

К **НОВОЙ** ОФИЦИАЛЬНОЙ
ДЕМОНСТРАЦИОННОЙ ВЕРСИИ ЕГЭ

С. Б. Бобошина

ФИЗИКА

ПРАКТИКУМ

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ ТЕСТЫ

ЕГЭ

2017

ЕДИНЫЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ



ЭКЗАМЕН

ЕДИНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭКЗАМЕН

С. Б. Бобошина

ФИЗИКА

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ ТЕСТЫ

*ПРАКТИКУМ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ
ТИПОВЫХ ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ ЕГЭ*

*Издательство
«ЭКЗАМЕН»*

МОСКВА
2017

УДК 372.8:53
ББК 74.262.22
Б72

Бобошина С. Б.

Б72 ЕГЭ 2017. Физика. Экзаменационные тесты. Практикум по выполнению типовых тестовых заданий ЕГЭ / С. Б. Бобошина. — М. : Издательство «Экзамен», 2017. — 126, [2] с. (Серия «ЕГЭ. ОФЦ. Практикум»)

ISBN 978-5-377-11095-8

Практикум ЕГЭ по физике предназначен как для работы в классе, так и для самостоятельного контроля знаний.

Автор заданий — ведущий ученый, преподаватель и методист, принимающий непосредственное участие в разработке методических материалов для подготовки к выполнению контрольных измерительных материалов ЕГЭ.

Предлагаемое пособие содержит тренировочные варианты тестовых заданий Единого государственного экзамена (ЕГЭ) по физике, составленных с учетом всех особенностей и требований ЕГЭ.

Издание адресовано преподавателям и методистам, использующим тесты для подготовки к Единому государственному экзамену, а также учащимся 11 классов общеобразовательных организаций.

Приказом № 699 Министерства образования и науки Российской Федерации учебные пособия издательства «Экзамен» допущены к использованию в общеобразовательных организациях.

УДК 372.8:53
ББК 74.262.22

Формат 60×90/8. Гарнитура «Школьная». Бумага газетная.

Уч.-изд. л. 5,83. Усл. печ. л. 16. Тираж 10 000 экз. Заказ № 2245/16.

ISBN 978-5-377-11095-8

© Бобошина С. Б., 2017
© Издательство «**ЭКЗАМЕН**», 2017

СОДЕРЖАНИЕ

Инструкция по выполнению работы.....	5
ВАРИАНТ 1	9
Часть 1	9
Часть 2	16
ВАРИАНТ 2	19
Часть 1	19
Часть 2	26
ВАРИАНТ 3	29
Часть 1	29
Часть 2	35
ВАРИАНТ 4	38
Часть 1	38
Часть 2	44
ВАРИАНТ 5	46
Часть 1	46
Часть 2	53
ВАРИАНТ 6	55
Часть 1	55
Часть 2	62
ВАРИАНТ 7	64
Часть 1	64
Часть 2	70
ВАРИАНТ 8	72
Часть 1	72
Часть 2	78
ВАРИАНТ 9	80
Часть 1	80
Часть 2	86
ВАРИАНТ 10	89
Часть 1	89
Часть 2	95

ВАРИАНТ 11 97

 Часть 1 97

 Часть 2 103

ВАРИАНТ 12 105

 Часть 1 105

 Часть 2 111

РАЗБОР ТИПОВОГО ВАРИАНТА 114

 Вариант 1..... 114

Ответы 125

ИНСТРУКЦИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ РАБОТЫ

Для выполнения репетиционной работы по физике отводится 3 часа 55 минут (235 минут). Работа состоит из 2 частей, включающих в себя 31 задание.

В заданиях 1–4, 8–10, 14, 15, 20, 24–26 ответом является целое число или конечная десятичная дробь. Число запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите по приведенному ниже образцу в бланк ответа № 1. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

Ответ: 7,5 см.

В бланке:

3	7	,	5																
---	---	---	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Ответом к заданиям 5–7, 11, 12, 16–18, 21 и 23 является последовательность двух цифр. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите по приведенному ниже образцу без пробелов, запятых и других дополнительных символов в бланк ответов № 1.

Ответ:

А	Б
4	1

В бланке:

7	4	1																	
---	---	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Ответом к заданию 13 является слово. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите по приведенному ниже образцу в бланк ответов № 1.

Ответ: ВПРАВО.

В бланке:

1	3	В	П	Р	А	В	О												
---	---	---	---	---	---	---	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Ответом к заданию 19 и 22 являются два числа. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите по приведенному ниже образцу, не разделяя числа пробелом, в бланк ответов № 1.

Ответ: (1,4 ± 0,2) Н.

В бланке:

2	2	1	,	4	0	,	2												
---	---	---	---	---	---	---	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Ответ к заданиям 27–31 включает в себя подробное описание всего хода выполнения задания. В бланке ответов № 2 укажите номер задания и запишите его полное решение.

При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Все бланки ЕГЭ заполняются яркими черными чернилами. Допускается использование гелевой, капиллярной или перьевой ручек.

При выполнении заданий можно пользоваться черновиком. Записи в черновике не учитываются при оценивании работы.

Баллы, полученные вами за выполненные задания, суммируются. Постарайтесь выполнить как можно больше заданий и набрать наибольшее количество баллов.

Желаем успеха!

Ниже приведены справочные данные, которые могут понадобиться вам при выполнении работы.

Десятичные приставки

Наименование	Обозначение	Множитель	Наименование	Обозначение	Множитель
гига	Г	10^9	Сантиметры	с	10^{-2}
мега	М	10^6	Миллиметры	мм	10^{-3}
кило	к	10^3	Микрометры	мкм	10^{-6}
гекто	г	10^2	Нанометры	нм	10^{-9}
деци	д	10^{-1}	Пикометры	пм	10^{-12}

Константы

число π	$\pi = 3,14$
ускорение свободного падения на Земле	$g = 10 \text{ м/с}^2$
гравитационная постоянная	$G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{кг}^2$
газовая постоянная	$R = 8,31 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$
постоянная Больцмана	$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К}$
постоянная Авогадро	$N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$
скорость света в вакууме	$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$
коэффициент пропорциональности в законе Кулона	$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{Кл}^2$
модуль заряда электрона (элементарный электрический заряд)	$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
постоянная Планка	$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$

Соотношение между различными единицами

Температура	$0 \text{ К} = -273 \text{ }^\circ\text{С}$
атомная единица массы	$1 \text{ а.е.м.} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$
1 атомная единица массы эквивалентна	$931,5 \text{ МэВ}$
1 электронвольт	$1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$

Масса частиц

электрона	$9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг} \approx 5,5 \cdot 10^{-4} \text{ а.е.м.}$
протона	$1,673 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,007 \text{ а.е.м.}$
нейтрона	$1,675 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,008 \text{ а.е.м.}$

Плотность

воды	1000 кг/м^3	подсолнечного масла	900 кг/м^3
древесины (сосна)	400 кг/м^3	алюминия	2700 кг/м^3
керосина	800 кг/м^3	железа	7800 кг/м^3
		ртути	$13\,600 \text{ кг/м}^3$

Удельная теплоемкость

воды	$4,2 \cdot 10^3 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$	алюминия	$900 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$
льда	$2,1 \cdot 10^3 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$	меди	$380 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$
железа	$640 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$	чугуна	$500 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$
свинца	$130 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$		

Удельная теплота

парообразования воды	$2,3 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}$
плавления свинца	$2,5 \cdot 10^4 \text{ Дж/кг}$
плавления льда	$3,3 \cdot 10^5 \text{ Дж/кг}$

Нормальные условия давление 10^5 Па , температура $0 \text{ }^\circ\text{С}$ **Молярная масса**

азота	$28 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	кислорода	$32 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
аргона	$40 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	лития	$6 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
водорода	$2 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	молибдена	$96 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
воздуха	$29 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	неона	$20 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
воды	$18 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	углекислого газа	$44 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
гелия	$4 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$		

А Б В Г Д Е Ж З И Й К Л М Н О П Р С Т У Ф Х Ц Ч Ш Щ Ъ Ы Ь Э Я І 2 3 4 5 6 7 8 9 0
А В С D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z .

Регион	Код предмета	Название предмета
00	00	00000000000000

С правилами экзамена ознакомлен и согласен
Совпадение номеров вариантов в задании
и бланке регистрации подтверждаю
Подпись участника ЕГЭ строго внутри окошка

Номер варианта		

Результаты выполнения заданий с ответом в краткой форме

[illegible][illegible][illegible][illegible][illegible][illegible]

➤ Единый государственный экзамен

➤ **Бланк**
ответов № 2



Регион

Код
предмета

Название предмета

Номер варианта

Перепишите значения указанных выше полей из БЛАНКА РЕГИСТРАЦИИ.
Отвечая на задания теста, пишите аккуратно и разборчиво, соблюдая разметку страницы.
Не забудьте указать номер задания, на которое Вы отвечаете.
Условия задания переписывать не нужно.

ВНИМАНИЕ!

Данный бланк использовать только совместно с двумя другими бланками из данного пакета

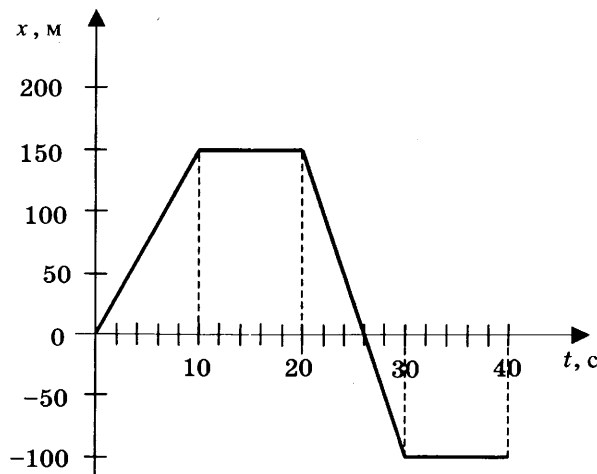
При недостатке места для ответа используйте обратную сторону бланка

ВАРИАНТ 1

Часть 1

Ответами к заданиям 1–23 являются цифра, слово, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

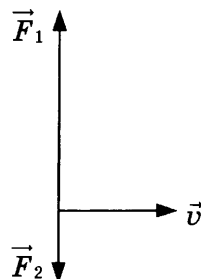
1. На рисунке приведен график зависимости координаты прямолинейно движущегося тела от времени.



Найдите проекцию скорости тела на ось OX в интервале времени от 14 с до 20 с.

Ответ: _____ м/с.

2. К телу массой 2 кг, движущемуся горизонтально со скоростью $\vec{v} = 1$ м/с в инерциальной системе отсчета, приложены две вертикальные силы $\vec{F}_1 = 3$ Н и $\vec{F}_2 = 1$ Н, как показано на рисунке.



Чему равно ускорение тела в этой системе отсчета?

Ответ: _____ м/с².

3. Пуля массой 10 г, летящая со скоростью 100 м/с, попадает в покоящийся деревянный брусок массой 490 г и застревает в нем. С какой скоростью будет двигаться брусок сразу после попадания в него пули?

Ответ: _____ м/с.

4. Волна длиной 2 м распространяется по поверхности воды в озере со скоростью 4 м/с. Какова частота колебаний в волне?

Ответ: _____ Гц.

5. Груз на пружине совершает малые вертикальные колебания. В таблице представлены результаты измерений смещения x груза относительно положения равновесия для различных моментов времени t .

$t, \text{с}$	0	0,125	0,25	0,375	0,5	0,625	0,75	0,875	1,0
$x, \text{см}$	2	1,4	0	-1,4	-2	-1,4	0	1,4	2

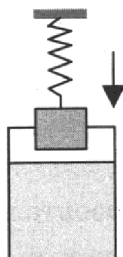
Выберите два верных утверждения, соответствующие результатам этих измерений.

- 1) Период колебаний равен 0,5 с.
- 2) Частота колебаний равна 1 Гц.
- 3) Скорость груза минимальна в момент времени $t = 0,75 \text{ с}$.
- 4) Кинетическая энергия груза максимальна только в момент времени $t = 0,25 \text{ с}$.
- 5) Кинетическая энергия груза максимальна в моменты времени $t = 0,25 \text{ с}$ и $t = 0,75 \text{ с}$.

Ответ:

--	--

6. Груз, подвешенный на пружине, погружают в сосуд с водой, как показано на рисунке. Как изменятся при погружении груза в воду растяжение пружины и действующая на груз сила тяжести?



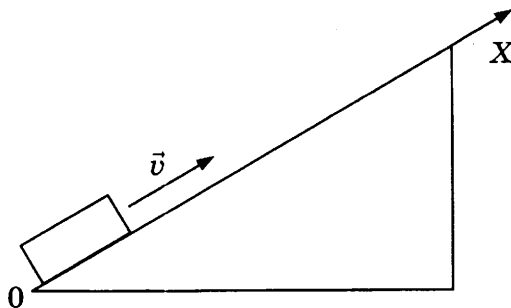
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Растяжение пружины	Сила тяжести

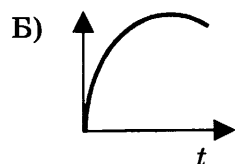
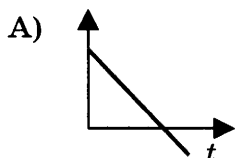
7. Бруску, находящемуся на наклонной плоскости, в момент $t = 0$ сообщили направленную вдоль оси X скорость (см. рисунок). Графики А и Б представляют собой зависимости физических величин, характеризующих движение бруска, от времени.



Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) потенциальная энергия
- 2) кинетическая энергия
- 3) проекция ускорения на ось X
- 4) проекция скорости на ось X

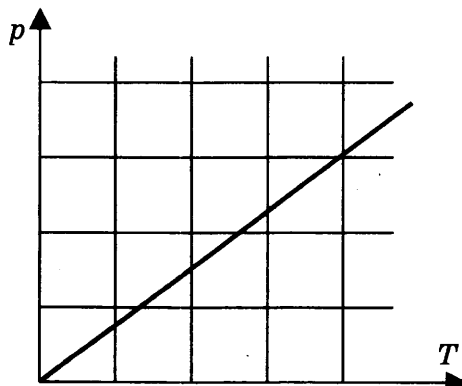
Ответ:

А	Б

8. Идеальный газ с начальным давлением 10^5 Па изотермически расширился, при этом давление изменилось в 2 раза, а объем увеличился на 5 л. Найдите начальное значение объема.

Ответ: _____ л.

9. На p - T -диаграмме представлен процесс изменения состояния идеального одноатомного газа неизменной массы. В этом процессе газ получил 20 кДж теплоты.



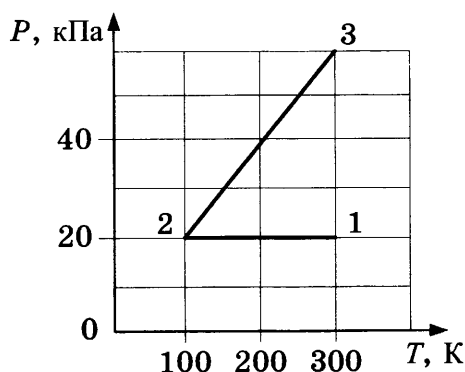
Определите работу газа в этом процессе.

Ответ: _____ кДж.

10. Относительная влажность воздуха в сосуде под поршнем составляет 25%. Какой станет относительная влажность этого воздуха при уменьшении объема под поршнем в 2 раза при постоянной температуре?

Ответ: _____ %.

11. С идеальным одноатомным газом в количестве 0,1 моль происходит процесс 1–2–3, результаты измерений параметров газа в этом процессе показаны на графике.



Выберите два верных утверждения.

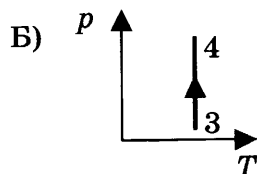
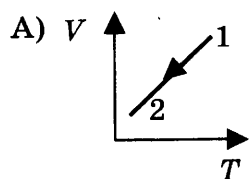
- 1) Объем газа в состоянии 1 в 3 раза меньше, чем в состоянии 2.
- 2) Объем газа в состоянии 3 равен 4,2 л.
- 3) В процессе 1–2 внешние силы совершили над газом работу 166 Дж.
- 4) В процессе 2–3 внешние силы совершили над газом работу 250 Дж.
- 5) В процессе 1–2 газ отдал 166 Дж теплоты.

Ответ:

--	--

12. На рисунках изображены графики процессов 1–2 и 3–4, происходящих с постоянным количеством идеального одноатомного газа. Установите соответствие между изображенными в первом столбце графиками процессов и утверждениями, соответствующими этим процессам.

ГРАФИКИ



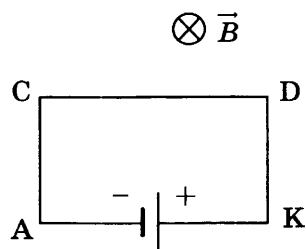
УТВЕРЖДЕНИЯ

- 1) газ совершает положительную работу, внутренняя энергия газа не изменяется
- 2) над газом совершают работу, внутренняя энергия газа уменьшается
- 3) газ совершает отрицательную работу, внутренняя энергия газа не изменяется
- 4) над газом совершают работу, внутренняя энергия газа увеличивается

Ответ:

А	Б

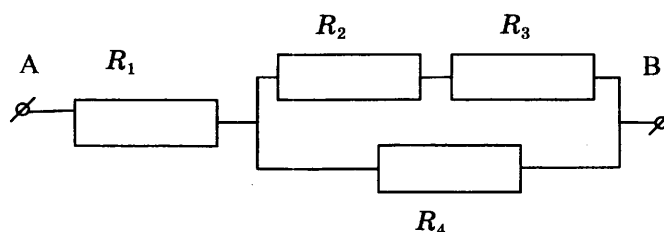
13. На рисунке показан проволочный прямоугольник $ACDK$, подключенный к источнику тока и помещенный в однородное магнитное поле с индукцией B , направленной перпендикулярно плоскости рисунка.



Как направлена (*вверх, вниз, влево, вправо, от наблюдателя, к наблюдателю*) сила, действующая со стороны магнитного поля на проводник DK ? Ответ запишите словом (словами).

Ответ: _____.

14. В представленной на рисунке электрической схеме сопротивления всех резисторов $R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = 30 \text{ Ом}$. Напряжение между точками A и B $U_{AB} = 25 \text{ В}$.



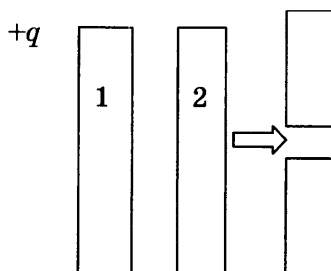
Чему равно напряжение на резисторе R_1 ?

Ответ: _____ В.

15. Луч света падает на границу раздела двух сред под углом 30° к поверхности. Чему равен угол между падающим и отраженным лучами?

Ответ: _____ $^\circ$.

16. Металлической пластине 1 сообщили заряд $+6 \text{ нКл}$ и поднесли к незаряженной металлической пластине 2. После этого пластину 2 разрезали горизонтально и раздвинули ее верхнюю и нижнюю части. Выберите два верных утверждения, соответствующих результатам этих опытов.

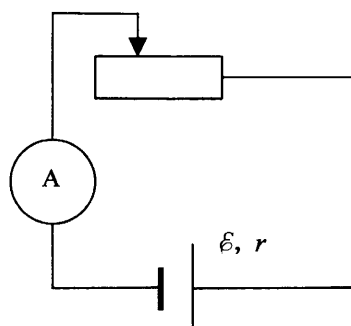


- 1) Перед раздвижением на левой стороне пластины 2 находился заряд -6 нКл .
- 2) Перед раздвижением на левой стороне пластины 2 находился заряд -3 нКл .
- 3) Перед раздвижением на правой стороне пластины 2 находился заряд $+3 \text{ нКл}$.
- 4) После раздвижения заряд верхней части стал равен -3 нКл .
- 5) После раздвижения заряд нижней части стал равен 0.

Ответ:

--	--

17. На рисунке представлена электрическая цепь, состоящая из источника тока, реостата и амперметра. Как изменятся сопротивление реостата и сила тока в цепи при движении ползунка реостата 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.

Сопротивление реостата	Сила тока

18. Электрический заряд q массой m движется в течение времени t вдоль линий напряженности электрического поля E , а затем попадает в магнитное поле с индукцией B , направленной перпендикулярно скорости заряда, где движется по окружности радиуса R . Установите соответствие между записанными в первом столбце физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА

- А) конечная скорость заряда в электрическом поле
- Б) скорость заряда в магнитном поле

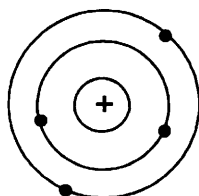
ФОРМУЛА

- 1) $\frac{qBR}{m}$
- 2) $\frac{qEt}{m}$
- 3) $\frac{mR}{qB}$
- 4) $\frac{mt}{qE}$

Ответ:

А	Б

19. На рисунке изображена схема атома. Электроны обозначены черными точками.



Сколько протонов в ядре этого атома и каким (в единицах заряда электрона) является заряд этого атома?

Ответ:

Число протонов	Заряд атома

В бланк ответов №1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

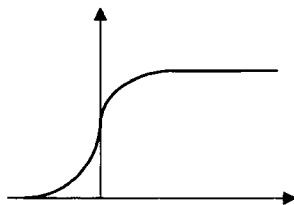
20. В результате ядерной реакции ${}^3_1\text{H} + {}^4_2\text{He} \rightarrow {}^6_3\text{Li} + X$ образуется частица X. Какой заряд имеет эта частица?

Ответ: _____.

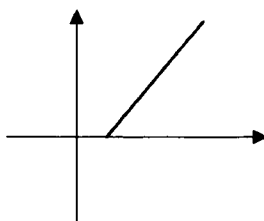
21. При изучении фотоэффекта были получены некоторые зависимости. Установите соответствие между графиками А и Б и видами зависимостей.

ГРАФИКИ

А)



Б)



ВИДЫ ЗАВИСИМОСТЕЙ

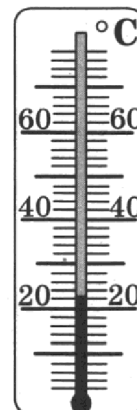
- 1) зависимость тока насыщения от интенсивности света
- 2) зависимость кинетической энергии электронов от частоты света
- 3) зависимость фототока от напряжения
- 4) зависимость тока насыщения от частоты света

Ответ:

А	Б

22. Ученик измерял температуру воздуха с помощью термометра, показания которого приведены на рисунке. Погрешность измерений равна цене деления прибора. В ответ запишите результат измерения температуры с учетом погрешности.

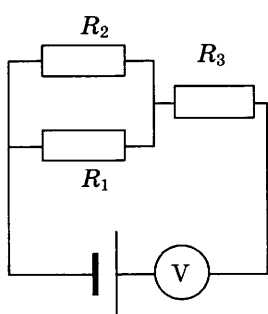
Ответ: (_____ ± _____)°C.



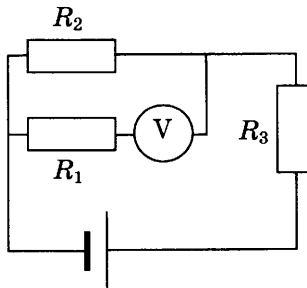
В бланк ответов №1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

23. Во время лабораторной работы необходимо было измерить напряжение на сопротивлениях R_1 и R_3 . Выберите две схемы, с помощью которых можно провести эти измерения.

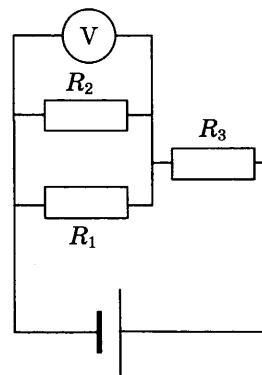
1)



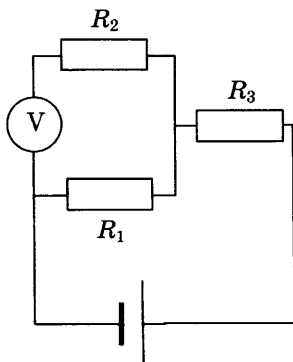
2)



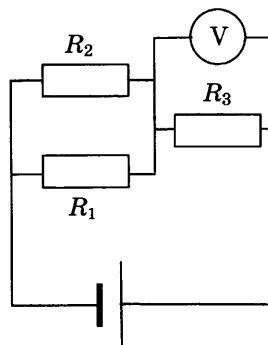
3)



4)



5)



Ответ:

--	--

Часть 2

Ответом к заданиям 24–26 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

24. Пуля вылетела из пружинного пистолета горизонтально с некоторой высоты. Через 1,5 с скорость пули оказалась направленной под углом 30° к горизонту. Чему равна начальная скорость пули? Ответ округлите до целых.

Ответ: _____ м/с.

25. Две частицы с одинаковыми зарядами и отношением масс $\frac{m_1}{m_2} = 2$ попадают в однородное магнитное поле, вектор магнитной индукции которого перпендикулярен векторам скорости частиц. Кинетическая энергия первой частицы в 4 раза больше, чем второй. Чему равно отношение радиусов кривизны траекторий $\frac{R_1}{R_2}$ первой и второй частиц в магнитном поле? Ответ округлите до десятых.

Ответ: _____.

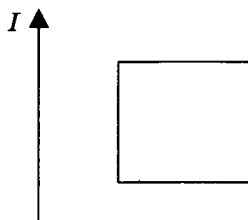
26. Карандаш высотой 9 см расположен перпендикулярно главной оптической оси тонкой собирающей линзы на расстоянии 50 см от линзы. Оптическая сила линзы 4 дптр. Найдите высоту изображения карандаша.

Ответ: _____ см.

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

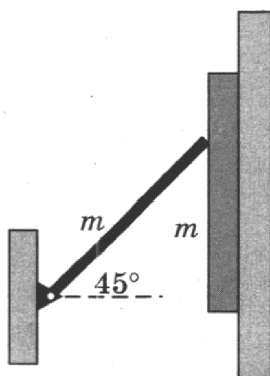
Для записи ответов на задания (27–31) используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (27, 28 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.

27. На рисунке изображен длинный проводник с током, в плоскости которого располагается проволочная рамка. Направление тока в проводнике указано стрелкой. Почему при выключении и включении тока в проводнике ток в рамке будет иметь различные направления? Укажите стрелками направления тока в рамке, указав, какие физические явления и закономерности вы использовали для объяснения.



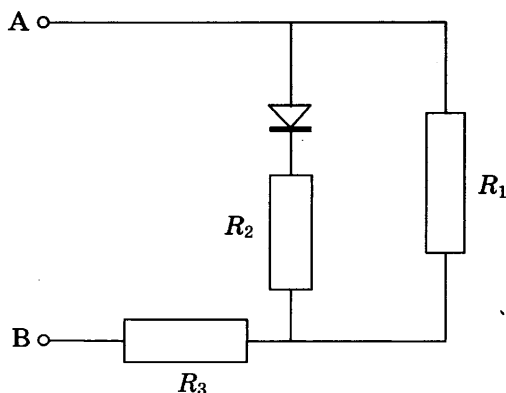
Полное правильное решение каждой из задач 28–31 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

28. Длинная узкая пластина массой m скользит вдоль вертикальной стенки. Пластина прижимается к стенке однородным жестким стержнем такой же массы m (см. рисунок). Другой конец стержня закреплен в шарнире так, что стержень составляет с горизонтом постоянный угол 45° . Коэффициент трения между пластиной и стенкой $\mu_1 = 0,2$. Каким должен быть коэффициент трения между пластиной и стержнем, чтобы пластина двигалась равномерно?



29. За какое время можно растопить в алюминиевой кастрюле массой 300 г 1,5 кг льда, имеющего начальную температуру -5°C , на плитке мощностью 600 Вт с КПД 30%?
30. Определите, какая мощность выделяется на сопротивлении R_1 участка цепи, показанного на рисунке,
- а) при подключении ЭДС $\mathcal{E} = 15\text{ В}$ положительным полюсом к точке А, отрицательным полюсом — к точке В;
- б) при подключении ЭДС $\mathcal{E} = 15\text{ В}$ положительным полюсом к точке В, отрицательным — к точке А.

Сопротивление $R_1 = 12\text{ Ом}$, $R_2 = 8\text{ Ом}$, $R_3 = 15\text{ Ом}$. Внутренним сопротивлением источника пренебречь, сопротивление диода в прямом направлении пренебрежимо мало, в обратном направлении очень велико.



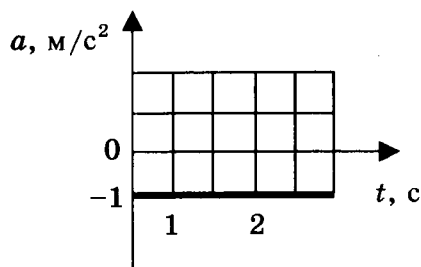
31. Покоящееся ядро урана испустило α -частицу. Кинетическая энергия α -частицы составила 6 МэВ. Зная массу α -частицы $m = 6,645 \cdot 10^{-27}\text{ кг}$ и массу образовавшегося ядра $M = 2,3 \cdot 10^{-25}\text{ кг}$, найдите скорость образовавшегося ядра.

ВАРИАНТ 2

Часть 1

Ответами к заданиям 1–23 являются цифра, слово, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. Используя график зависимости ускорения тела от времени, определите скорость тела через 3 секунды после начала движения, считая, что скорость тела в начальный момент равна 9 м/с.



Ответ: _____ м/с.

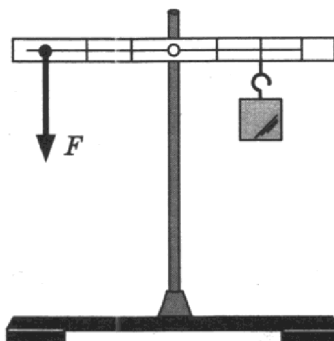
2. Сила тяжести, действующая на Земле на кубик объемом $0,1 \text{ м}^3$, равна 900 Н. Определите плотность материала кубика.

Ответ: _____ кг/м³.

3. Две тележки массами 20 кг и 30 кг движутся навстречу друг другу, первая со скоростью 1 м/с, вторая — со скоростью 1,5 м/с. Чему равен модуль импульса системы этих тел после абсолютно неупругого удара?

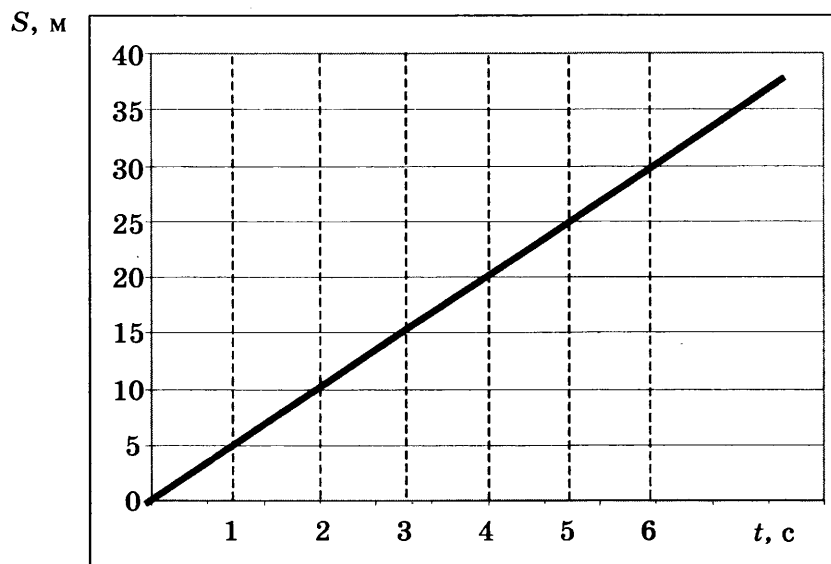
Ответ: _____ кг · м/с.

4. Масса груза, подвешенного к рычагу, равна 0,9 кг. Рычаг находится в равновесии, если к нему приложена сила F , как показано на рисунке. Чему равно значение силы F ?



Ответ: _____ Н.

5. При проведении эксперимента исследовалась зависимость пройденного телом пути S от времени t . График полученной зависимости приведен на рисунке.



Выберите два утверждения, соответствующие результатам этих измерений.

- 1) Скорость тела равна 5 м/с.
- 2) Ускорение тела равно 2,5 м/с².
- 3) Тело движется равноускоренно.
- 4) За вторую секунду пройден путь 5 м.
- 5) За пятую секунду пройден путь 25 м.

Ответ:

6. Небольшой шар массой m , подвешенный к пружине, совершает колебания с периодом T и амплитудой x_0 . Что произойдет с частотой и максимальной кинетической энергией груза, если при неизменной амплитуде уменьшить массу?

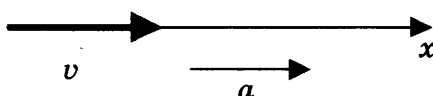
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

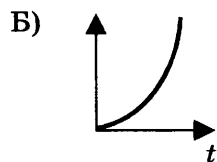
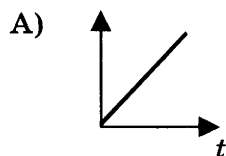
Частота	Максимальная кинетическая энергия груза

7. Тело движется прямолинейно с постоянным ускорением.



Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ



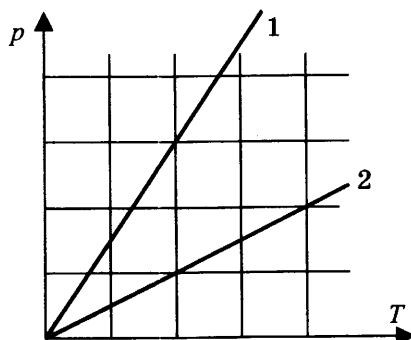
ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) импульс тела
- 2) равнодействующая сила
- 3) кинетическая энергия тела
- 4) ускорение тела

Ответ:

А	Б

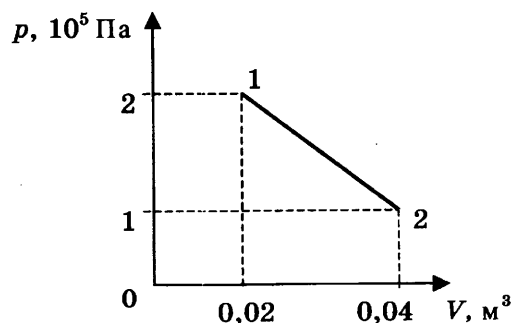
8. На рисунке представлен график зависимости давления от температуры для двух идеальных газов.



Чему равно отношение концентраций газов n_1/n_2 ?

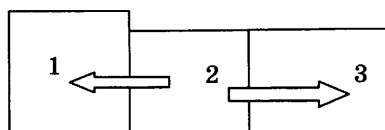
Ответ: _____.

9. Насколько изменяется внутренняя энергия газа при переходе из состояния 1 в состояние 2 (см. рисунок)?



Ответ: _____ кДж.

10. Три бруска, имеющие разные температуры 70°C , 50°C и 10°C , привели в соприкосновение. В процессе установления теплового равновесия тепло передавалось в направлениях, указанных на рисунке стрелками.

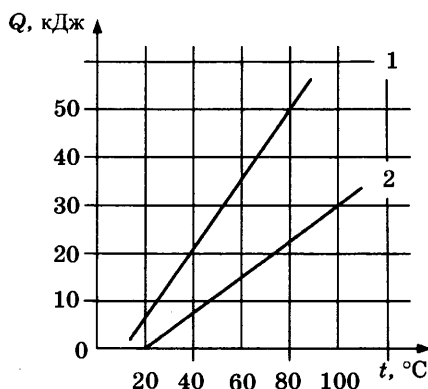


Какой из брусков имел температуру 70°C ?

Ответ: _____.

11. На графике представлены результаты измерения количества теплоты Q , затраченного на нагревание 1 кг вещества 1 и 1 кг вещества 2, при различных значениях температуры t этих веществ. Выберите два утверждения, соответствующие результатам этих измерений.

- 1) Теплоемкости двух веществ одинаковы.
- 2) Теплоемкость первого вещества больше теплоемкости второго вещества.
- 3) Для изменения температуры 1 кг вещества 1 на 20° необходимо количество теплоты 6000 Дж .
- 4) Для изменения температуры 1 кг вещества 2 на 10° необходимо количество теплоты 3750 Дж .
- 5) Начальные температуры обоих веществ равны 0°C .



Ответ:

--	--

12. Идеальный одноатомный газ изотермически сжимают. Как при этом изменяются его давление и внутренняя энергия?

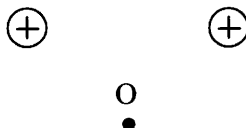
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

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

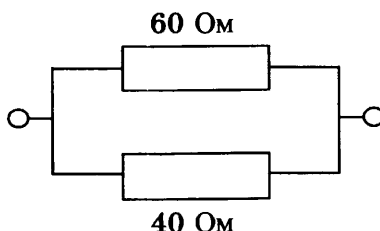
Давление	Внутренняя энергия

13. На рисунке изображены два одинаковых по модулю электрических заряда. Как направлена (*вверх, вниз, влево, вправо, к наблюдателю, от наблюдателя*) напряженность электрического поля, создаваемого этими зарядами в точке О (равноудаленной от обоих зарядов)? Ответ запишите словом (словами).



Ответ: _____.

14. Два резистора 60 Ом и 40 Ом соединены в электрическую цепь, как показано на рисунке.

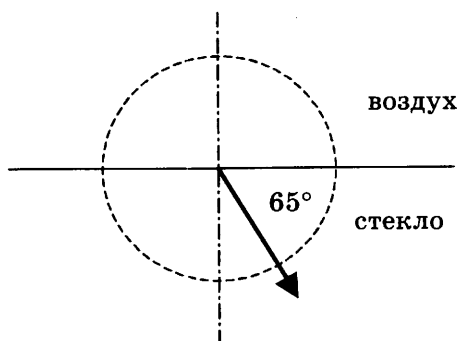


Чему равно сопротивление этого участка цепи?

Ответ: _____ Ом.

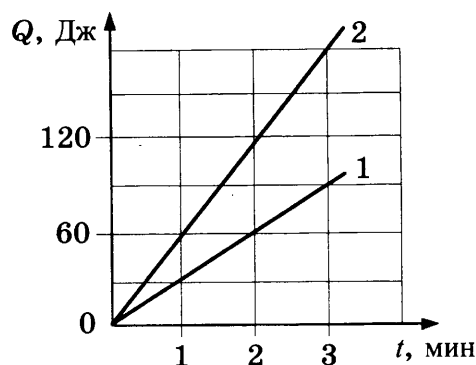
15. Луч света преломляется, проходя из воздуха в стекло, как показано на рисунке. Показатель преломления стекла 1,6. Пользуясь приведенной таблицей, найдите угол падения.

$\sin \beta$	0,33	0,43	0,58	0,70
β	19°	25°	35°	45°



Ответ: _____ $^\circ$.

16. Два проводника 1 и 2 соединены параллельно и подключены к источнику постоянного тока. Сопротивление первого проводника 40 Ом. На графике представлены результаты измерений количества теплоты, выделяющегося на проводниках, в зависимости от времени. Выберите два утверждения, соответствующих данным измерениям.



- 1) Сопротивление второго проводника равно 20 Ом.
- 2) Сопротивление второго проводника равно 80 Ом.
- 3) Тепловая мощность, выделяющаяся на первом проводнике, равна 0,5 Вт.
- 4) С увеличением времени тепловая мощность увеличивается.
- 5) Тепловая мощность, выделяющаяся на втором проводнике, меньше, чем на первом.

Ответ:

--	--

17. Электромагнитная волна с частотой ν , распространявшаяся со скоростью v в воздухе, попадает в среду с бóльшим показателем преломления n . Как при этом изменяются частота и скорость электромагнитной волны?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

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

Частота	Скорость распространения

18. В колебательном контуре емкость конденсатора C , индуктивность катушки L , заряд конденсатора q , напряжение на нем U , сила тока в контуре I , магнитный поток в катушке Φ . Установите соответствие между записанными в первом столбце физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА

- А) энергия магнитного поля катушки
- Б) энергия электрического поля конденсатора

ФОРМУЛА

- 1) $\frac{I \cdot U}{2}$
- 2) $\frac{qU}{2}$
- 3) $\frac{1}{\sqrt{LC}}$
- 4) $\frac{\Phi I}{2}$

Ответ:

А	Б

19. Сколько протонов и нейтронов в ядре атома кальция $^{42}_{20}\text{Ca}$?

Ответ:

Число протонов	Число нейтронов

В бланк ответов №1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

20. В образце актиния с периодом полураспада 22 года содержится $6 \cdot 10^{13}$ атомов. Сколько времени должно пройти для того, чтобы в образце остались нераспавшимися четверть начального количества атомов?

Ответ: _____ лет.

21. При наблюдении фотоэффекта уменьшили интенсивность падающего света, не изменяя длины волны. Как при этом изменятся частота излучения фотонов и количество выбиваемых за 1 с фотоэлектронов?

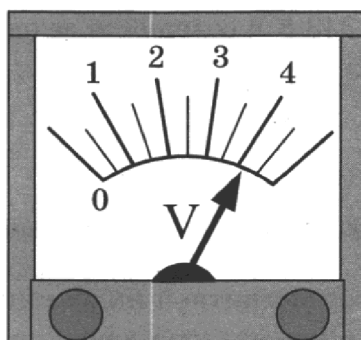
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Частота излучения фотонов	Количество выбиваемых за 1 с фотоэлектронов

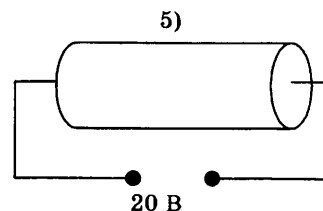
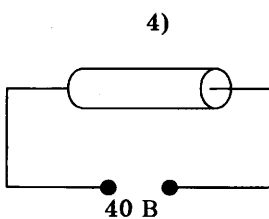
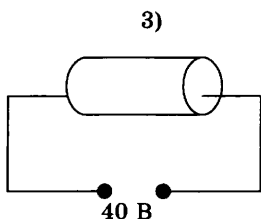
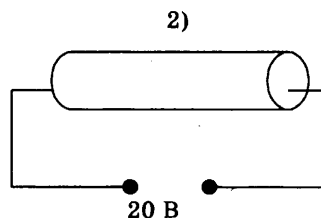
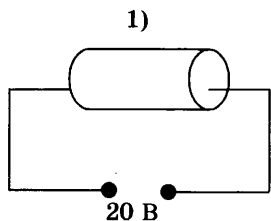
22. Ученик измерил напряжение с помощью вольтметра, показанного на рисунке. Погрешность измерения равна половине цены деления вольтметра. Чему равно измеренное напряжение?



Ответ: (_____ $\pm$ _____) В.

В бланк ответов №1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

23. Цилиндрический проводник подключен к источнику тока. Была высказана гипотеза, что сопротивление проводника зависит от приложенного напряжения. Какие два опыта из представленных ниже нужно выбрать для проверки этой гипотезы (материал всех проводников одинаков)?



Ответ: _____.

Часть 2

Ответом к заданиям 24–26 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

24. Мяч брошен с начальной скоростью 12 м/с под углом 60° к горизонту. Точка броска и точка падения мяча находятся на одном уровне. Пренебрегая сопротивлением воздуха, определите дальность полета мяча. Ответ округлите до целых.

Ответ: _____ м.

25. Идеальная тепловая машина работает по циклу Карно с температурой нагревателя 307°C и температурой холодильника 348 К и совершает за один цикл работу 3 кДж. Чему равно количество теплоты, переданное за один цикл рабочим телом холодильнику?

Ответ: _____ кДж.

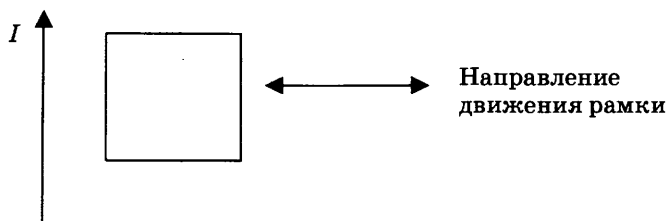
26. Две частицы, отношение масс которых $\frac{m_1}{m_2} = 2$, отношение зарядов $\frac{q_1}{q_2} = \frac{1}{2}$, попадают в однородное магнитное поле, вектор магнитной индукции которого перпендикулярен векторам скорости частиц. Кинетические энергии частиц одинаковые. Чему равно отношение радиусов кривизны траекторий $\frac{R_1}{R_2}$ первой и второй частиц в магнитном поле? Ответ округлите до десятых.

Ответ: _____.

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

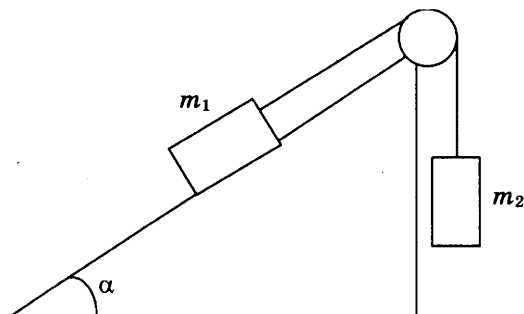
Для записи ответов на задания (27–31) используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (27, 28 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.

27. На рисунке изображен длинный проводник с током, в плоскости которого располагается проволочная рамка. Направление тока в проводнике указано стрелкой. Почему при удалении и приближении рамки к проводнику ток в рамке будет иметь различные направления? Укажите стрелками направления тока в рамке, указав, какие физические явления и закономерности вы использовали для объяснения.



Полное правильное решение каждой из задач 28–31 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

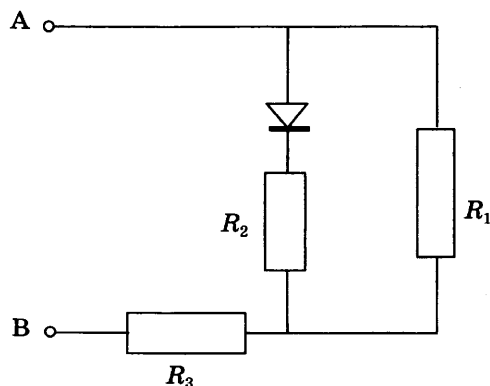
28. На рисунке изображена система грузов массами $m_1 = 3$ кг и $m_2 = 1$ кг, связанных невесомой и нерастяжимой нитью, перекинутой через блок. Угол наклона плоскости к горизонту $\alpha = 30^\circ$, коэффициент трения между грузом m_1 и наклонной плоскостью 0,1. Определите силу натяжения нити.



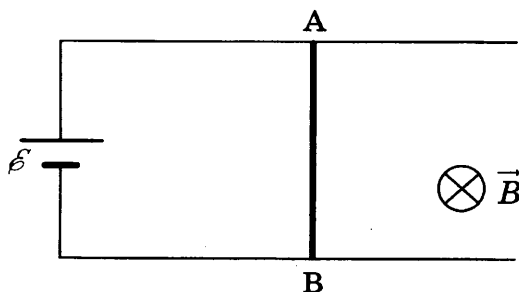
29. Железный метеорит массой 80 кг при температуре 39°C влетает со скоростью 1600 м/с в атмосферу. Считая, что на нагревание и плавление метеорита идет 80% его кинетической энергии, определите, какая масса метеорита расплавится. Температура плавления железа 1539°C , удельная теплота плавления железа 270 кДж/кг.
30. Определите, какая мощность выделяется на сопротивлении R_3 участка цепи, показанного на рисунке,
- а) при подключении ЭДС $\mathcal{E} = 15$ В положительным полюсом к точке А, отрицательным полюсом — к точке В;

б) при подключении ЭДС $\mathcal{E} = 15$ В положительным полюсом к точке В, отрицательным — к точке А.

Сопротивление $R_1 = 6$ Ом, $R_2 = 4$ Ом, $R_3 = 10$ Ом. Внутренним сопротивлением источника пренебречь, сопротивление диода в прямом направлении пренебрежимо мало, в обратном направлении очень велико.



31. Проводник АВ длиной 0,5 м может скользить по горизонтальным рельсам, подключенным к источнику тока с ЭДС 2 В. Однородное магнитное поле с индукцией 0,5 Тл направлено вертикально вниз, как показано на рисунке. С какой скоростью и в каком направлении нужно перемещать проводник АВ, чтобы сила тока через него была равна нулю?

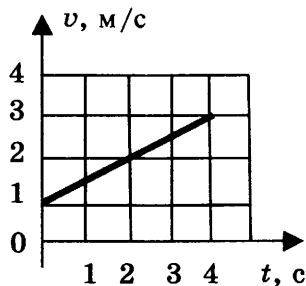


ВАРИАНТ 3

Часть 1

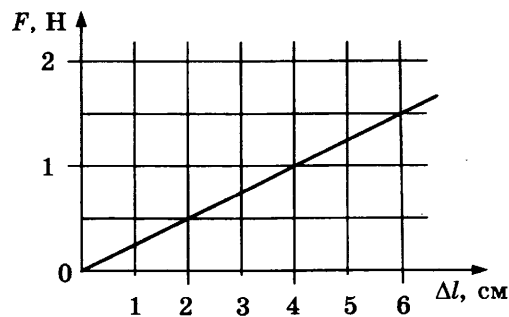
Ответами к заданиям 1–23 являются цифра, слово, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. Используя график зависимости скорости тела от времени, определите скорость тела в начале 6-й секунды, считая, что характер движения не изменяется.



Ответ: _____ м/с.

2. На рисунке представлен график зависимости силы упругости пружины от ее удлинения.



Чему равен коэффициент жесткости пружины?

Ответ: _____ Н/м.

3. Маленький шарик падает вертикально вниз и ударяется о наклонную плоскость, затем отскакивает от нее в горизонтальном направлении. Импульс шарика перед ударом $p_1 = 4 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$, импульс шарика после удара $p_2 = 3 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$. Чему равен модуль изменения импульса шарика?

Ответ: _____ $\text{кг} \cdot \text{м/с}$.

4. Кубик массой 700 г плавает на поверхности воды. Чему равна сила Архимеда, действующая на кубик?

Ответ: _____ Н.

5. Небольшой груз совершает вертикальные колебания на пружине жесткостью 25 Н/м. В таблице представлены результаты измерений координаты груза для различных промежутков времени. Выберите два верных утверждения, соответствующих результатам этих измерений.

$t, \text{ с}$	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
$x, \text{ см}$	0	11	16	21	32	21	16	11	0	11	16

- 1) Период колебаний груза равен 0,4 с.
- 2) В момент времени $t = 0,2$ с скорость груза минимальна.
- 3) В момент времени $t = 0,4$ с скорость груза максимальна.
- 4) Масса груза равна 0,4 кг.
- 5) Амплитуда колебаний 16 см.

Ответ:

--	--

6. У движущегося по окружности тела увеличился радиус окружности при неизменном периоде обращения. Как при этом изменятся скорость движения тела и его центростремительное ускорение?

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.

Скорость	Центростремительное ускорение

7. Измеренный период колебаний математического маятника равен 2 с. Установите соответствие между физическими величинами, характеризующими этот колебательный процесс (левый столбец), и формулами, по которым их можно рассчитать (правый столбец). К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА

- А) смещение маятника от положения равновесия
- Б) длина нити маятника

ФОРМУЛА ДЛЯ РАСЧЕТА

- 1) $\frac{4\pi^2}{g}$
- 2) $\frac{g}{\pi^2}$
- 3) $A \cos(\pi t)$
- 4) $A \cos(4\pi t)$

Ответ:

А	Б

8. Один моль идеального газа занимает объем 25 л при давлении 10^5 Па. При постоянной температуре давление газа увеличилось в 2 раза. Насколько изменился объем газа?

Ответ: _____ л.

9. Одноатомному идеальному газу в количестве 2 моль сообщили количество теплоты 1 кДж, при этом газ совершил работу 300 Дж. Чему равно изменение внутренней энергии газа?

Ответ: _____ Дж.

10. Давление пара в помещении при температуре 5°C равно 756 Па. Давление насыщенного пара при этой же температуре равно 880 Па. Чему равна относительная влажность воздуха? Ответ округлите до целых.

Ответ: _____ %.

11. Имеются два кубика одинаковой массы 2 кг, первый сделан из железа, второй — из чугуна. Начальная температура кубиков 10°C . Кубикам сообщили одинаковое количество теплоты 51,2 кДж, после того как они нагрелись, привели их в соприкосновение. Выберите два верных утверждения, которые соответствуют результатам проведенных экспериментов.

- 1) После получения количества теплоты первый кубик нагреется до более высокой температуры.
- 2) После получения количества теплоты второй кубик нагреется до более высокой температуры.
- 3) В процессе теплообмена между кубиками первый кубик отдаст 6288 Дж теплоты.
- 4) В процессе теплообмена между кубиками второй кубик отдаст 9208 Дж теплоты.
- 5) После установления теплового равновесия температура кубиков будет равна $54,9^\circ$.

Ответ:

--	--

12. В идеальном тепловом двигателе увеличилась работа, совершаемая газом за один цикл, при неизменном количестве теплоты, поступающем от нагревателя. Как при этом изменятся коэффициент полезного действия цикла и количество теплоты, отдаваемое за один цикл холодильнику?

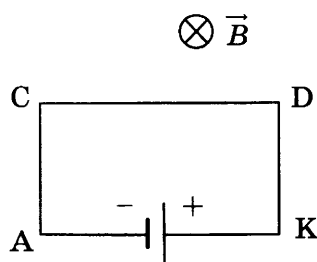
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Коэффициент полезного действия	Количество теплоты, отдаваемое холодильнику

13. На рисунке показан проволочный прямоугольник $ACDK$, подключенный к источнику тока и помещенный в однородное магнитное поле с индукцией B , направленной перпендикулярно плоскости рисунка.



Как направлена (*вверх, вниз, влево, вправо, от наблюдателя, к наблюдателю*) сила, действующая со стороны магнитного поля на проводник AK ? Ответ запишите словом (словами).

Ответ: _____.

14. Сила тока в проводнике постоянна и равна $0,5$ А. Какой заряд пройдет по проводнику за 20 минут?

Ответ: _____ Кл.

15. В однородном магнитном поле с индукцией $B = 8$ мТл перпендикулярно вектору магнитной индукции расположен контур площадью $S = 50$ см². Чему равен магнитный поток через этот контур?

Ответ: _____ мкВб.

16. Исследовалась зависимость напряжения на обкладках конденсатора от заряда этого конденсатора. Результаты измерений представлены в таблице.

q , мКл	0	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05
U , В	0	0,04	0,12	0,16	0,22	0,24

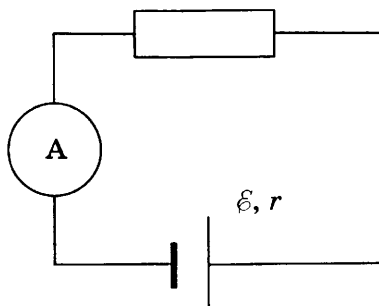
Погрешности измерений величин q и U равнялись соответственно $0,005$ мКл и $0,01$ В.

Выберите два утверждения, соответствующие результатам этих измерений.

- 1) Емкость конденсатора примерно равна 5 мФ.
- 2) Емкость конденсатора примерно равна 200 мкФ.
- 3) С увеличением заряда напряжение увеличивается.
- 4) Для заряда $0,06$ мКл напряжение на конденсаторе составит $0,5$ В.
- 5) Напряжение на конденсаторе не зависит от заряда.

Ответ: ☐ ☐

17. На рисунке представлена электрическая цепь, состоящая из источника тока, резистора и амперметра. Как изменятся сопротивление цепи и сила тока через источник при подключении такого же резистора последовательно?



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

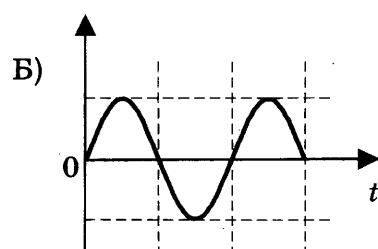
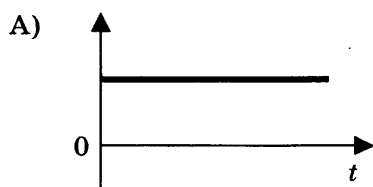
- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

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

Сопротивление цепи	Сила тока через источник

18. В идеальном колебательном контуре происходят электромагнитные колебания. В момент времени $t = 0$ конденсатор был полностью заряжен. На графиках А и Б представлены изменения со временем физических величин, характеризующих колебания в контуре. Установите соответствие между графиками и физическими величинами, которым соответствуют эти зависимости. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) сила тока в контуре
- 2) энергия магнитного поля катушки
- 3) энергия электрического поля конденсатора
- 4) полная энергия колебаний

Ответ:

А	Б

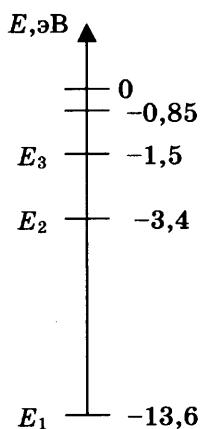
19. Радиоактивный уран $^{236}_{92}\text{U}$ испытал 2 α -распада и 3 β -распада. Какие значения зарядового Z и массового числа A будет иметь получившийся в результате изотоп ядра?

Ответ:

Z	A

В бланк ответов №1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

20. На рисунке показаны энергетические уровни атома водорода.



Какую энергию необходимо сообщить атому, находящемуся в основном состоянии, для его ионизации?

Ответ: _____ эВ.

21. При наблюдении фотоэффекта увеличили интенсивность падающего света, не изменяя длины волны. Как при этом изменятся работа выхода электронов и величина тока насыщения?

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.

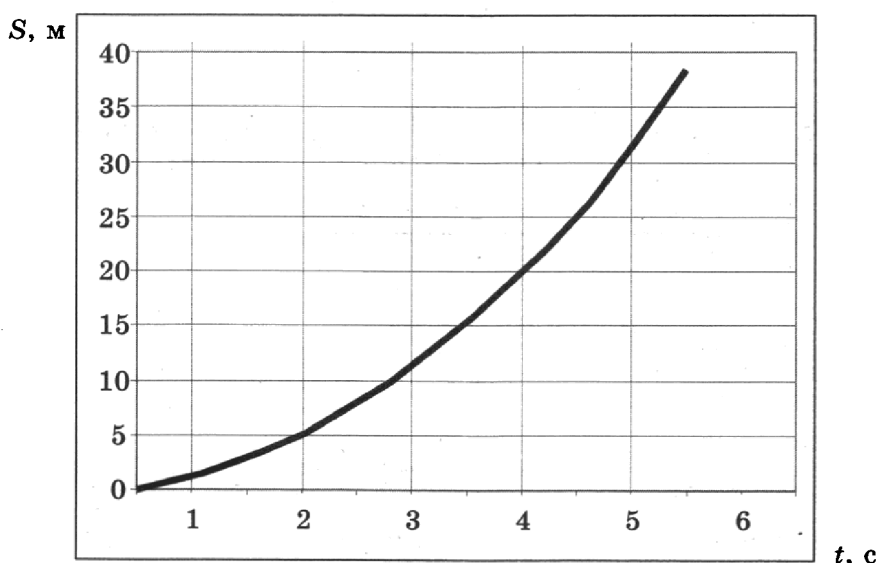
Работа выхода	Ток насыщения

22. Толщина стопки бумаги из 100 листов оказалась равной $L = (12,0 \pm 0,5)$ мм. Запишите толщину одного листа бумаги с учетом погрешности.

Ответ: (_____ $\pm$ _____) мм.

В бланк ответов №1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

23. При проведении эксперимента исследовалась зависимость пройденного телом пути S от времени t . Тело начинало движение из состояния покоя. График полученной зависимости приведен на рисунке.



Выберите два утверждения, соответствующие результатам этих измерений.

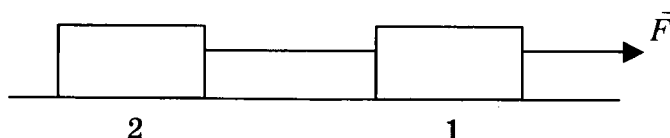
- 1) Скорость тела равна 6 м/с.
- 2) Ускорение тела равно 2,5 м/с².
- 3) Скорость тела уменьшается с течением времени.
- 4) За вторую секунду пройден путь ≈ 4 м.
- 5) За пятую секунду пройден путь 6 м.

Ответ:

Часть 2

Ответом к заданиям 24–26 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

24. По гладкой горизонтальной поверхности под действием силы $\vec{F}$ движутся одинаковые бруски, связанные нитью, как показано на рисунке.



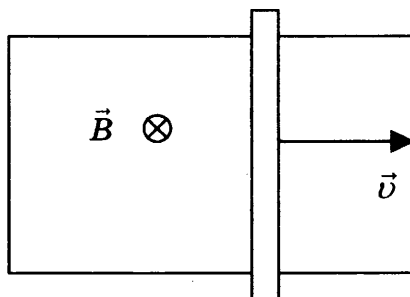
Во сколько раз изменится сила натяжения нити между брусками, если на каждый брусок положить еще один такой же?

Ответ: _____ раз.

25. В термос с большим количеством льда при температуре $t_1 = 0^\circ\text{C}$ заливают $m = 0,5$ кг воды с температурой $t_2 = 66^\circ\text{C}$. Какая масса льда расплавится при установлении теплового равновесия в сосуде?

Ответ: _____ г.

26. П-образный контур находится в однородном магнитном поле, перпендикулярном плоскости контура (см. рисунок). Индукция магнитного поля $B = 0,2$ Тл.



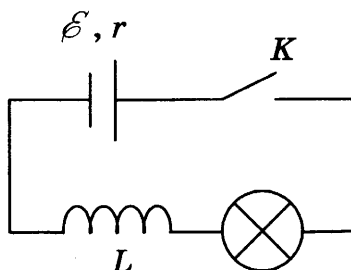
По контуру с постоянной скоростью скользит перемычка длиной $l = 20$ см и сопротивлением $R = 15$ Ом. Сила индукционного тока в контуре $I = 4$ мА. С какой скоростью движется перемычка?

Ответ: _____ м/с.

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

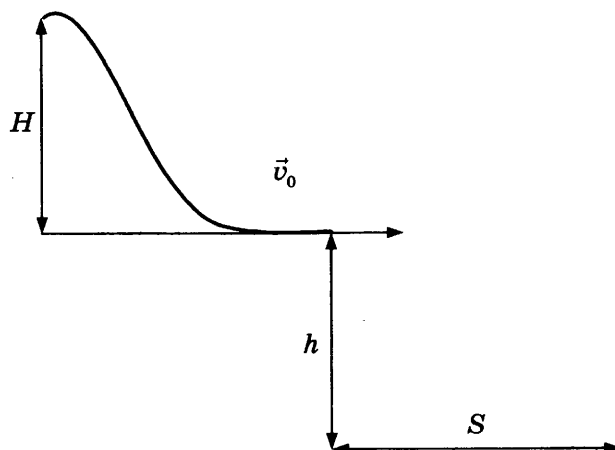
Для записи ответов на задания (27–31) используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (27, 28 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.

27. На рисунке изображена электрическая цепь, состоящая из гальванического элемента, лампы, катушки индуктивности и ключа. Первоначально замкнутый ключ размыкают. Опишите наблюдаемые при этом явления. Укажите законы, которые вы применили.

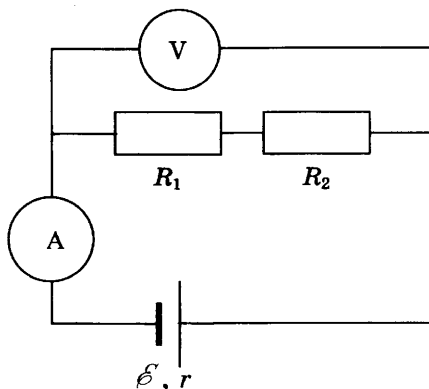


Полное правильное решение каждой из задач 28–31 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

28. Лыжник массой 60 кг стартует из состояния покоя с трамплина высотой $H = 40$ м, в момент отрыва от трамплина его скорость горизонтальна. В процессе движения лыжника по трамплину сила трения совершила работу, по модулю равную $A_{\text{тр}} = 5,25$ кДж. Определите дальность полета лыжника по горизонтальному направлению, если точка приземления оказалась на $h = 45$ м ниже уровня отрыва от трамплина. Сопротивление воздуха не учитывать.



29. В вертикальном цилиндрическом сосуде под поршнем массой $m = 10$ кг и площадью сечения $S = 20$ см² находится идеальный одноатомный газ. Первоначально поршень находился на высоте $h_1 = 20$ см, а после нагревания газа оказался на высоте $h_2 = 25$ см. Какое количество теплоты сообщили газу в процессе нагревания? Атмосферное давление 10^5 Па.
30. На рисунке представлена электрическая цепь. ЭДС источника $\mathcal{E} = 21$ В, его внутреннее сопротивление $r = 1$ Ом, сопротивления резисторов $R_1 = 50$ Ом, $R_2 = 30$ Ом, сопротивление вольтметра $R_V = 320$ Ом, сопротивление амперметра $R_A = 5$ Ом. Определите показания вольтметра и амперметра.



31. Частица массой $m = 10^{-7}$ кг и зарядом $q = 10^{-5}$ Кл равномерно движется по окружности радиуса $R = 2$ см в магнитном поле с индукцией $B = 2$ Тл. Центр окружности находится на главной оптической оси собирающей линзы, а плоскость окружности перпендикулярна главной оптической оси и находится на расстоянии 15 см от нее. Фокусное расстояние линзы $F = 10$ см. С какой скоростью движется изображение частицы в линзе?

ВАРИАНТ 4

Часть 1

Ответами к заданиям 1–23 являются цифра, слово, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. Зависимости от времени координат четырех тел, движущихся по оси OX , представлены в таблице.

$t, \text{с}$	0	2	4	6	8	10
$x_1, \text{м}$	–2	0	2	4	6	8
$x_2, \text{м}$	0	–2	–4	–6	–8	–10
$x_3, \text{м}$	2	2	2	2	2	2
$x_4, \text{м}$	0	2	8	18	32	50

Какое из тел двигалось с постоянным ускорением? В ответе укажите его номер.

Ответ: _____.

2. Брусок массой 5 кг движется по горизонтальной поверхности. Коэффициент трения бруска о поверхность равен 0,2. Какова сила трения скольжения, действующая на брусок?

Ответ: _____ Н.

3. Две тележки массами 20 кг и 30 кг движутся в одном направлении, первая со скоростью 1 м/с, вторая — со скоростью 1,5 м/с. Чему равен модуль импульса системы этих тел после абсолютно неупругого удара?

Ответ: _____ кг · м/с.

4. Доска опирается на подставку, находящуюся на расстоянии $\frac{l}{4}$ длины доски. Для удержания доски в равновесии в горизонтальном положении к ее короткому концу необходимо приложить силу 50 Н. Чему равна масса доски?

Ответ: _____ кг.

5. Автомобиль массой 1,5 т едет по прямолинейной дороге с постоянной скоростью. Выберите два верных утверждения.

- 1) Сумма всех сил, действующих на автомобиль, равна нулю.
- 2) Сумма всех сил, действующих на автомобиль, больше нуля.
- 3) Дорога действует на автомобиль с силой 15 кН, направленной вверх.

- 4) Дорога действует на автомобиль с силой, меньшей 15 кН, направленной вниз.
 5) Сила действия автомобиля на Землю равна нулю.

Ответ:

--	--

6. Брусок, движущийся по горизонтальной поверхности под действием постоянной силы, выезжает на более гладкую поверхность. Как при этом изменились сила давления бруска на плоскость и ускорение бруска?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилось
 2) уменьшилось
 3) не изменилось

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

Сила давления бруска на плоскость	Ускорение бруска

7. Измеренная частота колебаний математического маятника равна 0,5 Гц, наибольшее отклонение от положения равновесия 3 см. Установите соответствие между физическими величинами, характеризующими этот колебательный процесс (левый столбец), и формулами, по которым их можно рассчитать (правый столбец). К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА

- А) максимальная скорость груза маятника
 Б) длина нити маятника

ФОРМУЛА ДЛЯ РАСЧЕТА

- 1) $\frac{g}{\pi^2}$
 2) $\frac{4\pi^2}{g}$
 3) $\frac{0,03}{2\pi}$
 4) $0,03\pi$

Ответ:

А	Б

8. Давление одного моля идеального газа составляло 100 кПа, температура 300 К. В изохорном процессе давление газа уменьшилось в 3 раза. Чему равна конечная температура газа?

Ответ: _____ К.

9. Идеальному газу сообщили количество теплоты 750 Дж, при этом газ совершил работу 300 Дж. Чему равно изменение внутренней энергии газа?

Ответ: _____ Дж.

10. Давление насыщенного пара при температуре $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ равно $1,71\text{ кПа}$. Чему равно парциальное давление пара при температуре $15\text{ }^{\circ}\text{C}$, если относительная влажность воздуха равна 59% ? Ответ округлите до целых.

Ответ: _____ Па.

11. В микроскоп наблюдали за частичками пылицы, находящимися в жидкости. Частички пылицы непрерывно двигались, все время меняя направление своего движения. Выберите два верных утверждения, соответствующих описываемому явлению.

- 1) В микроскоп наблюдали тепловое движение молекул.
- 2) В микроскоп наблюдали результат действия молекул на частички пылицы.
- 3) С понижением температуры жидкости частички будут двигаться медленнее.
- 4) Температура жидкости не влияет на движение частичек пылицы.
- 5) С увеличением размеров частиц пылицы скорость их движения увеличивается.

Ответ:

--	--

12. Установите соответствие между условиями протекания изопроцессов (правый столбец) и названием изопроцесса (левый столбец).

НАЗВАНИЕ ИЗОПРОЦЕССА

- А) изобарный
Б) адиабатный

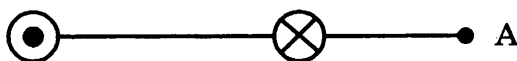
УСЛОВИЯ ПРОТЕКАНИЯ ИЗОПРОЦЕССОВ

- 1) газ находится под подвижным поршнем
- 2) газ находится в закрытом сосуде
- 3) происходит теплообмен газа с окружающей средой
- 4) не происходит теплообмена газа с окружающей средой

Ответ:

А	Б

13. На рисунке изображены два проводника с равными токами $I = 5\text{ А}$, текущими в противоположных направлениях. Как направлена (*вверх, вниз, влево, вправо, от наблюдателя, к наблюдателю*) магнитная индукция результирующего магнитного поля в точке А? Ответ запишите словом (словами).

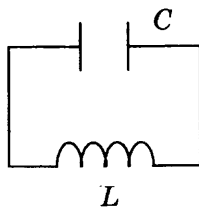


Ответ: _____.

14. Сила тока в проводнике постоянна и равна $0,5\text{ А}$. За какое время заряд 60 Кл пройдет по проводнику?

Ответ: _____ мин.

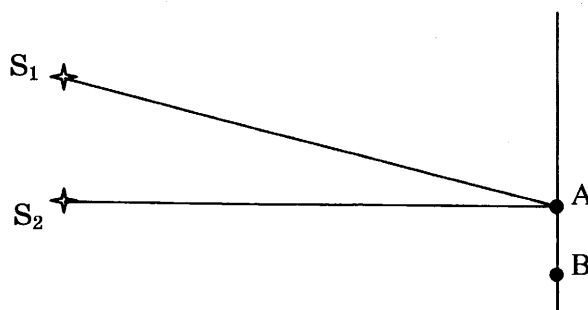
15. В колебательном контуре индуктивность катушки равна 10 мГн.



Конденсатор какой емкости нужно включить в контур для получения электромагнитных колебаний частотой 400 Гц? Ответ округлите до целых.

Ответ: _____ мкФ.

16. Два когерентных источника S_1 и S_2 , испускающие свет с длиной волны λ , находятся на разных расстояниях от точек А и В экрана. На экране наблюдается интерференционная картина в виде чередующихся темных и светлых полос. Выберите два верных утверждения, соответствующих этим наблюдениям.



- 1) В точке А наблюдается первая светлая полоса при условии $S_1A - S_2A = \frac{\lambda}{2}$.
- 2) В точке А наблюдается первая темная полоса при условии $S_1A - S_2A = \frac{\lambda}{2}$.
- 3) В точке А наблюдается первая темная полоса при условии $S_1A - S_2A = \lambda$.
- 4) В точке В наблюдается первая светлая полоса при условии $S_1B - S_2B = \lambda$.
- 5) В точке В наблюдается первая светлая полоса при условии $S_1B + S_2B = \lambda$.

Ответ: ☐ ☐

17. Электромагнитная волна с частотой ν , распространявшаяся со скоростью v в воздухе, попадает в стекло с показателем преломления n . Как при этом изменяются длина волны и период колебаний в волне?

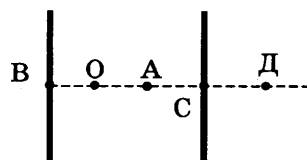
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

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

Длина волны	Период колебаний

18. Плоскому конденсатору сообщен заряд q . Расстояние $OA = OB = AC = CD$. Модуль напряженности электростатического поля конденсатора в точке O равен E_0 . Чему равен модуль вектора напряженности электростатического поля конденсатора в точках D и A ?



Установите соответствие между физическими величинами и их значениями. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА

ЕЕ ЗНАЧЕНИЕ

- А) модуль напряженности электростатического поля конденсатора в точке D
 Б) модуль напряженности электростатического поля конденсатора в точке A

- 1) $4E_0$
 2) $2E_0$
 3) E_0
 4) 0

Ответ:

А	Б

19. Радиоактивный плутоний $^{244}_{94}\text{Pu}$ испытал 3 α -распада и 2 β -распада. Какие значения массового A и зарядового числа Z будет иметь получившийся в результате изотоп ядра?

Ответ:

A	Z

В бланк ответов №1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

20. В образце, содержащем большое количество атомов радона $^{222}_{86}\text{Rn}$, через 7,6 суток останется четверть от начального количества атомов. Чему равен период полураспада ядер атомов радона?

Ответ: _____ суток.

21. Свет с длиной волны λ и частотой ν распространяется в среде. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать (h — постоянная Планка). К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

ФОРМУЛЫ

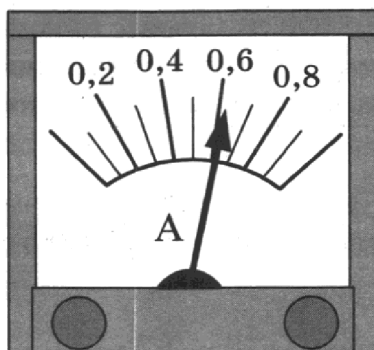
- А) энергия фотона
 Б) импульс фотона

- 1) $\frac{h}{\nu}$
 2) $h\nu$
 3) $\frac{h}{\lambda}$
 4) $h\lambda$

Ответ:

А	Б

22. Ученик измерил силу тока с помощью амперметра, показанного на рисунке. Погрешность измерения равна половине цены деления амперметра. Чему равна измеренная сила тока?

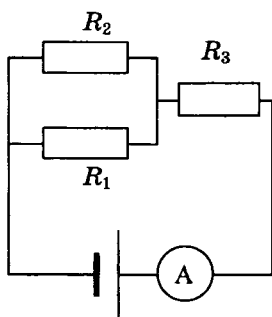


Ответ: (_____ $\pm$ _____) В.

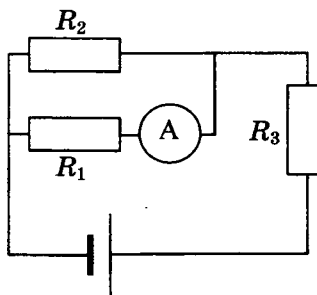
В бланк ответов №1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

23. Во время лабораторной работы необходимо было измерить силу тока через сопротивления R_1 и R_3 . Выберите две схемы, с помощью которых можно провести эти измерения.

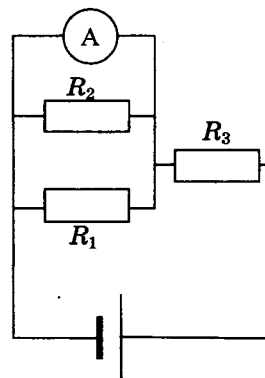
1)



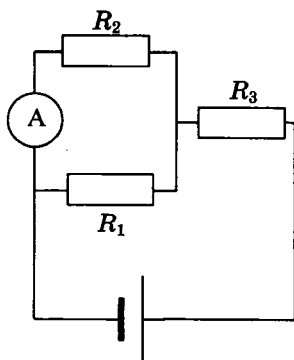
2)



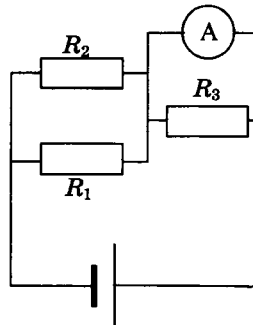
3)



4)



5)



Ответ:

Часть 2

Ответом к заданиям 24–26 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

24. Груз массой 800 г на пружине жесткостью 200 Н/м совершает гармонические колебания с амплитудой 4 см. Определите максимальную скорость груза. Ответ округлите до десятых.

Ответ: _____ м/с.

25. КПД тепловой машины 30%. За 10 с рабочему телу машины поступает от нагревателя 3 кДж теплоты. Чему равна средняя полезная мощность машины?

Ответ: _____ Вт.

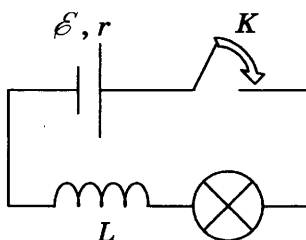
26. Самолет, имеющий размах крыльев $L = 40$ м, движется горизонтально с постоянной скоростью. Индукция магнитного поля Земли равна $B = 5 \cdot 10^{-5}$ Тл и направлена под углом $\alpha = 60^\circ$ к направлению движения самолета. На концах крыльев самолета возникла ЭДС индукции $\mathcal{E} = 0,4$ В. С какой скоростью движется самолет? Ответ округлите до целых.

Ответ: _____ м/с.

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

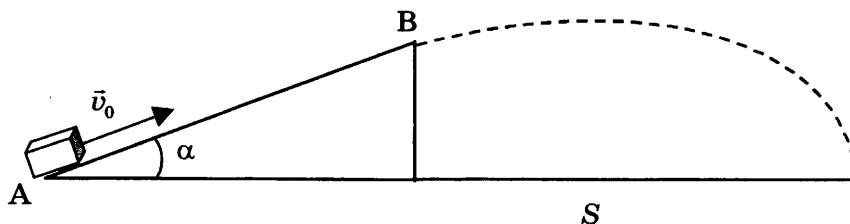
Для записи ответов на задания (27–31) используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (27, 28 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.

27. На рисунке изображена электрическая цепь, состоящая из гальванического элемента, лампы, катушки индуктивности и ключа. Первоначально разомкнутый ключ замыкают. Опишите наблюдаемые при этом явления. Укажите законы, которые вы применили.

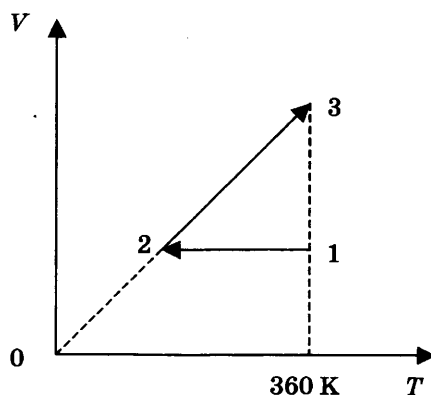


Полное правильное решение каждой из задач 28–31 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

28. Коробок после удара в точке А скользит вверх по наклонной плоскости с начальной скоростью $v_0 = 5$ м/с (см. рисунок). В точке В коробок отрывается от наклонной плоскости. На каком расстоянии S от наклонной плоскости коробок упадет? Коэффициент трения равен $\mu = 0,2$. Длина наклонной плоскости $AB = L = 0,5$ м, угол наклона плоскости $\alpha = 30^\circ$. Сопротивлением воздуха пренебречь.

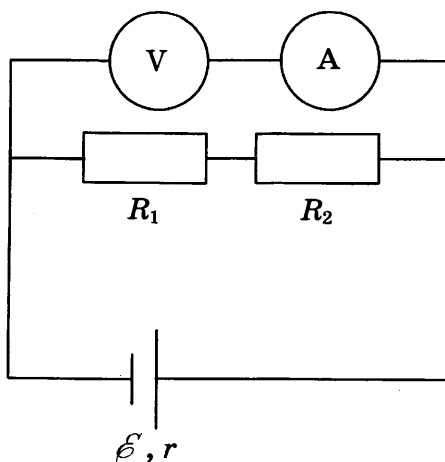


29. Два моль идеального одноатомного газа сначала охладил, уменьшив давление в 2 раза, а затем нагрели до первоначальной температуры 360 К (см. рисунок).



Какое количество теплоты получил газ на участке 2–3?

30. На рисунке представлена электрическая цепь. ЭДС источника $\mathcal{E} = 21$ В, его внутреннее сопротивление $r = 1$ Ом, сопротивления резисторов $R_1 = 50$ Ом, $R_2 = 30$ Ом, сопротивление вольтметра $R_V = 320$ Ом, сопротивление амперметра $R_A = 5$ Ом. Определите показания вольтметра и амперметра.



31. На пластинку площадью $S = 4$ см², которая отражает 70% и поглощает 30% падающего света, падает перпендикулярно свет с длиной волны 600 нм. Мощность светового потока 120 Вт. Какое давление оказывает свет на пластинку?

ВАРИАНТ 5

Часть 1

Ответами к заданиям 1–23 являются цифра, слово, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

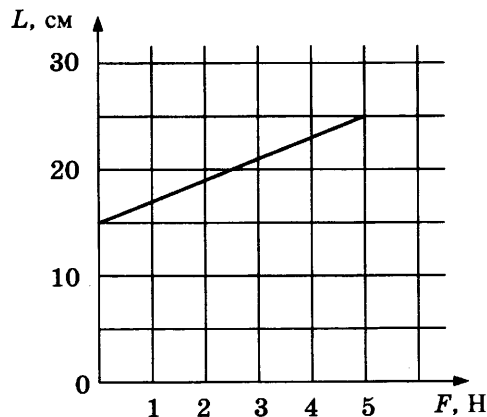
1. Зависимости от времени проекций на ось OX скорости четырех тел, движущихся по оси OX , представлены в таблице.

$t, \text{с}$	0	2	4	6	8	10
$v_1, \text{м/с}$	0	1	2	3	4	5
$v_2, \text{м/с}$	0	-2	0	1	3	1
$v_3, \text{м/с}$	2	2	2	2	2	2
$v_4, \text{м/с}$	0	2	8	18	32	50

Какое тело двигалось с постоянным ускорением? В ответе укажите его номер.

Ответ: _____.

2. На графике представлены результаты измерения длины пружины в зависимости от приложенной силы.



Чему равен коэффициент жесткости пружины?

Ответ: _____ Н/м.

3. Два шарика массами 200 г и 300 г движутся в перпендикулярных направлениях, сближаясь: первый со скоростью 2 м/с, второй — со скоростью 1 м/с. Чему равен модуль импульса системы этих тел после абсолютно неупругого удара?

Ответ: _____ кг · м/с.

4. Тело массой 3 кг обладает кинетической энергией 216 Дж. Чему равна скорость движения тела?

Ответ: _____ м/с.

5. Исследовалась зависимость удлинения пружины от массы подвешенных к ней грузов. Результаты измерений представлены в таблице.

m , кг	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5
x , м	0	0,02	0,04	0,06	0,07	0,09

Погрешности измерений величин m и x равнялись соответственно 0,01 кг и 0,01 м.

Выберите два утверждения, соответствующие результатам этих измерений.

- 1) Коэффициент упругости пружины равен 5 Н/м.
- 2) Коэффициент упругости пружины равен 50 Н/м.
- 3) При подвешенном к пружине грузе массой 150 г ее удлинение составит 4 см.
- 4) С увеличением массы растяжение пружины уменьшается.
- 5) При подвешенном к пружине грузе массой 250 г ее удлинение составит 5 см.

Ответ:

--	--

6. У движущегося по окружности тела уменьшился радиус окружности при неизменной частоте обращения. Как при этом изменятся скорость движения тела и период обращения?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

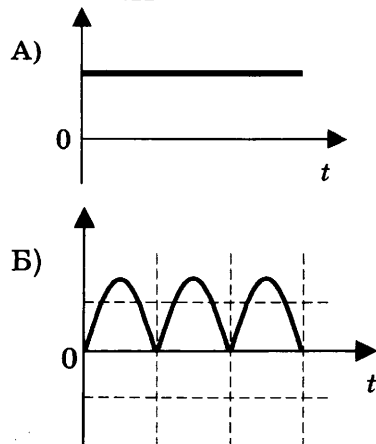
- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

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

Скорость	Период обращения

7. Пружинный маятник совершает свободные незатухающие колебания. На графиках А и Б представлены изменения со временем физических величин, характеризующих колебания маятника. Установите соответствие между графиками и физическими величинами, которым соответствуют эти зависимости. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) смещение от положения равновесия
- 2) скорость груза маятника
- 3) потенциальная энергия колебаний
- 4) полная энергия колебаний

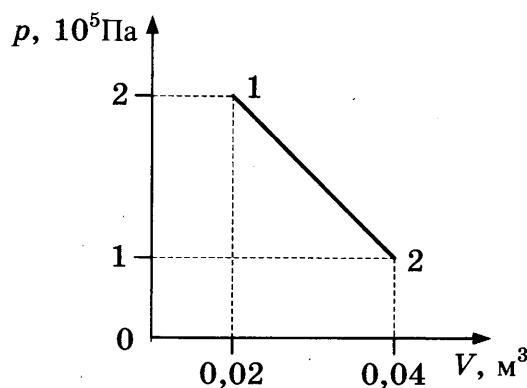
Ответ:

А	Б

8. Средняя квадратичная скорость теплового движения молекул равнялась 250 м/с. Какой станет средняя квадратичная скорость молекул при увеличении их средней кинетической энергии теплового движения в 4 раза?

Ответ: _____ м/с.

9. Какую работу совершил идеальный газ при переходе из состояния 1 в состояние 2 (см. рисунок)?



Ответ: _____ кДж.

10. Идеальная тепловая машина работает по циклу Карно с температурой нагревателя 307 °С и температурой холодильника 17 °С. Определите КПД машины.

Ответ: _____ %.

11. В сосуде под поршнем находится смесь сухого воздуха и насыщенного водяного пара. Объем смеси уменьшили, при этом произошла частичная конденсация пара. Температура оставалась неизменной. Выберите два верных утверждения, соответствующих конечному состоянию смеси газов.

- 1) Парциальное давление пара не изменилось.
- 2) Парциальное давление сухого воздуха увеличилось.
- 3) Парциальное давление пара увеличилось.
- 4) Давление смеси газов не изменилось.
- 5) Давление смеси газов уменьшилось.

Ответ: ☐ ☐

12. Идеальный одноатомный газ сжимают адиабатически. Как при этом изменяются его давление и температура?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

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

Давление	Температура

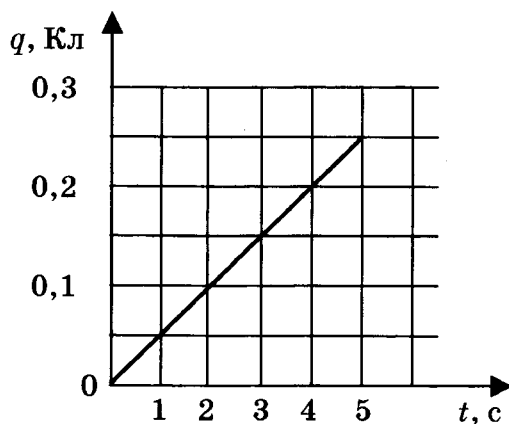
13. Точечный отрицательный заряд помещен вблизи одинаковых одноименно заряженных шариков (см. рис.). Как направлена (*вверх, вниз, влево, вправо, к наблюдателю, от наблюдателя*) равнодействующая кулоновских сил, действующих на заряд q ? Ответ запишите словом (словами).

• $q < 0$



Ответ: _____.

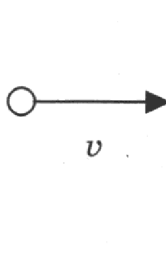
14. На графике представлена зависимость от времени заряда, прошедшего по проводнику.



Какова сила тока в проводнике?

Ответ: _____ А.

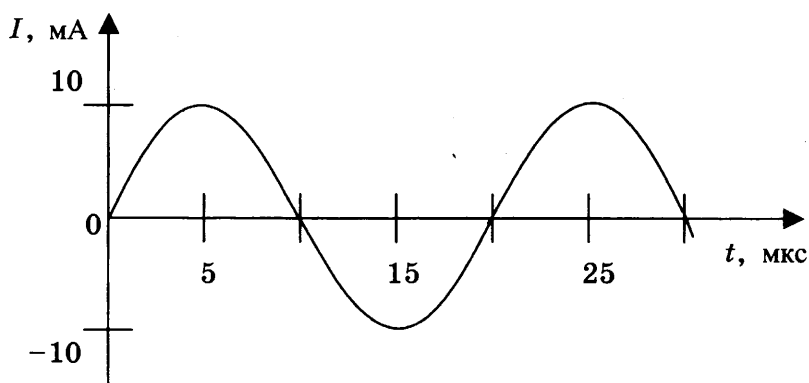
15. По направлению от плоского зеркала со скоростью $v = 0,2$ м/с катится шар (см. рисунок, вид сверху).



С какой скоростью движется изображение шара в зеркале?

Ответ: _____ м/с.

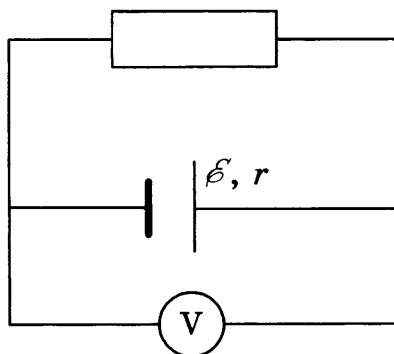
16. На рисунке приведен график гармонических колебаний тока в колебательном контуре, состоящем из конденсатора и катушки. Выберите два верных утверждения, соответствующих рассматриваемому процессу.



- 1) Частота колебаний равна 50 кГц.
- 2) Частота колебаний равна 100 кГц.
- 3) Заряд конденсатора принимает наибольшие значения в моменты времени 5 и 25 мкс.
- 4) Максимальный заряд конденсатора равен 32 нКл.
- 5) Конденсатор разряжен в момент времени 10 мкс.

Ответ:

17. На рисунке представлена электрическая цепь, состоящая из источника тока, резистора и вольтметра. Как изменятся сопротивление цепи и показания вольтметра при подключении такого же резистора параллельно?



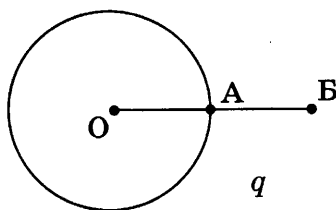
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Сопротивление цепи	Показания вольтметра

18. Уединенному проводящему шару сообщен заряд q . Расстояние $OA = AB$. Модуль напряженности электростатического поля шара в точке Б равен E_B . Чему равен модуль вектора напряженности электростатического поля в точках О и А?



Установите соответствие между физическими величинами и их значениями. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА

ЕЕ ЗНАЧЕНИЕ

- А) модуль напряженности электростатического поля шара в точке О
 Б) модуль напряженности электростатического поля шара в точке А

- 1) $4E_B$
 2) $2E_B$
 3) E_B
 4) 0

Ответ:

А	Б

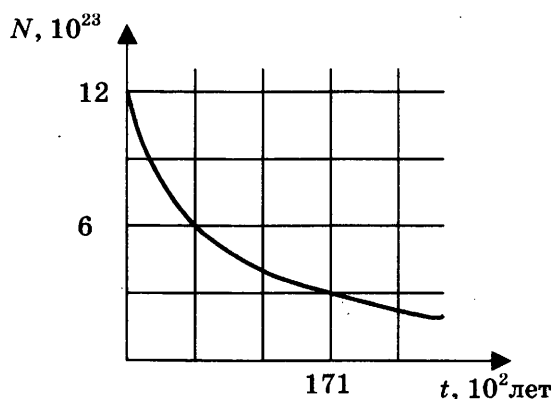
19. Радиоактивный калифорний ${}^{244}_{98}\text{Cf}$ испытал 3 α -распада и 5 β -распадов. Какое зарядовое число Z и массовое число A будет иметь получившийся в результате изотоп ядра?

Ответ:

Z	A

В бланк ответов №1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

20. На рисунке показан график зависимости числа нераспавшихся ядер атома углерода ${}^{14}_6\text{C}$ от времени.



Чему равен период полураспада ядер атомов углерода?

Ответ: _____ лет.

21. При наблюдении фотоэффекта увеличили интенсивность падающего света, не изменяя длины волны. Как при этом изменилось количество падающих на поверхность металла за 1 с фотонов и максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилось
- 2) уменьшилось
- 3) не изменилось

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

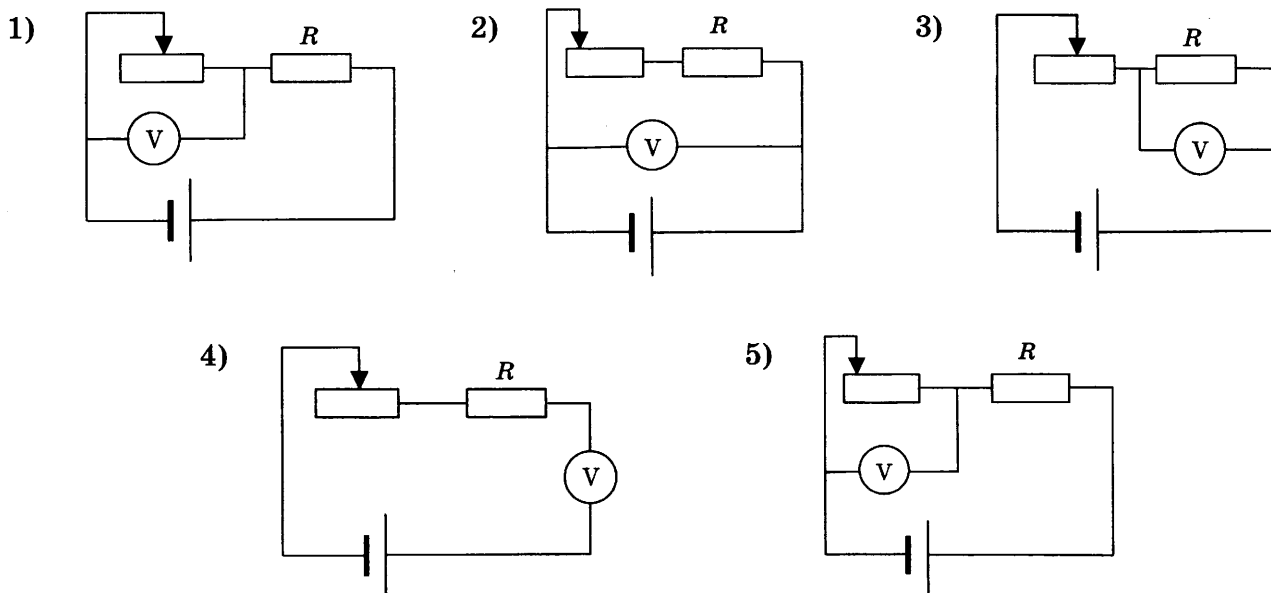
Количество падающих за 1 с фотонов	Максимальная кинетическая энергия электронов

22. Предел измерений гальванометра 1 А, на шкале прибора имеются 100 делений. Какова цена деления гальванометра с учетом погрешности?

Ответ: (_____ $\pm$ _____) мА.

В бланк ответов №1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

23. Во время лабораторной работы необходимо было проверить зависимость напряжения на реостате от длины подключенной части реостата. Выберите две схемы, с помощью которых можно провести этот эксперимент.



Ответ:

--	--

Часть 2

Ответом к заданиям 24–26 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

24. Шарик массой 50 г бросили вертикально вниз с высоты 5 м с начальной скоростью 2 м/с. Перед ударом о землю скорость шарика была 8 м/с. Чему равна сила сопротивления движению шарика?

Ответ: _____ Н.

25. Две частицы, отношение масс которых $\frac{m_1}{m_2} = \frac{1}{4}$, отношение зарядов $\frac{q_1}{q_2} = \frac{1}{2}$, попадают в однородное магнитное поле, вектор магнитной индукции которого перпендикулярен векторам скорости частиц. Отношение радиусов кривизны траекторий первой и второй частиц в магнитном поле $\frac{R_1}{R_2} = \frac{1}{\sqrt{2}}$. Чему равно отношение кинетических энергий частиц $\frac{E_{k1}}{E_{k2}}$?

Ответ: _____.

26. На дифракционную решетку с количеством штрихов 500 на 1 мм перпендикулярно падает свет. Для некоторой длины волны максимум второго порядка наблюдается под углом 30° . Определите длину волны.

Ответ: _____ нм.

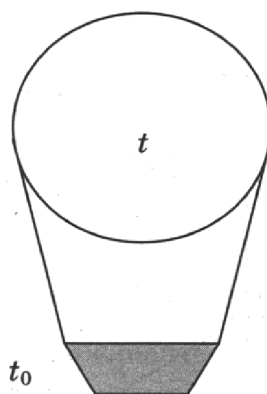
Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Для записи ответов на задания (27–31) используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (27, 28 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.

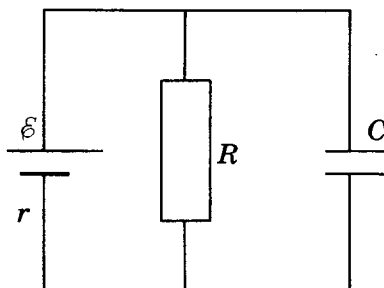
27. Рабочее тело теплового двигателя, находящегося в контакте с холодильником, медленно сжимают, а затем нагревают до температуры нагревателя. Начальное состояние газа характеризуется параметрами p_0 , $2V_0$, T_0 , конечное состояние — $4p_0$, V_0 , $2T_0$. Количество вещества не меняется. Постройте график зависимости давления газа от его температуры в описанном процессе. Построение поясните, указав, какие физические закономерности вы применили.

Полное правильное решение каждой из задач 28–31 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

28. Шар, наполовину погруженный в воду, лежит на дне сосуда. Масса шара 2 кг, плотность шара 8000 кг/м^3 . С какой силой шар давит на дно сосуда? Сделайте схематический рисунок с указанием действующих на шар сил.
29. Аэростат, оболочка которого имеет массу $M = 200 \text{ кг}$ и объем $V = 350 \text{ м}^3$, наполняют горячим воздухом при нормальном атмосферном давлении. Температура окружающего воздуха $t_0 = 0^\circ \text{C}$. Какой должна быть температура воздуха внутри оболочки, чтобы он начал подниматься? Оболочка аэростата нерастяжима и имеет в нижней части небольшое отверстие.



30. К источнику тока с ЭДС $\mathcal{E} = 5 \text{ В}$ и внутренним сопротивлением $r = 1 \text{ Ом}$ подключили параллельно соединенные резистор сопротивлением $R = 4 \text{ Ом}$ и плоский конденсатор емкостью $C = 10^{-6} \text{ Ф}$. Каков заряд конденсатора?



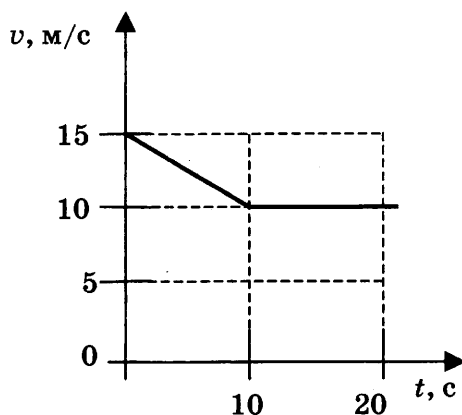
31. В идеальном колебательном контуре происходят электромагнитные колебания с периодом $8\pi \cdot 10^{-4} \text{ с}$. В некоторый момент времени заряд конденсатора равен 5 нКл , а сила тока в контуре 8 мкА . Чему равна амплитуда колебаний заряда конденсатора?

ВАРИАНТ 6

Часть 1

Ответами к заданиям 1–23 являются цифра, слово, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. На рисунке приведен график зависимости скорости велосипедиста от времени.



Найдите путь, пройденный велосипедистом за 20 с.

Ответ: _____ м.

2. При исследовании зависимости удлинения x пружины от приложенной силы F были получены следующие данные:

F , Н	1,2	1,4	1,6	1,8
x , см	2,4	2,8	3,2	3,6

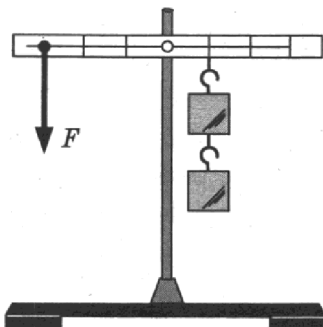
Чему равен коэффициент упругости пружины?

Ответ: _____ Н/м.

3. Тело массой 1 кг движется прямолинейно со скоростью 2 м/с. После действия на тело в течение 3 с постоянной силы импульс тела стал равен 11 кг · м/с. Чему равна величина силы?

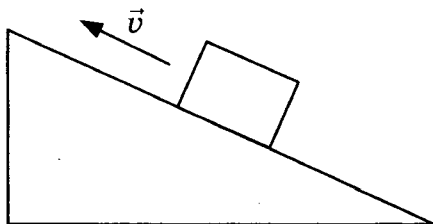
Ответ: _____ Н.

4. Масса каждого груза, подвешенного к рычагу, равна 0,6 кг. Рычаг находится в равновесии, если к нему приложена сила F , как показано на рисунке. Чему равно значение силы F ?



Ответ: _____ Н.

5. Бруску массой 400 г сообщили скорость v , направленную вверх вдоль наклонной плоскости, как показано на рисунке. Выберите два верных утверждения, соответствующих этому опыту.



- 1) Равнодействующая всех приложенных к телу сил направлена вверх вдоль наклонной плоскости.
- 2) Равнодействующая всех приложенных к телу сил направлена вниз вдоль наклонной плоскости.
- 3) Сила давления бруска на плоскость направлена вертикально вниз.
- 4) Сила давления бруска на плоскость направлена вниз, перпендикулярно наклонной плоскости.
- 5) Действующая на брусок сила тяжести направлена вниз, перпендикулярно наклонной плоскости.

Ответ: ☐ ☐

6. Тело брошено вертикально вверх со скоростью v_0 , сопротивлением воздуха можно пренебречь. Как изменятся при движении тела вверх его ускорение и потенциальная энергия?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

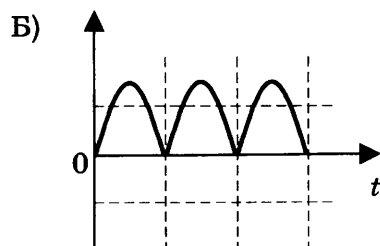
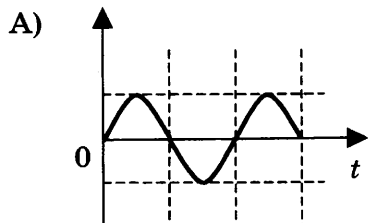
- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

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

Ускорение	Потенциальная энергия

7. Пружинный маятник совершает свободные незатухающие колебания. На графиках А и Б представлены изменения со временем физических величин, характеризующих колебания маятника. Установите соответствие между графиками и физическими величинами, которым соответствуют эти зависимости. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) смещение от положения равновесия
- 2) период колебаний
- 3) потенциальная энергия колебаний
- 4) полная энергия колебаний

Ответ:

А	Б

8. При постоянном объеме температура одного моля идеального газа увеличилась в 3 раза. Начальное давление газа 50 кПа. Каково конечное давление газа?

Ответ: _____ кПа.

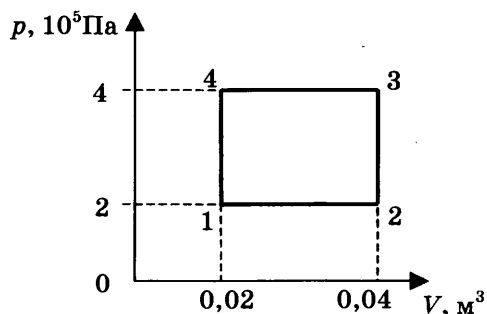
9. Одноатомный идеальный газ в количестве 2 моль совершает работу 166 Дж, температура газа при этом увеличилась на 10 К. Какое количество теплоты было сообщено газу? Ответ округлите до целых.

Ответ: _____ Дж.

10. Двигатель совершает за 1 цикл полезную работу 500 Дж и имеет КПД, равный 40%. Какое количество теплоты двигатель передает за 1 цикл холодильнику?

Ответ: _____ Дж.

11. На рисунке показан график процесса, происходящего с постоянной массой газа. Выберите два верных утверждения, соответствующих этому процессу.



- 1) В процессе 4–1 происходит изохорное охлаждение газа.
- 2) В процессе 3–4 газ совершает положительную работу.
- 3) В процессе 2–3 над газом совершают работу.
- 4) В процессе 2–3 газ получает тепло.
- 5) В процессе 1–2 газ отдает тепло.

Ответ:

--	--

12. Установите соответствие между физическими величинами (левый столбец) и формулами, по которым их можно рассчитать (правый столбец)

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА

ФОРМУЛА ДЛЯ РАСЧЕТА

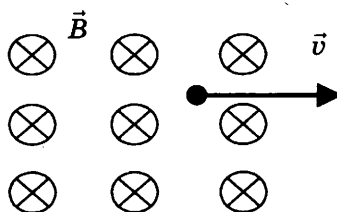
- А) количество теплоты
Б) внутренняя энергия одноатомного газа

- 1) $\frac{3}{2}\nu R\Delta T$
- 2) $p\Delta V$
- 3) $cm\Delta T$
- 4) $\frac{3}{2}\nu RT$

Ответ:

А	Б

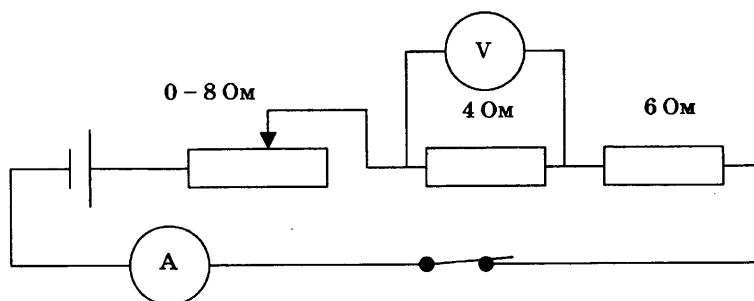
13. Отрицательно заряженная частица движется в однородном магнитном поле со скоростью v . Вектор скорости частицы направлен перпендикулярно вектору магнитной индукции.



Как направлена (вниз, вверх, вправо, влево, от наблюдателя, к наблюдателю) действующая на частицу сила? Ответ запишите словом (словами).

Ответ: _____.

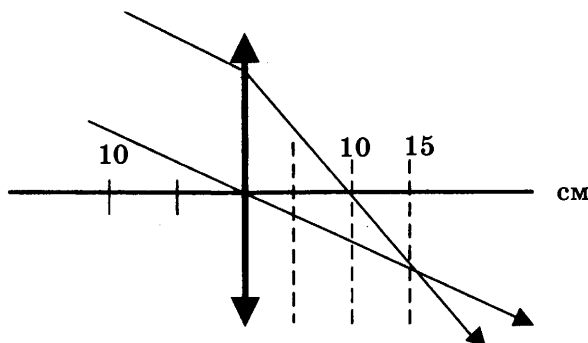
14. На рисунке представлена электрическая цепь.



Вольтметр показывает напряжение 2 В. Какую силу тока показывает амперметр?

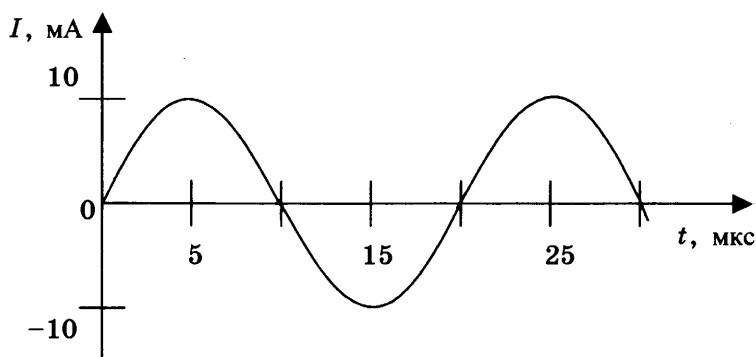
Ответ: _____ А.

15. На рисунке показано прохождение двух лучей через собирающую линзу. Чему равно фокусное расстояние линзы?



Ответ: _____ см.

16. На рисунке приведен график гармонических колебаний тока в колебательном контуре. Выберите два верных утверждения.



- 1) Период колебаний равен 10 мкс.
- 2) Период колебаний равен 20 мкс.
- 3) Электрическая энергия принимает наибольшие значения в моменты времени 5 и 25 мкс.
- 4) Магнитная энергия принимает наибольшее значение только в момент времени 5 мкс.
- 5) Магнитная энергия принимает наибольшие значения в моменты времени 5, 15 и 25 мкс.

Ответ:

17. Плоский воздушный конденсатор емкостью C подключили к источнику тока. Как изменятся емкость конденсатора и его заряд, если, отключив конденсатор от источника тока, увеличить расстояние между его обкладками?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

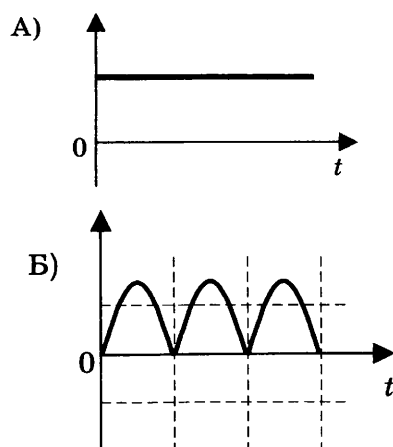
- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

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

Емкость конденсатора	Заряд конденсатора

18. В идеальном колебательном контуре происходят электромагнитные колебания. На графиках А и Б представлены изменения со временем физических величин, характеризующих электромагнитные колебания в контуре. В момент времени $t = 0$ зарядили конденсатор. Установите соответствие между графиками и физическими величинами, которым соответствуют эти зависимости. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) сила тока в контуре
- 2) заряд конденсатора
- 3) период колебаний
- 4) энергия магнитного поля катушки

Ответ:

А	Б

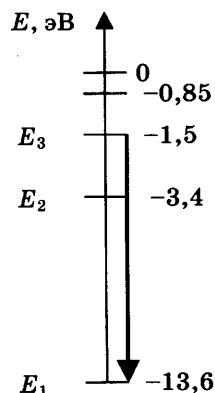
19. Радиоактивный торий $^{232}_{90}\text{Th}$ испытал 2 α -распада и превратился в изотоп другого элемента. Определите зарядовое Z и массовое A числа этого изотопа.

Ответ:

Z	A

В бланк ответов №1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

20. На рисунке показаны энергетические уровни атома водорода.



Какая энергия выделяется при переходе, показанном на рисунке стрелкой?

Ответ: _____ эВ.

21. При измерении давления света на поверхность увеличили интенсивность падающего света, не изменяя частоты. Как при этом изменятся длина световой волны и количество фотонов, падающих на поверхность каждую секунду?

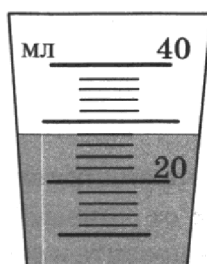
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Длина волны	Количество фотонов, падающих на поверхность за 1 с

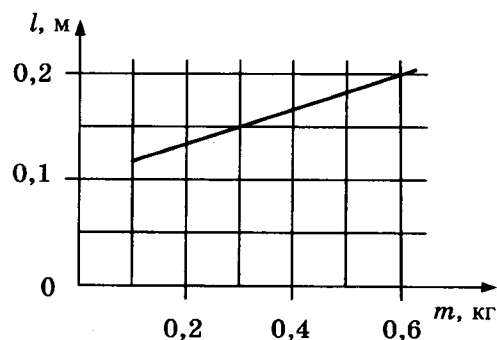
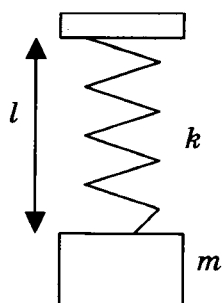
22. На рисунке показана мензурка, в которую налита вода. Погрешность измерений равна цене деления мензурки. Определите объем воды в мензурке с учетом погрешности.



Ответ: (_____ $\pm$ _____) мл.

В бланк ответов №1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

23. На графике представлены результаты измерения длины пружины l при различных значениях массы m подвешенных к пружине грузов.



Выберите два утверждения, соответствующие результатам измерений.

- 1) Длина недеформированной пружины равна 10 см.
- 2) При массе груза, равной 300 г, удлинение пружины составляет 15 см.
- 3) Коэффициент жесткости пружины примерно равен 60 Н/м.
- 4) С увеличением массы груза коэффициент жесткости пружины увеличивался.
- 5) В условиях эксперимента закон Гука не выполнялся.

Ответ:

Часть 2

Ответом к заданиям 24–26 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

24. Небольшой груз массой 200 г совершает гармонические колебания по закону $x = 0,05 \cdot \sin(2\pi t)$ (м). Чему равна максимальная кинетическая энергия груза? Ответ выразите в мДж, округлив до целых.

Ответ: _____ мДж.

25. Проводник длиной 20 см и массой 20 г находится в однородном магнитном поле индукцией 0,05 Тл и расположен перпендикулярно линиям индукции. Ток какой силы нужно пропустить по проводнику, чтобы сила, действующая на проводник со стороны магнитного поля, уравновесила силу тяжести проводника?

Ответ: _____ А.

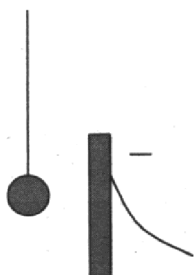
26. Иголka высотой 3 см расположена перпендикулярно главной оптической оси тонкой собирающей линзы на расстоянии 40 см от линзы. Оптическая сила линзы 3 дптр. Найдите высоту изображения иголки. Ответ выразите в сантиметрах.

Ответ: _____ см.

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

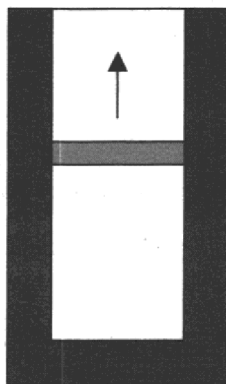
Для записи ответов на задания (27–31) используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (27, 28 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.

27. Маленький легкий незаряженный металлический шарик подвесили на непроводящей нити вблизи металлической пластины, которую подключили к отрицательному полюсу источника тока. Опишите движение шарика и объясните его, указав, какими физическими явлениями и закономерностями оно вызвано.



Полное правильное решение каждой из задач 28–31 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

28. Кусок пластилина сталкивается с покоящимся на горизонтальной поверхности стола бруском и прилипает к нему. Скорость пластилина перед ударом равна $v_{пл} = 5$ м/с. Масса бруска в 4 раза больше массы пластилина. Коэффициент трения скольжения между бруском и столом $\mu = 0,25$. На какое расстояние переместятся слипшиеся брусок с пластилином к моменту, когда их скорость уменьшится на 40%?
29. В вертикальном теплоизолированном цилиндрическом сосуде под поршнем находится 0,5 моль гелия, нагретого до некоторой температуры. Поршень сначала удерживают, затем отпускают, и он начинает подниматься. Масса поршня 1 кг. Какую скорость приобретет поршень к моменту, когда поршень поднимется на 4 см, а гелий охладится на 20 К? Трением и теплообменом с поршнем пренебречь.



30. К источнику тока с внутренним сопротивлением $r = 1,5$ Ом подключен реостат, сопротивление которого можно изменять в пределах от 1 Ом до 10 Ом. Максимальная мощность, выделяемая на реостате, $P = 37,5$ Вт. Чему равна ЭДС источника тока?
31. Работа выхода электрона из металлической пластины:

$$A_{\text{вых}} = 3,68 \cdot 10^{-19} \text{ Дж.}$$

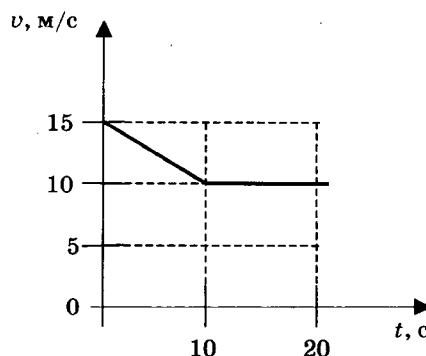
Какова максимальная скорость электронов, выбиваемых из пластины светом с частотой $\nu = 7 \cdot 10^{14}$ Гц?

ВАРИАНТ 7

Часть 1

Ответами к заданиям 1–23 являются цифра, слово, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. На рисунке приведен график зависимости скорости велосипедиста от времени.



Чему равно ускорение велосипедиста в интервале времени от 10 с до 20 с?

Ответ: _____ м/с².

2. Ускорение свободного падения на Луне равно $1,6 \text{ м/с}^2$. Какова сила тяжести, действующая на Луне на космонавта массой 80 кг ?

Ответ: _____ Н.

3. Шар массой $0,5 \text{ кг}$ движется со скоростью 2 м/с , навстречу ему со скоростью 1 м/с движется шар массой 1 кг . Чему равен импульс системы после неупругого удара?



Ответ: _____ кг · м/с.

4. Гармоническое колебание происходит в соответствии с уравнением $x = 0,04 \cos 2\pi t$ (все величины заданы в системе СИ). Чему равен период колебаний?

Ответ: _____ с.

5. Бруску, находящемуся на горизонтальной шероховатой поверхности, сообщили скорость v .

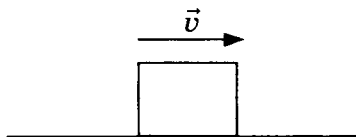
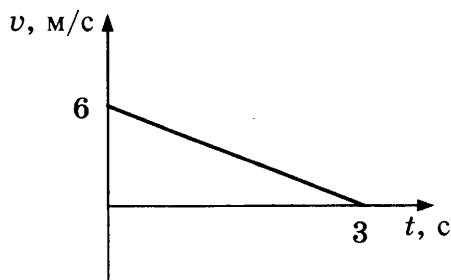


График зависимости скорости бруска от времени показан на рисунке. Выберите два верных утверждения.



- 1) Результирующая сила, действующая на брусок, равна нулю.
- 2) Результирующая сила, действующая на брусок, сонаправлена со скоростью.
- 3) Результирующая сила, действующая на брусок, направлена противоположно скорости.
- 4) Коэффициент трения равен 0,3.
- 5) Путь, пройденный бруском, равен 9 м.

Ответ:

--	--

6. Тело брошено вертикально вверх со скоростью v_0 , сопротивлением воздуха можно пренебречь. Как изменятся при движении тела вверх его ускорение и кинетическая энергия?

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.

Ускорение	Кинетическая энергия

7. Установите соответствие между записанными в первом столбце видами движения и формулами, по которым можно рассчитать их характеристики.

ВИД ДВИЖЕНИЯ

- А) равномерное
Б) равноускоренное

ФОРМУЛА ДВИЖЕНИЯ

1) $v = vt + \frac{at^2}{2}$

2) $v = \frac{S}{t}$

3) $v = \frac{a}{t}$

4) $v = v_0 + at$

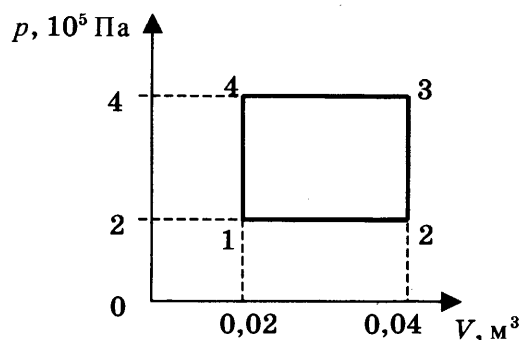
Ответ:

А	Б

8. Средняя кинетическая энергия теплового движения молекул кислорода $E_k = 2,4 \cdot 10^{-21}$ Дж. Какова средняя квадратичная скорость молекул? Ответ округлите до целых.

Ответ: _____ м/с.

9. На рисунке показан график процесса, происходящего с постоянной массой газа.



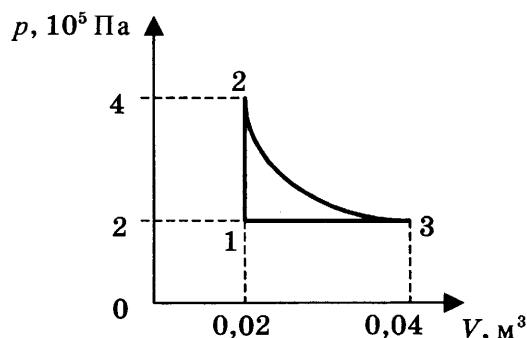
Какую работу совершил газ в процессе 1–2–3–4–1?

Ответ: _____ кДж.

10. На сколько градусов нагреется медный брусок массой 800 г, если сообщить ему количество теплоты 20,064 кДж?

Ответ: _____ °С.

11. На рисунке показан график процесса, происходящего с постоянной массой газа. Выберите два верных утверждения, соответствующих этому процессу.



- 1) В процессе 1–2 происходит изохорное охлаждение газа.
- 2) В процессе 3–1 газ совершает положительную работу.
- 3) В процессе 2–3 газ совершает положительную работу.
- 4) В процессе 2–3 газ получает тепло.
- 5) В процессе 1–2 газ отдает тепло.

Ответ:

--	--

12. В сосуде неизменного объема находится смесь сухого воздуха и насыщенного водяного пара. Температура понизилась, при этом произошла частичная конденсация пара. Как изменились в результате парциальные давления сухого воздуха и пара?

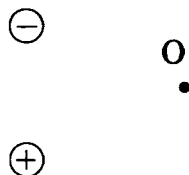
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилось
- 2) уменьшилось
- 3) не изменилось

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

Парциальное давление сухого воздуха	Парциальное давление пара

13. На рисунке изображены два одинаковых по модулю электрических заряда. Как направлена (*вверх, вниз, влево, вправо, от наблюдателя, к наблюдателю*) напряженность электрического поля, создаваемого этими зарядами в точке О? Ответ запишите словом (словами).

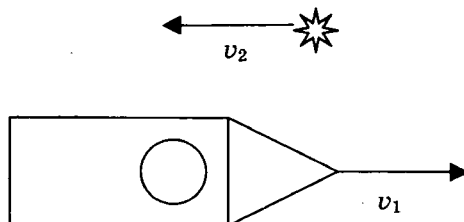


Ответ: _____.

14. Два точечных электрических заряда взаимодействуют с силой 8 мН. Чему стала равна сила взаимодействия между зарядами после уменьшения одного из зарядов в 2 раза и уменьшения расстояния между зарядами в 2 раза?

Ответ: _____ мН.

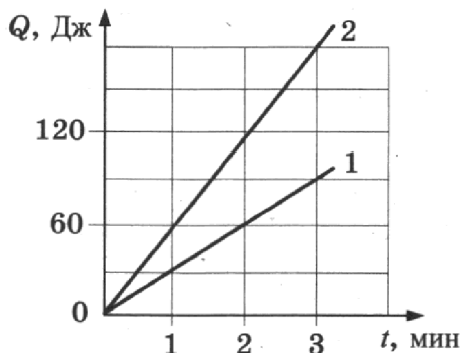
15. С борта космического корабля, движущегося со скоростью $v_1 = 10$ км/с, наблюдают источник света, движущийся со скоростью $v_2 = 50$ км/с (см. рисунок). Свет от неподвижного источника распространяется со скоростью $c = 300\,000$ км/с.



С какой скоростью распространяется свет в системе отсчета корабля?

Ответ: _____ км/с.

16. Два проводника соединены последовательно и подключены к источнику тока. Сопротивление первого проводника 40 Ом. На графике представлены результаты измерения количества теплоты, выделяющегося на проводниках, в зависимости от времени. Выберите два утверждения, соответствующих данным измерениям.



- 1) Сопротивление второго проводника равно 20 Ом.
- 2) Сопротивление второго проводника равно 80 Ом.
- 3) Тепловая мощность, выделяющаяся на первом проводнике, равна 30 Вт.
- 4) С увеличением времени тепловая мощность уменьшается.
- 5) Тепловая мощность, выделяющаяся на втором проводнике, равна 1 Вт.

Ответ:

--	--

17. Плоский воздушный конденсатор емкостью C подключили к источнику тока. Как изменится емкость конденсатора и напряжение между его обкладками, если, не отключая конденсатор от источника тока, уменьшить расстояние между его обкладками?

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.

Емкость конденсатора	Напряжение между обкладками конденсатора

18. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА

- А) ЭДС источника тока
Б) напряжение на участке цепи

ФОРМУЛА

- 1) IR
- 2) $I(R+r)$
- 3) $\frac{LI^2}{2}$
- 4) $\rho \frac{l}{s}$

Ответ:

А	Б

19. Сколько нейтронов и протонов содержится в ядре атома углерода $^{14}_6\text{C}$?

Ответ:

Число нейтронов	Число протонов

В бланк ответов №1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

20. В образце стронция с периодом полураспада 28 лет содержится $4 \cdot 10^{12}$ атомов. Во сколько раз уменьшится через 56 лет количество атомов стронция в образце?

Ответ: _____ раз.

21. При измерении давления света на поверхность уменьшили число фотонов, падающих на поверхность каждую секунду, не изменяя длины волны. Как при этом изменятся интенсивность падающего света и его частота?

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.

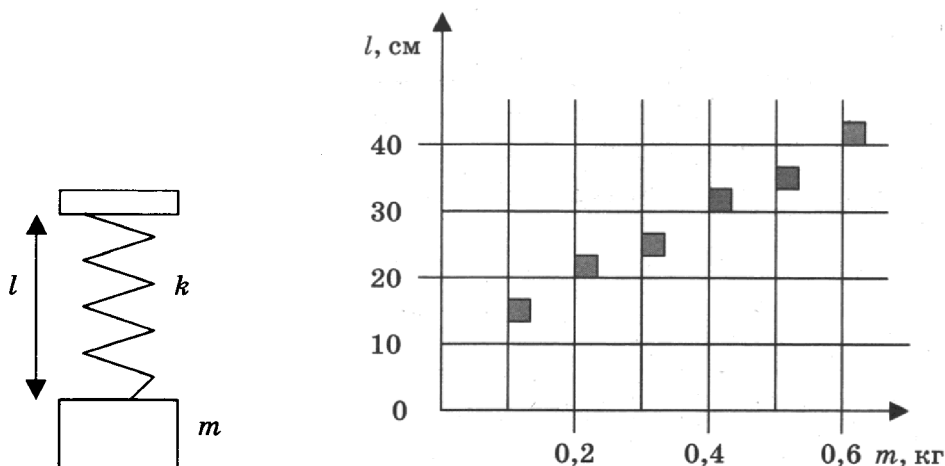
Интенсивность	Частота

22. Предел измерений гальванометра 1 А, на шкале прибора имеются 100 делений, внутреннее сопротивление прибора 100 Ом. Каков предел измерений напряжения данного прибора с учетом погрешности?

Ответ: (_____ $\pm$ _____) В.

В бланк ответов №1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

23. На графике представлены результаты измерения длины пружины l при различных значениях массы m подвешенных к пружине грузов. Погрешность измерения массы $\Delta m = \pm 0,01$ кг, длины $\Delta l = \pm 1$ см.



Выберите два утверждения, соответствующие результатам этих измерений.

- 1) Коэффициент упругости пружины равен 60 Н/м.
- 2) Коэффициент упругости пружины равен 20 Н/м.
- 3) При подвешенном к пружине грузе массой 500 г ее удлинение составит 35 см.

- 4) При подвешенном к пружине грузе массой 300 г ее удлинение составит 15 см.
 5) С увеличением массы длина пружины не изменяется.

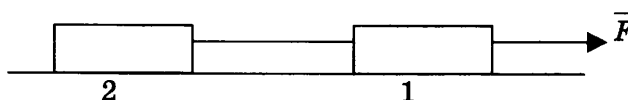
Ответ:

--	--

Часть 2

Ответом к заданиям 24–26 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

24. По гладкой горизонтальной поверхности под действием силы $\vec{F}$ движутся одинаковые бруски, связанные нитью, как показано на рисунке. На второй брусок положили еще один такой же.



Чему будет равно отношение первоначальной силы натяжения нити между брусками к силе натяжения после добавления еще одного бруска $F_{н1}/F_{н2}$?

Ответ: _____.

25. В термос с большим количеством воды при температуре $t_1 = 0^\circ\text{C}$ кладут $m = 3$ кг льда с температурой $t_2 = -22^\circ\text{C}$. Какая масса воды замерзнет при установлении теплового равновесия в сосуде?

Ответ: _____ г.

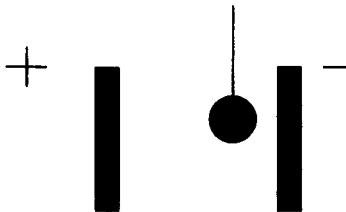
26. Самолет движется горизонтально с постоянной скоростью $v = 200$ м/с. Индукция магнитного поля Земли равна $B = 5 \cdot 10^{-5}$ Тл и направлена под углом $\alpha = 60^\circ$ к направлению движения самолета. Величина ЭДС индукции на концах крыльев самолета равна $\mathcal{E} = 0,55$ В. Чему равен размах крыльев самолета? Ответ округлите до целых.

Ответ: _____ м.

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

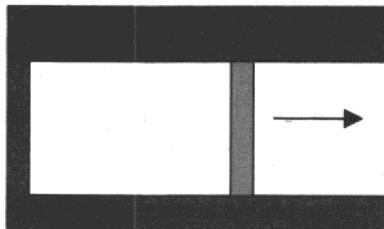
Для записи ответов на задания (27–31) используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (27, 28 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.

27. Маленький легкий незаряженный металлический шарик, подвешенный на диэлектрической нити, поместили между пластинами плоского конденсатора, который подключили к источнику тока. Опишите движение шарика и объясните его, указав, какими физическими явлениями и закономерностями оно вызвано.



Полное правильное решение каждой из задач 28–31 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

28. Тело, свободно падающее без начальной скорости с некоторой высоты, за последнюю секунду падения проходит путь, в 7 раз больший, чем за первую секунду движения. Найдите высоту, с которой падает тело.
29. В горизонтальном теплоизолированном цилиндрическом сосуде под поршнем находится 0,5 моль гелия, нагретого до некоторой температуры. Поршень сначала удерживают, затем отпускают, и он начинает двигаться. Масса поршня 1 кг. Какую скорость приобретет поршень к моменту, когда гелий охладится на 10 К? Трением и теплообменом с поршнем пренебречь.



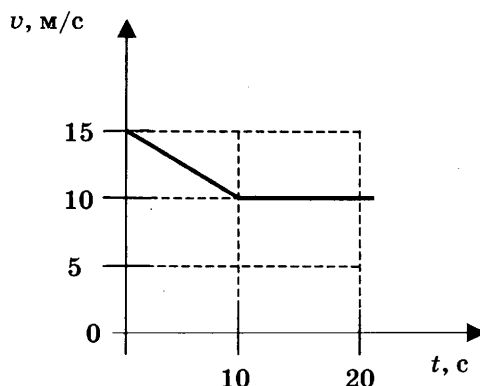
30. Идеальный колебательный контур состоит из конденсатора емкостью 20 мкФ и катушки индуктивностью 4,5 мГн. Амплитуда колебаний силы тока 6 мА. Какова амплитуда колебаний заряда конденсатора в контуре?
31. Красная граница фотоэффекта для калия $\lambda_0 = 577$ нм. Поверхность калия освещается светом длиной волны $\lambda = 400$ нм. Вблизи поверхности создано однородное тормозящее поле с напряженностью $E = 50$ В/м, направленное перпендикулярно поверхности. Через какое время после вылета из поверхности фотоэлектрон остановится? Считать, что электрон вылетает перпендикулярно поверхности и обладает максимально возможной скоростью.

ВАРИАНТ 8

Часть 1

Ответами к заданиям 1–23 являются цифра, слово, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. На рисунке приведен график зависимости скорости велосипедиста от времени.



Чему равен модуль ускорения велосипедиста в интервале времени от 5 с до 10 с?

Ответ: _____ м/с².

2. На тележке, движущейся горизонтально с постоянным ускорением 0,5 м/с², покоится брусок массой 3 кг. Чему равна сила трения, действующая на тележку со стороны бруска?

Ответ: _____ Н.

3. Тело массой 2 кг движется прямолинейно со скоростью 2 м/с. После действия на тело постоянной силы величиной 5 Н в течение некоторого промежутка времени импульс тела стал равен 24 кг · м/с. Сколько времени действовала сила?

Ответ: _____ с.

4. Человеческое ухо воспринимает звуковые волны, длины которых лежат в интервале от $\lambda_1 = 16$ мм до $\lambda_2 = 20$ м. Чему равно отношение граничных частот звуковых волн $\frac{v_1}{v_2}$ этого интервала?

Ответ: _____.

5. Автомобиль массой 1 т едет по дороге, образующей дугу окружности, с постоянной скоростью. Коэффициент трения скольжения 0,4. Выберите два верных утверждения, соответствующих этому случаю.

- 1) Сумма всех сил, действующих на автомобиль, равна нулю.
- 2) Сумма всех сил, действующих на автомобиль, больше нуля.
- 3) На автомобиль действует сила трения скольжения 4 кН.
- 4) На автомобиль действует сила трения покоя, меньшая или равная 4 кН.
- 5) Сила давления автомобиля на дорогу больше 10 кН.

Ответ:

--	--

6. Тело брошено с некоторой высоты горизонтально со скоростью v_0 , сопротивлением воздуха можно пренебречь. Как изменятся при движении тела действующая на него сила тяжести и потенциальная энергия?

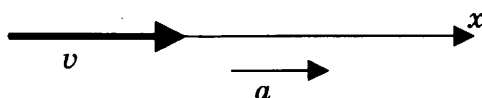
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

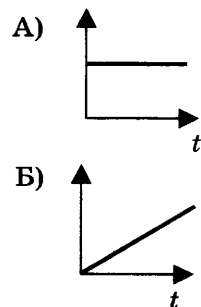
Сила тяжести	Потенциальная энергия

7. Тело движется прямолинейно с постоянным ускорением.



Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) импульс тела
- 2) равнодействующая сила
- 3) кинетическая энергия тела
- 4) координата тела

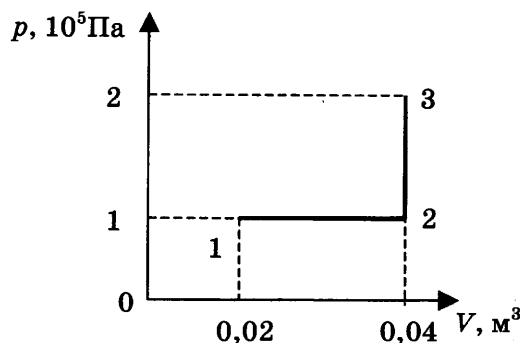
Ответ:

А	Б

8. Средняя кинетическая энергия теплового движения молекул одноатомного газа $E_k = 4,14 \cdot 10^{-21}$ Дж. Определите температуру газа.

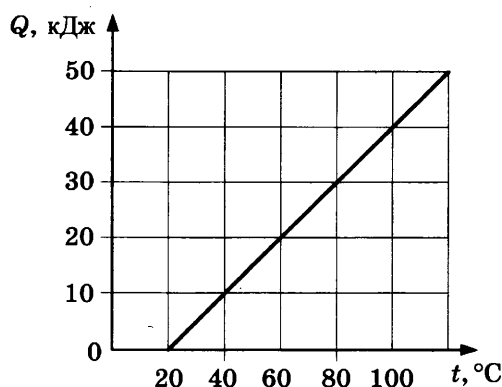
Ответ: _____ К.

9. На сколько изменяется внутренняя энергия идеального одноатомного газа при переходе из состояния 1 в состояние 3 (см. рисунок)?



Ответ: _____ кДж.

10. На рисунке представлен график зависимости количества теплоты, полученного двумя килограммами вещества, от температуры.



Чему равна удельная теплоемкость этого вещества?

Ответ: _____ Дж/кг · К.

11. В сосуде неизменного объема находится смесь двух идеальных газов: кислорода в количестве 1 моль и азота в количестве 4 моль. В сосуд добавили еще 1 моль кислорода, а затем выпустили половину содержимого сосуда. Температура оставалась постоянной. Выберите два верных утверждения, соответствующих конечному состоянию смеси газов.

- 1) Парциальное давление кислорода не изменилось.
- 2) Парциальное давление кислорода увеличилось.
- 3) Парциальное давление азота не изменилось.
- 4) Давление смеси газов не изменилось.
- 5) Давление смеси газов уменьшилось.

Ответ: ☐ ☐

12. Установите соответствие между названием изопроцесса (левый столбец) и формулами, описывающими превращения энергии в этих процессах (правый столбец, Q — количество теплоты, ΔU — изменение внутренней энергии, A — работа газа).

НАЗВАНИЕ ИЗОПРОЦЕССА

А) изобарный

Б) изотермический

ФОРМУЛА ДЛЯ РАСЧЕТА

1) $Q = \Delta U + A$

2) $Q = A$

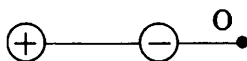
3) $Q = \Delta U$

4) $\Delta U = -A$

Ответ:

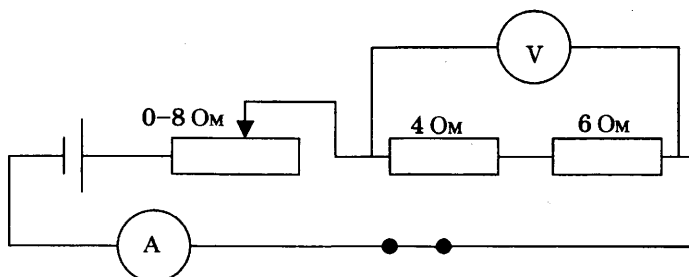
А	Б

13. На рисунке изображены два одинаковых по модулю электрических заряда. Как направлена (вверх, вниз, влево, вправо, от наблюдателя, к наблюдателю) напряженность электрического поля, создаваемого этими зарядами в точке О? Ответ запишите словом (словами).



Ответ: _____.

14. На рисунке представлена электрическая цепь.

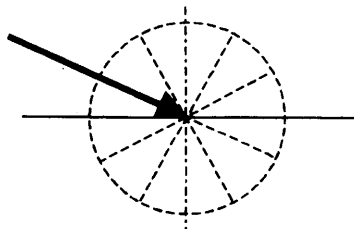


Вольтметр показывает напряжение 12 В. Какую силу тока показывает амперметр?

Ответ: _____ А.

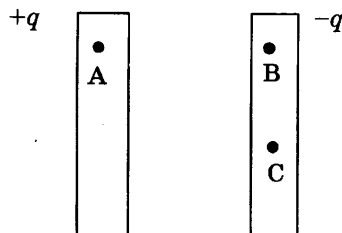
15. Луч света проходит из воздуха в стекло, как показано на рисунке. Показатель преломления стекла 1,5. Пользуясь приведенной таблицей, найдите угол преломления.

$\sin \beta$	0,33	0,43	0,58	0,70
β	19°	25°	35°	45°



Ответ: _____ $^\circ$.

16. Две металлические пластины заряжены равными разноименными зарядами, как показано на рисунке. Потенциал точки А равен 10 В. Выберите два верных утверждения.



- 1) Потенциалы точек А, В и С одинаковы.
- 2) Потенциал точки В больше 10 В.
- 3) Потенциалы точек В и С равны.
- 4) Потенциал точки С меньше 10 В.
- 5) Разность потенциалов точек В и А не зависит от расстояния между пластинами.

Ответ:

--	--

17. Плоский воздушный конденсатор емкостью C подключили к источнику тока. Как изменятся емкость конденсатора и напряжение между его обкладками, если, отключив конденсатор от источника тока, заполнить пространство между его обкладками диэлектриком?

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.

Емкость конденсатора	Напряжение между обкладками конденсатора

18. Предмет находится на расстоянии d от собирающей линзы с фокусным расстоянием F . Расстояние от линзы до изображения f , оптическая сила линзы D . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) оптическая сила линзы
- Б) расстояние от линзы до изображения

ФОРМУЛЫ

- 1) $D = \frac{1}{d}$
- 2) $f = \frac{Fd}{d - F}$
- 3) $D = \frac{1}{F}$
- 4) $f = \frac{Fd}{d + F}$

Ответ:

А	Б

19. Радиоактивный полоний $^{214}_{84}\text{Po}$, испытав 1 α -распад и 2 β -распада, превратился в изотоп с зарядовым числом Z и массовым числом A . Определите зарядовое и массовое числа этого изотопа.

Ответ:

Z	A

В бланк ответов №1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

20. Частота ультрафиолетового излучения 10^{15} Гц. Чему равен импульс одного фотона ультрафиолетового излучения, умноженный на 10^{27} ? Ответ округлите до десятых.

Ответ: _____ кг·м/с.

21. При измерении давления света на поверхность увеличили частоту падающего света, не изменяя число фотонов, падающих на поверхность каждую секунду. Как при этом изменятся интенсивность падающего света и давление, оказываемое на поверхность?

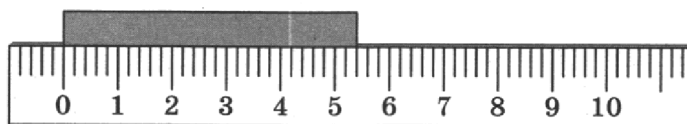
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Интенсивность	Давление

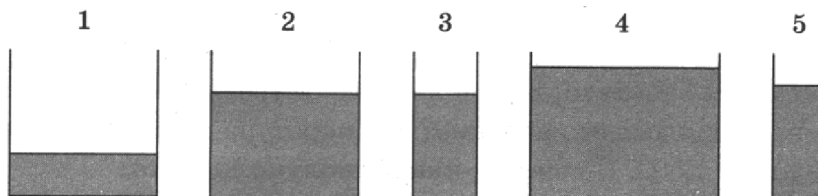
22. С помощью линейки измерили длину бруска. Считая, что погрешность измерений равна цене деления прибора, запишите длину бруска с учетом погрешности.



Ответ: (_____ $\pm$ _____) см.

В бланк ответов №1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

23. В цилиндрический сосуд налита жидкость. Была высказана гипотеза, что давление жидкости на дно сосуда зависит от площади дна сосуда. Какие два опыта из представленных ниже нужно выбрать для проверки этой гипотезы?



Ответ:

--	--

Часть 2

Ответом к заданиям 24–26 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

24. Шайбе массой 100 г, находящейся на наклонной плоскости, сообщили скорость 4 м/с, направленную вверх вдоль наклонной плоскости. Шайба остановилась на расстоянии 1 м от начала движения. Угол наклона плоскости 30° . Чему равна сила трения шайбы о плоскость?

Ответ: _____ Н.

25. В термос с большим количеством воды при температуре $t_1 = 0^\circ\text{C}$ кладут $m = 1,5$ кг льда с температурой $t_2 = -33^\circ\text{C}$. Какая масса воды замерзнет при установлении теплового равновесия?

Ответ: _____ г.

26. Две частицы с одинаковыми массами и отношением зарядов $\frac{q_1}{q_2} = \frac{1}{2}$ попадают в однородное магнитное поле, вектор магнитной индукции которого перпендикулярен векторам скорости частиц. Кинетическая энергия первой частицы в 2 раза меньше, чем у второй. Чему равно отношение радиусов кривизны траекторий $\frac{R_1}{R_2}$ первой и второй частиц в магнитном поле? Ответ округлите до десятых.

Ответ: _____.

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Для записи ответов на задания (27–31) используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (27, 28 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.

27. Окно в теплой комнате запотело. Какой должна быть относительная влажность воздуха в комнате, чтобы наблюдалось это явление? Температура воздуха в комнате 25°C , температура воздуха на улице 12°C . Поясните, как вы получили ответ.

(Для ответа на этот вопрос воспользуйтесь таблицей для давления насыщенных паров воды.)

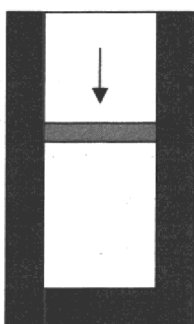
Давление насыщенных паров воды при различных температурах

$t, ^\circ\text{C}$	0	2	4	6	8	10	12	14
$p, \text{кПа}$	0,611	0,705	0,813	0,934	1,07	1,23	1,4	1,59

$t, ^\circ\text{C}$	16	18	20	22	24	25	30	40
$p, \text{кПа}$	1,81	2,06	2,19	2,64	2,99	3,17	4,24	7,37

Полное правильное решение каждой из задач 28–31 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

28. Кусок пластилина сталкивается со скользящим навстречу ему по горизонтальной поверхности стола бруском и прилипает к нему. Скорости пластилина и бруска перед ударом направлены противоположно и равны $v_{\text{пл}} = 10 \text{ м/с}$ и $v_{\text{бр}} = 5 \text{ м/с}$. Масса бруска в 3 раза больше массы пластилина. Коэффициент трения скольжения между бруском и столом $\mu = 0,48$. На какое расстояние переместятся слипшиеся брусок с пластилином к моменту, когда их скорость уменьшится на 25%?
29. В вертикальном теплоизолированном цилиндрическом сосуде под поршнем находится 0,5 моль гелия. Поршень сначала удерживают, затем сообщают ему скорость 10 м/с, и он начинает опускаться. Масса поршня 1 кг. Насколько нагреется гелий к моменту остановки поршня, если при этом он опустился на 10 см? Трением и теплообменом с поршнем пренебречь.



30. К источнику тока с ЭДС $\mathcal{E} = 12 \text{ В}$ и внутренним сопротивлением $r = 2 \text{ Ом}$ подключен реостат, сопротивление которого можно изменять в пределах от 1 Ом до 10 Ом. При какой силе тока в цепи на реостате выделяется максимальная мощность?
31. Работа выхода электрона из металлической пластины:

$$A_{\text{вых}} = 4,5 \cdot 10^{-19} \text{ Дж.}$$

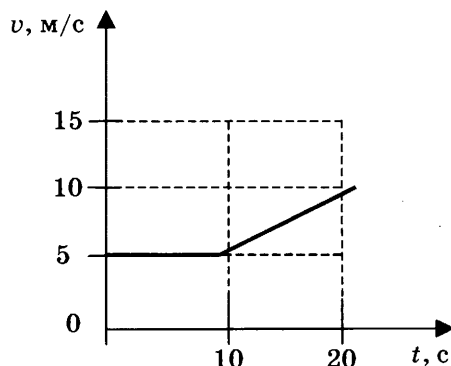
Какова максимальная скорость электронов, выбиваемых из пластины светом с длиной волны $\lambda = 375 \text{ нм}$?

ВАРИАНТ 9

Часть 1

Ответами к заданиям 1–23 являются цифра, слово, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

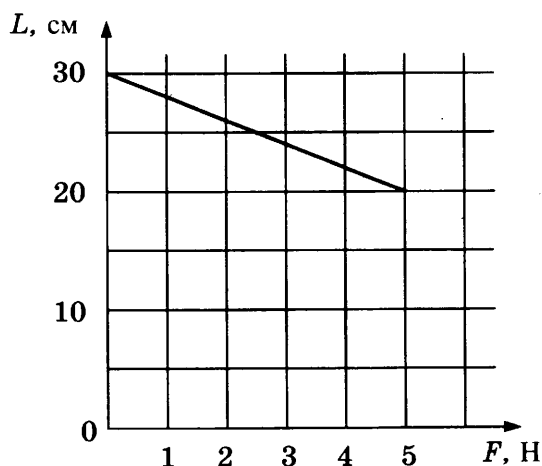
1. На рисунке приведен график зависимости скорости велосипедиста от времени.



Какой путь пройден велосипедистом за 20 с?

Ответ: _____ м.

2. На графике представлена длина пружины в зависимости от приложенной силы. Чему равен коэффициент жесткости пружины?



Ответ: _____ Н/м.

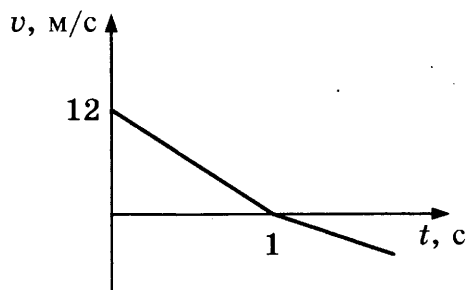
3. Тело, импульс которого равен $2 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$, движется прямолинейно. Чему стал равен импульс тела после действия на тело постоянной силы величиной 3 Н в течение 5 с ? Сила действует в направлении движения тела.

Ответ: _____ $\text{кг} \cdot \text{м/с}$.

4. При сжатии пружины на 2 см максимальная приложенная сила оказалась равной 20 Н. Чему равна работа, совершенная при сжатии пружины?

Ответ: _____ Дж.

5. Мяч подброшен вертикально вверх со скоростью v . График зависимости скорости мяча от времени показан на рисунке. Выберите два верных утверждения.



- 1) Влияние сопротивления воздуха мало.
- 2) Время движения мяча вверх и вниз одинаково.
- 3) Время движения мяча вверх равно 1 с.
- 4) Мяч поднимется на максимальную высоту 6 м.
- 5) Мяч поднимется на максимальную высоту 7,2 м.

Ответ:

--	--

6. Математический маятник массой m совершает колебания с периодом T и амплитудой x_0 . Что произойдет с частотой и амплитудой колебаний маятника, если при неизменной длине нити уменьшить массу?

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.

Частота колебаний	Амплитуда колебаний

7. Установите соответствие между записанными в первом столбце видами движения и формулами, по которым можно рассчитать их характеристики.

ВИД ДВИЖЕНИЯ

- А) равномерное
- Б) равноускоренное

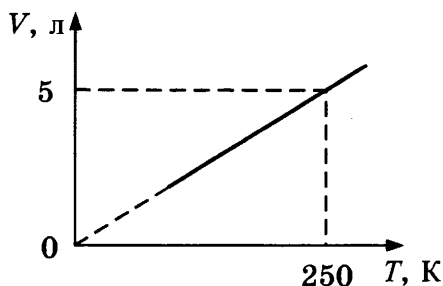
ФОРМУЛА ДВИЖЕНИЯ

- 1) $S = vt + \frac{at^2}{2}$
- 2) $S = \frac{v^2}{R}$
- 3) $S = vt$
- 4) $S = v + at$

Ответ:

А	Б

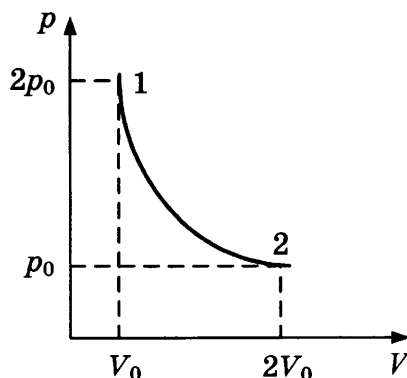
8. На рисунке приведен график зависимости объема 0,2 моль идеального газа от температуры.



Определите давление газа. Ответ округлите до десятых.

Ответ: _____ кПа.

9. На рисунке приведен график зависимости давления 1 кг идеального газа от объема. В этом процессе газ получил 45 кДж теплоты. Какую работу совершил газ в этом процессе?



Ответ: _____ кДж.

10. Температура холодильника тепловой машины -73°C , температура нагревателя на 300 К больше, чем у холодильника. Чему равен максимально возможный КПД машины?

Ответ: _____ %.

11. В сосуде под поршнем находится смесь двух идеальных газов: кислорода в количестве 1 моль и азота в количестве 4 моль. Объем смеси увеличили в 2 раза, а затем добавили еще 1 моль кислорода. Температура оставалась постоянной. Выберите два верных утверждения, соответствующих конечному состоянию смеси газов.

- 1) Парциальное давление кислорода не изменилось.
- 2) Парциальное давление кислорода увеличилось.
- 3) Парциальное давление азота не изменилось.
- 4) Давление смеси газов не изменилось.
- 5) Давление смеси газов уменьшилось.

Ответ:

12. Установите соответствие между названием изопроцесса (левый столбец) и формулами, описывающими превращения энергии в этих процессах (правый столбец, Q — количество теплоты, ΔU — изменение внутренней энергии, A — работа газа).

НАЗВАНИЕ ИЗОПРОЦЕССА

ФОРМУЛА ДЛЯ РАСЧЕТА

А) адиабатный

1) $Q = \Delta U + A$

Б) изохорный

2) $Q = A$

3) $Q = \Delta U$

4) $\Delta U = -A$

Ответ:

А	Б

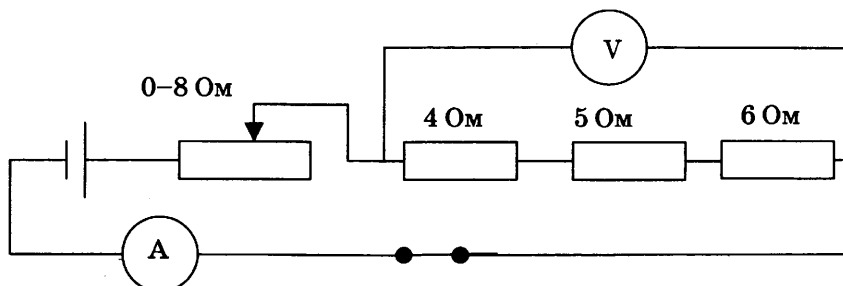
13. На рисунке изображен горизонтальный проводник, по которому течет электрический ток в направлении «к нам».



Как направлен (*вверх, вниз, влево, вправо, от наблюдателя, к наблюдателю*) в точке А вектор индукции магнитного поля? Ответ запишите словом (словами).

Ответ: _____.

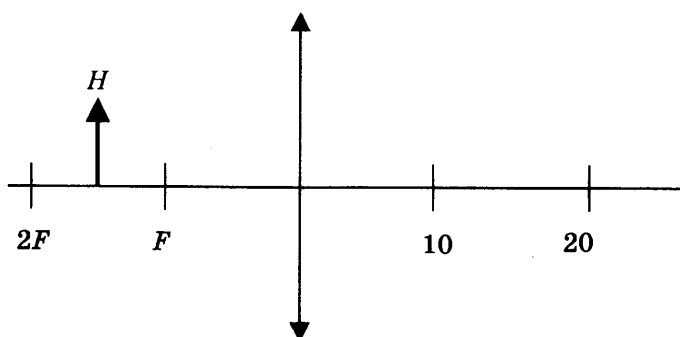
14. На рисунке представлена электрическая цепь.



Вольтметр показывает напряжение 12 В. Какую силу тока показывает амперметр?

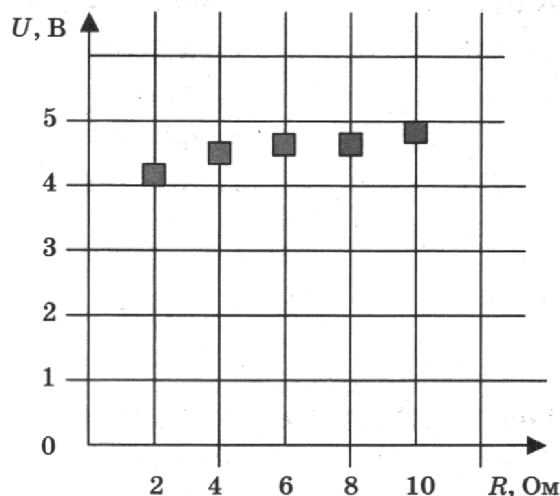
Ответ: _____ А.

15. На каком расстоянии от тонкой собирающей линзы находится изображение предмета H ?



Ответ: _____ см.

16. На графике представлены результаты измерения напряжения на участке цепи U при различных значениях сопротивления реостата R . Погрешность измерения напряжения $\Delta U = \pm 0,2$ В, сопротивления $\Delta R = \pm 0,5$ Ом.

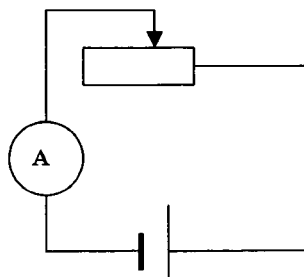


Выберите два утверждения, соответствующие результатам этих измерений.

- 1) С уменьшением сопротивления напряжение уменьшается.
- 2) При сопротивлении 2 Ом сила тока примерно равна 0,5 А.
- 3) При сопротивлении 1 Ом сила тока в цепи примерно равна 3 А.
- 4) При сопротивлении 10 Ом сила тока примерно равна 0,48 А.
- 5) Напряжение не зависит от сопротивления.

Ответ:

17. На рисунке представлена электрическая цепь, состоящая из источника тока, реостата и амперметра. Как изменятся сопротивление реостата и сила тока в цепи при движении ползунка реостата влево?



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.

Сопротивление реостата	Сила тока

18. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА

ФОРМУЛА

А) мощность электрического тока

1) IR

Б) работа электрического тока

2) $I(R + r)$

3) IU

4) qU

Ответ:

А	Б

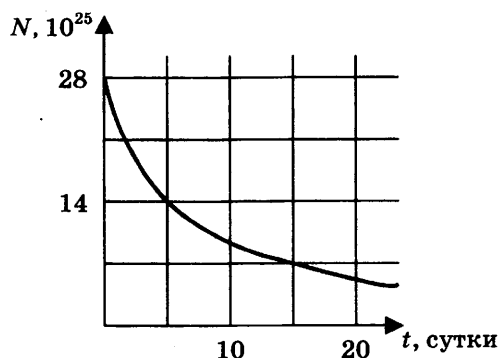
19. Сколько протонов и электронов содержится в атоме серебра с ядром $^{107}_{47}\text{Ag}$?

Ответ:

Число протонов	Число электронов

В бланк ответов №1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

20. На рисунке показан график зависимости числа нераспавшихся ядер атома висмута $^{210}_{83}\text{Bi}$ от времени.



Каков период полураспада ядер атомов висмута?

Ответ: _____ суток.

21. Частота колебаний волны рентгеновского фотона увеличилась. Как при этом изменились длина волны фотона и его импульс?

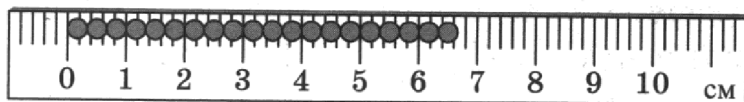
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилось
- 2) уменьшилось
- 3) не изменилось

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

Длина волны	Импульс фотона

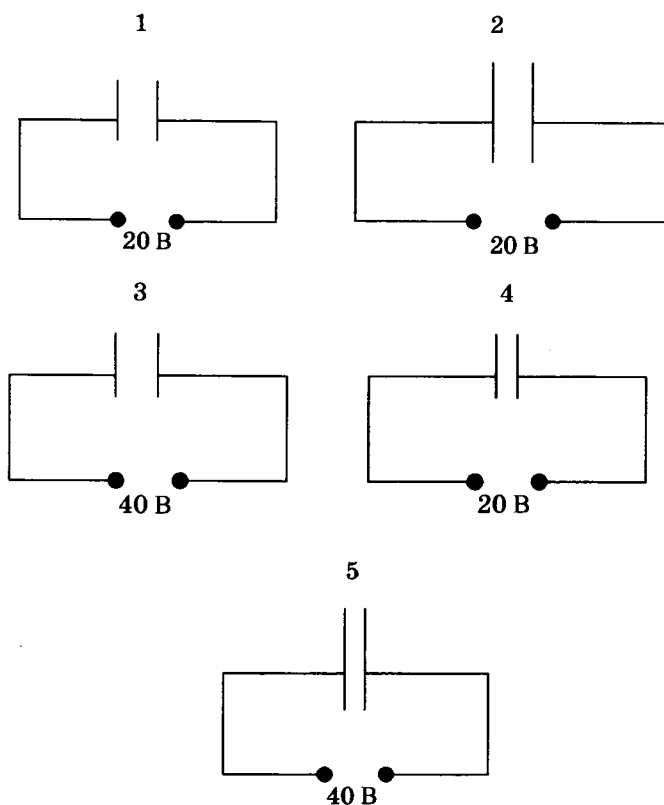
22. Чему равен диаметр одного зерна, измеренный с помощью линейки, показанной на рисунке? Запишите ответ с учетом погрешности.



Ответ: (_____ $\pm$ _____) мм.

В бланк ответов №1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

23. Плоский воздушный конденсатор подключен к источнику тока. Была высказана гипотеза, что электроемкость конденсатора зависит от расстояния между его пластинами. Какие два опыта из представленных ниже нужно выбрать для проверки этой гипотезы?



Ответ:

--	--

Часть 2

Ответом к заданиям 24–26 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

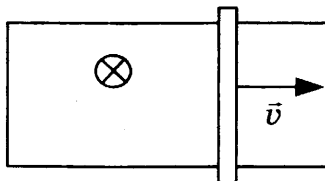
24. Шарик массой 50 г бросили вертикально вверх с начальной скоростью 10 м/с. Шарик поднялся на высоту 4 м и упал обратно. Чему равна сила сопротивления движению шарика?

Ответ: _____ Н.

25. Идеальная тепловая машина работает по циклу Карно, совершая за один цикл работу 2 кДж. Количество теплоты 2 кДж рабочее тело двигателя отдает за один цикл холодильнику, температура которого 17 °С. Чему равна температура нагревателя?

Ответ: _____ °С.

26. П-образный контур находится в однородном магнитном поле, перпендикулярном плоскости контура (см. рисунок). Индукция магнитного поля $B = 0,2$ Тл.



По контуру со скоростью $v = 1$ м/с скользит перемычка длиной $l = 20$ см. Сила индукционного тока в контуре $I = 4$ мА. Чему равно сопротивление перемычки?

Ответ: _____ Ом.

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Для записи ответов на задания (27–31) используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (27, 28 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.

27. Человек в очках вошел с улицы в теплую комнату и обнаружил, что его очки запотели. Какой должна быть температура на улице, чтобы наблюдалось это явление? Температура воздуха в комнате 18 °С, относительная влажность воздуха 50 %. Поясните, как вы получили ответ.

(Для ответа на этот вопрос воспользуйтесь таблицей для давления насыщенных паров воды.)

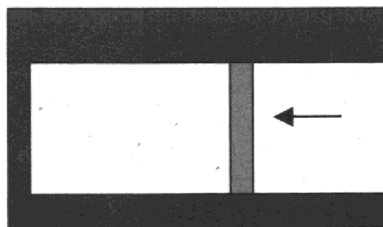
Давление насыщенных паров воды при различных температурах

$t, ^\circ\text{C}$	0	2	4	6	8	10	12	14
$p, \text{кПа}$	0,611	0,705	0,813	0,934	1,07	1,23	1,4	1,59

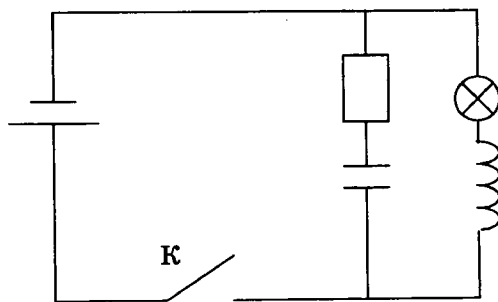
$t, ^\circ\text{C}$	16	18	20	22	24	25	30	40
$p, \text{кПа}$	1,81	2,06	2,19	2,64	2,99	3,17	4,24	7,37

Полное правильное решение каждой из задач 28 – 31 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

28. Мяч бросают вертикально вверх со скоростью 20 м/с . Какой путь пройдет мяч за 3 секунды движения? Сопротивлением воздуха пренебречь.
29. В горизонтальном теплоизолированном цилиндрическом сосуде под поршнем при комнатной температуре находится $0,5$ моль гелия. Поршню сообщают скорость 8 м/с , направленную влево. Масса поршня 1 кг . Насколько изменится температура гелия к моменту остановки поршня? Трением и теплообменом с поршнем пренебречь.



30. В электрической цепи, показанной на рисунке, ЭДС источника тока равна 20 В ; емкость конденсатора 400 мкФ ; индуктивность катушки 8 мГн ; сопротивление лампы 4 Ом и сопротивление резистора 6 Ом . В начальный момент времени ключ K замкнут. Какая энергия выделится в резисторе после размыкания ключа? Внутренним сопротивлением источника, а также сопротивлением проводов и катушки пренебречь.



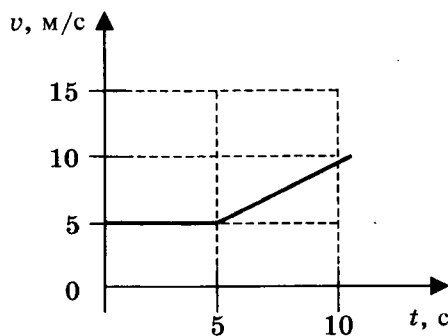
31. Идеальный колебательный контур состоит из конденсатора емкостью 20 мкФ и катушки индуктивностью 8 мГн . Амплитуда колебаний заряда на конденсаторе 8 нКл . Какова максимальная энергия магнитного поля катушки?

ВАРИАНТ 10

Часть 1

Ответами к заданиям 1–23 являются цифра, слово, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. На рисунке приведен график зависимости скорости велосипедиста от времени.



Чему равно ускорение велосипедиста в интервале времени от 5 с до 10 с?

Ответ: _____ м/с².

2. Автомобиль буксируют с помощью троса с постоянным ускорением 0,1 м/с². Со стороны троса на автомобиль действует сила 100 Н. Чему равна сила, действующая на трос со стороны автомобиля?

Ответ: _____ Н.

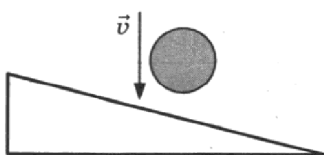
3. Самолет летит со скоростью $v_1 = 180$ км/ч, а вертолет со скоростью $v_2 = 90$ км/ч. Масса самолета $m = 3000$ кг. Отношение импульса самолета к импульсу вертолета равно 1,5. Чему равна масса вертолета?

Ответ: _____ т.

4. Потенциальная энергия растянутой пружины первоначально составляла 0,05 Дж, далее потенциальная энергия увеличилась в 9 раз. Во сколько раз увеличилось растяжение пружины?

Ответ: _____ раз.

5. Мяч падает вертикально вниз на наклонную плоскость со скоростью v , как показано на рисунке, и упруго отскакивает от нее. Выберите два верных утверждения.



- 1) Модуль скорости мяча после столкновения уменьшился.
- 2) Модуль скорости мяча после столкновения не изменился.
- 3) Вектор импульса мяча не изменился.
- 4) Вектор изменения импульса мяча направлен перпендикулярно наклонной плоскости.
- 5) Вектор изменения импульса мяча направлен вдоль наклонной плоскости.

Ответ:

--	--

6. Мяч свободно падает с некоторой высоты. Как изменяются кинетическая энергия мяча и полная механическая энергия мяча в процессе движения? Сопротивление воздуха не учитывать.

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

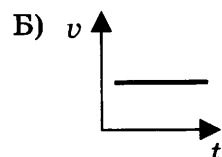
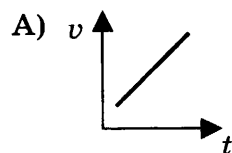
- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

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

Кинетическая энергия	Полная механическая энергия

7. Установите соответствие между изображенными в первом столбце графиками различных движений и названием движения.

ГРАФИКИ



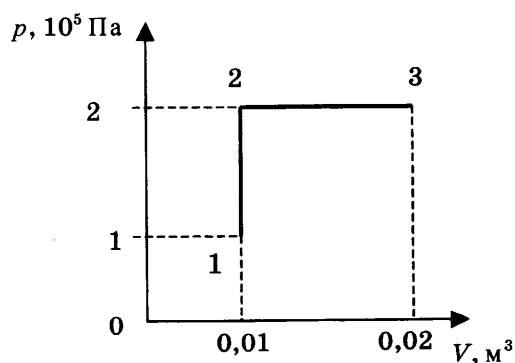
НАЗВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ

- 1) равномерное
- 2) равнозамедленное
- 3) равноускоренное
- 4) с переменным ускорением

Ответ:

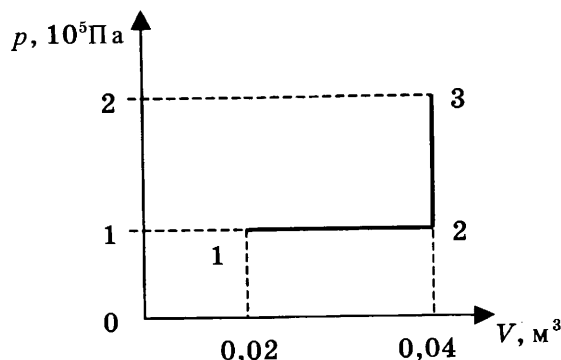
А	Б

8. Во сколько раз изменилась температура газа при переходе из состояния 1 в состояние 3?



Ответ: _____.

9. Какую работу совершает газ при переходе из состояния 1 в состояние 3?



Ответ: _____ кДж.

10. Температура нагревателя тепловой машины 800 К, температура холодильника в 2 раза меньше, чем у нагревателя. Чему равен максимально возможный КПД машины?

Ответ: _____ %.

11. Состояние идеального газа, находящегося в закрытом сосуде, характеризуют объем V , давление p и температура T . Выберите два верных утверждения.

- 1) Температура газа зависит от количества молекул.
- 2) Температура газа зависит от сил взаимодействия молекул.
- 3) Температура газа характеризует энергию молекул.
- 4) Газ оказывает давление на стенки сосуда, так как молекулы газа передают стенкам импульс.
- 5) Газ оказывает давление на стенки сосуда, так как молекулы прилипают к стенкам сосуда.

Ответ: ☐ ☐

12. Идеальный одноатомный газ изотермически расширяется. Как при этом изменяются его давление и внутренняя энергия?

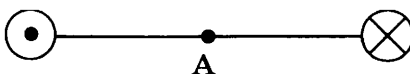
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

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

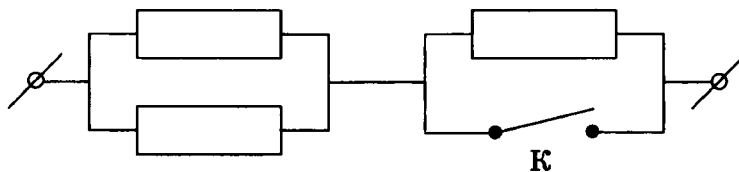
Давление	Внутренняя энергия

13. На рисунке изображены два проводника с токами, текущими в противоположных направлениях. Как направлен (*вверх, вниз, влево, вправо, от наблюдателя, к наблюдателю*) в точке А вектор индукции магнитного поля? Ответ запишите словом (словами).



Ответ: _____.

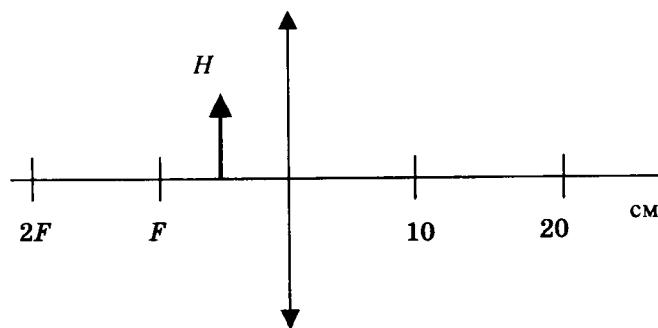
14. На участке цепи, изображенном на рисунке, сопротивление каждого из резисторов равно $R = 6 \text{ Ом}$.



Чему равно полное сопротивление участка при замкнутом ключе К?

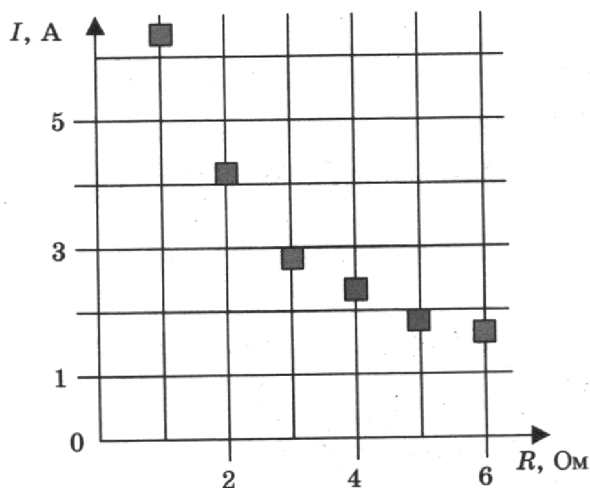
Ответ: _____ Ом.

15. На каком расстоянии от тонкой собирающей линзы находится изображение предмета H ?



Ответ: _____ см.

16. На графике представлены результаты измерения силы тока на реостате I при различных значениях сопротивления реостата R . Погрешность измерения напряжения $\Delta I = \pm 0,2 \text{ А}$, сопротивления $\Delta R = \pm 0,5 \text{ Ом}$.



Выберите два утверждения, соответствующие результатам этих измерений.

- 1) С уменьшением сопротивления сила тока уменьшается.
- 2) При сопротивлении 2 Ом напряжение примерно равно 8,5 В.
- 3) При сопротивлении 1 Ом напряжение примерно равно 7 В.
- 4) При сопротивлении 6 Ом сила тока примерно равна 1,7 А.
- 5) Напряжение не зависит от сопротивления.

Ответ: ☐ ☐

17. В колебательном контуре с индуктивностью L и емкостью C происходят электромагнитные колебания с периодом T и амплитудой q_0 . Что произойдет с периодом и максимальной энергией конденсатора, если при неизменных амплитуде и емкости уменьшить индуктивность?

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.

Период	Максимальная энергия конденсатора

18. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА

- А) Магнитная индукция
Б) напряженность электрического поля

ФОРМУЛА

- 1) $\frac{\Delta q}{\Delta t}$
- 2) $\frac{F}{q}$
- 3) $\frac{F}{Il}$
- 4) IU

Ответ:

А	Б

19. Радиоактивный нептуний ${}^{237}_{93}\text{Np}$ испытал 2 α -распада и 1 β -распад. Какие заряд Z и массовое число A будет иметь получившийся в результате изотоп ядра?

Ответ:

Z	A

В бланк ответов №1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

20. Энергия рентгеновского фотона $2 \cdot 10^{-14}$ Дж. Чему равна частота волны рентгеновского фотона с энергией, в 2 раза меньшей? Ответ округлите до десятых.

Ответ: _____ $\cdot 10^{19}$ Гц.

21. Произошел β -распад атомного ядра. Как при этом изменилось число протонов и нейтронов в ядре?

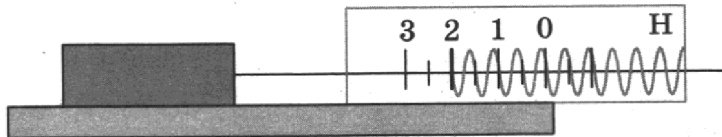
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилось
- 2) уменьшилось
- 3) не изменилось

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

Число протонов	Число нейтронов

22. Ученик измерял силу трения с помощью динамометра, как показано на рисунке.

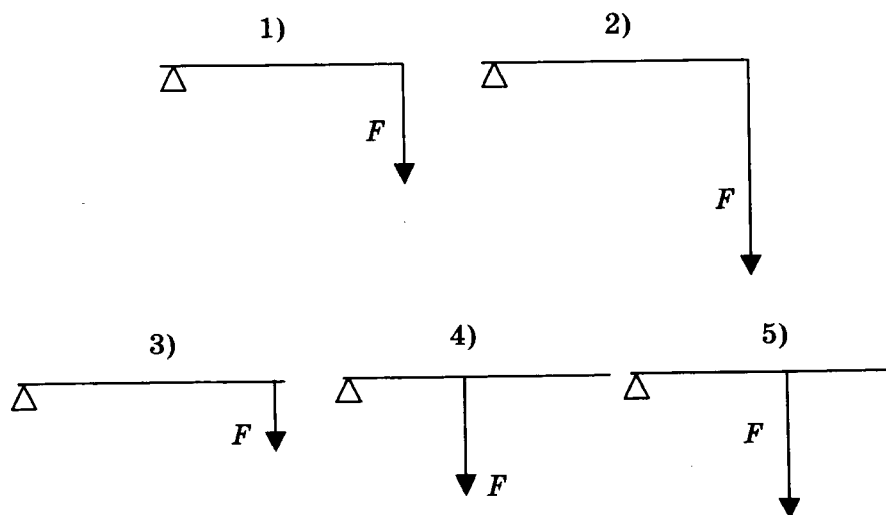


Чему равна сила трения по данным измерений?

Ответ: _____ Н.

В бланк ответов №1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

23. К рычагу, закреплённому с одного конца, прикладывается сила. Была высказана гипотеза, что момент силы зависит от плеча силы. Какие два опыта из представленных ниже нужно выбрать для проверки этой гипотезы?



Ответ:

--	--

Часть 2

Ответом к заданиям 24–26 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

24. Пуля массой 10 г, летящая со скоростью 200 м/с, пробивает доску толщиной 2 см и вылетает со скоростью 100 м/с. Чему равна сила сопротивления доски?

Ответ: _____ Н.

25. По проводнику длиной 8 см течет ток 50 А. В магнитном поле с индукцией 20 мТл, направленной перпендикулярно проводнику, проводник переместился на расстояние 20 см в направлении действия силы. Какую работу совершила сила Ампера?

Ответ: _____ мДж.

26. Предмет высотой 3 см расположен на главной оптической оси тонкой собирающей линзы на расстоянии 40 см от ее оптического центра. Фокусное расстояние линзы 20 см. Найдите высоту изображения предмета.

Ответ: _____ см.

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

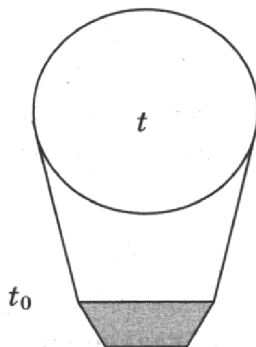
Для записи ответов на задания (27–31) используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (27, 28 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.

27. Электрическая цепь состоит из аккумуляторной батареи, к которой последовательно подключены ключ, резистор сопротивлением 2 Ом, амперметр, показывающий силу тока 0,8 А, реостат, сопротивление которого меняется от 0 до 8 Ом. Параллельно аккумулятору подключен вольтметр, показывающий напряжение 4 В. Составьте принципиальную электрическую схему этой цепи. Объясните, как изменятся (уменьшатся или увеличатся) сила тока в цепи и напряжение на аккумуляторе при уменьшении сопротивления реостата до минимального значения. Укажите законы, которые вы применили.

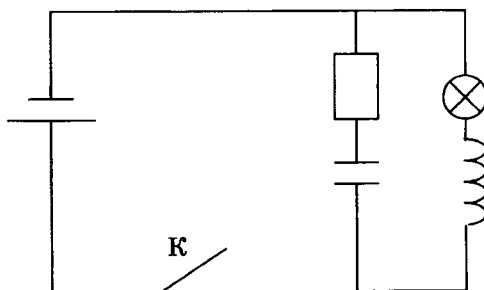
Полное правильное решение каждой из задач 28–31 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

28. Кусок пластилина сталкивается со скользящим в том же направлении по горизонтальной поверхности стола бруском и прилипает к нему. Скорости пластилина и бруска перед ударом направлены в одну сторону и равны $v_{\text{пл}} = 10$ м/с и $v_{\text{бр}} = 5$ м/с. Масса бруска в 3 раза больше массы пластилина. Коэффициент трения скольжения между бруском и столом $\mu = 0,48$. На какое расстояние переместятся слипшиеся брусок с пластилином к моменту, когда их скорость уменьшится на 25%?

29. Аэростат объемом $V = 200$ м³ наполняют горячим воздухом при температуре $t = 280$ °С и нормальном атмосферном давлении. Температура окружающего воздуха $t_0 = 0$ °С. Какую максимальную массу должна иметь оболочка аэростата, чтобы он мог подниматься? Оболочка аэростата нерастяжима и имеет в нижней части небольшое отверстие.



30. В электрической цепи, показанной на рисунке, ЭДС источника тока равна 20 В; индуктивность катушки 8 мГн; сопротивление лампы 4 Ом и сопротивление резистора 6 Ом. В начальный момент времени ключ К замкнут. Какой должна быть емкость конденсатора, чтобы после размыкания ключа в лампе выделилась энергия 120 мДж? Внутренним сопротивлением источника, а также сопротивлением проводов и катушки пренебречь.



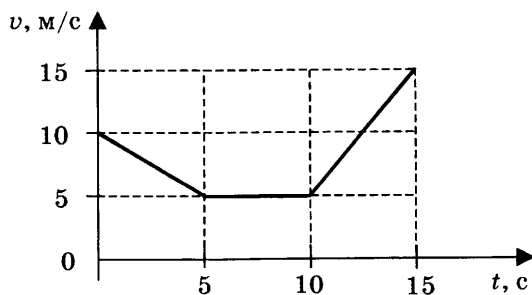
31. Красная граница фотоэффекта для некоторого металла $\lambda_{\text{кр}} = 497$ нм. Какова максимальная скорость электронов, выбиваемых из пластины светом с длиной волны $\lambda = 375$ нм?

ВАРИАНТ 11

Часть 1

Ответами к заданиям 1–23 являются цифра, слово, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. На рисунке приведен график зависимости скорости велосипедиста от времени.



Какой путь пройден велосипедистом за первые 5 с?

Ответ: _____ м.

2. На брусок массой 5 кг, движущийся по горизонтальной поверхности, действует сила трения скольжения 10 Н. Не изменяя коэффициент трения, увеличили в 4 раза силу давления бруска на плоскость. Чему равна сила трения скольжения в этом случае?

Ответ: _____ Н.

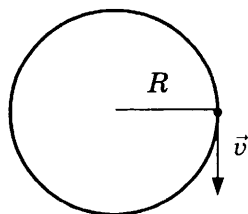
3. Масса мотоцикла $m_1 = 500$ кг, масса автомобиля $m_2 = 1000$ кг. Автомобиль движется со скоростью $v = 108$ км/ч. Отношение импульса автомобиля к импульсу мотоцикла равно 1,5. Чему равна скорость мотоцикла?

Ответ: _____ км/ч.

4. Кинетическая энергия тела, первоначально равная 0,8 Дж, уменьшилась в 4 раза. Во сколько раз изменился импульс тела?

Ответ: _____ раз.

5. Точка движется по окружности радиуса 1 м с постоянной скоростью $v = 0,2$ м/с, как показано на рисунке. Выберите два верных утверждения, соответствующих данному движению.



- 1) Период вращения точки равен 10 с.
- 2) Частота вращения точки равна 0,03 Гц.
- 3) Равнодействующая сила направлена по касательной к траектории.
- 4) Равнодействующая сила направлена к центру окружности.
- 5) Равнодействующая сила равна нулю.

Ответ:

--	--

6. Математический маятник массой m совершает колебания с периодом T и амплитудой x_0 . Что произойдет с частотой и максимальной кинетической энергией маятника, если при неизменной длине уменьшить амплитуду?

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.

Частота	Максимальная кинетическая энергия маятника

7. Груз массой m привязан к концу невесомой нерастяжимой нити. При опускании его из состояния покоя вертикально вниз ученик определил ускорение груза $a = 1,8 \text{ м/с}^2$. Установите соответствие между физическими величинами, характеризующими движение груза (левый столбец), и уравнениями, выражающими зависимости этих величин (правый столбец). К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ЗАВИСИМОСТИ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН

- А) зависимость скорости груза от времени
 Б) зависимость силы натяжения нити от ускорения

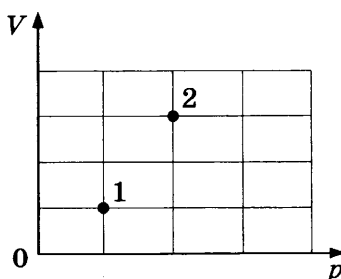
УРАВНЕНИЯ ЗАВИСИМОСТЕЙ

- 1) $v = At^2$, где $A = 1,8 \text{ м/с}^2$
- 2) $v = At$, где $A = 1,8 \text{ м/с}^2$
- 3) $F = Bm$, где $B = 10 \text{ м/с}^2$
- 4) $F = Cm$, где $C = 8,2 \text{ м/с}^2$

Ответ:

А	Б

8. В сосуде находится некоторое количество идеального газа. Во сколько раз изменится при переходе газа из состояния 1 в состояние 2 (см. рисунок) температура газа?



Ответ: _____ раз.

9. При адиабатическом расширении идеального одноатомного газа в количестве 2 моль его температура изменилась на 10 К. Какую работу совершил газ? Ответ округлите до целых.

Ответ: _____ Дж.

10. Льдине, находящейся при температуре 0 °С, сообщили количество теплоты 1320 кДж. Какая масса льда растает?

Ответ: _____ кг.

11. Горячая жидкость нагревалась в закрытом сосуде. В таблице приведены результаты измерений ее температуры с течением времени.

Время, мин	0	5	10	15	20	25	30	35
Температура, °С	60	72	84	84	84	86	93	100

Выберите два верных утверждения, соответствующих этому процессу.

- 1) Температура кипения жидкости равна 84 °С.
- 2) Температура кипения жидкости равна 100 °С.
- 3) Через 10 мин после начала измерений в сосуде находилось вещество только в газообразном состоянии.
- 4) Через 15 мин после начала измерений в сосуде находилось вещество в жидком и газообразном состоянии.
- 5) Через 25 мин после начала измерений в сосуде находилось вещество только в жидком состоянии.

Ответ: ☐ ☐

12. Установите соответствие между физическими величинами (левый столбец) и формулами для их расчета (правый столбец, p — давление, T — температура, M — молярная масса, R — универсальная газовая постоянная, k — постоянная Больцмана, E_k — средняя кинетическая энергия молекулы одноатомного газа).

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

А) средняя квадратичная скорость

Б) концентрация

ФОРМУЛА ДЛЯ РАСЧЕТА

1) $\frac{3}{2}kT$

2) $\sqrt{\frac{3RT}{M}}$

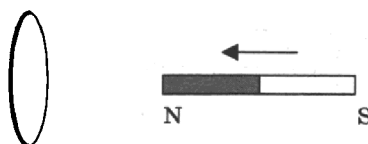
3) $\frac{p}{kT}$

4) $\frac{2}{3}nE_k$

Ответ:

А	Б
☐	☐

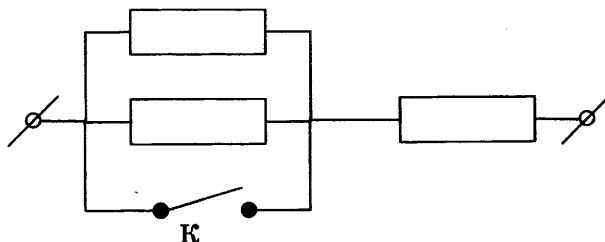
13. К кольцу из алюминия приближают магнит, как показано на рисунке.



Как направлен (*вверх, вниз, влево, вправо, от наблюдателя, к наблюдателю*) вектор магнитной индукции магнитного поля, возникшего в кольце? Ответ запишите словом (словами).

Ответ: _____.

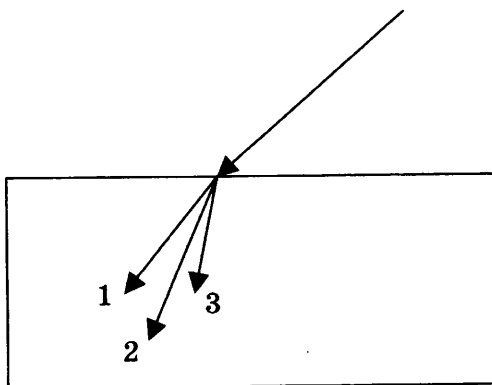
14. На участке цепи, изображенном на рисунке, сопротивление каждого из резисторов равно $R = 5 \text{ Ом}$.



Каково полное сопротивление участка при замкнутом ключе К?

Ответ: _____.

15. Для определенных длин волн угол преломления световых лучей на границе воздух–стекло увеличивается с увеличением длины волны излучения. Ход лучей для трех длин волн $\lambda_1 = 600 \text{ нм}$, $\lambda_2 = 500 \text{ нм}$ и $\lambda_3 = 400 \text{ нм}$ при падении белого света из воздуха на границу раздела показан на рисунке.



Какая длина волны соответствует цифре 3?

Ответ: _____ нм.

16. На поверхность тонкой прозрачной пленки падает по нормали пучок белого света. В отраженном свете пленка окрашена в красный цвет. Выберите два верных утверждения.

- 1) Окрашивание тонкой пленки происходит в результате дифракции.
- 2) Окрашивание тонкой пленки происходит в результате интерференции.
- 3) При небольшом уменьшении толщины пленки ее цвет станет белым.
- 4) При небольшом уменьшении толщины пленки ее цвет не изменится.
- 5) При небольшом уменьшении толщины пленки ее цвет станет ближе к желтому.

Ответ:

--	--

17. Световая волна с длиной волны λ распространяется в воздухе и под некоторым углом падает на стеклянную пластинку. Как изменятся при увеличении угла падения угол преломления и скорость распространения света в стекле?

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.

Угол преломления	Скорость света в стекле

18. Установите соответствие между действием электрического тока и устройствами, в которых это действие используется.

ДЕЙСТВИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА

- А) тепловое
- Б) химическое

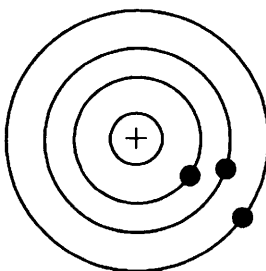
УСТРОЙСТВО

- 1) гальванический элемент
- 2) электроутюг
- 3) электродвигатель
- 4) лампа накаливания

Ответ:

А	Б

19. На рисунке изображена схема атома. Электроны обозначены черными точками. Число нуклонов в ядре атома равно 7.



Сколько нейтронов и протонов находится в ядре этого атома?

Ответ:

Число нейтронов	Число протонов

В бланк ответов №1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

20. Энергия пучка фотонов с длиной волны 400 нм равна $4,97 \cdot 10^{-17}$ Дж. Чему равно число фотонов в пучке?

Ответ: _____.

21. При наблюдении фотоэффекта уменьшили частоту падающего света. Как при этом изменятся энергия фотона и работа выхода электрона из металла?

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.

Энергия фотона	Работа выхода

22. Исследовалась зависимость удлинения пружины от массы подвешенных к ней грузов. Результаты измерений представлены в таблице.

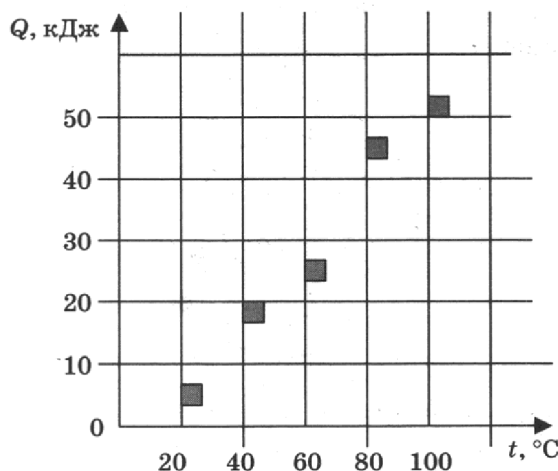
m , кг	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5
x , см	0	4	8	12	15	18

Чему равен коэффициент упругости пружины?

Ответ: _____ Н/м.

В бланк ответов №1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

23. На графике представлены результаты измерения количества теплоты Q , затраченного на нагревание 1 кг некоторого вещества, при различных значениях температуры t этого вещества. Погрешность измерения количества теплоты $\Delta Q = \pm 500$ Дж, температуры $\Delta t = \pm 2$ К.



Выберите два утверждения, соответствующие результатам этих измерений.

- 1) Удельная теплоемкость вещества примерно равна $600 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$.
- 2) Для нагревания до 363 К необходимо сообщить больше 50 кДж.
- 3) При охлаждении 1 кг вещества на 20 К выделится 12 000 Дж.
- 4) Для нагревания 2 кг вещества на 30 К необходимо сообщить примерно 80 кДж.
- 5) Удельная теплоемкость зависит от температуры.

Ответ:

Часть 2

Ответом к заданиям 24–26 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

24. Ядро, летевшее с некоторой скоростью, разрывается на две части. Первый осколок летит под углом 90° к первоначальному направлению со скоростью 20 м/с, а второй — под углом 30° со скоростью 80 м/с. Чему равно отношение массы первого осколка к массе второго осколка?

Ответ: _____.

25. На входе в электрическую цепь квартиры стоит предохранитель, размыкающий цепь при силе тока 20 А. Подаваемое в цепь напряжение равно 220 В. Какое максимальное количество электрических чайников, мощность каждого из которых равна 1000 Вт, можно одновременно включить в квартире?

Ответ: _____.

26. Предмет высотой 4 см расположен на главной оптической оси тонкой собирающей линзы на расстоянии 20 см от ее оптического центра. Фокусное расстояние линзы 25 см. Найдите высоту изображения предмета. Ответ выразите в сантиметрах.

Ответ: _____ см.

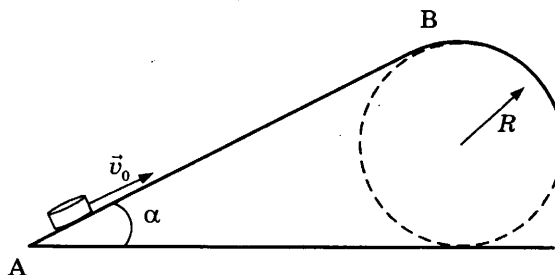
Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Для записи ответов на задания (27–31) используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (27, 28 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.

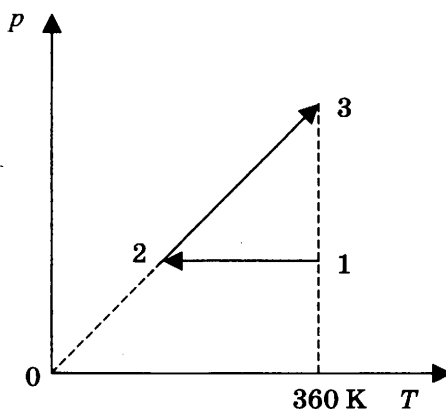
27. Электрическая цепь состоит из аккумулятора, к которому последовательно подключены ключ, резистор сопротивлением 2 Ом, амперметр, показывающий силу тока 0,5 А, реостат, сопротивление которого меняется от 0 до 6 Ом. Параллельно аккумулятору подключен вольтметр, показывающий напряжение 2 В. Составьте принципиальную электрическую схему этой цепи. Объясните, как изменятся (уменьшатся или увеличатся) сила тока в цепи и напряжение на аккумуляторе при увеличении сопротивления реостата до максимального значения. Укажите законы, которые вы применили.

Полное правильное решение каждой из задач 28–31 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

28. Шайба после удара в точке А скользит вверх по наклонной плоскости с начальной скоростью $v_0 = 3$ м/с (см. рисунок). В точке В наклонная плоскость без излома переходит в наружную поверхность горизонтальной трубы радиусом $R = 0,4$ м. Какой должна быть длина наклонной плоскости АВ, чтобы в точке В шайба отрывалась от опоры? Угол наклона плоскости $\alpha = 30^\circ$. Коэффициент трения между наклонной плоскостью и шайбой $\mu = 0,2$.

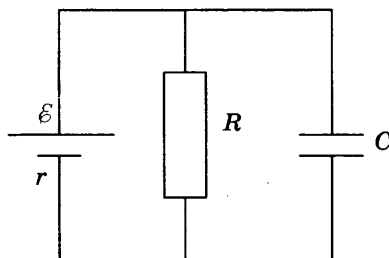


29. 2 моль идеального одноатомного газа сначала охладил, уменьшив объем в 2 раза, а затем нагрели до первоначальной температуры 360 К (см. рисунок).



Какое количество теплоты получил газ на участке 2–3?

30. К источнику тока с внутренним сопротивлением $r = 1$ Ом подключили параллельно соединенные резистор сопротивлением $R = 9$ Ом и плоский конденсатор, расстояние между пластинами которого $d = 0,003$ м. Напряженность электрического поля между пластинами конденсатора $E = 3000$ В/м. Какова ЭДС источника тока?



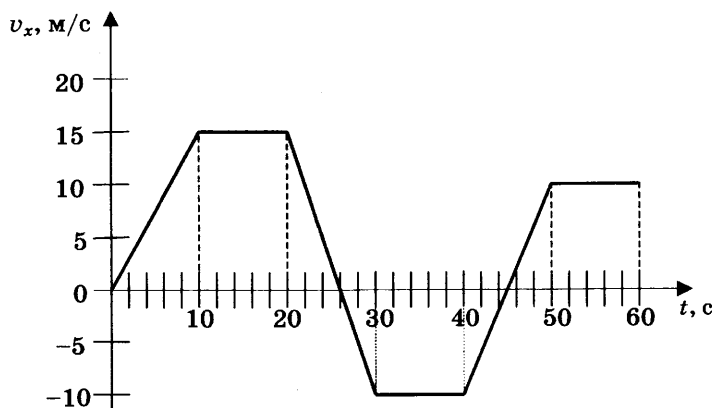
31. В идеальном колебательном контуре амплитуда колебаний силы тока 2 мА. В некоторый момент времени заряд конденсатора равен 5 нКл, а сила тока в контуре 0,8 мА. Чему равен период колебаний в контуре?

ВАРИАНТ 12

Часть 1

Ответами к заданиям 1–23 являются цифра, слово, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. На рисунке приведен график зависимости проекции скорости тела от времени.



Чему равен модуль максимального ускорения тела в процессе движения?

Ответ: _____ м/с².

2. На брусок массой 5 кг, движущийся по горизонтальной поверхности, действует сила трения скольжения 10 Н. Чему будет равна сила трения скольжения, если, не изменяя коэффициент трения, увеличить в 2 раза скорость движения бруска?

Ответ: _____ Н.

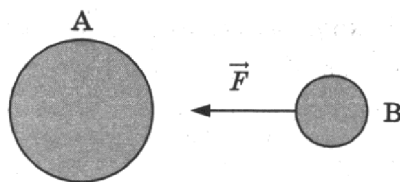
3. Масса грузовика $m_1 = 6000$ кг, масса легкового автомобиля $m_2 = 1000$ кг. Грузовик движется со скоростью $v_1 = 54$ км/ч, автомобиль со скоростью $v_2 = 108$ км/ч. Чему равно отношение импульса грузовика к импульсу автомобиля?

Ответ: _____.

4. Тело двигалось по окружности с постоянной скоростью, затем радиус окружности уменьшился в 2 раза при неизменной скорости. Во сколько раз изменилось ускорение тела?

Ответ: _____ раз.

5. На рисунке показаны планета А, ее спутник В и направление силы, с которой планета действует на спутник. Величина силы составляет 15 МН. Выберите два верных утверждения.



- 1) Масса спутника равна $1,5 \cdot 10^6$ кг.
- 2) Планета А притягивается к спутнику В с силой, меньшей 15 МН.
- 3) На планету А со стороны спутника В действует сила, сонаправленная с $\vec{F}$.
- 4) На планету А со стороны спутника В действует сила, направленная противоположно $\vec{F}$.
- 5) Планета А притягивается к спутнику В с силой, равной 15 МН.

Ответ:

--	--

6. Математический маятник массой m совершает колебания с периодом T и амплитудой x_0 . Что произойдет с периодом и максимальной потенциальной энергией маятника, если при неизменной массе уменьшить длину нити маятника?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

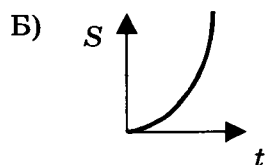
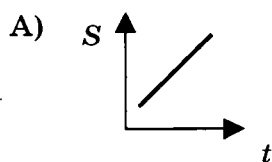
- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

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

Период	Максимальная потенциальная энергия

7. Установите соответствие между изображенными в первом столбце графиками различных движений и названием движения.

ГРАФИКИ



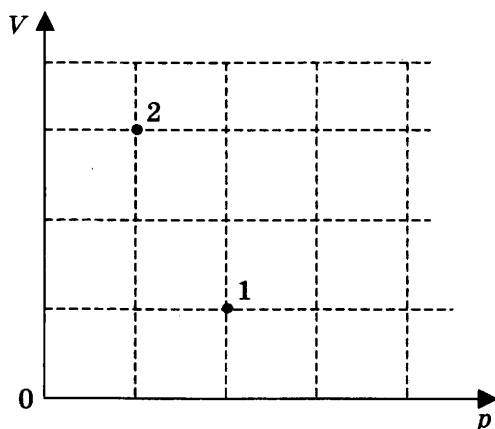
НАЗВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ

- 1) равномерное
- 2) равнозамедленное
- 3) равноускоренное
- 4) с переменным ускорением

Ответ:

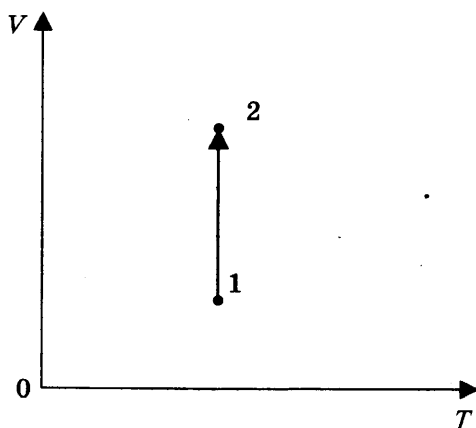
А	Б

8. В сосуде находится некоторое количество идеального газа. Во сколько раз увеличится температура газа при переходе газа из состояния 1 в состояние 2 (см. рисунок)?



Ответ: _____ раз.

9. В процессе, показанном на рисунке, газ получил 500 Дж теплоты. Найдите работу, совершенную газом в этом процессе.



Ответ: _____ Дж.

10. Тепловой двигатель с КПД $\eta = 40\%$ получает от нагревателя за цикл количество теплоты 12 кДж. Продолжительность цикла 1 минута. Определите полезную мощность двигателя.

Ответ: _____ Вт.

11. Твердое вещество медленно нагревалось в сосуде. В таблице приведены результаты измерений его температуры с течением времени.

Время, мин	0	5	10	15	20	25	30	35
Температура, °C	25	55	85	115	115	115	125	135

Выберите два верных утверждения, соответствующих этому процессу.

- 1) Температура плавления вещества равна 125 °C.
- 2) Температура плавления вещества равна 115 °C.
- 3) Через 10 мин после начала измерений в сосуде находилось вещество только в твердом состоянии.

- 4) Через 15 мин после начала измерений в сосуде находилось вещество в жидком состоянии.
 5) Через 20 мин после начала измерений в сосуде находилось вещество только в жидком состоянии.

Ответ:

--	--

12. Идеальный одноатомный газ изохорно охлаждается. Как при этом изменяются его давление и внутренняя энергия?

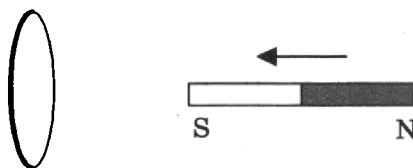
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
 2) уменьшается
 3) не изменяется

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

Давление	Внутренняя энергия

13. К кольцу из алюминия приближают магнит, как показано на рисунке.



Как направлен (*вверх, вниз, влево, вправо, от наблюдателя, к наблюдателю*) вектор магнитной индукции магнитного поля, возникшего в кольце? Ответ запишите словом (словами).

Ответ: _____.

14. Два точечных электрических заряда взаимодействуют с силой 8 мН. Чему стала равна сила взаимодействия между зарядами после увеличения расстояния между зарядами в 2 раза?

Ответ: _____ мН.

15. По катушке индуктивностью 4 мГн протекает постоянный ток 3 А. Чему равна энергия магнитного поля катушки?

Ответ: _____ мДж.

16. Исследовалась зависимость напряжения на обкладках конденсатора от заряда этого конденсатора. Результаты измерений представлены в таблице. Выберите два верных утверждения, соответствующих этим измерениям.

q , мкКл	0	1	2	3	4	5
U , В	0	1,2	2,6	3,5	5,3	6,4

- 1) Емкость конденсатора примерно равна 200 мкФ.
- 2) Емкость конденсатора примерно равна 800 нФ.
- 3) Заряду 2,5 мкКл будет соответствовать напряжение 3,4 В.
- 4) Энергия конденсатора при напряжении 2,5 В приблизительно равна 2,5 мкДж.
- 5) Емкость конденсатора зависит от заряда.

Ответ:

--	--

17. Световая волна с длиной волны λ распространяется в воздухе и под некоторым углом падает на стеклянную пластинку. Как изменятся при уменьшении угла падения длина волны и угол отражения?

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.

Длина волны	Угол отражения

18. Установите соответствие между действием электрического тока и устройствами, в которых это действие используется.

ДЕЙСТВИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА

- А) магнитное
- Б) световое

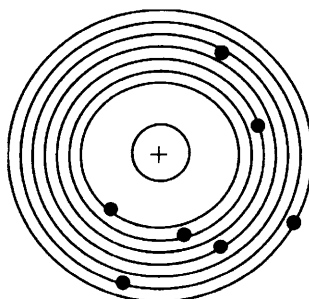
УСТРОЙСТВО

- 1) гальванический элемент
- 2) электроутюг
- 3) электродвигатель
- 4) лампа накаливания

Ответ:

А	Б

19. На рисунке изображена схема атома. Электроны обозначены черными точками. Число нуклонов в ядре этого атома равно 15.



Сколько протонов и нейтронов в ядре этого атома?

Ответ:

Число протонов	Число нейтронов

В бланк ответов №1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

20. Энергия одного фотона гамма-излучения равна $6,6 \cdot 10^{-14}$ Дж. Чему равна длина волны гамма-излучения? Ответ округлите до целых.

Ответ: _____ $\cdot 10^{-12}$ м.

21. При наблюдении фотоэффекта увеличили энергию падающих фотонов. Как при этом изменятся длина волны фотона и максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов?

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.

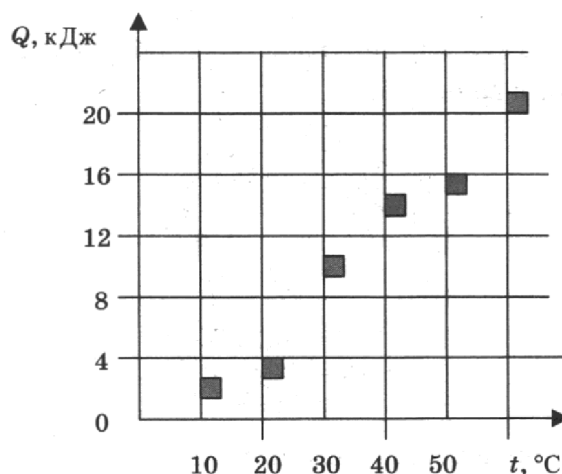
Длина волны	Максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов

22. Цена деления гальванометра 1 мА, на шкале прибора имеются 100 делений, внутреннее сопротивление прибора 100 Ом. Каков предел измерений напряжения данного прибора с учетом погрешности (считаем погрешность равной цене деления)?

Ответ: (_____ $\pm$ _____) В.

В бланк ответов №1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

23. На графике представлены результаты измерения количества теплоты Q , затраченного на нагревание 1 кг некоторого вещества, при различных значениях температуры t этого вещества. Погрешность измерения количества теплоты $\Delta Q = \pm 400$ Дж, температуры $\Delta t = \pm 2$ К.



Выберите два утверждения, соответствующие результатам этих измерений.

- 1) Удельная теплоемкость вещества примерно равна $650 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$.
- 2) Для нагревания до 313 К необходимо сообщить 13 кДж.

- 3) При охлаждении 1 кг вещества на 20 К выделится 13 000 Дж.
 4) Для нагревания 2 кг вещества на 30 К необходимо сообщить примерно 24 кДж.
 5) Удельная теплоемкость зависит от температуры.

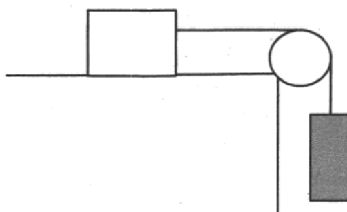
Ответ:

--	--

Часть 2

Ответом к заданиям 24–26 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

24. Брусок массой 600 г находится на горизонтальной поверхности с коэффициентом трения 0,5. К бруску с помощью невесомой нерастяжимой нити, перекинутой через невесомый блок, присоединен груз массой 400 г, как показано на рисунке. Чему равна сила натяжения нити?



Ответ: _____ Н.

25. Колебательный контур, содержащий катушку индуктивностью 4 мГн, излучает электромагнитные волны длиной 300 м. Найдите емкость конденсатора в этом контуре. Ответ округлите до десятых.

Ответ: _____ пФ.

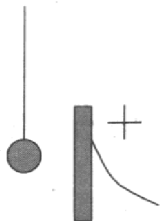
26. Собирающая линза увеличивает предмет, находящийся на ее главной оптической оси на расстоянии 40 см от линзы, в 3 раза. Чему равно фокусное расстояние линзы?

Ответ: _____ см.

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

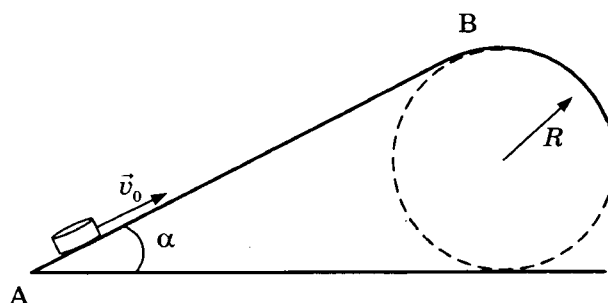
Для записи ответов на задания (27–31) используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (27, 28 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.

27. Маленький легкий незаряженный металлический шарик подвесили на непроводящей нити вблизи металлической пластины, которую подключили к положительному полюсу источника тока. Опишите движение шарика и объясните его, указав, какими физическими явлениями и закономерностями оно вызвано.

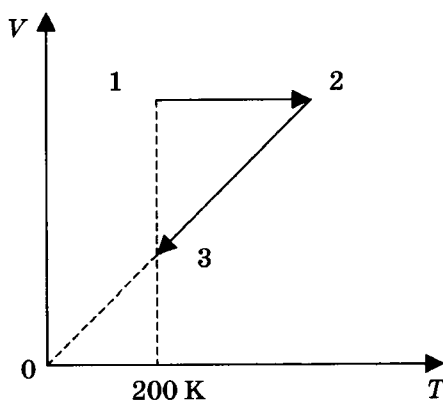


Полное правильное решение каждой из задач 28–31 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

28. Шайба после удара в точке А скользит вверх по наклонной плоскости с начальной скоростью $v_0 = 3,5$ м/с (см. рисунок). В точке В наклонная плоскость без излома переходит в наружную поверхность горизонтальной трубы радиусом $R = 0,4$ м. Каким должен быть коэффициент трения, чтобы в точке В шайба отрывалась от опоры? Длина наклонной плоскости $AB = L = 1,2$ м, угол наклона плоскости $\alpha = 30^\circ$.

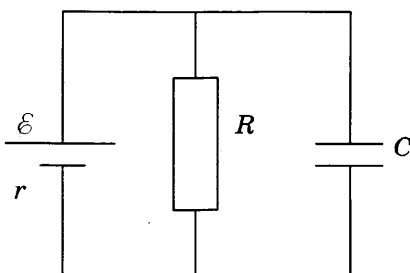


29. Четыре моль идеального одноатомного газа сначала нагрели, увеличив давление в 2 раза, а затем охладил до первоначальной температуры 200 К (см. рисунок).



Какое количество теплоты отдал газ на участке 2–3?

30. К источнику тока с ЭДС $\mathcal{E} = 5$ В и внутренним сопротивлением $r = 1$ Ом подключили параллельно соединенные резистор сопротивлением $R = 4$ Ом и плоский конденсатор емкостью $C = 10^{-6}$ Ф. Какова энергия электрического поля конденсатора?



31. После столкновения двух γ -квантов образовались электрон и позитрон (положительно заряженная частица, масса и модуль заряда которой такие же, как у электрона). Найдите модуль импульса одного из γ -квантов в системе отсчета, где электрон и позитрон покоятся.

РАЗБОР ТИПОВОГО ВАРИАНТА

Вариант 1

Часть 1

1. Для определения скорости необходимо изменение координаты разделить на промежуток времени, за который это изменение произошло: $v_x = \frac{\Delta x}{\Delta t}$.

По графику определяем, что координата в промежутке времени от 14 до 20 с не изменялась. Следовательно, скорость равна 0 м/с.

Ответ в бланке: 0.

2. По второму закону Ньютона $a = F/m$ и направление ускорения всегда совпадает с направлением равнодействующей силы. В данном случае на тело действуют две силы $\vec{F}_1$ и $\vec{F}_2$, направленные противоположно. Так как $\vec{F}_1$ по модулю больше силы $\vec{F}_2$, то их равнодействующая направлена вертикально вверх и равна $F = F_1 - F_2 = 2$ Н. Следовательно, ускорение $a = 2/2 = 1$ м/с².

Ответ в бланке: 1.

3. Попадание пули в брусок представляет собой неупругое столкновение, для которого справедлив закон сохранения импульса. Импульс пули до столкновения равен импульсу бруска с пулей после столкновения, т.е. $mv = (m + M)v_1$ (m — масса пули, M — масса бруска). Отсюда скорость бруска после попадания в него пули $v_1 = \frac{mv}{M + m} = \frac{0,01 \cdot 100}{0,49 + 0,01} = 2$ м/с.

Ответ в бланке: 2.

4. Длина волны связана с периодом или частотой колебаний через скорость $\lambda = vT = \frac{v}{\nu}$, откуда $\nu = \frac{v}{\lambda} = \frac{4}{2} = 2$ Гц.

Ответ в бланке: 2.

5. Груз, совершающий колебания на пружине, представляет собой пружинный маятник.

Проверим справедливость сформулированных в задании утверждений.

1) Период колебаний равен 0,5 с.

Период колебаний — это время одного полного колебания, т.е. за время, равное периоду, маятник должен возвратиться в исходную точку. Через 0,5 с смещение груза равно –2 см, в исходное положение (смещение 2 см) он не вернулся. Утверждение неверно.

2) Частота колебаний равна 1 Гц.

Частота колебаний — это число колебаний, совершаемых за единицу времени, величина, обратная периоду. Из таблицы следует, что смещение груза первый раз после начала отсчета станет равно 2 см через 1 с. Следовательно, частота $\nu = 1/T = 1$ Гц. Утверждение верно.

3) Скорость груза минимальна в момент времени $t = 0,75$ с.

Скорость груза минимальна, т.е. равна нулю в крайних точках максимального отклонения от положения равновесия. Груз находится в крайних точках при $t = 0; 0,5$ с; 1 с. Утверждение неверно.

4) Кинетическая энергия груза максимальна только в момент времени $t = 0,25$ с.

Скорость груза и его кинетическая энергия максимальны при прохождении положения равновесия, т.е. когда смещение равно 0. Груз находится в положении равновесия при $t = 0,25$ с; $0,75$ с, т.е. 2 раза за время наблюдений. Утверждение неверно.

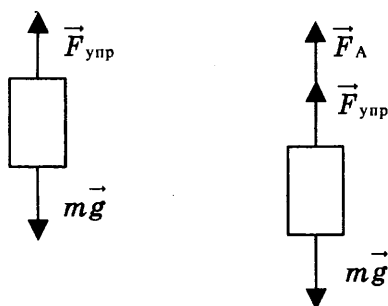
5) Кинетическая энергия груза максимальна в моменты времени $t = 0,25$ с и $t = 0,75$ с.

Как следует из рассмотрения в пункте 4, утверждение верно.

2	5
---	---

Ответ в бланке: 25.

6. На груз, находящийся в воздухе, действуют сила упругости пружины и сила тяжести, направленные противоположно, как показано на рисунке слева. В положении равновесия эти силы уравновешены $F_{\text{упр}} = mg$ или $kx = mg$, где x — растяжение пружины. При погружении груза в воду к силе упругости и силе тяжести добавляется еще сила Архимеда, направленная вертикально вверх, как показано на рисунке справа. Теперь условие равновесия имеет вид $F_{\text{упр}} + F_A = mg$, или $kx_1 = mg - F_A$.

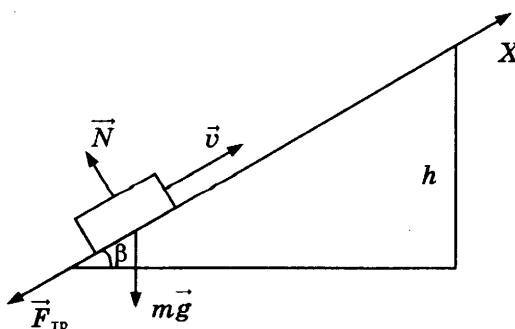


Следовательно, растяжение пружины уменьшится. Сила тяжести на поверхности Земли не зависит от местонахождения тела, она является результатом взаимодействия тела с Землей.

Растяжение пружины	Сила тяжести
Уменьшилось — 2	Не изменилась — 3

Ответ в бланке: 23.

7. На брусок, движущийся вверх вдоль наклонной плоскости, действуют сила тяжести, сила реакции опоры и сила трения, показанные на рисунке.



В результате действия силы трения и силы тяжести брусок замедляется и останавливается. Ускорение постоянное, направлено против оси X . Движение равнозамедленное, поэтому скорость бруска уменьшается линейно со временем, достигая нуля в некоторый момент времени. График А) соответствует изменению скорости бруска со временем. Кинетическая энергия бруска с течением времени уменьшается пропорционально квадрату скорости, соответствующий график отсутствует. Потенциальная энергия бруска растет до остановки, а затем уменьшается. При равнозамедленном движении пройденное телом расстояние зависит от времени $S = v_0 t - \frac{at^2}{2}$, потенциальная энергия пропорциональна высоте $E_{\text{п}} = mgh = mgS \sin \beta$. Следовательно, график зависимости потенциальной энергии от времени представляет собой параболу, ветви которой направлены вниз — график Б).

А	Б
4	1

Ответ в бланке: 41.

8. В изотермическом процессе температура не изменяется, из уравнения Менделеева — Клапейрона следует, что не изменяется произведение $pV = \text{const}$. При изотермическом расширении объем увеличивается, а давление уменьшается, т.е. $p_1 V_1 = \frac{p_1}{2} (V_1 + \Delta V)$. Следовательно, $2V_1 = V_1 + \Delta V$ и $V_1 = \Delta V = 5$ л.

Ответ в бланке: 5

9. На диаграмме давление газа прямо пропорционально температуре, что соответствует изохорному процессу $V = \text{const}$. В изохорном процессе работа газа равна нулю, все поступившее количество теплоты идет на изменение внутренней энергии.

Ответ в бланке: 0.

10. Относительная влажность определяется отношением плотности пара, содержащегося в воздухе, к плотности насыщенного пара при данной температуре $\varphi = \frac{\rho}{\rho_{\text{н}}} \cdot 100\%$. Плотность прямо пропорциональна массе и обратно пропорциональна объему, поэтому при неизменном количестве пара относительная влажность также обратно пропорциональна объему $\varphi = \frac{m}{V \rho_{\text{н}}} \cdot 100\%$. При уменьшении объема под поршнем в 2 раза относительная влажность увеличится в 2 раза, т.е. составит 50%. Следует отметить, что относительная влажность не может превышать 100%.

Ответ в бланке: 50.

11. На графике представлены два изопроцесса: 1–2 при постоянном давлении (изобарный) и 2–3 при постоянном объеме (изохорный).

1) Точкам 1 и 2 соответствует одинаковое давление, но температура в точке 1 в 3 раза больше, чем в точке 2. При постоянном давлении большей температуре соответствует больший объем, т.е. $V_1 = 3V_2$. Первое утверждение неверно.

2) Используя данные графика и уравнение Менделеева—Клапейрона $pV = \nu RT$, найдем объем в состоянии 3: $V = \frac{\nu RT}{p} = \frac{0,1 \cdot 8,31 \cdot 300}{60 \cdot 10^3} = 4,2 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3 = 4,2 \text{ л}$ — второе утверждение верно.

3) В процессе 1–2 происходит изобарное охлаждение (сжатие), температура уменьшается на $\Delta T = 200 \text{ К}$, внешние силы совершают над газом работу $A_{\text{вн}} = p \Delta V = \nu R \Delta T = 0,1 \cdot 8,31 \cdot 200 = 166,2 \text{ Дж}$ — третье утверждение верно.

4) В процессе 2–3 происходит изохорное нагревание, работа равна 0. Утверждение 4 неверно.

5) В процессе 1–2, согласно первому закону термодинамики, $Q = \Delta U + A$. Изменяется температура, следовательно, происходит изменение (уменьшение) внутренней энергии. Поэтому отданное количество теплоты больше 166 Дж. Утверждение 5 неверно.

Ответ в бланке: 23.

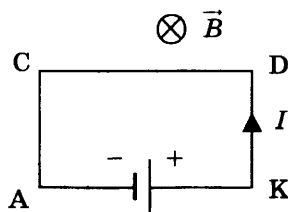
12. На графике А объем линейно уменьшается с уменьшением температуры. Если объем газа уменьшается, то газ совершает отрицательную, а внешние силы положительную работу. С уменьшением температуры внутренняя энергия газа уменьшается, т.е. графику А соответствует утверждение 2.

На графике Б не изменяется температура, что соответствует изотермическому процессу. Давление в изотермическом процессе растет с уменьшением объема, так как $pV = \text{const}$. Объем уменьшается, следовательно, газ совершает отрицательную работу. Внутренняя энергия газа в изотермическом процессе остается постоянной. Графику Б соответствует утверждение 3.

А	Б
2	3

Ответ в бланке: 23.

13. Ток в цепи течет от «плюса» к «минусу», т.е. в направлении от К к D.



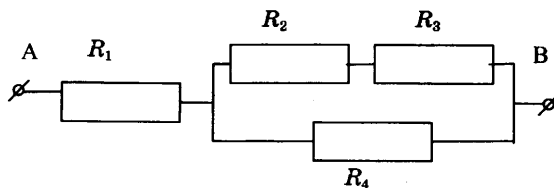
На проводник с током в магнитном поле действует сила Ампера, направление которой определяется по правилу левой руки: пальцы левой руки направляем по направлению тока, линии магнитной индукции входят в ладонь, большой палец показывает направление силы Ампера. Сила Ампера, действующая на проводник DK, направлена влево.

Ответ в бланке: влево.

14. В представленной электрической схеме резисторы R_2 и R_3 соединены последовательно, их общее сопротивление $R_{23} = 60$ Ом (при последовательном соединении сопротивления складываются). Далее полученное сопротивление и резистор R_4 соединены параллельно (складываются величины, обратные сопротивлениям). Их общее сопротивление $R_{234} = \frac{R_{23} \cdot R_4}{R_{23} + R_4} = 20$ Ом.

Последнее сопротивление и R_1 соединены последовательно, общее сопротивление всего участка цепи равно $R = 30 + 20 = 50$ Ом. Сила тока в цепи определяется по закону Ома для участка цепи:

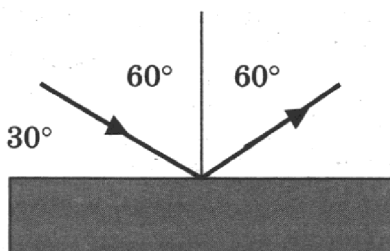
$$I = \frac{U}{R} = \frac{25}{50} = 0,5 \text{ А. Это значение силы тока, протекающего через резистор } R_1.$$



Напряжение на резисторе R_1 равно $U_1 = IR_1 = 0,5 \cdot 30 = 15$ В.

Ответ в бланке: 15.

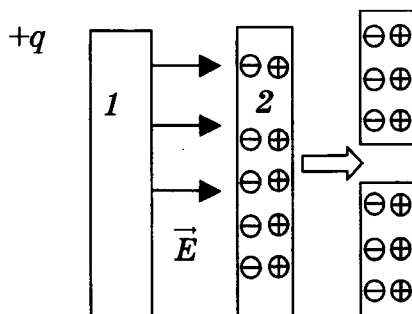
15. Если луч света падает на границу раздела двух сред под углом 30° к поверхности, то угол падения равен 60° (см. рисунок). Угол отражения равен углу падения. Из рисунка видно, что угол между падающим и отраженным лучами равен 120° .



Ответ в бланке: 120.

16. Металлическая заряженная пластина создает вокруг себя электрическое поле, напряженность которого E направлена перпендикулярно пластине. Под действием этого поля свободные заряды в пластине 2 распределятся: положительные переместятся по направлению поля, отрицательные — противоположно. Причем сумма индуцированных зарядов равна 0. Перед раздвижением на левой стороне пластины 2 будет заряд (-6 нКл) , на правой — $(+6 \text{ нКл})$. Утверждение 1 верно, утверждения 2 и 3 неверны.

Если затем разрезать пластину, как показано на рисунке, в верхней и нижней частях останется одинаковое количество положительных и отрицательных зарядов. Поэтому заряд верхней и нижней частей будет равен нулю. Утверждение 5 верно, утверждение 4 неверно.



Ответ в бланке: 15.

17. При движении ползунка реостата вправо уменьшается длина проволоки реостата, через которую идет ток, и сопротивление реостата будет уменьшаться — 2. По закону Ома для замкнутой цепи сила тока обратно пропорциональна полному сопротивлению цепи $I = \frac{\mathcal{E}}{R+r}$. Следовательно, с уменьшением сопротивления сила тока увеличится — 1.

Сопротивление реостата	Сила тока
Уменьшится — 2	Увеличится — 1

Ответ в бланке: 21.

18. А) Сила, действующая на заряд со стороны электрического поля, — это сила, зависящая от величины заряда q и напряженности электрического поля E : $F = qE$. По второму закону Ньютона эта сила сообщает заряду ускорение $F = ma$. Приравнивая две формулы, получаем ускорение заряда $a = \frac{qE}{m}$. Скорость при равноускоренном движении $v = at = \frac{qEt}{m}$ (2).

Б) Со стороны магнитного поля с индукцией B на движущийся со скоростью v электрический заряд q действует сила Лоренца: $F = qvB \sin \alpha$. Скорость заряда перпендикулярна линиям

индукции, т.е. угол $\alpha = 90^\circ$, $\sin \alpha = 1$. Под действием магнитного поля траектория заряда искривляется, сила Лоренца сообщает заряду центростремительное ускорение $F = ma_{\text{ц}}$, или $qvB = m \frac{v^2}{R}$, где R — радиус окружности, по которой движется заряд. Тогда скорость движения в магнитном поле $v = \frac{qBR}{m}$ (1).

А	Б
2	1

Ответ в бланке: 21.

19. В состав атома входят положительно заряженное ядро и отрицательно заряженные электроны. Символическая запись атомного ядра имеет вид A_ZX , где X — символ химического элемента, Z — зарядовое число, равное числу протонов в ядре, A — массовое число, равное общему количеству протонов и нейтронов в ядре. В нейтральном атоме положительный заряд ядра компенсируется отрицательным зарядом электронов, электронов на схеме 4, их общий заряд $-4e$. Следовательно, заряд ядра равен $+4e$. Заряд ядра определяется числом протонов в ядре, заряд каждого протона $+e$, поэтому число протонов $Z = 4$.

Ответ в бланке: 40.

20. Символическая запись атомного ядра имеет вид A_ZX , где X — символ химического элемента, Z — зарядовое число, равное числу протонов в ядре, A — массовое число, равное общему количеству протонов и нейтронов в ядре. Закон сохранения заряда означает, что сумма зарядовых чисел до реакции равна сумме зарядовых чисел после реакции. Сумма зарядовых чисел в левой части реакции $1 + 2 = 3$. Для удовлетворения закона сохранения заряда сумма зарядовых чисел также должна быть равна 3. Заряд образовавшейся частицы равен 0.

Ответ в бланке: 0.

21. А) график представляет собой вольтамперную характеристику фотоэффекта, т.е. зависимость силы тока от напряжения — 3.

Б) ток насыщения линейно зависит от интенсивности света, но эта зависимость началась бы из 0. Согласно уравнению Эйнштейна для фотоэффекта кинетическая энергия электронов линейно зависит от частоты, причем начинается не из 0. График Б выражает зависимость 2.

А	Б
3	2

Ответ в бланке: 32.

22. Цена деления термометра (10 градусов) : (5 делений) = 2. Измеренное значение температуры 22°C . С учетом погрешности измерений $(22 \pm 2)^\circ\text{C}$.

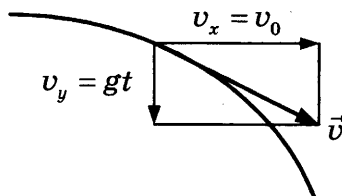
Ответ в бланке: 222.

23. Для измерения напряжения вольтметр необходимо подключить параллельно к участку цепи, на котором измеряется напряжение. В данном задании вольтметр нужно подключить параллельно к сопротивлению R_1 . Правильное подключение показано на схеме 3. Подключение вольтметра параллельно к сопротивлению R_3 показано на схеме 5.

Ответ в бланке: 35.

Часть 2

24. В отсутствие сопротивления воздуха пуля движется под действием только силы тяжести, с ускорением свободного падения, направленным вертикально вниз. Движение является равномерным в горизонтальном направлении и равноускоренным в вертикальном направлении. Траекторией движения является парабола, по касательной к которой в любой момент направлена скорость пули. Начальная скорость пули направлена горизонтально и не изменяется в процессе движения. В процессе движения появляется вертикальная составляющая скорости $v_y = gt$ (см. рис.).



Из рисунка видно, что в тот момент, когда скорость направлена под углом 30° к горизонту, $\frac{v_y}{v_x} = \operatorname{tg} 30^\circ$.

Учитывая, что $v_x = v_0$, а $v_y = gt$, получим $v_0 = gt\sqrt{3} = 26$ м/с.

Ответ в бланке: 26.

25. В магнитном поле на движущуюся заряженную частицу действует сила Лоренца $F_{\text{л}} = qvB \sin \alpha$. В случае, когда векторы скорости и магнитной индукции перпендикулярны, угол $\alpha = 90^\circ$ и $\sin \alpha = 1$. Траекторией движения частицы в магнитном поле является окружность, и сила Лоренца сообщает частице центростремительное ускорение $a_{\text{ц}} = \frac{v^2}{R}$. Второй закон Ньютона для частицы имеет вид: $F_{\text{л}} = ma_{\text{ц}}$. Подставив формулы для силы Лоренца и центростремительного ускорения, получим: $qvB = m \frac{v^2}{R}$. Из последнего равенства выражаем радиус окружности (это и будет радиус кривизны траектории частицы): $R = \frac{mv}{qB}$. Скорость частицы выражаем

через ее кинетическую энергию: $E_k = \frac{mv^2}{2} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2E_k}{m}}$. Тогда радиус кривизны траектории

$$R = \frac{m \sqrt{\frac{2E_k}{m}}}{qB} = \frac{\sqrt{2mE_k}}{qB}.$$

В задании дано отношение масс частиц $m_1 = 2m_2$ и отношение их кинетических энергий $E_{k1} = 4E_{k2}$, заряды частиц одинаковые, индукция магнитного поля также одинаковая для обеих частиц. Найдем отношение радиусов:

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{\sqrt{2m_1 E_{k1}}}{qB} : \frac{\sqrt{2m_2 E_{k2}}}{qB} = \sqrt{\frac{m_1 E_{k1}}{m_2 E_{k2}}} = \sqrt{\frac{2m_2 \cdot 4E_{k2}}{m_2 E_{k2}}} = 2\sqrt{2} = 2,8.$$

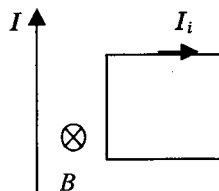
Ответ в бланке: 2,8.

26. По формуле линзы $\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = D$ найдем расстояние от линзы до изображения.

$\frac{1}{f} = D - \frac{1}{d} = 4 - \frac{1}{0,5} = 2$, т.е. $f = 0,5$ м. Увеличение предмета в линзе при расположении предмета перпендикулярно главной оптической оси линзы $\Gamma = \frac{H}{h} = \frac{f}{d} = 1$ для данной задачи. Это означает, что размер изображения равен размеру предмета $H = 9$ см.

Ответ в бланке: 9.

27. Вокруг проводника с током возникает магнитное поле, направление вектора магнитной индукции зависит от направления тока в проводнике. В случае тока, текущего вверх, магнитная индукция направлена перпендикулярно рисунку «от нас».



Линии магнитной индукции пересекают рамку и создают через нее магнитный поток $\Phi = BScos\alpha$, где B — магнитная индукция, S — площадь рамки, α — угол между магнитной индукцией и перпендикуляром к рамке, в данном случае $\alpha = 0$.

При выключении тока в проводнике магнитная индукция и магнитный поток будут уменьшаться. Согласно закону электромагнитной индукции в рамке возникнет индукционный ток. По правилу Ленца индукционный ток будет препятствовать вызвавшему его изменению магнитного потока, т.е. будет стремиться поддержать убывающее магнитное поле проводника. Индукционный ток в рамке будет направлен таким образом, чтобы его магнитное поле было сонаправлено с убывающим полем проводника. Индукционный ток направлен по часовой стрелке.

При включении тока в проводнике магнитная индукция и магнитный поток будут увеличиваться. Возникающий при этом в рамке индукционный ток будет стремиться ослабить увеличивающееся магнитное поле, магнитное поле индукционного тока будет направлено противоположно магнитному полю проводника. Индукционный ток направлен против часовой стрелки.

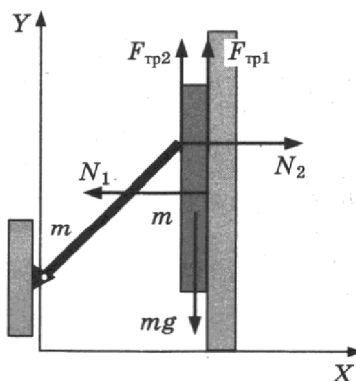
28.

Дано: $\alpha = 45^\circ$

$\mu_1 = 0,2$

Найти: μ_2

Решение:



Сделаем рисунок, на котором покажем действующие на пластину силы: силу тяжести mg , силу реакции опоры стенки N_1 , силу трения о стенку $F_{\text{тр}1}$, силу действия со стороны стержня N_2 , силу трения пластины о стержень $F_{\text{тр}2}$. Для равномерного движения пластины необходимо, чтобы векторная сумма всех сил была равна 0. Выберем координатные оси X и Y и спроецируем на них силы:

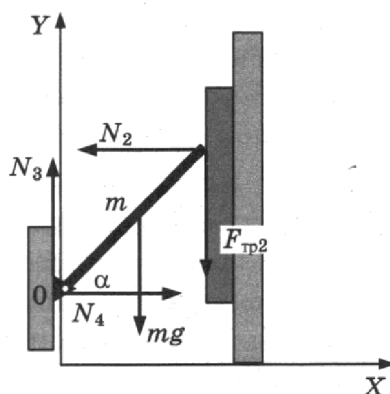
$$OY: F_{\text{тр}1} + F_{\text{тр}2} - mg = 0$$

$$OX: N_2 - N_1 = 0$$

Так как пластина скользит по стенке и стержень скользит по пластине, то силы трения скольжения равны произведению коэффициента трения на величину силы реакции опоры:

$$F_{\text{тр}1} = \mu_1 N_1 \text{ и } F_{\text{тр}2} = \mu_2 N_2. \text{ Тогда } (\mu_1 + \mu_2) N_1 = mg.$$

Далее рассмотрим силы, действующие на стержень: сила тяжести mg , сила реакции пластины N_2 , сила трения скольжения о пластину $F_{\text{тр}2}$, силы реакции шарнира N_3 и N_4 . По третьему закону Ньютона силы, действующие на стержень со стороны пластины, равны по модулю и противоположны по направлению силам, действующим на пластину со стороны стержня.



Положение стержня не меняется, следовательно, сумма моментов всех сил, на него действующих, равна 0. Рассмотрим моменты сил относительно оси, проходящей через точку O шарнира. Моменты сил N_3 и N_4 относительно этой оси равны нулю. Для остальных сил:

$$mg \frac{l}{2} \cos \alpha + F_{\text{тр}2} l \cos \alpha - N_2 l \sin \alpha = 0, \text{ где } l \text{ — длина стержня. С учетом } F_{\text{тр}2} = \mu_2 N_2$$

$$\frac{mg}{2} \cos \alpha + \mu_2 N_2 \cos \alpha - N_2 \sin \alpha = 0$$

$$\text{Или } N_2 = \frac{mg \cos \alpha}{2(\sin \alpha - \mu_2 \cos \alpha)}$$

$$\text{Учитывая, что } N_1 = N_2, \text{ получим } \frac{mg}{(\mu_1 + \mu_2)} = \frac{mg \cos \alpha}{2(\sin \alpha - \mu_2 \cos \alpha)}.$$

Сократив mg и подставляя значения синуса и косинуса, имеем:

$$2(1 - \mu_2) = \mu_1 + \mu_2. \text{ Откуда } \mu_2 = 0,6.$$

Ответ: $\mu_2 = 0,6$.

29.

Дано: $m_1 = 300 \text{ г}$

$m_2 = 1,5 \text{ кг}$

$t_1 = -5 \text{ }^\circ\text{C}$

$P = 600 \text{ Вт}$

$\eta = 30\%$

Найти: Δt

Решение:

КПД плитки равно отношению полезного количества теплоты (затраченного на нагрев льда и кастрюли до 0°C и на плавление льда) к затраченной работе:

$$\eta = \frac{Q_{\text{полез}}}{Q_{\text{затр}}}.$$

Количество теплоты равно $Q_{\text{полез}} = c_1 m_1 (t_{\text{пл}} - t_1) + c_2 m_2 (t_{\text{пл}} - t_1) + \lambda m_2$,

где $c_1 = 900 \text{ Дж/кг} \cdot \text{К}$ — удельная теплоемкость алюминия, $c_2 = 2100 \text{ Дж/кг} \cdot \text{К}$ — удельная теплоемкость льда, $\lambda = 3,3 \cdot 10^5 \text{ Дж/кг}$ — удельная теплота плавления льда, $t_{\text{пл}} = 0^\circ\text{C}$ — температура плавления льда.

Для приведенных в условии данных $Q_{\text{полез}} = 512\,100 \text{ Дж}$.

Затраченную работу можно выразить через мощность и время: $A_{\text{затр}} = P \Delta t$.

Тогда $\Delta t = \frac{A_{\text{затр}}}{P} = \frac{Q_{\text{полез}}}{\eta P} = 2845 \text{ с} = 47,4 \text{ мин}$.

Ответ: $\Delta t = 47,4 \text{ мин}$.

30.

Дано: $\mathcal{E} = 15 \text{ В}$

$R_1 = 12 \text{ Ом}$

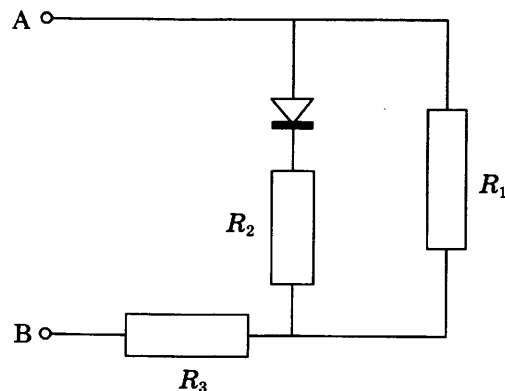
$R_2 = 8 \text{ Ом}$

$R_3 = 15 \text{ Ом}$

Найти: P_1, P_2

Решение:

а) Подключение плюса источника к точке А, минуса источника к точке В.



Диод обладает односторонней проводимостью, при подключении плюса к точке А ток через диод проходит, сопротивление R_2 участвует в создании общего сопротивления цепи. Напряжения на сопротивлениях R_1 и R_2 равны (параллельное соединение).

ЭДС источника равна сумме напряжений на сопротивлении R_1 и на сопротивлении R_3 :
 $\mathcal{E} = U_1 + U_3$.

По закону Ома для участка цепи $I = \frac{U_3}{R_3} = \frac{U_1}{R_{12}}$, где общее сопротивление параллельного соединения $R_{12} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = 4,8 \text{ Ом}$.

Тогда $U_3 = U_1 \frac{R_3}{R_{12}}$ и $\mathcal{E} = U_1 + U_1 \frac{R_3}{R_{12}} = U_1 \left(1 + \frac{R_3}{R_{12}} \right)$.

Из последней формулы $U_1 = \frac{\mathcal{E}}{1 + \frac{R_3}{R_{12}}} = 3,6 \text{ В.}$

Выделяемая на сопротивлении мощность $P = \frac{U_1^2}{R_1} = 1,1 \text{ Вт.}$

б) Подключение плюса источника к точке В, минуса источника к точке А. При подключении плюса к точке В ток через диод не проходит, сопротивление R_2 не участвует в создании общего сопротивления цепи. Сопротивления R_1 и R_3 соединены последовательно и через них течет ток одинаковой силы.

Сила тока в цепи: $I = \frac{\mathcal{E}}{R_1 + R_3} = 0,56 \text{ А.}$

Выделяемая на сопротивлении мощность $P = I^2 R_1 = 3,76 \text{ Вт.}$

Ответ: а) $P = 1,1 \text{ Вт}$; б) $P = 3,76 \text{ Вт.}$

31.

Дано: $m = 6,645 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$

$M = 2,3 \cdot 10^{-25} \text{ кг}$

$E_{\kappa\alpha} = 6 \text{ МэВ} = 6 \cdot 10^6 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$

Найти: v_α

Решение:

При вылете α -частицы из ядра выполняется закон сохранения импульса $mv_\alpha = Mv_\gamma$.

Скорость α -частицы можно определить, зная ее кинетическую энергию $E_{\kappa\alpha} = \frac{mv_\alpha^2}{2}$.

$$v_\alpha = \sqrt{\frac{2E_{\kappa\alpha}}{m}} = 1,7 \cdot 10^7 \text{ м/с.}$$

Скорость ядра $v_\gamma = \frac{mv_\alpha}{M} = 4,9 \cdot 10^5 \text{ м/с.}$

Ответ: $v = 4,9 \cdot 10^5 \text{ м/с.}$

ОТВЕТЫ

Часть 1

	Вар.1	Вар.2	Вар.3	Вар.4	Вар.5	Вар.6	Вар.7	Вар.8	Вар.9	Вар.10	Вар.11	Вар.12
1	0	6	3,5	4	1	225	0	0,5	125	1	37,5	2,5
2	1	900	25	10	50	50	128	1,5	50	100	40	10
3	2	25	5	65	0,5	3	0	4	17	4	144	3
4	2	6	7	5	12	4	1	1250	0,2	3	2	2
5	25	14	45	13	25	24	35	24	34	24	24	45
6	23	13	11	31	23	31	32	32	33	13	32	22
7	41	13	32	41	43	13	24	21	31	31	24	13
8	5	3	12,5	100	500	150	300	200	83,1	4	6	1,5
9	0	0	700	450	3	415	4	9	45	2	249	500
10	50	2	86	1009	50	750	66	250	60	50	4	80
11	23	24	25	23	12	14	34	15	15	34	14	23
12	23	13	12	14	11	34	22	12	43	23	23	22
13	влево	вниз	вверх	вниз	вверх	вниз	вверх	влево	вниз	вверх	вправо	влево
14	15	24	600	2	0,05	0,5	16	1,2	0,8	3	5	2
15	120	35	40	16	0,2	15	300000	35	30	10	400	18
16	15	13	23	24	14	25	25	34	14	24	25	24
17	21	32	12	23	22	23	13	12	12	23	13	32
18	21	42	41	43	41	34	21	32	34	32	21	34
19	40	2022	91228	23290	97232	86224	86	84210	4747	90229	43	78
20	0	44	13,6	3,8	5700	12,1	4	2,2	5	1,5	100	3
21	32	32	31	23	13	31	23	11	21	12	23	21
22	222	4,000,25	0,1200,005	0,600,05	105	282	1001	5,40,2	3,30,1	2	25	10,00,1
23	35	13	24	12	15	13	24	23	14	14	13	24

Часть 2

	Вар.1	Вар.2	Вар.3	Вар.4	Вар.5	Вар.6	Вар.7	Вар.8	Вар.9	Вар.10	Вар.11	Вар.12
24	26	12	1	0,6	0,2	10	0,75	0,3	0,125	7500	2	3,6
25	2,8	4,5	420	90	0,5	20	420	315	307	16	4	6,3
26	9	2,8	1,5	231	500	15	64	1,4	10	3	20	30

	28	29	30	31
Вар. 1	0,6	≈ 47 мин	1,1 Вт; 3,76 Вт	$4,9 \cdot 10^5$ м/с
Вар. 2	10,6 Н	19 кг	14,6 Вт; 8,8 Вт	8 м/с вправо
Вар. 3	75 м	37,5 Дж	0,3 А 19,2 В	8 м/с
Вар. 4	1,96 м	7,5 кДж	0,06 А 20,3 В	1,7 мПа
Вар. 5	18,75 Н	220 °С	4 мкКл	6 нКл
Вар. 6	0,13 м	16 м/с	15 В	$4,6 \cdot 10^5$ м/с
Вар. 7	80 м	11 м/с	1,8 мкКл	$6,6 \cdot 10^{-8}$ с
Вар. 8	0,07 м	8 К	3 А	$4,2 \cdot 10^5$ м/с
Вар. 9	25 м	5 К	108 мДж	1,6 пДж
Вар. 10	1,78 м	129 кг	1 мФ	$5,3 \cdot 10^5$ м/с
Вар. 11	0,4 м	4,5 кДж	10 В	17 мкс
Вар. 12	0,43	16,6 кДж	8 мкДж	$2,7 \cdot 10^{-22}$ кг · м/с

Справочное издание

Бобошина Светлана Борисовна

ЕГЭ

ФИЗИКА

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ ТЕСТЫ

**ПРАКТИКУМ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ
ТИПОВЫХ ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ ЕГЭ**

Издательство **«ЭКЗАМЕН»**

Гигиенический сертификат
№ РОСС RU.ПЩ01.Н00199 от 19.05.2016 г.

Главный редактор *Л. Д. Лаппо*
Редактор *Г. А. Лонцова*
Технический редактор *Л. В. Павлова*
Корректоры *Е. В. Григорьева, И. Д. Баринская*
Дизайн обложки *Л. В. Демьянова*
Компьютерная верстка *М. В. Курганова, А. В. Толокевич*

107045, Москва, Луков пер., д. 8. www.examen.biz
E-mail: по общим вопросам: info@examen.biz;
по вопросам реализации: sale@examen.biz
тел./факс 8 (495) 641-00-30 (многоканальный)

Общероссийский классификатор продукции
ОК 005-93, том 2; 953005 — книги, брошюры, литература учебная

Отпечатано в соответствии с предоставленными материалами
в ООО «ИПК Парето-Принт», 170546, Тверская область, Промышленна
зона Боровлево-1, комплекс №3А, www.pareto-print.ru

По вопросам реализации обращаться по тел.:
8 (495) 641-00-30 (многоканальный).