

**Н. И. Зорин**

# **ФИЗИКА**

## **РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ**

**СДАЁМ  
БЕЗ  
ПРОБЛЕМ!**

**ОГЭ**  
**2021**

•  
**ПОДРОБНОЕ РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ  
РАЗНОГО УРОВНЯ СЛОЖНОСТИ**

•  
**ТРЕНИРОВОЧНЫЕ ЗАДАНИЯ**  
•



**СДАЁМ  
БЕЗ ПРОБЛЕМ!**



**Н. И. Зорин**

**ФИЗИКА**  
**РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ**

**Москва**  
**2020**

**Зорин, Николай Иванович.**

Издание содержит подробные решения задач по всем разделам физики, проверяемым на ОГЭ, а также тренировочные задания для контроля знаний.

Издание окажет неоценимую помощь учащимся при подготовке к ОГЭ по физике, а также может быть использовано учителями при организации учебного процесса.

## Введение

Настоящее пособие предназначено для выпускников 9-х классов школ и учителей, занимающихся подготовкой учащихся к ОГЭ.

Цель пособия — оценить уровень общеобразовательной подготовки по физике учащихся 9-х классов общеобразовательных учреждений при подготовке их к государственной (итоговой) аттестации, дать возможность любому выпускнику, сдающему экзамен, проверить свои силы и основательно подготовиться к экзамену.

В пособии представлено множество типовых заданий с развёрнутым ответом для подготовки к ОГЭ по физике. Даны подробные решения задач разного уровня сложности: базового, повышенного и высокого. Кроме того, в книге представлены типы заданий, которые с 2020 года не включают в экзаменационную работу. В данном пособии они приводятся в целях текущего закрепления знаний при изучении учебного курса и тематических проверок. В пособии разобраны задания следующих разделов физики:

1. Механические явления.
2. Тепловые явления.
3. Электромагнитные явления.
4. Квантовые явления.

Чтобы правильно выполнить все задания экзамена и получить высокий балл, необходимо:

1) знать законы физики, понимать и уметь применять на практике: при ответах на теоретические вопросы и решении задач;

2) выучить наизусть все основные формулы.

Экспериментальные задания, для выполнения которых требуется лабораторное оборудование, в данном пособии не приводятся.

*Желаем успеха!*

# Справочные таблицы

## Десятичные приставки

Наименование	Обозначение	Множитель
гига	Г	$10^9$
мега	М	$10^6$
кило	к	$10^3$
гекто	г	$10^2$
санти	с	$10^{-2}$
милли	м	$10^{-3}$
микро	мк	$10^{-6}$
нано	н	$10^{-9}$
пико	п	$10^{-12}$
фемто	ф	$10^{-15}$

## Константы

Ускорение свободного падения на Земле	$g = 10 \text{ м/с}^2$
Гравитационная постоянная	$G = 6,7 \cdot 10^{-11}$
Скорость света в вакууме	$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$
Элементарный электрический заряд	$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$

## Таблицы физических величин

### 1. Плотность твёрдых тел

Название вещества	Плотность	
	кг/м <sup>3</sup>	г/см <sup>3</sup>
Алюминий	2700	2,7
Берёза (сухая)	700	0,7
Бетон	2300	2,3
Кирпич	1800	1,8
Лёд	900	0,9
Медь	8900	8,9
Мрамор	2700	2,7
Олово	7300	7,3
Песок	1500	1,5
Парафин	900	0,9
Свинец	11 300	11,3
Серебро	10 500	10,5
Сосна (сухая)	400	0,4
Сталь	7800	7,8
Стекло	2600	2,6
Уран	18 700	18,7
Цинк	7100	7,1
Чугун	7000	7,0

### 2. Плотность жидкостей

Название вещества	Плотность	
	кг/м <sup>3</sup>	г/см <sup>3</sup>
Молоко цельное	1030	1,03
Бензин	710	0,71
Вода	1000	1,0
Вода (морская)	1030	1,03
Керосин, нефть	800	0,80
Масло машинное	900	0,90
Ртуть	13 600	13,6
Спирт	800	0,80

**3. Плотность газов**

Название вещества	Плотность, кг/м <sup>3</sup>
Водород	0,09
Воздух	1,29

**4. Удельная теплоёмкость ( $\frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot^{\circ}\text{C}}$ )**

Алюминий	920	Олово	230
Бетон	880	Песок	920
Вода	4200	Свинец	130
Воздух	1000	Серебро	250
Железо	460	Спирт	2400
Кирпич	880	Сталь	500
Латунь	380	Стекло	840
Лёд	2100	Цинк	400
Медь	400	Чугун	540
Молоко	3900	Эфир	2350
Нафталин	1200		

**5. Удельная теплота сгорания топлива ( $\frac{\text{МДж}}{\text{кг}\cdot^{\circ}\text{C}}$ )**

Бензин	46	Керосин	46
Водород	120	Нефть	44
Древесный уголь	34	Порох	3,8
Дрова (березовые сухие)	10	Природный газ	44
Дрова (сосновые)	10	Спирт	29
Каменный уголь	27	Торф	14

**6. Температура плавления и кристаллизации (°C при давлении 760 мм рт. ст.)**

Алюминий	660	Олово	232
Вольфрам	3387	Ртуть	-39
Железо	1539	Свинец	327
Калий	63	Серебро	962
Лёд	0	Сталь	1400
Медь	1085	Цезий	29
Натрий	98	Цинк	420
Нафталин	80		



**7. Удельная теплота плавления ( $10^4 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$ )**

Алюминий	39	Ртуть	1
Железо	27	Свинец	2,5
Лёд	33	Серебро	10
Медь	21	Сталь	8
Нафталин	15	Цинк	10
Олово	6		

**8. Температура кипения  
( $^{\circ}\text{C}$  при давлении 760 мм рт. ст.)**

Вода	100	Спирт	78
Ртуть	357	Эфир	35
Растительное масло	316		

**9. Удельная теплота парообразования ( $\frac{\text{МДж}}{\text{кг}}$ )**

Вода	2,3	Спирт	0,9
Ртуть	0,3	Эфир	0,4

**10. Удельное сопротивление ( $\frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$ )**

Алюминий	0,028	Никель	0,4
Вольфрам	0,055	Нихром	1,1
Железо	0,1	Сталь	0,15
Константан	0,5	Фехраль	1,2
Медь	0,017	Серебро	0,016

**11. Масса частиц**

Электрона	$9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг} \approx 5,5 \cdot 10^{-4} \text{ а. е. м.}$
Протона	$1,67 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,007 \text{ а. е. м.}$
Нейтрона	$1,675 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,008 \text{ а. е. м.}$

**Нормальные условия**

давление  $10^5$  Па, температура  $0^{\circ}\text{C}$ .

**12. Относительная атомная масса некоторых изотопов\*, а. е. м.**

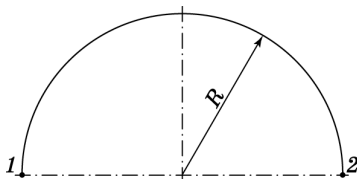
Изотоп	Масса нейтрального атома	Изотоп	Масса нейтрального атома
${}^1_1\text{H}$ (водород)	1,00783	${}^{10}_5\text{B}$ (бор)	10,01294
${}^2_1\text{H}$ (дейтерий)	2,01410	${}^{11}_5\text{B}$ (бор)	11,00931
${}^3_1\text{H}$ (тритий)	3,01605	${}^{12}_6\text{C}$ (углерод)	12,00000
${}^3_2\text{He}$ (гелий)	3,01602	${}^{14}_7\text{N}$ (азот)	14,00307
${}^4_2\text{He}$ (гелий)	4,00260	${}^{15}_7\text{N}$ (азот)	15,00011
${}^6_3\text{Li}$ (литий)	6,01513	${}^{16}_8\text{O}$ (кислород)	15,99491
${}^7_3\text{Li}$ (литий)	7,01601	${}^{17}_8\text{O}$ (кислород)	16,99913
${}^8_4\text{Be}$ (бериллий)	8,00531	${}^{27}_{13}\text{Al}$ (алюминий)	26,98146
${}^9_4\text{Be}$ (бериллий)	9,01219		

\* Для нахождения массы ядра необходимо вычесть из массы атома суммарную массу электронов.

## ВЫПОЛНЕНИЕ ЗАДАНИЙ ЧАСТИ 1 И 2

### МЕХАНИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ

- 1** Материальная точка проходит половину окружности радиусом  $R$ . Чему равен пройденный путь?

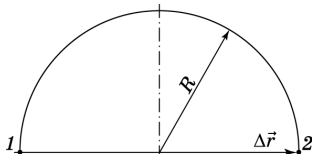


**Решение.** Нарисуем траекторию материальной точки. Тогда путь, пройденный точкой, равен половине длины окружности:

$$S = \frac{2\pi R}{2} = \pi R.$$

**Ответ:**  $S = \pi R$ .

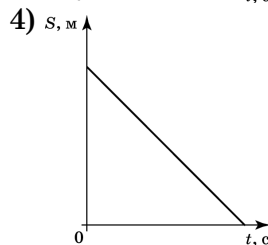
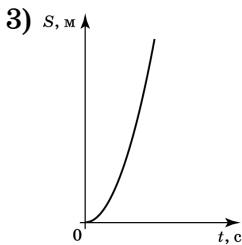
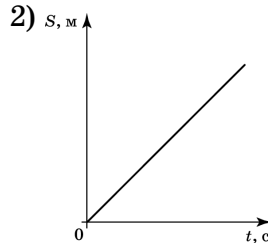
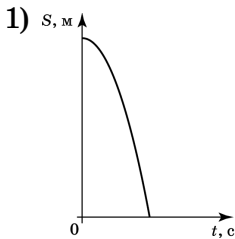
- 2** Материальная точка проходит половину окружности радиусом  $R$ . Чему равно перемещение?



**Решение.** Нарисуем траекторию материальной точки. Перемещение при этом равно:  $|\Delta \vec{r}| = 2R$ .

**Ответ:**  $2R$ .

- 3** Из неплотно закрытого крана падает капля воды. Какой из приведённых ниже графиков верно описывает изменение перемещения капли в зависимости от времени?



**Решение.** Свободное падение капли является равноускоренным движением, при котором перемещение капли описывается уравнением:  $s = \frac{gt^2}{2}$ . Графиком данной функции является ветвь параболы, направленная вверх.

**Ответ:** 3.

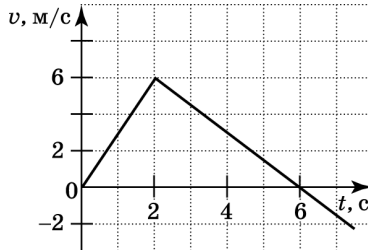
- 4** В каком из описанных ниже случаев путь и перемещение совпадают?

- 1) путь и перемещение совпадают при любом движении
- 2) мяч скатывается с наклонной плоскости
- 3) полёт снаряда, выпущенного из орудия под углом к горизонту
- 4) спутник движется по орбите вокруг Земли

**Решение.** Путь и перемещение совпадают лишь при прямолинейном движении тел.

**Ответ:** 2.

- 5 При помощи графика зависимости скорости тела от времени, представленного на рисунке, определите путь, пройденный телом при равномерном движении с 3-й по 6-ю секунду.

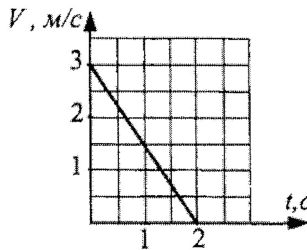


Решение. Путь, пройденный телом при любом виде движения, численно равен площади под графиком скорости в соответствующем интервале времени.

$$s = \frac{6 \text{ м/с} \cdot 3 \text{ с}}{2} = 9 \text{ м.}$$

Ответ: 9 м.

- 6 Какой путь прошло тело за 2 с, если график зависимости его скорости от времени представлен на рисунке?

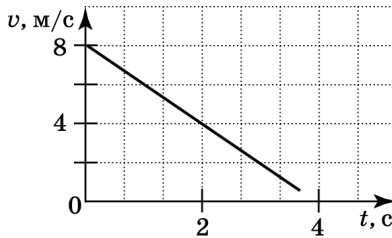


Решение. Путь, пройденный телом при любом виде движения, численно равен площади под графиком зависимости скорости движения тела от времени, это площадь соответствующего прямоугольного треугольника, то есть

$$S = \frac{1}{2} \cdot 3 \text{ м/с} \cdot 2 \text{ с} = 3 \text{ м}$$

Ответ: 3 м.

- 7 Какой вид движения совершает тело и какой путь оно прошло за первые 2 с?



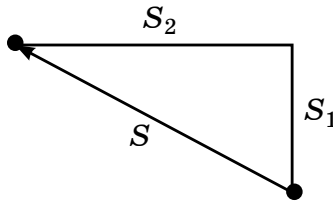
Решение. Из графика видно, что скорость равномерно уменьшилась, следовательно, на этом промежутке времени движение равнозамедленное. Путь численно равен площади под графиком скорости:

$$s = \frac{4 \text{ м/с} \cdot 2 \text{ с}}{2} = 4 \text{ м.}$$

Ответ: 4 м.

- 8 Самолёт пролетел на север  $S_1 = 30$  км, а затем повернул на запад и пролетел еще  $S_2 = 40$  км. Чему равен модуль перемещения самолёта?

Решение. Нарисуем чертёж к задаче:



Здесь  $S$  — модуль перемещения самолёта. По теореме Пифагора имеем

$$s = \sqrt{30^2 + 40^2} = 50 \text{ км.}$$

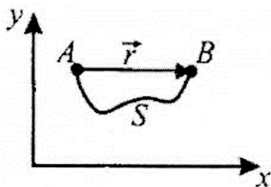
Ответ: 50 км.

- 9 Модуль вектора перемещения и путь равны между собой

- 1) всегда
- 2) только при движении по окружности

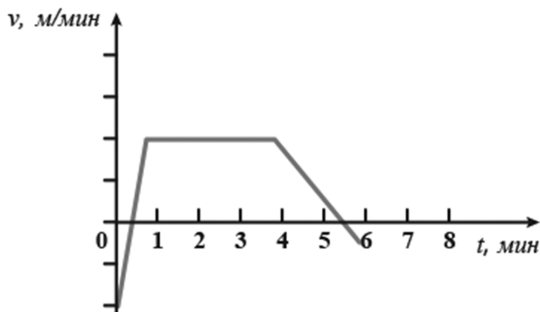
- 3) всегда при прямолинейном движении  
 4) при прямолинейном движении в одном направлении

Решение. На рисунке тело перемещается из точки  $A$  в точку  $B$ . Вектор, соединяющий  $A$  и  $B$ , — вектор перемещения  $\vec{r}$ , путь — это длина траектории. Модуль вектора перемещения и путь совпадают только тогда, когда тело движется прямолинейно в одном направлении.



Ответ: 4.

- 10 Тело движется прямолинейно. На рисунке представлен график зависимости скорости тела от времени. В течение какого времени тело двигалось равномерно?



Решение. При равномерном движении скорость не изменяется, значит, это участок от 1 минуты до 4 минут.  $t = 4 - 1 = 3$  мин.

Ответ: 3 мин.

- 11 Скорость теннисного мяча при подаче составила  $210$  км/ч. За какой промежуток времени мяч пролетит через весь корт ( $23,77$  м)?

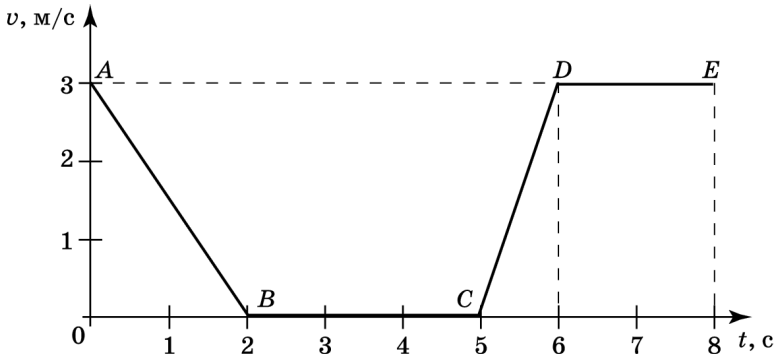
**Решение.** Прежде всего необходимо перевести км/ч в м/с.

$$210 \text{ км/ч} : 3,6 = 58,33 \text{ м/с.}$$

$$t = \frac{S}{v}, \quad t = \frac{23,77 \text{ м}}{58,33 \text{ м/с}}.$$

**Ответ:** 0.4 с.

- 12** На рисунке представлен график зависимости модуля скорости  $v$  от времени  $t$  для тела, движущегося прямолинейно. Какой участок соответствует равномерному движению?

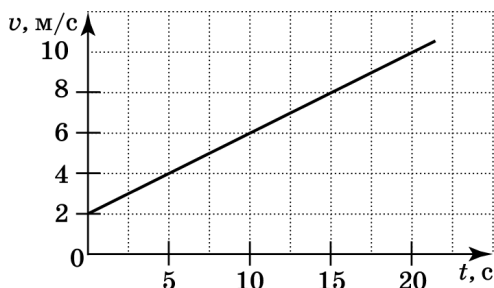


**Решение.** Равномерное движение — это движение с постоянной скоростью. На графике зависимости скорости от времени это будет соответствовать горизонтальному участку графика, то есть участку  $DE$ . Участок  $BC$  хотя и имеет также постоянную скорость, но при этом значение скорости на этом участке равно нулю, то есть тело покоится.

**Ответ:**  $DE$ .

- 13** Используя график зависимости скорости движения тела от времени, определите скорость тела в конце 30-й секунды. Считать, что характер движения тела не изменился.





Решение. Из графика видно, что тело движется равноускоренно с ускорением  $a = \frac{4 \text{ м/с}}{10 \text{ с}} = 0,4 \text{ м/с}^2$ .

Запишем уравнение скорости тела, движущегося с начальной скоростью, в зависимости от времени:  $v = v_0 + at$ . Тогда через 30 с скорость тела составит  $v = 14 \text{ м/с}$ .

Ответ: 14 м/с.

**14** В каком из приведённых примеров меняется направление вектора скорости?

- 1) автомобиль движется по прямолинейному участку шоссе
- 2) лодка плывёт по течению реки
- 3) автобус набирает пассажиров на остановке
- 4) грузовик едет по кольцевому участку дороги

Решение. Из приведённых примеров только в четвёртом траекторией движения является кривая — дуга окружности. Так как скорость направлена по касательной к траектории, то именно в этом случае её направление и будет меняться.

Ответ: 4.

**15** В каком из приведённых примеров меняется величина вектора скорости?

- 1) самолёт летит на высоте 10 км
- 2) лодка плывёт по течению реки
- 3) автобус отъезжает от остановки

4) грузовик едет равномерно по кольцевому участку дороги

Решение. Из приведённых примеров в третьем автобус разгоняется, меняя величину своей скорости от нуля до некоторого значения.

О т в е т : 3.

**16** За какое время автомобиль, движущийся со скоростью 72 км/ч, догонит автомобиль, движущийся со скоростью 36 км/ч, если расстояние между ними равно 100 км?

Решение. Найдём скорость первого автомобиля относительно второго:

$$v_{\text{отн}} = 20 \text{ м/с} - 10 \text{ м/с} = 10 \text{ м/с}.$$

Тогда первый автомобиль догонит второй через

$$t = \frac{S}{v_{\text{отн}}} = \frac{100\,000 \text{ м}}{10 \text{ м/с}} = 10\,000 \text{ с}.$$

О т в е т : 10 000 с.

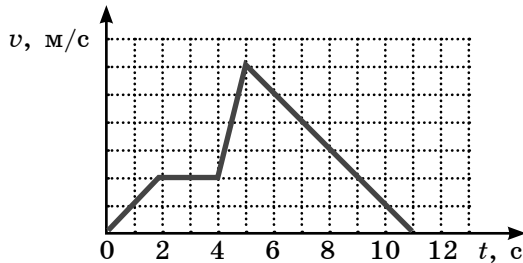
**17** Тела движутся в одном направлении равноускоренно, прямолинейно, с одинаковым ускорением. Первое тело — без начальной скорости, второе — с начальной, сонаправленной с ускорением. Скорость какого тела оказывается большей через промежуток времени  $t$ ?

- 1) первого тела
- 2) второго тела
- 3) скорости одинаковы
- 4) однозначно ответить нельзя

Решение. Скорость первого тела описывается уравнением  $v_1 = at$ , второго —  $v_2 = v_0 + at$ . Если ось координат, описывающая движение тел, направлена в сторону движения тел, то  $a$  и  $v_0$  положительны. Поэтому  $v_2$  всегда больше  $v_1$ .

О т в е т : 2.

- 18** На рисунке представлен график зависимости скорости от времени для тела, движущегося прямолинейно. Сколько времени суммарно тело двигалось с ускорением, не равным нулю?

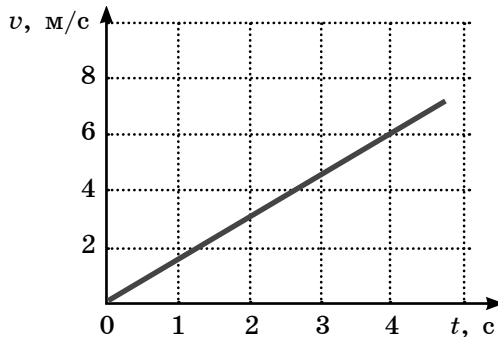


Решение. Только на участке от  $t_1 = 2$  с до  $t_2 = 4$  с скорость не менялась и ускорение было равно нулю. Всего тело двигалось 11 секунд.

$$11 \text{ с} - 2 \text{ с} = 9 \text{ с.}$$

Ответ: 9 с.

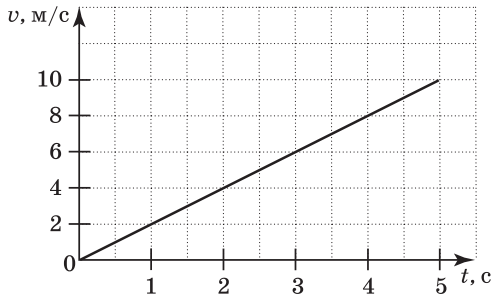
- 19** Используя график зависимости скорости движения тела от времени, определите его ускорение.



Решение. За четыре секунды скорость тела увеличилась на 6 м/с. Следовательно, ускорение тела равно  $\frac{6 \text{ м/с}}{4 \text{ с}} = 1,5 \text{ м/с}^2$ .

Ответ: 1,5 м/с<sup>2</sup>.

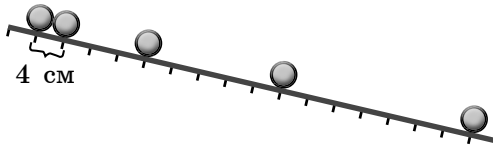
- 20 Используя график зависимости скорости движения тела от времени, определите его ускорение.



Решение. За четыре секунды скорость тела увеличилась на 8 м/с. Следовательно, ускорение тела равно  $\frac{8 \text{ м/с}}{4 \text{ с}} = 2 \text{ м/с}^2$ .

Ответ: 2 м/с<sup>2</sup>.

- 21 Шарик скатывается по наклонной плоскости из состояния покоя. Начальное положение шарика и его положения через каждую секунду от начала движения показаны на рисунке. Чему равно ускорение шарика?



Решение. За 4 секунды шарик преодолел расстояние в  $16 \cdot 4 = 64$  см. Уравнение движения в данном случае запишется следующим образом:

$x = \frac{a \cdot t^2}{2}$ , где  $x$  — расстояние, пройденное шариком,  $a$  — ускорение,  $t$  — промежуток времени.

Выразив ускорение, получим:

$$a = \frac{2x}{t^2} = \frac{2 \cdot 64 \text{ см}}{16 \text{ с}^2} = 8 \text{ см/с}^2 = 0,08 \text{ м/с}^2.$$

Ответ: 0,08 м/с<sup>2</sup>.

**22** Частица движется равноускоренно в положительном направлении оси  $Ox$ . Что можно сказать о проекции ускорения на эту ось?

Решение. Проекция ускорения на ось  $Ox$  должна быть положительна, в противном случае движение будет равнозамедленным (скорость направлена противоположно ускорению) или равномерным (ускорение равно нулю).

Ответ: Проекция будет положительной.

**23** Частица движется равнозамедленно в положительном направлении оси  $Ox$ . Что можно сказать о проекции ускорения на эту ось?

Решение. По условию задачи скорость частицы сонаправлена с осью  $Ox$ . Так как движение равнозамедленное, то ускорение направлено противоположно скорости, а значит, и  $Ox$ . Значит, его проекция на ось  $Ox$  отрицательна.

Ответ: Проекция будет отрицательной.

**24** При прямолинейном равноускоренном движении скорость и ускорение тела сонаправлены

- 1) всегда
- 2) в некоторых случаях
- 3) никогда
- 4) только если тело можно считать материальной точкой

Решение. Скорость может быть направлена под любым углом к ускорению, меньшим  $\pm 90^\circ$ .

Ответ: 2.

**25** Определите глубину колодца, если упавший в него предмет коснулся дна через 1 с.

Решение. При свободном падении высота, с которой падает тело, находится по формуле:

$$h = \frac{gt^2}{2}.$$

Подставляем значения:

$$h = \frac{10 \text{ м/с}^2 \cdot 1 \text{ с}^2}{2} = 5 \text{ м.}$$

Ответ: 5 м.

- 26** Сколько времени будет падать тело с высоты 20 м?

Решение. При свободном падении высота, с которой падает тело, находится по формуле:

$$h = \frac{gt^2}{2}.$$

Отсюда  $t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$ .  $t = \sqrt{\frac{2 \cdot 20 \text{ м}}{10 \text{ м/с}^2}} = 2 \text{ с.}$

Ответ: 2 с.

- 27** Стрела выпущена из лука вертикально вверх со скоростью 10 м/с. На какую максимальную высоту она поднимется?

Решение. При движении в верхней точке траектории конечная скорость равна нулю, значит, можем найти максимальную высоту по формуле:

$$h = \frac{v_0^2}{2g}.$$

$$h = \frac{100 \text{ м}^2/\text{с}^2}{2 \cdot 10 \text{ м/с}^2} = 5 \text{ м.}$$

Ответ: 5 м.

- 28** Тело бросили с поверхности земли вертикально вверх со скоростью  $v_1$ . Сопротивления движению нет. Тело падает на землю со скоростью  $v_2$ . Выберите правильный ответ.

1)  $v_1 > v_2$

2)  $v_1 < v_2$

3)  $v_1 = v_2$

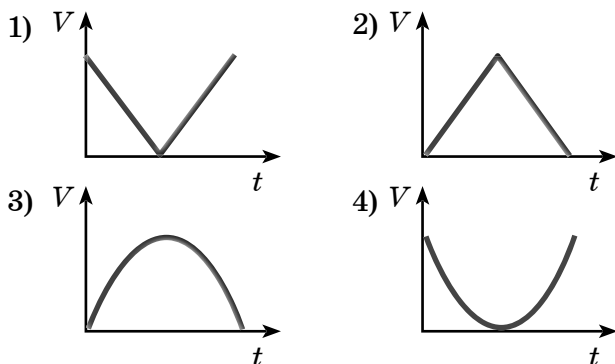
4) ответ зависит от массы тела

**Решение.** На тело не действуют силы, препятствующие движению, поэтому механическая энергия тела сохраняется. При броске вверх и при возвращении на землю потенциальная энергия тела одинакова — равна нулю, поэтому должны быть равны в эти моменты времени и кинетические энергии. Следовательно,

$$v_1 = v_2.$$

Ответ: 3.

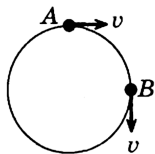
- 29** Теннисный мячик падает на ровную упругую по поверхность и подпрыгивает на прежнюю высоту. Какой из графиков (см. рис.) верно описывает характер изменения скорости мяча?



**Решение.** При свободном падении скорость теннисного мячика сначала равномерно увеличивается, а после удара о поверхность равномерно уменьшается. Такой характер изменения скорости соответствует графику 2.

Ответ: 2.

- 30** Чему равен модуль вектора изменения скорости при перемещении из точки  $A$  в точку  $B$  (см. рис.) при равномерном движении?



**Решение.** Перенесём вектор из  $A$  в  $B$  и построим до квадрата. Диагональ квадрата будет изменением скорости:  $\sqrt{2}v$ .

**Ответ:**  $\sqrt{2}v$ .

**31** Вектор ускорения при равномерном движении точки по окружности

- 1) постоянен по модулю и по направлению
- 2) равен нулю
- 3) постоянен по модулю, но непрерывно изменяется по направлению
- 4) постоянен по направлению, но непрерывно изменяется по модулю

**Решение.** Так как движение равномерное, то по модулю остаётся постоянным, направление вектора скорости изменяется, следовательно, и меняется направление ускорения.

**Ответ:** 3.

**32** Какая из физических величин не изменяется при равномерном движении по окружности?

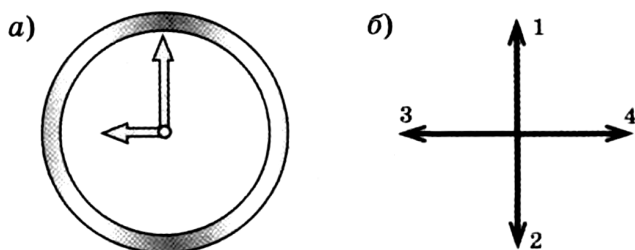
- 1) перемещение
- 2) ускорение
- 3) скорость
- 4) все перечисленные выше величины изменяются

**Решение.** При равномерном движении изменяется и перемещение, соединяющее начальное положение с его конечным, направление скорости и ускорения.

**Ответ:** 4.

**33** Часовая и минутная стрелки различаются размерами и скоростями. Куда направлено центростремительное (нормальное) ускорение конца часовой стрелки (короткая стрелка) в положении, которое изображено на рис. *а*? На рис. *б* указаны варианты направлений ускорения часовой стрелки.





Решение. Так как ускорение всегда направлено к центру при равномерном движении по окружности, то для часовой стрелки это направление вправо.

Ответ: 4.

- 34** Автомобиль движется по закруглению дороги радиусом 20 м с центростремительным ускорением 5 м/с<sup>2</sup>. Чему равна скорость автомобиля?

Решение. Центростремительное ускорение находится по формуле  $a = \frac{v^2}{R}$ , откуда  $v = \sqrt{aR} = 10$  м/с.

Ответ: 10 м/с.

- 35** Кинематическое уравнение движения некоторой точки по окружности имеет вид  $s = 2t$  (все величины в системе СИ). Точка находится на расстоянии 0,4 м от центра окружности. Чему равно центростремительное ускорение указанной точки?

Решение. Данное уравнение для равномерного движения. Скорость данного движения 2 м/с, значит, используя формулу для центростремительного ускорения, имеем:  $a = \frac{v^2}{R} = 10$  м/с<sup>2</sup>.

Ответ: 10 м/с<sup>2</sup>.

- 36** Период обращения тела, движущегося равномерно по окружности, увеличился в 2 раза. Частота обращения

- 1) возросла в 2 раза
- 2) уменьшилась в 2 раза
- 3) возросла в 4 раза
- 4) уменьшилась в 4 раза

Решение. Период и частота связаны формулой  $T = \frac{1}{\nu}$ , значит, во сколько раз увеличиваем период, во столько раз уменьшаем частоту.

Ответ: 2.

**37** Материальная точка равномерно движется со скоростью  $v$  по окружности радиусом  $r$ . Если скорость точки будет вдвое больше, то модуль её центростремительного ускорения

- 1) не изменится
- 2) уменьшится в 2 раза
- 3) увеличится в 2 раза
- 4) увеличится в 4 раза

Решение. Так как в формуле центростремительного ускорения  $a = \frac{v^2}{r}$  скорость  $v$  в квадрате, то при увеличении скорости в 2 раза ускорение увеличится в 4 раза.

Ответ: 4.

**38** Точка движется по окружности радиуса  $R$  со скоростью  $v$ . Как изменится центростремительное ускорение точки, если скорость уменьшить в 2 раза, а радиус окружности в 2 раза увеличить?

- 1) уменьшится в 2 раза
- 2) увеличится в 2 раза
- 3) уменьшится в 8 раз
- 4) не изменится

**Решение.** Центробежное ускорение определяют по формуле  $a = \frac{v^2}{R}$ . Исходя из условия за-

дачи, имеем  $a = \frac{\left(\frac{v}{2}\right)^2}{2R} = \frac{v^2}{8R}$ . Уменьшится в 8 раз.

**Ответ:** 3.

- 39** Автомобиль движется по закруглённому участку дороги радиусом 25 м со скоростью 40 км/ч. Каково ускорение автомобиля?

**Решение.** Центробежное ускорение ав-

томобиля  $a = \frac{v^2}{R}$ ,  $a = \frac{\left(40 \cdot \frac{1000}{3600}\right)^2}{25} = 4,9 \text{ м/с}^2$ .

**Ответ:** 4,9 м/с<sup>2</sup>.

- 40** Рассчитайте плотность фарфора, если его кусок объёмом 0,02 м<sup>3</sup> имеет массу 46 кг.

**Решение.** Плотность рассчитывается по формуле  $\rho = \frac{m}{V}$ . Подставим в формулу значения:

$$\rho = \frac{46 \text{ кг}}{0,02 \text{ м}^3} = 2300 \text{ кг/м}^3.$$

**Ответ:** 2300 кг/м<sup>3</sup>.

- 41** Какова масса куса парафина объёмом 0,0003 м<sup>3</sup>?

**Решение.** Плотность рассчитывается по формуле  $\rho = \frac{m}{V}$ . Отсюда  $m = \rho \cdot V$ . Подставим в формулу значения  $m = 900 \text{ кг/м}^3 \cdot 0,0003 \text{ м}^3 = 0,27 \text{ кг} = 270 \text{ г}$ .

**Ответ:** 270 г.

- 42** Плотность вещества — физическая величина, показывающая

1) близко или далеко друг от друга расположены молекулы

- 2) массу  $1 \text{ м}^3$  вещества
- 3) массу тела
- 4) быстроту движения молекул.

Решение. Плотность рассчитывается по формуле  $\rho = \frac{m}{V}$ . Значит, показывает массу  $1 \text{ м}^3$  вещества.

Ответ: 2.

- 43** Вычислите плотность вещества, из которого сделан инструмент. Его объём  $7000 \text{ см}^3$ , масса  $59,5 \text{ кг}$ .

Решение. Плотность рассчитывается по формуле  $\rho = \frac{m}{V}$ . Подставим в формулу значения

$$\rho = \frac{59,5 \text{ кг}}{0,007 \text{ м}^3} = 8500 \text{ кг/м}^3.$$

Ответ:  $8500 \text{ кг/м}^3$ .

- 44** Масса пробирки с водой составляет  $50 \text{ г}$ . Масса этой же пробирки, заполненной водой, но с куском металла в ней массой  $12 \text{ г}$ , составляет  $60,5 \text{ г}$ . Определите плотность металла, помещённого в пробирку.

Решение: Если бы часть воды из пробирки не вылилась, то в этом случае общая масса пробирки, воды и куска металла в ней была бы равна  $50 \text{ г} + 12 \text{ г} = 62 \text{ г}$ . По условию задачи масса воды в пробирке с куском металла в ней равна  $60,5 \text{ г}$ . Следовательно, масса воды, вытесненной металлом, равна  $1,5 \text{ г}$ , то есть составляет  $1/8$  массы куска металла. Таким образом, плотность металла в 8 раз больше плотности воды.

Ответ:  $8000 \text{ кг/м}^3$ .

- 45** Имеется три одинаковых ящика со свинцовой дробью. В первом ящике крупная дробь, во вто-

ром — мелкая, в третьем — смесь крупной и мелкой. Масса какого ящичка больше? Размеры ящичков считайте намного большими размеров дробинок.

**Решение:** Массы первого и второго ящичков практически равны, масса третьего ящичка больше. Если увеличить в несколько раз объём дробинок, то во столько же раз увеличится и объём пустот между дробинками. Следовательно, для первых двух ящичков (с крупной и мелкой дробью) отношение объёма, занятого дробью, к объёму ящичка одинаково. В третьем же ящичке (со смесью крупной и мелкой дроби) доля объёма, занятого дробью, больше, поскольку промежутки между крупными дробинками будут частично заполнены мелкими дробинками (наглядная аналогия: в ведро, доверху наполненное картошкой, можно насыпать ещё довольно много песка).

**Ответ:** Масса третьего ящичка больше.

**46** Полый медный куб с длиной ребра  $a = 6$  см имеет массу  $m = 810$  г. Какова толщина стенок куба?

**Решение:** Объём кубика  $V_{\text{к}} = a^3 = 216$  см<sup>3</sup>. Объём стенок  $V_{\text{с}}$  можно вычислить, зная массу кубика  $m_{\text{к}}$  и плотность меди  $\rho$ :  $V_{\text{с}} = m_{\text{к}}/\rho = 91$  см<sup>3</sup>. Следовательно, объём полости  $V_{\text{п}} = V_{\text{к}} - V_{\text{с}} = 125$  см<sup>3</sup>. Поскольку  $125$  см<sup>3</sup> =  $(5$  см)<sup>3</sup>, полость является кубом с длиной ребра  $b = 5$  см. Отсюда следует, что толщина стенок куба равна  $\frac{a-b}{2}$ .

**Ответ:** 0,5 см.

**47** Ученик провёл эксперимент по изучению выталкивающей силы, действующей на тело, полностью погружённое в жидкость, причём для эксперимента он использовал различные жидкости и сплошные цилиндры разного объёма, изготовленные из разных материалов.

Результаты экспериментальных измерений объёма цилиндров  $V$  и выталкивающей силы  $F_{\text{Арх}}$  (с указанием погрешности измерения) для различных цилиндров и жидкостей он представил в таблице.

№ опыта	Жидкость	Материал цилиндра	$V$ , см <sup>3</sup>	$F_{\text{Арх}}$ , Н
1	Вода	Алюминий	40	$0,4 \pm 0,1$
2	Масло	Алюминий	90	$0,8 \pm 0,1$
3	Вода	Сталь	40	$0,4 \pm 0,1$
4	Вода	Сталь	80	$0,8 \pm 0,1$

Выберите из предложенного перечня *два* утверждения, которые соответствуют результатам проведённых экспериментальных наблюдений. Укажите их номера.

- 1) Выталкивающая сила не зависит от плотности материала цилиндра.
- 2) Выталкивающая сила не зависит от рода жидкости.
- 3) Выталкивающая сила увеличивается при увеличении объёма тела.
- 4) Выталкивающая сила не зависит от объёма тела.

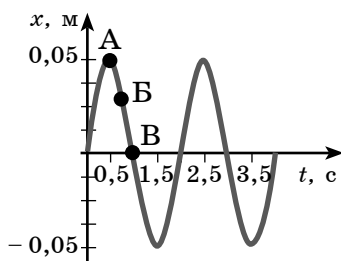
Выталкивающая сила, действующая на тело при погружении в масло, больше выталкивающей силы, действующей на это тело при погружении в воду.

Решение. Из таблицы видно, что при объёме 40 см<sup>3</sup> выталкивающая сила одинакова, значит, не зависит от плотности материала. Но при увеличении объёма выталкивающая сила увеличивается.

О т в е т : 13.

48

На рисунке представлен график гармонических колебаний математического маятника.



Используя данные графика, выберите из предложенного перечня *два* верных утверждения. Укажите их номера.

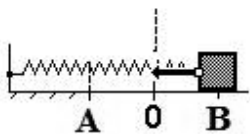
- 1) В начальный момент времени кинетическая энергия маятника равна нулю.
- 2) Частота колебаний маятника равна 0,5 Гц.
- 3) При переходе из состояния, соответствующего точке А, в состояние, соответствующее точке В, потенциальная энергия маятника уменьшается.
- 4) Амплитуда колебаний маятника равна 0,1 м.
- 5) Точка В соответствует максимальному смещению маятника из положения равновесия.

Решение. Частоту найдём по формуле  $\nu = \frac{1}{T}$ .

По графику видно, что  $T = 2$  с, значит, частота равна 0,5 Гц. Точка А соответствует максимальному смещению, то есть максимальному отклонению от положения равновесия, следовательно, обладает максимальной потенциальной энергией. Точка В соответствует максимальной скорости прохождения маятника, следовательно, максимальной кинетической энергии.

Ответ: 23.

- 49** Пружинный маятник совершает незатухающие колебания между точками А и В. Точка О соответствует положению равновесия маятника.



Используя текст и рисунки, выберите из предложенного перечня *два* верных утверждения. Укажите их номера.

- 1) За время, равное периоду колебаний, маятник проходит расстояние, равное  $AB$ .
- 2) При перемещении груза из положения  $B$  в положение  $O$  потенциальная энергия маятника увеличивается, а его кинетическая энергия уменьшается.
- 3) В точке  $O$  кинетическая энергия маятника максимальна.
- 4) Расстояние  $AB$  соответствует удвоенной амплитуде колебаний.
- 5) В точке  $A$  полная механическая энергия маятника принимает минимальное значение.

Решение. Так как точка  $O$  — положение равновесия, то при её прохождении маятник обладает максимальной скоростью, значит, максимальной кинетической энергией. Амплитуда колебания — это максимальное смещение от положения равновесия, значит, расстояние  $AB$  соответствует удвоенной амплитуде.

Ответ: 34.

- 50** К пружине подвешены грузы 1 Н, 2 Н и 3 Н. Каким должен быть груз, чтобы пружина растянулась на ту же длину?

Решение. Равнодействующая сил находится как сумма данных сил. Груз должен быть 6 Н.

Ответ: 6 Н.

- 51** Дети тянут санки, прилагая в направлении движения силы 7 и 9 Н. Сила сопротивления 14 Н. Чему равна равнодействующая этих сил?

Решение. Равнодействующую сил найдём, сложив силы 7 и 9 Н, и вычтем силу 14 Н. Получим равнодействующую 2 Н.

Ответ: 2 Н.



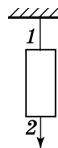
- 52** В соревновании по перетягиванию каната участвуют четыре человека. Двое из них тянут канат, прикладывая силы  $F_1 = 250$  Н и  $F_2 = 200$  Н, вправо, двое других — силы  $F_3 = 350$  Н и  $F_4 = 50$  Н, влево. Какова равнодействующая этих сил? В каком направлении будет двигаться канат?

**Решение.** Вправо действует результирующая сила — 450 Н, а влево — 400 Н. Следовательно, равнодействующая направлена вправо и равна 50 Н.

**Ответ:** 50 Н, вправо.

- 53** Массивный груз подвешен на тонкой нити 1. К грузу прикреплена такая же нить 2. Если резко дернуть за нить 2, то оборвется

- 1) только нить 1
- 2) только нить 2
- 3) нить 1 и нить 2 одновременно
- 4) либо нить 1, либо нить 2, в зависимости от массы груза

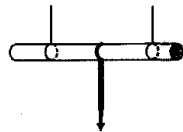


**Решение.** Так как груз массивный, то при резком движении за нить 2 он не успеет приобрести скорость, значит, оборвется нить 2.

**Ответ:** 2.

- 54** Если палочку, подвешенную на двух тонких нитях, медленно потянуть за шнур, прикреплённый к его центру, то

- 1) палочка сломается
- 2) оборвется шнур
- 3) оборвется одна из нитей
- 4) возможен любой вариант, в зависимости от приложенной силы

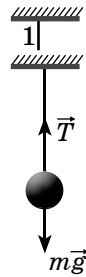


**Решение.** Так как мы тянем медленно, значит, палочка успеет приобрести определённую скорость и оборвется одна из нитей.

**Ответ:** 3.

**55** Шарик подвешен на невесомой нити. Какое из приведённых утверждений справедливо для шарика?

- 1) сила тяжести компенсирует вес тела
- 2) сила упругости компенсирует вес тела
- 3) сумма силы тяжести, веса и силы упругости равна нулю
- 4) сила упругости компенсирует силу тяжести



**Решение.** Сделаем рисунок и расставим силы, действующие на шарик (см. рис.). Шарик находится в гравитационном поле Земли, поэтому на него действует сила тяжести. Кроме того, шарик взаимодействует с нитью, и на него действует сила упругости нити. Так как шарик находится в равновесии, то эти силы компенсируют друг друга.

**Ответ:** 4.

**56** На соревнованиях по перетягиванию каната одна команда, состоящая из 5 человек, тянет канат с силой 5000 Н. Какую силу нужно приложить команде, состоящей из 4 человек, чтобы удержать канат неподвижным?

**Решение.** По первому закону Ньютона силы действия на канат должны быть скомпенсированы, чтобы он остался неподвижным. Поэтому команда из 4 человек должна приложить такую же силу, как и команда из 5 человек — 5000 Н.

**Ответ:** 5000 Н.

**57** Полый металлический шарик равномерно падает на дно сосуда с водой. Какое из приведённых ниже утверждений верно объясняет наблюдаемое движение?

- 1) сила тяжести больше силы Архимеда
- 2) сила тяжести меньше силы Архимеда
- 3) сила тяжести равна силе Архимеда
- 4) падение в жидкости всегда является равномерным

**Решение.** По первому закону Ньютона равномерное движение происходит, когда силы, приложенные к телу, равны по модулю, но противоположны по направлению.

**Ответ:** 3.

**58** Движение автомобиля по инерции наступает

- 1) сразу же после выключения двигателя
- 2) через некоторое время после выключения двигателя
- 3) если все силы, действующие на автомобиль в горизонтальном направлении, скомпенсированы
- 4) если на автомобиль действует только сила тяжести

**Решение.** Движение по инерции происходит при отсутствии сил, действующих на тело, или при их компенсации.

**Ответ:** 3.

**59** В некоторой инерциальной системе отсчёта траектория движения тела — отрезок прямой. В другой системе отсчёта — это окружность. Является ли новая система отсчёта тоже инерциальной?

- 1) да
- 2) нет
- 3) это зависит от движения тела
- 4) может быть либо инерциальной, либо неинерциальной

**Решение.** Если какая-либо система отсчёта движется относительно инерциальной системы отсчёта равномерно и прямолинейно, то она тоже инерциальная. Во всех остальных случаях вторая система отсчёта неинерциальная.

**Ответ:** 2.

**60** Могут ли сила, действующая на тело, и ускорение тела быть взаимно перпендикулярными?

- 1) они всегда взаимно перпендикулярны
- 2) они направлены в противоположные стороны

- 3) они всегда сонаправлены  
 4) в некоторых случаях они взаимно перпендикулярны

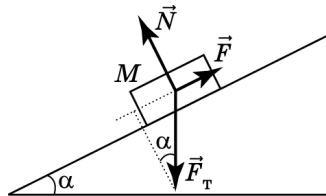
Решение. Это невозможно, ускорение тела всегда сонаправлено с действующей на него силой.

Ответ: 3.

61

Тело массой 10 кг находится на гладкой наклонной плоскости с углом наклона  $30^\circ$ . Для того чтобы тело находилось в равновесии на наклонной плоскости, нужно приложить направленную вдоль поверхности силу. Чему она равна?

Решение. Сделаем чертёж к этой задаче (см. рис.).



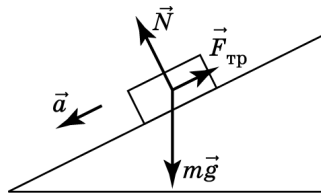
Из чертежа видно, что условие равновесия тела имеет вид  $F = F_T \sin \alpha = mg \sin \alpha$ .

Расчёт даёт  $F = 10 \text{ кг} \cdot 10 \text{ м/с}^2 \cdot 0,5 = 50 \text{ Н}$ .

Ответ: 50 Н.

62

В инерциальной системе отсчёта брусок массой  $m$  начинает скользить с ускорением вниз по наклонной плоскости (см. рис.). Чему равен модуль равнодействующей сил, действующих на брусок?



**Решение.** Равнодействующая всех сил есть векторная сумма всех сил, приложенных к телу. По второму закону Ньютона равнодействующая всех сил равна произведению массы тела на его ускорение.

**Ответ:**  $ma$ .

- 63** На левом рисунке представлены векторы скорости и ускорения тела. Какой из четырёх векторов на правом рисунке указывает направление вектора силы, действующей на это тело?



**Решение.** По второму закону Ньютона

$\vec{F} = m \cdot \vec{a}$ . Следовательно, куда направлено ускорение, туда же направлена сила.

**Ответ:** 3.

- 64** Спустившись с горки, санки с мальчиком начинают тормозить с ускорением  $2 \text{ м/с}^2$ . Определите величину тормозящей силы, если общая масса мальчика и санок равна  $40 \text{ кг}$ .

**Решение.** По второму закону Ньютона

$$\vec{F} = m \cdot \vec{a}. F = 2 \text{ м/с}^2 \cdot 40 \text{ кг} = 80 \text{ Н}.$$

**Ответ:**  $80 \text{ Н}$ .

- 65** Шайба, скользящая по льду, остановилась через время  $t = 5 \text{ с}$  после удара о клюшку на расстоянии  $l = 20 \text{ м}$  от места удара. Масса шайбы  $m = 100 \text{ г}$ . Определите действовавшую на шайбу силу трения.

**Решение.** По второму закону Ньютона

$$m\vec{a} = \vec{F} = \vec{F}_{\text{тр}}.$$

В проекции на направление движения  $ma = F_{\text{тр}}$ . Для нахождения силы трения нам потребуется определить ускорение тела. Решая совместно кинематические уравнения

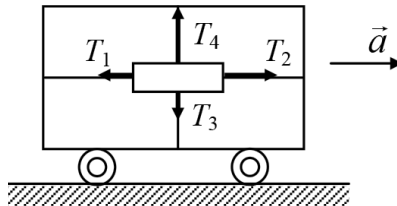
$$l = \frac{v_0^2}{2a} \text{ и } l = v_0 t - \frac{at^2}{2},$$

получаем квадратное уравнение относительно начальной скорости  $v_0^2 - 16v_0 + 64 = 0$ . Решая это квадратное уравнение, находим, что  $v_0 = 8$  м/с, следовательно,  $a = \frac{v_0^2}{2l} = \frac{8^2}{2 \cdot 20} = 1,6$  м/с<sup>2</sup>. Тогда сила трения  $F_{\text{тр}} = 0,1 \cdot 1,6 = 0,16$  Н.

Интересно, что тот же результат был бы получен при использовании в решении задачи «метода от противного», если из точки остановки разогнать шайбу обратно к ключке, тогда и  $l = \frac{at^2}{2} \Rightarrow a = \frac{2l}{t^2}$ , и  $F_{\text{тр}} = ma = m \frac{2l}{t^2} = 0,1 \cdot \frac{2 \cdot 20}{5^2} = 0,16$  Н.

О т в е т : 0,16 Н.

**66** Груз закреплён на тележке. На него действуют противоположно направленные горизонтальные силы  $T_1$  и  $T_2$  и вертикальные  $T_3$ ,  $T_4$ . С каким ускорением тележка движется по горизонтальной плоскости?



Решение. В проекции на направление движения тележки  $F_2 - F_1 = ma$ , на вертикальное направление —  $F_4 - F_3 = mg$ .

Тогда  $m = \frac{T_4 - T_3}{g}$ .

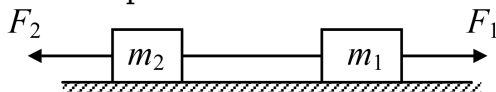
Подставляя в первое выражение массу, получаем

$$T_2 - T_1 = \frac{T_4 - T_3}{g} a.$$

Следовательно, тележка движется по горизонтальной плоскости с ускорением  $a = \frac{T_2}{T_4} \frac{T_1}{T_3} g$

Ответ:  $a = \frac{T_2 - T_1}{T_4 - T_3} g$ .

- 67** Два тела массами  $m_1$  и  $m_2$  связаны нитью, выдерживающей силу натяжения  $T$ . К телам приложены силы  $F_1 = \alpha t$  и  $F_2 = 2\alpha t$ , где  $\alpha$  — постоянный коэффициент, имеющий размерность,  $t$  — время действия силы. Определить, в какой момент времени нить порвётся.



**Решение.** Так как тела связаны, то движение происходит с одинаковым ускорением, в сторону второй силы. Справедливо равенство  $a_2 = a_1$ .

Используем второй закон Ньютона  $\frac{F_{2p}}{m_2} = \frac{F_{1p}}{m_1}$ ,

где  $F_{2p}$  и  $F_{1p}$  — результирующие силы, равные соответственно:  $F_{2p} = F_2 - T$  и  $F_{1p} = F_1 - T$ , где  $T$  —

сила натяжения нити. Тогда  $\frac{F_2 - T}{m_2} = \frac{T - F_1}{m_1}$  или  $\frac{2\alpha t - T}{m_2} = \frac{T - \alpha t}{m_1}$ . Решая последнее равенство по

отношению к  $t$ , найдём  $t = \frac{T(m_2 + m_1)}{\alpha(2m_1 + m_2)}$ .

Ответ:  $t = \frac{T(m_2 + m_1)}{\alpha(2m_1 + m_2)}$ .

68

Брусок массой 3 кг лежит на горизонтальной плоскости с коэффициентом трения скольжения 0,4. К бруску под углом  $60^\circ$  к горизонту приложена сила, модуль которой возрастает пропорционально времени от 0 до 15 Н за 3 с. Найти модуль силы трения через 2 с после начала действия силы.

**Решение.** Ключевым моментом решения задачи является выяснение вопроса о том, движется или покоится тело к указанному моменту времени. В первом случае сила трения является силой трения скольжения, во втором — силой трения покоя. Предположим, что к указанному моменту времени тело движется с ускорением в положительном направлении оси  $X$ . Запишем второй закон Ньютона:

$$m\vec{a} = \vec{F} + m\vec{g} + \vec{F}_{mn} + \vec{N}. \quad (1)$$

Спроецировав все силы на оси координат, получим уравнения движения

$$ma = F\cos\alpha - F_{\text{тр}}. \quad (2)$$

$$0 = F\sin\alpha - mg + N. \quad (3)$$

Из уравнения (3) определим модуль нормальной реакции опоры  $N$ , а затем модуль силы трения, которая в соответствии со сделанным предположением является силой трения скольжения:

$$F_{\text{тр}} = \mu N = \mu(mg - F\sin\alpha). \quad (4)$$

Подставив выражение (4) в (2), а затем числовые значения заданных величин, получаем:

$$ma_x = F(\cos\alpha + \mu\sin\alpha) - \mu mg$$

и

$$ma_x = 10(0,5 + 0,2 \cdot \sqrt{3}) - 12 = 2\sqrt{3} - 7 < 0.$$

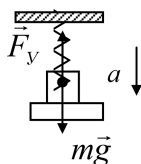
Полученный отрицательный знак проекции ускорения на направление движения противоречит сделанному предположению ( $a_x > 0$ ), выражение (2) имеет следующий вид:

$$0 = F\cos\alpha - F_{\text{тр. пок}} \Rightarrow F_{\text{тр. пок}} = F\cos\alpha = 10 \cdot 0,5 = 5 \text{ Н.}$$

**О т в е т :** 5 Н.



- 69** На подставке лежит тело массой 15 кг, подвешенное к потолку с помощью пружины с коэффициентом жёсткости 3000 Н/м. В начальный момент времени пружина не растянута. Подставку начинают опускать вниз с ускорением 2 м/с<sup>2</sup>. Через какое время тело оторвётся от подставки?



**Решение.** Пока тело находится на подставке, его ускорение равно ускорению подставки. В момент отрыва от подставки тело не давит на подставку, реакция опоры равна нулю. Уравнение второго закона Ньютона в проекции на направление ускорения будет иметь вид:  $ma = mg - kx$ . В этом равенстве  $x$  является абсолютной деформацией пружины в момент отрыва тела от подставки и, учитывая, что пружина в начальный момент не деформирована, представляет собой путь, пройденный телом к этому моменту, то есть  $x = \frac{at^2}{2}$ . Или  $ma = mg - \frac{k at^2}{2} \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2m(g-a)}{ka}} = 0,2$  с.

**Ответ:** 0,2 с.

- 70** Как направлены силы, возникающие при взаимодействии тел?

- 1) в одну сторону
- 2) в противоположные стороны
- 3) перпендикулярно друг другу
- 4) среди ответов нет правильного

**Решение.** Из третьего закона Ньютона следует, что силы равны по модулю, но противоположны по направлению.

**Ответ:** 2.

- 71** Могут ли уравновешивать друг друга силы, возникающие при взаимодействии?

- 1) да, так как они направлены в одну сторону
- 2) нет, так как они противоположно направлены

- 3) нет, так как они приложены к разным телам  
4) среди ответов нет правильного

Решение. Из третьего закона Ньютона следует, что силы равны по модулю, но противоположны по направлению и приложены к разным телам.

Ответ: 3.

- 72 Самолёт притягивается к Земле с силой 250 кН. С какой силой Земля притягивается к самолёту?

Решение. Из третьего закона Ньютона следует: силы равны по модулю, но противоположны по направлению.

Ответ: 250 кН.

- 73 Полосовой магнит массой  $m$  поднесли к массивной стальной плите массой  $M$ . Сравните силу действия магнита на плиту  $F_1$  с силой действия плиты на магнит  $F_2$ .

Решение. Из третьего закона Ньютона следует, что силы равны по модулю, но противоположны по направлению.

Ответ:  $F_1 = F_2$ .

- 74 Столкнулись грузовой автомобиль массой 3 т и легковой автомобиль массой 1,2 т. Грузовой автомобиль в результате удара стал двигаться с ускорением 5 м/с<sup>2</sup>. С каким ускорением двигался легковой автомобиль сразу после аварии?

Решение. Из третьего закона следует, что силы равны по модулю, но противоположны по направлению  $m_1 a_1 = m_2 a_2$ , следовательно,

$$a_2 = \frac{m_1 \cdot a_1}{m_2} = 12,5 \text{ м/с}^2.$$

Ответ: 12,5 м/с<sup>2</sup>.

**75** Какая формулировка соответствует понятию «трение»?

- 1) количественная мера взаимодействия тел, являющаяся причиной появления ускорения тел
- 2) явление сохранения телом скорости в случае, когда равнодействующая сил, действующих на тело, равна нулю
- 3) взаимодействие, возникающее в месте соприкосновения тел и препятствующее их относительному движению
- 4) среди предложенных ответов нет верного

**Решение.** По определению сила, возникающая в месте соприкосновения тел и препятствующая их относительному перемещению, называется силой трения.

**Ответ:** 3.

**76** Перемещая ящик по полу с постоянной скоростью, прилагают силу, равную  $5H$ . Чему равна сила трения?

**Решение.** Из третьего закона следует, что силы равны по модулю, но противоположны по направлению.

**Ответ:**  $5H$ .

**77** Какая сила остановила мяч, катившийся по ровной дороге без препятствий?

- 1) сила тяжести
- 2) сила упругости
- 3) сила трения
- 4) вес тела

**Решение.** Сила, препятствующая движению.

**Ответ:** 3.

**78** Как изменится сила трения скольжения при движении бруска по горизонтальной плоскости, если силу нормального давления увеличить в 2 раза?

- 1) не изменится

- 2) увеличится в 2 раза
- 3) уменьшится в 2 раза
- 4) увеличится в 4 раза

Решение. Силу трения находим по формуле  $F_{\text{тр}} = \mu \cdot N$ , где  $N$  — сила нормального давления, следовательно, сила трения увеличится в 2 раза.

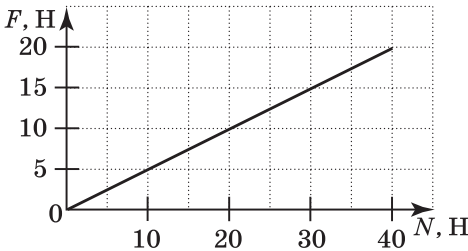
Ответ: 2.

- 79** Брусок массой 0,2 кг равномерно тянут с помощью динамометра по горизонтальной поверхности стола. Показания динамометра 0,5 Н. Чему равен коэффициент трения скольжения?

Решение. Силу трения находим по формуле:  $F_{\text{тр}} = \mu \cdot N$ , где  $N$  — сила нормального давления, равная  $mg$ .  $\mu = \frac{F_{\text{тр}}}{m \cdot g} = \frac{0,5 \text{ Н}}{0,2 \text{ кг} \cdot 10 \text{ м/с}^2} = 0,25$ .

Ответ: 0,25.

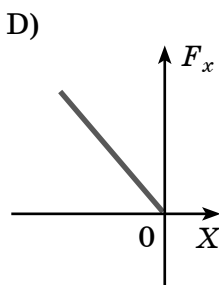
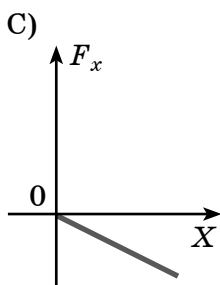
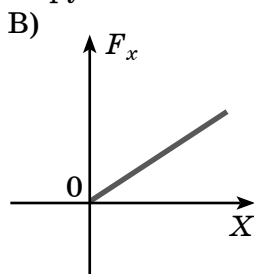
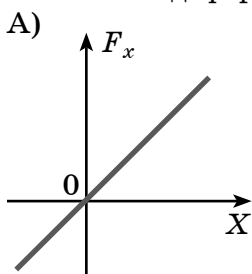
- 80** На рисунке представлен график зависимости модуля силы  $F$  от модуля силы нормального давления  $N$ . Определите коэффициент трения скольжения.



Решение. Силу трения находим по формуле:  $F_{\text{тр}} = \mu \cdot N$ ,  $\mu = \frac{F}{N} = \frac{20}{40} = 0,5$ .  $F$  и  $N$  определяем из графика.

Ответ: 0,5.

- 81** Из нижеприведённых графиков наиболее точно описывает зависимость проекции силы упругости от величины деформации пружины



Решение. По определению сила упругости прямо пропорциональна удлинению, значит, соответствует график В.

Ответ: В.

- 82** Жёсткость пружины при уменьшении сил, приложенных к её концам в два раза, изменится так:

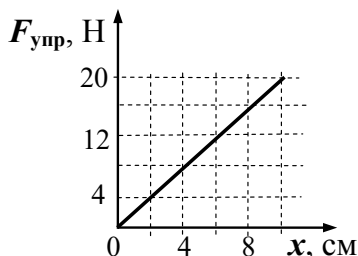
- 1) уменьшится в 2 раза
- 2) увеличится в 2 раза
- 3) не изменится
- 4) увеличится в 4 раза

Решение. Из закона Гука следует, что жёсткость определяется по формуле  $k = \frac{F}{x}$ .

Тогда при уменьшении силы в два раза жёсткость не изменится.

Ответ: 3.

- 83** По результатам исследования построен график зависимости модуля силы упругости пружины от её деформации (см. рис.). Чему равна жёсткость пружины?



Решение. Из закона Гука следует, что жёсткость определяется по формуле  $k = \frac{F_{\text{упр}}}{x}$ .

$$k = \frac{20 \text{ Н}}{0,1 \text{ м}} = 200 \text{ Н/м.}$$

Ответ: 200 Н/м.

- 84** Установите соответствие между физическими величинами и единицами измерения этих величин в системе СИ.

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА	ЕДИНИЦА ВЕЛИЧИНЫ
А) жёсткость	1) килограмм (1 кг)
Б) сила	2) ньютон (1 Н)
В) вес	3) ньютон·метр (1 Н·м)
Г) ускорение	4) ньютон на метр (1 Н/м)
	5) метр в секунду за секунду (1 м/с <sup>2</sup> )
	6) джоуль (1 Дж)

Решение. По определению жёсткость равна отношению силы к деформации (Н/м), сила (Н), вес — это сила (Н), ускорение равно отношению изменения скорости за единицу времени (м/с<sup>2</sup>).

Ответ:

А	Б	В	Г
4	2	2	5

- 85** Под действием силы 10 Н пружина удлинилась на 4 см. На сколько см удлинится пружина под действием силы 6 Н?

Решение. По закону Гука  $k = \frac{F_{\text{упр}}}{x}$ , следовательно,  $k = \frac{10 \text{ Н}}{0,04 \text{ м}} = 250 \text{ Н/м}$ .

Тогда  $x = \frac{6 \text{ Н}}{250 \text{ Н/м}} = 0,024 \text{ м} = 2,4 \text{ см}$ .

Ответ: 2,4 см.

- 86** Во сколько раз отличается жёсткость троса, свитого из шести проволок, от жёсткости одной проволоки?

Решение. Если сила, прикладываемая к тросу, равна  $F$ , то к каждой проволоке приложены силы  $F_1 = F/6$ .

Отсюда следует, что  $k = F/x = 6F_1/x = 6k_1$  ( $k$  и  $k_1$  — соответственно жёсткости троса и одной проволоки,  $x$  — удлинение троса).

Ответ: жёсткость троса в шесть раз больше.

- 87** Какова жёсткость системы из двух пружин, соединённых параллельно? Жёсткости пружин  $k_1$  и  $k_2$ .

Решение. Коэффициент жёсткости упругой системы определяется из соотношения  $F = kx$ , где  $F$  — сила упругости, а  $x$  — модуль общего удлинения системы.

При параллельном соединении пружин  $x = x_1 = x_2$ ,  $F = F_1 + F_2$ , здесь  $x_1$ ,  $x_2$  — удлинения пружин, а  $F_1$ ,  $F_2$  — создаваемые этими пружинами силы упругости.

Отсюда  $k = F/x = (F_1 + F_2)/x = k_1 + k_2$ .

Ответ:  $k = k_1 + k_2$ .

**88** Какова жёсткость системы из двух пружин, соединённых последовательно? Жёсткости пружин  $k_1$  и  $k_2$ .

Решение. Коэффициент жёсткости упругой системы определяется из соотношения  $F = kx$ , где  $F$  — сила упругости, а  $x$  — модуль общего удлинения системы. При последовательном соединении каждая из пружин растягивается силой  $F$ . Полное удлинение системы  $x = x_1 + x_2$ , то есть  $F/k = F/k_1 + F/k_2$ , отсюда  $k = k_1 k_2 / (k_1 + k_2)$ .

Ответ:  $k = k_1 k_2 / (k_1 + k_2)$ .

**89** Два маленьких шарика находятся на расстоянии  $r$  друг от друга. Сила гравитационного притяжения шариков уменьшилась в 9 раз, при этом расстояние

- 1) увеличилось в 3 раза
- 2) увеличилось в 9 раз
- 3) увеличилось в  $\sqrt{3}$  раз
- 4) уменьшилось в 3 раза

Решение. Из закона всемирного тяготения  $F = G \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$  следует, что знаменатель дроби надо увеличить в 9 раз, следовательно,  $r$  увеличили в 3 раза.

Ответ: 1.

**90** Искусственный спутник Земли переходит с высокой на более низкую круговую орбиту. Как изменяются при этом центростремительное ускорение спутника, его скорость и период обращения вокруг Земли?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась



Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Центростремительное ускорение	Скорость движения по орбите	Период обращения спутника

**Решение.** Так как радиус орбиты уменьшается, то центростремительное ускорение увеличивается, значит, и скорость тоже увеличивается, а вот период уменьшается.

**Ответ:** 112.

**91** Какие из утверждений верны?

А. Сила тяготения, действующая на некоторое тело у поверхности Луны, меньше силы тяготения, действующей на это тело у поверхности Земли.

Б. Всемирное тяготение между Землёй и Луной проявляется в океанических приливах и отливах.

- 1) только А                      3) оба утверждения верны  
2) только Б                      4) оба утверждения неверны

**Решение.** По закону всемирного тяготения

$$F = \frac{GMm}{r^2},$$

здесь  $M$  — масса планеты,  $m$  — масса тела. Чем меньше масса планеты, тем меньше сила тяготения, действующая на некоторое тело у поверхности этой планеты. Масса Луны меньше массы Земли, поэтому утверждение А верно. Частицы, которые находятся в данный момент ближе к Луне, притягиваются ею сильнее, а более далёкие — слабее, в результате этого и возникают приливы и отливы.

**Ответ:** 3.

**92** Закон всемирного тяготения в виде  $F = G \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$ ,

где  $m_1$  и  $m_2$  — массы взаимодействующих тел,  $r$  — расстояние между ними, а  $G$  — гравитационная постоянная, справедлив

- 1) всегда
- 2) только для звёзд и планет
- 3) для любых протяжённых тел
- 4) для тел, которые можно считать материальными точками

**Решение.** Все тела притягиваются гравитационно друг к другу, но закон всемирного тяготения описывает взаимодействие тел, которые можно считать материальными точками.

**Ответ:** 4.

**93** В состоянии невесомости на тело

- 1) обязательно не действуют никакие силы
- 2) может действовать сила тяжести
- 3) действие всех сил скомпенсировано
- 4) может действовать сила реакции опоры

**Решение.** Состояние невесомости — это случай отсутствия веса тела. Такое состояние наступает тогда, когда тело не давит на опору или не растягивает нить, на которой оно подвешено. Когда, например, это тело находится на искусственном спутнике Земли, оно невесомо, но сила тяжести на него действует.

**Ответ:** 2.

**94** При изменении расстояния между взаимодействующими телами сила взаимодействия менялась. Соответствующие данные приведены в таблице. Как меняется эта сила с расстоянием?

$r$ , м	1	2	3	4
$F$ , Н	$10^3$	125	37	15,6

- 1) увеличивается прямо пропорционально  $r$
- 2) уменьшается обратно пропорционально  $r$
- 3) уменьшается обратно пропорционально  $r^2$
- 4) уменьшается обратно пропорционально  $r^3$

**Решение.** Увеличение расстояния от 1 м до 2 м приводит к снижению силы в 8 раз, от 1 м до 3 м — в 27 раз, от 1 м до 4 м — в 64 раза. Таким образом, сила взаимодействия убывает обратно пропорционально  $r^3$ .

**Ответ:** 4.

- 95** Во сколько раз уменьшается ускорение свободного падения при подъёме тела с поверхности Земли на высоты, равные двум и трём радиусам Земли?

НА ВЫСОТЕ	ОТНОШЕНИЕ УСКОРЕНИЙ
А) два радиуса	1) 3
Б) три радиуса	2) 9
	3) 4
	4) 16

**Решение.** Сила тяжести, действующая на тело, является силой его притяжения к Земле, которую можно подсчитать по закону всемирного тяготения. Для поверхности Земли  $mg = G \frac{mM}{R^2}$ , здесь  $m$  — масса тела,  $M$  — масса Земли,  $R$  — её радиус. Отсюда  $g = G \frac{M}{R^2}$ .

На высоте  $H = 2R$  ускорение свободного падения будет  $g'$ ,  $mg' = G \frac{mM}{9R^2}$ .

Таким образом, ускорение свободного падения уменьшится в 9 раз.

**Ответ:**

А	Б
2	4

.

96

Каковы силы тяжести, действующие на каждый из свинцовых шаров диаметром 1 м и массой 160 кг каждый на поверхности Земли, и сила гравитационного взаимодействия между ними?

СИЛА	ВЕЛИЧИНА СИЛЫ
А) тяжести	1) 1,72 мкН
Б) гравитационного взаимодействия	2) 160 Н
	3) 1600 Н
	4) 1,27 мкН

Решение. По закону всемирного тяготения сила взаимодействия шаров  $F = G \frac{m^2}{r^2}$ . Здесь расстояние между центрами шаров равно их диаметру  $r = D$ . Сила натяжения

$$P = mg = 160 \text{ кг} \cdot 10 \text{ м/с}^2 = 1600 \text{ Н.}$$

$$F = \frac{6,7 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{кг}^2} \cdot (160 \text{ кг})^2}{1 \text{ м}} = 1,72 \cdot 10^{-6} \text{ Н} = 1,72 \text{ мкН.}$$

Ответ: 

А	Б
3	1

.

97

Две планеты с одинаковыми массами обращаются по круговым орбитам вокруг звезды. Для первой из них сила притяжения к звезде в 4 раза больше, чем для второй. Каково отношение радиусов орбит первой и второй планет?

Решение. Из закона всемирного тяготения

$$F = \frac{Gm_1m_2}{r^2}, \text{ если сила притяжения в 4 раза больше, значит, радиус орбиты в 2 раза меньше.}$$

Ответ:  $\frac{1}{2}$ .

98

Во время выступления гимнастка отталкивается от трамплина (этап 1), делает сальто в воздухе (этап 2) и приземляется на ноги (этап 3). На ка-

ком(-их) этапе(-ах) движения гимнастка может испытывать состояние, близкое к невесомости?

Решение. Вес — сила, с которой тело действует на какую-либо опору, значит, невесомость — это состояние тела, когда оно не давит на опору, то есть на втором этапе.

Ответ: Только на 2 этапе.

**99** При свободном падении в вакууме свинцового шарика, пробки, птичьего пера

- 1) свинцовый шарик падает с наибольшим ускорением
- 2) пробка падает с наименьшим ускорением
- 3) птичье перо падает с наименьшим ускорением
- 4) все эти тела падают с одинаковым ускорением

Решение. Так как падение происходит в вакууме, то в любой момент времени все эти предметы имеют одинаковые ускорения.

Ответ: 4.

**100** Камень массой 100 г брошен вертикально вверх с начальной скоростью  $v = 20$  м/с. Чему равен модуль силы тяжести, действующей на камень в момент броска?

Решение. Сила тяжести определяется гравитацией и не зависит от других действий и состояний тела. Она всегда равна:  $F = mg$ .  $F = 0,1$  кг,  $10$  м/с = 1 Н.

Ответ: 0 Н.

**101** Камень массой 0,2 кг брошен под углом  $60^\circ$  к горизонту. Чему равен модуль силы тяжести, действующей на камень в момент броска?

Решение. Сила тяжести находится по формуле  $F = mg = 0,2$  кг ·  $10$  м/с = 2 Н.

Ответ: 2 Н.

- 102** Каким законом можно объяснить возможность движения космического корабля в открытом космосе?
- 1) законом сохранения энергии
  - 2) вторым законом Ньютона
  - 3) третьим законом Ньютона
  - 4) законом сохранения импульса

**Решение.** В открытом космосе нет воздуха и движение связано с выбросом струй сгоревших газов из двигателя корабля. По закону сохранения импульса корабль движется в противоположную сторону.

**Ответ:** 4.

- 103** Два бильярдных шара массой 100 г каждый движутся навстречу друг другу со скоростями 2 м/с и 3 м/с. Определите суммарный импульс шаров после столкновения. Считать удар абсолютно упругим.

**Решение.** По закону сохранения импульса векторная сумма импульсов должна оставаться постоянной. Так как шары движутся навстречу друг другу, то их суммарный импульс до столкновения равен  $p = mv_2 - mv_1$ .

Переводя в СИ 100 г = 0,1 кг и подставляя численные значения, получаем  $p = 0,1 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$ .

**Ответ:**  $0,1 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$ .

- 104** Пуля массой 15 г, летящая горизонтально со скоростью 10 м/с, попадает в баллистический маятник массой 500 г и прилипает к нему. Какую скорость приобретёт маятник после прилипания пули?

**Решение.** Запишем для системы маятник-пуля закон сохранения импульса  $mv = (m + M)u$ , откуда

$$u = \frac{m}{m + M}v. \quad u = \frac{15 \cdot 10^{-3}}{0,5 + 0,015} \cdot 10 = 0,29.$$

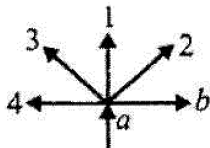
**Ответ:** 0,29 м/с.

- 105** Если от летящего тела отделилась его часть, скорость которой направлена против скорости тела, то что произойдёт с новой скоростью оставшейся части тела?

**Решение.** Летящее тело должно сохранять свой импульс. Когда оно распадается на части, обе части вместе должны иметь импульс, которым обладало всё тело. При полёте одной части в противоположном направлении импульс этой части становится отрицательным. Тогда импульс оставшейся части и её скорость должны увеличиться.

**Ответ:** станет больше.

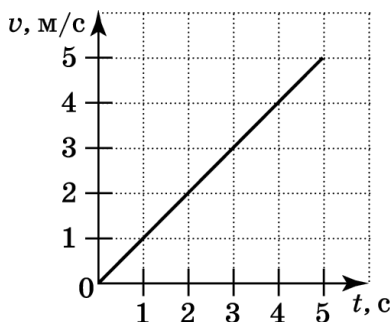
- 106** Тело двигалось в направлении  $a$ , после того как тело распалось на 2 части, первая часть движется в направлении  $b$  (см. рис.). В каком направлении движется вторая часть?



**Решение.** Вектор импульса тела должен остаться неизменным. После распада тела на две части и при движении одной части в направлении  $b$  у второй части скорость должна быть направлена так, чтобы векторная сумма этой скорости и вектора  $b$  была направлена вдоль прежней скорости тела, то есть вдоль вектора  $a$ . Это возможно только в том случае, если скорость второй части тела имеет направление 3.

**Ответ:** 3.

- 107** На рисунке представлен график зависимости скорости  $v$  движения автомобиля от времени  $t$ . Чему равна масса автомобиля, если его импульс через 3 с после начала движения составляет  $4500 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$ ?



Решение. Через три секунды после начала движения автомобиль имел скорость 3 м/с. Импульс определяется как произведение массы тела на его скорость. Следовательно, масса автомобиля равна:  $m = 4500 : 3 = 1500$  кг.

О т в е т: 1500 кг.

**108** Вдоль оси  $Ox$  движется тело массой  $m = 1$  кг со скоростью  $V_0 = 2$  м/с. Вдоль направления движения действует сила  $F = 4$  Н в течение некоторого времени  $t = 2$  с. Определите скорость тела после окончания действия этой силы.

Решение. Вспоминая, что импульс силы — это изменение импульса тела, запишем следующее выражение:  $\vec{F} \cdot t = m \cdot \vec{V} - m \cdot \vec{V}_0$ .

Теперь уравнение согласуем с выбранной системой отсчёта. Сила  $F$  при проекции на ось  $X$  будет с положительным знаком, а значит:  $F_x \cdot t = m \cdot V_x - m \cdot V_{0x}$ . Затем, преобразовав это уравнение, выделив из него ту скорость, которую нужно определить, запишем следующее выражение:  $V_x = \frac{F_x \cdot t + m \cdot V_{0x}}{m} = 10$  м/с.

О т в е т: 10 м/с.

**109** Тело массой  $m = 100$  г падает свободно. Определите изменение импульса этого тела за первые две секунды падения.



**Решение.** Свободно падая, тело через 2 с приобретёт скорость  $v = v_0 + gt = gt$ .

Изменение импульса равно

$$\Delta p = mv - mv_0 = mv = mgt.$$

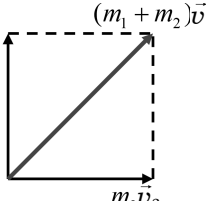
После вычислений  $\Delta p = 2 \text{ Н}\cdot\text{с}$ .

**Ответ:** 2 Н·с.

- 110** Плот массой  $m_1$  свободно скользит по поверхности воды со скоростью  $v_1$ . На плот с берега прыгает человек массой  $m_2$ . Скорость человека перпендикулярна скорости плота и равна  $v_2$ . Определить скорость  $v$  плота с человеком. Силами трения плота о воду пренебречь.

**Решение.** Так как внешних сил в момент прыжка нет, выполняется закон сохранения импульса.

$$[(m_1 + m_2)v]^2 = (m_1v_1)^2 + (m_2v_2)^2. \quad m_1\vec{v}_1 \quad (m_1 + m_2)\vec{v}$$

$$v = \frac{1}{m_1 + m_2} \sqrt{(m_1v_1)^2 + (m_2v_2)^2}.$$


Эта скорость образует с первоначальным направлением движения плота угол  $\alpha$ , причём

$$\operatorname{tg} \alpha = m_2v_2 / m_1v_1.$$

**Ответ:**  $v = \frac{1}{m_1 + m_2} \sqrt{(m_1v_1)^2 + (m_2v_2)^2}.$

- 111** Вертикально вверх произведён выстрел из пушки. Начальная скорость снаряда  $v_0$ . В точке максимального подъёма снаряд разорвался на две равные по массе половины. Первая упала вблизи точки выстрела, имея скорость  $2v_0$ . Через какое время после выстрела упадет вторая половина? Какую скорость она будет иметь в момент падения?

**Решение.** В момент взрыва полный импульс равен нулю (максимальная точка подъёма).

$$mv_1 + mv_2 = 0, \text{ или } v_1 = -v_2.$$

Высота, на которой разорвался снаряд, равна  $H = \frac{v_0^2}{2g}$ . Из закона сохранения энергии для первого осколка получим:

$$\frac{mv_1^2}{2} + mgH = \frac{m(2v_0)^2}{2} \Rightarrow v_1 = v_0\sqrt{3}, \text{ следовательно,}$$

$$v_2 = -v_1 = -v_0\sqrt{3}.$$

На землю второй осколок упадёт с той же скоростью, что и первый осколок. Время его падения  $t$  складывается из времени подъёма  $t_1$  на максимальную высоту и времени падения  $t_2$  с этой высоты вниз.

$$t_1 = \frac{|v_2|}{g} = \frac{v_0\sqrt{3}}{g}, \quad t_2 = \frac{2v_0}{g} \Rightarrow t = \frac{v_0}{g}(2 + \sqrt{3}).$$

О т в е т:  $t = \frac{v_0}{g}(2 + \sqrt{3}).$

**112** Ядро, летевшее в горизонтальном направлении со скоростью 20 м/с, разорвалось на два осколка массами 10 кг и 5 кг. Скорость меньшего осколка равна 90 м/с и направлена вертикально вверх. Определить модуль и направление скорости большего осколка.

**Решение.** Система «ядро — осколки» не замкнута вследствие действия силы тяжести. Однако задача может быть решена на основании закона сохранения импульса, так как время разрыва мало. Изобразим на чертеже векторы импульсов тел системы непосредственно перед и после разрыва. Запишем закон сохранения импульса в векторной форме:  $(M + m)\vec{v} = M\vec{v}_1 + m\vec{v}_2$ .

Ось  $X$  направим горизонтально, ось  $Y$  — вертикально, угол между вектором  $\vec{v}_1$  и осью  $X$  обозначим  $\alpha$ . Проецируем векторные величины на ось  $X$  и  $Y$ :  $(M + m)v = Mv_1 \cos \alpha, \quad 0 = mv_2 - Mv_1 \sin \alpha.$

Решив систему уравнений, получим:

$$v_1 = \sqrt{\frac{m^2 v^2 + (m + M)^2 v^2}{M}},$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{m v_2}{(m + M) v}.$$

После вычислений находим

$$v_1 = 54 \text{ м/с}, \alpha = 29^\circ.$$

Ответ:  $v_1 = 54 \text{ м/с}, \alpha = 29^\circ$ .

- 113** Грузовик едет со скоростью 7 м/с. Мячик массой 0,25 кг, брошенный вдогонку грузовика, ударяется абсолютно упруго в его задний борт с горизонтальной скоростью 10 м/с. Определить импульс мяча сразу после удара.

**Решение.** Относительно грузовика мячик летит со скоростью  $v_0 = v_2 - v_1$ .

После упругого отскока мячик полетит с той же скоростью относительно грузовика, но в противоположном направлении. Скорость мячика относительно Земли будет равна векторной сумме противоположно направленных скоростей  $\vec{v} = \vec{v}_1 + \vec{v}_0$ .

Поэтому для модуля скорости относительно Земли имеем:  $v = v_1 - v_0 = v_1 - (v_2 - v_1) = 2v_1 - v_2$ .

Для искомого импульса находим:

$$p = mv = m(2v_1 - v_2) = 0,25 \text{ кг} \cdot (2 \cdot 7 \text{ м/с} - 10 \text{ м/с}) = 1 \text{ кг} \cdot \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

После вычислений находим значение импульса мяча  $p = 1 \text{ кг} \frac{\text{м}}{\text{с}}$ .

Ответ:  $p = 1 \text{ кг} \frac{\text{м}}{\text{с}}$ .

- 114** Сосуд с водой движется горизонтально с постоянной скоростью под действием реактивной силы, возникающей благодаря струе воды, бьющей со скоростью  $v$  из отверстия площадью  $S$ , располо-

женного у дна сосуда. Масса сосуда с водой равна  $m$ . Найти коэффициент трения между сосудом и плоскостью (пренебрегая изменением массы воды).

**Решение.** Согласно уравнению Мещерского:

$$F + v\mu = ma.$$

В данном случае ускорение  $a = 0$  и реактивная сила  $v\mu$  равна и противоположна по направлению силе трения  $F_{\text{тр}}$ . Отбрасываемая ежесекундно масса

$$\mu = \rho S \frac{\Delta l}{\Delta t} = \rho S v.$$

Реактивная сила равна  $v\mu = \rho S v^2$ .

Сила трения  $F_{\text{тр}} = kmg$ , поэтому  $k = \frac{\rho S v^2}{mg}$ .

**Ответ:**  $k = \frac{\rho S v^2}{mg}$ .

**115**

Два одинаковых маленьких шарика движутся по гладкой горизонтальной поверхности навстречу друг другу со скоростями  $v_1$  и  $v_2 = \frac{v_1}{2}$ .

Определите, как изменятся в результате лобового абсолютно неупругого соударения этих шариков следующие физические величины: кинетическая энергия второго шарика; модуль импульса первого шарика; суммарный импульс обоих шариков.

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины под соответствующими буквами. Цифры в ответе могут повторяться.

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА	ХАРАКТЕР ИЗМЕНЕНИЯ
А) кинетическая энергия второго шарика	1) увеличится
Б) модуль импульса первого шарика	2) уменьшится
В) суммарный импульс обоих шариков	3) не изменится

**Решение.** При абсолютно неупругом столкновении тела «слипаются» и движутся далее как одно целое, при этом механическая энергия не сохраняется. По закону сохранения импульса  $mv_1 - m\frac{v_1}{2} = 2mv$ , где  $v$  — это скорость слипшихся шариков после столкновения. Откуда получаем:  $v = \frac{v_1}{4}$ . Кинетическая энергия вычисляется по формуле  $E = \frac{mv^2}{2}$ . Скорость второго шарика уменьшилась, следовательно, уменьшилась и его кинетическая энергия. Модуль импульса первого шарика до столкновения равен  $mv_1$ , а после столкновения —  $m\frac{v_1}{4}$ , то есть импульс первого шарика уменьшился. По закону сохранения импульса суммарный импульс обоих шариков остаётся неизменным.

Ответ: 

А	Б	В
2	2	3

.

**116** Мяч массой 300 г брошен с высоты 1,5 м. При ударе о землю скорость мяча равна 4 м/с. Рассчитайте работу силы сопротивления.

**Решение.** Воспользуемся законом сохранения энергии  $mgh = \frac{mv^2}{2} + A_{\text{спр}}$ ,

$$\text{откуда } A_{\text{спр}} = mgh - \frac{mv^2}{2} = m\left(gh - \frac{v^2}{2}\right).$$

$$\text{Считаем } A_{\text{спр}} = 0,3\left(15 - \frac{16}{2}\right) = 2,1 \text{ Дж.}$$

О т в е т : 2,1 Дж.

**117** Тело бросили с поверхности земли вертикально вверх. Оно испытывает сопротивление движению. Где больше скорость тела?

Решение. В процессе движения при наличии трения запас механической энергии тела уменьшается как при движении тела вверх, так и при движении тела вниз. В верхней точке скорость равна нулю. В нижней точке при этих условиях скорость меньше при падении.

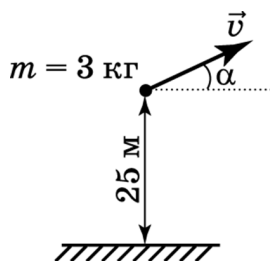
О т в е т : в нижней точке в момент бросания.

**118** Ребёнок раскачивается на верёвочных качелях. При максимальном удалении от положения равновесия он поднимается на 125 см. Какова максимальная скорость движения ребёнка?

Решение. Можно воспользоваться законом сохранения полной механической энергии  $\frac{mv^2}{2} = mgh$ , откуда  $v = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 1,25} = 5 \text{ м/с}$ .

О т в е т : 5 м/с.

**119** Тело массой 3 кг, находящееся на высоте 25 м, бросают под углом  $\alpha$  к горизонту (см. рис.). Энергия броска составляет 250 Дж. Какой энергией будет обладать тело в момент падения на поверхность земли?



**Решение.** Воспользуемся законом сохранения механической энергии:

$$E_{\text{кин. нач}} + E_{\text{пот. нач}} = E_{\text{кин. кон}} + E_{\text{пот. кон}}$$

$$E_{\text{пот. нач}} = mgh = 750 \text{ Дж},$$

$$E_{\text{пот. кон}} = 0, \text{ так как } h = 0.$$

$$250 + 750 = E_{\text{кин. кон}} + 0, \quad E_{\text{кин. кон}} = 1000 \text{ Дж}.$$

Ответ: 1000 Дж.

**120** Меняется ли потенциальная энергия воды в аквариуме во время всплытия со дна погруженного в неё пластмассового шарика?

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не меняется
- 4) сначала уменьшается, а затем увеличивается

**Решение.** Потенциальную энергию воды можно рассчитать по формуле  $E_n = mgh$ . Здесь  $h$  — расстояние от дна аквариума до центра тяжести воды. Во время всплытия шарика центр тяжести воды перемещается вниз, следовательно, потенциальная энергия воды уменьшается.

Ответ: 2.

**121** Груз массой 1 кг подняли с высоты 1 м над полом на высоту 3 м. Чему равна работа силы тяжести при поднятии груза?

**Решение.** Работа силы равна произведению модуля этой силы на модуль перемещения тела

и на косинус угла между направлениями силы и перемещения.

Сила тяжести  $F = mg$ , где  $m$  — масса тела и  $g$  — ускорение свободного падения, действует против перемещения, поэтому  $\cos\alpha = -1$ . Тогда работа силы тяжести составит

$$A = -1 \text{ кг} \cdot 10 \text{ м/с}^2 \cdot (3 - 1) \text{ м} = -20 \text{ Дж.}$$

О т в е т :  $-20$  Дж.

**122** С крыши высотой 10 м падает сосулька массой 250 г. Какова кинетическая энергия сосульки в момент удара о землю?

Р е ш е н и е . По закону сохранения энергии потенциальная энергия сосульки, висящей на крыше, превращается в кинетическую энергию в момент удара о землю. Поэтому достаточно определить потенциальную энергию сосульки:  $E = mgh$ .

Переводя в систему СИ  $250 \text{ г} = 0,25 \text{ кг}$  и подставляя численные значения в формулу, получаем  $E = 25 \text{ Дж}$ .

О т в е т :  $25$  Дж.

**123** Поток воды перетекает через плотину высотой 30 м, расход воды 150 кг/с. Чему равна мощность потока?

Р е ш е н и е . Работа воды осуществляется за счёт убыли до нуля её кинетической энергии. Кинетическая энергия воды у основания плотины равна её потенциальной энергии у верха плотины. В секунду через плотину в её верхней части проходит масса воды  $m = 150 \text{ кг/с}$ . Её потенциальная энергия  $mgh$ . Это и есть мощность потока  $P$ .

$$P = mgh = 150 \text{ кг/с} \cdot 10 \text{ м/с}^2 \cdot 30 \text{ м} = 45\,000 \text{ Вт} = 45 \text{ кВт.}$$

О т в е т :  $45$  кВт.



**124** Какую механическую работу надо совершить, чтобы лежащее на земле бревно массой 50 кг и длиной 4 м поставить вертикально?

**Решение.** Чтобы поставить бревно вертикально, необходимо его центр тяжести поднять на высоту 2 м. При этом совершается работа:

$$A = mgh = 50 \cdot 10 \cdot 2 = 1000 \text{ Дж.}$$

**Ответ:** 1000 Дж.

**125** Может ли сила трения совершать механическую работу?

- 1) не может ни при каких условиях
- 2) зависит от её величины
- 3) может, если она приводит к перемещению тела
- 4) зависит от её направления

**Решение.** При ходьбе человека как раз сила трения покоя и совершает механическую работу. При этом она направлена в сторону перемещения человека.

**Ответ:** 3.

**126** Одинаковую ли механическую работу совершает человек при забивании и вытаскивании гвоздя?

- 1) одинаковую
- 2) при забивании меньше
- 3) при забивании больше
- 4) зависит от типа древесины

**Решение.** При забивании гвоздя используется кинетическая энергия молотка, а при вытаскивании гвоздя человек должен сам преодолеть силу сопротивления древесины. Следовательно, при забивании гвоздя человек совершает меньшую механическую работу.

**Ответ:** 2.

**127** Энергия пружины, сжатой на 2 см, равна 5 МДж. Какова жёсткость пружины?

Решение. Энергия упруго сжатой пружины

$$E = \frac{kx^2}{2}, \quad k = \frac{2E}{x^2}, \quad k = \frac{2 \cdot 5 \cdot 10^{-3}}{4 \cdot 10^{-4}} = 25.$$

Ответ: 25 Н/м.

**128** Тело поднимается вверх по наклонной плоскости с начальной скоростью 5 м/с. Высота, на которой тело останавливается, равна 1 м. Выполняется ли в данном случае закон сохранения полной механической энергии?

- 1) выполняется, так как кинетическая энергия полностью преобразуется в потенциальную
- 2) не выполняется, так как кинетическая энергия полностью преобразуется в потенциальную
- 3) не выполняется, так как кинетическая энергия не полностью преобразуется в потенциальную
- 4) не может выполняться, так как кинетическая энергия меньше потенциальной

Решение. Если закон сохранения полной механической энергии выполняется, то кинетическая энергия полностью преобразуется в потенциальную:

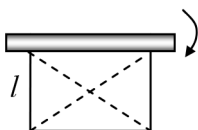
$$\frac{mv^2}{2} = mgh, \quad \frac{v^2}{2} = gh.$$

$$\text{Проверяем: } \frac{v^2}{2} = \frac{25}{2} = 12,5 \text{ м}^2/\text{с}^2.$$

$$gh = 10 \cdot 1 = 10 \text{ м}^2/\text{с}^2.$$

Ответ: 3.

**129** Оконную штору массой 1 кг и длиной 2 м свёртывают в тонкий валик под окном. Какова наименьшая затрачиваемая при этом работа? Трением пренебречь.



Решение. Вначале поднимается масса  $m$ , затем, по мере поднятия шторы, масса её уменьшается до нуля. Значит, сила тяжести, действующая на штору, уменьшается пропорционально с высотой. Тогда  $A = \frac{mgl}{2} = \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot 2 = 10$  Дж.

Ответ: 10 Дж.

**130** Из длинной полоски резины жёсткостью  $k$  сделали рогатку. Найдите кинетическую энергию «снаряда», выпущенного из этой рогатки, если резину растянули с силой  $F$ , а затем отпустили.

Решение. Энергия упруго деформированного тела равна  $E_{\text{упр}} = \frac{kx^2}{2}$ , где удлинение резины найдём из закона Гука  $x = \frac{\langle F \rangle}{k} = \frac{F}{2k}$ , так как сила возрастает от нуля до максимального значения  $F$ . Из закона сохранения механической энергии:

$$E_{\text{упр}} = \Delta E_k = E_{k2} - E_{k1} = E_{k2} = E_k, \text{ т. к. } v_0 = 0.$$

$$E_k = \frac{k \left( \frac{F}{2k} \right)^2}{2} = \frac{F^2}{8k}.$$

$$\text{Ответ: } E_k = \frac{k \left( \frac{F}{2k} \right)^2}{2} = \frac{F^2}{8k}.$$

**131** Во сколько раз изменится полезная мощность вентилятора при увеличении скорости его вращения в два раза?

Решение. Полезная мощность вентилятора равна кинетической энергии, которую он сообщает воздуху в единицу времени:

$$P = (\Delta m / \Delta t) v^2 / 2,$$

где  $\Delta m/\Delta t$  — масса воздуха, приводимая в движение за 1 секунду,  $v$  — скорость потока воздуха. Так как  $\Delta m/\Delta t$  пропорционально  $v$ , мощность пропорциональна  $v^3$ .

При увеличении скорости вращения лопастей вентилятора в 2 раза скорость потока возрастет тоже в 2 раза, а полезная мощность при этом возрастает в 8 раз.

Ответ: в 8 раз.

132

За счёт чего увеличивается потенциальная энергия поднимающегося воздушного шара?

Решение. При подъёме шар «меняется местами» с вытесненным им воздухом. Масса этого воздуха больше массы шара (иначе шар не поднимался бы). Потенциальная энергия шара увеличивается за счёт уменьшения потенциальной энергии окружающего воздуха, при этом полная потенциальная энергия системы Земля — шар — воздух убывает.

Ответ: за счёт уменьшения потенциальной энергии окружающего воздуха.

133

Пуля массой  $m$ , летящая горизонтально со скоростью  $v$ , застревает в бруске массой  $M$ . Брусок лежит на гладкой плоскости и соединён с вертикальной стенкой пружиной жёсткостью  $k$ . Найдите наибольшую деформацию пружины.

Решение. Скорость бруска с пулей сразу после неупругого соударения найдём из закона сохранения импульса  $mv = (m + M)u$ , а максимальную деформацию пружины из закона сохранения энергии

$\frac{(M + m)u^2}{2} = \frac{kx^2}{2}$ . Отсюда находим иско-

мую величину:  $x_m = \frac{mv}{m + M} \sqrt{\frac{m + M}{k}}$ .

Ответ:  $x_m = \frac{mv}{m + M} \sqrt{\frac{m + M}{k}}$ .

**134** Два одинаковых по размеру шара висят на тонких нитях, касаясь друг друга. Первый шар отводят в сторону и отпускают. После упругого удара шары поднимаются на одну и ту же высоту. Найдите массу первого шара, если масса второго  $m_2 = 0,6$  кг.

**Решение.** Из условия задачи следует, что скорости шаров после соударения одинаковы по модулю, но противоположны по направлению. Запишем законы сохранения импульса и энергии для упругого удара:

$$m_1v = -m_1u + m_2u, \quad \frac{m_1v^2}{2} = \frac{m_1u^2}{2} + \frac{m_2u^2}{2},$$

где  $v$  — скорость первого шара до удара,  $u$  — скорости шаров после удара.

Решая эти уравнения, получаем:

$$m_1 = m_2/3 = 0,2 \text{ кг.}$$

**Ответ:** 0,2 кг.

**135** Какой из простых механизмов даёт выигрыш в работе в 2 раза?

- 1) подвижный блок
- 2) неподвижный блок
- 3) наклонная плоскость
- 4) ни один из механизмов

**Решение.** Согласно золотому правилу механики ни один из механизмов не даёт выигрыша в работе.

**Ответ:** 4.

**136** С помощью какого механизма можно получить выигрыш в работе?

- 1) подвижного блока
- 2) неподвижного блока
- 3) подъёмного крана
- 4) такого механизма не может быть

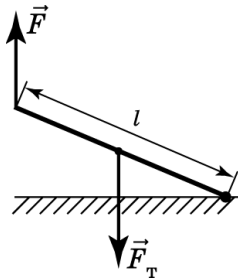
**Решение.** Золотое правило механики гласит: «Выигрыш в работе невозможен».

**Ответ:** 4.

**137** Какова масса доски, если для того чтобы приподнять один её край, надо приложить силу 300 Н?

**Решение.** Доску можно считать рычагом, вращающимся вокруг некоторой оси.

Правило моментов имеет вид:



Отсюда  $2F = F_T$ . Окончательно имеем  $600 = mg$ .  
 $m = 60$  кг.

**Ответ:** 60 кг.

**138** На коротком плече рычага укреплен груз массой 100 кг. Для того чтобы поднять груз на высоту 8 см, к длинному плечу рычага приложили силу, равную 200 Н. При этом точка приложения этой силы опустилась на 50 см. Определите КПД рычага.

**Решение.** Коэффициент полезного действия определяется как отношение полезной работы к совершённой работе. В данном случае полезной является работа по поднятию груза, то есть по преодолению силы тяжести. Вычислим её как произведение силы тяжести на пройденный телом путь:

$$A_{\text{полезн}} = 8 \cdot 10^{-2} \text{ м} \cdot 100 \text{ кг} \cdot 10 \text{ м/с}^2 = 80 \text{ Дж}.$$

Совершённую работу найдём как произведение приложенной силы на пройденный путь:

$$A_{\text{затр}} = 50 \cdot 10^{-2} \text{ м} \cdot 200 \text{ Н} = 100 \text{ Дж}.$$

$$\text{Таким образом, КПД} = \frac{A_{\text{полезн}}}{A_{\text{затр}}} = 80\%.$$

**Ответ:** 80%.

- 139** Определить КПД подвижного блока, с помощью которого поднимают ведро с водой массой 10 кг, действуя на верёвку силой 55 Н.

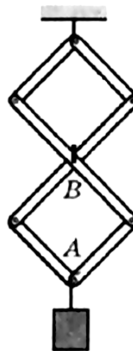
Решение. КПД механизма определяется по формуле  $\eta = \frac{mgh \cdot 100\%}{F \cdot S}$ , для подвижного блока высота поднятия груза  $h$  в 2 раза меньше вытянутой верёвки  $S$ .  $\eta = \frac{mg \cdot 100\%}{2 \cdot F}$ . Подставляя численные значения, получим  $\eta = 91\%$ .

Ответ: 91%.

- 140** Шарнирно соединённые стержни (см. рис.) являются разновидностью простого механизма. Каково соотношение между силой  $F$  и весом груза  $P$ ? Весом стержней можно пренебречь.

Решение. Когда точка  $B$  поднимается на расстояние  $x$ , точка  $A$  поднимается на расстояние  $2x$ . Согласно золотому правилу механики работа, совершаемая силой  $F$ , равна работе по подъёму груза, то есть  $F_x = P \cdot 2x$ , откуда  $F = 2P$ .

Ответ:  $F = 2P$ .



- 141** Длина ручки винта ручного пресса  $l = 30$  см, шаг винта (перемещение винта вдоль его оси при полном обороте)  $H = 5$  мм. Какова будет сила  $F_2$  давления пресса, если, закручивая винт, прикладывать к концу ручки силу  $F_1 = 200$  Н?

Решение. Пусть винт совершил один оборот. Тогда конец ручки винта прошел путь  $2\pi l$ , а перемещение винта вдоль оси равно  $h$ . Следовательно, сила, приложенная к концу ручки винта, совершила работу  $A_1 = 2\pi l F_1$ , а сила давления прес-

са — работу  $A_2 = hF_2$ . Согласно золотому правилу механики  $A_1 = A_2$ , откуда  $F_2 = \frac{2\pi l F_1}{h}$ .

Ответ:  $F_2 = \frac{2\pi l F_1}{h}$ .

**142** Какая единица является основной единицей давления в Международной системе?

- 1) джоуль (Дж)      3) ньютон (Н)  
2) паскаль (Па)    4) килограмм (кг)

Решение. Единица давления — паскаль.

Ответ: 2.

**143** Книга лежит на парте. Масса книги 0,4 кг. Площадь её соприкосновения с партой равна 0,05 м<sup>2</sup>. Определить давление книги на парту.

Решение. По определению  $p = \frac{F}{S}$ .

$$p = \frac{4 \text{ Н}}{0,05 \text{ м}^2} = 80 \text{ Па.}$$

Ответ: 80 Па.

**144** Малый поршень гидравлического пресса под действием силы 200 Н опустился на расстояние 25 см. Какая сила действует на большой поршень, если он поднялся высоту 5 мм?

Решение. По закону Паскаля давление  $p_1$ , производимое силой  $F_1$  на малый поршень, передается на большой поршень без изменений, то есть  $\frac{F_1}{S_1} = \frac{F_2}{S_2}$ . Объем жидкости, вытесненной из узкого цилиндра, равен объёму жидкости, поступившей в широкий цилиндр  $V_1 = V_2$ , то есть  $S_1 h_1 = S_2 h_2$ .

$$F_2 = \frac{F_1 S_2}{S_1} = \frac{F_1 h_1}{h_2} = \frac{200 \cdot 25}{0,5} = 10\,000 \text{ Н.}$$

Ответ: 10 кН.

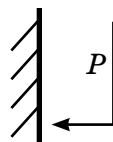


**145** Какое давление вода оказывает на боковую стенку аквариума высотой 1 м?

Решение. Давление воды на боковую стенку (см. рис.) возникает вследствие закона Паскаля, следовательно, можем записать для среднего значения давления

$$p = \frac{\rho gh}{2} = \frac{1000 \cdot 10 \cdot 1}{2} = 5 \cdot 10^3.$$

Ответ:  $5 \cdot 10^3$  Па.



**146** На пружинных весах уравновешено ведро, полностью заполненное водой. Изменится ли показание весов, если в воду опустить палец?

- 1) не изменится
- 2) увеличится
- 3) уменьшится
- 4) зависит от глубины погружения пальца

Решение. Показание изменится, так как после опускания пальца и воду увеличится давление на дно ведра.

Ответ: 2.

**147** Внутри жидкости давление на одном и том же уровне

- 1) различно по всем направлениям
- 2) одинаково по всем направлениям
- 3) зависит от вида жидкости
- 4) зависит от формы сосуда

Решение. Гидростатическое давление жидкости возникает вследствие притяжения к Земле. Давление столба жидкости на глубине  $h$ , независимо от формы столба,  $p = \rho gh$ . Поэтому оно одинаково по всем направлениям.

Ответ: 2.

**148** Человек нажимает на лопату с силой 500 Н. Ширина лезвия 25 см, толщина 0,4 мм. Чему равно давление лопаты на землю?

Решение. Площадь лезвия равна 0,001 м<sup>2</sup>. Давление равно отношению приложенной силы к площади лезвия: 5 МПа.

Ответ: 5 МПа.

**149** Сравните силы давления человека на лёд, если в первом случае он стоит на коньках, во втором случае — в обычных ботинках, а в третьем случае — на лыжах.

- 1) в первом случае — наименьшая, в последнем — наибольшая
- 2) в первом случае — наибольшая, в последнем — наименьшая
- 3) во втором случае — наибольшая, в первом — наименьшая
- 4) одинаковы

Решение. Сила давления человека на лёд — это его вес  $P = mg$ , который не зависит от площади опоры, поэтому во всех случаях силы давления одинаковы.

Ответ: 4.

**150** В сообщающиеся сосуды налиты две несмешивающиеся жидкости: машинное масло и вода, причём масса воды в 2 раза меньше, чем масса масла. Как расположатся уровни жидкостей в сообщающихся сосудах?

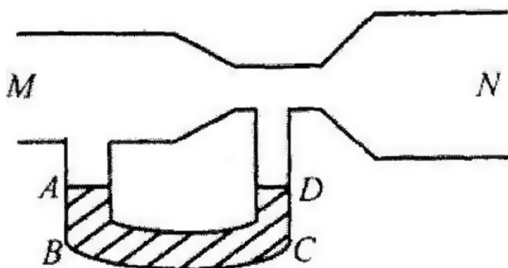
- 1) на одном уровне
- 2) уровень масла ниже в 2 раза, чем уровень воды
- 3) уровень масла выше, чем уровень воды
- 4) зависит от объёмов сообщающихся сосудов

Решение. Давление столбов жидкости в сообщающихся сосудах будет одинаковым независимо

от массы или объёма:  $p = \rho gh$ . Поэтому жидкость с большей плотностью (вода) будет иметь высоту столба меньшую, чем жидкость с меньшей плотностью (масло).

Ответ: 3.

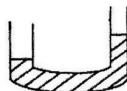
**151** В воздушной трубке есть участок с меньшим поперечным сечением (см. рис.).



К этой системе присоединён  $U$ -образный участок  $ABCD$  с налитой туда водой. Это устройство представляет собой простейший манометр. Если начать прокачивать по системе воздух слева направо, от  $M$  к  $N$ , то уровень воды

- 1) не изменится
- 2) слева опустится  $A$ , а справа поднимется  $D$
- 3) слева поднимется  $A$ , а справа опустится  $D$
- 4) слева и справа может менять высоту вверх и вниз в зависимости от скорости продувания системы воздухом

Решение. Уровень воды слева опустится, а справа поднимется, так как давление слева будет больше, чем справа, согласно правилу Бернулли. Ведь скорость течения в части трубы с меньшим сечением будет большей, а давление там будет меньшим (см. рис.).



Ответ: 2.

**152** Для определения архимедовой силы, действующей на стальной грузик массой 100 г, его взвесили с помощью динамометра сначала в воздухе, а потом в воде. По данным опыта определите архимедову силу, если в воде показания динамометра были равны 0,9 Н.

**Решение.** Вес грузика массой 100 г в воздухе равен 1 Н. Архимедова сила равна разности веса тела в воздухе и в воде:  $1 - 0,9 = 0,1$  Н.

**Ответ:** 0,1 Н.

**153** Два шарика, имеющих одинаковый объём, но разную массу ( $m_1 > m_2$ ), утопили в воде. На какой из них действует большая выталкивающая сила  $F$ ?

**Решение.** Выталкивающая сила, действующая на шарики, в одном сосуде зависит только от объёма шариков. При одинаковых объёмах одинаковы и выталкивающие силы.

**Ответ:**  $F_1 = F_2$ .

**154** Вес тела в воде в 3 раза меньше, чем в воздухе. Чему равна плотность тела?

**Решение.** Вес тела в воздухе практически равен действующей на него силе тяжести  $P_1 = mg$ .

Отсюда  $m = \frac{P_1}{g}$ . Вес тела в воде  $P_2$  равен разности

силы тяжести и выталкивающей силы, по-

этому  $F_{\text{выт}} = P_1 - P_2$ . Выталкивающая сила по

закону Архимеда равна  $F_{\text{выт}} = \rho_{\text{ж}} Vg$  — произведению плотности жидкости на объём тела и на

ускорение свободного падения. Отсюда  $V = \frac{P_1 - P_2}{\rho_{\text{ж}} g}$ .

Плотность тела  $\rho_T$  равна отношению массы тела к его объёму. Подставив в эту формулу найденную массу и объём, получаем  $\rho_T = \frac{P_1 \rho}{P_1 - P_2}$ .

Отношение  $\frac{P_1}{P_2}$  по условию равно 3, поэтому

$$\rho_T = \frac{m}{V} = 1500 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}.$$

О т в е т : 1500  $\frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ .

- 155** Однородное тело плотностью  $\rho_1$  плавает в жидкости с плотностью  $\rho_2$ , но тонет в жидкости с плотностью  $\rho_3$ . Какое соотношение справедливо?

Решение. Если однородное тело с плотностью  $\rho_1$  плавает в жидкости с плотностью  $\rho_2$ , то  $\rho_2 > \rho_1$ . Если это тело тонет в жидкости с плотностью  $\rho_3$ , то  $\rho_3 < \rho_1$ . Отсюда  $\rho_3 < \rho_1 < \rho_2$ .

О т в е т :  $\rho_3 < \rho_1 < \rho_2$ .

- 156** Меняется ли выталкивающая сила, действующая на погруженное в аквариум с водой деревянное тело во время всплытия со дна?

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не меняется
- 4) сначала уменьшается, а затем увеличивается

Решение. Выталкивающая сила зависит от объёма погруженной в жидкость части тела. Поскольку во время всплытия тело целиком погружено в воду, то выталкивающая сила не меняется.

О т в е т : 3.

- 157** Два сплошных металлических цилиндра — алюминевый и медный — имеют одинаковые объёмы. Их подвесили на тонких нитях и целиком погрузили в одинаковые сосуды с водой, которые

предварительно были уравновешены на рычажных весах. Нарушится ли равновесие весов после погружения грузов, и если да, то как? Цилиндры не касаются дна.

- 1) Равновесие весов нарушится, перевесит та чаша весов, в которую погрузили медный цилиндр, так как масса медного цилиндра больше.
- 2) Равновесие весов не нарушится, так как цилиндры действуют на воду с одинаковыми силами.
- 3) Равновесие весов нарушится, перевесит та чаша весов, в которую погрузили алюминиевый цилиндр, так как масса алюминиевого цилиндра меньше.
- 4) Нельзя однозначно ответить.

**Решение.** На тела, погруженные в жидкость, действует сила Архимеда, пропорциональная объёму погруженной в жидкость части тела:  $F_A = \rho_{\text{ж}} g V$ . Поскольку цилиндры имеют одинаковые объёмы, на них действуют одинаковые по величине силы Архимеда. По третьему закону Ньютона сила действия равна силе противодействия, то есть силы, с которыми цилиндры действуют на жидкость, одинаковы, следовательно, равновесие весов не нарушится.

**Ответ:** 2.

**158**

Почему подводной лодке опасно ложиться на глинистый грунт?

- 1) она прилипает к глине
- 2) уменьшается выталкивающая сила
- 3) увеличивается сила тяжести
- 4) увеличивается выталкивающая сила

**Решение.** Глина прекращает доступ воды к днищу лодки, вследствие чего значительно уменьшается выталкивающая сила Архимеда.

**Ответ:** 2.

**159** Действует ли закон Архимеда в спутнике, движущемся вокруг Земли по орбите?

- 1) действует
- 2) не действует
- 3) зависит от радиуса орбиты
- 4) зависит от массы тела

**Решение.** На спутнике закон Архимеда не действует, так как при движении по орбите на все тела в спутнике действует только сила тяжести.

**Ответ:** 2.

**160** В условиях невесомости выполняется

- 1) только закон Паскаля
- 2) только закон Архимеда
- 3) оба этих закона
- 4) ни один из этих законов

**Решение.** В условиях невесомости закон Архимеда выполняться не может, так как в этих условиях исчезают понятия «верх» и «низ». Закон же Паскаля выполняется, давление передаётся по всем направлениям без изменения. При отсутствии выделенных направлений жидкость принимает форму шара.

**Ответ:** 1.

**161** Лодка плавает в маленьком бассейне. Как изменится уровень воды в бассейне, если выбросить из лодки в бассейн камень?

**Решение.** Заметим, что в бассейне с вертикальными стенками полная сила давления на дно равна весу всего содержимого бассейна и потому остаётся неизменной. Однако если вначале на дно давила только вода, то после выбрасывания камня на дно давят вода и камень. Следовательно, сила давления воды на дно бассейна уменьшилась, а это могло произойти только в результате понижения уровня воды. Можно рассуждать

и иначе. Если камень массой  $m$  и объёмом  $V$  выбросить из лодки на берег, то объём вытесненной лодкой воды уменьшится на величину  $m/\rho_{\text{в}}$ . Эта величина больше  $V$  (камень тонет в воде!). Поэтому если теперь бросить камень в воду, то уровень воды всё равно окажется ниже первоначального.

О т в е т : понизится.

**162** Примером продольной волны является

- 1) звуковая волна в воздухе
- 2) волна на поверхности моря
- 3) радиоволна в воздухе
- 4) световая волна в воздухе

Р е ш е н и е . В продольных волнах колебания частиц осуществляются вдоль оси распространения волны, в поперечных — перпендикулярно.

Звуковая волна в воздухе являет собой пример продольной волны, поскольку молекулы воздуха смещаются вдоль оси распространения звука.

Волны на поверхности моря являются, по сути, суперпозицией, то есть наложением продольных и поперечных волн. В результате каждая частица смещается и по направлению распространения волны, и в направлении, перпендикулярном ему. Таким образом, в случае малой амплитуды волны каждая частица движется по окружности, радиус которой убывает с расстоянием от поверхности. Частицы внизу сетки находятся в покое.

Радиоволны в воздухе и световые волны в воздухе — это электромагнитные волны. Такие волны являются поперечными, поскольку изменение вектора напряжённости электрического поля и вектора напряжённости магнитного поля, которые вместе образуют единое электромагнитное поле, происходит в плоскости, перпендикулярной распространению излучения.

О т в е т : 1.



**163** Математический маятник вывели из положения равновесия и предоставили самому себе. Какой вид колебаний совершает при этом маятник?

- 1) гармонические
- 2) вынужденные
- 3) затухающие
- 4) такое движение колебательным не является

Решение. Математический маятник совершает свободные колебания, которые затухают из-за сопротивления воздуха.

Ответ: 3.

**164** Бумажный кораблик, колеблющийся на небольших волнах, совершил 5 колебаний за 10 с. Какова была скорость волн, если расстояние между их соседними гребнями равно 20 см?

Решение. Период колебаний определяем по формуле  $T = \frac{t}{N}$ , скорость волны  $v = \frac{\lambda}{T}$ . Получаем 0,1 м/с.

Ответ: 0,1 м/с.

**165** Звуковые волны в газе

- 1) являются продольными
- 2) являются поперечными
- 3) могут быть продольными и поперечными
- 4) не распространяются

Решение. В газе отсутствуют сколько-нибудь значительные силы притяжения между молекулами, поэтому в такой среде могут распространяться только продольные волны.

Ответ: 1.

**166** Для того чтобы тело могло участвовать в собственных колебаниях, оно должно находиться

- 1) в устойчивом положении равновесия
- 2) в неустойчивом положении равновесия
- 3) в любом положении равновесия
- 4) возможность собственных колебаний не связана с положением равновесия

Решение. При выведении тела из положения равновесия должна возникать сила, стремящаяся вернуть его к положению равновесия. Это возможно только в точке устойчивого равновесия.

Ответ: 1.

**167** Может ли зазвучать камертон, если он установлен вблизи гитары?

- 1) не может ни при каких условиях
- 2) может, если гитара звучит очень громко
- 3) может, если частота звучания одной из струн совпадает с собственной частотой колебания камертона
- 4) может, если гитара электрическая

Решение. Камертон может зазвучать из-за явления резонанса. При этом частота звучания одной из струн должна совпасть с частотой собственных колебаний камертона.

Ответ: 3.

**168** Источником звука является

- 1) любое колеблющееся тело
- 2) тела, колеблющиеся с частотой более 20 000 Гц
- 3) тела, колеблющиеся с частотой от 20 Гц до 20 000 Гц
- 4) тела, колеблющиеся с частотой ниже 20 Гц

Решение. Звуковые колебания лежат в диапозоне от 20 до 20 000 Гц.

Ответ: 3.

**169** Громкость звука определяется

- 1) амплитудой колебаний источника звука
- 2) частотой колебаний источника звука
- 3) периодом колебаний источника звука
- 4) скоростью движения источника звука

Решение. Громкость звука определяется амплитудой колебаний.

Ответ: 1.

**170** На какую часть необходимо уменьшить длину математического маятника, чтобы период его колебаний  $T$  на высоте 10 км над поверхностью Земли был равен его периоду колебаний на поверхности?

Решение. Период колебаний математического маятника на поверхности Земли определим по

формуле  $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ , где из равенства  $mg = GmM/R^2$

следует, что ускорение свободного падения  $g = GM/R^2$ .

На высоте  $h = 10$  км период колебания маятника

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l_1}{g_1}}, \text{ где } g_1 = GM/(R + h)^2.$$

Длина нити в первом во втором случае равна

$$l = T^2g/(4\pi^2) = T^2GM/(4\pi^2R^2);$$

$$l_1 = T^2g_1/(4\pi^2) = T^2GM/(4\pi^2(R + h)^2).$$

$$l_1/l = R^2/(R + h)^2 = (6370/6380)^2 \approx 0,99687 \approx 0,997.$$

Следовательно, необходимо уменьшить длину маятника на  $\Delta = (l - l_1)/l \approx 0,003 \approx 0,3\%$ .

Ответ: Необходимо уменьшить на 0,3%.

**171** Определите период малых колебаний математического маятника длиной 15 см, подвешенного к потолку вагона, движущегося с ускорением 5 м/с<sup>2</sup>.

**Решение.** Период колебаний математического маятника  $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{a_{\text{рез}}}}$ , где  $a$  — результирующее ускорение, равное векторной сумме  $\vec{a}_{\text{рез}} = \vec{a} + \vec{g}$ . В нашем случае вектора  $\vec{a}$  и  $\vec{g}$  перпендикулярны друг другу  $a \perp g$ . Тогда результирующее ускорение определим по теореме Пифагора  $a_{\text{рез}} = \sqrt{a^2 + g^2}$ .

Период колебаний  $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{\sqrt{a^2 + g^2}}}$ , вычислим

$$T = 2 \times \pi \times \sqrt{\frac{0,15}{\sqrt{25 + 100}}} = 0,73 \text{ с.}$$

**Ответ:**  $T = 0,73 \text{ с.}$

**172**

Для исследования явления гидравлического удара воду, текущую по достаточно длинной водопроводной трубе со скоростью  $v = 1,5 \text{ м/с}$ , резко перекрывают жёсткой заслонкой. Определите силу  $F$ , действующую на заслонку вследствие остановки воды в трубе, если площадь поперечного сечения трубы  $S = 10 \text{ см}^2$ .

**Решение.** Согласно второму закону Ньютона в импульсной форме  $F\Delta t = \Delta p$ , где изменение импульса воды  $\Delta p = m\Delta v = mv$ , учтено, что  $v_{\text{к}} = 0$ . За время  $\Delta t$  остановится та масса воды, до которой успеет дойти волна сжатия, распространяющаяся от заслонки в обратном направлении со скоростью звука в воде  $v_3 = 1440 \text{ м/с}$ , то есть  $m = \rho S v_3 \Delta t$ .

Следовательно, сила давления воды на заслонку

$$F = \Delta p / \Delta t = \rho S v_3 \Delta t v / \Delta t = \rho S v_3 v.$$

Подставим численные значения

$$F = 1000 \times 10^{-3} \times 1440 \times 1,5 \text{ Н} = 2160 \text{ Н.}$$

**Ответ:** 2160 Н.

**173** Какое расстояние пройдёт звуковая волна частотой  $\nu = 0,44$  кГц и длиной волны  $\lambda = 72$  см за промежуток времени  $\Delta t = 3,0$  с?

Решение. Длина волны  $\lambda = \nu T = \nu/\nu$ .

Скорость звуковой волны  $v = \lambda\nu$ .

Так как звуковая волна распространяется в однородной среде с постоянной скоростью, то пройденное ей расстояние  $l = v\Delta t = \lambda\nu\Delta t$ .

Подставим численные значения

$$l = 0,72 \times 440 \times 3 = 950,4 \text{ (м)} = 0,9504 \text{ км.}$$

Ответ: 0,9504 км.

## ТЕПЛОВЫЕ ЯВЛЕНИЯ

**1** В каком агрегатном состоянии находится вещество, если оно имеет собственные форму и объём?

- 1) только в твёрдом
- 2) только в жидком
- 3) только в газообразном
- 4) в твёрдом или в жидком

**Решение.** В твёрдом состоянии вещество имеет форму и объём, в жидком — только объём, в газообразном — ни формы, ни объёма.

**Ответ:** 1.

**2** Изменилась ли масса воды после превращения её в лёд?

- 1) изменилась, так как объём увеличился при неизменной плотности
- 2) изменилась, так как объём увеличился при неизменном количестве частиц
- 3) не изменилась, так как объём увеличился при неизменной плотности
- 4) не изменилась, так как объём увеличился при неизменном количестве частиц

**Решение.** При замерзании воды количество молекул воды не меняется; происходит увеличение объёма, образуется кристаллическая решётка. Поэтому будет уменьшаться плотность вещества, а масса меняться не будет.

**Ответ:** 4.

**3** Как объяснить с молекулярной точки зрения процесс конденсации водяного пара?

- 1) расстояние между молекулами и силы притяжения увеличиваются
- 2) расстояние между молекулами и силы притяжения уменьшаются
- 3) расстояние между молекулами уменьшается, а силы притяжения увеличиваются
- 4) расстояние между молекулами увеличивается, а силы притяжения уменьшаются

Решение. В процессе конденсации пара расстояние между молекулами уменьшается, а силы притяжения увеличиваются.

Ответ: 3.

**4** Выберите из предложенных пар веществ ту, в которой скорость диффузии при одинаковой температуре будет наименьшая.

- 1) раствор медного купороса и вода
- 2) крупинка перманганата калия (марганцовки) и вода
- 3) пары эфира и воздух
- 4) свинцовая и медная пластины

Решение. Скорость диффузии определяется температурой, агрегатным состоянием вещества и размером молекул, из которых это вещество состоит. Диффузия в твёрдых телах происходит медленнее, чем в жидких или газообразных.

Ответ: 4.

**5** Какие из утверждений верны?

А. Диффузию нельзя наблюдать в твёрдых телах.  
Б. Скорость диффузии не зависит от температуры вещества.

- 1) только А
- 2) только Б
- 3) оба утверждения верны
- 4) оба утверждения неверны

**Решение.** Диффузию можно наблюдать в твёрдых телах, например слипание гладких свинцовых цилиндров. Скорость диффузии зависит от температуры вещества: как правило, чем выше температура, тем скорость диффузии выше.

**Ответ:** 4.

**6** В каком случае металл излучает энергию?

- 1) белое каление металла
- 2) красное каление металла
- 3) металл при комнатной температуре
- 4) во всех перечисленных случаях

**Решение.** Тепловое излучение происходит за счёт внутренней энергии вещества и поэтому свойственно всем телам при любой температуре.

**Ответ:** 4.

**7** В кабинет физики принесли ватку, смоченную духами, и сосуд, в который налили раствор медного купороса (раствор голубого цвета), а поверх осторожно налили воду (рис. 1). Было замечено, что запах духов распространился по объёму всего кабинета за несколько минут, тогда как граница между двумя жидкостями в сосуде исчезла только через две недели (рис. 2).



Рис. 1



Рис. 2



Выберите из предложенного перечня *два* утверждения, которые соответствуют результатам проведённых экспериментальных наблюдений. Укажите их номера.

- 1) Процесс диффузии можно наблюдать в газах и жидкостях.
- 2) Скорость диффузии зависит от температуры вещества.
- 3) Скорость диффузии зависит от агрегатного состояния вещества.
- 4) Скорость диффузии зависит от рода жидкостей.
- 5) В твёрдых телах скорость диффузии наименьшая.

**Решение.** Процесс диффузии наблюдается и в газах, и в жидкостях, а вот скорость диффузии зависит от того, в каком агрегатном состоянии находится вещество.

**Ответ:** 13.

**8** При нагревании газа в герметично закрытом сосуде постоянного объёма

- 1) увеличивается среднее расстояние между молекулами
- 2) уменьшается средний модуль скорости движения молекул
- 3) уменьшается среднее расстояние между молекулами
- 4) увеличивается средний модуль скорости движения молекул

**Решение.** При нагревании газа в герметично закрытом сосуде постоянного объёма молекулы начинают двигаться быстрее, то есть увеличивается средний модуль скорости движения молекул. Среднее расстояние между молекулами не увеличивается, поскольку сосуд постоянного объёма.

**Ответ:** 4.

**9** Внутренняя энергия тела зависит

- 1) только от температуры этого тела
- 2) только от массы этого тела
- 3) только от агрегатного состояния вещества
- 4) от температуры, массы тела и агрегатного состояния вещества

**Решение.** Внутренней энергией называют сумму кинетической энергии теплового движения его атомов и молекул и потенциальной энергии их взаимодействия между собой. Внутренняя энергия тела увеличивается при нагревании, так как с ростом температуры кинетическая энергия молекул тоже растёт. Однако внутренняя энергия тела зависит не только от его температуры, действующих на него сил и степени раздробленности. При плавлении, затвердевании, конденсации и испарении, то есть при изменении агрегатного состояния тела, потенциальная энергия связи между его атомами и молекулами тоже изменяется, а значит, и его внутренняя энергия. Очевидно, что внутренняя энергия тела должна быть пропорциональна его объёму (следовательно, и массе) и равна сумме кинетической и потенциальной энергии всех молекул и атомов, из которых состоит это тело. Таким образом, внутренняя энергия зависит и от температуры, и от массы тела, и от агрегатного состояния.

**Ответ:** 4.

**10** Какие изменения энергии происходят в куске льда при его таянии?

- 1) увеличивается кинетическая энергия куска льда
- 2) уменьшается внутренняя энергия куска льда
- 3) увеличивается внутренняя энергия куска льда
- 4) увеличивается внутренняя энергия воды, из которой состоит кусок льда

**Решение.** Внутренняя энергия тела — это суммарная кинетическая энергия движения молекул тела и потенциальная энергия их взаимодействия. При таянии лёд превращается в воду, поэтому увеличивается внутренняя энергия молекул воды, из которых состоит кусок льда.

**Ответ:** 4.

**11** Внутреннюю энергию тела можно изменить

- 1) путём сообщения телу некоторого количества теплоты
- 2) путём совершения над телом механической работы
- 3) первым и вторым способом
- 4) нет, её нельзя изменить, так как внутренняя энергия тела является постоянной величиной

**Решение.** Внутреннюю энергию тела можно изменить как путём совершения работы, так и сообщением телу некоторого количества теплоты.

**Ответ:** 3.

**12** Три цилиндра одинаковых высоты и радиуса, сделанные из алюминия, цинка и меди, нагрели до одинаковой температуры и поставили торцами на горизонтальную поверхность льда, имеющую температуру  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Когда установилось тепловое равновесие, цилиндры проплавили во льду цилиндрические углубления. Считая, что вся теплота, отводимая от цилиндров при их остывании, передавалась льду, определить, под каким из цилиндров углубление получилось больше.

- 1) под цинковым
- 2) под алюминиевым
- 3) под медным
- 4) под всеми тремя цилиндрами углубления получились одинаковыми

**Решение.** Полученное количество теплоты  $Q$  определяется как произведение массы тела, удельной теплоёмкости вещества и приращения температур.  $Q = cm\Delta t$ ,  $Q = c\rho V\Delta t$ , где  $\rho$  — плотность вещества,  $V$  — объём цилиндра. При нагревании цилиндров до одной температуры им было сообщено разное количество теплоты, так как, во-первых, удельная теплоёмкость материалов, из которых они изготовлены, разная, во-вторых, имея одинаковые размеры, цилиндры имеют разную плотность и, следовательно, массу. Цилиндр, которому передали большее количество теплоты, проплавит большее углубление. Поскольку льда много, все цилиндры остынут до нулевой температуры, то есть величина  $t$  одинакова для всех цилиндров. Объёмы цилиндров одинаковы по условию, поэтому сравним произведения  $c$  для цинка, алюминия и меди, используя табличные данные. Величина  $\rho c$  наибольшая для меди, поэтому углубление получилось наибольшим для медного цилиндра.

**Ответ:** 3.

**13** При подсчёте внутренней энергии тел пренебрегать энергией взаимодействия молекул можно в

- 1) твёрдом теле
- 2) жидкости
- 3) газе
- 4) идеальном газе

**Решение.** По определению идеальным газом называют газ, в котором в том числе отсутствуют силы взаимодействия между молекулами. Поэтому именно для идеального газа внутренняя энергия является только энергией движения молекул.

**Ответ:** 4.

14 Двум брускам, стальному и свинцовому, имеющим одинаковую массу, сообщили одинаковое количество теплоты. Какой брусок увеличил свою температуру на бóльшую величину?

- 1) стальной
- 2) свинцовый
- 3) увеличение температуры одинаковое
- 4) заранее рассчитать это невозможно

Решение. У стали удельная теплоёмкость  $460 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot^\circ\text{C}}$ , а у свинца —  $130 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot^\circ\text{C}}$ . При равенстве масс брусков при сообщении им одинакового количества теплоты сильнее нагреется свинцовый брусок.

Ответ: 2.

15 В каком из приведённых ниже случаев для нагревания воды до температуры кипения нужно затратить наибольшее количество теплоты? Начальная температура воды во всех сосудах одинакова.

- 1) стакан воды
- 2) чайник с водой
- 3) ведро воды
- 4) во всех случаях требуется одинаковое количество теплоты

Решение. Так как начальная температура одинакова, то наибольшее количество теплоты потребуется для нагревания сосуда с наибольшей массой воды, то есть для ведра воды.

Ответ: 3.

16 Чем отличается горячая вода в стакане от такого же объёма холодной воды в таком же стакане?

- 1) горячая вода сильнее давит на дно
- 2) горячая вода слабее давит на дно

- 3) в горячей воде быстрее движутся молекулы  
4) молекулы горячей воды имеют больший размер
- Решение. Скорость движения молекул вещества зависит от его температуры, следовательно, в горячей воде быстрее двигаются молекулы.

Ответ: 3.

- 17) У какого из приведённых веществ теплоёмкость наибольшая?

- 1) олово  
2) керосин  
3) кирпич  
4) вода

Решение.  $c_{\text{олова}} = 250 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot^{\circ}\text{C}}$ ,  $c_{\text{керосина}} = 2100 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot^{\circ}\text{C}}$ ,  
 $c_{\text{кирпича}} = 880 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot^{\circ}\text{C}}$ ,  $c_{\text{воды}} = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot^{\circ}\text{C}}$ .

Ответ: 4.

- 18) В горячий чай одновременно опустили металлическую и деревянную ложки. Какая из них быстрее нагреется?

- 1) деревянная быстрее  
2) одновременно  
3) металлическая быстрее  
4) зависит от температуры чая

Решение. Металл обладает значительно большей теплопроводностью, чем дерево. Он нагреется быстрее.

Ответ: 3.

- 19) Какое из предлагаемых веществ обладает наибольшей теплопроводностью?

- 1) стекло  
2) медь  
3) воздух  
4) у всех веществ теплопроводность одинакова

**Решение.** Из приведённых веществ самой низкой теплопроводностью обладает воздух, а самой высокой — медь.

**Ответ:** 2.

**20** Холодную ложку опускают в чашку с горячим чаем. Каким видом теплопередачи можно объяснить процесс нагревания ложки?

- 1) теплопроводность                      3) излучение  
2) конвекция                                4) диффузия

**Решение.** Теплообмен между горячим чаем и холодной ложкой происходит благодаря теплопроводности.

**Ответ:** 1.

**21** Какой вид теплопередачи происходит без переноса вещества?

- А. Конвекция.  
Б. Теплопроводность.

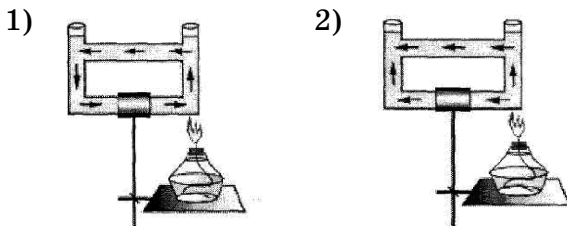
Правильным является ответ

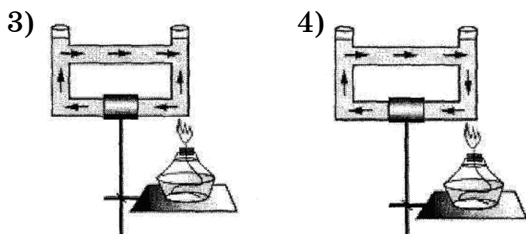
- 1) и А, и Б                                      3) только А  
2) ни А, ни Б                                4) только Б

**Решение.** Теплопроводность осуществляется без переноса вещества.

**Ответ:** 4.

**22** Открытый сосуд заполнен водой. На каком рисунке правильно изображено направление конвекционных потоков при приведённой схеме нагревания?





Решение. Конвекционные потоки — это потоки тёплого вещества. При данной схеме нагревания конвекционные потоки будут направлены вверх и по периметру прямоугольника.

Ответ: 1.

**23** В каком веществе может происходить конвекция?

- 1) воздух
- 2) стекло
- 3) медь
- 4) в любом веществе

Решение. Конвекция — перенос теплоты в жидкостях или газах путём перемешивания самого вещества. Конвекция невозможна в твёрдых телах.

Ответ: 1.

**24** Почему тёплый конвекционный поток направлен вверх?

- 1) сила Архимеда, действующая на поток, больше силы тяжести
- 2) сила Архимеда, действующая на поток, меньше силы тяжести
- 3) силы тяжести и Архимеда равны
- 4) сила Архимеда, действующая на поток, меньше силы сопротивления

Решение. На тёплый воздух действуют две силы — сила Архимеда  $F_A = \rho V g$  и сила тяжести  $m g = \rho_1 V g$ , где  $\rho_1$  — плотность тёплого воздуха.



Так как  $\rho_1 < \rho$ , то  $F_A > mg$ , следовательно, конвекционный поток направлен вверх.

Ответ: 1.

**25** С ростом температуры нагретых тел возрастает роль ... в теплообмене.

- 1) конвекции
- 2) теплопроводности
- 3) лучистого обмена
- 4) такого заключения сделать нельзя

Решение. С ростом температуры в теплообмене возрастает роль лучистого обмена.

Ответ: 3.

**26** Передача тепла в жидкостях и газах осуществляется преимущественно с помощью

- 1) теплопроводности
- 2) лучистого обмена
- 3) конвекции
- 4) все виды теплопередачи равноправны

Решение. Существует три вида теплообмена: лучистый обмен (он существенен при высоких температурах), теплопроводность (чаще всего имеет место в твёрдых телах) и конвекция (перенос тепла, совмещённый с переносом вещества). В жидкостях и газах преимущественно именно с помощью этого последнего механизма осуществляется передача тепла.

Ответ: 3.

**27** Чему равна средняя удельная теплоёмкость тела, состоящего из 2 кг железа и 3 кг меди?

Решение. Средняя удельная теплоёмкость тела — это отношение теплоёмкости тела к его

$$\text{массе: } C = \frac{c}{m} = \frac{c_{\text{ж}} \cdot m_{\text{ж}} + c_{\text{м}} \cdot m_{\text{м}}}{m_{\text{ж}} + m_{\text{м}}}.$$

$$C = \frac{460 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot^{\circ}\text{C}} \cdot 2 \text{ кг} + 380 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot^{\circ}\text{C}} \cdot 3 \text{ кг}}{2 \text{ кг} + 3 \text{ кг}} = 412 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot^{\circ}\text{C}}.$$

О т в е т :  $412 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot^{\circ}\text{C}}.$

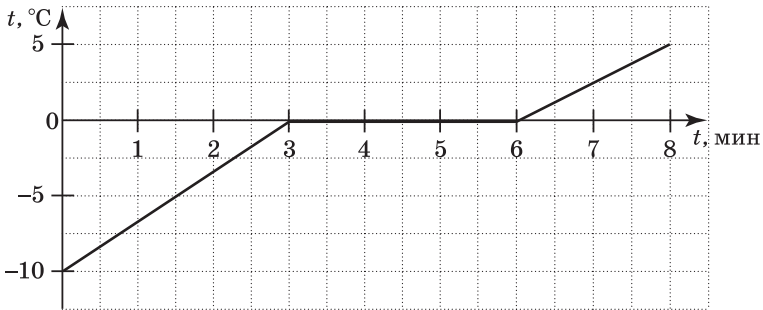
**28** Сидя в кресле у камина, человек греет руки, протянув их к огню. Каким видом теплопередачи можно объяснить нагревание рук?

- 1) излучение
- 2) конвекция
- 3) теплообмен
- 4) теплопроводность

Решение. От пламени происходит излучение видимых и инфракрасных лучей.

О т в е т : 1.

**29** На рисунке показан график изменения температуры 200 г льда, внесённого с мороза в тёплую комнату. Какое количество теплоты получил лёд за первые 3 минуты нахождения в комнате?

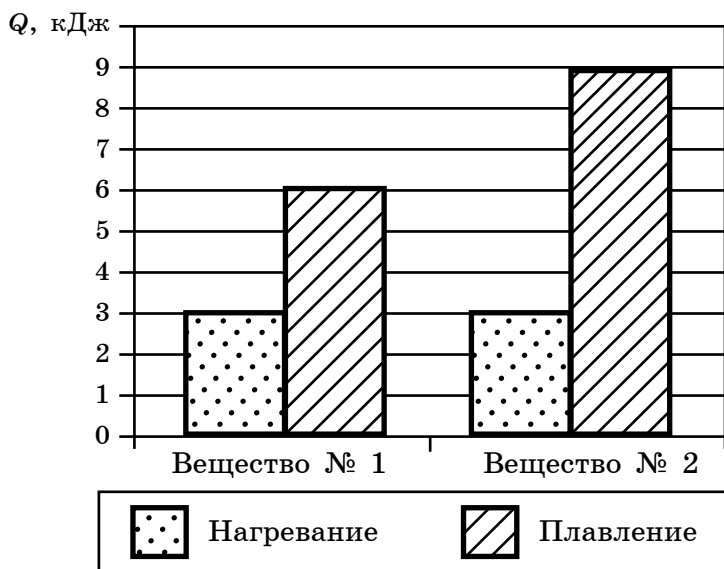


Решение. По формуле количества теплоты, необходимого для нагревания тела:  $Q = cm(t_2 - t_1).$

На графике видно, что начальная температура льда  $-10^{\circ}\text{C}$ , а за 3 минуты пребывания в комнате он нагрелся до  $0^{\circ}\text{C}$ . Переведя  $200 \text{ г} = 0,2 \text{ кг}$  и подставляя численные значения, получаем  $Q = 4200 \text{ Дж}.$

О т в е т :  $4200 \text{ Дж}.$

- 30** На диаграмме для двух веществ приведены значения количества теплоты, необходимого для нагревания 1 кг вещества на  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$  и для плавления 100 г вещества, нагретого до температуры плавления. Сравните удельные теплоёмкости с двух веществ.

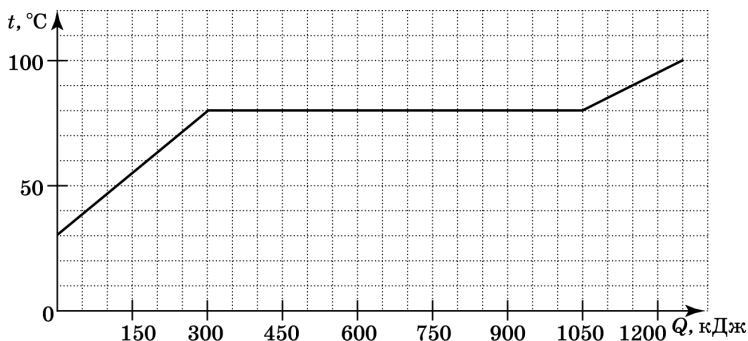


- 1)  $c_2 = c_1$
- 2)  $c_2 = 1,5c_1$
- 3)  $c_2 = 2c_1$
- 4)  $c_2 = 3c_1$

**Решение.** Поскольку требуется сравнить удельные теплоёмкости, часть диаграммы, отвечающую за плавление, не рассматриваем. Из диаграммы видно, что для нагревания 1 кг каждого вещества на  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$  понадобилось одинаковое количество теплоты. Следовательно, теплоёмкости равны. Правильный ответ под номером 1.

**Ответ:** 1.

- 31** По результатам нагревания кристаллического вещества массой 5 кг построен график зависимости температуры этого вещества от количества подведомого тепла.



Считая, что потерями энергии можно пренебречь, определите, какое количество теплоты потребовалось для нагревания 1 кг этого вещества в жидком состоянии на 1 °С?

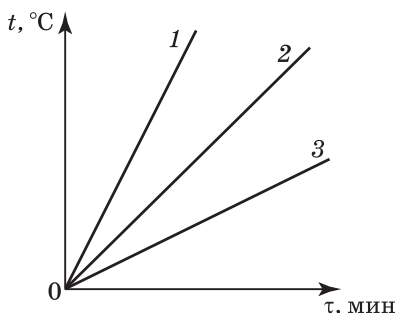
**Решение.** Вещество находилось в жидком состоянии после горизонтального участка, соответствующего плавлению. Из графика находим, что для нагревания 5 кг вещества от 80 °С до 90 °С потребовалось 100 кДж. Следовательно, для нагревания 1 кг этого вещества в жидком состоянии на

1 °С необходимо  $c = \frac{100 \text{ кДж}}{5 \text{ кг} \cdot 10 \text{ °С}} = 2000 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{°С}}$ . Правильный ответ под номером 3.

**Ответ:**  $2000 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{°С}}$ .

- 32** На рисунке представлены графики нагревания трёх образцов (А, Б и В), состоящих из одного и того же твёрдого вещества. Масса образца А в четыре раза больше массы образца Б, а масса образца Б в два раза меньше массы образца В. Образцы нагреваются на одинаковых горелках. Опреде-

лите, какой из графиков соответствует образцу А, какой — образцу Б, а какой — образцу В.

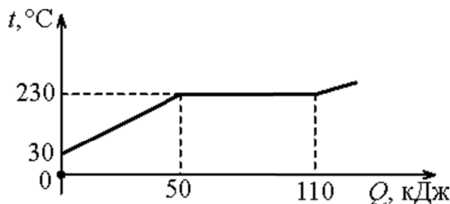


- 1) график 1 — А, график 2 — Б, график 3 — В
- 2) график 1 — А, график 2 — В, график 3 — Б
- 3) график 1 — В, график 2 — Б, график 3 — А
- 4) график 1 — Б, график 2 — В, график 3 — А

Решение. На нагревание вещества идёт количество теплоты  $Q = cm(t_2 - t_1)$ . Чтобы нагреть образцы до одной температуры, нужно затратить разное количество тепла, пропорциональное их массе. Поскольку горелки одинаковые, для передачи большего количества теплоты нужно дольше нагревать образцы. Таким образом, чем больше масса образца, тем меньший наклон на графике ему соответствует. Из условий задачи определяем, что  $M_A = 2M_B = 4M_В$ . Значит, график 1 — Б, график 2 — В, график 3 — А.

Ответ: 4.

- 33** На рисунке представлен график зависимости температуры некоторого тела массой 1 кг от полученного количества теплоты.



Используя данные графика, выберите из предложенного перечня *два* верных утверждения. Укажите их номера.

- 1) При температуре  $30\text{ }^{\circ}\text{C}$  тело могло находиться в любом агрегатном состоянии: твёрдом, жидком, газообразном.
- 2) При температуре  $230\text{ }^{\circ}\text{C}$  вещество могло либо плавиться, либо кипеть.
- 3) Если считать, что тело находилось изначально в твёрдом состоянии, то удельная теплоёмкость вещества в твёрдом состоянии равна  $250\text{ }\frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot^{\circ}\text{C}}$ .
- 4) Если считать, что тело изначально находилось в жидком состоянии, то при температуре  $230\text{ }^{\circ}\text{C}$  вещество начинает кристаллизоваться.
- 5) При температуре выше  $230\text{ }^{\circ}\text{C}$  вещество может находиться только в газообразном состоянии.

**Решение.** На графике видно, что при температуре  $230\text{ }^{\circ}\text{C}$  вещество или кипит, или плавится, так как не меняется температура. При нагревании от  $30\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $230\text{ }^{\circ}\text{C}$  потребовалось  $50\text{ кДж}$  тепла. Легко подсчитать удельную теплоёмкость

$$c = \frac{Q}{m(t_2 - t_1)} = 250\text{ }\frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot^{\circ}\text{C}}.$$

**Ответ:** 23.

**34** Какое количество теплоты потребуется для превращения  $500\text{ г}$  спирта, взятого при температуре  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ , в пар?

**Решение.** Затрачиваемое количество теплоты  $Q = cm(t - t_1) + Lm$ , где  $c = 2500\text{ }\frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot^{\circ}\text{C}}$  — удельная теплоёмкость спирта.

$$Q = 0,5 \cdot 2500 \cdot (78 - 20) + 0,9 \cdot 10^6 \cdot 0,5 = 522,5\text{ кДж}.$$

**Ответ:**  $522,5\text{ кДж}$ .

- 35** Сколько теплоты выделилось при полном сгорании  $0,002 \text{ м}^3$  бензина?

**Решение.** Для подсчёта выделившегося тепла надо массу бензина умножить на его удельную теплоту сгорания. Массу бензина можно найти, умножив его объём на плотность:

$$Q = 0,002 \text{ м}^3 \cdot 710 \text{ кг/м}^3 \cdot 4,6 \cdot 10^7 \text{ Дж/кг} = 65 \text{ МДж.}$$

**Ответ:** 65 МДж.

- 36** Сколько кг льда, находящегося при  $0 \text{ }^\circ\text{C}$ , расплавится за счёт сгорания 1 кг спирта?

**Решение.** При сгорании 1 кг спирта выделяется тепло, равное удельной теплоте сгорания спирта  $q = 29 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}$ . Тепло, полученное льдом, равно  $\lambda m$ , где  $\lambda = 332 \cdot 10^3 \text{ Дж/кг}$  — удельная теплота плавления льда, а  $m$  — масса растаявшего льда.

$$q = \lambda m; \quad m = \frac{q}{\lambda} = \frac{2,9 \cdot 10^7 \text{ Дж}}{332 \cdot 10^3 \text{ Дж/кг}} = 87,3 \text{ кг.}$$

**Ответ:** 87,3 кг.

- 37** Стальную кастрюлю массой 300 г и объёмом 1 л заполнили водой. Начальная температура кастрюли с водой  $15 \text{ }^\circ\text{C}$ . Воду в кастрюле нагревают до кипения. Какое количество теплоты для этого потребовалось?

**Решение.** Количество теплоты, переданное кастрюле, идёт на нагревание кастрюли и воды:

$$Q = c_1 m_1 (t - t_1) + c_p V (t - t_1), \quad Q = (c_1 m_1 + c_p V)(t - t_1).$$

Тогда  $t_1 = -\frac{m_2 c_2}{m_1 c_1 + m c} (t_2 - t) + t$ . Считаем  $t_1 = 15 \text{ }^\circ\text{C}$ .

$$Q = 1500 \cdot 0,3 + 4200 \cdot 1000 \cdot 10^{-3} = 370 \text{ кДж.}$$

**Ответ:** 370 кДж.

- 38** Какова масса долитой в стакан воды, находящейся при температуре  $100\text{ }^\circ\text{C}$ , если в нём находилось  $160\text{ г}$  воды при температуре  $20\text{ }^\circ\text{C}$  и после установления теплового равновесия температура смеси стала  $36\text{ }^\circ\text{C}$ ?

Решение. Запишем уравнение теплового баланса:  $c_B \cdot m_1(100 - 36) = c_B \cdot m_2(36 - 20)$ .

Отсюда найдём массу этой доли воды  $m_1$ :

$$m_1 = \frac{0,16 \cdot 16}{64} = 0,04 \text{ кг} = 40 \text{ г.}$$

Ответ:  $40\text{ г}$ .

- 39** Какое количество теплоты необходимо затратить, чтобы нагреть воздух в комнате объёмом  $100\text{ м}^3$  от  $10\text{ }^\circ\text{C}$  до  $30\text{ }^\circ\text{C}$ , если удельная теплоёмкость воздуха равна  $1000 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$ , а его плотность равна  $1,29\text{ кг/м}^3$ ?

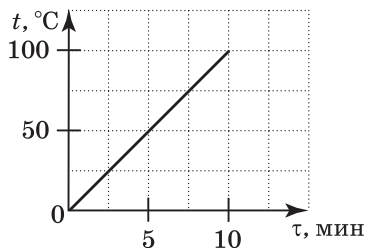
Решение. Количество теплоты, необходимое для нагревания воздуха от  $t_1$  до  $t_2$ , можно рассчитать по формуле  $Q = cm(t_2 - t_1)$ .

Здесь  $c$  — удельная теплоёмкость воздуха. Массу воздуха найдём по формуле  $m = \rho V$ , где  $\rho$  — плотность воздуха. Окончательно получим:

$$Q = cV(t_2 - t_1) = 10^3 \cdot 1,29 \cdot 10^2 \cdot 20 = 2,58 \text{ МДж.}$$

Ответ:  $2,58\text{ МДж}$ .

- 40** В тонкостенный сосуд налили воду массой  $1\text{ кг}$ , поставили его на электрическую плитку и начали нагревать. На рисунке представлен график зависимости температуры воды  $t^\circ$  от времени  $\tau$ . Найдите мощность плитки. Потерями теплоты и теплоёмкостью сосуда пренебречь.





**Решение.** Мощность — это отношение теплоты ко времени, за которую эта теплота получена

$P = \frac{Q}{\tau}$ . Теплота, полученная телом при нагревании на температуру  $\Delta t$ , рассчитывается по формуле  $Q = cm\Delta t$ . Используя график, найдём мощность плитки:  $P = \frac{4200 \cdot 1 \cdot 50}{5 \cdot 60} = 700$  Вт.

**Ответ:** 700 Вт.

- 41** В алюминиевую кастрюлю массой 300 г и объёмом 1 л налили воду. Начальная температура кастрюли с водой 15 °С. Воду в кастрюле нагревают до кипения. Какое количество теплоты для этого потребовалось?

**Решение.** Затраченная теплота идёт на нагревание кастрюли и воды  $Q = c_1 m_1 (t - t_1) + c\rho V(t - t_1)$ .  
 $Q = 380$  кДж.

**Ответ:** 380 кДж.

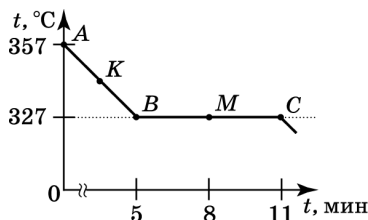
- 42** Смешали 1 л кипятка и 3 л воды при 25 °С. Какова температура смеси?

**Решение.** Запишем уравнение теплового баланса:  $m_1 c(t_1 - t) = m_2 c(t - t_2)$ . Отсюда  $t = 44$  °С.

**Ответ:** 44 °С.

- 43** Какому состоянию соответствует отрезок графика  $BC$ , описывающий зависимость температуры свинца от времени (см. рис.)?

- 1) твёрдому
- 2) жидкому
- 3) газообразному
- 4) жидкому и твёрдому



**Решение.** Поскольку температура плавления свинца равна  $327\text{ }^\circ\text{C}$ , то участок  $AB$  соответствует жидкому состоянию свинца, а участок  $BC$  соответствует плавлению свинца. На этом участке одновременно существует жидкое и твёрдое состояние свинца.

**Ответ:** 4.

- 44** Какое количество воды при температуре  $50\text{ }^\circ\text{C}$  необходимо долить к 5 л воды при температуре  $12\text{ }^\circ\text{C}$ , чтобы получить смесь при температуре  $30\text{ }^\circ\text{C}$ ?

**Решение.** Для решения этой задачи используем уравнение теплового баланса:  $Q_1 = Q_2$ .

$cm_x(t_1 - t_3) = cm(t_3 - t_2)$ . Отсюда  $m_x = 4,5$  кг. Или количество воды  $V_x = 4,5$  л.

**Ответ:** 4,5 л.

- 45** Лёд плавал в воде. Какая масса льда растаяла, если этой системе сообщили  $0,25$  МДж теплоты?

**Решение.** Если лёд плавает в воде, то температура смеси  $0\text{ }^\circ\text{C}$ . Чтобы подсчитать массу растаявшего льда, надо переданное системе количество теплоты  $Q$  поделить на удельную теплоту плавления льда:

$$m = \frac{Q}{\lambda} = \frac{0,25 \cdot 10^6}{332 \cdot 10^3} = 0,75 \text{ кг.}$$

**Ответ:** 0,75 кг.

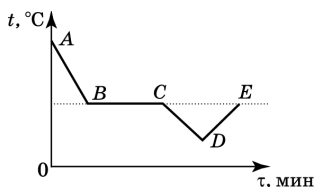
- 46** Какова относительная влажность воздуха в комнате объёмом  $30\text{ м}^3$  при температуре  $20\text{ }^\circ\text{C}$ , если в нём содержится  $180$  г воды? Плотность насыщенных водяных паров при температуре  $20\text{ }^\circ\text{C}$  равна  $17,3\text{ г/м}^3$ .

**Решение.** Относительная влажность воздуха определяется по формуле  $\varphi = \frac{\rho \cdot 100\%}{\rho_n}$ , плотность во-

данных паров определяется по формуле  $\rho = \frac{m}{V}$ . Подставляя численные значения, получаем  $\varphi = 35\%$ .

О т в е т : 35%.

- 47 На рисунке приведён график зависимости температуры спирта от времени при его охлаждении и последующем нагревании. Первоначально спирт находился в газообразном состоянии. Какой участок графика соответствует процессу конденсации спирта?



Решение. Процессу конденсации соответствует горизонтальный участок графика. Поскольку изначально спирт находился в газообразном состоянии, процессу конденсации спирта соответствует участок  $BC$ .

О т в е т :  $BC$ .

- 48 Какое минимальное количество теплоты необходимо для превращения в воду 500 г льда, взятого при температуре  $-10\text{ }^\circ\text{C}$ ? Потерями энергии на нагревание окружающего воздуха пренебречь.

Решение. Для нагревания льда до температуры плавления необходимо:

$$\begin{aligned} Q_{\text{льда}} &= 0,5 \text{ кг} \cdot c_{\text{л}}(0 - (-10)) \text{ }^\circ\text{C} = \\ &= 0,5 \text{ кг} \cdot 2100 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot^\circ\text{C}} \cdot 10 \text{ }^\circ\text{C} = 10\,500 \text{ Дж}. \end{aligned}$$

Для превращения льда в воду:

$$\begin{aligned} Q_{\text{плав}} &= 0,5 \text{ кг} \cdot \lambda_{\text{льда}} = 0,5 \text{ кг} \cdot 3,3 \cdot 10^5 \text{ Дж/кг} = \\ &= 165\,000 \text{ Дж}. \end{aligned}$$

Таким образом:

$$Q = Q_{\text{льда}} + Q_{\text{плав}} = (10\,500 + 165\,000) \text{ Дж} = 175\,500 \text{ Дж.}$$

О т в е т : 175 500 Дж.

- 49 Определите мощность горелки, если вода массой 2 кг, взятая при температуре 10 °С, закипела через 5 мин. Теплоёмкостью сосуда пренебречь, считать, что вся выделяемая теплота идёт на нагревание воды.

Решение. Мощность горелки определяется по формуле  $P = Q/t$ , количество теплоты, необходимое для нагревания воды от 10 °С до 100 °С,  $Q = cm(t_2 - t_1)$ .

Переводя в СИ 5 мин = 600 с и подставляя численные значения, получаем  $P = 2,52$  кВт.

О т в е т : 25,2 кВт.

- 50 Каков КПД спиртовки, если на ней нагрели 500 г воды на 50 °С и при этом сожгли 15 г спирта?

Решение. КПД =  $\frac{Q_{\text{п}}}{Q_{\text{з}}}$ , здесь  $Q_{\text{п}} = cm_{\text{в}}\Delta t$ ,  $Q_{\text{з}} = qm_{\text{с}}$ .

$$\text{Тогда имеем } \eta = \frac{4200 \cdot 0,5 \cdot 50}{27 \cdot 10^6 \cdot 0,015} = 0,26 = 26 \%$$

О т в е т : 26%.

- 51 Через какое время после включения электрического чайника выкипит вся вода массой 1 л, находящаяся при температуре 20 °С, если мощность нагревательной спирали чайника равна 1,2 кВт, а его КПД равен 80%?

Решение. По определению КПД  $\eta = \frac{P_{\text{п}}}{P_{\text{з}}}$ , здесь

$$\text{полезная мощность } P = \frac{Q}{t} = [cm(100 - 20) + rm] \cdot \frac{1}{t}.$$

$$P_{\text{з}} = 1200 \text{ Вт.}$$

$$\text{Тогда } t = \frac{Q}{\eta \cdot P_{\text{з}}} = \frac{4200 \cdot 1 \cdot 80 + 2,3 \cdot 10^6}{0,8 \cdot 1200} = 2475 \text{ с} \approx 46 \text{ мин.}$$

О т в е т : 46 мин.

52

В тепловой машине потери энергии составляют  $\frac{2}{5}$  от энергии, выделяющейся при сгорании топлива. Чему равен КПД этой тепловой машины?

**Решение.** КПД  $\eta$  есть отношение полезной работы к полной, или, иначе говоря, та часть полной работы, которая идёт на совершение полезной работы. Потери энергии — это часть полной работы, которая не используется для совершения полезной работы, поэтому для нахождения КПД нужно вычесть из единицы величину потерь.

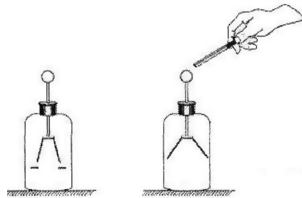
$$\text{Тогда } 1 - \frac{2}{5} = \frac{3}{5}.$$

**Ответ:** КПД этой тепловой машины равен 60%.

## ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ЯВЛЕНИЯ

1

К заряженному отрицательным зарядом электроскопу поднесли металлическую палочку на изолирующей ручке, не касаясь шарика. Листки электроскопа разошлись ещё сильнее (см. рис.). Что можно сказать о заряде палочки?



- 1) палочка не заряжена или заряжена положительно
- 2) палочка заряжена положительно
- 3) палочка заряжена отрицательно
- 4) палочка заряжена отрицательно или не заряжена вовсе

**Решение.** Листки электроскопа разошлись сильнее, это означает, что отрицательный заряд на них стал больше. Это происходит в случае, когда палочка заряжена отрицательно. При поднесении палочки к электроскопу отрицательно заряженная палочка перетягивает к себе положительные заряды, в результате чего недостаток положительных зарядов на листках электроскопа увеличивается, листки расходятся сильнее.

**Ответ:** 3.

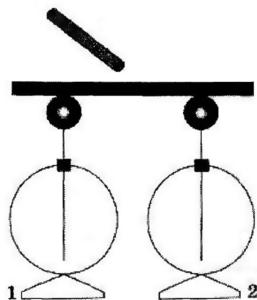
**2** К незаряженной лёгкой гильзе, изготовленной из металлической фольги, поднесли наэлектризованную эбонитовую палочку. Какое явление при этом будет наблюдаться?

- 1) гильза сначала притянется к палочке, а потом оттолкнётся от неё
- 2) гильза будет отталкиваться от палочки
- 3) ничего не произойдёт
- 4) гильза притянется к палочке и останется в таком положении

**Решение.** Вследствие явления электромагнитной индукции в металлической гильзе произойдёт перераспределение зарядов, и она притянется к палочке. После этого гильза приобретёт некоторый избыточный заряд и оттолкнётся от палочки.

**Ответ:** 1.

**3** К середине массивного проводника, соединяющего два незаряженных электрметра, поднесли отрицательно заряженную палочку. Как распределится заряд на электрметрах?



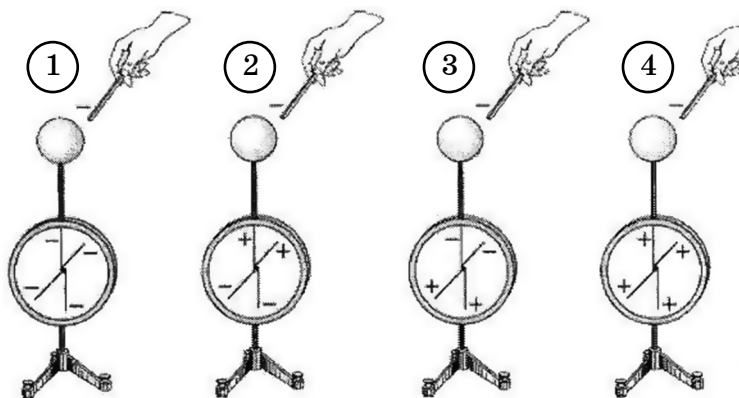
- 1) на электрметре 1 будет избыточный положительный заряд, на электрметре 2 — избыточный отрицательный заряд
- 2) на электрметре 1 будет избыточный отрицательный заряд, на электрметре 2 — избыточный положительный заряд

- 3) оба электрметра будут заряжены положительно, а массивный проводник отрицательно  
 4) оба электрметра будут заряжены отрицательно, а массивный проводник положительно

Решение. Поскольку палочка заряжена отрицательно, на массивном проводнике возникнет индуцированный положительный заряд, а на электрметрах — отрицательный.

Ответ: 4.

- 4 Заряженную отрицательным зарядом палочку подносят к незаряженному электрметру. Когда палочка находится вблизи шарика электрметра, но не касается его, наблюдают отклонение стрелки электрметра. Укажите номер рисунка, на котором правильно указано распределение заряда в электрметре.



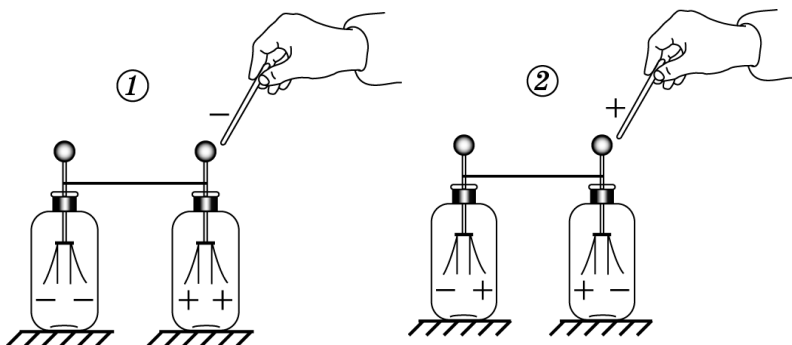
- 1) 1                      2) 2                      3) 3                      4) 4

Решение. При поднесении отрицательно заряженной палочки к электрметру положительные заряды притягиваются к палочке, в результате чего на листках электрметра возникает недостаток положительных зарядов, или, что то же самое, избыток отрицательных.

Ответ: 1.



- 5 Два незаряженных электроскопа соединены проволокой. К одному из них подносят заряженную палочку. Заряды, которые могут находиться на палочке и на листочках электроскопов,



- 1) правильно показаны только на рисунке 1
- 2) правильно показаны только на рисунке 2
- 3) правильно показаны и на рисунке 1, и на рисунке 2
- 4) не показаны правильно ни на рисунке 1, ни на рисунке 2

Решение. При поднесении заряженной палочки электроскопа заряды в электроскопе перераспределяются. Например, поднесена отрицательно заряженная палочка, в таком случае к ней притянутся положительные заряды, в результате чего на шарике электроскопа образуется избыточный положительный заряд. На листочках электроскопа, в свою очередь, образуется недостаток положительного заряда, или, что то же самое, избыточный отрицательный заряд. Аналогичный процесс происходит при поднесении положительно заряженной палочки. Таким образом, распределение зарядов указано неверно на обоих рисунках.

Ответ: 4.

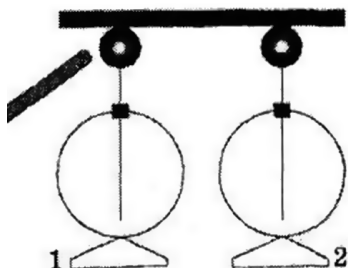
**6** Лёгкая незаряженная гильза, изготовленная из металлической фольги, подвешена на длинной шёлковой нити. Если поднести к гильзе, не касаясь её, заряженную пластмассовую линейку, то она будет отклоняться от положения равновесия. Как объяснить наблюдаемое явление?

- 1) металлы всегда притягиваются к заряженным телам
- 2) под действием электрического поля палочки в гильзе произошло перераспределение зарядов
- 3) заряд с палочки перешёл по воздуху на гильзу
- 4) под действием магнитного поля палочки происходит притяжение лёгких предметов

**Решение.** В электрическом поле заряженной пластмассовой линейки свободные электроны в металлической гильзе смещаются к одному её краю.

**Ответ:** 2.

**7** К одному из незаряженных электрометров, соединённых проводником, поднесли положительно заряженную палочку. Как распределится заряд на электрометрах?



- 1) оба электрометра будут заряжены отрицательно
- 2) оба электрометра будут заряжены положительно
- 3) на электрометре 1 будет избыточный положительный заряд, на электрометре 2 — избыточный отрицательный заряд

4) на электрометре 1 будет избыточный отрицательный заряд, на электрометре 2 — избыточный положительный заряд

**Решение.** Поскольку палочка заряжена положительно, на первом электрометре возникнет индуцированный отрицательный заряд. Следовательно, на втором электрометре возникнет избыточный положительный заряд.

**Ответ:** 4.

**8** Тело заряжено положительно, если у него

- 1) избыток электронов
- 2) недостаток электронов
- 3) недостаток протонов
- 4) избыток нейтронов

**Решение.** Тело заряжено положительно, если у него недостаток электронов.

**Ответ:** 2.

**9** К положительно заряженному электроскопу подносят заряженное тело. Листочки электроскопа расходятся на ещё больший угол. Каков по знаку заряд тела?

- 1) положительный
- 2) отрицательный
- 3) тело не заряжено
- 4) однозначно сказать нельзя

**Решение.** Так как сила отталкивания листочков электроскопа увеличилась, поскольку они разошлись на больший угол, значит, увеличился заряд листочков без изменения его знака (если бы поменялся знак заряда, то сначала угол расхождения листочков уменьшился). Это значит, что заряд тела по знаку такой же, как у листочков электроскопа.

**Ответ:** 1.

**10** При натирании эбонитовой палочки о кусочек шерстяной ткани оба тела электризуются, причем палочка приобретает отрицательный заряд. Какое из приведённых ниже утверждений правильно объясняет описанное явление?

- 1) часть протонов переходит с палочки на шерсть
- 2) часть протонов переходит с шерсти на палочку
- 3) часть электронов переходит с палочки на шерсть
- 4) часть электронов переходит с шерсти на палочку

**Решение.** Процесс электризации объясняется переходом части электронов с одного тела на другое. Отрицательный заряд палочки означает избыток электронов на ней. Следовательно, часть электронов переходит с шерсти на палочку.

**Ответ:** 4.

**11** В нейтральных телах

- 1) электрических зарядов нет
- 2) есть только положительные заряды, равномерно распределённые по телу
- 3) есть только отрицательные заряды, равномерно распределённые по телу
- 4) есть равные количества положительных и отрицательных зарядов, равномерно распределённых по телу

**Решение.** Нейтральными телами называют тела, в которых находится равное количество положительных и отрицательных зарядов, равномерно распределённых по телу.

**Ответ:** 4.

**12** При удалении от точечного положительного заряда напряжённость электростатического поля

- 1) возрастает
- 2) убывает

- 3) не меняется  
 4) однозначного ответа не может быть

Решение. Напряжённость электрического поля убывает при удалении от точечного заряда обратно пропорционально квадрату расстояния от заряда до точки наблюдения поля.

Ответ: 2.

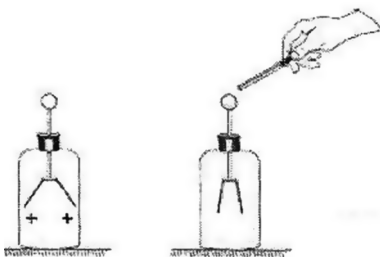
**13** Как изменяется сила, действующая на заряженную гильзу со стороны электрического поля заряженного тела, при увеличении расстояния между гильзой и телом?

- 1) увеличивается  
 2) уменьшается  
 3) не меняется  
 4) зависит от природы и размеров тела, создающего поле

Решение. По закону Кулона, следовательно, при увеличении расстояния сила уменьшается.

Ответ: 2.

**14** К заряженному положительным зарядом электроскопу поднесли металлическую палочку на изолирующей ручке. Листки электроскопа опали, то есть угол между ними уменьшился (см. рис.). Что можно сказать о заряде палочки?



- 1) палочка не заряжена или заряжена положительно  
 2) палочка заряжена положительно

- 3) палочка заряжена отрицательно
- 4) палочка заряжена отрицательно или вовсе не заряжена

**Решение.** Листки электроскопа опали, это означает, что положительный заряд на них стал меньше. Это происходит в случае, когда палочка заряжена отрицательно. При поднесении палочки к электроскопу с отрицательно заряженной палочки на электроскоп перетекают отрицательные заряды, в результате чего суммарный положительный заряд на листках электроскопа становится меньше, листки электроскопа опадают.

**Ответ:** 3.

- 15** В основе работы электроскопа лежит взаимодействие

- 1) разноимённых зарядов
- 2) одноимённых зарядов
- 3) полюсов постоянных магнитов
- 4) электрических токов

**Решение.** Электроскоп — прибор для измерения электрического заряда — работает за счёт электростатического отталкивания одноимённо заряженного стержня и подвижной стрелки.

**Ответ:** 2.

- 16** Что позволяет определить изменение угла расхождения листочков электроскопа?

- 1) знак заряда
- 2) величину заряда
- 3) количество заряженных частиц
- 4) массу заряженных частиц

**Решение.** В основе принципа действия электроскопа лежит отталкивание одноименно заряженных листочков. Поэтому при изменении угла расхождения листочков можно судить только об изменении величины заряда.

**Ответ:** 2.

**17** Как можно с помощью электроскопа определить знак заряда тела?

- 1) поднести заряженное тело к незаряженному электроскопу и посмотреть на поведение его стрелки
- 2) поднести заряженное тело к заряженному электроскопу и посмотреть на поведение его стрелки
- 3) зарядить электроскоп сначала с помощью наэлектризованной стеклянной, а затем пластмассовой палочки, провести заряженным телом по шарiku электроскопа и посмотреть на поведение его стрелки
- 4) с помощью электроскопа это сделать невозможно

**Решение.** Надо зарядить электроскоп зарядом известного знака, провести заряженным телом по шарiku электроскопа и посмотреть на поведение его стрелки.

**Ответ:** 3.

**18** Будут ли взаимодействовать два электрона, если их из воздуха перенести в безвоздушное пространство?

- 1) да
- 2) нет
- 3) зависит от траектории переноса
- 4) зависит от наличия магнитного поля

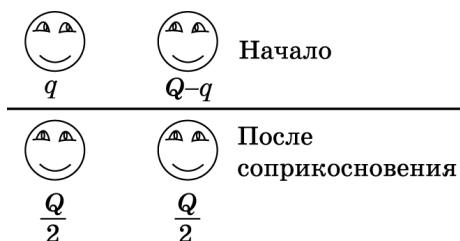
**Решение.** Электростатическое взаимодействие осуществляется посредством электростатического поля, которое возникает вокруг неподвижного электрического заряда и в среде, и в вакууме.

**Ответ:** 1.

**19** Два одинаковых стальных шарика с одноимёнными, но разными по величине зарядами привели в соприкосновение и снова развели в стороны.

При этом заряд одного из шариков увеличился в 2,5 раза. Во сколько раз уменьшился заряд другого шарика?

**Решение.** Пусть шарик с меньшим зарядом имеет заряд  $q$ , а суммарный заряд обоих —  $Q$  (см. рис.).



После соприкосновения заряды станут равными по величине  $\frac{Q}{2} = 2,5q$ ;  $q = \frac{Q}{5}$ ;  $Q - q = Q - \frac{Q}{5} = \frac{4Q}{5}$ .

Тогда  $\frac{Q - q}{\frac{Q}{2}} = \frac{\frac{4Q}{5}}{\frac{Q}{2}} = \frac{4}{5} \cdot \frac{2}{1} = \frac{8}{5} = 1,6$ , то есть в 1,6 раза.

**О т в е т :** в 1,6 раза.

20

При протекании электрического тока через растворы солей в растворах выделяются вещества. В этом проявляется

- 1) тепловое действие тока
- 2) химическое действие тока
- 3) магнитное действие тока
- 4) ядерное действие тока

**Решение.** Протекание электрического тока через раствор электролита сопровождается электролизом, химическим процессом, в результате которого выделяются вещества, содержащиеся в виде химического соединения в электролите.

**О т в е т :** 2.



**21** Какое из приведённых веществ является диэлектриком?

- 1) алюминий
- 2) раствор поваренной соли
- 3) янтарь
- 4) медь

Решение. Металлы и растворы электролитов являются проводниками тока, и только янтарь не относится ни к первым, ни ко вторым, а является изолятором.

Ответ: 3.

**22** Электрическое поле действует на положительные заряды с силой, направленной

- 1) по полю
- 2) против поля
- 3) перпендикулярно полю
- 4) это зависит от свойств поля

Решение. Сила, действующая на заряд,  $F = qE$ . Если заряд положительный, то сила и напряжённость поля сонаправлены.

Ответ: 1.

**23** Неподвижные заряды создают вокруг себя

- 1) электростатическое поле
- 2) магнитное поле
- 3) гравитационное поле
- 4) не создают никаких полей

Решение. Неподвижные заряды являются источниками электростатического поля.

Ответ: 1.

**24** В проводящих жидкостях

- 1) есть только положительные заряды
- 2) есть только отрицательные заряды
- 3) есть и положительные, и отрицательные заряды

4) нет никаких зарядов, пока в неё не опустят клеммы источника тока

Решение. В проводящих жидкостях уже есть и положительные, и отрицательные ионы.

Ответ: 3.

**25** В металлических телах есть

- 1) только положительные заряды
- 2) только отрицательные заряды
- 3) и положительные, и отрицательные заряды
- 4) нет никаких зарядов, пока тело не зарядят

Решение. Металл, как и любое тело, состоит из атомов. Следовательно, в нём есть и положительные, и отрицательные заряды.

Ответ: 3.

**26** Какое из указанных веществ является проводником?

- |           |           |
|-----------|-----------|
| 1) фарфор | 3) медь   |
| 2) воздух | 4) резина |

Решение. Проводниками являются металлы, растворы и расплавы электролитов. Из приведённых вариантов только медь — металл, а значит, и проводник.

Ответ: 3.

**27** Является ли вода проводником?

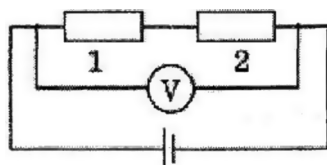
- 1) да, всегда
- 2) только если она дистиллированная
- 3) только если её посолить
- 4) только если её сильно нагреть

Решение. Вода будет проводником, если в ней появятся свободные носители зарядов. Например, её можно посолить, тогда



Ответ: 3.





Решение. При последовательном соединении напряжение на всём участке цепи равно сумме напряжений на каждом резисторе, общее сопротивление равно сумме сопротивлений. По закону

$$I = \frac{U}{R} = \frac{18}{6} = 3.$$

Следовательно, напряжение на первом резисторе равно  $2 \text{ Ом} \cdot 3 \text{ А} = 6 \text{ В}$ .

Ответ: 6 В.

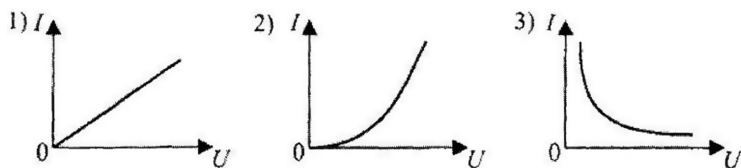
**32** Какой из приведённых ниже приборов является источником тока?

- 1) гальванический элемент
- 2) электродвигатель
- 3) трансформатор
- 4) реостат

Решение. Источником тока является гальванический элемент (батарейка).

Ответ: 1.

**33** Какой вид имеет для проводника график зависимости силы тока от напряжения (см. рис.)?



- 1) 1      3) 3
- 2) 2      4) сила тока с напряжением не связана

Решение. Сила тока и напряжение связаны по закону Ома прямо пропорциональной зависи-

мостью  $I = \frac{U}{R}$ , графиком которой является прямая линия, проходящая через начало координат.

Ответ: 1.

**34** В электрическую цепь включены параллельно друг другу сопротивления 2 Ом и 3 Ом. По меньшему из них течёт ток 6 А. По большему течёт ток

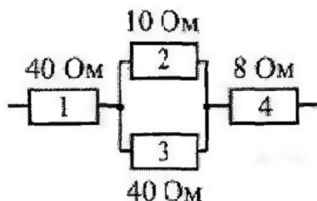
- 1) 4 А      2) 3 А      3) 2 А      4) 1 А

Решение. При параллельном включении силы токов обратно пропорциональны сопротивлениям.

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{R_2}{R_1}. \text{ Ток равен 4 А.}$$

Ответ: 1.

**35** На рисунке приведён участок электрической цепи, по которому течёт ток. В каком из проводников сила тока наименьшая?



Решение. Обозначим силы тока и напряжения во всех участках цепи как  $I_1, U_1; I_2, U_2; I_3, U_3; I_4, U_4$  соответственно. Найдём силы тока во всех участках цепи. Участок 1 соединён последовательно с участками 2 и 3 (соединёнными между собой параллельно) и далее последовательно с участком 4. Таким образом, наименьшая сила тока будет в участке 2 или в участке 3.

$$\text{По закону Ома } I_2 = \frac{U}{R} = \frac{U_2}{R_2}; \quad I_3 = \frac{U_2}{R_3}.$$

Таким образом, так как  $R_2 < R_3$ , то  $I_3 < I_2$ .

Ответ: 3.

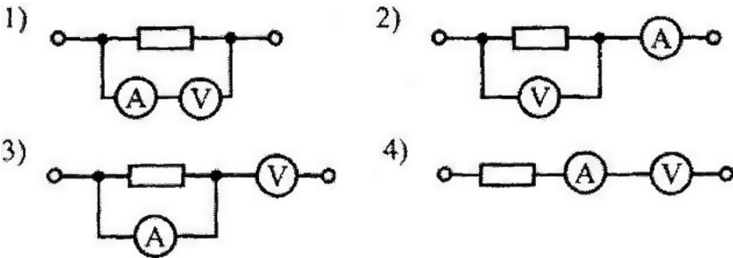
**36** Амперметр, с помощью которого измеряют ток, текущий через резистор,

- 1) включается параллельно этому резистору; сопротивление амперметра много больше сопротивления этого резистора
- 2) включается последовательно с этим резистором; сопротивление амперметра много больше сопротивления этого резистора
- 3) включается параллельно этому резистору; сопротивление амперметра много меньше сопротивления этого резистора
- 4) включается последовательно с этим резистором; сопротивление амперметра много меньше сопротивления этого резистора

**Решение.** Амперметр показывает ток, текущий через него. Для того чтобы это был ток, текущий через резистор, этот резистор и амперметр должны быть включены последовательно. Чтобы ток, который показывает амперметр, мало отличался от тока, который протекал до его включения, амперметр должен иметь сопротивление много меньшее, чем сопротивление резистора.

**Ответ:** 4.

**37** На резисторе нужно измерить силу тока и напряжение. На каком из рисунков амперметр и вольтметр правильно включены в цепь?



1) 1

2) 2

3) 3

4) 4

**Решение.** Сила тока, текущего через последовательное соединение проводников, одинакова, поэтому амперметр включают последовательно. При параллельном соединении ток разветвляется, а напряжения на соединённых элементах одинаковы, следовательно, вольтметр включают параллельно.

**Ответ:** 2.

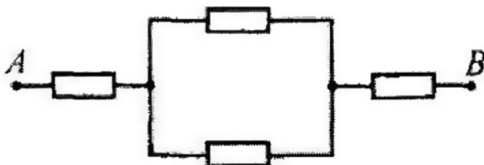
**38** Как нужно включить амперметр по отношению к лампе, чтобы измерить силу тока, текущего через лампу?

- 1) параллельно с лампой
- 2) последовательно с лампой
- 3) можно и параллельно, и последовательно; показания амперметра при этом будут одинаковы
- 4) сначала параллельно, потом последовательно, показания амперметра усреднить по двум измерениям

**Решение.** При последовательном соединении проводников сила тока, текущего через проводники, одинакова. При параллельном соединении ток разветвляется, следовательно, только при последовательном соединении с лампой амперметр покажет ток, текущий через лампу.

**Ответ:** 2.

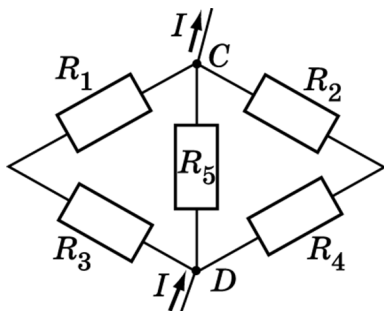
**39** Четыре одинаковых резистора по 12 Ом каждый соединены, как показано на рисунке. Чему равно сопротивление цепи между точками *A* и *B*?



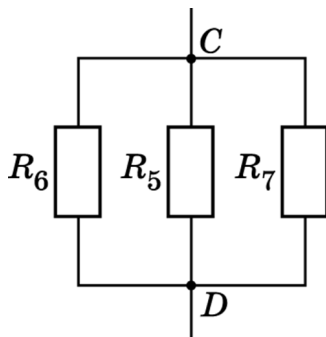
Решение. Здесь  $R_1 = R_3 = 12 \text{ Ом}$ ,  $R_2 = 6 \text{ Ом}$ ,  
 Общее сопротивление равно  
 $R = 12 \text{ Ом} + 6 \text{ Ом} + 12 \text{ Ом} = 30 \text{ Ом}$ .

Ответ: 30 Ом.

- 40 Определите общее сопротивление участка цепи, показанного на рисунке, если  $R_1 = 2 \text{ Ом}$ ,  $R_2 = 5 \text{ Ом}$ ,  $R_3 = 20 \text{ Ом}$ ,  $R_4 = 5 \text{ Ом}$ ,  $R_5 = 10 \text{ Ом}$ .



Решение. Нарисуем эквивалентную схему (см. рис.).



Здесь  $R_6 = R_1 + R_3 = 22 \text{ Ом}$ .

$R_7 = R_2 + R_4 = 10 \text{ Ом}$ .

Тогда общее сопротивление найдём из выражения

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_5} + \frac{1}{R_6} + \frac{1}{R_7}, \quad \frac{1}{R} = \frac{1}{10} + \frac{1}{22} + \frac{1}{10} \text{ (Ом)}.$$

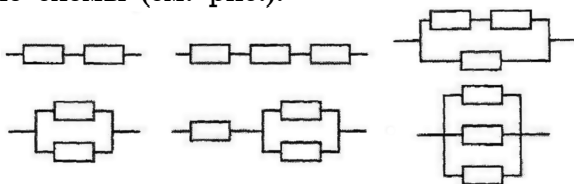
$R = 4,1 \text{ Ом}$ .

Ответ: 4,1 Ом.



- 41** Какое количество сопротивлений можно получить из трех резисторов по 1 Ом каждый, соединяя их между собой?

**Решение.** Используя последовательное и параллельное соединение, можно получить следующие схемы (см. рис.):



**Ответ:** 6.

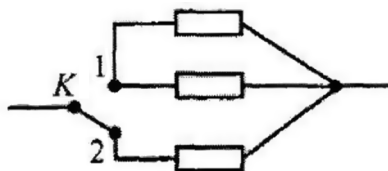
- 42** Два алюминиевых проводника одинаковой длины имеют разную площадь поперечного сечения: площадь поперечного сечения первого проводника  $0,5 \text{ мм}^2$ , а второго проводника  $4 \text{ мм}^2$ . Сопротивление какого из проводников больше и во сколько раз?

- 1) Сопротивление первого проводника в 64 раза больше, чем второго.
- 2) Сопротивление первого проводника в 8 раз больше, чем второго.
- 3) Сопротивление второго проводника в 64 раза больше, чем первого.
- 4) Сопротивление второго проводника в 8 раз больше, чем первого.

**Решение.** Сопротивление проводника вычисляется по формуле  $R = \frac{\rho \cdot l}{S}$ , где  $\rho$  — удельное сопротивление проводника,  $l$  — длина проводника,  $S$  — площадь сечения. Следовательно, сопротивление второго проводника меньше сопротивления первого в  $\frac{4 \text{ мм}^2}{0,5 \text{ мм}^2} = 8$  раз.

**Ответ:** 2.

- 43 Чему станет равно сопротивление участка электрической цепи, если ключ перевести из положения 2 в положение 1 (см. рис.)? Каждый из резисторов имеет сопротивление  $R$ .



Решение. Если ключ перевести в положение 2, то получим параллельное соединение двух одинаковых резисторов. Их сопротивление равно  $\frac{R}{2}$ .

Ответ:  $\frac{R}{2}$ .

- 44 При протекании через проводник тока в 1 А при напряжении 5 В его сопротивление было 5 Ом. Каким будет сопротивление этого проводника при протекании через него тока 2 А?

Решение. Сопротивление проводника не зависит от силы тока и напряжения, Если удвоить силу тока, то удвоится и напряжение. Поэтому сопротивление, которое находится как отношение напряжения к силе тока, не изменяется.

Ответ: 5 Ом.

- 45 Чему равно сопротивление медной проволоки площадью поперечного сечения 2 мм<sup>2</sup> и длиной 1000 м?

Решение. Сопротивление проводника находится по формуле  $R = \rho \cdot \frac{l}{S}$ .

Здесь  $l$  — длина проводника,  $S$  — площадь поперечного сечения,  $\rho$  — удельное сопротивление меди.

Его значение, взятое из таблицы, —  $0,017 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$ .

$$R = \frac{0,017 \cdot 1000}{2} = 8,5 \text{ Ом.}$$

Ответ: 8,5 Ом.

**46** Резисторы с сопротивлениями 2 Ом и 3 Ом соединены последовательно. Выберите правильное утверждение.

- 1) общее сопротивление резисторов меньше 2 Ом
- 2) общее сопротивление резисторов больше 3 Ом
- 3) общее сопротивление резисторов равно 1,2 Ом
- 4) сила тока в первом резисторе меньше, чем во втором

Решение. Из всех приведённых ответов правильным является ответ 2, так как при последовательном соединении резисторов их общее сопротивление равно сумме сопротивлений каждого из них.

Ответ: 2.

**47** Электрическая цепь собрана из источника тока, лампочки и тонкой железной проволоки, соединённых последовательно. Лампочка станет гореть ярче, если

- 1) подсоединить к проволоке последовательно вторую такую же проволоку
- 2) железную проволоку заменить на нихромовую
- 3) поменять местами проволоку и лампочку
- 4) подсоединить к проволоке параллельно вторую такую же проволоку

Решение. Проанализируем все утверждения.

- 1) Если подсоединить к проволоке последовательно вторую такую же проволоку, то сопротивление цепи увеличится, поскольку оно прямо пропорционально длине проводника. Следова-

тельно, сила тока в цепи будет уменьшаться и лампочка станет гореть тусклее.

- 2) Удельное сопротивление нихрома больше, чем железа, следовательно, лампочка будет гореть тусклее.
- 3) При последовательном соединении сила тока в цепи одинакова на каждом участке, поэтому при перестановке любых элементов местами яркость лампочки не изменится.
- 4) При параллельном соединении двух резисторов общее сопротивление участка вычисляется по формуле  $R = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$ ,

где  $R_1$  — сопротивление первого резистора,  $R_2$  — сопротивление второго резистора. Поскольку подсоединили точно такую же проволоку,  $R_1 = R_2 = R$ , тогда  $R_{\text{общ}} = 0,5R$ . Так как сопротивление уменьшилось, ток в цепи увеличился, следовательно, лампочка станет гореть ярче.

Ответ: 4.

48

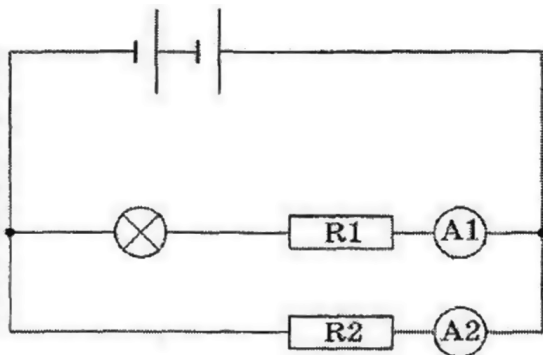
Три резистора, сопротивления которых  $R_1 = 3$  Ом,  $R_2 = 6$  Ом и  $R_3 = 9$  Ом, соединены последовательно. Вольтметр, подключённый к третьему резистору, показывает напряжение 18 В. Чему равно напряжение на всем участке цепи?

Решение. Вычислим ток через третий резистор по закону Ома:  $I_3 = \frac{18}{9} = 2$  А. При последовательном соединении сила тока в цепи одинакова. Вычислим напряжение на втором резисторе:  $U_2 = 2 \text{ А} \cdot 6 \text{ Ом} = 12 \text{ В}$ , и на первом резисторе:  $U_1 = 2 \text{ А} \cdot 3 \text{ Ом} = 6 \text{ В}$ . При последовательном соединении суммарное напряжение равно сумме напряжений, падающих на каждый резистор. Та-

ким образом, напряжение на всем участке цепи равно  $18 + 12 + 6 = 36$  В.

Ответ: 36 В.

- 49 В электрической цепи (см. рис.) амперметр А1 показывает силу тока 1,5 А, амперметр А2 — силу тока 0,5 А. Ток, протекающий через лампу, равен



Решение. Лампа и амперметр А1 соединены последовательно. При последовательном соединении сила тока одна и та же. Таким образом, ответ 1,5 А.

Ответ: 1,5 А.

- 50 Исследуя зависимость силы тока от напряжения на резисторе при его постоянном сопротивлении, ученик получил результаты, представленные в таблице. Чему равно удельное сопротивление металла, из которого изготовлен резистор, если длина провода 10 м, а площадь его поперечного сечения 2 мм<sup>2</sup>?

Напряжение, В	2	4	6
Сила тока, А	4	8	12

Решение. Вычислим сопротивление резистора:

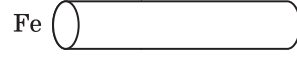
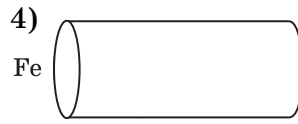
$$R = \frac{U}{I} = \frac{2}{4} = 0,5 \text{ Ом.}$$

Сопротивление проводника вычисляется по формуле  $R = \rho \cdot \frac{l}{S}$ , где  $\rho$  — удельное сопротивление проводника,  $l$  — длина проводника,  $S$  — площадь сечения. Выразим удельное сопротивление:

$$\rho = \frac{R \cdot S}{l} = \frac{0,5 \cdot 2}{10} = 0,1 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$$

О т в е т :  $0,1 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$ .

**51** Какие пары проводников из числа представленных на рисунках следует выбрать для проведения эксперимента, который позволяет доказать, что сопротивление проводника зависит от площади его поперечного сечения?



- 1) только 1                      3) 2 и 4  
 2) 1 и 3                        4) только 4

**Решение.** Для изучения зависимости сопротивления проводника от его поперечного сечения необходимо, чтобы они были изготовлены из одного материала, имели одинаковую длину и различную площадь поперечного сечения. Такая пара представлена на рисунке 4.

О т в е т : 4.

**52** Сила тока, текущего по двум проводникам, одинакова. Что можно утверждать о работе тока, совершаемой по перенесению заряда в 1 Кл по одинаковым участкам?

- 1) в проводниках всегда совершается одинаковая работа
- 2) зависит от напряжения на участках проводника
- 3) работа по перенесению электрического заряда в проводниках не совершается
- 4) зависит от свойств материала проводников

Решение. Работа тока в проводнике  $A = IUt$ , где  $It = q$ , тогда  $A = qU$ .

Ответ: 2.

**53** Есть два электрокипяtilьника. Если включить один, вода в кастрюле закипит через 7 минут. Если включить другой, вода в кастрюле закипит через 3 минуты. Через сколько секунд вода закипит, если включить их одновременно?

Решение. Пусть мощность первого кипяtilьника  $P_1$ , а второго —  $P_2$ , Тогда  $P_1 \cdot t_1 = A$ ,  $P_2 \cdot t_2 = A$ ,  $(P_1 + P_2) \cdot t = A$ .

$$t = \frac{A}{P_1 + P_2} = \frac{A}{\frac{A}{t_1} + \frac{A}{t_2}} = \frac{t_1 \cdot t_2}{t_1 + t_2}.$$

$$t = \frac{3 \cdot 7}{3 + 7} = 2,1 \text{ мин} = 120 \text{ с} + 6 \text{ с} = 126 \text{ с}.$$

Ответ: 126 с.

**54** Через проводник протекает ток. Если за счёт изменения напряжения сила тока увеличилась в 2 раза, то как изменилась мощность, выделяющаяся на этом проводнике?

- 1) увеличилась в 2 раза
- 2) увеличилась в 4 раза

3) уменьшилась в 2 раза

4) осталась неизменной

**Решение.** Увеличение напряжения в два раза вызывает увеличение силы тока тоже в два раза, а мощность  $P = IU$  при этом увеличивается в 4 раза.

**Ответ:** 2.

**55** Лампа, рассчитанная на мощность 60 Вт, работает в течение 30 дней по 6 часов в день. Чему равна стоимость израсходованной электроэнергии при тарифе  $320 \frac{\text{коп.}}{\text{кВт}\cdot\text{ч}}$ ?

**Решение.** Работа тока  $A = P \cdot t$ . Для того чтобы получить работу тока в кВт·ч, необходимо мощность выразить в кВт, а время — в часах:  $A = 0,06 \text{ кВт} \cdot 30 \cdot 6 \text{ ч} = 10,8 \text{ кВт}\cdot\text{ч}$ .

Умножив это число на тариф, получаем стоимость израсходованной электроэнергии. Она равна  $3456 \text{ коп.} = 34 \text{ руб. } 56 \text{ коп.}$

**Ответ:** 34 руб. 56 коп.

**56** Часто один из контактов электрической вилки мощного электроприбора нагревается сильнее, чем второй. С чем это может быть связано?

**Решение.** Через оба контакта проходит ток одинаковой силы. Разная мощность может быть связана только с разным сопротивлением контактов.

**57** Определите расход электроэнергии при работе холодильника мощностью 800 Вт в течение 5 часов.

**Решение.** Расход электроэнергии равен работе электрического тока:  $A = P \cdot t$ .

Переводя в систему СИ  $5 \text{ ч} = 18\,000 \text{ с}$  и подставляя численные значения, получаем

$A = 14\,400\,000 \text{ Дж} = 14,4 \text{ МДж}$ .

**Ответ:** 14,4 МДж.



- 58** Напряжение на концах проводника, сила тока в котором 2,5 А, равно 100 В. В течение какого времени проводник был включён в цепь, если работа электрического тока в проводнике составила 3 кДж?

Решение. Работа электрического тока  $A = IUt$ ,

$$\text{откуда } t = \frac{A}{UI}, \quad t = \frac{3 \cdot 10^3}{2,5 \cdot 100} = 12 \text{ с.}$$

Ответ: 12 с.

- 59** Потребитель электроэнергии должен получать от энергоснабжающей организации электрическую мощность  $P$ . Энергоснабжающая организация повысила подаваемое напряжение в 2 раза. Как надо изменить сопротивление приборов потребителя для потребления прежней мощности?

- 1) оставить неизменным
- 2) увеличить в 2 раза
- 3) увеличить в 4 раза
- 4) ответить на этот вопрос по имеющимся данным невозможно

Решение. Потребляемая мощность в данном случае рассчитывается по формуле  $P = \frac{U^2}{R}$ .

$$\text{Отсюда следует, что } \frac{R_2}{R_1} = \left( \frac{U_2}{U_1} \right)^2.$$

Следовательно, при увеличении напряжения в 2 раза надо увеличить сопротивление в 4 раза.

Ответ: 3.

- 60** Можно ли на место сгоревшего предохранителя ставить толстую медную проволоку?

Решение. Толстую медную проволоку ставить нельзя, так как при наличии большой силы тока через неё она может не сгореть, а перегреться и привести к пожару.

**61** Какова мощность, потребляемая фехральной проволокой сечением  $0,5 \text{ мм}^2$  и длиной  $4 \text{ м}$ , если она подключена к источнику тока напряжением  $120 \text{ В}$ ?

**Решение.** Мощность, потребляемую проволокой, можно рассчитать по формуле  $P = \frac{U^2}{R}$ .

Сопротивление проволоки  $R = \frac{\rho \cdot l}{S}$ , здесь  $\rho$  — удельное сопротивление проволоки. Окончательно получим  $P = \frac{U^2 S}{\rho l} = \frac{120^2 \cdot 0,5}{1,2 \cdot 4} = 1500 \text{ Вт} = 1,5 \text{ кВт}$ .

**Ответ:**  $1,5 \text{ кВт}$ .

**62** Сколько электронов проходит за  $5 \text{ с}$  через поперечное сечение площадью  $0,5 \text{ мм}^2$  алюминиевой проволоки длиной  $20 \text{ м}$  при напряжении на её концах, равном  $12 \text{ В}$ ?

**Решение.** Рассчитываем сопротивление проволоки  $R = \frac{\rho \cdot l}{S}$ , где  $\rho = 2,8 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м}$  — удельное сопротивление алюминия. По закону Ома сила тока в проводнике  $I = \frac{U}{R}$ ,  $I = \frac{US}{\rho l}$ .

С другой стороны, по определению  $I = \frac{\Delta q}{\Delta t}$ .

Тогда  $\Delta q = \frac{US \Delta t}{\rho l}$ . Количество электронов, прошедших через поперечное сечение проводника за  $5 \text{ с}$ ,  $N = \frac{\Delta q}{e} = \frac{US \Delta t}{\rho l e}$ .

Считаем  $N = \frac{12 \cdot 0,5 \cdot 10^{-6} \cdot 5}{2,8 \cdot 10^{-8} \cdot 20 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}} = 3,3 \cdot 10^{20}$ .

**Ответ:**  $3,3 \cdot 10^{20}$ .

**63** Почему при резке металла электрической дугой используется электрический ток большой силы?

**Решение.** При резке металла электрической дугой его надо расплавить, а для этого необходима большая энергия при безопасном напряжении.

- 64** Каков КПД электродвигателя токарного станка, если он потребляет ток 12 А при напряжении 380 В и развивает мощность 4 кВт?

**Решение.** Коэффициент полезного действия равен  $\eta = \frac{N_{\text{п}}}{N_{\text{з}}}$ , где  $N_{\text{п}}$  — полезная мощность,

$N_{\text{з}}$  — затраченная мощность,

$$\eta = \frac{N_{\text{п}}}{I \cdot U} = \frac{4000}{12 \cdot 380} = 0,88 = 88 \%$$

**Ответ:** 88 %.

- 65** За какое время параллельно соединённые спирали дадут такое же количество теплоты, которое выделяется при их последовательном соединении за 20 мин? Напряжение в обоих случаях одинаковое.

**Решение.** Рассчитаем сопротивление последовательно и параллельно соединённых спиралей  $R_{\text{посл}} = 2R$ ,  $R_{\text{пар}} = R/2$ , где  $R$  — сопротивление одной спирали. Тогда по закону Джоуля — Ленца количество теплоты, выделяемое на спиралях,

$$Q_{\text{посл}} = \frac{U^2}{2R} \cdot t_{\text{посл}} \quad Q_{\text{пар}} = \frac{U^2}{R/2} \cdot t_{\text{пар}}$$

$$\text{Откуда} \quad \frac{U^2}{2R} \cdot t_{\text{посл}} = \frac{2U^2}{R} \cdot t_{\text{пар}} \quad t_{\text{пар}} = \frac{t_{\text{посл}}}{4} = 5 \text{ мин.}$$

**Ответ:** 5 мин.

- 66** Почему энергосберегающие лампы более выгодны в использовании по сравнению с лампами накаливания, хотя стоимость их больше обычных ламп? Ответ обоснуйте с физической точки зрения.

**Решение.** КПД энергосберегающей лампы равен примерно 30%, тогда как у лампы накаливания он не превышает 10%. При этом срок работы энергосберегающей лампы гораздо больше, чем лампы накаливания. Эти факторы делают энергосберегающие лампы более выгодными.

- 67** Паяльник сопротивлением 400 Ом включён в цепь напряжением 220 В. Какое количество теплоты выделится в паяльнике за 10 мин?

**Решение.** Выделившееся количество теплоты равно произведению мощности паяльника на время работы. Мощность находится как квадрат напряжения, делённый на сопротивление. Тогда количество теплоты будет равно

$$Q = \frac{U^2}{R} t = \frac{220^2}{400} 600 = 72\,600 \text{ Дж} = 72,6 \text{ кДж.}$$

**Ответ:** 72,6 кДж.

- 68** Электроплитка имеет две одинаковые спирали по 220 Ом каждая. При подаче на электроплитку напряжения 220 В максимальная мощность плитки равна

**Решение.** Мощность электроплитки, подключённой к источнику напряжения  $U$ , равна  $P = \frac{U^2}{R}$ . Мощность тем больше, чем меньше сопротивление. Наименьшее сопротивление спиралей получается при их параллельном соединении — 110 Ом.  $P = \frac{220^2}{110} = 440 \text{ Вт.}$

**Ответ:** 440 Вт.

- 69** Каковы потери мощности в медном проводе сечением 4 мм<sup>2</sup> и длиной 250 м, если сила тока в нём составляет 20 А?

**Решение.** Мощность, выделившаяся в проводнике при прохождении через него электрического тока, можно рассчитать по формуле  $P = I^2 R$ .

Сопротивление проводника найдём по формуле

$R = \frac{\rho l}{S}$ , здесь  $\rho$  — удельное сопротивление меди.

Окончательно получим

$$P = \frac{I^2 \rho l}{S} = \frac{400 \cdot 0,017 \cdot 250}{4} = 425 \text{ Вт.}$$

Ответ: 425 Вт.

- 70** Определите сопротивление спирали электрочайника мощностью 1,5 кВт, если его работа рассчитана на напряжение 220 В.

**Решение.** Мощность электрического тока определяется по формуле  $P = U^2/R$ ,  $R = U^2/P$ .

Переводя в СИ 1,5 кВт — 1500 Вт и подставляя в формулу, получаем  $R = 32,3 \text{ Ом}$ .

Ответ: 32,3 Ом.

- 71** Алюминиевая, железная и нихромовая проволоки, имеющие одинаковые размеры, соединены последовательно и подключены к источнику тока. На какой из проволок при прохождении электрического тока будет выделяться наибольшее количество теплоты за одно и то же время?

- 1) на алюминиевой
- 2) на железной
- 3) на нихромовой
- 4) на всех трёх проволоках будет выделяться одинаковое количество теплоты

**Решение.** По закону Джоуля — Ленца количество теплоты, выделяемое проводником, прямо пропорционально сопротивлению проводника. Сопротивление проводника вычисляется по форму-

ле  $R = \frac{\rho l}{S}$ , где  $\rho$  — удельное сопротивление проводника,  $l$  — длина проводника,  $S$  — площадь сечения. Удельное сопротивление нихрома наибольшее, следовательно, на нихромовой проволоке выделится наибольшее количество тепла.

Ответ: 3.

72

В справочнике физических свойств различных материалов представлена следующая таблица:

Вещество	Удельное сопротивление, $10^{-8}$ Ом
Алюминий	2,8
Вольфрам	5,5
Латунь	7,1
Никель	42
Медь	1,7

Используя табличные данные, выберите из предложенного перечня два верных утверждения. Укажите их номера.

- 1) Сопротивление алюминиевой проволоки длиной 2 м и площадью поперечного сечения  $4 \text{ мм}^2$  равно 5,6 Ом.
- 2) Если вольфрамовую и латунную проволоки одинаковой длины и одинакового сечения соединить последовательно, то большее количество теплоты будет выделяться на вольфрамовой проволоке.
- 3) Если вольфрамовую и латунную проволоки одинаковой длины и одинакового сечения соединить параллельно, то меньшее количество теплоты будет выделяться на латунной проволоке.
- 4) Если никелиновую и медную проволоки одинаковой длины и одинакового сечения соединить последовательно, то больший ток будет течь через никелиновую проволоку.

5) Если никелиновую и медную проволоки одинаковой длины и одинакового сечения соединить последовательно, то падение напряжения будет больше на никелиновой проволоке.

Решение. Сопротивление алюминиевой проволоки  $R = \frac{\rho l}{S}$ .  $R = 2,8 \cdot 10^{-8} \cdot \frac{2}{4 \cdot 10^{-6}} = 1,4 \cdot 10^{-2}$  Ом.

По закону Джоуля – Ленца мощность, выделяемая на сопротивлении  $P = I^2 R$ , сила тока, текущего через последовательно соединённые элементы, одинакова, значит большая мощность будет выделяться на большем сопротивлении. Так как сопротивление латуни больше, чем сопротивление вольфрама, то большее количество теплоты будет выделяться на латуни.

По закону Джоуля – Ленца мощность, выделяемая на сопротивлении,  $P = \frac{U^2}{R}$ .

Так как напряжение на параллельно соединённых участках одинаково, следовательно, большая мощность выделяется на меньшем сопротивлении, то есть на вольфрамовой проволоке. Так как через последовательно соединённые сопротивления течёт одинаковый ток, то на большем сопротивлении, то есть на никелиновой проволоке, будет больше падение напряжения.

Ответ: 35.

**73** Последовательно лампе, рассчитанной на напряжение 127 В, включают сопротивление величиной 198 Ом, чтобы можно было питать её от сети напряжением 220 В. Какова мощность лампы?

Решение. Так как лампа и сопротивление соединены последовательно, то через них будет течь одинаковый ток. Найдём его по закону Ома:

$$I = \frac{U - U_{л}}{R}.$$

По закону Джоуля – Ленца мощность, выделяемая на участке цепи,  $P_{л} = IU_{л}$ .

Считаем  $P = \frac{(220 - 127)127}{218} = 60 \text{ Вт}$ .

Ответ: 60 Вт.

- 74** Лампа, рассчитанная на напряжение 127 В, потребляет мощность 100 Вт. Каково сопротивление лампы?

Решение. По закону Джоуля – Ленца  $P = I^2R$ , учтём, что  $I = \frac{U}{R}$ , тогда  $P = \frac{U^2}{R}$ . Откуда

$$R = \frac{U^2}{P} = \frac{127^2}{100} = 161 \text{ Ом}.$$

Ответ: 161 Ом.

- 75** Через проводник течёт ток 5 А в течение 10 мин, и при этом выделяется 6000 Дж тепла. Каково сопротивление проводника?

Решение. По закону Джоуля – Ленца можно записать  $Q = I^2Rt$ . Отсюда найдём сопротивление проводника

$$R = \frac{Q}{I^2t} = \frac{6000}{25 \cdot 600} = 0,4 \text{ Ом}.$$

Ответ: 0,4 Ом.

- 76** Изучая магнитные свойства проводника с током, ученик собрал электрическую цепь, содержащую неподвижно закреплённый прямой проводник, и установил рядом с проводником магнитную стрелку (рис. 1). При пропускании через проводник электрического тока магнитная стрелка поворачивается (рис. 2 и 3).

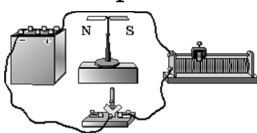


Рис. 1

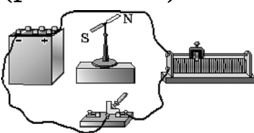


Рис. 2

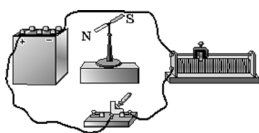


Рис. 3



Выберите из предложенного перечня *два* утверждения, которые соответствуют результатам проведённых экспериментальных наблюдений. Укажите их номера.

- 1) Проводник при прохождении через него электрического тока взаимодействует с магнитной стрелкой.
- 2) При увеличении электрического тока, протекающего через проводник, магнитное действие проводника усиливается.
- 3) При изменении направления электрического тока магнитное поле, создаваемое проводником с током, изменяется на противоположное.
- 4) Магнитные свойства проводника зависят от его размеров.

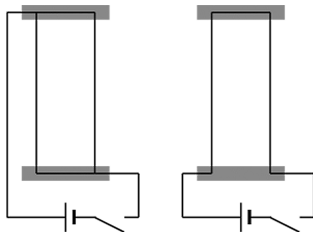
Магнитное действие проводника с током зависят от среды, в которую он помещён.

**Решение.** Когда по проводнику течёт ток, то проводник начинает взаимодействовать с магнитной стрелкой, когда меняем направление тока, то меняется и направление магнитного поля на противоположное.

**Ответ:** 13.

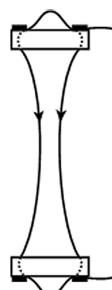
77

Учитель на уроке, используя два параллельных провода, ключ, источник тока и соединительные провода, собрал две электрические цепи для исследования взаимодействия двух проводников с электрическим током по схемам, изображённым на рисунке. Условия проведения опытов и наблюдаемое взаимодействие проводников представлены ниже.



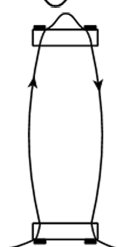
**Опыт 1.**

Взаимодействие проводников при пропуске через них электрического тока  $I_1$  в одном направлении.



**Опыт 2.**

Взаимодействие проводников при пропуске через них электрического тока  $I_1$  в противоположных направлениях.



Выберите из предложенного перечня **два** утверждения, которые соответствуют результатам проведённых экспериментальных наблюдений. Укажите их номера.

- 1) Параллельные проводники с электрическим током притягиваются, если токи протекают в одном направлении.
- 2) Параллельные проводники с электрическим током отталкиваются, если токи протекают в противоположном направлении.
- 3) При увеличении расстояния между проводниками взаимодействие проводников ослабевает.
- 4) При увеличении силы тока взаимодействие проводников усиливается.

Вокруг каждого из проводников с током возникает магнитное поле.

**Решение.** Если пропустить ток по проводникам в одном направлении, то проводники притягиваются, а если в разных направлениях, то отталкиваются.

**Ответ:** 12.

**78** Северный магнитный полюс Земли расположен

- 1) вблизи Южного географического полюса
- 2) вблизи Северного географического полюса
- 3) вблизи экватора
- 4) вблизи центра Земли

**Решение.** Известно, что Северный магнитный полюс Земли расположен вблизи её Южного географического полюса.

**Ответ:** 1.

**79** Если увеличить силу тока, текущего через катушку, то магнитное поле катушки

- 1) усилится
- 2) станет слабее
- 3) не изменится
- 4) зависит от количества витков в катушке

**Решение.** Магнитное поле создаётся током, следовательно, с ростом силы тока магнитное поле будет усиливаться.

**Ответ:** 1.

**80** Если увеличить число витков в катушке, то магнитное поле катушки

- 1) усилится
- 2) станет слабее
- 3) не изменится
- 4) зависит от силы тока в катушке

**Решение.** При увеличении числа витков в катушке увеличится количество круговых токов, создающих магнитное поле, а значит, поле усилится.

**Ответ:** 1.

**81** Южный магнитный полюс Земли расположен

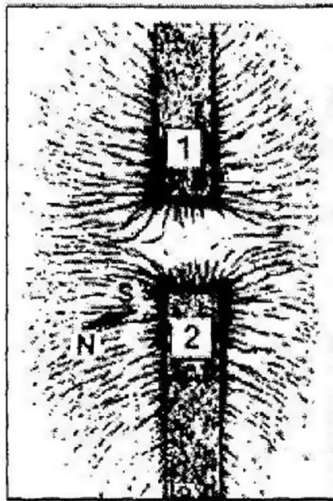
- 1) вблизи Южного географического полюса
- 2) вблизи Северного географического полюса
- 3) вблизи экватора
- 4) вблизи центра Земли

**Решение.** Известно, что Южный магнитный полюс Земли расположен вблизи Северного географического полюса.

**Ответ:** 2.

82

На рисунке представлена картина линий магнитного поля, полученная с помощью железных опилок от двух полосовых магнитов. Каким полюсам полосовых магнитов соответствуют области 1 и 2?



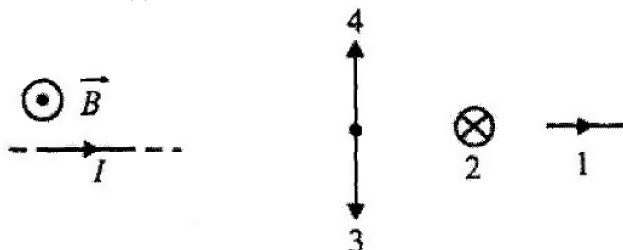
- 1) 1 — северному полюсу, 2 — южному
- 2) 2 — северному полюсу, 1 — южному
- 3) и 1, и 2 — северному полюсу
- 4) и 1, и 2 — южному полюсу

**Решение.** Магнитные линии выходят из северного полюса и входят в южный. Из рисунка видно, что линии не замкнуты и магнитная стрелка притягивается к магниту южным концом. Следовательно, оба полюса — северные. Правильный ответ указан под номером 3.

**Ответ:** 3.

**83** На проводник, по которому течёт ток  $I$  (см. рис.), со стороны магнитного поля  $\vec{B}$  действует сила  $\vec{F}$ , направленная вдоль

- 1) 1
- 2) 2
- 3) 3
- 4) 4



**Решение.** Направление силы Ампера определяют по правилу левой руки. Поле входит в ладонь, 4 пальца направляются по току, отогнутый палец указывает направление силы. В нашем случае сила направлена по 3.

**Ответ:** 3.

**84** Если внутрь катушки ввести железный сердечник, то магнитное поле катушки

- 1) усилится
- 2) ослабится
- 3) не изменится
- 4) зависит от размеров сердечника

**Решение.** Железо является ферромагнетиком — веществом, которое усиливает внешнее магнитное поле.

**Ответ:** 1.

**85** Южные полюсы двух магнитов

- 1) притягиваются
- 2) отталкиваются
- 3) не взаимодействуют
- 4) зависит от свойств среды

**Решение.** Одноимённые магнитные полюсы отталкиваются, разноимённые — притягиваются.

**Ответ:** 2.

**86** Вектор магнитной индукции является ... характеристикой магнитного поля.

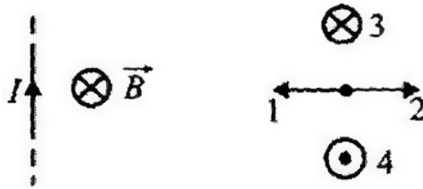
- 1) энергетической
- 2) силовой
- 3) силовой и энергетической одновременно
- 4) ни силовой, ни энергетической

Решение. Вектор магнитной индукции является силовой характеристикой магнитного поля.

Ответ: 2.

**87** По проводнику, находящемуся в магнитном поле, течёт ток (см. рис.). При этом сила Ампера направлена вдоль

- 1) 1
- 2) 2
- 3) 3
- 4) 4



Решение. По правилу левой руки легко определить, что сила Ампера имеет направление 1.

Ответ: 1.

**88** Сила тока в проводнике, находящемся в магнитном поле, увеличилась в 4 раза, а в проводнике, создающем это магнитное поле, уменьшилась в 2 раза. При этом сила, действующая на первый проводник,

- 1) увеличилась в 4 раза
- 2) увеличилась в 2 раза
- 3) не изменилась
- 4) уменьшилась в 2 раза

Решение. Сила Ампера находится из соотношения  $F = IBL$ . Поле с индукцией  $B$  создаёт второй проводник. Если его ток уменьшить в 2 раза, то и  $B$  уменьшится в 2 раза. При увеличении тока в первом проводнике в 4 раза сила Ампера увеличилась в 2 раза.

Ответ: 2.

**89** Магнитное поле действует на

- 1) любые электрические заряды
- 2) неподвижные электрические заряды
- 3) движущиеся электрические заряды
- 4) только на постоянные магниты

Решение. Магнитное поле осуществляет взаимодействие токов, то есть движущихся зарядов. Оно создаётся токами и оказывает силовое действие на токи.

Ответ: 3.

**90** Магнитные линии постоянного магнита

- 1) начинаются на южном полюсе
- 2) заканчиваются на северном полюсе
- 3) заканчиваются на южном полюсе
- 4) нигде не начинаются, нигде не заканчиваются, а являются замкнутыми

Решение. Магнитных зарядов не существует, магнитное поле создаётся токами, следовательно, оно является вихревым и его линии замкнуты.

Ответ: 4.

**91** Можно ли изготовить полосовой магнит так, чтобы на концах его оказались одноимённые полюсы?

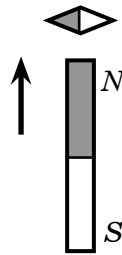
- 1) можно, если оба северные
- 2) можно, если оба южные
- 3) нельзя
- 4) можно, если магнит сильно нагреть

Решение. Для любого магнита основным свойством является наличие двух разноимённых полюсов.

Ответ: 3.

92

К магнитной стрелке медленно поднесли снизу постоянный магнит, как показано на рисунке. Как повернётся магнитная стрелка?



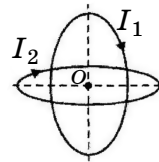
- 1) на  $90^\circ$  по часовой стрелке
- 2) на  $90^\circ$  против часовой стрелки
- 3) на  $45^\circ$  по часовой стрелке
- 4) никак не повернётся

**Решение.** Противоположные полюсы магнитов притягиваются, следовательно, стрелка повернётся на  $90^\circ$  по часовой стрелке.

**Ответ:** 1.

93

Два круговых проводника одинакового радиуса с общим центром в точке  $O$  расположены во взаимно перпендикулярных плоскостях (см. рис.). Если по первому проводнику пустить ток  $I_1$ , то в точке  $O$  индукция магнитного поля будет равна  $3,6 \cdot 10^{-4}$  Тл. Если же ток  $I_2$  пропустить только по второму проводнику, то индукция магнитного поля будет равна  $1,5 \cdot 10^{-4}$  Тл. Какой будет индукция магнитного поля в точке  $O$ , если одновременно включить  $I_1$  и  $I_2$  по обоим проводникам?



**Решение.** По правилу суперпозиции магнитных полей, с учётом того что векторы  $B_1$  и  $B_2$  от токов  $I_1$  и  $I_2$  находятся под углом  $90^\circ$ ,

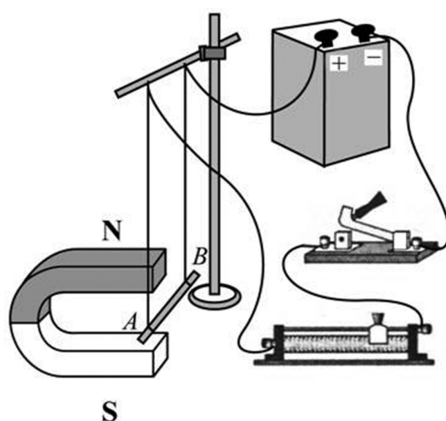
$$B = \sqrt{B_1^2 + B_2^2} = 3,9 \cdot 10^{-4} \text{ Тл.}$$

**Ответ:**  $3,9 \cdot 10^{-4}$  Тл.

94

Электрическая схема содержит источник тока, проводник  $AB$ , ключ и реостат. Проводник  $AB$  помещён между полюсами постоянного магнита (см. рис.).





Используя рисунок, выберите из предложенного перечня *два* верных утверждения. Укажите их номера.

- 1) При замкнутом ключе электрический ток в проводнике имеет направление от точки *B* к точке *A*.
- 2) Магнитное поле в области расположения проводника *AB* направлено вертикально вверх.
- 3) Электрический ток в проводнике *AB* создаёт однородное магнитное поле.
- 4) При замкнутом ключе проводник будет выталкиваться из области магнита вправо.

При перемещении ползунка реостата вправо сила Ампера, действующая на проводник *AB*, увеличится.

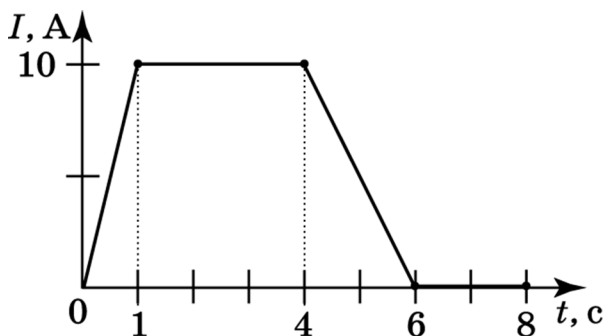
Решение. По правилу левой руки можно определить направление силы Ампера, действующей на проводник с током. Электрический ток протекает от «+» к «-». Поэтому при замкнутом ключе ток течёт от *B* к *A* и будет выталкиваться из магнита вправо.

Ответ: 14.

95

На рисунке представлен график зависимости силы электрического тока, протекающего в рези-

сторе, от времени. Магнитное поле вокруг проводника возникает в интервале(-ах) времени



- 1) только от 0 с до 6 с
- 2) только от 0 с до 1 с
- 3) только от 0 с до 1 с и от 4 с до 6 с
- 4) от 0 с до 8 с

Решение. Магнитное поле возникает вокруг проводника с электрическим током, поскольку в нём движутся заряды. Ток имеется на участке только от 0 с до 6 с, поэтому на нём и будет проявляться магнитное поле.

Ответ: 1.

96

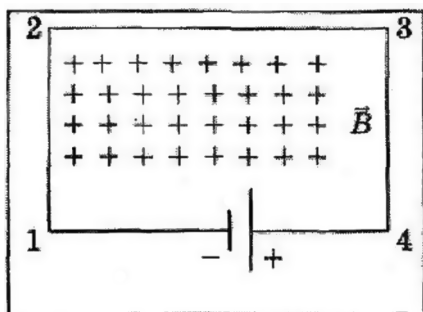
Для изготовления постоянных магнитов используются вещества, являющиеся

- 1) пьезоэлектриками
- 2) ферромагнетиками
- 3) проводниками
- 4) диэлектриками

Решение. Если поместить ферромагнетики (железо, кобальт, никель) в магнитное поле, то они намагничиваются и сохраняют своё намагничивание после выключения внешнего магнитного поля. Из этих материалов и изготавливают постоянные магниты.

Ответ: 2.

- 97 В однородном магнитном поле, вектор магнитной индукции которого направлен перпендикулярно рисунку от наблюдателя, находится электрическая цепь, состоящая из прямолинейных проводников. В какую сторону направлена сила, действующая со стороны магнитного поля на проводник 1—2?



- 1) вертикально вверх
- 2) вертикально вниз
- 3) горизонтально влево
- 4) горизонтально вправо

Решение. На проводник с током в магнитном поле действует сила Ампера, направление которой определяется по правилу левой руки: магнитные линии входят в ладонь, пальцы направлены по току, тогда отогнутый большой палец укажет направление силы. В проводнике 1—2 ток направлен от точки 2 к точке 1. Таким образом, сила Ампера направлена горизонтально вправо.

Ответ: 4.

- 98 В каком из двух компасов колебания магнитной стрелки затухают быстрее: в компасе с корпусом, изготовленным из меди или из пластмассы?

- 1) одинаково
- 2) из меди
- 3) из пластмассы
- 4) всегда по-разному

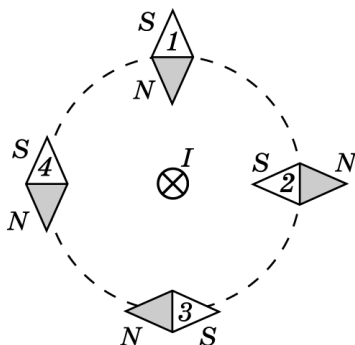
**Решение.** В компасе с корпусом из меди колебания магнитной стрелки затухают быстрее, так как медь является проводником и при колебаниях магнитной стрелки в медном корпусе возникнет индукционный ток, который по правилу Ленца будет противодействовать колебаниям стрелки. Пластмасса — диэлектрик, поэтому подобных явлений наблюдаться не будет.

**Ответ:** 2.

99

Проводник, по которому протекает электрический ток  $I$ , расположен перпендикулярно плоскости чертежа (см. рис.). Расположение какой из магнитных стрелок, взаимодействующих с магнитным полем проводника с током, показано правильно?

- 1) 1
- 2) 2
- 3) 3
- 4) 4



**Решение.** Направление магнитного поля, создаваемого проводником с током, определяется по правилу правой руки. Нужно мысленно обхватить проводник с током рукой так, чтобы отставленный большой палец указывал направление тока, тогда остальные пальцы укажут на направление магнитного поля. В магнитном поле северный полюс магнитной стрелки указывает направление магнитного поля. Следовательно, правильным является расположение стрелки, указанной под номером 3.

**Ответ:** 3.

**100** Заряженная частица влетает в однородное магнитное поле, направленное перпендикулярно скорости частицы. Траектория частицы представляет собой

- 1) прямую
- 2) параболу
- 3) окружность
- 4) винтовую линию

**Решение.** Сила Лоренца всегда перпендикулярна скорости частицы, поэтому она не может изменить модуль вектора скорости, а только поворачивает его. Но при этом повороте, оставаясь перпендикулярной к скорости, поворачивается и вектор силы. В итоге частица описывает окружность.

**Ответ:** 3.

**101** Можно ли с помощью компаса определить полюсы источника тока, если на них нет маркировки?

- 1) нет, нельзя никаким образом
- 2) можно, если замкнуть полюсы источника проводом
- 3) можно, если поднести компас к одному из полюсов источника тока
- 4) можно, если поднести компас к боковой части источника тока

**Решение.** Можно, если замкнуть полюсы источника тока проводником с достаточно большим сопротивлением, по которому пройдет электрический ток. Направление этого тока можно определить с помощью стрелки компаса.

**Ответ:** 2.

**102** Изучая магнитные свойства электромагнита, ученик собрал электрическую схему, содержащую катушку, намотанную на железный сердечник,

и установил рядом с катушкой магнитную стрелку (см. рис. 1). При пропускании через катушку электрического тока магнитная стрелка поворачивается (рис. 2 и 3).

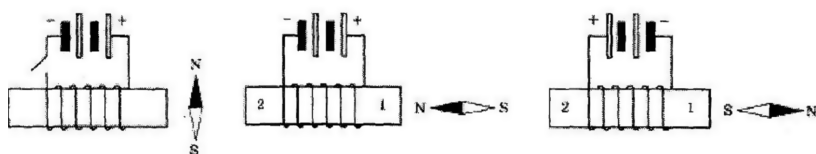


Рис. 1

Рис. 2

Рис. 3

Какие утверждения соответствуют результатам проведённых экспериментальных наблюдений? Из предложенного перечня утверждений выберите два правильных. Укажите их номера.

- 1) Катушка при прохождении через неё электрического тока приобретает свойства магнита.
- 2) Магнитные свойства катушки зависят от количества её витков.
- 3) При увеличении электрического тока, протекающего через катушку, магнитное действие катушки усиливается.
- 4) При изменении направления электрического тока, протекающего через катушку, намагниченность железного сердечника, расположенного внутри катушки, менялась на противоположную.
- 5) Левому торцу железного сердечника (торцу № 2) на рис. 2 соответствует южный полюс электромагнита.

**Решение.** Проанализируем утверждения.

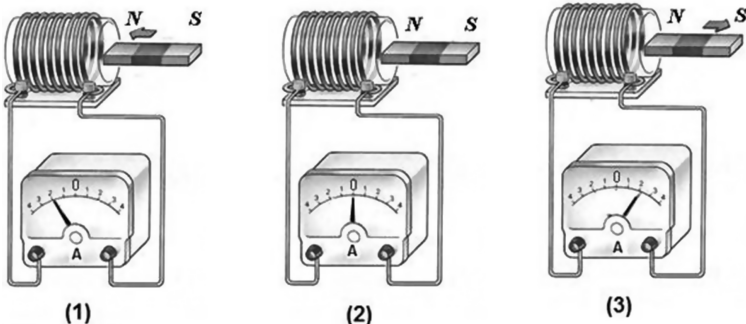
- 1) Катушка при прохождении через неё электрического тока приобретает свойства магнита. Утверждение верно.
- 2) Количество витков не менялось в ходе эксперимента, поэтому утверждение 2) не следует из эксперимента, оно неверно.

- 3) В ходе эксперимента не менялся источник тока, поэтому утверждение 3) не следует из эксперимента, оно неверно.
- 4) При изменении направления электрического тока, протекающего через катушку, намагниченность железного сердечника, расположенного внутри катушки, менялась на противоположную, так как магнитная стрелка разворачивалась на  $180^\circ$ . Утверждение верно.
- 5) Так как северный полюс магнитной стрелки должен притягиваться к южному полюсу, левому торцу железного сердечника (торцу № 2) на рис. 2 соответствует северный полюс электромагнита. Утверждение неверно.

Ответ: 14.

103

Используя катушку, замкнутую на амперметр, и полосовой магнит, ученик изучал явление электромагнитной индукции. На рисунке представлены результаты опыта для случая внесения магнита в катушку (1), для случая покоящегося магнита (2) и для случая вынесения магнита из катушки (3).



Из предложенного перечня выберите *два* утверждения, соответствующие экспериментальным наблюдениям. Укажите их номера.

- 1) Числовое значение индукционного тока зависит от геометрических размеров катушки.
- 2) Числовое значение индукционного тока зависит от скорости изменения магнитного потока, пронизывающего катушку.
- 3) В постоянном магнитном поле индукционный ток в катушке не возникает.
- 4) Направление индукционного тока зависит от того, вносят магнит в катушку или выносят из неё.
- 5) Числовое значение индукционного тока зависит от магнитных свойств магнита.

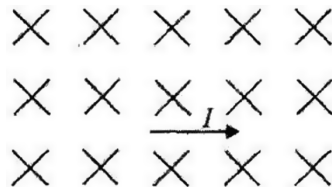
**Решение.** Индукционный ток возникает, если количество линий магнитного поля изменяется, а по правилу Ленца направление тока зависит от того, вносим мы магнит или выносим его из катушки.

**Ответ:** 34.

**104**

В однородном магнитном поле, линии индукции которого направлены перпендикулярно плоскости листа от нас, находится проводник с током, как показано на рисунке. Определите направление силы Ампера.

- 1) влево
- 2) вправо
- 3) вверх
- 4) вниз

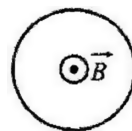


**Решение.** По правилу левой руки сила Ампера направлена вверх.

**Ответ:** 3.

**105**

В замкнутом проводнике, находящемся в уменьшающемся магнитном поле (см. рис.),





- 1) индукционный ток имеет направление по часовой стрелке
- 2) индукционный ток имеет направление против часовой стрелки
- 3) ток не течёт
- 4) направление тока зависит от свойств проводника

**Решение.** По правилу Ленца индукционный ток должен противодействовать причине, вызвавшей появление этого тока. Магнитное поле убывает, значит, индукционный ток должен создавать своё магнитное поле, сонаправленное с внешним. Чтобы создать такое магнитное поле, индукционный ток должен протекать против часовой стрелки.

**Ответ:** 2.

**106** Какое из описанных ниже явлений объясняется электромагнитной индукцией?

- 1) притяжение железного гвоздя к магниту
- 2) появление тока в катушке при её приближении к постоянному магниту
- 3) отклонение магнитной стрелки вблизи проводника с током
- 4) отталкивание разноимённых полюсов магнита

**Решение.** Электромагнитной индукцией по определению называют явление 2.

**Ответ:** 2.

**107** В основе работы трансформатора лежит

- 1) действие магнитного поля на проводник с током
- 2) действие электрического поля на движущиеся заряды
- 3) явление электромагнитной индукции
- 4) превращение механической энергии в электромагнитную

**Решение.** В основе работы трансформатора лежит явление электромагнитной индукции.

**Ответ:** 3.

**108** В каком из описанных ниже случаев происходит излучение радиоволн?

А. По проводнику течёт постоянный ток.

Б. Электроны совершают колебательное движение в антенне.

- 1) только А
- 2) только Б
- 3) и А, и Б
- 4) ни А, ни Б

**Решение.** Излучение радиоволн происходит при ускоренном движении электрических зарядов. Постоянный ток — это равномерное движение зарядов, а колебательное движение является ускоренным.

**Ответ:** 2.

**109** Если сотовый телефон плотно завернуть в алюминиевую фольгу, то он станет недоступным для связи. Какое из приведённых утверждений объясняет это явление?

- 1) электромагнитные волны отражаются от металлов
- 2) электромагнитные волны поглощаются металлами
- 3) электромагнитные волны преломляются на границе раздела металл – воздух
- 4) происходит дифракция электромагнитных волн

**Решение.** Сотовая связь осуществляется с помощью электромагнитных волн, а они отражаются от металлов.

**Ответ:** 1.

- 110** Частота электромагнитного колебания  $3 \cdot 10^{10}$  Гц. Чему равна длина соответствующей электромагнитной волны?

Решение. Электромагнитная волна в вакууме распространяется со скоростью  $c = 3 \cdot 10^8$  м/с.

$$\text{Длина волны } \lambda = \frac{c}{\nu} = \frac{3 \cdot 10^8}{3 \cdot 10^{10}} = 0,01 \text{ м.}$$

Ответ: 0,01 м.

- 111** Чем отличаются электромагнитные волны друг от друга?

- 1) проникающей способностью
- 2) скоростью распространения в веществе
- 3) цветностью
- 4) всеми перечисленными факторами

Решение. Все перечисленные факторы относятся к свойствам электромагнитных волн.

Ответ: 4.

- 112** В какой среде электромагнитные волны распространяются медленнее?

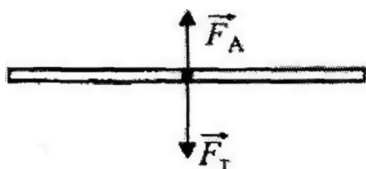
- 1) вакуум
- 2) воздух
- 3) вода
- 4) во всех средах скорость одинакова

Решение. Из названных веществ электромагнитные волны медленнее всего распространяются в воде.

Ответ: 3.

- 113** В однородном горизонтальном магнитном поле с индукцией 0,2 Тл перпендикулярно магнитным линиям находится прямой проводник длиной 0,2 м и массой 40 г. Какой силы ток нужно пропустить через проводник, чтобы сила тяжести уравновесила силу Ампера?

Решение. Сделаем чертёж к этой задаче (см. рис.).



Из условия равновесия проводника следует:  $F_A = F_m$ . Отсюда  $BlI = mg$ . Окончательно получим

$$I = \frac{mg}{Bl} = \frac{0,04 \cdot 10}{0,2 \cdot 0,2} = 10 \text{ А.}$$

Ответ: 10 А.

**114** Опыты Фарадея привели к следующим результатам:

- 1) было открыто явление радиоактивности
- 2) были открыты электромагнитные волны
- 3) было открыто явление электромагнитной индукции
- 4) была предложена ядерная модель строения атома

Решение. Фарадей открыл явление электромагнитной индукции.

Ответ: 3.

**115** Что такое свет?

- 1) электромагнитная волна
- 2) поток корпускул (фотонов)
- 3) упругая волна
- 4) одновременно и частица, и волна

Решение. Известно, что свет в некоторых опытах проявляет свойства волны, а в некоторых опытах — свойства корпускул.

Ответ: 4.

**116** Размеры мнимого изображения предмета в плоском зеркале

- 1) больше размеров предмета
- 2) равны размерам предмета
- 3) меньше размеров предмета
- 4) зависит от свойств зеркала

**Решение.** Плоское зеркало даёт мнимое прямое изображение, отстоящее от зеркала на расстоянии, равном расстоянию между предметом и зеркалом. Размеры изображения равны размерам предмета.

**Ответ:** 2.

**117** С помощью плоского зеркала получено изображение горящей свечи. Опишите это изображение.

- 1) мнимое, перевёрнутое, равное
- 2) действительное, прямое, равное
- 3) действительное, равное, перевёрнутое
- 4) мнимое, прямое, равное

**Решение.** Изображение в зеркале является мнимым, прямым, равным.

**Ответ:** 4.

**118** Расстояние между предметом и плоским зеркалом увеличили в два раза. Расстояние между изображением предмета и зеркалом при этом

- 1) осталось прежним
- 2) увеличилось в два раза
- 3) уменьшилось в два раза
- 4) увеличилось в четыре раза

**Решение.** В плоском зеркале получается мнимое прямое, равное по величине предмету изображение. Расстояние между предметом и зеркалом равно расстоянию между зеркалом и изображением. Если расстояние между предметом и зеркалом

увеличить в два раза, то расстояние между зеркалом и изображением тоже увеличится в два раза.

Ответ: 2.

**119** Угол отражения

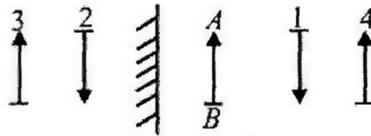
- 1) равен углу падения
- 2) больше угла падения
- 3) меньше угла падения
- 4) будет зависеть от свойств зеркала

Решение. По закону отражения света угол падения равен углу отражения.

Ответ: 1.

**120**  $AB$  — предмет. Какое изображение этого предмета в плоском зеркале реализуется на рисунке?

- 1) 1
- 2) 2
- 3) 3



- 4) нет правильного изображения

Решение. В плоском зеркале изображение мнимое, прямое, равное предмету по размерам и расположено по другую сторону от зеркала на таком же расстоянии от зеркала, на каком перед зеркалом находится предмет. Ни один из предложенных вариантов не подходит.

Ответ: 4.

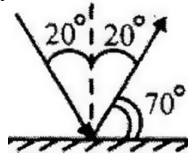
**121** Длина тени от вертикально поставленной метровой линейки 60 см. Рядом стоящий дом в этот момент отбрасывает тень 10 м. Высота дома равна

- 1) 16,7 м
- 2) 6 м
- 3) 20 м
- 4) 10 м

Решение. Размеры тени в этом случае пропорциональны размерам предметов. Дом имеет высоту 16,7 м.

Ответ: 1.

- 122** Угол падения луча на зеркало равен  $20^\circ$ . Чему равен угол между плоскостью зеркала и отражённым лучом?



**Решение.** Из рисунка хорошо видно, что угол между отражённым лучом и плоскостью зеркала составляет  $70^\circ$ .

**Ответ:**  $70^\circ$ .

- 123** Из воздуха на поверхность воды падает луч света. Под слоем воды располагается стекло. Известно, что показатель преломления стекла больше показателя преломления воды. На каком рисунке правильно изображён ход светового луча?

1) 3)

2) 4)

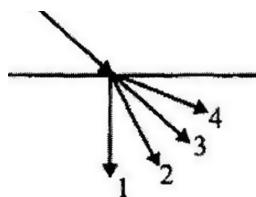
1) 1      2) 2      3) 3      4) 4

**Решение.** При переходе из оптически менее плотной среды в оптически более плотную луч приближается к перпендикуляру к поверхности, то есть угол преломления становится меньше угла падения. При этом луч может выйти из среды под нулевым углом, то есть перпендикулярно границе среды, только если он падает под таким же нулевым углом. Таким образом, ход луча верно изображён на рисунке 3.

Ответ: 3.

**124** Свет идёт из воздуха в воду. Какой луч является преломленным (см. рис.)?

- 1) 1
- 2) 2
- 3) 3
- 4) 4



**Решение.** При переходе луча света из вещества с меньшим показателем преломления в вещество с большим показателем преломления (воздух – вода) угол преломления меньше угла падения.

Ответ: 2.

**125** При распространении света из оптически менее плотной среды в более плотную угол преломления

- 1) равен углу падения
- 2) больше угла падения
- 3) меньше угла падения
- 4) зависит от материала сред

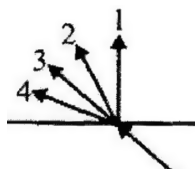
**Решение.** При распространении луча из оптически менее плотной среды в более плотную преломлённый луч прижимается к нормали, восстановленной в точке падения, а значит, угол преломления будет меньше угла падения.

Ответ: 3.



**126** Свет идёт из воды в воздух. Какой луч является преломлённым (см. рис.)?

- 1) 1
- 2) 2
- 3) 3
- 4) 4



**Решение.** Когда свет идёт из вещества с большим показателем преломления в вещество с меньшим показателем преломления, угол преломления больше угла падения.

**Ответ:** 4.

**127** Почему тело кажется зелёным?

- 1) оно поглощает все цвета, кроме зелёного
- 2) оно отражает все цвета, кроме зелёного
- 3) оно поглощает все цвета
- 4) оно отражает все цвета падающего на него света

**Решение.** Тело все цвета поглощает, а зелёный цвет отражает.

**Ответ:** 1.

**128** Как изменится скорость света при переходе луча из стекла в воздух?

- 1) уменьшится в 1,6 раза
- 2) увеличится в 1,6 раза
- 3) не изменится
- 4) увеличится в 1,36 раза

**Решение.** Согласно тексту по аналогии можно утверждать, что свет, попадая в стекло, уменьшает свою скорость в 1,6 раза. В случае обратного перехода — из стекла в воздух — его скорость увеличится в 1,6 раза.

**Ответ:** 2.

**129** У первой линзы фокусное расстояние больше, чем у второй. Какая из линз даёт большее увеличение? Линзы изготовлены из одинакового сорта стекла.

- 1) первая
- 2) вторая
- 3) обе линзы дают одинаковое увеличение
- 4) ни одна из линз увеличения не даёт

Решение. Оптическая сила линзы  $D = 1/F$ , тогда оптическая сила второй линзы больше, и она даёт большее увеличение.

Ответ: 2.

**130** Алмаз погружен в воду. Как меняется скорость света при переходе из воды в алмаз?

- 1) уменьшается в 1,82 раза
- 2) увеличивается в 1,82 раза
- 3) не изменяется
- 4) уменьшается в 1,77 раза

Решение. Так как показатель преломления алмаза больше показателя преломления воды, скорость света в алмазе будет меньше, чем в воде, поэтому при переходе света из воды в алмаз его

скорость уменьшается в  $\frac{n_{\text{алмаза}}}{n_{\text{воды}}} = 1,82$  раза.

Ответ: 1.

**131** Луч света падает на границу раздела воздух – жидкость под углом  $42^\circ$ . Угол преломления равен  $30^\circ$ . Каков показатель преломления жидкости?

Решение. Используя закон преломления света, запишем  $\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = n$ ,  $n = \frac{\sin 42^\circ}{\sin 30^\circ} = 1,3$ .

Ответ: 1,3.

**132** Ученик при проведении лабораторной работы получил на стене действительное уменьшенное перевёрнутое изображение окна с помощью собирающей линзы. Расстояние от стены до линзы при этом опыте оказалось равно 10 см. Определите оптическую силу линзы.

**Решение.** Оптическая сила линзы определяется по формуле  $D = 1/F$ .

Действительное уменьшенное перевёрнутое изображение удалённого предмета получается на экране, когда расстояние от экрана (стены) до линзы равно фокусному.

$F = 10 \text{ см} = 0,1 \text{ м}$ . Подставляя значение в формулу, получаем  $D = 10 \text{ дптр}$ .

**Ответ:** 10 дптр.

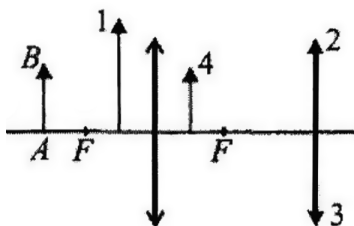
**133** Где находится изображение предмета, расположенного в фокусе собирающей линзы?

- 1) в другом фокусе линзы
- 2) на двойном фокусном расстоянии
- 3) между фокусом и линзой
- 4) на бесконечности

**Решение.** Если предмет расположен в фокусе линзы (см. рис.), то после прохождения линзы лучи не пересекутся. Луч 1 параллелен лучу 2.

**Ответ:** 4.

**134** Какое изображение предмета АВ в собирающей линзе является правильным (см. рис.)? Укажите номер.



**Решение.** Предмет расположен между фокусом и двойным фокусом собирающей линзы. Изображение в этом случае лежит по другую сторону линзы, является обратным и увеличенным, располагается за двойным фокусом. Этим условиям удовлетворяет изображение 3.

**Ответ:** 3.

**135** В собирающей линзе изображение увеличенное и действительное, если предмет расположен

- 1) между линзой и фокусом
- 2) между фокусом и двойным фокусом
- 3) на двойном фокусе
- 4) за двойным фокусом

**Решение.** Изображение является действительным и увеличенным, если предмет находится между фокусом и двойным фокусом.

**Ответ:** 2.

**136** Две собирающие линзы, имеющие фокусные расстояния  $F_1$  и  $F_2$  соответственно, расположены на общей оптической оси. При каком расстоянии между линзами параллельный пучок лучей, упавший на первую линзу, выйдет из второй тоже параллельным?

**Решение.** Чтобы за линзами шёл параллельный пучок света, он должен быть испущен источником, находящимся в фокусе. Пучок света, падающий на первую линзу, соберётся в её фокусе. Эта светящаяся точка и должна стать источником для второй линзы. Таким образом, расстояние между линзами должно быть равно сумме их фокусных расстояний.

**Ответ:**  $F_1 + F_2$ .

## КВАНТОВЫЕ ЯВЛЕНИЯ

**1** В чём состоит явление радиоактивности?

- 1) в испускании атомами электронов
- 2) в испускании атомами нейтронов
- 3) в испускании атомами протонов
- 4) в испускании атомами альфа-, бета- и гамма-излучения

**Решение.** Радиоактивностью называют способность некоторых атомов к самопроизвольному испусканию альфа-, бета- и гамма-излучения.

**Ответ:** 4.

**2**  $\alpha$ -частица — это

- 1) протон
- 2) ядро атома водорода
- 3) ядро атома урана
- 4) ядро атома гелия

**Решение.**  $\alpha$ -частицей называют ядро атома гелия.

**Ответ:** 4.

**3** Радиоактивное излучение попадает в электрическое поле, созданное разноимённо заряженными пластинами, и отклоняется к отрицательно заряженной пластине. Какова природа этого излучения?

- 1) электроны
- 2)  $\alpha$ -частицы
- 3) нейтроны
- 4)  $\gamma$ -кванты

**Решение.** В электрическом поле, созданном разноименно заряженными пластинами, отклонится к отрицательно заряженной пластине поток положительно заряженных частиц. Из приведённых вариантов ответов положительно заряженными частицами являются  $\alpha$ -частицы.

**Ответ:** 2.

**4** Какое утверждение, касающееся  $\beta$ -излучения, является, верным? Оно является

- 1) положительно заряженными частицами
- 2) нейтральными частицами
- 2) короткими электромагнитными волнами
- 3) электронами

**Решение.**  $\beta$ -лучи являются потоком электронов.

**Ответ:** 4.

**5** Ядро  ${}^{60}_{27}\text{Co}$  испытало  $\beta$ -распад. Какое ядро образовалось в результате  $\beta$ -распада?

- 1)  ${}^{60}_{28}\text{Co}$       2)  ${}^{60}_{28}\text{Ni}$       3)  ${}^{60}_{26}\text{Fe}$       4)  ${}^{60}_{26}\text{Ni}$

**Решение.** В процессе  $\beta$ -распада из ядра выбрасывается электрон, и его зарядовое число увеличивается на 1, а массовое число остаётся неизменным. Ядро  ${}^{60}_{27}\text{Co}$  превращается в ядро  ${}^{60}_{28}\text{Ni}$ .

**Ответ:** 2.

**6** Радиоактивный изотоп йода  ${}^{131}\text{I}$  имеет период полураспада 8 дней. Через какой промежуток времени число радиоактивных ядер уменьшится в 8 раз?

**Решение.** Число радиоактивных ядер уменьшится в 8 раз за 3 периода полураспада, то есть за 24 дня.

**Ответ:** 24 дня.

- 7 Период полураспада ядер некоторого изотопа  $T$ . Во сколько раз уменьшится число ядер за время  $2T$ ?

Решение. За время, равное периоду полураспада, распадается половина имевшихся ядер. За второй промежуток времени  $T$  распадается половина оставшихся ядер. За время  $2T$  распадается  $3/4$  первоначального количества ядер. Таким образом, число ядер уменьшается в 4 раза.

Ответ: в 4 раза.

- 8 Какое утверждение, касающееся  $\gamma$ -излучения, верно? Оно является

- 1) положительно заряженными частицами
- 2) отрицательно заряженными частицами
- 3) короткими электромагнитными волнами
- 4) длинными электромагнитными волнами

Решение. Гамма-излучение обладает большой проникающей способностью, так как оно представляет собой короткие электромагнитные волны.

Ответ: 3.

- 9 Как ведёт себя большая часть  $\alpha$ -частиц в опытах Резерфорда по рассеянию на золотой фольге? Большинство частиц отклоняется на угол

- 1) от  $90^\circ$  до  $180^\circ$
- 2) от  $45^\circ$  до  $90^\circ$
- 3) почти не отклоняется
- 4) число отклонений на любые углы примерно одинаково

Решение. Так как большинство  $\alpha$ -частиц пролетает в атоме вдали от положительного ядра,  $\alpha$ -частицы в своём большинстве отклоняются от своей траектории на малые углы.

Ответ: 3.

**10** В ядре атома алюминия содержится 26 частиц, Сколько электронов вращается вокруг ядра?

Решение. Зарядовое число атома алюминия  $Z = 13$ , а значит, в ядре алюминия только 13 протонов. Электронов в любом атоме столько же, сколько и протонов, так как атом в целом нейтрален.

Ответ: 13.

**11** Ядро тория  ${}_{90}^{230}\text{Th}$  превратилось в ядро радия  ${}_{88}^{226}\text{Ra}$ . Какую частицу испустило при этом ядро тория?

- 1) нейтрон
- 2) протон
- 3)  $\alpha$ -частицу
- 4)  $\beta$ -частицу

Решение. При ядерных превращениях выполняются законы сохранения массы и заряда. Таким образом, заряд неизвестной частицы равен  $90 - 88 = 2$ , а масса равна  $230 - 226 = 4$ . Частица с массой 4 и зарядом 2 — это  $\alpha$ -частица.

Ответ: 3.

**12** В ядре атома германия содержится 72 частицы. Сколько из них протонов?

Решение. Зарядовое число германия  $Z = 32$ , а значит, в его ядре 32 протона.

Ответ: 32.

**13** Что представляет собой ядро магния, вокруг которого вращается 11 электронов?

- 1) молекулу
- 2) атом
- 3) положительно заряженный ион
- 4) отрицательно заряженный ион



**Решение.** Ядро любого атома содержит положительно заряженные частицы — протоны и нейтральные частицы — нейтроны. Поэтому ядро атома магния — положительно заряженный ион.

**Ответ:** 3.

**14** Какая ядерная реакция используется при взрыве атомной бомбы?

- 1) неуправляемая ядерная реакция
- 2) управляемая ядерная реакция
- 3) химическая реакция горения
- 4) реакция синтеза лёгких ядер

**Решение.** При взрыве атомной бомбы используется неуправляемая ядерная реакция.

**Ответ:** 1.

**15** Какая частица взаимодействует с ядром алюминия в ядерной реакции  ${}_{13}^{27}\text{Al} + ? \rightarrow {}_{11}^{24}\text{Na} + {}_2^4\text{He}$ ?

- 1) протон  ${}_1^1p$
- 2) электрон  ${}_{-1}^0e$
- 3) нейтрон  ${}_0^1n$
- 4)  $\alpha$ -частица  ${}_2^4\text{He}$

**Решение.** При ядерных превращениях выполняются законы сохранения массы и заряда. Следовательно, масса неизвестной частицы равна:  $24 + 4 - 27 = 1$  а. е. м., а заряд:  $11 + 2 - 13 = 0$  е. Эта частица — нейтрон.

**Ответ:** 3.

**16** Какая ядерная реакция используется при взрыве атомной бомбы?

- 1) неуправляемая цепная ядерная реакция
- 2) управляемая цепная ядерная реакция
- 3) химическая реакция горения
- 4) термоядерная реакция

**Решение.** При взрыве атомной бомбы происходит неуправляемая цепная реакция. Тяжёлые ядра распадаются на более лёгкие.

**Ответ:** 1.

- 17** В ядре бора 5 протонов и 6 нейтронов. Во сколько раз масса протонов и нейтронов, из которых состоит это ядро, превышает массу электронов в этом атоме?

**Решение.** Масса протонов и нейтронов в ядре равно  $(5 \cdot 1836 + 6 \cdot 1839)m_e = 20214m_e$ , где  $m_e$  — масса электрона. В атоме число электронов равно числу протонов. Отношение равно  $\frac{20214m_e}{5m_e} = 4043$ .

**Ответ:** в 4043 раза.

- 18** По данным таблицы Менделеева германий имеет порядковый номер 32 и массовое число 73. Сколько протонов и нейтронов в ядре германия?

**Решение.** Число протонов равно порядковому номеру — 32, число нейтронов — это разность между массовым числом и числом протонов — 41.

**Ответ:**  $Z = 32$ ;  $N = 41$ .

# ТРЕНИРОВОЧНЫЕ ЗАДАНИЯ

## ВАРИАНТ 1

### Часть 1

Ответом к заданиям 1, 6, 9, 15, 19 является последовательность цифр. Ответом к заданиям 2—5, 8, 11—14, 17, 18 и 20, 21 является одна цифра, которая соответствует номеру правильного ответа. Ответом к заданиям 7, 10 и 16 является число. Единицы измерения в ответе указывать не надо.

- 1** Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым эти величины определяются.

#### ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) импульс тела
- Б) кинетическая энергия
- В) потенциальная энергия

#### ФОРМУЛЫ

- 1)  $mv$
- 2)  $Ft$
- 3)  $mgh$
- 4)  $\frac{mv^2}{2}$
- 5)  $kx$

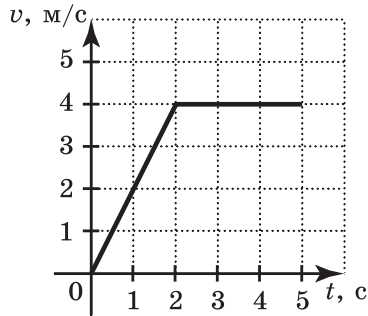
Ответ:

А	Б	В

2 По графику скорости, изображённому на рисунке, определите скорость тела в момент времени  $t=1,5$  с.

- 1) 3 м/с  
2) 4 м/с  
3) 8 м/с  
4) 2 м/с

Ответ:



3 Две тележки движутся навстречу друг другу с одинаковыми скоростями  $v$ . Массы тележек  $2m$  и  $4m$ . Какой будет скорость движения тележек после их абсолютно неупругого столкновения?

- 1)  $\frac{3}{2}v$       2)  $\frac{2}{3}v$       3)  $3v$       4)  $\frac{1}{3}v$

Ответ:

4 Какая из перечисленных физических величин периодически обращается в нуль при равномерном движении тела по окружности?

- 1) путь      3) скорость  
2) перемещение      4) ускорение

Ответ:

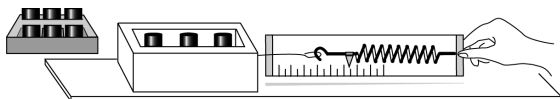
5 Тело весом 10 Н полностью погружено в жидкость. Вес вытесненной жидкости 2 Н. Каково значение силы Архимеда и куда она направлена?

- 1) 8 Н, вверх  
2) 12 Н, вверх  
3) 2 Н, вниз  
4) 2 Н, вверх

Ответ:

6

Ученик провёл эксперимент по изучению силы трения скольжения, перемещая брусок с грузами равномерно по горизонтальным поверхностям с помощью динамометра. Результаты измерений массы бруска с грузами  $m$ , площади соприкосновения  $S$  и приложенной силы  $F$  представлены в таблице.



№ опыта	Поверхность	$m$ , г	$S$ , см <sup>2</sup>	$F$ , Н
1	деревянная рейка	200	30	$0,8 \pm 0,1$
2	пластиковая рейка	200	30	$0,4 \pm 0,1$
3	деревянная рейка	100	20	$0,4 \pm 0,1$
4	пластиковая рейка	400	20	$0,8 \pm 0,1$

Какие утверждения соответствуют результатам проведённых экспериментальных измерений? Из предложенного перечня утверждений выберите **два** правильных. Укажите их номера.

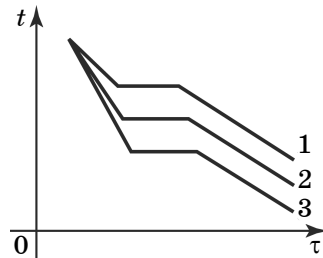
- 1) Коэффициенты трения скольжения во втором и третьем опытах равны.
- 2) Коэффициент трения скольжения между бруском и деревянной рейкой больше коэффициента трения скольжения между бруском и пластиковой рейкой.
- 3) Сила трения скольжения зависит от площади соприкосновения бруска и поверхности.
- 4) При увеличении массы бруска с грузами сила трения скольжения увеличивается.
- 5) Сила трения скольжения зависит от рода соприкасающихся поверхностей.

Ответ:

7 Груз массой 1 кг под действием силы 40 Н, направленной вертикально вверх, поднимается на высоту 3 м. Чему равна работа этой силы?

Ответ: \_\_\_\_\_ Н.

8 На рисунке изображены графики зависимости температуры от времени для первоначально жидких тел одинаковой массы при одинаковой мощности теплоотвода. У какого из этих тел наибольшая удельная теплоёмкость в жидком состоянии?



- 1) 1
- 2) 2
- 3) 3
- 4) удельная теплоёмкость в жидком состоянии у всех трёх тел одинакова

Ответ:

9 На рис. 1 представлены диапазоны слышимых звуков для человека и различных животных, а на рис. 2 — диапазоны, приходящиеся на инфразвук, звук и ультразвук.



Рис. 1

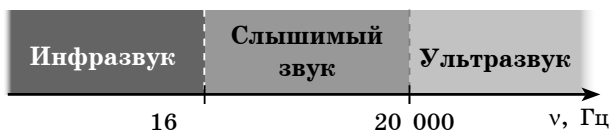


Рис. 2

Используя данные рисунков, выберите из предложенного перечня *два* верных утверждения. Укажите их номера.

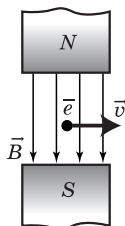
- 1) Длина волны ультразвука больше длины волны инфразвука.
- 2) Из представленных животных наиболее широкий диапазон слышимых звуков имеет волнистый попугай.
- 3) Диапазон слышимых звуков у кошки сдвинут в область ультразвука по сравнению с человеческим диапазоном.
- 4) Звуки с частотой 10 кГц принадлежат инфразвуковому диапазону.
- 5) Звуковой сигнал, имеющий в воздухе длину волны 3 см, услышат все представленные животные и человек. (Скорость звука в воздухе равна 340 м/с.)

Ответ:

- 10** Автомобиль совершает поворот по дуге окружности со скоростью 20 м/с, ускорение при этом равно 2 м/с<sup>2</sup>. Какой радиус кривизны данного участка дороги?

Ответ: \_\_\_\_\_ м.

- 11** Электрон  $e^-$ , влетевший в зазор между полюсами электромагнита, имеет горизонтальную скорость  $\vec{v}$ , перпендикулярную вектору индукции  $\vec{B}$  магнитного поля (см. рис.). Куда направлена действующая на него сила Лоренца  $\vec{F}$ ?



- 1) от нас перпендикулярно плоскости рисунка
- 2) к нам из-за плоскости рисунка
- 3) горизонтально вправо в плоскости рисунка
- 4) вертикально вверх в плоскости рисунка

Ответ:

**12** Чему равна длина волн, посылаемых радиостанцией, работающей на частоте 1400 кГц?

- 1)  $420 \cdot 10^{12}$  м
- 2)  $214 \cdot 10^2$  м
- 3)  $420 \cdot 10^{-12}$  м
- 4) 214 м

Ответ:

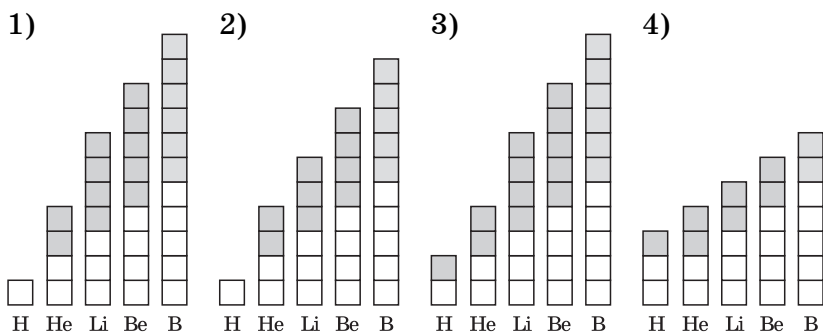
**13** Солнце садится за горизонт и отражается в озере. При этом

- 1) угол падения лучей на поверхность озера увеличивается, а угол отражения уменьшается
- 2) угол падения лучей на поверхность озера и угол отражения уменьшаются
- 3) угол падения лучей на поверхность озера и угол отражения увеличиваются
- 4) угол падения лучей на поверхность озера уменьшается, а угол отражения увеличивается

Ответ:

**14** В Периодической системе Менделеева указаны следующие номера и молярные массы элементов: Н (№ 1; 1,00794), He (№ 2; 4,0026), Li (№ 3; 6,941), Be (№ 4; 9,01218), B (№ 5; 10,811). Выберите диаграмму, правильно отражающую соотношение числа протонов и нейтронов в ядрах наиболее распространённых изотопов этих элементов. Светлые квадратики на диаграмме — протоны, заштрихованные — нейтроны.

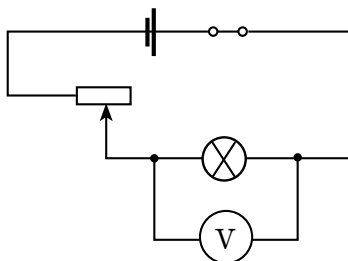




Ответ:

15

Как изменится напряжение и сила тока на зажимах лампы при перемещении ползунка реостата (рис.) вправо?



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Сила тока	Напряжение

16

По спирали электроплитки, сделанной из нихрома длиной 10 м, площадью поперечного сечения  $0,1 \text{ мм}^2$ , течёт электрический ток, равный 1,6 А.

Какая выделится мощность в электрической цепи, если две спирали соединить последовательно?

Ответ: \_\_\_\_\_ Вт.

**17** Какой из двух экспериментов подтверждает гипотезу, что звук распространяется только в материальной среде?

А. Через получасовые интервалы стреляли из пушки, расположенной на расстоянии 30 км, и наблюдатели отмечали промежутки времени между появлением вспышки и моментом, когда был услышан звук.

Б. Колокол помещали в сосуд, из которого можно было откачивать воздух. Туда же помещали механизм, который позволяет колоколу звонить автоматически. Слух отчётливо улавливал ослабление звука по мере уменьшения давления воздуха в сосуде.

1) только А

3) и А, и Б

2) только Б

4) ни А, ни Б

Ответ:

**18** Какой(-ие) из опытов вы предложили бы провести, чтобы доказать, что сила Архимеда зависит от объема тела, погруженного в жидкость?

А. Показать, что выталкивающая сила изменится в случае, если одно и то же тело сначала полностью погрузить в сосуд с жидкостью одной плотности, а затем частично погрузить в сосуд с жидкостью другой плотности.

Б. Показать, что выталкивающая сила изменится, если в сосуд с водой сначала полностью погрузить тело одного объема, а затем полностью погрузить тело другого объема, но той же массы.

1) только А

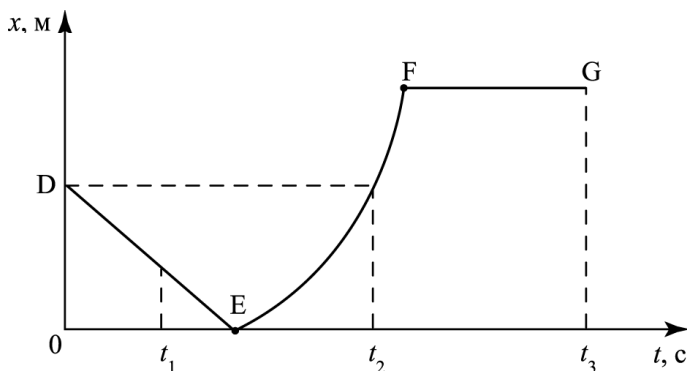
3) и А, и Б

2) только Б

4) ни А, ни Б

Ответ:

- 19 На рисунке представлен график зависимости проекции скорости от времени для тела, движущегося вдоль оси  $Ox$ .



Используя данные графика, выберите из предложенного перечня **два** верных утверждения. Укажите их номера.

- 1) Участок  $DE$  соответствует неравномерному движению тела.
- 2) Участок  $FG$  соответствует состоянию покоя тела.
- 3) В момент времени  $t_1$  тело двигалось по направлению оси  $Ox$ .
- 4) Момент времени  $t_3$  соответствует остановке тела.
- 5) В интервале времени от  $t_1$  до  $t_2$  тело изменило направление своего движения.

Ответ:

--	--

Прочитайте текст и выполните задания 20–22.

### Туман под микроскопом

При температурах, не опускающихся ниже  $-20\text{ }^\circ\text{C}$ , туман состоит в основном из мелких капелек воды,

а при более низких температурах — из мелких ледяных кристалликов. В дальнейшем мы будем рассматривать только водяные туманы.

В тумане капельки различного диаметра, примерно от 0,5 до 100 мкм. В обычном тумане диаметр водяных капелек в основном порядка 10 мкм. Если в тумане преобладают очень мелкие капельки (диаметр менее 1 мкм), то такой туман называют *дымкой*. Если же капли тумана относительно велики (диаметр порядка 100 мкм), то это так называемая *морось*. Количество капелек в 1 см<sup>3</sup> тумана составляет примерно от 100 до 1000.

Общая масса всех водяных капелек в единице объёма тумана называется *водностью тумана*; эта величина измеряется в единицах плотности, чаще всего в г/м<sup>3</sup>. Водность тумана обычно не превышает 0,1 г/м<sup>3</sup>. В особо плотных туманах она может достигать 1 г/м<sup>3</sup>. Эти числа кажутся очень малыми, ведь собрав воедино все капельки из тумана, занимающего объём 10<sup>3</sup> м<sup>3</sup> и имеющего водность 0,1 г/м<sup>3</sup>, мы получим всего полстакана воды (100 г) и едва сможем утолить жажду. Поэтому кажется удивительным, как быстро намокает вся одежда у того, кто окунулся в промозглую сырость тумана.

Однако не следует особенно удивляться. В действительности воды в тумане не так уж мало. Рассмотрим слой тумана толщиной 10 м, висящий над полем площадью 5 км<sup>2</sup>. Объём такого туманного слоя равен 5·10<sup>7</sup> м<sup>3</sup>. При водности тумана 0,1 г/м<sup>3</sup> в нём содержится 5·10<sup>3</sup> л воды.

**20** Каковы в среднем размеры водяных капель в обычном тумане?

1) 0,5 мкм

3) 10 мкм

2) 100 мкм

4) 1 мкм

Ответ:

**21** Что называется водностью тумана?

- 1) количество капель в единице объёма тумана
- 2) общая масса капель в единице объёма тумана
- 3) количество мелких капель в тумане
- 4) объём воды в тумане

Ответ:

При выполнении задания 22 с развёрнутым ответом используйте отдельный лист. Запишите сначала номер задания, а затем ответ на него. Полный ответ должен включать не только ответ на вопрос, но и его развёрнутое, логически связанное обоснование.

**22** Чему примерно равна масса воды в тумане, занимающем объём  $10^5 \text{ м}^3$  и имеющем водность  $0,1 \text{ г/м}^3$ ? Почему, находясь в промозглом тумане, очень быстро намокает одежда?

## Часть 2

Для ответов на задания 23—26 используйте отдельный лист. Запишите сначала номер задания (23, 24 и т. д.), а затем ответ к нему.

**23** Для выполнения этого задания используйте лабораторное оборудование: источник тока (3,5 В), вольтметр, амперметр, ключ, реостат, соединительные провода, резистор, обозначенный  $R_1$ . Соберите экспериментальную установку для определения электрического сопротивления резистора. При помощи реостата установите в цепи силу тока 0,5 А.

В бланке ответов:

- 1) нарисуйте электрическую схему эксперимента;
- 2) запишите формулу для расчёта электрического сопротивления;

- 3) укажите результаты измерения напряжения при силе тока 0,5 А;
- 4) запишите численное значение электрического сопротивления.

Задание 24 представляет собой вопрос, на который необходимо дать письменный ответ. Полный ответ должен содержать не только ответ на вопрос, но и его развернутое, логически связанное обоснование.

- 24** Религиозные люди утверждают, что лишь в день Пасхи солнце при восходе «играет» (диск солнца колеблется, меняет свою форму и цвет). Как объяснить видимое колебание диска восходящего солнца?

Для заданий 25, 26 необходимо записать полное решение, включающее запись краткого условия задачи (Дано), запись формул, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования и расчёты, приводящие к числовому ответу.

- 25** К сети напряжением 120 В присоединяются два резистора. При их последовательном соединении ток равен 3 А, а при параллельном суммарный ток равен 16 А. Чему равны сопротивления резисторов?

- 26** В медный стакан калориметра массой  $m_{\text{кал}} = 0,2$  кг, содержащий тёплую воду массой  $m_{\text{тёпл}} = 0,2$  кг, опустили кусок льда, имеющий температуру  $t_{\text{хол}} = 0$  °С. Начальная температура калориметра с водой  $t_{\text{тёпл}} = 30$  °С. Когда в системе установилось тепловое равновесие, температура воды и калориметра стала равной  $t_{\text{смеси}} = 5$  °С. Рассчитайте массу льда. Потери тепла калориметром считать пренебрежимо малыми.

## ВАРИАНТ 2

### Часть 1

Ответом к заданиям 1, 6, 9, 15, 19 является последовательность цифр. Ответом к заданиям 2—5, 8, 11—14, 17, 18 и 20, 21 является одна цифра, которая соответствует номеру правильного ответа. Ответом к заданиям 7, 10 и 16 является число. Единицы измерения в ответе указывать не надо.

- 1** Установите соответствие между техническими устройствами и физическими закономерностями, лежащими в основе их действия.

#### ПРИБОРЫ

- А) ваттметр
- Б) барометр
- В) манометр

#### ФИЗИЧЕСКИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ

- 1) изменение атмосферного давления с высотой
- 2) зависимость давления от потока жидкости и газа
- 3) зависимость электромагнитного сигнала от силы тока и напряжения
- 4) зависимость гидростатического давления от высоты
- 5) зависимость силы упругости от степени деформации тела

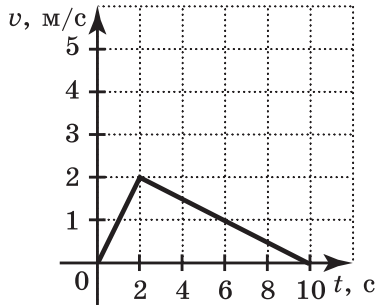
А	Б	В

Ответ:

2 По графику скорости, изображённому на рисунке, определите скорость тела в момент времени  $t=2$  с.

- 1) 4 м/с  
2) 2 м/с  
3) 6 м/с  
4) 10 м/с

Ответ:



3 Первое тело массой 2 кг движется со скоростью 6 м/с, второе неподвижно. После столкновения оба тела движутся вместе со скоростью 2 м/с. Какова масса второго тела?

- 1) 6 кг      2)  $\frac{2}{3}$  кг      3)  $\frac{3}{2}$  кг      4) 4 кг

Ответ:

4 Ведро с водой вращают в вертикальной плоскости с помощью верёвки длиной 1,6 м. При какой наименьшей скорости вращения вода не будет выливаться из ведра?

- 1) 10 м/с      3) 6 м/с  
2) 8 м/с      4) 4 м/с

Ответ:

5 Тело весом 6 Н плавает на поверхности жидкости, объем вытесненной жидкости равен  $\frac{1}{3}$  объема тела. Каково значение силы Архимеда и куда она направлена?

- 1) 4 Н, вверх      3) 6 Н, вниз  
2) 8 Н, вниз      4) 6 Н, вверх

Ответ:



**6** Ученик провёл эксперимент по изучению выталкивающей силы, действующей на тело, полностью погружённое в жидкость, причём для эксперимента он использовал различные жидкости и сплошные цилиндры разного объёма, изготовленные из разных материалов.

Результаты экспериментальных измерений объёма цилиндров  $V$  и выталкивающей силы  $F_{\text{Арх}}$  (с указанием погрешности измерения) для различных цилиндров и жидкостей он представил в таблице.

№ опыта	Жидкость	Материал цилиндра	$V$ , см <sup>3</sup>	$F_{\text{Арх}}$ , Н
1	вода	алюминий	40	$0,4 \pm 0,1$
2	масло	алюминий	90	$0,8 \pm 0,1$
3	вода	сталь	40	$0,4 \pm 0,1$
4	вода	сталь	80	$0,8 \pm 0,1$

Из предложенного перечня утверждений выберите *два* правильных. Укажите их номера.

- 1) Выталкивающая сила не зависит от плотности материала цилиндра.
- 2) Выталкивающая сила не зависит от рода жидкости.
- 3) Выталкивающая сила увеличивается при увеличении объёма тела.
- 4) Выталкивающая сила не зависит от объёма тела.
- 5) Выталкивающая сила, действующая на тело при погружении в масло, больше выталкивающей силы, действующей на это тело при погружении в воду.

Ответ:

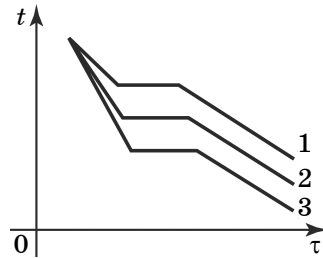
**7** Тележка массой 20 кг, движущаяся со скоростью 0,8 м/с, сцепляется с другой тележкой, движущейся ей навстречу со скоростью 0,2 м/с. После

сцепки тележки стали двигаться со скоростью  $0,2 \text{ м/с}$  в направлении движения первой тележки. Чему равна масса второй тележки?

Ответ: \_\_\_\_\_ кг.

8

На рисунке изображены графики зависимости изменения температуры от времени для трёх первоначально твёрдых тел одинаковой массы при одинаковых условиях нагревания. У какого из этих тел наибольшая удельная теплоёмкость в твёрдом состоянии?

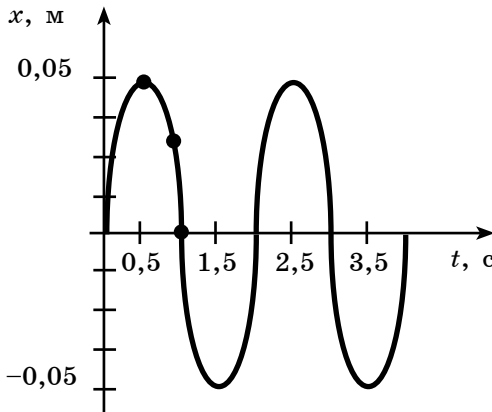


- 1) 1
- 2) 2
- 3) 3
- 4) удельная теплоёмкость в твёрдом состоянии у всех трёх тел одинакова

Ответ:

9

На рисунке представлен график гармонических колебаний математического маятника.



Используя данные графика, выберите из предложенного перечня *два* верных утверждения. Укажите их номера.

- 1) В начальный момент времени кинетическая энергия маятника равна нулю.
- 2) Частота колебаний маятника равна 0,5 Гц.
- 3) При переходе из состояния, соответствующего точке *A*, в состояние, соответствующее точке *B*, потенциальная энергия маятника уменьшается.
- 4) Амплитуда колебаний маятника равна 0,1 м.
- 5) Точка *B* соответствует максимальному смещению маятника из положения равновесия.

Ответ:

- 10** Лыжник массой 60 кг спустился с горы высотой 20 м. Какой была сила сопротивления его движению по горизонтальной лыжне после спуска, если он остановился, проехав 200 м? Считать, что по склону горы лыжник скользил без трения.

Ответ: \_\_\_\_\_ Н.

- 11** Один раз полосовой магнит падает сквозь неподвижное металлическое кольцо южным полюсом вниз, второй раз северным полюсом вниз. Ток в кольце

- 1) возникает в обоих случаях
- 2) не возникает ни в одном из случаев
- 3) возникает только в первом случае
- 4) возникает только во втором случае

Ответ:

- 12** При попадании солнечного света на капли дождя образуется радуга. Это объясняется тем, что белый свет состоит из электромагнитных волн с разной длиной волны, которые каплями воды по-разному

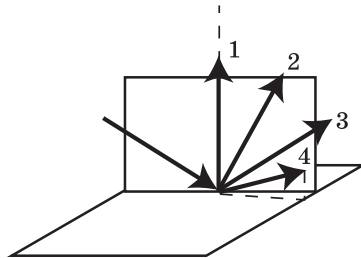
- 1) поглощаются
- 2) отражаются
- 3) поляризуются
- 4) преломляются

Ответ:

**13** Какой из отражённых лучей на рисунке соответствует закону отражения?

- 1) 1
- 2) 2
- 3) 3
- 4) 4

Ответ:

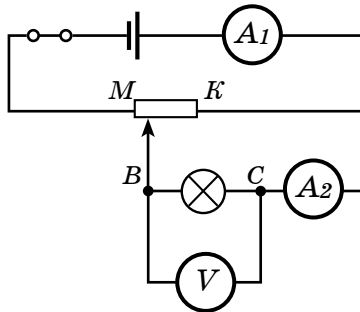


**14** Какой порядковый номер в таблице Менделеева имеет элемент, который образуется в результате  $\alpha$ -распада и последующего  $\beta$ -распада ядра элемента с порядковым номером  $Z$ ?

- 1)  $Z + 2$
- 2)  $Z + 1$
- 3)  $Z - 2$
- 4)  $Z - 1$

Ответ:

**15** Как изменятся напряжение и сила тока на зажимах лампы (рис.), если ползунок реостата передвинуть в крайнее правое положение?



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

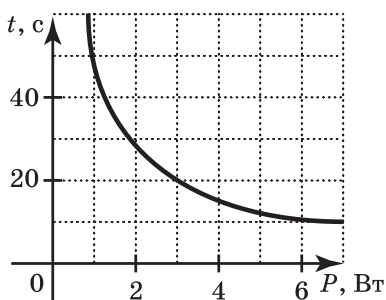
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Сила тока	Напряжение

- 16** Через поперечное сечение проводника прошёл заряд, равный 6 Кл, за время, равное 5 минутам. Сопротивление проводника 5 Ом. Какую работу совершил электрический ток?

Ответ: \_\_\_\_\_ Дж.

- 17** Экспериментально исследовалась зависимость времени закипания воды от мощности кипятильника. По результатам измерений построен график, приведенный на рисунке. Какой вывод можно сделать по результатам эксперимента?



- 1) Время нагревания прямо пропорционально мощности нагревателя.
- 2) С ростом мощности нагревателя вода нагревается быстрее.

- 3) Мощность нагревателя с течением времени уменьшается.
- 4) С ростом мощности нагревателя вода нагревается медленнее.

Ответ:

**18** Какой(-ие) из опытов вы предложили бы провести, чтобы доказать, что количество теплоты, отдаваемое или получаемое телом при достижении им теплового равновесия, зависит от удельной теплоёмкости вещества, из которого состоит это тело?

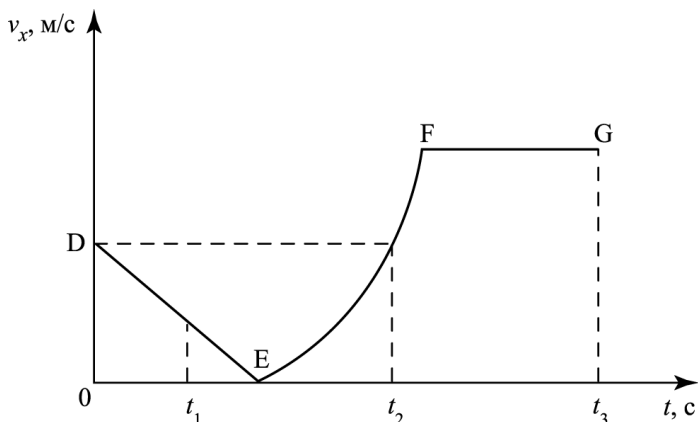
А. Взять два одинаковых калориметра с одним литром воды в каждом при температуре  $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$  и показать, что при помещении в них брусков одинаковой массы, изготовленных из разных материалов и нагретых до одинаковой температуры, изменение температуры воды в калориметрах будет различным.

Б. Взять два одинаковых калориметра с одним литром воды в каждом при температуре  $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$  и показать, что при помещении в них брусков разной массы, изготовленных из одинаковых материалов и нагретых до одинаковой температуры, изменение температуры воды в калориметрах будет различным.

- 1) только А
- 2) только Б
- 3) и А, и Б
- 4) ни А, ни Б

Ответ:

**19** На рисунке изображён график зависимости координаты тела от времени. Определите среднюю скорость тела  $v_{\text{ср}}$  за время от  $t_1=0$  до  $t_2=3$  с.



Используя данные графика, выберите из предложенного перечня *два* верных утверждения. Укажите их номера.

- 1) В интервале времени от  $t_1$  до  $t_2$  тело изменило направление движения на противоположное.
- 2) Участок  $DE$  соответствует ускоренному движению тела.
- 3) Участок  $FG$  соответствует состоянию покоя тела.
- 4) Момент времени  $t_2$  соответствует остановке тела.
- 5) В момент времени  $t_3$  тело имело максимальную скорость.

Ответ:

Прочитайте текст и выполните задания 20–22.

### Ледяная магия

Между внешним давлением и температурой замерзания (плавления) воды наблюдается интересная зависимость. С повышением давления до 2200 атмосфер она падает: с увеличением давления на каждую атмосферу температура плавления понижается на

0,0075 °С. При дальнейшем увеличении давления температура замерзания воды начинает расти: при давлении 3530 атмосфер вода замерзает при -17 °С, при 6380 атмосферах — при 0 °С, а при 20 670 атмосферах — при 76 °С. В последнем случае будет наблюдаться горячий лёд.

При давлении в 1 атмосферу объём воды при замерзании резко возрастает примерно на 11%. В замкнутом пространстве такой процесс приводит к возникновению громадного избыточного давления. Вода, замерзая, разрывает горные породы, дробит многотонные глыбы.

В 1872 г. англичанин Боттомли впервые экспериментально обнаружил явление режеляции льда. Проволоку с подвешенными на её концах грузами перебрасывают через кусок льда. Проволока постепенно разрезает лёд, имеющий температуру 0 °С, однако после прохождения проволоки разрез затягивается льдом, и в результате кусок льда остаётся целым.

Долгое время думали, что лёд под лезвиями коньков тает потому, что испытывает сильное давление, температура плавления льда понижается, и лёд плавится. Однако расчёты показывают, что человек массой 60 кг, стоя на коньках, оказывает на лёд давление примерно в 15 атмосфер. Это означает, что под коньками температура плавления льда понижается только на 0,11 °С. Такого понижения температуры плавления явно недостаточно для того, чтобы лёд стал плавиться под давлением коньков при катании, например при -10 °С.

**20** Как изменяется температура плавления льда при повышении давления до 2200 атмосфер?

- 1) понижается на 0,0075 °С с повышением давления на 1 атмосферу
- 2) повышается на 0,0075 °С с повышением давления на 1 атмосферу



- 3) остаётся постоянной  
4) по мере роста давления то повышается, то понижается

Ответ:

**21** При каких условиях наблюдается горячий лёд?

- 1) при давлении 3530 атмосфер  
2) при давлении 6380 атмосфер  
3) при давлении 20 670 атмосфер  
4) при давлении 2200 атмосфер

Ответ:

При выполнении задания 22 с развёрнутым ответом используйте отдельный лист. Запишите сначала номер задания, а затем ответ на него. Полный ответ должен включать не только ответ на вопрос, но и его развёрнутое, логически связанное обоснование.

**22** За счёт чего может происходить плавление льда при катании на коньках? На каком физическом явлении это основано?

## Часть 2

Для ответов на задания 23—26 используйте отдельный лист. Запишите сначала номер задания (23, 24 и т. д.), а затем ответ к нему.

**23** Для выполнения этого задания используется лабораторное оборудование: желоб лабораторный металлический длиной 1,4 м, шарик металлический диаметром 1,5–2 см, цилиндр металлический, секундомер, лента измерительная, кусок мела. Соберите экспериментальную установку для определения конечной скорости и ускорения

шарика при его скатывании с наклонной плоскости.

В бланке ответов:

- 1) нарисуйте схему эксперимента;
- 2) запишите формулу для расчёта конечной скорости и ускорения;
- 3) укажите результаты измерения;
- 4) запишите численное значение конечной скорости и ускорения шарика.

Задание 24 представляет собой вопрос, на который необходимо дать письменный ответ. Полный ответ должен содержать не только ответ на вопрос, но и его развёрнутое, логически связанное обоснование.

- 24** По закону всемирного тяготения все тела притягиваются друг к другу под действием гравитационных сил. Приведите пример, когда при сближении двух тел сила притяжения между ними уменьшается.

Для заданий 25, 26 необходимо записать полное решение, включающее запись краткого условия задачи (Дано), запись формул, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования и расчёты, приводящие к числовому ответу.

- 25** У поверхности воды мальчик выпускает камень, и он опускается на дно пруда на глубину  $H=5$  м. Какое количество теплоты выделится при падении камня, если его масса  $m=500$  г, а объём  $V=200$  см<sup>3</sup>?

- 26** Определите увеличение, даваемое линзой, фокусное расстояние которой равно  $F=0,26$  м, если предмет отстоит от неё на расстоянии  $a=30$  см.

## Ответы

### Вариант 1

#### Часть 1

№ задания	Ответ	№ задания	Ответ
1	143	12	4
2	1	13	3
3	4	14	1
4	2	15	22
5	4	16	563,2
6	25	17	2
7	120	18	2
8	1	19	$13 < \text{или} > 31$
9	35	20	3
10	200	21	2
11	2		

22

#### Образец возможного ответа

Масса воды равна примерно 10 кг. Если водность тумана большая, то при нахождении в таком тумане большое количество водяных капель касаются нашей одежды и происходит интенсивное впитывание влаги одеждой.

Часть 2

23

**Характеристика оборудования**

При выполнении задания используется комплект лабораторного оборудования:

- 1) источник тока (3,5 В);
- 2) резистор (6 Ом), обозначенный  $R_1$ ;
- 3) реостат;
- 4) амперметр (погрешность измерения 0,1 А);
- 6) вольтметр (погрешность 0,2 В);
- 7) ключ и соединительные провода.

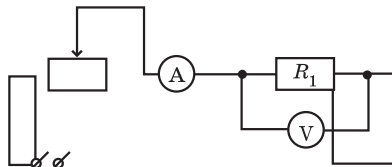
**Образец возможного выполнения**

1) Схема установки:

2)  $I = \frac{U}{R}$ ;  $R = \frac{U}{I}$ ;

3)  $I = 0,5$  А;  $U = 3,0$  В;

4)  $R = 6$  Ом.



Измерения:  $I = 0,5 \pm 0,1$  А;  $U = 3,0 \pm 0,2$  В.

Так как  $R = \frac{U}{I}$ , то нижняя граница сопротивления

$$НГ(R) = \frac{2,8 \text{ В}}{0,6 \text{ А}} = 4,7 \text{ Ом.}$$

$$\text{Верхняя граница } ВГ(R) = \frac{3,2 \text{ В}}{0,4 \text{ А}} = 8 \text{ Ом.}$$

24 **Образец возможного ответа**

Весной почва в разных местах нагрета по-разному и воздух над этими местами имеет различную плотность, разный показатель преломления. Воздух вследствие конвекции движется, лучи света проходят через слои воздуха с меняющимся показателем преломления. Это вызывает колебание видимого диска Солнца. «Игра» Солнца наблюда-

ется в любой день, когда возникает температурная, а следовательно, и оптическая неоднородность воздуха.

**25** Ответ: 10 Ом; 30 Ом.

**26** Количество теплоты, отданное калориметром и водой при остывании до  $t_{\text{смеси}}$ :

$$Q_{\text{кал}} = c_{\text{меди}} \cdot m_{\text{кал}} \cdot (t_{\text{тепл}} - t_{\text{смеси}}) = c_{\text{меди}} \cdot m_{\text{кал}} \cdot \Delta t_1$$

$$Q_{\text{тепл}} = c_{\text{воды}} \cdot m_{\text{тепл}} \cdot (t_{\text{тепл}} - t_{\text{смеси}}) = c_{\text{воды}} \cdot m_{\text{тепл}} \cdot \Delta t_1$$

и полученное льдом при плавлении и нагревании до  $t_{\text{смеси}}$ :

$$Q_{\text{льда}} = \lambda_{\text{льда}} m_{\text{льда}} + c_{\text{воды}} m_{\text{льда}} \Delta t_2.$$

Уравнение теплового баланса

$$\Delta t_1 (c_{\text{воды}} m_{\text{тепл}} + c_{\text{меди}} m_{\text{кал}}) = m_{\text{льда}} (\lambda_{\text{льда}} + c_{\text{воды}} \Delta t_2).$$

Решая это уравнение, получаем

$$m_{\text{льда}} \approx 0,064 \text{ кг.}$$

## Вариант 2

### Часть 1

№ задания	Ответ	№ задания	Ответ	№ задания	Ответ
1	312	3	4	5	4
2	2	4	4	6	13
7	30	12	4	17	2
8	3	13	3	18	1
9	23	14	4	19	13 < или > 31
10	60	15	22	20	1
11	1	16	0,6	21	3

**22** Образец возможного ответа

Плавление льда происходит за счёт теплоты, выделяющейся при трении коньков о лёд. При тре-

нии происходит интенсивное нагревание соприкасающихся поверхностей, что приводит к резкому повышению температуры, которой достаточно для того, чтобы растопить лёд.

**Часть 2**

**23**

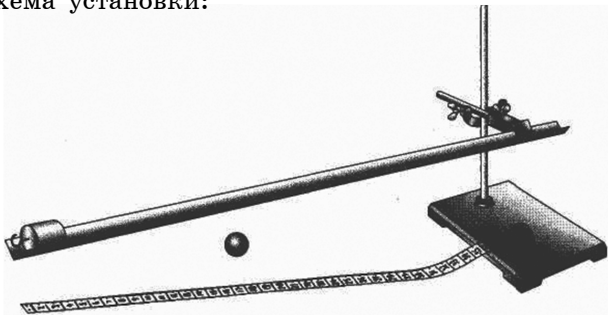
**Характеристика оборудования**

При выполнении задания используется комплект лабораторного оборудования:

- 1) желоб лабораторный металлический длиной 1,4 м;
- 2) шарик металлический диаметром 1,5–2 см;
- 3) цилиндр металлический;
- 4) секундомер;
- 5) лента измерительная;
- 6) кусок мела

**Образец возможного выполнения**

1) Схема установки:



2) измерить  $t = 1,3$  с;

$$s = 1,4 \text{ м};$$

$$3) v = \frac{2s}{t};$$

$$4) a = \frac{2s}{t^2};$$

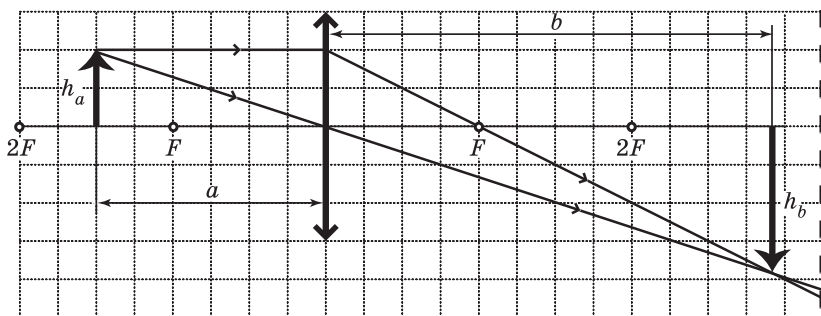
$$5) v = 2,2 \text{ м/с}; \quad a = 1,7 \text{ м/с}^2.$$

**24 Образец возможного ответа**

Таковыми телами являются, например, сделанные из любого материала кольцо и маленький шарик, расположенный на оси кольца, перпендикулярной его плоскости. По мере приближения шарика к кольцу сила их взаимного притяжения сначала увеличивается, затем уменьшается до нуля, так как вблизи плоскости кольца силы притяжения шарика со стороны отдельных частей кольца почти уравновешиваются.

**25** Ответ:  $Q \approx 15$  Дж.

**26** Ход лучей при получении изображения в собирающей линзе изображён на рисунке.



Используя формулу тонкой линзы

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{F}$$

и связь между увеличением  $k$  и расстояниями от изображения и предмета до линзы

$$k = \frac{h_b}{h_a} = \frac{b}{a},$$

получим искомое значение

$$k = \frac{F}{a - F} = 6,5.$$

## СОДЕРЖАНИЕ

*Введение* . . . . . 3

*Справочные таблицы* . . . . . 5

### ВЫПОЛНЕНИЕ ЗАДАНИЙ ЧАСТИ 1 И 2

Механические явления. . . . . 10

Тепловые явления . . . . . 85

Электромагнитные явления. . . . . 109

Квантовые явления. . . . . 172

### ТРЕНИРОВОЧНЫЕ ЗАДАНИЯ

Вариант 1 . . . . . 178

Вариант 2 . . . . . 190

*Ответы.* . . . . . 202



Справочное издание  
анықтамалық баспа

ОГЭ. СДАЁМ БЕЗ ПРОБЛЕМ

**Зорин Николай Иванович**

**ОГЭ 2021**

**ФИЗИКА**

Решение задач

(орыс тілінде)

## **С ПОМОЩЬЮ ЭТОЙ КНИГИ ВЫ:**

- **СОКРАТИТЕ ВРЕМЯ ПОДГОТОВКИ К ОГЭ;**
- **ЗАКРЕПИТЕ ЗНАНИЯ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ;**
- **ОТРАБОТАЕТЕ НАВЫКИ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ  
РАЗНОГО УРОВНЯ СЛОЖНОСТИ.**

# **ФИЗИКА**

## **РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ**



**В серии «ОГЭ. Сдаём без проблем» выходят пособия  
по основным предметам:  
русскому языку, математике, физике, химии,  
биологии, истории, обществознанию.**

## **ГАРАНТИЯ УСПЕХА НА ЭКЗАМЕНЕ!**

