно ее центра со скоростью 8 км/с?

 **21.27.** Атомов каких элементов больше всего во Вселенной? меньше всего? Почему?

Крепкие орешки

21.28. Почему у нейтронной звезды малый период обращения вокруг оси (рис. 218)?

21.29. Наша Галактика имеет плоскую и сферическую составляющие. Если сравнить фотографии звездного неба в синих и красных лучах, то окажется, что в синих лучах ярче выглядит плоская, а в красных — сферическая составляющая Галактики. О чем свидетельствует этот факт?

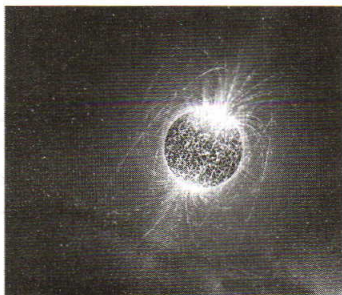


Рис. 218

Повторение — мать учения.
Каждую мать надо уважать.

Народная мудрость

МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПОВТОРЕНИЯ ПРИ ПОДГОТОВКЕ К ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ

ЗАДАЧИ ДЛЯ ПОВТОРЕНИЯ¹

1. ДАВЛЕНИЕ. ПЛАВАНИЕ ТЕЛ

Первый уровень

1. Почему каблучки-шпильки оставляют летом следы на асфальте?

2. Как изменятся сила давления и давление человека на пол, если он поднимет ногу?

3. Какое давление на стол оказывает лист бумаги? Для оценки можно считать, что масса листа бумаги площадью 1 м^2 равна 100 г .

4. Определите, какое давление оказывает на пол стоящий человек. Примите, что площадь каждой подошвы 150 см^2 , а масса человека 60 кг .

5. Как изменится давление, если сила давления увеличится в 2 раза, а площадь, на которую действует эта сила, увеличится в 4 раза?

6. На опору какой площади надо поставить груз массой 10 кг , чтобы произвести давление 10^5 Па ?

7. Какое давление на дно канистры оказывает слой бензина высотой 50 см ?

8. Почему для доказательства существования атмосферного давления Торричелли в своем опыте использовал ртуть?

9. На некоторой высоте давление атмосферы равно 60 см рт. ст. . Выразите это давление в паскалях.

¹ В этом разделе приведены только задачи первого и второго уровней, поскольку для успешного выполнения большинства заданий государственной итоговой аттестации достаточно решать задачи этих уровней.

10. Слой жидкости толщиной 50 см создает давление 4 кПа. Какова плотность жидкости?

11. Шар объемом 50 см^3 полностью погружен в воду. Какая выталкивающая сила действует на шар?

12. В воду погружены три сплошных стальных шарика на нитях (рис. 219). На какой из шариков действует бóльшая выталкивающая сила?

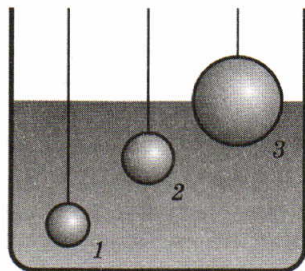


Рис. 219

13. На тело объемом 120 см^3 , полностью погруженное в жидкость, действует архимедова сила 0,96 Н. Какова плотность жидкости?

14. В какой воде и почему легче плавать: в морской или речной?

15. Вес тела 4,5 Н, его объем 500 см^3 . Утонет ли тело в воде? спирте? керосине?

Второй уровень

16. В стоящую на столе вазу массой 0,5 кг налили 2 л воды. Во сколько раз увеличилось давление, оказываемое вазой на стол?

17. На столе стоит полный литровый пакет с яблочным соком. Считайте, что пакет соприкасается со столом всей нижней гранью, размеры которой $10 \times 8 \text{ см}$. Какое давление оказывает пакет на стол? Массу пакета не учитывайте, а плотность сока примите равной плотности воды.

18. Какова длина лыжи, если стоящий лыжник массой 80 кг оказывает на снег давление 2,5 кПа? Ширина одной лыжи 8 см.

19. На горизонтальном полу лежит бетонная плита толщиной 25 см. Определите давление, производимое плитой.

20. Лежащий на столе лист стекла оказывает давление 200 Па. Какова толщина листа?

21. Почему давление газа увеличивается при увеличении температуры?

22. На какой глубине давление в озере равно 300 кПа? Учтите существование атмосферного давления.

23. Аквариум в форме куба заполнен водой. Определите давление воды на дно аквариума, если масса воды 64 кг. Атмосферное давление не учитывайте.

24. На меньший поршень гидравлической машины действует сила 200 Н. Какая сила действует на больший поршень, если площади поршней равны 20 и 400 см²?

25. Малый поршень гидравлической машины под действием силы 150 Н опустился на 8 см, а больший поднялся на 1 см. Какая сила действовала на больший поршень?

26. В ртутном манометре с ценой деления 1 мм рт. ст. ртуть заменяют водой. Какой станет цена деления (в паскалях)?

27. Одинаковая ли сила потребуется для того, чтобы удержать пустое ведро в воздухе или это же ведро, наполненное водой и полностью погруженное в воду?

28. В сосуде плавают одинакового размера деревянный и пробковый бруски (рис. 220). Какой из них деревянный, а какой — пробковый?

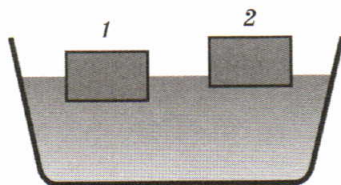


Рис. 220

29. Какую силу надо приложить к пробковому кубу с длиной ребра 0,5 м, чтобы удержать его под поверхностью воды?

30. Когда на прямоугольную баржу поместили груз, она осела на 0,5 м. Считая длину баржи 5 м, а ширину 3 м, найдите вес груза.

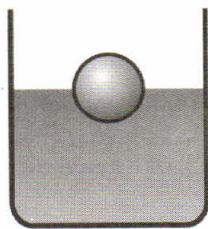


Рис. 221

31. Медный и алюминиевый шары одинаковой массы лежат на дне бассейна с водой. Во сколько раз различаются действующие на них выталкивающие силы?

32. Деревянный шарик плавает на поверхности воды, как показано на рис. 221. Определите плотность шарика.

33. Кусок льда объемом 5 дм³ плавает на поверхности воды. Определите объем подводной и надводной частей.

2. ПРОСТЫЕ МЕХАНИЗМЫ

Первый уровень

34. Груз массой 50 кг поднимают с помощью блока, прикладывая силу 250 Н. Какой при этом используют блок — подвижный или неподвижный?

35. Какую вертикально направленную силу надо приложить к рычагу в точке B , чтобы он находился в равновесии, если сила $F_1 = 4$ Н (рис. 222)? Как должна быть направлена сила — вверх или вниз?

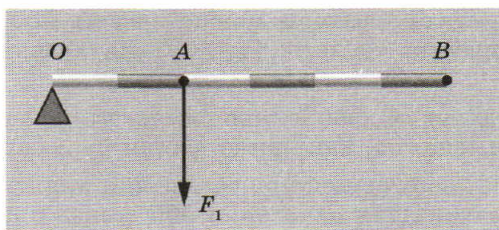


Рис. 222

36. Какой выигрыш в силе может дать рычаг, если одно плечо рычага равно 20 см, а другое 1 м?

37. К концам горизонтального рычага приложены направленные вниз силы 40 и 240 Н, расстояние от точки опоры до меньшей силы 60 см. Какова длина рычага, если он находится в равновесии? Массой рычага можно пренебречь.

Второй уровень

38. Груз какой массы можно поднять с помощью подвижного блока, вес которого 20 Н, прилагая к свободному концу веревки усилие 210 Н? Трение не учитывайте.

39. С помощью рычага подняли груз массой 4 кг на 120 см. При этом сила, приложенная к длинному концу рычага, совершила работу 60 Дж. Каков КПД рычага?

40. Какую силу надо приложить в направлении движения, чтобы поднять по наклонной плоскости тележку массой 2 кг, если высота наклонной плоскости 40 см, а ее длина 160 см? Трение не учитывайте.

41. К концам рычага приложены вертикальные силы 2 и 18 Н. Длина рычага 1 м. Где расположена точка опоры? Рычаг находится в равновесии, его вес не учитывайте.

42. К концам рычага длиной 1 м подвешены грузы общей массой 2 кг. Какова масса каждого из грузов, если точка опоры находится на расстоянии 30 см от одного из концов рычага? Массу рычага не учитывайте.

3. ТЕПЛОВЫЕ ЯВЛЕНИЯ

Первый уровень

43. На сколько градусов нагреется серебряная ложка массой 50 г, если ей сообщить количество теплоты 120 Дж?

44. До какой температуры можно нагреть 500 г воды, сообщив воде количество теплоты 84 кДж? Начальная температура воды 20 °С.

45. Сколько сухих дров нужно сжечь, чтобы получить такое же количество теплоты, как при сгорании пороха массой 600 г?

46. Энергии, полученной при остывании кипятка до температуры 20 °С, хватило для плавления 600 г льда при температуре 0 °С. Какова масса кипятка?

47. Каков КПД теплового двигателя, который совершил полезную работу 80 кДж, если при полном сгорании топлива выделилась энергия 400 кДж?

Второй уровень

48. Каковы физические причины отличия морского климата от континентального?

49. Какова масса воды, которую можно нагреть от 20 °С до температуры кипения за счет энергии, полученной при сжигании 0,5 л керосина? Потери энергии не учитывайте.

50. Какое количество теплоты потребуется, чтобы довести до температуры кипения 2 л воды в алюминиевом чайнике массой 700 г? Начальная температура 20 °С.

51. Температура холодной воды в водопроводе 19 °С, а горячей 73 °С. Сколько холодной и горячей воды потребуется, чтобы наполнить ванну водой при температуре 37 °С? Масса воды в ванне 150 кг.

52. До какой температуры можно нагреть 20 л воды, температура которой 20 °С, сжигая бензин массой 20 г? Потери энергии не учитывайте.

53. Определите КПД спиртовки, если при нагревании на ней 150 г воды от 20 до 80 °С израсходовали спирт массой 4 г.

54. Какое количество теплоты потребуется для плавления свинца массой 200 г, взятого при температуре 17 °С?

55. Какое количество теплоты необходимо отобрать у 5 кг воды, имеющей температуру 10 °С, чтобы превратить ее в лед с температурой -30 °С?

56. Какое количество теплоты выделится при конденсации водяного пара массой 200 г, имеющего температуру 100 °С, и охлаждении образовавшейся воды до температуры 40 °С?

57. При сгорании топлива в тепловом двигателе за 30 мин выделилась энергия 10,8 МДж. Определите мощность двигателя, если его КПД 20 %.

58. Двигатель внутреннего сгорания мощностью 36 кВт за 1 ч работы израсходовал бензин массой 15 кг. Определите КПД двигателя.

59. Определите массу природного газа, который необходимо сжечь для совершения полезной работы 110 кДж, если КПД двигателя 25 %.

4. ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ЯВЛЕНИЯ

Первый уровень

60. Будут ли взаимодействовать близко расположенные заряженные бумажные гильзы в безвоздушном пространстве, например на Луне, где нет атмосферы?

61. Существует ли электрическое поле вокруг электрона?

62. Сила тока в электрической лампочке карманного фонарика 0,22 А. Какой заряд проходит через лампочку за 10 с?

63. Напряжение на автомобильной лампочке 6 В. Какой заряд прошел через нить накала лампочки, если при этом была совершена работа 720 Дж?

64. При напряжении на концах проводника 4 В сила тока в проводнике 0,2 А. Чему равно сопротивление проводника?

65. Какой заряд проходит по проводнику за 1 мин, если его сопротивление 15 Ом, а напряжение на концах проводника равно 6 В?

66. Участок цепи состоит из двух последовательно соединенных проводников сопротивлением 5 и 10 Ом. Напряжение на каком из проводников больше? Во сколько раз?

67. Участок цепи состоит из двух параллельно соединенных проводников сопротивлением 5 и 10 Ом. В каком из проводников сила тока больше? Во сколько раз?

68. Медная и свинцовая проволоочки одинаковых размеров включены параллельно. В какой из проволочек сила тока больше? Во сколько раз?

69. Какую работу совершает электрический ток за 30 с в лампе, если сила тока 0,46 А? Напряжение на лампе 220 В.

70. На цоколе лампочки указано: «3,5 В; 0,28 А». Какова мощность тока в лампочке?

71. Какое количество теплоты выделяется за 20 мин при силе тока 0,4 А в проводнике сопротивлением 200 Ом?

72. Каково сопротивление проводника, если в нем за 10 мин выделяется количество теплоты 5 кДж при силе тока 5 А?

73. Изменится ли положение магнитной стрелки, находящейся возле провода с током, если направление тока в цепи изменить на противоположное?

74. Каким образом можно усилить магнитное поле катушки с током?

75. Почему не применяют для освещения переменный ток с частотой 1 Гц?

76. Постоянный или переменный ток получают с помощью индукционных генераторов на электростанциях?

Второй уровень

77. Как при помощи отрицательно заряженной палочки определить знак заряда электроскопа?

78. Зернышко риса притягивается к отрицательно заряженной эбонитовой палочке. Можно ли утверждать, что зернышко заряжено положительно? Обоснуйте свой ответ.

79. Заряд одного металлического шарика равен $5q$, а заряд другого такого же шарика $-9q$. Шарик привели в соприкосновение и раздвинули. Какой заряд будет у каждого из шариков после этого?

80. Как с помощью заряженной эбонитовой палочки сообщить двум металлическим шарикам заряды разного знака, причем так, чтобы заряд самой палочки при этом не изменился?

81. Сколько электронов проходят за 1 с через поперечное сечение проводника, если сила тока 0,8 мкА?

82. При переносе заряда 120 Кл из одной точки электрической цепи в другую за 8 мин совершена работа 600 Дж. Определите напряжение и силу тока в цепи.

83. Каково сопротивление медного провода длиной 5 км и площадью поперечного сечения 0,85 мм²?

84. На рис. 223 показаны графики зависимости силы тока от напряжения для трех различных проводников. Каково сопротивление каждого из них?

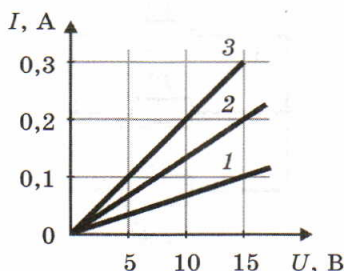


Рис. 223

85. Спираль изготовлена из нихромовой проволоки с площадью поперечного сечения 1 мм^2 . Какова длина этой проволоки, если при силе тока $0,6 \text{ А}$ напряжение на спирали 15 В ?

86. Каковы сопротивления показанных на рис. 224 цепей, если сопротивление каждого из резисторов 1 Ом ?

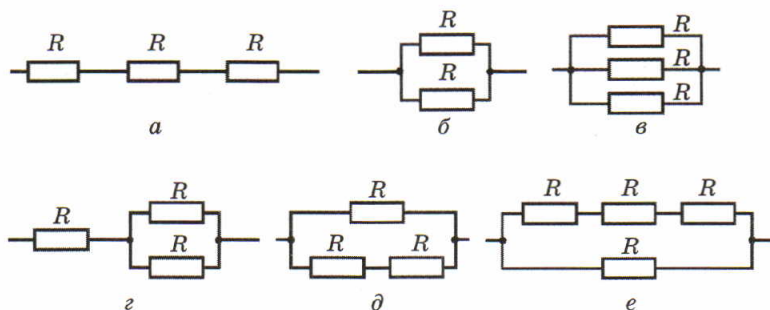


Рис. 224

87. Участок цепи состоит из двух последовательно соединенных резисторов, сопротивления которых 50 и 70 Ом . Напряжение на участке цепи 60 В . Найдите силу тока в цепи и напряжение на каждом из резисторов.

88. Четыре резистора сопротивлениями $R_1 = 3 \text{ Ом}$, $R_2 = 7 \text{ Ом}$, $R_3 = 2 \text{ Ом}$ и $R_4 = 8 \text{ Ом}$ соединены по схеме, изображенной на рис. 225. Определите общее сопротивление цепи.

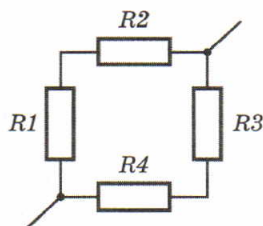


Рис. 225

89. Найдите силу тока в каждом из трех одинаковых резисторов (рис. 226) сопротивлением по 60 Ом, если напряжение источника тока 18 В.

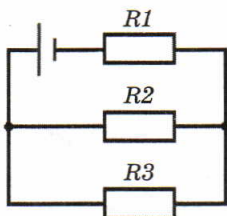


Рис. 226

90. Найдите сопротивление цепи и силу тока в каждом из одинаковых резисторов сопротивлением по 200 Ом (рис. 227). К цепи приложено напряжение 6 В.

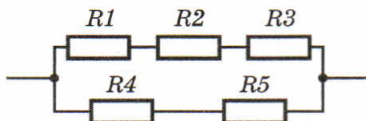


Рис. 227

91. Найдите силу тока в каждом из резисторов и приложенное к цепи напряжение, если вольтметр показывает напряжение 3 В (рис. 228). Сопротивления резисторов $R_1 = 3 \text{ кОм}$, $R_2 = 6 \text{ кОм}$, $R_3 = 4 \text{ кОм}$.

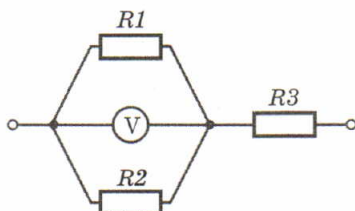


Рис. 228

92. Три резистора сопротивлениями 10, 20 и 30 Ом соединены последовательно и подключены к источнику напряжения 36 В. Какова мощность тока в каждом из резисторов? во всей цепи?

93. Три резистора сопротивлениями 12, 20 и 30 Ом соединены параллельно и подключены к источнику напряжения 60 В. Какова мощность тока в каждом из резисторов? во всей цепи?

94. Турист нашел в лесу стальное полотно ножовки. Как он может определить, намагничено ли это полотно, если у него нет с собой предметов из магнитных материалов?

95. Притягиваются или отталкиваются провода троллейбусной линии, по которым течет электрический ток?

96. При вдвигании магнита в катушку с замкнутой обмоткой в ней возникает электрический ток. За счет какой энергии возникает ток?

97. Период переменного тока 0,02 с. Определите частоту переменного тока.

98. По графику, приведенному на рис. 229, определите период и частоту переменного тока.

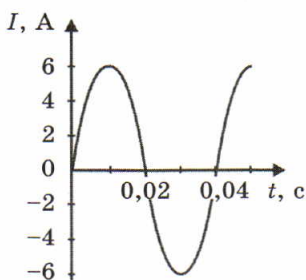


Рис. 229

5. ОПТИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ

Первый уровень

99. Какие небесные тела являются источниками света?

100. Может ли один и тот же источник света рассматриваться в одном случае как точечный, а в другом — как протяженный? Обоснуйте ваш ответ примером.

101. Луч света падает на плоское зеркало. Угол падения равен 40° . Чему равен угол между падающим и отраженным лучами?

102. Как изменится расстояние между свечой и ее изображением в плоском зеркале, если свечу отодвинуть от зеркала на 10 см?

103. На рис. 230 изображено положение собирающей линзы и ее главной оптической оси. Какой из трех лучей, изображенных на рисунке штриховыми линиями, является продолжением светового луча 1 после преломления в линзе?

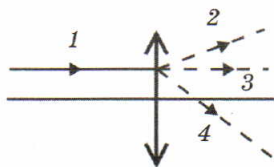


Рис. 230

104. На рис. 231 изображены собирающая линза, ее главная оптическая ось и лучи, падающие на линзу. Постройте дальнейший ход лучей.

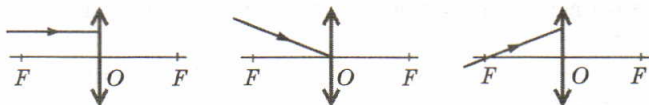


Рис. 231

105. На рис. 232 изображены рассеивающая линза, ее главная оптическая ось и лучи, падающие на линзу. Постройте дальнейший ход лучей.

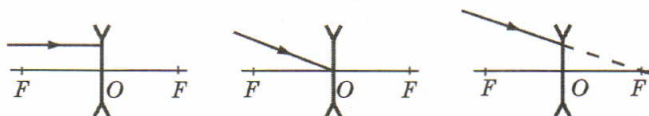


Рис. 232

106. Какова оптическая сила собирающей линзы, фокусное расстояние которой равно 20 см?

107. На экране наблюдается спектр белого света. Что будет видно на экране, если свет пропустить через зеленый светофильтр? красный светофильтр?

108. Будет ли отражаться красный свет от зеленой поверхности? от белой?



Второй уровень

109. На горизонтальной площадке стоят два вертикальных столба. Высота первого столба 2 м, а длина его тени 1 м. Какова высота второго столба, если длина его тени 75 см? Источником света является Солнце.

110. Угол между отраженным и преломленным лучами 110° . Чему равна сумма углов падения и преломления?

111. Луч света падает на плоскую границу раздела двух сред. Угол падения 60° , а угол между отраженным и преломленным лучами 80° . Чему равен угол преломления?

112. Тени от штанг футбольных ворот утром и вечером длиннее, чем днем. Изменяется ли в течение дня длина тени от перекладины ворот?

113. Водоем, дно которого при спокойной и прозрачной воде хорошо видно с высокого берега, кажется более мелким, чем в действительности. Почему?

114. Постройте изображение предмета AB в линзе (рис. 233). Какое это изображение (действительное или мнимое, увеличенное или уменьшенное, прямое или перевернутое)?

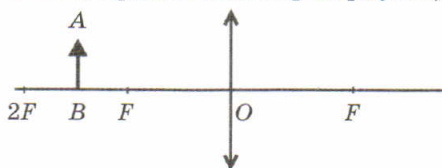


Рис. 233

115. Постройте изображение предмета AB в линзе (рис. 234). Какое это изображение (действительное или мнимое, увеличенное или уменьшенное, прямое или перевернутое)?

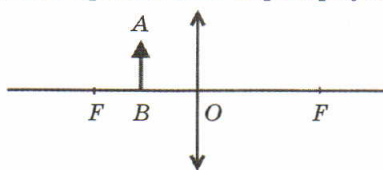


Рис. 234

116. На рис. 235 показаны главная оптическая ось MN линзы, предмет AB и его изображение A_1B_1 . Определите графически положение оптического центра и фокусов линзы.

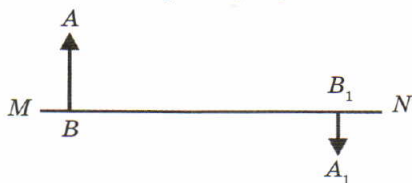


Рис. 235

117. Определите построением, где находится оптический центр тонкой линзы и ее фокусы, если MN — главная оптическая ось линзы, A — светящаяся точка, A_1 — ее изображение (рис. 236, а, б). Определите также тип линзы (собирающая или рассеивающая) и тип изображения (прямое или перевернутое; увеличенное или уменьшенное; мнимое или действительное).

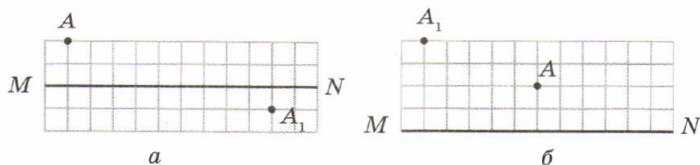


Рис. 236

118. На белом фоне сделана надпись красными чернилами. Через стекло какого цвета нельзя прочесть написанное?

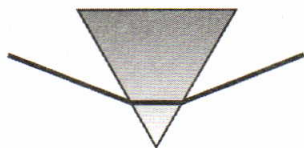


Рис. 237

119. На рис. 237 показано преломление в призме узкого пучка зеленого цвета. Объясните, почему этот пучок не разложился в спектр.

120. Каково происхождение цвета синей бумаги и синего стекла?

ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

ЧАСТЬ 1

К каждому из заданий 1—18 даны 4 варианта ответа, из которых только один правильный. Номер этого ответа обведите кружком.

1 По графику зависимости скорости движения тела от времени (рис. 238) определите ускорение тела.

- 1) $0,5 \text{ м/с}^2$; 2) 2 м/с^2 ; 3) 3 м/с^2 ; 4) 4 м/с^2 .

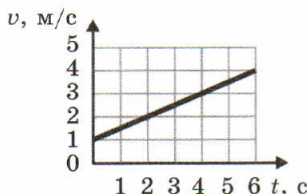


Рис. 238

2 При перетягивании каната два школьника прикладывают к канату силы по 150 Н . Если массой каната можно пренебречь, то сила его натяжения равна:

- 1) нулю; 2) 75 Н ; 3) 150 Н ; 4) 300 Н .

3 Мяч падает и после удара о площадку подскакивает вверх. При этом модуль импульса мяча:

- 1) все время увеличивается;
2) сначала уменьшается, а затем увеличивается;
3) сначала увеличивается, а затем уменьшается;
4) все время уменьшается.

4 Выберите правильное утверждение о скорости конца минутной стрелки часов:

- 1) скорость изменяется и по модулю, и по направлению;
2) скорость не изменяется ни по модулю, ни по направлению;
3) скорость изменяется только по модулю;
4) скорость изменяется только по направлению.

5 Сплошной кубик с длиной ребра 10 см имеет массу 7,8 кг. Этот кубик может быть изготовлен из:

- 1) алюминия; 2) меди; 3) стали; 4) мрамора.

6 Человек воспринимает как звук волны с частотами от 20 Гц до 20 кГц. Колеблющееся тело 1 создает в воздухе волну длиной 34 м, а колеблющееся тело 2 — волну длиной 34 мм. Человек:

- 1) слышит звук только от источника 1;
2) слышит звук только от источника 2;
3) слышит звук от источников 1 и 2;
4) не слышит звук ни от одного из источников.

7 Какое из перечисленных веществ имеет самую высокую теплопроводность:

- 1) воздух; 2) вода; 3) медь; 4) стекло?

8 В двух сосудах, содержащих по 2 кг различных жидкостей, включили одинаковые электронагреватели. На рис. 239 приведены графики зависимости температур жидкостей от времени. Сравните удельные теплоемкости жидкостей c_1 и c_2 , если потерями тепла можно пренебречь.

- 1) $c_1 = \frac{1}{2}c_2$; 2) $c_1 = \frac{3}{5}c_2$; 3) $c_1 = \frac{5}{3}c_2$; 4) $c_1 = 2c_2$.

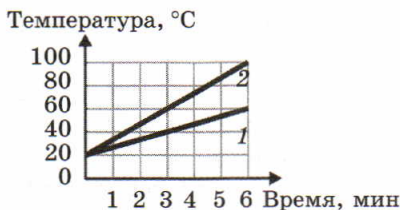


Рис. 239

9 Два заряженных проводящих шарика соединили на короткое время медным проводом и затем подвесили рядом на шелковых нитях. Какая (или какие) из показанных на рис. 240 ситуаций является возможной?

- 1) Только Б; 2) только А; 3) А или Б; 4) А или В.

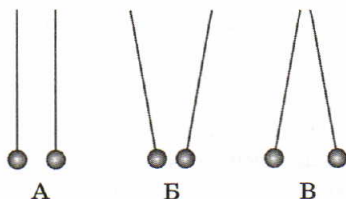


Рис. 240

10 Чему равно общее сопротивление участка цепи, показанного на рис. 241, если сопротивления резисторов $R_1 = 10 \text{ Ом}$, $R_2 = 60 \text{ Ом}$, $R_3 = 12 \text{ Ом}$, $R_4 = 18 \text{ Ом}$?

- 1) 24 Ом; 2) 30 Ом; 3) 77 Ом; 4) 100 Ом.

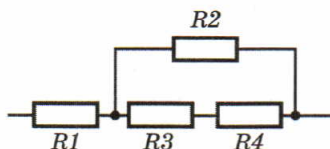


Рис. 241

11 Через плоскость медного кольца проходят магнитные линии поля электромагнита. Сила тока в обмотке электромагнита: а) возрастает; б) постоянна; в) убывает. В каких случаях в кольце возникает индукционный ток:

- 1) в случаях а, б, в; 2) только в случаях а, б;
3) только в случаях а, в; 4) только в случаях б, в?

12 Заряженные частицы излучают электромагнитные волны:

- 1) когда покоятся;
2) когда совершают колебания;
3) когда движутся прямолинейно равномерно;
4) при любом движении.

13 После прохождения оптического прибора, закрытого на рис. 242 квадратом, ход лучей 1 и 2 изменился на 1' и 2'. Что может находиться за ширмой?

- 1) Плоское зеркало; 3) рассеивающая линза;
2) собирающая линза; 4) стеклянная призма.

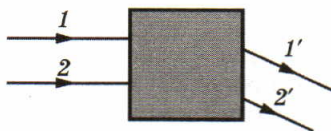


Рис. 242

14 Ядро урана $^{238}_{92}\text{U}$ поглотило нейтрон. Определите зарядовое число образовавшегося ядра:

- 1) 239; 2) 238; 3) 93; 4) 92.

15 Необходимо экспериментально установить, зависит ли электрическое сопротивление проводника от материала, из которого он состоит. Имеются четыре проводника (рис. 243). Какие из них можно использовать для опыта?

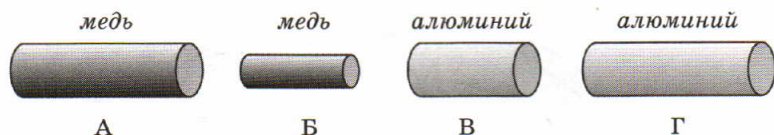


Рис. 243

- 1) А и В; 2) А и Г; 3) Б и В; 4) Б и Г.

Прочитайте текст и выполните задания 16—18.

Полное отражение света

Когда световой луч переходит из воздуха в стекло, угол преломления меньше угла падения. Если же световой луч переходит из стекла в воздух, угол преломления γ больше угла падения α (рис. 244). При увеличении угла падения интенсивность преломленного света становится все меньше, а отраженного — все больше. Когда угол падения приближается к $\alpha_0 = 42^\circ$ (предельному углу полного отражения), угол преломления приближается к 90° (при $\gamma = 90^\circ$ преломленный луч «скользил» бы вдоль поверхности стекла). Когда γ приближается к 90° , интенсивность преломленного света уменьшается до нуля. Таким образом, при $\alpha \geq \alpha_0$ остается только отраженный луч. Это явление называют полным отражением света. Полным отражением объясняется, например, красивая игра света в ограненных драгоценных камнях.

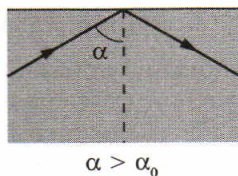
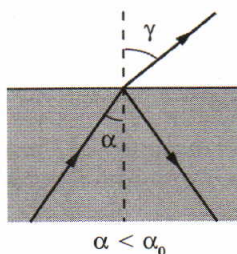


Рис. 244

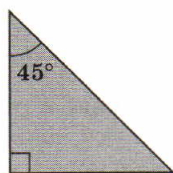


Рис. 245

Призмы полного отражения (рис. 245) прекрасно заменяют зеркала во многих устройствах (например, в перископах подводных лодок). На явлении полного отражения основано действие световодов — гибких прозрачных волокон, толщина которых менее 0,05 мм. Световоды высокой прозрачности изготавливают из весьма чистых материалов. За счет многократного полного отражения свет может распространяться по изогнутому световоду (рис. 246).

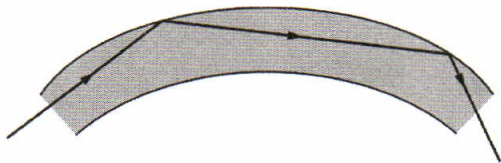


Рис. 246

Волокна световодов собирают в жгуты. При этом по каждому из волокон передается какой-нибудь элемент изображения. Жгуты из волокон используют в медицине для исследования внутренних органов. Волоконную оптику применяют также для передачи большого объема информации в компьютерных сетях, для освещения недоступных мест, в рекламе, бытовой осветительной технике.

16 Три световых луча падают из стекла на границу раздела стекло—воздух. В таблице приведены углы падения лучей.

| | | | |
|-----------------|----|----|----|
| Номер луча | 1 | 2 | 3 |
| Угол падения, ° | 20 | 35 | 50 |

Какие лучи пройдут через границу раздела:

- 1) все лучи;
- 2) лучи 1 и 2;
- 3) лучи 2 и 3;
- 4) только луч 1.

17 При каком (или каких) из перечисленных углов падения светового луча из стекла на границу с воздухом отраженный свет будет наиболее интенсивным: 25°, 35°, 45°, 55°:

- 1) при 25° и 35°;
- 2) только при 25°;
- 3) только при 55°;
- 4) при 45° и 55°?

18 В каком (или каких) из показанных на рис. 247 случаев световой луч испытает полное отражение в стеклянной призме:

- 1) только А;
- 2) А и Б;
- 3) только Б;
- 4) ни в одном из случаев?

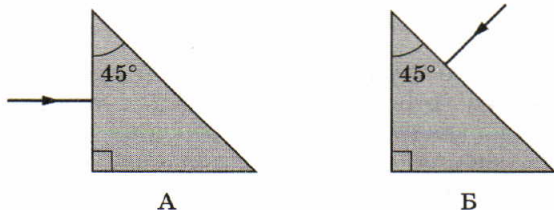


Рис. 247

ЧАСТЬ 2

При выполнении заданий с кратким ответом (задания 19—22) необходимо записать ответ в месте, указанном в тексте задания.

При выполнении заданий 19 и 20 установите соответствие между содержанием первого и второго столбцов. Для этого каждому элементу первого столбца подберите позицию из второго столбца. Впишите в таблицу внизу задания цифры — номера выбранных ответов.

19 Установите соответствие между техническими устройствами (приборами) и физическими явлениями, лежащими в основе принципа их действия:

- | | |
|-----------------------------------|---|
| А) гидравлический пресс; | 1) преломление света; |
| Б) генератор электрического тока; | 2) плавание тел; |
| В) проекционный аппарат; | 3) действие магнитного поля на проводник с током; |
| | 4) передача давления жидкостью; |
| | 5) электромагнитная индукция. |

Ответы:

| А | Б | В |
|---|---|---|
| | | |

20 Установите соответствие между физическими величинами и формулами для этих величин:

- | | |
|---|----------------------------|
| А) время свободного падения; | 1) gt ; |
| Б) скорость при свободном падении; | 2) $\frac{h}{t}$; |
| В) пройденный при свободном падении путь; | 3) $\sqrt{\frac{2h}{g}}$; |
| | 4) vt ; |
| | 5) $\frac{gt^2}{2}$. |

Ответы:

| А | Б | В |
|---|---|---|
| | | |

При выполнении заданий 21—22 ответ (число) надо записать в отведенное место после слова «Ответ», выразив его в указанных единицах. Единицы физических величин писать не нужно.

21 Какова мощность электрического нагревателя, если за 7 мин с его помощью нагрели 2 кг воды от 20 до 80 °С? Потери энергии не учитывайте.

Ответ: _____ (кВт).

22 Длина l вертикальной пружины изменяется в зависимости от массы m подвешенного к ней груза. Пользуясь приведенными в таблице данными, определите жесткость пружины:

| | | | | |
|----------|------|------|------|------|
| m , кг | 0 | 0,2 | 0,4 | 0,6 |
| l , м | 0,09 | 0,13 | 0,17 | 0,21 |

Ответ: _____ (Н/м).

ЧАСТЬ 3

Для ответа на задания части 3 (задания 23—26) используйте отдельный лист или бланк. Запишите сначала номер задания, а затем ответ на соответствующее задание.

23 Используя штатив с муфтой и лапкой, метровую линейку, шарик с прикрепленной к нему нитью и часы с секундной стрелкой (или секундомер), соберите экспериментальную установку и определите значения периода колебаний нитяного маятника при двух значениях длины нити.

В бланке ответов:

- 1) сделайте рисунок экспериментальной установки;
- 2) запишите формулу для расчета периода;
- 3) укажите результаты измерения периода при длине маятника 25 см (T_1) и 1 м (T_2).

Для заданий 24 и 25 необходимо записать полное решение, которое включает запись краткого условия задачи (дано), запись формул, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования и расчеты, приводящие к числовому ответу.

24 Показание динамометра, к которому подвешен сплошной цилиндр, равно 5 Н. Когда цилиндр погрузили в воду до середины, показание динамометра уменьшилось до 4 Н. Определите плотность материала цилиндра.

25 Две спирали электроплитки сопротивлением по 20 Ом соединены параллельно и включены в сеть напряжением 220 В. Сколько времени потребуется, чтобы нагреть воду массой 1 кг, налитую в алюминиевую кастрюлю массой 400 г, от 20 до 80 °С? КПД электроплитки 75 %.

Задание 26 представляет собой вопрос, на который необходимо дать письменный ответ. Полный ответ должен включать не только ответ на вопрос, но и его развернутое, логически связанное обоснование.

26 С помощью собирающей линзы на экране получили изображение пламени свечи. Как изменится изображение, если закрыть нижнюю половину линзы?

ЗАДАНИЯ ПОВЫШЕННОЙ ТРУДНОСТИ

1. ДАВЛЕНИЕ. ПЛАВАНИЕ ТЕЛ

1. На столе стоят два куба, сделанных из одного и того же материала. Длина ребра одного куба в 2 раза больше длины ребра другого. Какой куб оказывает большее давление на стол? Во сколько раз?

2. Какое давление оказывает на грунт гранитная колонна объемом 6 м³, площадь основания которой 1,5 м²?

3. Металлический куб массой 2 кг оказывает на стол давление 5,4 кПа. Из какого материала изготовлен куб?

4. Полый медный куб с длиной ребра 10 см оказывает на стол давление 5 кПа. Каков объем полости?

5. На столе лежат две книги. Если книги положить одну на другую, давление на стол будет 200 или 300 Па. Какова площадь большей книги, если размер меньшей 15 × 20 см?

6. В ходе дорожных работ на дорогу уложили слой асфальта толщиной 5 см. Какое давление создает асфальт на дорогу, если его плотность 2000 кг/м³?

7. В автосалоне рядом с выставочным автомобилем стоит его точная копия. Она в 27 раз меньше оригинала. Во сколько раз

отличаются сила давления и давление, создаваемые автомобилем и его копией?

8. Сопровождается ли выигрыш в силе при использовании гидравлического пресса проигрышем в расстоянии? Если да, то во сколько раз?

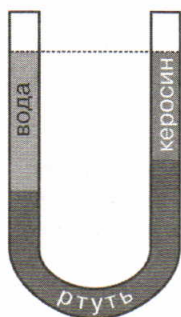


Рис. 248

9. В U-образную трубку налита ртуть. В правое колено доливают слой керосина высотой 20 см. При какой высоте слоя воды в левом колене поверхности керосина и воды в трубках будут на одном уровне (рис. 248)?

10. В левом колене заполненной водой U-образной трубки над водой находится слой керосина высотой 10 см. В каком из колен уровень жидкости выше? На сколько?

11. Аквариум, имеющий форму куба, заполняют водой наполовину. Во сколько раз сила давления на каждую боковую стенку меньше силы давления на дно аквариума? Атмосферное давление не учитывают.

12. В два сосуда налили разные жидкости до одинакового уровня (рис. 249). Сила давления на дно сосудов оказалась одинаковой. Одинаковы ли плотности жидкостей? Если нет, то в каком сосуде плотность жидкости больше? Во сколько раз? Площадь дна сосуда 2 больше площади дна сосуда 1 в 1,25 раза.

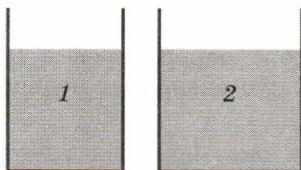


Рис. 249

13. Гидравлическим подъемником подняли контейнер массой 300 кг на высоту 4 см. Малый поршень опустился на 24 см. Какую силу при этом к нему прикладывали?

14. На какой глубине давление в озере в 2 раза больше, чем на глубине 10 м? Учтите существование атмосферного давления.

15. Сплошные шары — алюминиевый и железный — уравновешены на рычаге. Нарушится ли равновесие, если оба шара погрузить в воду? Рассмотрите случай, когда шары:

а) имеют одинаковую массу; б) имеют одинаковый объем.

16. Архимедовы силы, действующие на тело в воде и в керосине, отличаются на 2 Н. В какой жидкости выталкивающая

сила больше, если тело погружено в жидкость полностью? Чему равен объем тела?

17. Полый медный шарик, подвешенный к динамометру, опускают в воду. Когда шарик находится в воздухе, показание динамометра 5,34 Н, а когда шарик полностью погружен в воду, показание динамометра 4,34 Н. Каков объем полости?

18. Медный кубик с длиной ребра 10 см подвешен на нити и частично погружен в воду. Какая часть объема кубика находится в воздухе, если сила натяжения нити 81 Н?

19. Сколько туристов смогут переправиться через озеро на плоту, сделанном из 20 сосновых бревен длиной 4 м и диаметром 20 см? Считайте, что масса каждого туриста 70 кг, а плотность сосны 400 кг/м³.

20. С баржи сняли в речном порту груз массой 500 т. Как изменилась осадка баржи? Площадь сечения баржи на уровне ватерлинии равна 2000 м².

2. ПРОСТЫЕ МЕХАНИЗМЫ

21. К концам рычага приложены вертикальные силы 18 и 6 Н. Точка опоры расположена на 30 см ближе к одному из концов рычага. Какова длина рычага, если он находится в равновесии? Весом рычага можно пренебречь.

22. Два груза подвешены к концам легкого рычага длиной 1 м. Масса первого груза больше на 2 кг. Найдите массу второго груза, если точка опоры находится на расстоянии 25 см от одного из концов рычага. Рычаг находится в равновесии.

23. Если подвесить груз к короткому плечу рычага, его можно уравновесить гирей массой 1 кг, подвешенной к длинному плечу. А если подвесить груз к длинному плечу, то его уравновешивает гиря массой 9 кг, подвешенная к короткому плечу. Какова масса груза? Массой рычага можно пренебречь.

24. Для подъема груза массой 50 кг по наклонной плоскости высотой 40 см требуется приложить в направлении движения силу 50 Н. Какова длина этой плоскости, если ее КПД 80 %? Чему равна сила трения при подъеме груза?

25. При погрузке стального сейфа массой 450 кг в кузов автомобиля с помощью подвижного блока КПД составил 90 %. С какой силой рабочие тянули свободный конец веревки?

26. Гидравлический пресс развивает усилие 240 кН, если на малый поршень действует сила 12 кН. Определите КПД пресса. Диаметры малого и большого поршней равны соответственно 4 и 20 см.

3. ТЕПЛОВЫЕ ЯВЛЕНИЯ

27. Двигатель мощностью 25 Вт в течение 7 мин заставляет вращаться лопасти винта внутри заполненного водой калориметра. За счет сил сопротивления вода нагревается на 1°C . Какова масса воды в калориметре? Считайте, что вся выделяющаяся энергия передается воде.

28. При сверлении отверстия в стальной детали двигатель электродрели совершил работу 92 кДж. На сколько градусов нагрелось стальное сверло массой 100 г, если на его нагрев пошло 2,5 % затраченной двигателем энергии?

29. Температура холодной воды в водопроводе 15°C , а горячей — 70°C . Сколько холодной и горячей воды потребуется, чтобы наполнить ванну водой при температуре 37°C ? Масса воды в ванне 110 кг.

30. В ванну, где было 100 л холодной воды при температуре 9°C , долили 60 л горячей воды при температуре 81°C . После установления теплового равновесия температура воды в ванне стала 35°C . Были ли потери тепла вследствие теплообмена с окружающей средой?

31. В калориметр, содержащий 200 г воды при температуре 20°C , помещают стальную деталь массой 300 г, имеющую температуру 10°C , и медную пластинку массой 400 г при температуре 25°C . Найдите установившуюся температуру.

32. Стальной брусок, взятый при температуре 100°C , бросают в сугроб при 0°C . Остывая, брусок растопил 2 кг снега. Какова масса бруска?

33. В алюминиевом чайнике массой 900 г нагрели 10 л воды до кипения, сжигая природный газ массой 200 г. Определите начальную температуру воды. КПД горелки считайте равным 40 %.

34. В калориметре находится вода массой 5 кг при температуре 20°C . В нее помещают кусок льда массой 2,5 кг. Какова была начальная температура льда, если конечная масса льда оказалась равной 1,7 кг?

35. В воду массой 2 кг при температуре 30°C положили лед, температура которого 0°C . Какая температура установится в сосуде, если масса льда равна: а) 200 г; б) 1 кг?

36. В калориметр, содержащий 100 г воды при температуре 0°C , впустили 100 г водяного пара при 100°C . Какая температура установится в калориметре?

37. В калориметр, содержащий 1 кг воды, впустили водяной пар массой 40 г, имеющий температуру 100°C . Какой была на-

чальная температура воды, если конечная температура в калориметре оказалась равной 60°C ?

38. Сжигая 800 г бензина, воду массой 50 кг нагревают от 20 до 100°C , причем часть воды испаряется. Сколько воды испарилось, если 60 % энергии сгорания бензина передано воде?

39. Сколько необходимо сжечь спирта, чтобы расплавить 2 кг льда, взятого при температуре -5°C , а полученную воду нагреть до кипения и 1 кг воды превратить в пар? КПД спиртовки 40 %.

40. Тепловой двигатель мощностью 20 кВт за 3 ч работы израсходовал топливо массой 12 кг. На каком топливе мог работать этот двигатель, если его КПД 39 %?

41. Какова масса природного газа, который необходимо сжечь для подъема груза массой 2,2 т на высоту 5 м, если КПД подъемника 25 %?

4. ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ЯВЛЕНИЯ

42. Заряды двух одинаковых маленьких металлических шариков равны 5 и -7 нКл. Шарик привели в соприкосновение и вернули в начальное положение. Во сколько раз изменилась сила электрического взаимодействия между ними?

43. Может ли возникнуть электрическое взаимодействие между двумя незаряженными телами, находящимися в электрическом поле? Если может, приведите пример.

44. Как с помощью отрицательно заряженной палочки зарядить положительно листочки электроскопа?

45. Какую часть своего заряда передаст электроскопу небольшое металлическое заряженное тело, если им коснуться внутренней поверхности шара электроскопа? Ответ обоснуйте.

46. Магнитный компас значительно сильнее реагирует на троллейбус, который проезжает мимо наблюдателя, чем на автобус. Почему?

47. Для питания свечи зажигания в бензиновых двигателях внутреннего сгорания используют только один провод, который соединяет источник высокого напряжения со свечой. Как же замыкается цепь питания свечи зажигания?

48. С потолка в месте крепления люстры свисают три провода, по которым после подключения люстры идет ток. Если люстру подключить правильно, то два выключателя (ключа) работают таким образом, что один из них включает и выключает

одну лампу, а другой — остальные три лампы. Нарисуйте схему соединения ламп в люстре, выключателей и источника тока.

49. Микроамперметр показывает силу тока $0,4 \text{ мкА}$. Сколько электронов проходят каждую минуту через измерительный прибор?

50. Вычислите сопротивление цепи, представленной на рис. 250, если $R = 2 \text{ Ом}$.

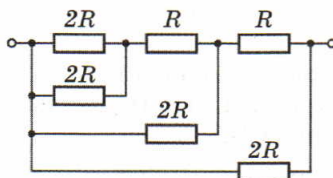


Рис. 250

51. Какими будут показания приборов в электрической цепи (рис. 251), если напряжение источника тока 24 В , сопротивление лампы 4 Ом , максимальное сопротивление реостата 20 Ом , сопротивление каждого из двух одинаковых резисторов 40 Ом , а ползунок реостата занимает крайнее левое положение?

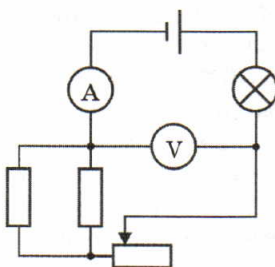


Рис. 251

52. Найдите силу тока в каждом из одинаковых резисторов (рис. 252) сопротивлением по 120 Ом , если напряжение источника тока 36 В .

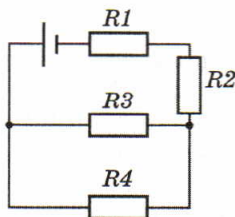


Рис. 252

53. Найдите силу тока в каждом из одинаковых резисторов (рис. 253) сопротивлением по 30 Ом, если напряжение источника тока 15 В.

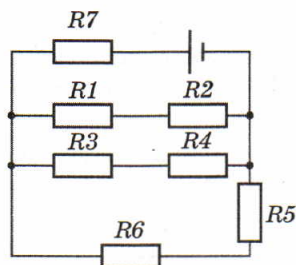


Рис. 253

54. Сила тока в двигателе кондиционера 5 А при напряжении в сети 220 В. Какую работу выполняет двигатель за 10 мин, если его КПД равен 90 %?

55. Какой из резисторов (рис. 254) потребляет больше всего энергии, если сопротивления $R_2 = R_3 = 2R_1$, $R_4 = 4R_1$?

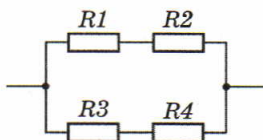


Рис. 254

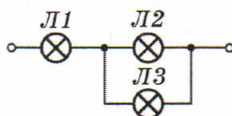


Рис. 255

56. Во сколько раз изменится мощность тока в лампах $L1$ и $L2$ (рис. 255) и общая потребляемая мощность, если лампа $L3$ перегорит? Все лампы одинаковы. Напряжение в цепи считайте постоянным.

57. Какова потребляемая каждым из резисторов (рис. 256) мощность, если напряжение источника тока 12 В, а сопротивления резисторов $R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = 40$ Ом?

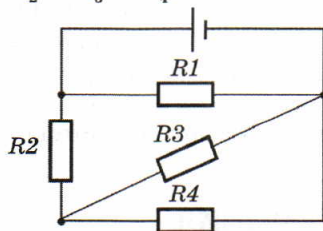


Рис. 256

58. Шесть одинаковых ламп последовательно включены в сеть напряжением 42 В. Мощность каждой из ламп 20 Вт. На

сколько изменится общая мощность тока, если одну из ламп заменить новой, на которой написано «9 В, 12 Вт»?

59. На одной лампе написано «220 В, 40 Вт», а на другой (лампе для карманного фонарика) — «4 В, 1 Вт». Что произойдет, если эти лампы соединить последовательно и включить в сеть напряжением 220 В? Что изменится, если 40-ваттную лампу заменить на 100-ваттную?

60. Найдите мощность тока в каждом из одинаковых резисторов сопротивлением по 20 Ом (рис. 257). Напряжение источника тока 15 В.

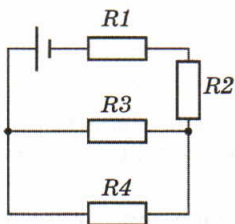


Рис. 257

61. Чтобы магнит как можно дольше сохранял свои магнитные свойства, его нельзя бросать на пол. Почему?

62. Определите полюсы катушки с током (рис. 258).

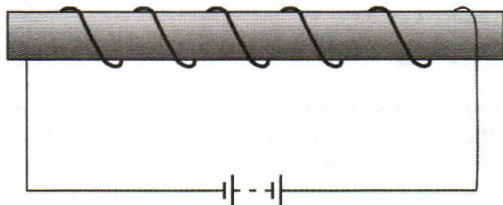


Рис. 258

63. Возникает ли ток в витке, который движется в магнитном поле параллельно его магнитным линиям?

64. Напряжение на зажимах вторичной обмотки понижающего трансформатора 60 В, сила тока во вторичной цепи 40 А. Первичная обмотка включена в сеть напряжением 240 В. Найдите силу тока в первичной обмотке трансформатора.

5. ОПТИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ

65. Мальчик осветил солнечным зайчиком дно глубокого колодца, держа зеркальце под углом 60° к горизонту. Под каким углом к горизонту падают солнечные лучи?

66. Мальчик видит в небольшой луже изображение фонаря A (рис. 259). Где расположена эта лужа? Начертите ход лучей, которые после отражения попадают в глаза мальчику.



Рис. 259

67. Вершинами четырехугольника являются две точки и их изображения в плоском зеркале. Может ли этот четырехугольник быть:

- а) квадратом;
- б) равнобедренной трапецией;
- в) неравнобедренной трапецией?

68. С помощью какой линзы можно получить на экране изображение пламени свечи? Как изменится это изображение, если в центре линзы наклеить непрозрачный кружок?

69. При каком условии собирающая линза с фокусным расстоянием $F = 10$ см может дать прямое увеличенное изображение предмета? Каким будет изображение — действительным или мнимым?

70. Определите построением положение фокусов линзы, если A — светящаяся точка, A_1 — ее изображение, MN — главная оптическая ось линзы (рис. 260).

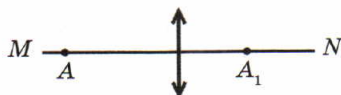


Рис. 260

71. Определите фокусное расстояние собирающей линзы, если предмет находится от линзы на расстоянии 15 см, а его изображение — на расстоянии 10 см от линзы.

72. На каком расстоянии от собирающей линзы с фокусным расстоянием 20 см получится изображение предмета, если расстояние между предметом и линзой 30 см?

73. Определите фокусное расстояние рассеивающей линзы, если предмет находится от линзы на расстоянии 15 см, а его изображение — на расстоянии 6 см от линзы.

74. Почему система цветного телевидения основана на применении трех цветов — красного, зеленого и синего?

ОТВЕТЫ, УКАЗАНИЯ, РЕШЕНИЯ

1.28. 10 м; 10 м; 20 м; 0. 1.29. 4 м; 2 м. 1.30. 9 м; 3 м. 1.35. а) Например, три стороны квадрата; б) полуокружность; в) например, две стороны квадрата. 1.36. 110 м; 50 м. 1.37. 70 км; 56 км. 1.38. а) 1,6 и 1,4 км; б) 3,1 и 2 км; в) 6,3 км и 0; г) 9,4 и 2 км. 1.40. **Указание.** Рис. 16, б мог быть сделан позже на 1 ч, на 13 ч, на 25 ч и т. д. или раньше на 11 ч, на 23 ч и т. д. 1.41. **Указание.** В системе отсчета «пассажирский самолет» туман, образующий след реактивного самолета, движется.

2.9. В 1,5 раза. 2.15. 20 м/с. 2.16. 1 мин. 2.17. За 50 ч. 2.20. Нет (например, тело может двигаться криволинейно). 2.21. Нет (например, тело может каждую секунду совершать «скачок» длиной 2 м). 2.22. Первое тело — 15 м, второе — 6 м. 2.24. 9 м. 2.26. 7 км/ч. **Указание.** Скорость лодки относительно земли при движении по течению равна сумме скорости лодки относительно воды и скорости течения, а при движении против течения — разности этих скоростей. 2.27. 2 км/ч. 2.28. 2 м. 2.31. 8 ч. **Решение.** Обозначим расстояние между пристанями l , скорость

лодки относительно воды v_d , а скорость течения v_t . Тогда $t_1 = \frac{l}{v_d + v_t}$,

$t_2 = \frac{l}{v_d - v_t}$, а $t_{пл} = \frac{l}{v_t}$, поскольку плот движется со скоростью течения.

Из написанных уравнений получаем $\frac{1}{t_1} - \frac{1}{t_2} = \frac{2v_t}{l} = 2 \frac{1}{t_{пл}}$. Следовательно, $t_{пл} = \frac{2t_1 t_2}{t_2 - t_1}$. 2.32. 6 ч; через 4 ч. 2.33. В верхней — 18 км/ч, ниж-

няя часть гусеницы покоится относительно земли. **Решение.** Очевидно, что нижняя часть гусеницы относительно земли покоится. Перейдем теперь в систему отсчета, связанную с трактором. В этой системе отсчета верхняя и нижняя части гусеницы движутся в противоположных направлениях с одинаковыми по модулю скоростями. Обозначим модуль этих скоростей u . Поскольку скорость нижней части гусеницы относительно земли равна нулю, получаем $v - u = 0$, т. е. $v = u$. Скорость верхней части гусеницы относительно земли $v + u = 2v$, т. е. эта скорость в 2 раза больше скорости трактора. 2.34. 90 км/ч. 2.35. 6 км/ч. 2.36. Через 2 и 4 ч. **Указание.** Решить задачу — значит найти все ее решения. 2.37. а) 3 ч; б) 60 км. 2.38. В 7,5 раз. 2.39. 2 км/ч. **Указание.** Скорость движения байдарки относительно бутылки была одинаковой по модулю при движении туда и обратно, поэтому турист возвращался к бутылке тоже 45 мин. 2.40. 20 км.

3.5. 60 км/ч. 3.6. 10 км/ч. 3.10. 2 км/ч. 3.11. 9,3 м/с. 3.12. 50 км/ч. 3.13. 48 км/ч. 3.15. 135 км/ч. 3.16. 80 км/ч. 3.17. 4 км/ч. 3.18. 62 км/ч. 3.19. 6,4 км/ч. 3.20. 54 км/ч. 3.21. 7,2 км/ч. 3.22. 112 км. 3.23. 9 км/ч. 3.24. 3 км. 3.25. Нет, так как средняя скорость при подъеме и спуске равна скорости движения на равнине.

4.7. 0,6 м/с². 4.8. 2 м/с. 4.9. 0,4 м/с². 4.10. За 50 с. 4.11. 7 м/с. 4.24. 25 м. 4.25. Ускорения обоих поездов направлены на север. 4.26. За 10 с. 4.27. 32 м. 4.29. $v = 3 + t$. 4.30. 1) $v = 2 + 2t$; 2) $v = 6 - 2t$. 4.31. $l = 5t +$

+ t^2 . 4.32. 1) $v = 20 - 4t$; 2) $v = 5t$. 4.33. 360 м; 24 м/с. 4.34. 2,3 м/с²; 6,7 с. 4.35. 1,8 мс; 220 км/с²; 280 м/с. 4.36. 2 м/с². 4.37. 5 м; 7 м. 4.38. а) Ускорение очень мало; б) ускорение очень велико. 4.39. Направление скорости изменяется на противоположное; направление ускорения не изменяется. 4.40. Да (например, у подброшенного вверх тела в верхней точке траектории). 4.42. 5 м/с. 4.43. 1,3 м. 4.44. 100 м. **Решение.** По приведенным в условии данным нельзя найти ни начальную скорость, ни ускорение тела. Однако это не мешает ответить на поставленный вопрос. Путь (равный модулю перемещения) можно найти как произведение средней скорости на время движения. Поскольку скорость равноускоренного движения линейно зависит от времени, средняя скорость за 20 с движения как раз равна скорости через 10 с, т. е. 5 м/с. Поэтому путь $l = vt_1$. 4.46. **Решение.** Изменение скорости при одинаковом ускорении пропорционально времени. Средняя скорость движения пули на первой половине длины ствола меньше, поэтому время движения на этой половине больше. Следовательно, на этом участке больше и изменение скорости. 4.47. 45 см/с; 30 см/с². 4.48. 20 см/с²; 0. **Решение.** Заметим, что пройденный шариком путь пропорционален квадрату времени. Следовательно, начальная скорость равна нулю. Чтобы найти ускорение a , нужно в формулу $l = \frac{at^2}{2}$ подставить значения $l = 90$ см и $t = 3$ с. 4.49. 0,22 м/с²; 0,33 м/с. 4.50. 1 м/с, 2,5 м/с². 4.51. 3,2 м/с². 4.52. $\frac{l}{9}$; $\frac{l}{3}$; $\frac{5l}{9}$. 4.53. За вторую. 4.54. 3,75 км. 4.55. 5 см/с². 4.56. 42 км/ч. 4.57. 114 км/ч. 4.58. 450 м.

5.8. $\frac{1}{24}$. 5.10. В 2 раза; в 24 раза. 5.11. $\frac{1}{6}$. 5.12. $\frac{1}{60}$. 5.13. 0,2 с; 5 с⁻¹. 5.14. 10 с⁻¹; 0,1 с. 5.15. 0,1 с⁻¹; 10 с. 5.17. В случае башенных часов скорость в 10 раз больше. 5.18. 1,3 мм/с; 21 мкм/с. 5.19. 2,5 мм/с; 0,17 мм/с. 5.20. В 90 раз. 5.21. 13,5 мин. 5.22. 26 ч. 5.23. 11 000 км/ч; относительно Земли спутник покоится. 5.24. $8 \text{ с}^{-1} \cdot n$, где $n = 1, 2, 3, \dots$ 5.25. На экране будет наблюдаться медленное вращение в обратную сторону. 5.26. 2,5 м/с. 5.27. 1 км/с; 2,7 мм/с². 5.28. 7,5 км/с; 8,1 м/с². 5.29. 9,1 мкм/с². 5.30. 2,67 с⁻¹. **Решение.** Поскольку лопасти вентилятора неотличимы друг от друга, их видимое положение после поворота на $\frac{1}{3}$ оборота не изменяется. Если за время смены кадров лопасти поворачиваются на $\frac{1}{6}$ оборота, то на всех четных кадрах будет одно положение лопастей, а на всех нечетных — другое, полученное из первого поворотом на угол 60°. Вследствие инерции зрения мы увидим на экране 6 неподвижных лопастей. Поворот на $\frac{1}{6}$ оборота за $\frac{1}{16}$ с (время смены соседних кадров) соответствует частоте вращения 2,67 с⁻¹ (это минимальная частота, при которой наблюдается описанный эффект). Эффект наблюдается и при других частотах (например, если за $\frac{1}{16}$ с лопасти поворачиваются на половину оборота). 5.31. 5 м/с; 0; 10 м/с. **Указание.**

Найдите сначала скорости указанных точек относительно рамы велосипеда. См. также задачу 2.33. 5.32. 10 см; 20 см. 5.33. 8 м.

6.22. 2 кН/м. 6.23. 2 см. 6.24. 2,4 Н. 6.28. Модули равнодействующей и силы трения одинаковы; они равны либо 50 Н, либо 250 Н. 6.29. Может; например мяч, подброшенный вертикально вверх. 6.30. 0,3 м. 6.31. 48 Н. 6.32. 500 Н/м. 6.35. 2,5 Н; 1 Н; 0,5 Н. **Указание.** Очевидно, самая большая равнодействующая (4 Н) соответствует случаю, когда все три силы направлены одинаково. Следующее по модулю значение равнодействующей (3 Н) получится, если «развернуть» на 180° самую маленькую силу. Самое малое по модулю значение равнодействующей (1 Н) получится, если самая большая из трех сил направлена противоположно двум остальным. 6.36. 2 Н; 8 Н; 12 Н; 18 Н. 6.37. 112 мм. 6.38. 14 см.

7.22. **Указание.** Для уменьшения скорости тела на него должна действовать сила, направленная противоположно скорости. 7.24. **Решение.** Зимние шины улучшают сцепление с дорогой и позволяют при необходимости быстро затормозить. Если движущийся сзади на небольшом расстоянии автомобиль не сумеет затормозить столь же быстро, то произойдет столкновение. Поэтому знак должен располагаться на заднем стекле автомобиля, предупреждая водителя идущей сзади машины об опасности уменьшения дистанции. 7.29. **Указание.** Поднявшись в воздух, мы продолжаем по инерции двигаться с той же скоростью, с какой движутся точки поверхности Земли под нами.

8.7. 0,6 Н. 8.8. $1,5 \text{ м/с}^2$. 8.9. 420 г. 8.10. В 3 раза. 8.11. а) 7 м/с^2 ; б) 1 м/с^2 ; в) 5 м/с^2 . 8.17. а) $1,6 \text{ м/с}^2$; б) 2 м/с^2 . **Указание.** Удобно сначала найти равнодействующую сил, направленных вдоль одной прямой. 8.20. 375 Н. 8.21. 500 Н; 0; 2,5 кН. 8.22. 10 дм^3 . 8.23. 4000 кг/м^3 . 8.24. 4 м/с. 8.25. 30 кН. 8.26. 1,5 МН. 8.27. 100 м; 87,5 м. **Указание.**

Найдите сначала полное время торможения. 8.28. $F = \frac{x F_0}{l}$. **Решение.** Стержень движется с постоянным ускорением $a = \frac{F_0}{M}$, где M — масса стержня. Применив второй закон Ньютона к части стержня длиной x и массой m , получим $F = ma = \frac{F_0 m}{M}$. Для однородного стержня $\frac{m}{M} = \frac{x}{l}$; следовательно, $F = \frac{x F_0}{l}$. 8.29. $F = F_1 + \frac{x(F_2 - F_1)}{l}$. 8.31. Равнодействующая равна нулю. **Указание.** Поверните мысленно всю систему сил на $\frac{1}{5}$ полного оборота и выясните, как может измениться в результате поворота равнодействующая.

9.9. Масса баркаса больше в 5 раз. 9.18. 50 Н. 9.24. а) 700 Н; 700 Н; б) 700 Н; 0. 9.28. 600 кН. 9.29. 1,5 л. 9.30. Ртуть. 9.31. Полюй. 9.32. 3,4 Н. 9.33. Масса светлой тележки в 2 раза больше, чем масса темной. 9.36. **Решение.** Следует учесть силы, действующие на лошадь и телегу со стороны земли. Лошадь отталкивается от земли, т. е. со стороны земли на лошадь действует направленная вперед сила трения покоя. Именно эта сила сообщает лошади с телегой скорость в начале движения и уравнивает в дальнейшем силы сопротивления движению.

9.37. Равновесие нарушится. **9.38.** а) 0; б) нельзя. **Решение.** б) Поскольку массой каната можно пренебречь, из второго закона Ньютона следует, что равнодействующая приложенных к канату сил будет равна нулю, даже если один из соперников просто привяжет «свой» конец каната к дереву, а другой будет продолжать тянуть канат с прежней силой. Другими словами, дерево прекрасно заменит одного из соперников — оно будет действовать на канат силой 400 Н. Значит, сила натяжения каната такая же, как если бы к нему просто подвесили груз весом 400 Н. Если же подвесить к канату груз массой 60 кг (он весит почти 600 Н), канат порвется. **9.39.** Нет. **9.40.** 850 г. **9.41.** Равновесие нарушится (перевесит левая чашка весов). **9.42.** Нет. **Указание.** Состояние невесомости возникает, когда на тело действуют только силы тяготения (например, при свободном падении). На рыбу в воде помимо силы тяжести действует архимедова сила (т. е. вода является для рыбы опорой). **9.46. Решение.** Сила тяжести уменьшается незначительно: она зависит только от массы тела и расстояния до центра Земли, которое при перемещении на орбитальную станцию изменяется всего на несколько процентов. Если бы не сила притяжения к Земле, орбитальная станция покинула бы околоземную орбиту и улетела далеко в космическое пространство. А вот вес космонавта в орбитальной станции равен нулю, поскольку космонавт вместе со станцией находится в состоянии свободного падения. **9.47.** Сила, с которой камень действует на землю, может намного превышать mg , однако в любой момент именно эта сила представляет собой вес камня. **9.48.** 30 м/с^2 . **9.49.** 2,8 кН. **9.50.** 4 м/с^2 ; ускорение направлено вниз.

10.16. Между шарами 2 и 3. **10.18.** Немного меньше $9,8 \text{ м/с}^2$. **10.19.** $1,7 \cdot 10^{-9} \text{ Н}$. **10.20.** $2,4 \cdot 10^{-7} \text{ Н}$. **10.21.** $4,3 \cdot 10^{-8} \text{ Н}$. **10.22.** $2 \cdot 10^{20} \text{ Н}$. **10.23.** 122 т. **10.24.** 610 Н. **10.26.** Нет (ракета упадет на Землю). **10.27.** Уменьшится в 4 раза. **10.28.** 32 000 км. **10.29.** 58 000 км. **10.30.** 350 км. **10.31.** $3,9 \text{ м/с}^2$. **10.32.** Сила притяжения к Земле больше в 1650 раз. **10.33.** 7,3 км/с. **10.37.** 2500 км. **10.39.** 7,9 км/с. **10.40.** Скорость спутника Венеры меньше в 1,1 раза. **10.41.** 1,6 км/с; 120 мин. **10.42.** а) 0,9; б) невесомость наблюдалась бы в снаряде в течение всего полета за пределами атмосферы Земли. **10.43.** Радиус орбиты увеличился в 1,44 раза, период обращения — в 1,73 раза. **10.44.** $1,5 \cdot 10^{30} \text{ кг}$. **10.45.** 36 000 км.

11.17. 1 Н. **11.26.** а) 0,5 Н; б) 1,6 Н; в) 1,6 Н. **Решение.** Наибольшее значение силы трения покоя $F_{\text{max}} = \mu mg = 1,6 \text{ Н}$. Это значение приблизительно совпадает со значением силы трения скольжения. Следовательно, в случае а (когда приложенная сила $F < F_{\text{max}}$) брусок будет покоиться и сила трения покоя уравновесит действующую на него горизонтальную силу: $F_{\text{тр}} = F$. В случаях б, в приложенная к бруску сила превысит F_{max} , поэтому брусок начнет скользить по столу. При этом на него будет действовать сила трения скольжения, равная F_{max} . **11.27.** 360 Н/м. **11.28.** 2 м/с^2 . **Указание.** На горизонтальной дороге ускорение автомобиля сообщает только сила трения. **11.29.** Чтобы увеличить силу давления на дорогу заднего (ведущего) колеса, а вследствие этого — силу трения (силу тяги). **11.31. Решение.** Максимальная сила трения покоя обычно немного превышает силу трения скольжения, вследствие чего

тело сдвигается с места не плавно, а рывком. Именно эти мелкие рывки и вызывают скрип в несмазанных петлях дверей. Но то, что раздражает в дверях, очаровывает в скрипке, само название которой раскрывает «секрет» ее звучания. Когда смычком проводят по струнам, из-за действия силы трения покоя струны сначала следуют за смычком, но потом «срываются», после чего они начинают колебаться — каждая со своей определенной частотой. **11.32.** Для увеличения силы трения. **11.33.** Неправильно. *Указание.* Сравните максимально возможные значения силы трения покоя между подошвами обуви соревнующихся и полом. **11.34.** 14 Н. **11.35.** 500 кг. **11.36.** 25 км/ч. **11.37.** 0,15. **11.38.** 15 м/с. **11.39.** 5 с; 62,5 м; время торможения пропорционально начальной скорости, а тормозной путь — квадрату начальной скорости. **11.40.** *Решение.* У живых организмов есть приспособления, благодаря которым трение получается малым при движении в одном направлении, и большим — при движении в противоположном направлении. На этом принципе основано движение дождевого червя. Щетинки, направленные назад, свободно пропускают тело червя вперед, но тормозят обратное движение. При удлинении тела головная часть продвигается вперед, а хвостовая остается на месте; при сокращении — головная часть задерживается, а хвостовая подтягивается к ней.

12.16. Импульс стального шарика больше в 2,9 раза. **12.17.** Импульс алюминиевого шарика больше в 1,2 раза. **12.18.** 300 Н. **12.19.** 2 кН. **12.23.** 2 м/с. **12.24.** 0,2 м/с. **12.25.** 0,6 м/с. **12.26.** 6,4 м/с. **12.27.** 2 м/с. **12.28.** а) 2; б) 3. **12.30.** За время столкновения пули и стекла деформация стекла не успевает распространиться далеко. Поэтому импульс, теряемый пулей, передается небольшому участку стекла и пуля пробивает в нем круглое отверстие. **12.31.** Нет (импульс системы может измениться только под действием внешних сил). **12.32.** При такой «пересадке» импульс тела человека изменялся бы очень быстро. Для этого на тело должна действовать огромная сила, которую тело не выдержит. **12.35.** 400 кг · м/с. **12.36.** 0,1 м/с. **12.37.** 0,3 м. *Решение.* Согласно закону сохранения импульса $Mu = mv$, откуда приобретенная конькобежцем

скорость $u = \frac{m}{M} v$. Когда конькобежец откатывается, сила трения $F_{\text{тр}} = \mu Mg$ сообщает ему ускорение $a = \mu g$. Из соотношения $a = \frac{u^2}{2s}$ получаем

$$s = \frac{u^2}{2\mu g} = \frac{m^2 v^2}{2\mu g M^2}. \quad \mathbf{12.38.} \quad 60 \text{ кг.} \quad \mathbf{12.39.} \quad 200 \text{ м/с.} \quad \textit{Решение.}$$

Воспользуемся законом сохранения импульса. Поскольку перед разрывом импульс снаряда был равен нулю, сумма импульсов осколков также равна нулю: $m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 + m_3 \vec{v}_3 = 0$. Следовательно, импульсы осколков образуют прямоугольный треугольник, а искомый вектор — его гипотенузу.

Воспользовавшись теоремой Пифагора, получим $v_3 = \frac{\sqrt{(m_1 v_1)^2 + (m_2 v_2)^2}}{m_3}$.

12.40. 2 м/с. **12.41.** 4,5 м/с. *Указание.* Воспользовавшись законом сохранения импульса, найдите отношение массы богатыря к массе тележки.

13.14. а) 100 Дж; б) 0. **13.16.** 250 Н. **13.17.** Мощность трактора больше в 5 раз. **13.18.** 12 кВт. **13.23.** 10 кДж. **13.24.** -0,1 МДж.

13.25. 75 кДж. 13.26. 160 Вт. 13.27. 1 ч 40 мин. 13.28. 2,5 т. 13.30. 1500 м³. 13.31. 10,5 мин. 13.32. Мощность автомобиля больше в 5 раз. 13.33. Команда 9-А совершила положительную работу, а команда 9-Б — отрицательную. 13.34. 47 кДж. 13.36. Работа за вторую половину времени в 3 раза больше. **Решение.** Работа силы тяжести прямо пропорциональна пройденному пути. Путь пропорционален квадрату времени, поэтому за первую половину времени тело проходит $\frac{1}{4}$ всего пути, а за вторую — оставшиеся $\frac{3}{4}$ пути. Таким образом, за вторую половину тело проходит в 3 раза больший путь. 13.37. 4,8 Дж. **Решение.** Согласно закону Гука сила упругости пружины прямо пропорциональна ее удлинению. Поэтому работа, совершенная при растяжении пружины, $A = F_{\text{ср}} x$, где $F_{\text{ср}} = \frac{0 + F}{2} = \frac{F}{2}$. Отсюда $A = \frac{Fx}{2}$. 13.38. Во втором случае работа больше в 5 раз. 13.39. 8 Дж. 13.40. 3,6 кДж. 13.41. 330 кДж. 13.42. 450 Дж. 13.43. 1,8 Дж. **Указание.** Сила, которую необходимо прикладывать, прямо пропорциональна длине той части гвоздя, которая находится внутри доски. 13.44. 2,4 МВт. 13.45. 1,3 кВт.

14.16. 40 Дж. 14.17. В 9 раз. 14.18. Потенциальная энергия больше в 4,5 раза. 14.19. $E_k = \frac{p^2}{2m}$. 14.20. 100 г. 14.21. 20 м. 14.22. 9 Дж.

14.23. 15 м. 14.24. 12 м. 14.25. За счет потенциальной энергии окружающего воздуха. 14.27. Кинетическая энергия бегущего слона больше в 250 раз. 14.28. -1,2 кДж. 14.29. 60 Дж; 90 Дж. 14.30. 420 Дж; 300 Дж. **Решение.** Согласно определению работа $A = Fh$. Изменение потенциальной энергии $\Delta E_p = mgh$. Так как $A > \Delta E_p$, то это означает, что увеличивается не только потенциальная, но и кинетическая энергия груза (поскольку $F > mg$, при подъеме скорость тела возрастает). 14.31. 6,3 м/с. 14.32. 2,7 м. 14.33. 10 м/с. 14.34. 20 м. 14.38. В сторону движения шара большей массы. 14.39. Кинетическая энергия уменьшится на 3 Дж. 14.40. 210 кДж. 14.41. -400 кДж; -400 кДж. 14.42. 74 мДж. 14.43. На 11 см. 14.44. 6 кН. 14.45. 310 Н/м; 4,7 кН. **Указание.** За время движения человека вниз происходит превращение его начальной потенциальной энергии в потенциальную энергию растянутого жгута. 14.46. $h > \frac{8mg}{k}$. **Указание.** После неупругого столкновения куса пластилина с верхней пластинкой в системе начинаются колебания. При максимальном удлинении пружины ее сила упругости должна превысить mg .

15.9. 100 Гц. 15.10. 0,02 с. 15.17. 0,2 с; 5 Гц. 15.18. 0,25 с; 4 Гц. 15.19. 2200. 15.20. 6,3 с. 15.21. 0,63 с. 15.26. Комар, на 24 000. 15.27. 2,5 с; от массы груза не зависит. 15.28. 1 м. 15.29. 4 кг. 15.30. Уменьшится в 1,8 раза. 15.31. а) Уменьшится в 1,4 раза; б) не изменится. 15.32. 0,8 м. 15.33. 0,5 Гц; 2 с. 15.34. 20 см; 8 с; 0,125 Гц. 15.35. 10 см; 4 с; 0,25 Гц. 15.36. 5 см; 2 с; 0,5 Гц. 15.37. а) У второго; б) у первого; в) у первого; г) у второго. 15.42. Первого, в 4 раза. 15.43. 6,25. 15.44. 18 и 50 см. 15.45. 2,6 с. **Решение.** Согласно формуле для периода ко-

лебаний пружинного маятника $T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{m_1}{k}}$, $T_2 = 2\pi \sqrt{\frac{m_2}{k}}$, $T = 2\pi \sqrt{\frac{m_1 + m_2}{k}}$.

Возведя каждое уравнение в квадрат, получим $T_1^2 + T_2^2 = T^2$. Отсюда $T = \sqrt{T_1^2 + T_2^2}$. 15.46. 2,8 Дж; 3,75 м/с, при прохождении положения равновесия. 15.47. На 4 см. 15.48. **Решение.** Внутри каждой пагоды древние строители подвешивали вертикально длинную деревянную балку с тяжелым грузом на конце. Частоту колебаний этого своеобразного маятника подбирали такой, чтобы во время землетрясений он раскачивался бы в направлении, противоположном колебаниям самой постройки, помогая гасить колебания.

16.22. Бражник; 12 мс. 16.23. 5 Гц; это инфразвук. 16.24. 1500 м/с. 16.25. 77 см; 3,4 м. 16.26. 2 км. 16.27. 450 м. 16.28. 1 км. 16.34. Звуки, возникшие на берегу реки, отражаются от поверхности воды и почти не проникают в воду. 16.35. **Указание.** Сравните скорость звука со скоростью пули (около 800 м/с). 16.36. Комар. **Указание.** Сравните высоту звука, издаваемого насекомыми при полете. 16.38. 1,5 м/с. **Решение.** Частота колебаний поплавок $\nu = \frac{N}{t}$. Скорость волны выразим через ее частоту и длину волны (расстояние между соседними гребнями): $\nu = \lambda \nu = \lambda \frac{N}{t}$. 16.39. 3 м/с. 16.40. 1 кГц. 16.41. 400 Гц. 16.42. 3,2 с. 16.43. 25. 16.44. 2 м. 16.54. 20 м. 16.56. 72 км/ч. 16.57. 15 см; 45 см. 16.58. 1500 м/с.

17.11. Резерфорд сделал вывод о существовании атомного ядра. 17.12. Приблизительно в 10^5 раз. 17.15. Тем, что атомы веществ в атмосфере Солнца поглощают свет. 17.18. Светящиеся пары металлов дают линейчатый спектр. По спектру определяя состав вещества, из которого сделан электрод. 17.23. При прохождении через фольгу, толщина которой увеличена в 2 раза, α -частицы встречают на своем пути больше атомов-мишеней, поэтому больше окажется число рассеянных α -частиц.

18.30. Да; дочернее ядро содержит на два протона меньше, чем материнское. 18.31. Да; дочернее ядро содержит на один протон больше материнского. 18.32. Не изменяется. 18.48. Из ядра радия $^{224}_{88}\text{Ra}$. 18.51. Атом титана; атом серы. 18.55. В природе большинство элементов встречаются в виде «смеси» нескольких изотопов; приводится среднее значение атомной массы с учетом доли каждого изотопа. 18.56. Радий возникает при распаде урана; скорость распада радия намного больше скорости распада урана. 18.58. Под действием излучения воздух становится проводником. 18.59. 220; 86. 18.60. 5 α -распадов и 3 β -распада. 18.61. 6 α -распадов и 3 β -распада. 18.62. 87,5 %. 18.63. 2,5 ч. 18.64. 3 года.

19.30. У ядра полония удельная энергия связи больше. 19.31. У ядра гелия удельная энергия связи больше. 19.36. Нейтрон может появиться в результате самопроизвольного деления ядра урана; каждое такое деление дает 2–3 свободных нейтрона.

20.18. Периоды обращения Луны вокруг Земли и вращения вокруг своей оси совпадают. 20.19. Ее слагают породы с большим количе-

ством оксидов железа. **20.20.** Венера имеет плотный облачный покров. **20.21.** О том, что у этих планет есть внутренний источник энергии, например продолжающееся сжатие. **20.22.** Толщина колец Сатурна настолько мала (до 1 км), что когда они повернуты к Земле ребром, их нельзя увидеть даже в самые мощные телескопы. **20.23.** 4 ч 10 мин. **20.24.** С поверхности Луны Земля видна примерно в одной и той же точке небесной сферы. Можно наблюдать вращение Земли вокруг своей оси, смену дня и ночи на Земле. **20.25.** 100 км. **Указание.** Найдите на снимке отношение размера кратера к диаметру Луны. **20.26.** **Указание.** Частота обращения Фобоса больше частоты вращения Марса, а частота обращения Деймоса — меньше. **20.27.** Планеты-гиганты представляют собой газовые шары; частота вращения экваториальных и полярных областей у них разная. **20.28.** За 11 ч. **20.29.** От 31 до 56 мин. **Указание.** Наибольшее возможное расстояние между планетами равно сумме радиусов их орбит, а наименьшее — разности этих радиусов. **20.30.** **Решение.** В системе отсчета, связанной с фотоаппаратом, далекие звезды неподвижны, поэтому их изображения — светлые точки. Астероиды же за время фотосъемки успевают сдвинуться на фоне далеких звезд. Поэтому их изображения на снимке представляют собой светлые черточки. **20.31.** Если метеорит упадет в океан. **20.34.** **Указание.** Движение камня можно считать свободным падением, а клочок бумаги движется практически равномерно. Следует учесть, что на Марсе меньше ускорение свободного падения и плотность атмосферы.

21.14. 8 световых минут. **21.15.** Термоядерные реакции. **21.16.** Процесс образования звезд продолжается и сейчас. **21.17.** Там выше температура и давление. **21.18.** Когда в результате нагревания при сжатии начинаются термоядерные реакции, приводящие к увеличению температуры и давления внутри вспыхнувшей звезды. **21.19.** 27 суток. **21.20.** Нет, так как возраст Вселенной меньше. **21.21.** **Решение.** Достаточно измерить расстояние R между Землей и Солнцем и воспользоваться известным значением периода обращения Земли вокруг Солнца ($T = 1$ год). Применив второй закон Ньютона и закон всемирного тяготения, получим $M_{\oplus} \frac{4\pi^2 R}{T^2} = G \frac{M_{\oplus} M_{\odot}}{R^2}$, откуда $M_{\odot} = \frac{4\pi^2 R^3}{GT^2}$. Здесь M_{\oplus} и M_{\odot} —

массы соответственно Земли и Солнца, $\frac{4\pi^2 R}{T^2}$ — центростремительное ускорение Земли при ее обращении вокруг Солнца. **21.23.** До 100 000 км. **Указание.** Нужно измерить линейкой размер пятна и диаметр Солнца на рисунке, а затем использовать известное значение диаметра Солнца. **21.24.** Продолжительность жизни звезд такой массы намного меньше. **21.25.** За счет запасенной внутренней энергии (при этом белые карлики очень медленно остывают). **21.26.** 3,8 млрд лет. **21.27.** **Решение.** Больше всего атомов водорода и гелия, меньше всего атомов тяжелых элементов. Непосредственно после Большого взрыва в основном возник водород и некоторое количество гелия. Атомы тяжелых элементов образуются в небольших количествах в недрах звезд и во время взрывов новых и сверхновых звезд. **21.28.** Нейтронная звезда образуется в результате гравитационного сжатия достаточно массивной и большой звезды. При

сжатии звезда увеличивает частоту вращения подобно фигуристу, который во время вращения прижимает руки к туловищу. 21.29. Это означает, что в плоской составляющей Галактики много молодых голубых звезд, а в сферической — старых красных звезд.

ЗАДАЧИ ДЛЯ ПОВТОРЕНИЯ

3. 1 Па. 4. 20 кПа. 6. 10 см². 7. 3,5 кПа. 10. 800 кг/м³. 11. 0,5 Н. 13. 800 кг/м³. 17. 1,25 кПа. 18. 2 м. 19. 5,5 кПа. 20. 8 мм. 22. 20 м. 23. 4 кПа. 24. 4 кН. 25. 1,2 кН. 26. 10 Па. 29. 950 Н. 30. 75 кН. 31. На алюминиевый шар действует в 3,3 раза большая выталкивающая сила. 33. 4,5 дм³; 0,5 дм³. 37. 70 см. 38. 40 кг. 39. 80 %. 40. 5 Н. 41. На расстоянии 10 см от точки приложения большей силы. 42. 1,4 и 0,6 кг. 43. На 10 °С. 44. 60 °С. 45. 190 г. 46. 0,59 кг. 47. 20 %. 49. 55 кг. 50. 720 кДж. 51. 100 кг холодной воды и 50 кг горячей. 52. 31 °С. 53. 36 %. 54. 13 кДж. 55. 2,2 МДж. 56. 510 кДж. 57. 1,2 кВт. 58. 19 %. 59. 10 г. 65. 24 Кл. 69. 3 кДж. 70. 0,98 Вт. 71. 38 кДж. 72. 0,33 Ом. 79. $-2q$. 81. $5 \cdot 10^{12}$. 82. 5 В; 0,25 А. 83. 100 Ом. 85. 23 м. 87. 0,5 А; 25 В; 35 В. 88. 5 Ом. 89. $I_1 = 0,2$ А, $I_2 = I_3 = 0,1$ А. 90. 240 Ом; $I_1 = I_2 = I_3 = 10$ мА; $I_4 = I_5 = 15$ мА. 91. 1 мА; 0,5 мА; 1,5 мА; 9 В. 92. 3,6 Вт; 7,2 Вт; 10,8 Вт; 21,6 Вт. 93. 300 Вт; 180 Вт; 120 Вт; 600 Вт. 109. 1,5 м. 110. 70°. 111. 40°.

ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

1 По графику видно, что каждую секунду скорость возрастает на 0,5 м/с. Следовательно, ускорение равно 0,5 м/с². Правильный ответ: 1.

2 То, что тянут канат два человека, не имеет значения: сила натяжения была бы такой же, если бы один конец каната просто привязали к столбу и тянул бы один человек. Сила натяжения каната равна 150 Н. Правильный ответ: 3.

3 Модуль импульса $p = mv$. Модуль скорости движения мяча увеличивается при падении и затем уменьшается до нуля при движении вверх. Правильный ответ: 3.

4 Конец минутной стрелки равномерно движется по окружности, при этом скорость его движения направлена по касательной к окружности, т. е. все время изменяет направление. Правильный ответ: 4.

5 Объем кубика $(0,1 \text{ м})^3 = 0,001 \text{ м}^3$. Следовательно, его плотность $\frac{7,8 \text{ кг}}{0,001 \text{ м}^3} = 7800 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$. Из перечисленных материалов такую плотность имеет только сталь. Правильный ответ: 3.

6 Частоты создаваемых волн найдем по формуле $v = \frac{v}{\lambda}$, где $v = 340 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ — скорость звука в воздухе, а λ — длина волны. Получим $v_1 = 10$ Гц, $v_2 = 10$ кГц. Человек слышит звук с частотой 10 кГц и не воспринимает колебания с частотой 10 Гц. Правильный ответ: 2.

7 Самую высокую теплопроводность имеют металлы, а среди перечисленных веществ есть только один металл — медь. Правильный ответ: 3.

8 Обе жидкости, имеющие одинаковую массу, получили одинаковое количество теплоты. При этом их температуры увеличились соответственно на $\Delta t_1 = 40^\circ\text{C}$ и $\Delta t_2 = 80^\circ\text{C}$, т. е. $\Delta t_2 = 2\Delta t_1$. Из формулы $c = \frac{Q}{m \cdot \Delta t}$ следует $c_1 = 2c_2$. Правильный ответ: 4.

9 Если сумма начальных зарядов шариков не равна нулю, то шарики после соединения заряжены одноименно. Если же сумма начальных зарядов равна нулю, то шарики после соединения разрядятся. Поэтому после соединения шарики могут либо отталкиваться, либо не взаимодействовать между собой. Правильный ответ: 4.

10 Резисторы $R3$ и $R4$ соединены последовательно, поэтому их общее сопротивление $R_{3-4} = R_3 + R_4 = 30$ Ом. Резистор $R2$ соединен с участком цепи $R3$ – $R4$ параллельно, поэтому $R_{2-3-4} = \frac{R_2 R_{3-4}}{R_2 + R_{3-4}} = 20$ Ом. Резистор $R1$ соединен с участком цепи $R2$ – $R3$ – $R4$ последовательно, поэтому общее сопротивление участка цепи $R = R_1 + R_{2-3-4} = 30$ Ом. Правильный ответ: 2.

11 Индукционный ток возникает при изменении магнитного потока через плоскость кольца, т. е. при любом изменении силы тока в обмотке электромагнита. Правильный ответ: 3.

12 Заряженные частицы излучают электромагнитные волны, когда движутся с ускорением. Правильный ответ: 2.

13 Для выбора правильного ответа достаточно заметить, что стеклянная призма безусловно «подходит»: она может изменить ход лучей как показано на рисунке. Однако для особо дотошных читателей проанализируем и другие приведенные ответы. После прохождения оптического прибора лучи остались параллельными. Это невозможно в случае прохождения через любую линзу. Остается убедиться, что за ширмой не может быть плоского зеркала. Для этого продлим лучи 1 и $1'$ и найдем точку их пересечения. Отражение луча 1 от зеркала должно было бы произойти именно в этой точке. Аналогично можно найти точку отражения луча 2 , а по двум найденным точкам — определить положение плоскости зеркала. Нетрудно убедиться, что при таком положении плоскости зеркала приведенный на рисунке ход отраженных лучей невозможен. Правильный ответ: 4.

14 Нейтрон не имеет электрического заряда, поэтому зарядовое число ядра не изменится. Оно равно 92. Правильный ответ: 4.

15 Сопротивление проводника зависит от его размеров. Чтобы установить, зависит ли оно от материала проводника, нужно проводить эксперимент с двумя проводниками одинаковых размеров, изготовленными из различных материалов. Среди имеющихся проводников можно выбрать только одну подходящую пару: проводники А и Г. Правильный ответ: 2.

16 В тексте «Полное отражение света» приведено значение предельного угла полного отражения при падении светового луча из стекла на границу с воздухом: $\alpha_0 = 42^\circ$. Световой луч может пройти через эту границу раздела только когда угол падения меньше 42° . Правильный ответ: 2.

17 Отраженный свет будет наиболее интенсивным (практически 100 % интенсивности падающего света) при полном отражении, т. е. при всех значениях угла падения, превышающих 42° . Правильный ответ: 4.

18 В обоих показанных на рисунках случаях угол падения светового луча из воздуха на поверхность стекла равен нулю. Поэтому при входе в призму луч не преломляется и угол его падения на следующую грань призмы равен 45° , т. е. этот угол больше 42° (предельного угла полного отражения для границы стекло—воздух). Правильный ответ: 2.

19 Действие гидравлического пресса основано на передаче давления жидкостью; действие генератора электрического тока — на явлении электромагнитной индукции; действие проекционного аппарата — на преломлении света линзами объектива.

Правильные ответы:

| А | Б | В |
|---|---|---|
| 4 | 5 | 1 |

20 Свободное падение является частным случаем прямолинейного равноускоренного движения без начальной скорости, для него справедливой формулы $v = gt$, $h = \frac{gt^2}{2}$.

Правильные ответы:

| А | Б | В |
|---|---|---|
| 3 | 1 | 5 |

21 Поскольку потери энергии не учитываются, мощность нагревателя $P = \frac{Q}{\tau}$, где $Q = cm \cdot \Delta t$ — количество теплоты, полученное водой при нагревании на $\Delta t = 60^\circ\text{C}$, а $\tau = 420$ с — время нагревания. Отсюда $P = \frac{cm \cdot \Delta t}{\tau}$. Проверив единицы величин и подставив числовые значения, получаем $P = 1200$ Вт.

Ответ: 1,2 (кВт).

22 Как следует из закона Гука, одинаковые увеличения массы груза должны приводить к одинаковым увеличениям длины пружины. Из приведенной в условии задачи таблицы видно, что закон Гука выполняется: каждое увеличение массы груза на 0,2 кг (т. е. увеличение веса груза на 2 Н) приводит к увеличению длины пружины на 0,04 м. Следовательно, жесткость пружины $k = \frac{2 \text{ Н}}{0,04 \text{ м}} = 50 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$.

Ответ: 50 (Н/м).

23 Образец возможного выполнения

1) Рисунок экспериментальной установки (рис. 261):

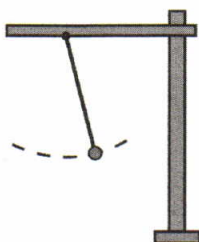


Рис. 261

2) $T = \frac{t}{N}$, где t — время, за которое происходят $N = 40$ полных колебаний;

3) $t_1 = 40 \text{ с}$, $t_2 = 80 \text{ с}$, откуда $T_1 = \frac{40 \text{ с}}{40} = 1 \text{ с}$, $T_2 = \frac{80 \text{ с}}{40} = 2 \text{ с}$ (изме-

рение считается верным, если приведены значение T_1 в пределах от 0,95 до 1,05 с и значение T_2 в пределах от 1,9 до 2,1 с).

24 Образец возможного решения

Дано:

$$F_1 = 5 \text{ Н}$$

$$F_2 = 4 \text{ Н}$$

$$V_{\text{в}} = \frac{1}{2} V$$

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

ρ — ?

В воздухе $F_1 = mg = \rho g V$.

После погружения до середины в воду:

$$F_A = \rho_{\text{в}} g V_{\text{в}} = \frac{1}{2} \rho_{\text{в}} g V,$$

$$F_2 = mg - F_A = \rho g V - \frac{1}{2} \rho_{\text{в}} g V = \rho g V \left(1 - \frac{\rho_{\text{в}}}{2\rho} \right).$$

$$\text{Отсюда } \frac{\rho_{\text{в}}}{2\rho} = 1 - \frac{F_2}{F_1} = \frac{1}{5}, \quad \rho = 2500 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}.$$

$$\text{Ответ: } \rho = 2500 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}.$$

25 Образец возможного решения

Дано:

$R_1 = 20 \text{ Ом}$

$U = 220 \text{ В}$

$m_b = 1 \text{ кг}$

$m_a = 400 \text{ г} = 0,4 \text{ кг}$

$c_b = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$

$c_a = 880 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$

$t_1 = 20 ^\circ\text{C}$

$t_2 = 80 ^\circ\text{C}$

$\eta = 0,75$

$t = ?$

$$\eta = \frac{Q}{A},$$

$$\text{где } Q = Q_b + Q_a = c_b m_b (t_2 - t_1) + c_a m_a (t_2 - t_1),$$

а общая работа тока в двух спиралях

$$A = 2 \frac{U^2}{R} t.$$

$$\text{Отсюда } (c_b m_b + c_a m_a)(t_2 - t_1) = 2\eta \frac{U^2}{R} t,$$

$$t = \frac{R(c_b m_b + c_a m_a)(t_2 - t_1)}{2\eta U^2}.$$

Проверив единицы величин, подставим числовые значения:

$$t = \frac{20(4200 \cdot 1 + 880 \cdot 0,4) \cdot (80 - 20)}{2 \cdot 0,75 \cdot 220^2} = 75 (\text{с}).$$

Ответ: $t = 75 \text{ с}.$ **26** Образец возможного решения

Все световые лучи, вышедшие из некоторой точки A пламени и прошедшие через линзу, собираются в одной точке на экране (это точка A_1 — изображение точки пламени). Если закрыть нижнюю половину линзы, на экран будут попадать только лучи, проходящие через верхнюю половину. Они будут собираться по-прежнему в точке A_1 . Следовательно, положение и размер изображения не изменятся, но изображение станет менее ярким.

ЗАДАНИЯ ПОВЫШЕННОЙ ТРУДНОСТИ

1. Большой куб оказывает в 2 раза большее давление.
2. 104 кПа.
3. Из меди.
4. 440 см³.
5. 450 см².
6. 1 кПа.
7. Сила давления меньше в 20 000 раз; давление — в 27 раз.
9. 20,3 см.
10. В левом колене уровень жидкости выше на 2 см.
11. В 4 раза.

13. 500 Н.
14. 30 м.
16. В воде; 1 дм³.
17. 40 см³.
18. 20 %.
19. 21 турист.
20. Уменьшилась на 25 см.
21. 60 см.
22. 1 кг.
23. 3 кг.
24. 5 м; 10 Н.
25. 2,5 кН.
26. 80 %.
27. 2,5 кг.
28. На 50 °С.
29. 66 кг холодной воды и 44 кг горячей.
31. 19 °С.
33. 18 °С.
34. -30 °С.
35. а) 20 °С; б) 0 °С.
36. 100 °С.
37. 36,5 °С.
38. 2,3 кг.
39. 0,37 кг.
40. На бензине или керосине.
41. 10 г.
42. Уменьшилась в 35 раз.
45. 100 %.
49. $1,5 \cdot 10^{14}$.
50. 2 Ом.
51. 1 А; 20 В.
52. $I_1 = I_2 = 0,12$ А, $I_3 = I_4 = 0,06$ А.
53. $I_1 = I_2 = I_3 = I_4 = I_5 = I_6 = 0,1$ А, $I_7 = 0,3$ А.
54. 0,59 МДж.
55. Второй резистор.
56. P_1 уменьшится в $\frac{16}{9}$ раза, P_2 увеличится в $\frac{9}{4}$ раза, $P_{\text{общ}}$ уменьшится в $\frac{4}{3}$ раза.

57. 3,6 Вт; 1,6 Вт; 0,4 Вт; 0,4 Вт.

58. Уменьшится на 27 Вт.

60. $P_1 = P_2 = 1,8$ Вт; $P_3 = P_4 = 0,45$ Вт.

64. 10 А.

65. 30° .

71. 6 см.

72. 60 см.

73. -10 см.

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|-------------------|---|
| Предисловие | 3 |
|-------------------|---|

МЕХАНИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ

| | |
|--|-----|
| 1. Механическое движение. Система отсчёта | 4 |
| 2. Прямолинейное равномерное движение | 13 |
| 3. Простейшие случаи неравномерного движения | 20 |
| 4. Прямолинейное равноускоренное движение | 23 |
| 5. Равномерное движение по окружности | 31 |
| 6. Взаимодействие и силы | 35 |
| 7. Первый закон Ньютона | 41 |
| 8. Второй закон Ньютона | 46 |
| 9. Третий закон Ньютона | 50 |
| 10. Закон всемирного тяготения | 60 |
| 11. Силы трения | 66 |
| 12. Импульс. Закон сохранения импульса | 76 |
| 13. Механическая работа. Мощность | 82 |
| 14. Энергия | 89 |
| 15. Механические колебания | 97 |
| 16. Механические волны. Звук | 103 |

АТОМЫ И ЗВЁЗДЫ

| | |
|--|-----|
| 17. Строение атома. Излучение и поглощение света атомами | 112 |
| 18. Атомное ядро. Радиоактивность | 114 |
| 19. Ядерные реакции. Ядерная энергетика | 120 |
| 20. Солнечная система | 123 |
| 21. Звёзды и галактики | 128 |

МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПОВТОРЕНИЯ ПРИ ПОДГОТОВКЕ К ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ

| | |
|------------------------------------|-----|
| Задачи для повторения | 132 |
| Задания для самоконтроля | 144 |
| Задания повышенной трудности | 151 |

| | |
|---------------------------------|-----|
| ОТВЕТЫ, УКАЗАНИЯ, РЕШЕНИЯ | 160 |
|---------------------------------|-----|

Учебное издание

Генденштейн Лев Элевич,
Кирик Леонид Анатольевич,
Гельфгат Илья Маркович,
Ненашев Игорь Юрьевич

ФИЗИКА

9 класс

В двух частях

Часть 2

ЗАДАЧНИК

для общеобразовательных учреждений

Генеральный директор издательства *М. И. Безвизонная*

Главный редактор *К. И. Куровский*

Редактор *А. И. Юдина*

Ответственный за выпуск *С. В. Бахтина*

Разработка оформления: *С. А. Сорока, Т. С. Богданова*

Художественное редактирование: *Н. Н. Аникушин*

Технический редактор *И. Л. Ткаченко*

Корректор *И. Н. Баханова*

Компьютерная вёрстка: *Е. Н. Подчепалева*

Формат 60×90 $\frac{1}{16}$. Бумага офсетная № 1. Гарнитура «Школьная».

Печать офсетная. Усл. печ. л. 11,0. Тираж 6900 экз. Заказ № 239

Издательство «Мнемозина». 105043, Москва, ул. 6-я Парковая, 29б.

Тел.: 8 (499) 367 5418, 367 5627, 367 6781; факс: 8 (499) 165 9218.

E-mail: ioc@mnemosina.ru

www.mnemosina.ru

Магазин «Мнемозина»

(розничная и мелкооптовая продажа книг,

«КНИГА — ПОЧТОЙ», ИНТЕРНЕТ-магазин).

105043, Москва, ул. 6-я Парковая, 29б.

Тел./факс: 8 (495) 783 8284; тел.: 8 (495) 783 8285.

E-mail: magazin@mnemosina.ru

www.shop.mnemosina.ru

Торговый дом «Мнемозина» (оптовая продажа книг).

Тел./факс: 8 (495) 665 6031 (многоканальный).

E-mail: td@mnemosina.ru

Отпечатано в ООО «Финтрекс».

115477, Москва, ул. Кантемировская, 60.

Элементарный электрический заряд $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл

СПРАВОЧНЫЕ ТАБЛИЦЫ

Плотность веществ

| Твердые тела | | Жидкости | | Газы (при нормальных условиях) | |
|--------------|----------------------------|----------|----------------------------|--------------------------------|----------------------------|
| Вещество | ρ , кг/м ³ | Вещество | ρ , кг/м ³ | Вещество | ρ , кг/м ³ |
| Алюминий | 2700 | Бензин | 700 | Водород | 0,09 |
| Бетон | 2200 | Вода | 1000 | Воздух | 1,29 |
| Гранит | 2600 | Керосин | 800 | Гелий | 0,18 |
| Лед | 900 | Ртуть | 13600 | Кислород | 1,43 |
| Медь | 8900 | Спирт | 800 | | |
| Пробка | 240 | | | | |
| Сталь | 7800 | | | | |
| Стекло | 2500 | | | | |

Скорость звука при 20 °С, м/с

| | |
|--------|------|
| Вода | 1500 |
| Воздух | 340 |

Тепловые свойства веществ

Твердые тела

| Вещество | Удельная теплоемкость, кДж/(кг · °С) | Температура плавления, °С | Удельная теплота плавления, кДж/кг |
|----------|--------------------------------------|---------------------------|------------------------------------|
| Алюминий | 0,88 | 660 | 390 |
| Лед | 2,10 | 0 | 330 |
| Медь | 0,38 | 1083 | 205 |
| Свинец | 0,13 | 327 | 24 |
| Серебро | 0,24 | 962 | 87 |
| Сталь | 0,46 | 1400 | 82 |

Удельная теплоемкость воды – 4,2 кДж/(кг · °С)

Удельная теплота парообразования воды при 100 °С и нормальном атмосферном давлении – 2,3 МДж/кг

Удельная теплота сгорания топлива, МДж/кг

| | |
|---------------|-----|
| Бензин | 46 |
| Газ природный | 44 |
| Дрова сухие | 12 |
| Керосин | 46 |
| Порох | 3,8 |
| Спирт | 26 |

Удельное сопротивление проводников

| Вещество | ρ , 10 ⁻⁸ Ом · м | Вещество | ρ , 10 ⁻⁸ Ом · м |
|----------|----------------------------------|----------|----------------------------------|
| Алюминий | 2,8 | Нихром | 110 |
| Медь | 1,7 | Свинец | 21 |

НЕКОТОРЫЕ СВЕДЕНИЯ О ЗЕМЛЕ И СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЕ

| | |
|---------------------------------------|-------------------------|
| Средний радиус Земли | 6400 км |
| Масса Земли | $6 \cdot 10^{24}$ кг |
| Радиус Солнца | 700 000 км |
| Масса Солнца | $2 \cdot 10^{30}$ кг |
| Среднее расстояние от Земли до Солнца | 150 млн км |
| Радиус Луны | 1700 км |
| Масса Луны | $7,35 \cdot 10^{22}$ кг |
| Среднее расстояние от Земли до Луны | 384 000 км |

НЕКОТОРЫЕ СВЕДЕНИЯ О ПЛАНЕТАХ СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ

| Планета | Среднее расстояние от Солнца, млн км | Радиус, км |
|----------|--------------------------------------|------------|
| Меркурий | 58 | 2 400 |
| Венера | 110 | 6 000 |
| Земля | 150 | 6 400 |
| Марс | 230 | 3 400 |
| Юпитер | 780 | 71 000 |
| Сатурн | 1 400 | 60 000 |
| Уран | 2 900 | 26 000 |
| Нептун | 4 500 | 25 000 |

