

# ЕГЭ 2020

С. Б. БОБОШИНА

## ФИЗИКА

### ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ ТРЕНАЖЁР

К НОВОЙ ОФИЦИАЛЬНОЙ  
ДЕМОНСТРАЦИОННОЙ ВЕРСИИ ЕГЭ

20

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫХ ВАРИАНТОВ



С. Б. Бобошина

ЕДИНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭКЗАМЕН

**ФИЗИКА**  
**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ**  
**ТРЕНАЖЁР**

*20 экзаменационных вариантов*

*Издательство*  
**«ЭКЗАМЕН»**  
МОСКВА, 2020

УДК 372.8:53  
ББК 74.262.22  
Б72

**Бобошина С. Б.**

Б72 ЕГЭ 2020. Экзаменационный тренажёр. Физика. 20 экзаменационных вариантов / С. Б. Бобошина. — М. : Издательство «Экзамен», 2020. — 191, [1] с. (Серия «ЕГЭ. Экзаменационный тренажёр»)

ISBN 978-5-377-15024-4

Предлагаемое пособие содержит 20 тренировочных экзаменационных вариантов Единого государственного экзамена (ЕГЭ) по физике, составленных с учетом всех особенностей и требований ЕГЭ.

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

«Экзаменационный тренажёр» по физике предназначен как для работы в классе, так и для самостоятельного контроля знаний.

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 60х90/8. Гарнитура «Школьная».  
Бумага газетная. Уч.-изд. л. 7,41. Усл. печ. л. 24.  
Тираж 6000 экз. Заказ №5850/19

---

**ISBN 978-5-377-15024-4**

© Бобошина С. Б., 2020  
© Издательство «ЭКЗАМЕН», 2020

# СОДЕРЖАНИЕ

<b>Инструкция по выполнению</b> .....	<b>3</b>
<b>ВАРИАНТ 1</b> .....	<b>10</b>
Часть 1 .....	10
Часть 2 .....	16
<b>ВАРИАНТ 2</b> .....	<b>19</b>
Часть 1 .....	19
Часть 2 .....	26
<b>ВАРИАНТ 3</b> .....	<b>28</b>
Часть 1 .....	28
Часть 2 .....	34
<b>ВАРИАНТ 4</b> .....	<b>36</b>
Часть 1 .....	36
Часть 2 .....	42
<b>ВАРИАНТ 5</b> .....	<b>44</b>
Часть 1 .....	44
Часть 2 .....	50
<b>ВАРИАНТ 6</b> .....	<b>52</b>
Часть 1 .....	52
Часть 2 .....	58
<b>ВАРИАНТ 7</b> .....	<b>60</b>
Часть 1 .....	60
Часть 2 .....	6
<b>ВАРИАНТ 8</b> .....	<b>68</b>
Часть 1 .....	68
Часть 2 .....	73
<b>ВАРИАНТ 9</b> .....	<b>75</b>
Часть 1 .....	75
Часть 2 .....	82
<b>ВАРИАНТ 10</b> .....	<b>84</b>
Часть 1 .....	84
Часть 2 .....	90
<b>ВАРИАНТ 11</b> .....	<b>92</b>
Часть 1 .....	92
Часть 2 .....	98

<b>ВАРИАНТ 12</b> .....	<b>100</b>
Часть 1 .....	100
Часть 2 .....	6
<b>ВАРИАНТ 13</b> .....	<b>108</b>
Часть 1 .....	108
Часть 2 .....	115
<b>ВАРИАНТ 14</b> .....	<b>117</b>
Часть 1 .....	117
Часть 2 .....	123
<b>ВАРИАНТ 15</b> .....	<b>126</b>
Часть 1 .....	126
Часть 2 .....	132
<b>ВАРИАНТ 16</b> .....	<b>134</b>
Часть 1 .....	134
Часть 2 .....	141
<b>ВАРИАНТ 17</b> .....	<b>142</b>
Часть 1 .....	142
Часть 2 .....	148
<b>ВАРИАНТ 18</b> .....	<b>150</b>
Часть 1 .....	150
Часть 2 .....	156
<b>ВАРИАНТ 19</b> .....	<b>158</b>
Часть 1 .....	158
Часть 2 .....	4
<b>ВАРИАНТ 20</b> .....	<b>166</b>
Часть 1 .....	166
Часть 2 .....	173
<b>РАЗБОР ТИПОВОГО ВАРИАНТА</b> .....	<b>175</b>
<b>ОТВЕТЫ</b> .....	<b>186</b>

# ИНСТРУКЦИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ РАБОТЫ

Для выполнения экзаменационной работы по физике отводится 3 часа 55 минут (235 минут). Работа состоит из двух частей, включающих в себя 32 задания.

В заданиях 1–4, 8–10, 14, 15, 20, ответом является целое число или конечная десятичная дробь. Ответ 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: -2,5 м/с.

-	2	,	5																
---	---	---	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Ответом к заданиям 5–7, 11, 12, 16–18, 21, 23 и 24 является последовательность 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	В
4	1

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	П	Р	А	В	О														
---	---	---	---	---	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

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

Заряд ядра Z	Массовое число ядра A
38	94

3	8	9	4																
---	---	---	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Ответ: (1,4 ± 0,2) Н.

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

Ответ к заданиям 25–32 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 или капиллярной ручки.

При выполнении заданий можно пользоваться черновиком. Записи в черновике, а также в тексте контрольных измерительных материалов не учитываются при оценивании работы.

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

После завершения работы проверьте, чтобы ответ на каждое задание в бланках ответов № 1 и № 2 был записан под правильным номером.

*Желаем успеха!*

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

### Десятичные приставки

Наименование	Обозначение	Множитель	Наименование	Обозначение	Множитель
гига	Г	$10^9$	санти	с	$10^{-2}$
мега	М	$10^6$	милли	м	$10^{-3}$
кило	к	$10^3$	микро	мк	$10^{-6}$
гекто	г	$10^2$	нано	н	$10^{-9}$
деци	д	$10^{-1}$	пико	п	$10^{-12}$

### Константы

число $\pi$	$\pi = 3,14$
ускорение свободного падения на Земле	$g = 10 \text{ м/с}^2$
гравитационная постоянная	$G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{кг}^2$
универсальная 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	$1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$
1 астрономическая единица	$1 \text{ а.е.} \approx 150\,000\,000 \text{ км}$
1 световой год	$1 \text{ св. год} \approx 9,46 \cdot 10^{15} \text{ м}$
1 парсек	$1 \text{ пк} \approx 3,26 \text{ св. года}$

### 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	$1,675 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,008 \text{ а.е.м.}$

### Астрономические величины

средний радиус Земли	$R_{\oplus} = 6370 \text{ км}$
радиус Солнца	$R_{\odot} = 6,96 \cdot 10^8 \text{ м}$
температура поверхности Солнца	$T = 6000 \text{ К}$

<b>Плотность</b>		подсолнечного масла	900 кг/м <sup>3</sup>
воды	1000 кг/м <sup>3</sup>	алюминия	2700 кг/м <sup>3</sup>
древесины (сосна)	400 кг/м <sup>3</sup>	железа	7800 кг/м <sup>3</sup>
керосина	800 кг/м <sup>3</sup>	ртути	13 600 кг/м <sup>3</sup>

<b>Удельная теплоемкость</b>			
воды	$4,2 \cdot 10^3$ Дж/(кг · К)	алюминия	900 Дж/(кг · К)
льда	$2,1 \cdot 10^3$ Дж/(кг · К)	меди	380 Дж/(кг · К)
железа	460 Дж/(кг · К)	чугуна	500 Дж/(кг · К)
свинца	130 Дж/(кг · К)		

<b>Удельная теплота</b>			
парообразования воды		$2,3 \cdot 10^6$ Дж/кг	
плавления свинца		$2,5 \cdot 10^4$ Дж/кг	
плавления льда		$3,3 \cdot 10^5$ Дж/кг	

**Нормальные условия** давление  $10^5$  Па, температура 0 °С

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





Бланк ответов № 1

Код региона Код предмета Название предмета

Способом проведения ЕГЭ строго в пределах бланка ответов

Резерв - 4



Заполнять гелевой или капиллярной ручкой ЧЕРНЫМИ чернилами ЗАГЛАВНЫМИ ПЕЧАТНЫМИ БУКВАМИ и ЦИФРАМИ по следующим образцам:

А Б В Г Д Е Ё Ж З И Й К Л М Н О П Р С Т У Ф Х Ц Ч Ш Щ Ъ Ы Ь Э Ю Я
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 , -
1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 А А А О О Е Е Е Е Е І І Ц Ц Ц Б С

ВНИМАНИЕ! Все бланки и контрольные измерительные материалы рассматриваются в комплекте

Результаты выполнения заданий с КРАТКИМ ОТВЕТОМ

Grid of answer boxes for questions 1 to 40, each with a number on the left and a grid of boxes for digits.

Замена ошибочных ответов на задания с КРАТКИМ ОТВЕТОМ

Grid for replacing incorrect answers, showing a sequence of boxes for digits.

Заполняется ответственным организатором в аудитории:

Количество заполненных полей «Замена ошибочных ответов»

Подпись ответственного организатора строго внутри окошка



Единый государственный экзамен - 2020

# Бланк ответов № 2 лист 1

Код региона  
□□

Код предмета  
□□

Название предмета  
□□□

Резерв - 5 □□□□□□

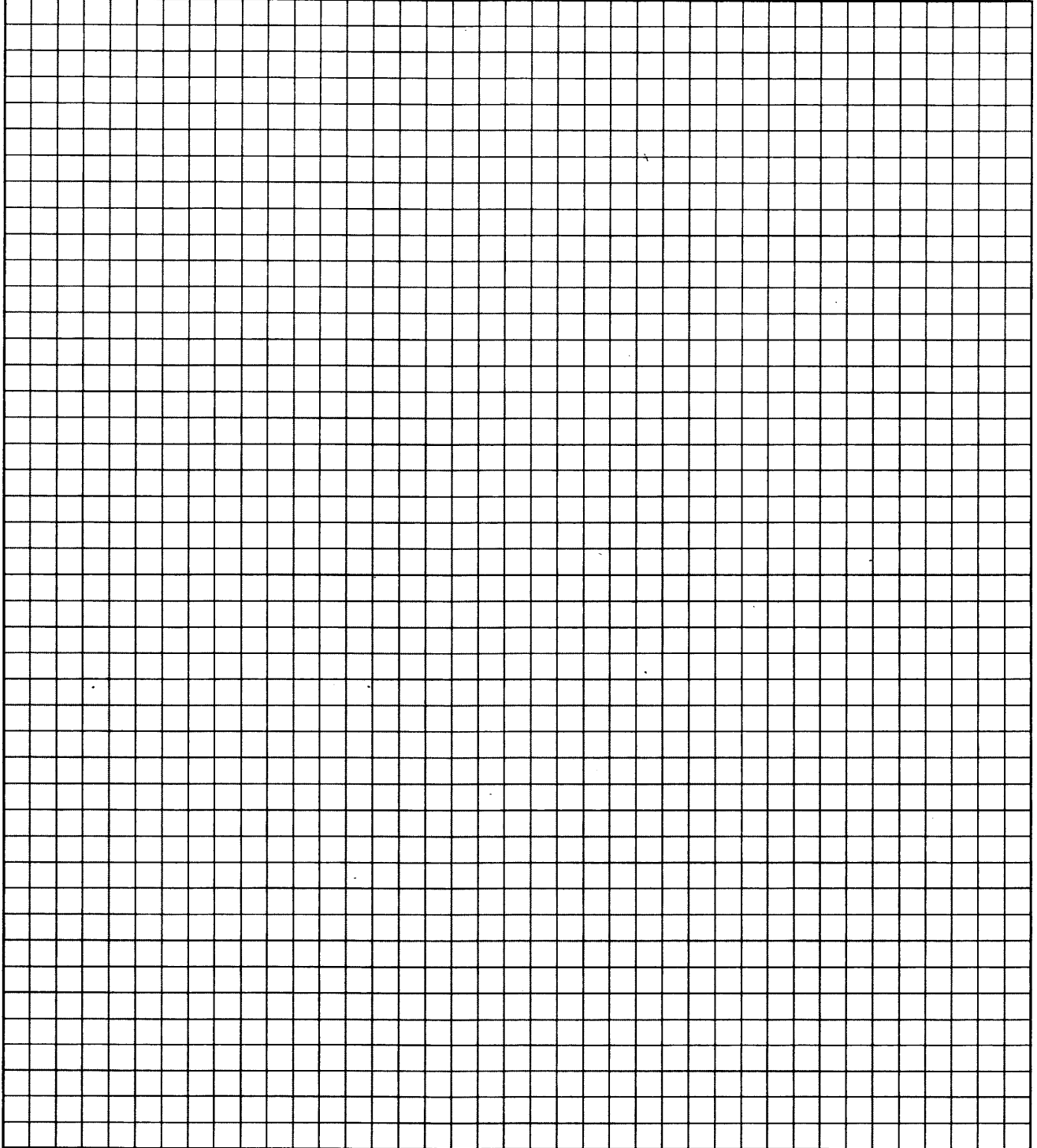
Бланк ответов № 2  
(лист 2)

□□□□□□□□□□□□□□

Лист □□□

Перепишите значения полей "Код региона", "Код предмета", "Название предмета" из БЛАНКА РЕГИСТРАЦИИ.  
Отвечая на задания с РАЗВЕРНУТЫМ ОТВЕТОМ, пишите аккуратно и разборчиво, соблюдая разметку страницы.  
Не забудьте указать номер задания, на которое Вы отвечаете, например, 31.  
Условия задания переписывать не нужно.

**ВНИМАНИЕ!** Все бланки и контрольные измерительные материалы рассматриваются в комплекте



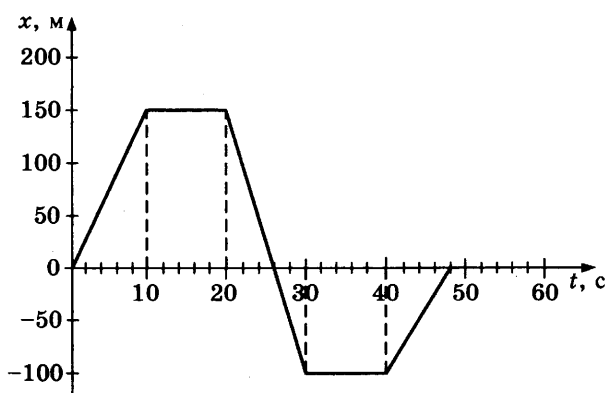
Оборотная сторона бланка НЕ ЗАПОЛНЯЕТСЯ. Используйте бланк ответов № 2 (лист 2).

# ВАРИАНТ 1

## Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются 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 2 до 10 с.

Ответ: \_\_\_\_\_ м/с.

2. Брусок массой 0,6 кг движется равномерно и прямолинейно по горизонтальной поверхности, коэффициент трения между бруском и поверхностью равен 0,3. Чему равна горизонтальная сила, приложенная к бруску?

Ответ: \_\_\_\_\_ Н.

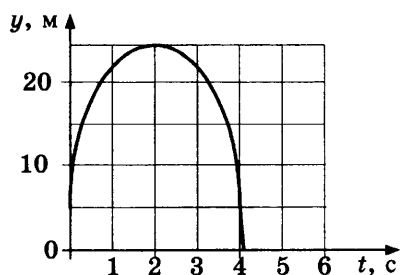
3. Потенциальная энергия мяча, находящегося на некоторой высоте, составила 5 Дж относительно поверхности земли. Мяч падает и у поверхности земли обладает кинетической энергией 3,5 Дж. Какая работа была совершена силами сопротивления воздуха при движении мяча?

Ответ: \_\_\_\_\_ Дж.

4. Период вертикальных колебаний на пружине груза массой 0,4 кг составил 0,4 с. Каким будет период колебаний на этой пружине груза массой 1,6 кг?

Ответ: \_\_\_\_\_ с.

5. На графике показана зависимость от времени координаты мяча, брошенного вертикально вверх. Масса мяча 100 г. Выберите два утверждения, соответствующих этому движению.

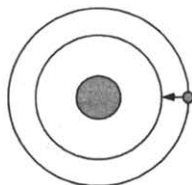


- 1) В момент времени  $t = 0$  с импульс мяча равен 0.
- 2) В момент времени  $t = 2$  с импульс мяча равен 0.
- 3) Пройденный мячом путь равен 5 м.
- 4) Пройденный мячом путь равен 25 м.
- 5) Пройденный мячом путь равен 45 м.

Ответ: 

--	--

6. У спутника, движущегося вокруг Земли по круговой орбите, уменьшился радиус орбиты. Как при этом изменятся ускорение спутника и частота его обращения вокруг Земли?



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 спутника	Частота обращения

7. Шарик массы  $m$  бросают с высоты  $h$  горизонтально. Сопротивление воздуха пренебрежимо мало. Перед ударом о землю полная механическая энергия шарика равнялась  $E$ . Установите соответствие между физическими величинами, характеризующими это движение (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) начальная скорость шарика
- Б) время движения

**ФОРМУЛА ДЛЯ РАСЧЕТА**

- 1)  $\sqrt{2gh}$
- 2)  $\sqrt{\frac{2h}{g}}$
- 3)  $\sqrt{\frac{2E}{m}}$
- 4)  $\sqrt{\frac{2E}{m} - 2gh}$

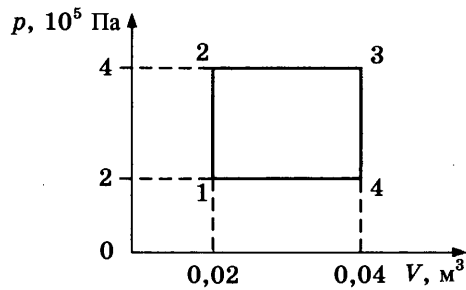
Ответ: 

А	Б

8. Давление идеального газа, находящегося в закрытом сосуде, составляло 120 кПа, температура 300 К. В изохорном процессе давление газа уменьшилось в 3 раза. Чему равна конечная температура газа?

Ответ: \_\_\_\_\_ К.

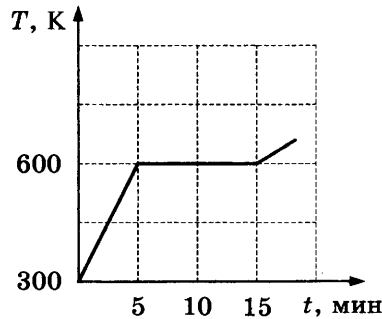
9. На рисунке показан график процесса, происходящего с постоянной массой газа.



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

Ответ: \_\_\_\_\_ кДж.

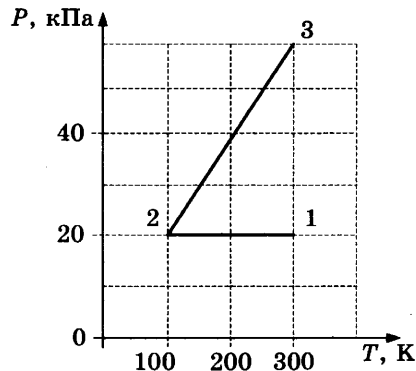
10. На рисунке представлен график зависимости температуры нагреваемого вещества от времени нагрева. Мощность нагрева составляла 54 кДж/мин, масса вещества равна 1 кг. В начальный момент времени вещество находилось в твердом состоянии.



Чему равна удельная теплота плавления данного вещества?

Ответ: \_\_\_\_\_ кДж/кг.

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



Выберите два верных утверждения, соответствующих результатам этих измерений.

- 1) Объем газа в состоянии 1 в 3 раза меньше, чем в состоянии 2.
- 2) Объем газа в состоянии 2 равен  $\approx 4,2$  л.
- 3) В процессе 1–2 газ совершил работу 166 Дж.
- 4) В процессе 2–3 внешние силы совершили над газом работу 250 Дж.
- 5) В процессе 1–2 газ отдал  $\approx 415$  Дж теплоты.

Ответ:

12. Идеальный одноатомный газ в количестве 1 моль изохорно нагревается. Как при этом изменяются концентрация его молекул и внутренняя энергия?

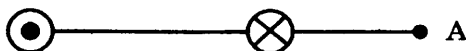
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Концентрация молекул	Внутренняя энергия

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).

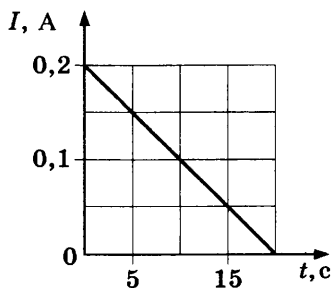


Ответ: \_\_\_\_\_.

14. 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?

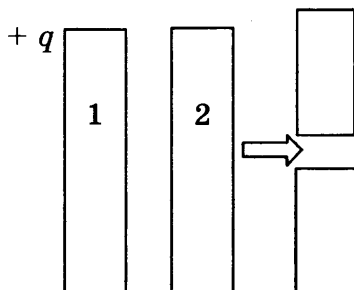
Ответ: \_\_\_\_\_ мН.

15. На графике показана зависимость силы тока в контуре от времени. Индуктивность контура равна 5 мГн. Определите ЭДС самоиндукции, возникающую в контуре.



Ответ: \_\_\_\_\_ мВ.

16. Металлической пластине 1 сообщили заряд  $+6 \text{ нКл}$  и поднесли к стеклянной 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  $-6 \text{ нКл}$ .
- 2) Перед раздвижением на левой стороне пластины 2 находился отрицательный заряд, меньший по модулю 6 нКл.

- 3) Перед раздвижением на правой стороне пластины 2 находился положительный заряд, больший 6 нКл.  
 4) После раздвижения заряд верхней части стал равен  $-3$  нКл.  
 5) После раздвижения заряд нижней части стал равен 0.

Ответ: 

--	--

17. Электрон пролетает через плоский конденсатор, начальная скорость направлена параллельно пластинам конденсатора.



Как изменится действующая на электрон сила и время пролета электрона через конденсатор при увеличении напряжения между его обкладками, при условии, что электрон вылетит за пределы конденсатора?

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, действующая на электрон	Время пролета

18. К источнику тока с ЭДС  $\mathcal{E}$  и внутренним сопротивлением  $r$  подключен резистор сопротивлением  $R$ . 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 на резисторе  
 Б) напряжение на резисторе

- 1)  $\mathcal{E}(R + r)$   
 2)  $\frac{\mathcal{E}R}{R + r}$   
 3)  $\frac{\mathcal{E}^2 R}{(R + r)^2}$   
 4)  $\frac{\mathcal{E}^2 R^2}{(R + r)^2}$

Ответ: 

А	Б

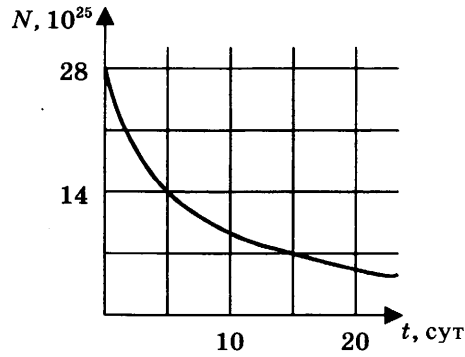
19. Ядро полония  ${}_{84}^{210}\text{Po}$  испустило альфа-частицу. Каковы массовое и зарядовое числа ядра, образовавшегося в результате распада?

Ответ: 

Массовое число	Зарядовое число

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

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



Каков период полураспада ядер атомов висмута?

Ответ: \_\_\_\_\_ суток.

21. Световой пучок *падает* перпендикулярно на поверхность, полностью поглощающую все падающее на нее излучение. Длина световой волны  $\lambda$ , число фотонов, падающих на поверхность за единицу времени,  $n$ . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать ( $h$  — постоянная Планка,  $c$  — скорость света). К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

**ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА**

- А) мощность светового потока  
 Б) переданный поверхности за время  $t$  импульс

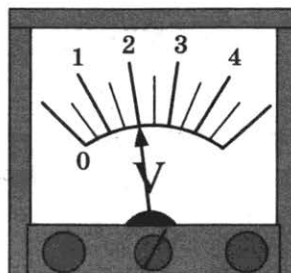
**ФОРМУЛА**

- 1)  $\frac{hc}{\lambda}$   
 2)  $\frac{hcn}{\lambda}$   
 3)  $\frac{hnt}{\lambda}$   
 4)  $\frac{hn}{\lambda}$

Ответ:

А	Б

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

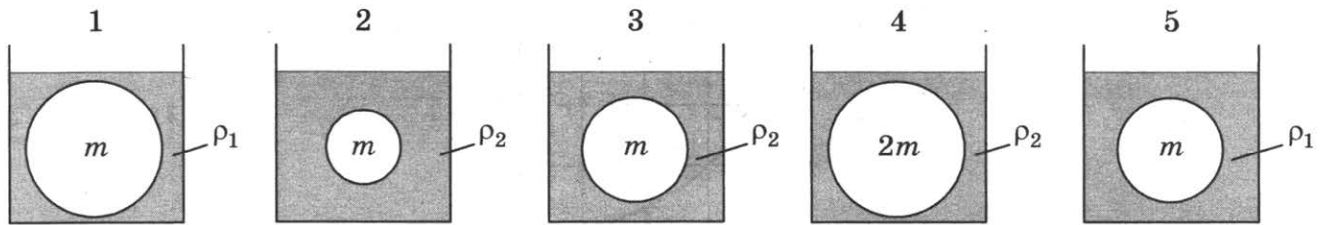


Ответ: ( \_\_\_\_\_  $\pm$  \_\_\_\_\_ ) В.

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



23. Различные шары полностью погружены в жидкости разных плотностей ( $m$  — масса шара,  $\rho$  — плотность жидкости). Какие две установки надо выбрать, чтобы на опыте обнаружить зависимость силы Архимеда от плотности жидкости?



Ответ:

24. Ниже приведена таблица, содержащая характеристики планет Солнечной системы. Орбиты планет приближенно можно считать круговыми.

Название	Радиус, км	Масса, кг	Среднее расстояние от Солнца, км	Период вращения вокруг оси, ч
Меркурий	2439	$3,30 \cdot 10^{23}$	$57,9 \cdot 10^6$	1411,2
Венера	6052	$4,87 \cdot 10^{24}$	$108,2 \cdot 10^6$	5832
Земля	6378	$5,98 \cdot 10^{24}$	$149,6 \cdot 10^6$	24
Марс	3398	$6,42 \cdot 10^{23}$	$227,94 \cdot 10^6$	24,6
Юпитер	71 492	$1,90 \cdot 10^{27}$	$778 \cdot 10^6$	9,8
Сатурн	60 268	$5,69 \cdot 10^{26}$	$1429 \cdot 10^6$	10,2
Уран	25 559	$8,69 \cdot 10^{25}$	$2871 \cdot 10^6$	10,8
Нептун	24 764	$1,02 \cdot 10^{26}$	$4504 \cdot 10^6$	15,7

Выберите все верные утверждения.

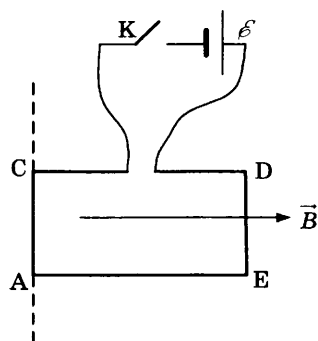
- 1) Расстояние между орбитами Сатурна и Земли составляет 5 а. е.
- 2) Первая космическая скорость для Меркурия составляет 3 км/с.
- 3) Отношение периодов обращения Сатурна и Земли вокруг Солнца равно 29,5.
- 4) Свет Солнца достигает Венеры за 6 мин.
- 5) Угловая скорость вращения Венеры вокруг своей оси в 4 раза больше угловой скорости вращения Меркурия.

Ответ: \_\_\_\_\_

## Часть 2

**Для записи ответов на задания (25–32) используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (25, 26 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.**

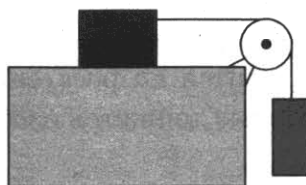
25. На рисунке изображен проволочный контур ACDE, подключенный через ключ К к источнику тока (см. рисунок). Контур находится в однородном магнитном поле с индукцией  $\vec{B}$  и может свободно вращаться вокруг стороны AC.



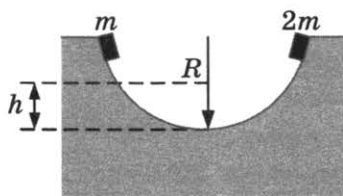
Как будет двигаться контур после замыкания ключа? Ответ поясните, указав, какие физические закономерности вы применили.

**Полное правильное решение каждой из задач 26–32 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.**

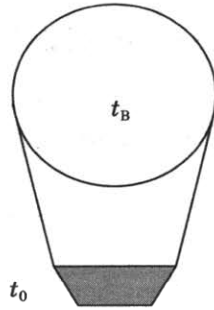
26. Брусок массой 600 г находится на горизонтальной поверхности с коэффициентом трения 0,5. К бруску с помощью невесомой нерастяжимой нити, перекинутой через невесомый блок, присоединен груз массой 400 г, как показано на рисунке. Чему равна сила натяжения нити?



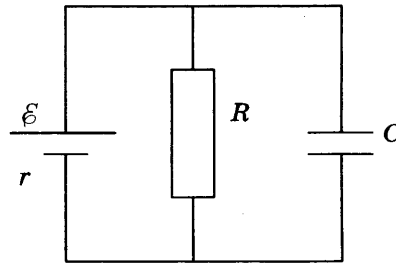
27. Идеальная тепловая машина работает по циклу Карно с температурой нагревателя  $207^\circ\text{C}$  и температурой холодильника  $288\text{ K}$  и совершает за один цикл работу  $3\text{ кДж}$ . Чему равно количество теплоты, переданное за один цикл рабочим телом холодильнику?
28. Для некоторого вещества работа выхода электронов при фотоэффекте составляет  $1,8\text{ эВ}$ . Определите красную границу  $\lambda_{\text{кр}}$  фотоэффекта для этого вещества.
29. Два небольших тела удерживают на противоположных сторонах половины гладкой цилиндрической трубы радиусом  $R = 36\text{ см}$  (см. рисунок), а затем одновременно отпускают. На какую высоту  $h$  поднимутся тела после неупругого удара?



30. 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.



31. 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?



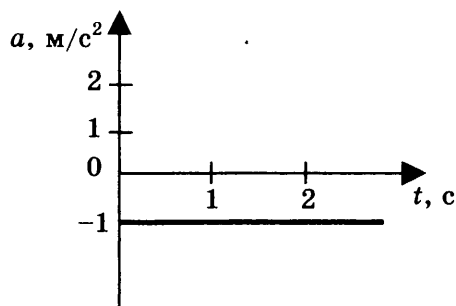
32. Частица массой  $m = 10^{-7}$  кг и зарядом  $q = 10^{-5}$  Кл равномерно движется по окружности радиуса  $R = 2$  см в магнитном поле с индукцией  $B = 2$  Тл. Центр окружности находится на главной оптической оси собирающей линзы, а плоскость окружности перпендикулярна главной оптической оси и находится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

# ВАРИАНТ 2

## Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 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 с после начала движения, считая, что скорость тела в начальный момент равна 9 м/с.



Ответ: \_\_\_\_\_ м/с.

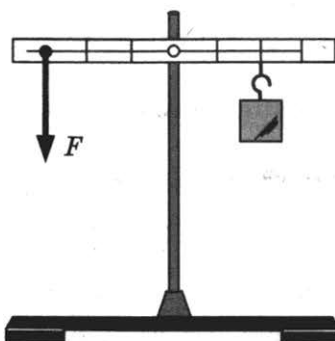
2. Сила тяжести, действующая на Земле на кубик объемом  $0,1 \text{ м}^3$ , равна 900 Н. Определите плотность материала кубика.

Ответ: \_\_\_\_\_ кг/м<sup>3</sup>.

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?

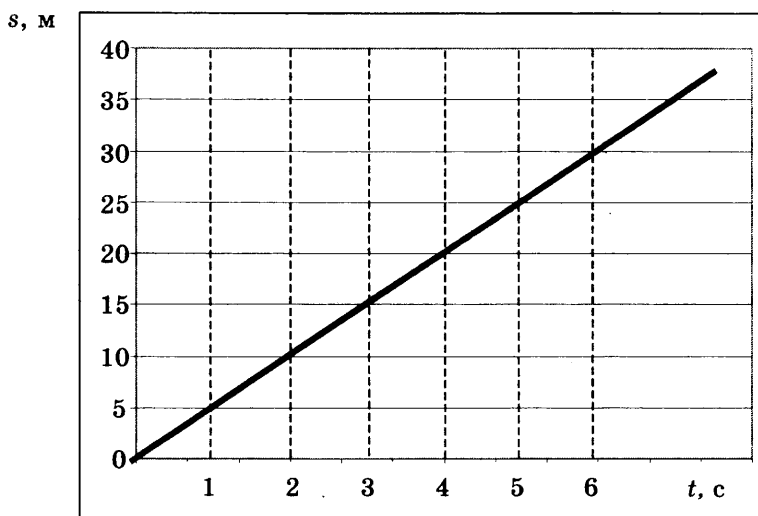
Ответ: \_\_\_\_\_ кг · м/с.

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, соответствующих результатам этих измерений.

- 1) Скорость тела равна 5 м/с.
- 2) Ускорение тела равно 2,5 м/с<sup>2</sup>.
- 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?

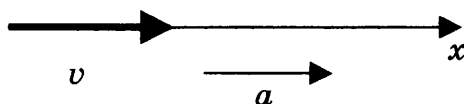
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

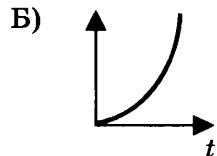
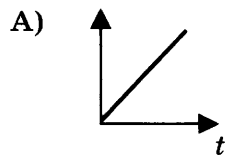
Частота	Максимальная кинетическая энергия груза

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**



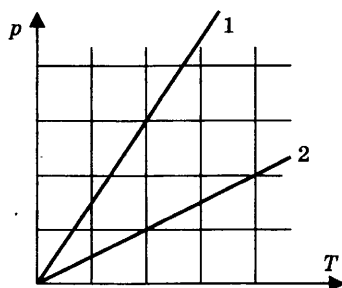
**ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ**

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

Ответ:

А	Б

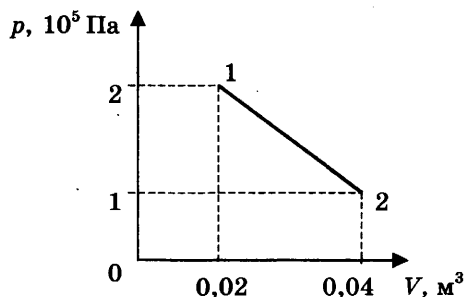
8. На рисунке представлен график зависимости давления от температуры для двух идеальных газов.



Чему равно отношение концентраций газов  $\frac{n_1}{n_2}$  ?

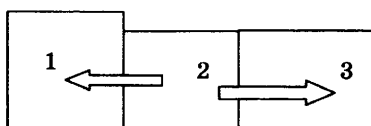
Ответ: \_\_\_\_\_.

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



Ответ: \_\_\_\_\_ кДж.

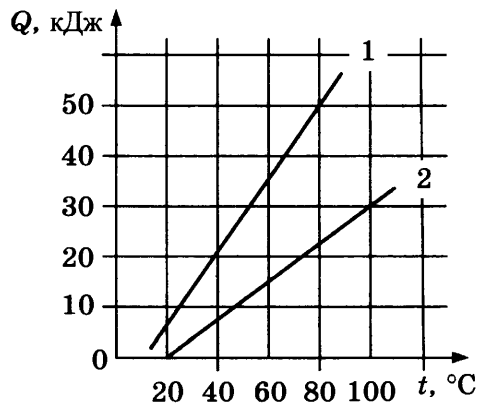
10. Три бруска, имеющие разные температуры 70 °С, 50 °С и 10 °С, привели в соприкосновение. В процессе установления теплового равновесия тепло передавалось в направлениях, указанных на рисунке стрелками.



Какой из брусков имел температуру 70 °С?

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, соответствующих 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  $20^\circ$  необходимо количество теплоты 6000 Дж.
  - 4) Для изменения температуры 1 кг вещества 2 на  $10^\circ$  необходимо количество теплоты 3750 Дж.
  - 5) Начальные температуры обоих веществ равны  $0^\circ\text{C}$ .



Ответ:

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

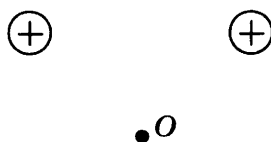
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

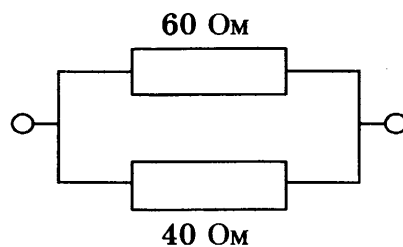
Давление	Внутренняя энергия

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  $O$  (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.

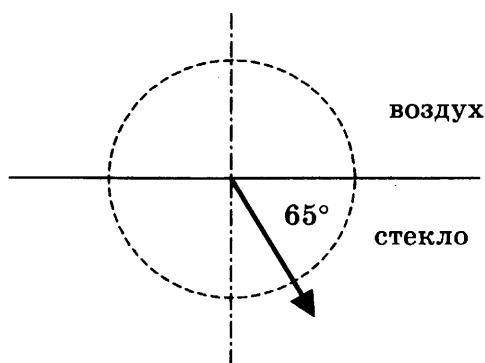


Чему равно сопротивление этого участка цепи?

Ответ: \_\_\_\_\_ Ом.

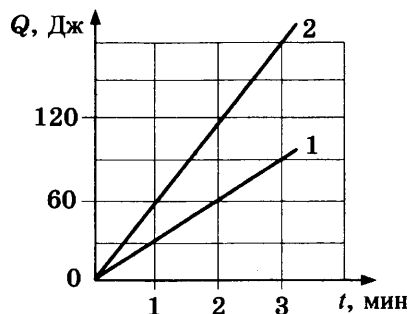
15. Луч света преломляется, проходя из воздуха в стекло, как показано на рисунке. Показатель преломления стекла 1,6. Пользуясь приведенной таблицей, найдите угол падения.

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



Ответ: \_\_\_\_\_ °.

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  $\nu$ , распространявшаяся со скоростью  $v$  в воздухе, падает 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  $\Phi$ . 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)  $\frac{IU}{2}$
- 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  ${}_{20}^{42}\text{Ca}$ ?

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 измерении давления света на поверхность уменьшили длину волны падающего света, не изменяя число фотонов, падающих на поверхность каждую секунду. Как при этом изменятся интенсивность падающего света и давление, оказываемое на поверхность?

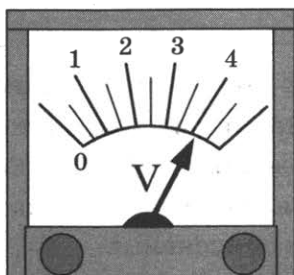
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится                      2) уменьшится                      3) не изменится

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

Интенсивность	Давление

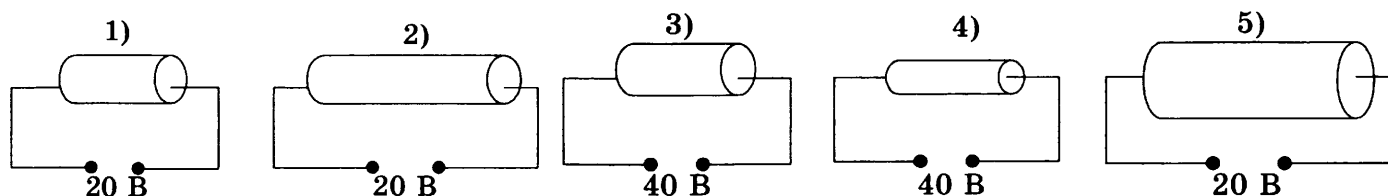
22. Ученик измерил напряжение с помощью вольтметра, показанного на рисунке. Погрешность измерения равна половине цены деления вольтметра. Чему равно измеренное напряжение?



Ответ: ( \_\_\_\_\_ ± \_\_\_\_\_ ) 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: \_\_\_\_\_.

24. Ниже приведена таблица, содержащая характеристики некоторых звезд.

Название	Радиус, км	Масса, кг	Расстояние, св. лет	Температура поверхности, К
Вега	$1,95 \cdot 10^6$	$4,20 \cdot 10^{30}$	25,3	9600
Арктур	$1,79 \cdot 10^7$	$2,2 \cdot 10^{30}$	36,7	4300
Полярная А	$1,6 \cdot 10^7$	$1,2 \cdot 10^{31}$	434	7000
Альгаир	$1,16 \cdot 10^6$	$3,6 \cdot 10^{30}$	17	8000
Спика А	$4,87 \cdot 10^6$	$2,0 \cdot 10^{31}$	262	22 000
Регул А	$2,44 \cdot 10^6$	$7,0 \cdot 10^{30}$	77	10 300
Алиот	$2,58 \cdot 10^6$	$6,0 \cdot 10^{30}$	81	9400
Антарес	$5,57 \cdot 10^8$	$2,5 \cdot 10^{31}$	600	3400

Масса Солнца составляет  $2 \cdot 10^{30}$  кг.

Выберите все верные утверждения.

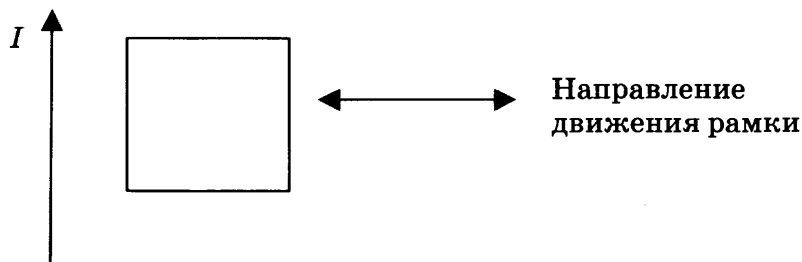
- 1) Звезда Вега относится к бело-голубым звездам.
- 2) Масса Арктура примерно равна массе Солнца.
- 3) Масса Спика А в 10 раз меньше массы Солнца.
- 4) Можно утверждать, что расстояние между Регулум и Альтаиром составляет 60 св. лет.
- 5) Радиус Антареса в 800 раз больше радиуса Солнца.

Ответ: \_\_\_\_\_.

## Часть 2

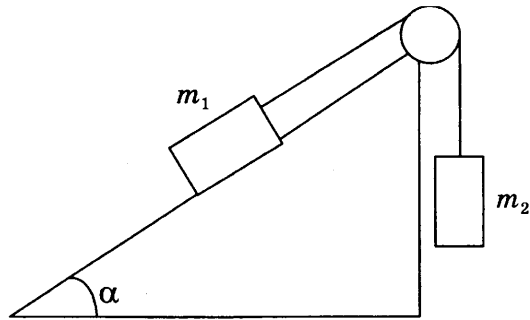
**Для записи ответов на задания (25–32) используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (25, 26 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.**

25. 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 26–32 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.**

26. Мяч брошен с начальной скоростью 12 м/с под углом  $60^\circ$  к горизонту. Точка броска и точка падения мяча находятся на одном уровне. Пренебрегая сопротивлением воздуха, определите дальность полета мяча.
27. Азот массой 28 г изобарно расширяется, нагреваясь на  $40^\circ\text{C}$ . Какую работу совершил азот при расширении?
28. 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?
29. 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.



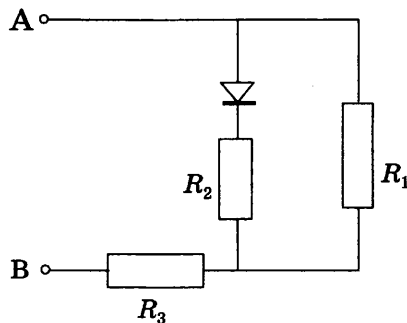
30. Железный метеорит массой 80 кг при температуре 39 °С влетает со скоростью 1600 м/с в атмосферу. Считая, что на нагревание и плавление метеорита идет 80 % его кинетической энергии, определите, какая масса метеорита расплавится. Температура плавления железа 1539 °С, удельная теплота плавления железа 270 кДж/кг, удельная теплоёмкость железа 640 Дж/(кг · К).

31. Определите, какая мощность выделяется на сопротивлении  $R_3$  участка цепи, показанного на рисунке,

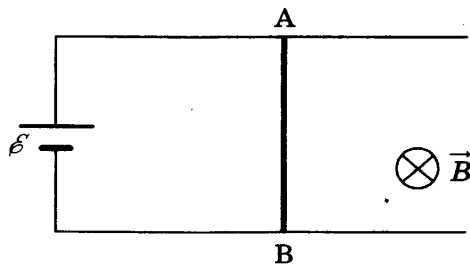
а) при подключении ЭДС  $\mathcal{E} = 15$  В положительным полюсом к точке А, отрицательным полюсом — к точке В;

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.



32. 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?

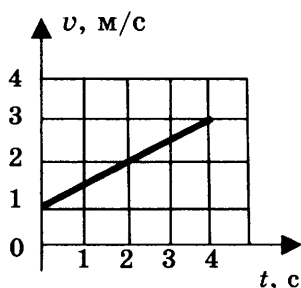


# ВАРИАНТ 3

## Часть 1

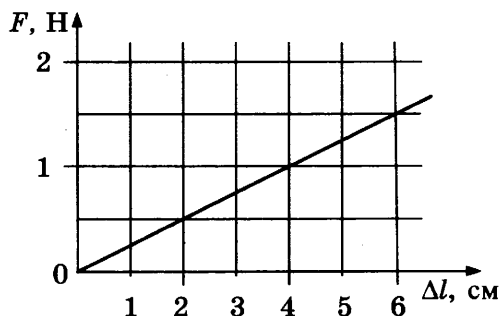
Ответами к заданиям 1–24 являются цифра, слово, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии 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 °С 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 °С. 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 63,3°.

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?

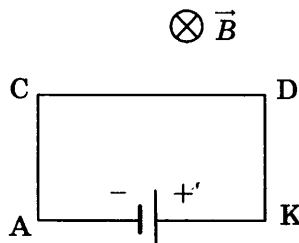
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 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 АСДК, 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 АК? 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  $S = 50$  см<sup>2</sup>. 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

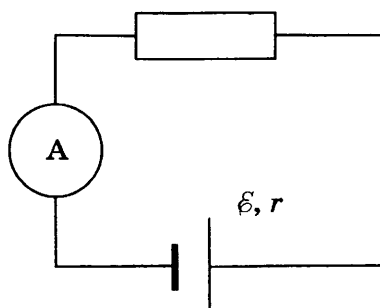
Погрешности измерений величин  $q$  и  $U$  равнялись соответственно 0,005 мКл и 0,01 В.

Выберите два утверждения, соответствующих 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

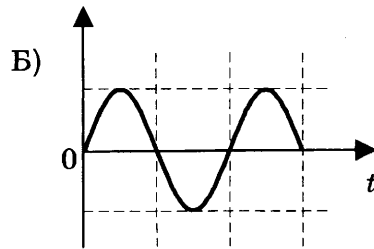
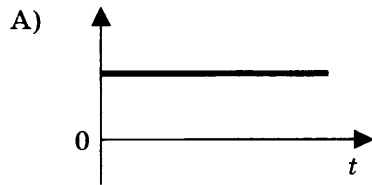
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

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.

ГРАФИК



ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА

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

Ответ:

А	Б

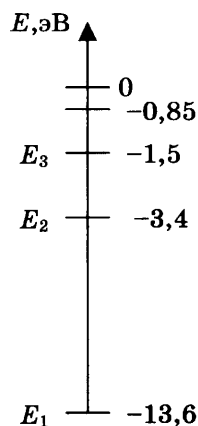
19. Радиоактивный уран  ${}_{92}^{236}\text{U}$  испытал 2  $\alpha$ -распада и 3  $\beta$ -распада. Какие значения зарядового числа  $Z$  и массового числа  $A$  будет иметь получившийся в результате изотоп ядра?

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.

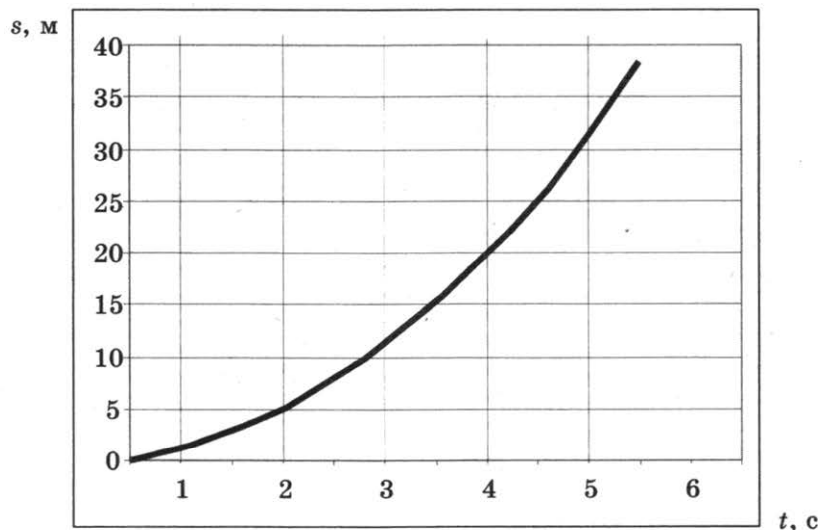
Работа выхода	Ток насыщения

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, соответствующих результатам этих измерений.

- 1) Скорость тела равна 6 м/с.
- 2) Ускорение тела равно 2,5 м/с<sup>2</sup>.
- 3) Скорость тела уменьшается с течением времени.
- 4) За вторую секунду пройден путь  $\approx$  4 м.
- 5) За пятую секунду пройден путь 6 м.

Ответ: 

--	--	--

24. Ниже приведена таблица, содержащая характеристики планет Солнечной системы.

Название	Радиус, км	Масса, кг	Среднее расстояние от Солнца, км	Период вращения вокруг оси, ч
Меркурий	2439	$3,30 \cdot 10^{23}$	$57,9 \cdot 10^6$	1411,2
Венера	6052	$4,87 \cdot 10^{24}$	$108,2 \cdot 10^6$	5832
Земля	6378	$5,98 \cdot 10^{24}$	$149,6 \cdot 10^6$	24
Марс	3398	$6,42 \cdot 10^{23}$	$227,94 \cdot 10^6$	24,6
Юпитер	71 492	$1,90 \cdot 10^{27}$	$778 \cdot 10^6$	9,8
Сатурн	60 268	$5,69 \cdot 10^{26}$	$1429 \cdot 10^6$	10,2
Уран	25 559	$8,69 \cdot 10^{25}$	$2871 \cdot 10^6$	10,8
Нептун	24 764	$1,02 \cdot 10^{26}$	$4504 \cdot 10^6$	15,7

Выберите все верные утверждения.

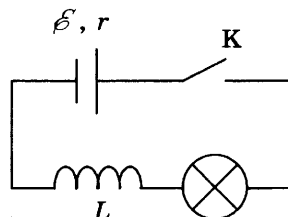
- 1) Ускорение свободного падения на поверхности Меркурия больше, чем на поверхности Земли, так как Меркурий находится ближе к Солнцу.
- 2) Угловая скорость вращения Венеры вокруг своей оси больше угловой скорости вращения Земли.
- 3) Ускорение свободного падения на поверхности Венеры равно  $8,9 \text{ м/с}^2$ .
- 4) Для того чтобы покинуть поверхность Марса, нужно иметь скорость не менее  $3,5 \text{ км/с}$ .
- 5) Первая космическая скорость для Земли в 2,2 раза больше, чем для Марса.

Ответ: \_\_\_\_\_

## Часть 2

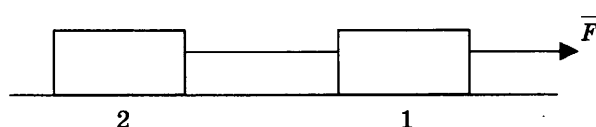
**Для записи ответов на задания (25–32) используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (25, 26 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.**

25. 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.



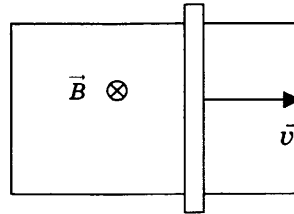
**Полное правильное решение каждой из задач 26–32 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.**

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



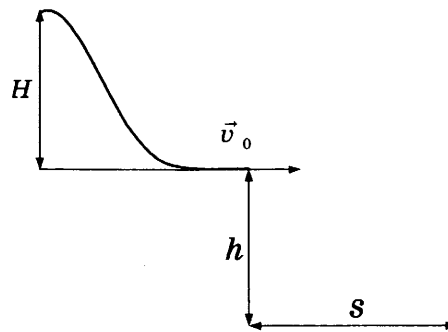
Во сколько раз изменится сила натяжения нити между брусками, если на каждый брусок положить еще один такой же?

27. 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?
28. П-образный контур находится в однородном магнитном поле, перпендикулярном плоскости контура (см. рис.). Индукция магнитного поля  $B = 0,2$  Тл.

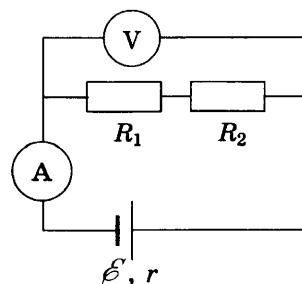


По контуру с постоянной скоростью скользит перемычка длиной  $l = 20$  см и сопротивлением  $R = 15$  Ом. Сила индукционного тока в контуре  $I = 4$  мА. С какой скоростью движется перемычка?

29. 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.



30. В вертикальном цилиндрическом сосуде под поршнем массой  $m = 10$  кг и площадью сечения  $S = 20$  см<sup>2</sup> 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.
31. 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.



32. Фотон с энергией 2 МэВ рождает электрон и позитрон. Найдите суммарную кинетическую энергию электрона и позитрона сразу после их образования.

# ВАРИАНТ 4

## Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 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

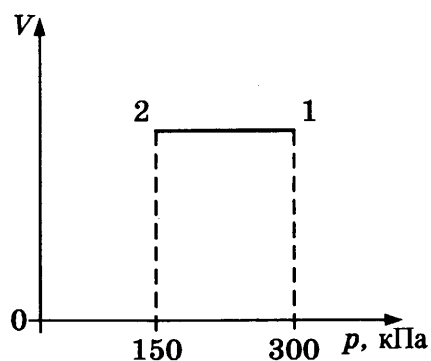
**ФОРМУЛА ДЛЯ РАСЧЕТА**

- 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. На графике представлен процесс 1–2, происходящий с постоянной массой идеального газа. В состоянии 1 температура газа равна 460 К. Какова температура газа в состоянии 2?



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 °С равно 1,71 кПа. Чему равно парциальное давление пара при температуре 15 °С, 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

УСЛОВИЯ ПРОТЕКАНИЯ ИЗОПРОЦЕССОВ

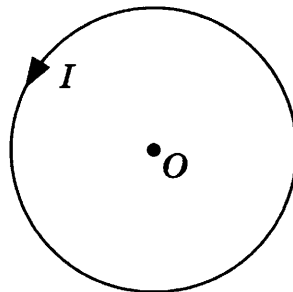
- А) изобарный  
Б) адиабатный

- 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 изображен проволочный виток, по которому течет электрический ток в направлении, указанном стрелкой. Виток расположен в вертикальной плоскости.



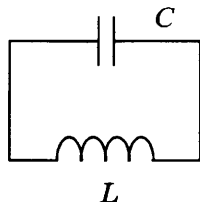
Как направлена (*вверх, вниз, влево, вправо, от наблюдателя, к наблюдателю*) индукция магнитного поля, создаваемого этим током в центре витка *O*?

Ответ: \_\_\_\_\_.

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

Ответ: \_\_\_\_\_ мин.

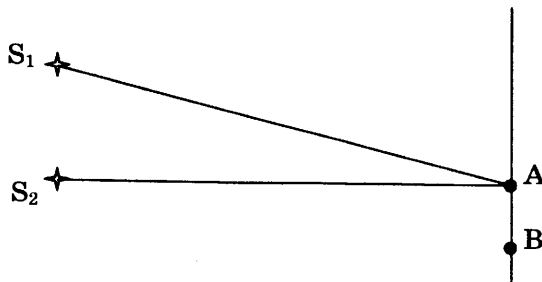
15. В колебательном контуре индуктивность катушки равна 10 мГн.



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  $S_2$ , испускающих свет с длиной волны  $\lambda$ , 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  $\nu$ , 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:

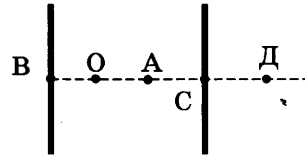
- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

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  ${}_{94}^{244}\text{Pu}$  испытал 3  $\alpha$ -распада и 2  $\beta$ -распада. Какие значения массового числа  $A$  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  ${}_{86}^{222}\text{Rn}$ , через 7,6 суток останется четверть от начального количества атомов. Чему равен период полураспада ядер атомов радона?

Ответ: \_\_\_\_\_ суток.

21. Свет с длиной волны  $\lambda$  и частотой  $\nu$  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.

**ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА**

**ФОРМУЛА**

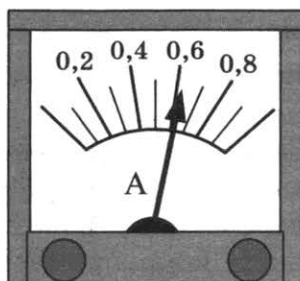
- А) энергия фотона  
 Б) импульс фотона

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

Ответ:

А	Б

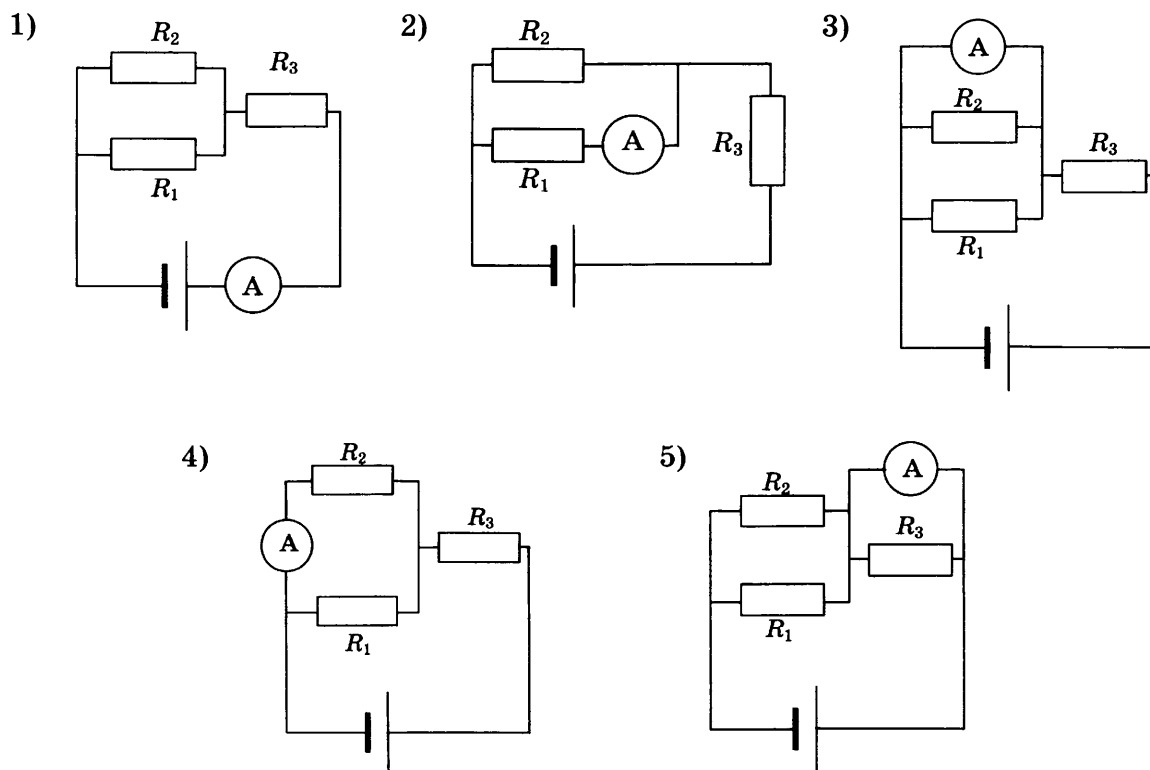
22. Ученик измерил силу тока с помощью амперметра, показанного на рисунке. Погрешность измерения равна половине цены деления амперметра. Чему равна измеренная сила тока?



Ответ: ( \_\_\_\_\_ ± \_\_\_\_\_ ) A.

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.



Ответ:

24. Ниже приведена таблица, содержащая характеристики планет Солнечной системы.

Название	Радиус, км	Масса, кг	Среднее расстояние от Солнца, км	Период вращения вокруг оси, ч
Меркурий	2439	$3,30 \cdot 10^{23}$	$57,9 \cdot 10^6$	1411,2
Венера	6052	$4,87 \cdot 10^{24}$	$108,2 \cdot 10^6$	5832
Земля	6378	$5,98 \cdot 10^{24}$	$149,6 \cdot 10^6$	24
Марс	3398	$6,42 \cdot 10^{23}$	$227,94 \cdot 10^6$	24,6
Юпитер	71 492	$1,90 \cdot 10^{27}$	$778 \cdot 10^6$	9,8
Сатурн	60 268	$5,69 \cdot 10^{26}$	$1429 \cdot 10^6$	10,2
Уран	25 559	$8,69 \cdot 10^{25}$	$2871 \cdot 10^6$	10,8
Нептун	24 764	$1,02 \cdot 10^{26}$	$4504 \cdot 10^6$	15,7

Выберите все верные утверждения.

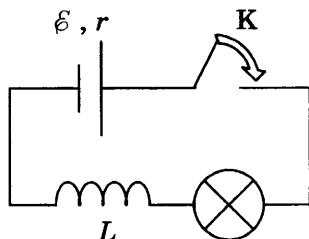
- 1) Ускорение свободного падения на поверхности Венеры больше, чем на поверхности Земли.
- 2) Угловая скорость вращения Сатурна вокруг своей оси равна 0,01 рад/мин.
- 3) Ускорение свободного падения на поверхности Марса равно  $3,7 \text{ м/с}^2$ .
- 4) Для того, чтобы покинуть поверхность Урана, нужно иметь скорость 8,5 км/с.
- 5) Первая космическая скорость для Земли примерно в 2 раза меньше, чем для Урана.

Ответ: \_\_\_\_\_

## Часть 2

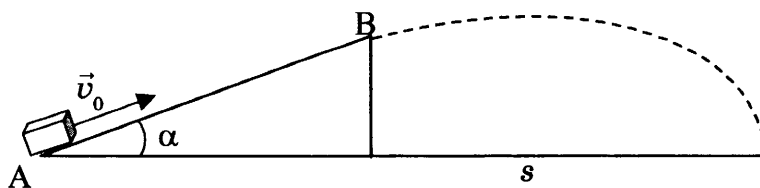
**Для записи ответов на задания (25–32) используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (25, 26 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.**

25. 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.

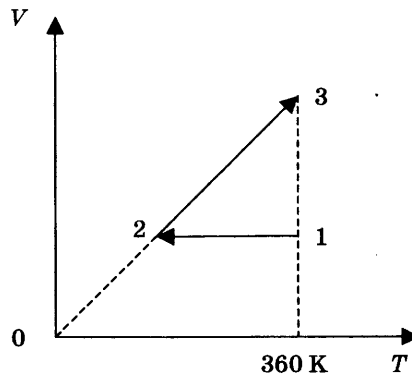


**Полное правильное решение каждой из задач 26–32 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.**

26. Груз массой 800 г на пружине жесткостью 200 Н/м совершает гармонические колебания с амплитудой 4 см. Определите максимальную скорость груза.
27. КПД тепловой машины 30 %. За 10 с рабочему телу машины поступает от нагревателя 3 кДж теплоты. Чему равна средняя полезная мощность машины?
28. Самолет, имеющий размах крыльев  $L = 40 \text{ м}$ , движется горизонтально с постоянной скоростью. Индукция магнитного поля Земли равна  $B = 5 \cdot 10^{-5} \text{ Тл}$  и направлена под углом  $\alpha = 60^\circ$  к направлению движения самолета. На концах крыльев самолета возникла ЭДС индукции  $\varepsilon = 0,4 \text{ В}$ . С какой скоростью движется самолет?
29. Коробок после удара в точке А скользит вверх по наклонной плоскости с начальной скоростью  $v_0 = 5 \text{ м/с}$  (см. рис.). 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  $AB = L = 0,5 \text{ м}$ , угол наклона плоскости  $\alpha = 30^\circ$ . Сопротивлением воздуха пренебречь.

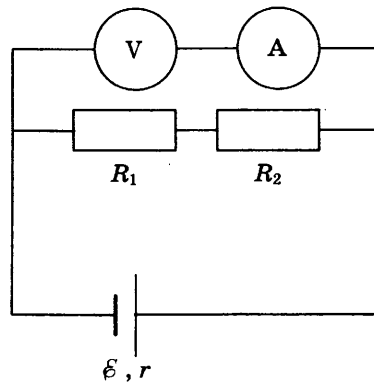


30. Два моль идеального одноатомного газа сначала охладил, уменьшив давление в 2 раза, а затем нагрели до первоначальной температуры 360 К (см. рис.).



Какое количество теплоты получил газ на участке 2–3?

31. 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.



32. На пластинку площадью  $S = 4$  см<sup>2</sup>, 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 1–24 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.

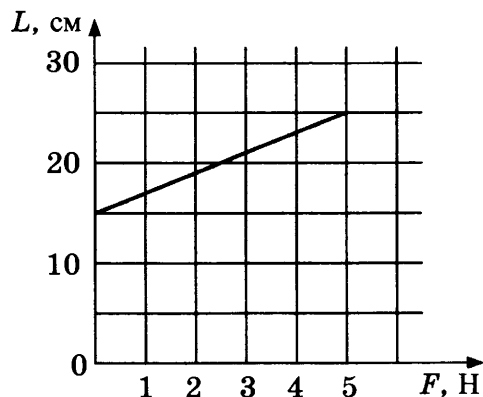
1. Зависимости от времени проекций на ось  $Ox$  скорости четырех тел, движущихся по оси  $Ox$ , представлены в таблице.

$t, c$	0	2	4	6	8	10
$v_1, м/с$	0	1	2	3	4	5
$v_2, м/с$	0	-2	0	1	3	1
$v_3, м/с$	2	2	2	2	2	2
$v_4, м/с$	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. Энергия колебаний груза массой 0,3 кг составляет 96 мДж. Чему равна максимальная скорость груза при колебаниях?

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, соответствующих 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:

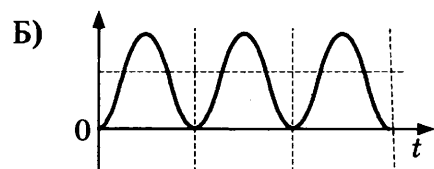
- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

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.

ГРАФИК



ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА

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

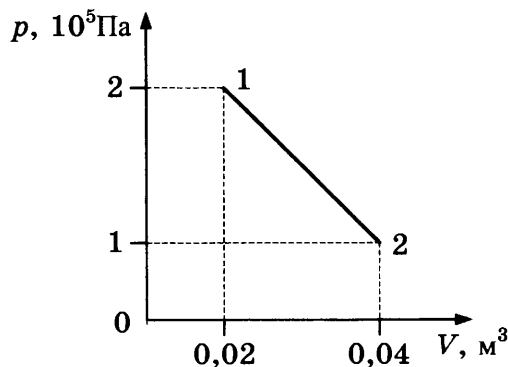
Ответ: 

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. рис.)?



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?

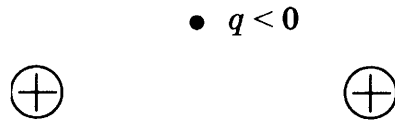
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

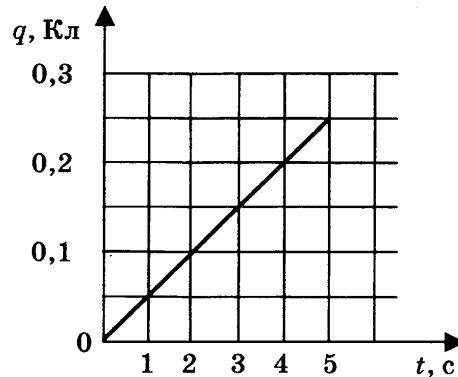
Давление	Температура

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).



Ответ: \_\_\_\_\_.

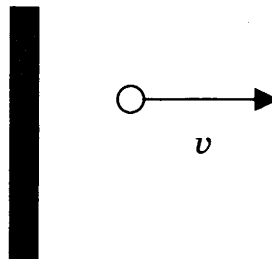
14. На графике представлена зависимость от времени заряда, прошедшего по проводнику.



Какова сила тока в проводнике?

Ответ: \_\_\_\_\_ А.

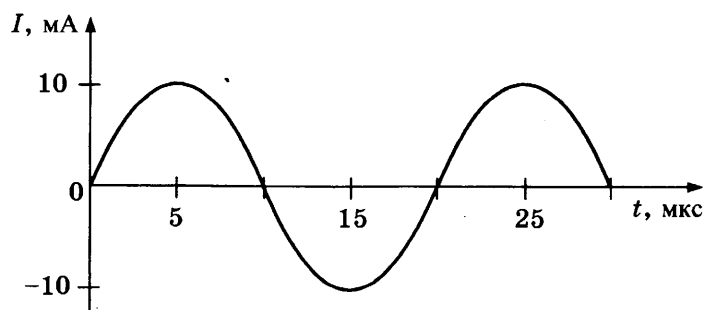
15. По направлению от плоского зеркала со скоростью  $v = 0,2$  м/с катится шар (см. рис., вид сверху).



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. В колебательном контуре с индуктивностью  $L$  и электроемкостью  $C$  происходят электромагнитные колебания с частотой  $\nu$  и амплитудой  $q_0$ . Что произойдет с частотой и максимальной силой тока, если при неизменных амплитуде и емкости уменьшить индуктивность?

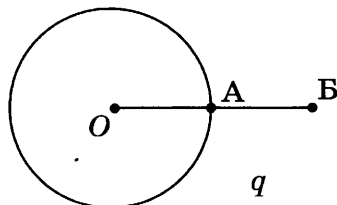
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Частота	Максимальная сила тока

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

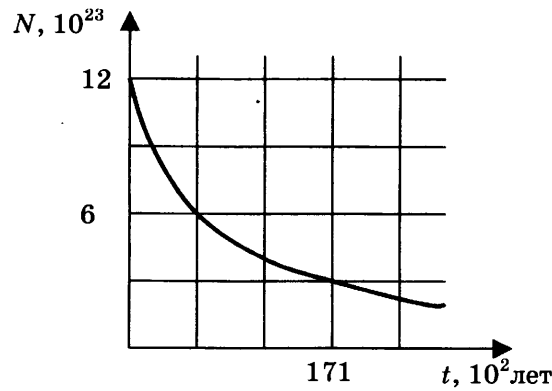
19. Радиоактивный калифорний  ${}_{98}^{244}\text{Cf}$  испытал 3  $\alpha$ -распада и 5  $\beta$ -распадов. Какое зарядовое число  $Z$  и массовое число  $A$  будет иметь получившийся в результате изотоп ядра?

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 изменились количество падающих на поверхность металла за 1 с фотонов 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.

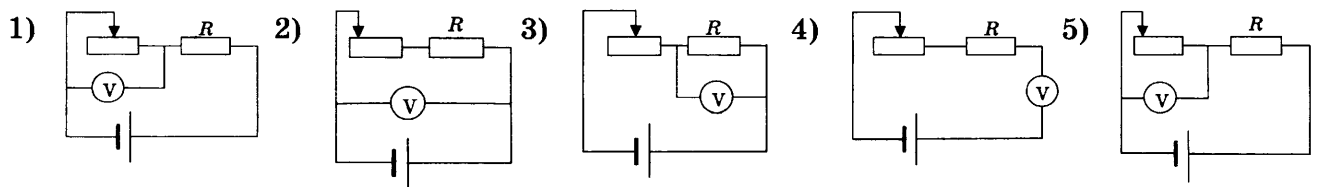
Количество падающих за 1 с фотонов	Максимальная кинетическая энергия электронов

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

Ответ: ( \_\_\_\_\_ ± \_\_\_\_\_ ) 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:

24. Ниже приведена таблица, содержащая характеристики некоторых звезд.

Название	Радиус, км	Масса, кг	Расстояние, св. лет	Температура поверхности, К
Вега	$1,95 \cdot 10^6$	$4,20 \cdot 10^{30}$	25,3	9600
Арктур	$1,79 \cdot 10^7$	$2,2 \cdot 10^{30}$	36,7	4300
Полярная А	$1,6 \cdot 10^7$	$1,2 \cdot 10^{31}$	434	7000
Альтаир	$1,16 \cdot 10^6$	$3,6 \cdot 10^{30}$	17	8000
Спика А	$4,87 \cdot 10^6$	$2,0 \cdot 10^{31}$	262	22 000
Регул А	$2,44 \cdot 10^6$	$7,0 \cdot 10^{30}$	77	10 300
Алиот	$2,58 \cdot 10^6$	$6,0 \cdot 10^{30}$	81	9400
Антарес	$5,57 \cdot 10^8$	$2,5 \cdot 10^{31}$	600	3400

Масса Солнца составляет  $2 \cdot 10^{30}$  кг.

Выберите все верные утверждения.

- 1) Звезда Вега является красным гигантом.
- 2) Плотность Альтаира примерно равна плотности Солнца.
- 3) Полярная звезда является желтым гигантом.
- 4) Свет Солнца достигнет Антареса через 600 лет.
- 5) Объем Спика А в 343 раза больше объема Солнца.

Ответ: \_\_\_\_\_

## Часть 2

**Для записи ответов на задания (25–32) используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (25, 26 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.**

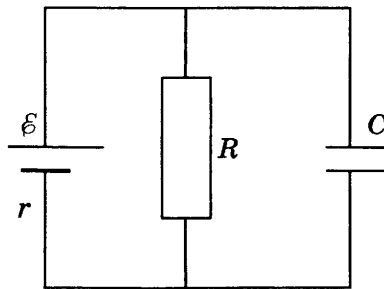
25. Рабочее тело теплового двигателя, находящегося в контакте с холодильником, медленно сжимают, а затем нагревают до температуры нагревателя. Начальное состояние газа характеризуется параметрами  $p_0, 2V_0, T_0$ , конечное состояние —  $4p_0, V_0, 2T_0$ . Количество вещества не меняется. Постройте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

**Полное правильное решение каждой из задач 26–32 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.**

26. 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?

27. 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  $\frac{E_{к1}}{E_{к2}}$ ?

28. На дифракционную решетку с количеством штрихов 500 на 1 мм перпендикулярно падает свет. Для некоторой длины волны максимум второго порядка наблюдается под углом  $30^\circ$ . Определите длину волны.
29. Шар, наполовину погруженный в воду, лежит на дне сосуда. Масса шара 2 кг, плотность шара  $8000 \text{ кг/м}^3$ . С какой силой шар давит на дно сосуда? Сделайте схематический рисунок с указанием действующих на шар сил.
30. Горизонтальный теплоизолированный сосуд разделен на две равные части закрепленной нетеплопроводной перегородкой. В одной части сосуда находится 3 моль гелия при температуре 250 К и давлении 50 кПа, в другой — 2 моль неона при температуре 300 К и давлении 80 кПа. Перегородку убирают. Определите давление газов в сосуде после установления равновесия.
31. 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?



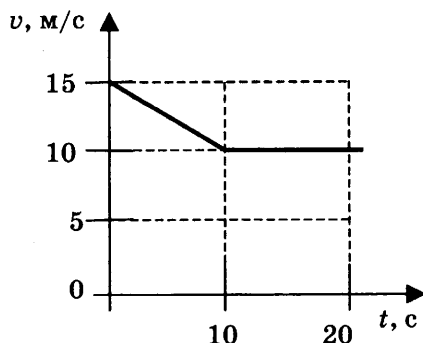
32. В идеальном колебательном контуре происходят электромагнитные колебания с периодом  $8\pi \cdot 10^{-4} \text{ с}$ . В некоторый момент времени заряд конденсатора равен 5 нКл, а сила тока в контуре 8 мкА. Чему равна амплитуда колебаний заряда конденсатора?

# ВАРИАНТ 6

## Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 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

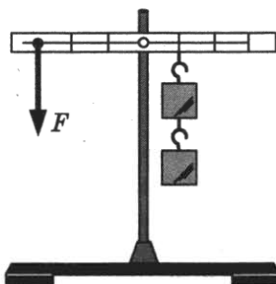
Чему равен коэффициент упругости пружины?

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?

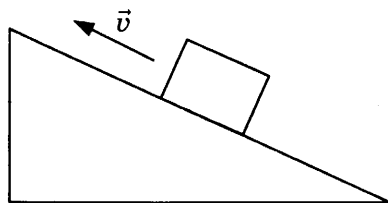
Ответ: \_\_\_\_\_ Н.

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:

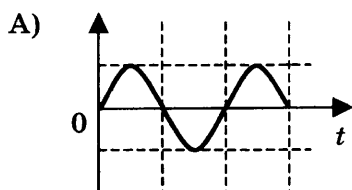
- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

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

Ускорение	Потенциальная энергия

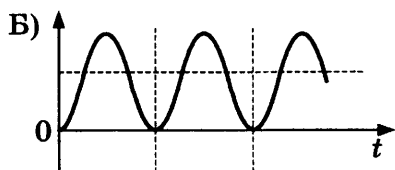
7. Пружинный маятник совершает свободные незатухающие колебания. На графиках А и Б представлены изменения со временем физических величин, характеризующих колебания маятника. Установите соответствие между графиками и физическими величинами, которым соответствуют эти зависимости. К каждой позиции первого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

ГРАФИК



ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА

- 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.

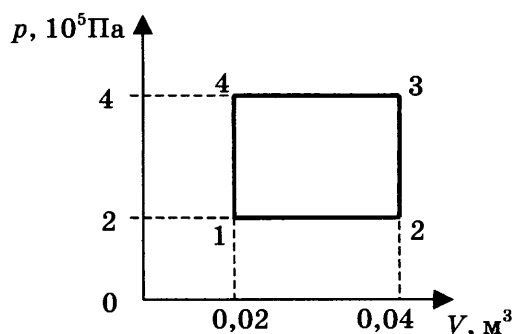
9. Одноатомный идеальный газ в количестве 2 моль совершает работу 166 Дж, температура газа при этом увеличилась на 10 К. Какое количество теплоты было сообщено газу? Ответ округлите до целых.

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**

- А) количество теплоты  
Б) внутренняя энергия одноатомного газа

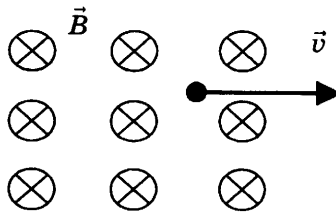
**ФОРМУЛА ДЛЯ РАСЧЕТА**

- 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

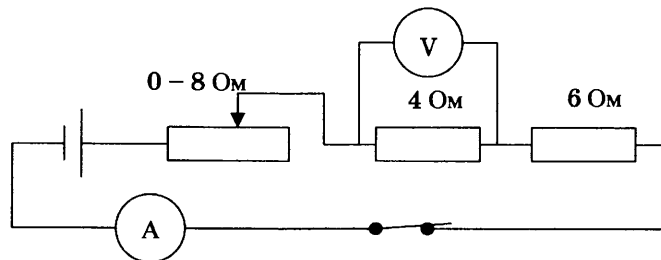
13. Отрицательно заряженная частица движется в однородном магнитном поле со скоростью  $v$ . Вектор скорости частицы направлен перпендикулярно вектору магнитной индукции.



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

Ответ: \_\_\_\_\_.

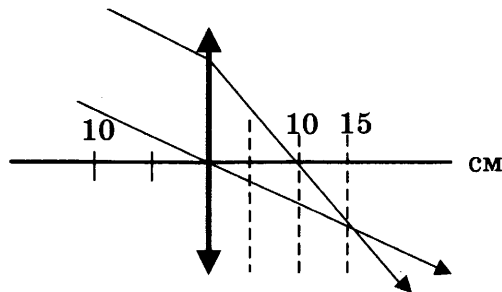
14. На рисунке представлена электрическая цепь.



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

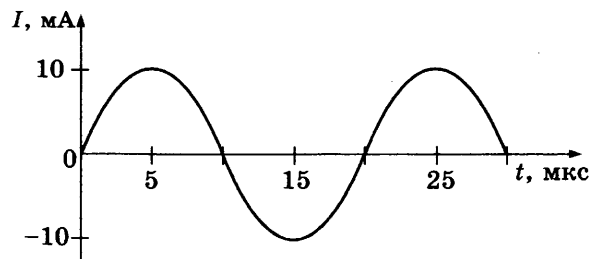
Ответ: \_\_\_\_\_ А.

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:

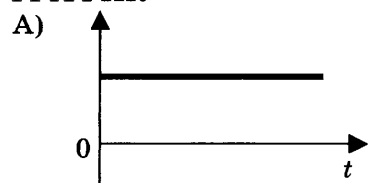
- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

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

Емкость конденсатора	Заряд конденсатора

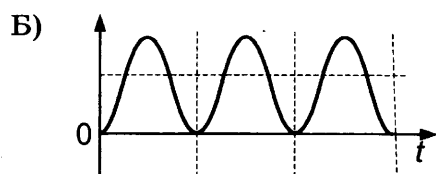
18. В идеальном колебательном контуре происходят электромагнитные колебания. На графиках А и Б представлены изменения со временем физических величин, характеризующих электромагнитные колебания в контуре. В момент времени  $t = 0$  зарядили конденсатор. Установите соответствие между графиками и физическими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

ГРАФИК



ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА

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



Ответ:

А	Б

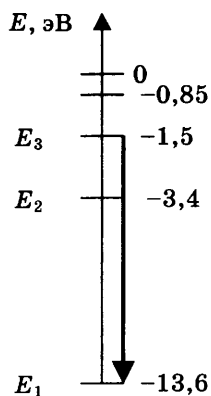
19. Радиоактивный торий  ${}_{90}^{232}\text{Th}$  испытал 2  $\alpha$ -распада и превратился в изотоп другого элемента. Определите зарядовое  $Z$  и массовое  $A$  числа этого изотопа.

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

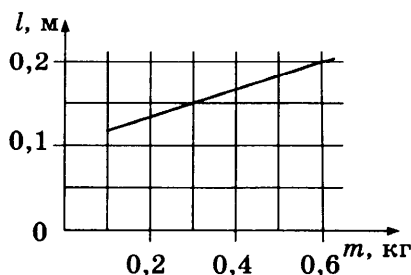
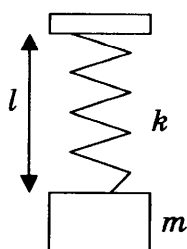
22. На рисунке показана мензурка, в которую налита вода. Погрешность измерений равна цене деления мензурки. Определите объем воды в мензурке с учетом погрешности.



Ответ: ( \_\_\_\_\_ ± \_\_\_\_\_ ) 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, соответствующих 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:

24. Ниже приведена таблица, содержащая характеристики некоторых звезд.

Название	Радиус, в радиусах Солнца	Масса, кг	Расстояние, св. лет	Температура поверхности, К
Вега	2,8	$4,20 \cdot 10^{30}$	25,3	9600
Арктур	25,7	$2,2 \cdot 10^{30}$	36,7	4300
Полярная А	23	$1,2 \cdot 10^{31}$	434	7000
Альтаир	1,7	$3,6 \cdot 10^{30}$	17	8000
Спика А	7	$2,0 \cdot 10^{31}$	262	22 000
Регул А	3,5	$7,0 \cdot 10^{30}$	77	10 300
Алиот	3,7	$6,0 \cdot 10^{30}$	81	9400
Антарес	800	$2,5 \cdot 10^{31}$	600	3400

Масса Солнца составляет  $2 \cdot 10^{30}$  кг.

Выберите все верные утверждения.

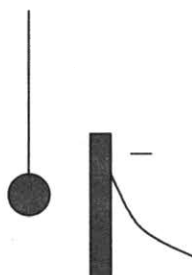
- 1) Вега является красным гигантом.
- 2) Звезда Альтаир относится к белым звездам.
- 3) Масса звезды Алиот в 3 раза больше массы Солнца.
- 4) Плотность звезды Спика А в 34,3 раза меньше плотности Солнца.
- 5) Свет Полярной звезды идет до Земли дольше, чем свет Антареса.

Ответ: \_\_\_\_\_

## Часть 2

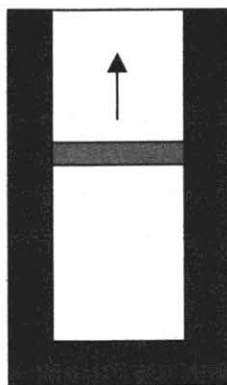
**Для записи ответов на задания (25–32) используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (25, 26 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.**

25. 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 26–32 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.**

26. 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?
27. 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?
28. Иголочка 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.
29. Небольшое тело соскальзывает без трения с вершины полусферы радиусом  $R = 1,5$  м. На какой высоте над центром полусферы тело оторвется от ее поверхности?
30. 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.



31. 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?
32. Работа выхода электрона из металлической пластины:

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

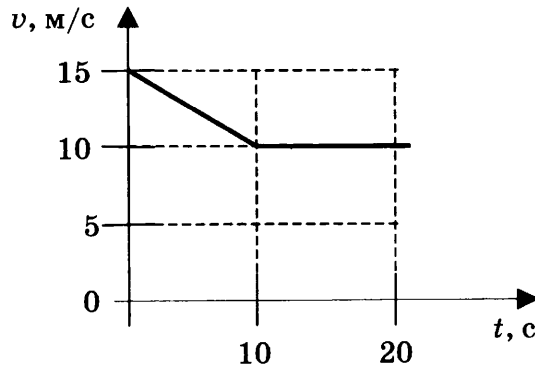
Какова максимальная скорость электронов, выбиваемых из пластины светом с частотой  $\nu = 7 \cdot 10^{14}$  Гц?

# ВАРИАНТ 7

## Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 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 до 20 с?

Ответ: \_\_\_\_\_ м/с<sup>2</sup>.

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 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  $v$ .

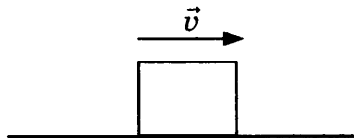
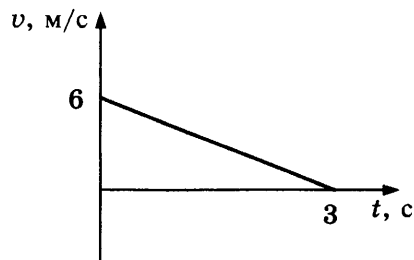


График зависимости скорости бруска от времени показан на рисунке. Выберите два верных утверждения.



- 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.

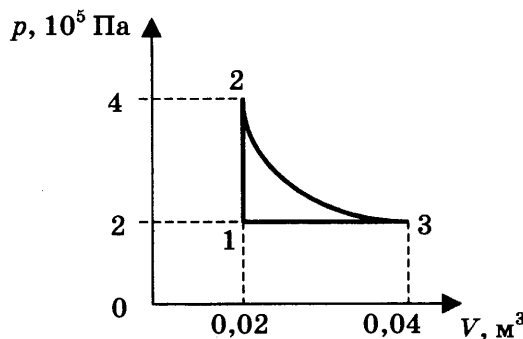
9. При адиабатическом расширении идеального одноатомного газа в количестве 2 моль внешние силы совершили над газом работу  $-500$  Дж. Чему равно изменение внутренней энергии газа?

Ответ: \_\_\_\_\_ Дж.

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.

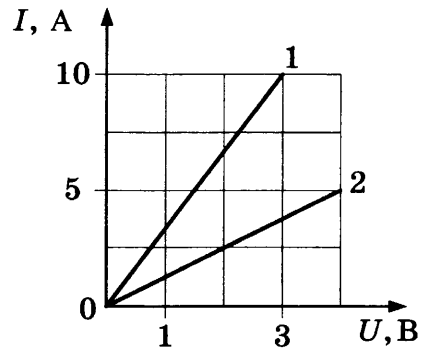
Парциальное давление сухого воздуха	Парциальное давление пара

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 O? Ответ запишите словом (словами).



Ответ: \_\_\_\_\_

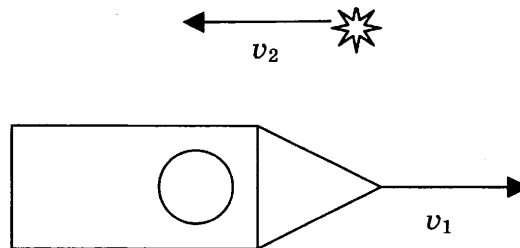
14. Зависимость силы тока от напряжения для различных проводников представлена на рисунке.



Какую мощность выделяет ток в проводнике 2 при напряжении 2 В?

Ответ: \_\_\_\_\_ Вт.

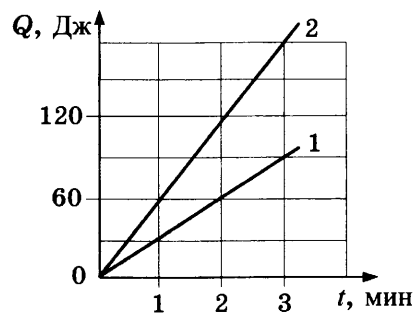
15. С борта космического корабля, движущегося со скоростью  $v_1 = 10$  км/с, наблюдают источник света, движущийся со скоростью  $v_2 = 50$  км/с (см. рис.). Свет от неподвижного источника распространяется со скоростью  $c = 300\,000$  км/с.



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 изменятся 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

ФОРМУЛА

А) ЭДС источника тока

1)  $IR$

Б) напряжение на участке цепи

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.

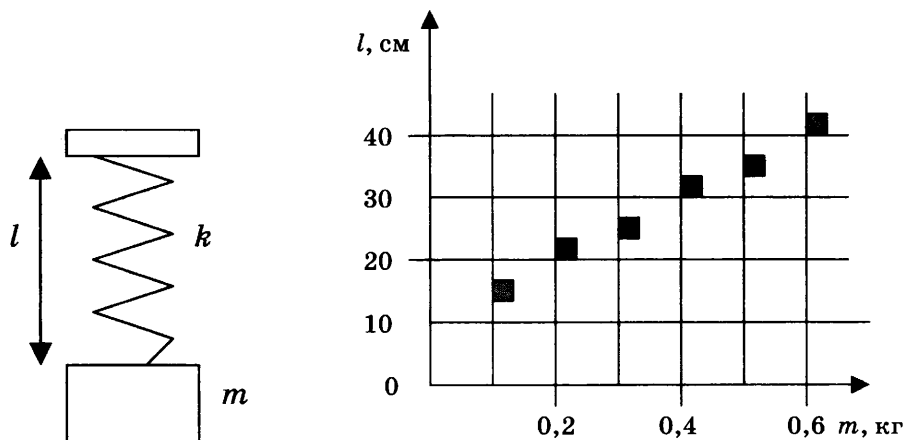
Интенсивность	Частота

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? Погрешность равна цене деления.

Ответ: ( \_\_\_\_\_ ± \_\_\_\_\_ ) 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, соответствующих 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:

24. Ниже приведена таблица, содержащая характеристики планет Солнечной системы.

Название	Радиус, км	Масса, кг	Среднее расстояние от Солнца, км	Период вращения вокруг оси, ч
Меркурий	2439	$3,30 \cdot 10^{23}$	$57,9 \cdot 10^6$	1411,2
Венера	6052	$4,87 \cdot 10^{24}$	$108,2 \cdot 10^6$	5832
Земля	6378	$5,98 \cdot 10^{24}$	$149,6 \cdot 10^6$	24
Марс	3398	$6,42 \cdot 10^{23}$	$227,94 \cdot 10^6$	24,6
Юпитер	71 492	$1,90 \cdot 10^{27}$	$778 \cdot 10^6$	9,8
Сатурн	60 268	$5,69 \cdot 10^{26}$	$1429 \cdot 10^6$	10,2
Уран	25 559	$8,69 \cdot 10^{25}$	$2871 \cdot 10^6$	10,8
Нептун	24 764	$1,02 \cdot 10^{26}$	$4504 \cdot 10^6$	15,7

Выберите все верные утверждения.

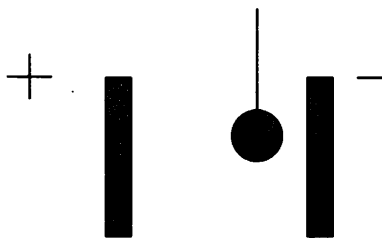
- 1) Ускорения свободного падения на поверхности Венеры и Урана примерно равны.
- 2) Ускорение свободного падения на поверхности планеты зависит только от ее радиуса.
- 3) Первая космическая скорость для Марса равна 8 км/с.
- 4) Вторая космическая скорость для Венеры примерно равна 10 км/с.
- 5) Для того чтобы покинуть поверхность Урана, нужно иметь скорость не менее 15,6 км/с.

Ответ: \_\_\_\_\_

## Часть 2

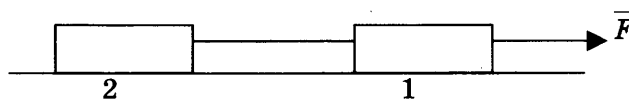
**Для записи ответов на задания (25–32) используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (25, 26 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.**

25. 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 26–32 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.**

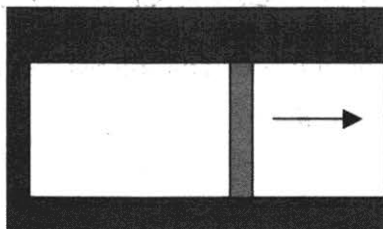
26. По гладкой горизонтальной поверхности под действием силы  $\vec{F}$  движутся одинаковые бруски, связанные нитью, как показано на рисунке. На второй брусок положили еще один такой же.



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

27. 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?
28. 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?

29. 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.
30. 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.



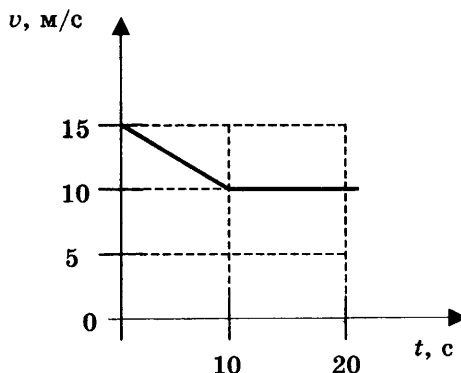
31. Идеальный колебательный контур состоит из конденсатора емкостью 20 мкФ и катушки индуктивностью 4,5 мГн. Амплитуда колебаний силы тока 6 мА. Какова амплитуда колебаний заряда конденсатора в контуре?
32. Красная граница фотоэффекта для калия  $\lambda_0 = 577$  нм. Поверхность калия освещается светом 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 1–24 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 до 10 с?

Ответ: \_\_\_\_\_ м/с<sup>2</sup>.

2. На тележке, движущейся горизонтально с постоянным ускорением 0,5 м/с<sup>2</sup>, 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  $\frac{\nu_1}{\nu_2}$  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?

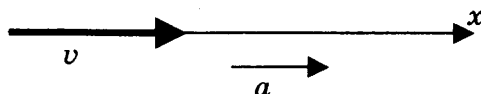
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится                      2) уменьшится                      3) не изменится

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

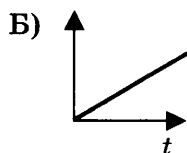
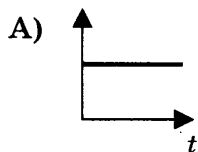
Сила тяжести	Потенциальная энергия

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.

**ГРАФИК**



**ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА**

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

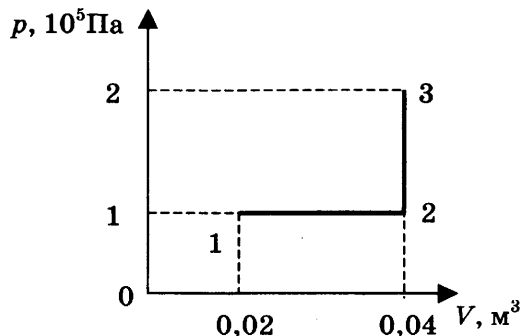
Ответ:

А	Б

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

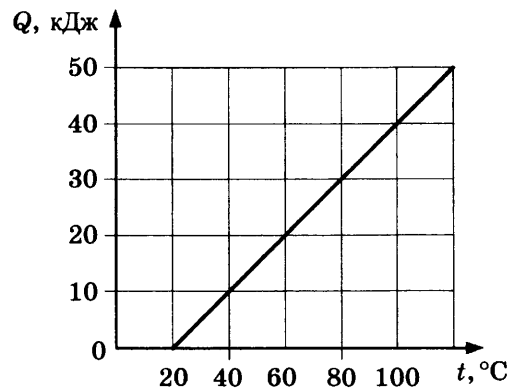
Ответ: \_\_\_\_\_ К.

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,  $\Delta U$  — изменение внутренней энергии,  $A$  — работа газа).

НАЗВАНИЕ ИЗОПРОЦЕССА

ФОРМУЛА ДЛЯ РАСЧЕТА

А) изобарный

1)  $Q = \Delta U + A$

Б) изотермический

2)  $Q = A$

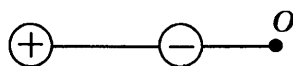
3)  $Q = \Delta U$

4)  $\Delta U = -A$

Ответ: 

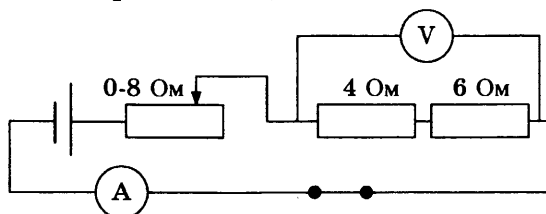
А	Б

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  $O$ ? Ответ запишите словом (словами).



Ответ: \_\_\_\_\_

14. На рисунке представлена электрическая цепь.

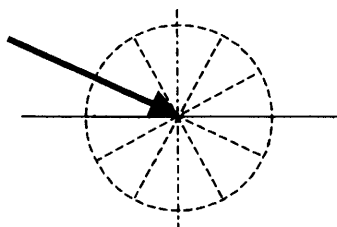


Вольтметр показывает напряжение 12 В. Какую силу тока показывает амперметр?

Ответ: \_\_\_\_\_ А.

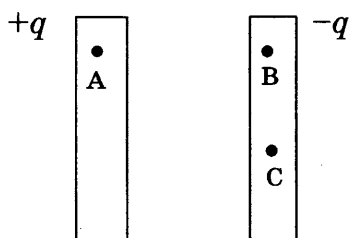
15. Луч света проходит из воздуха в стекло, как показано на рисунке. Показатель преломления стекла 1,5. Пользуясь приведенной таблицей, найдите угол преломления.

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



Ответ: \_\_\_\_\_ °.

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.

**ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА**

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

**ФОРМУЛА**

- 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  ${}_{84}^{214}\text{Po}$ , испытав 1  $\alpha$ -распад и 2  $\beta$ -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.

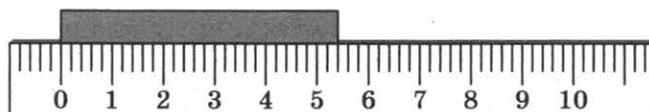
21. При измерении давления света на поверхность увеличили частоту падающего света, не изменяя число фотонов, падающих на поверхность каждую секунду. Как при этом изменятся интенсивность падающего света и давление, оказываемое на поверхность? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится  
 2) уменьшится  
 3) не изменится

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

Интенсивность	Давление

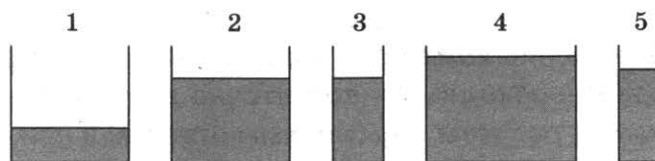
22. С помощью линейки измерили длину бруска. Считая, что погрешность измерений равна цене деления прибора, запишите длину бруска с учетом погрешности.



Ответ: ( \_\_\_\_\_ ± \_\_\_\_\_ ) 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:

24. Ниже приведена таблица, содержащая характеристики планет Солнечной системы.

Название	Радиус, км	Масса, кг	Среднее расстояние от Солнца, км	Период вращения вокруг оси, ч
Меркурий	2439	$3,30 \cdot 10^{23}$	$57,9 \cdot 10^6$	1411,2
Венера	6052	$4,87 \cdot 10^{24}$	$108,2 \cdot 10^6$	5832
Земля	6378	$5,98 \cdot 10^{24}$	$149,6 \cdot 10^6$	24
Марс	3398	$6,42 \cdot 10^{23}$	$227,94 \cdot 10^6$	24,6
Юпитер	71 492	$1,90 \cdot 10^{27}$	$778 \cdot 10^6$	9,8
Сатурн	60 268	$5,69 \cdot 10^{26}$	$1429 \cdot 10^6$	10,2
Уран	25 559	$8,69 \cdot 10^{25}$	$2871 \cdot 10^6$	10,8
Нептун	24 764	$1,02 \cdot 10^{26}$	$4504 \cdot 10^6$	15,7

Выберите все верные утверждения.

- 1) Ускорение свободного падения на поверхности планеты зависит от массы планеты и её радиуса.
- 2) Ускорения свободного падения на поверхности Меркурия и Марса примерно равны.
- 3) Юпитер находится от Солнца на расстоянии примерно 8 астрономических единиц.
- 4) Первые космические скорости для Урана и Сатурна примерно равны.
- 5) Чем больше ускорение свободного падения на поверхности планеты, тем больше первая космическая скорость для этой планеты.

Ответ: \_\_\_\_\_

## Часть 2

**Для записи ответов на задания (25–32) используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (25, 26 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.**

25. Окно в теплой комнате запотело. Какой должна быть относительная влажность воздуха в комнате, чтобы наблюдалось это явление? Температура воздуха в комнате  $25\text{ }^\circ\text{C}$ , температура воздуха на улице  $12\text{ }^\circ\text{C}$ . Поясните, как вы получили ответ.

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

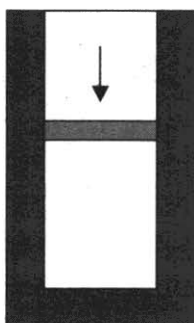
### Давление насыщенных паров воды при различных температурах

$t, \text{ }^\circ\text{C}$	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

$t, \text{ }^\circ\text{C}$	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 26–32 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.**

26. 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  $30^\circ$ . Чему равна сила трения шайбы о плоскость?
27. 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?
28. 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?
29. 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  $v_{\text{пл}} = 10$  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 %?
30. 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.



31. К источнику тока с ЭДС  $\mathcal{E} = 12$  В и внутренним сопротивлением  $r = 2$  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?
32. Работа выхода электрона из металлической пластины:

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

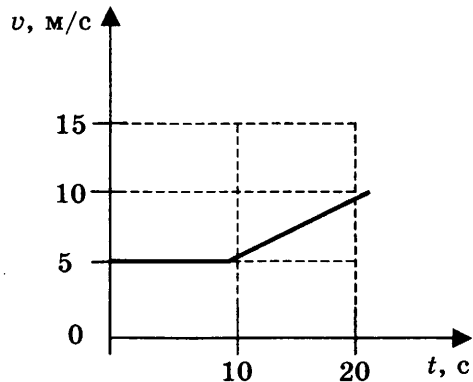
Какова максимальная скорость электронов, выбиваемых из пластины светом с длиной волны  $\lambda = 375$  нм?

# ВАРИАНТ 9

## Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 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.

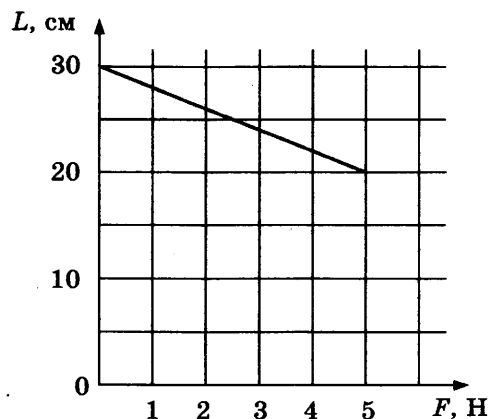
1. На рисунке приведен график зависимости скорости велосипедиста от времени.



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.

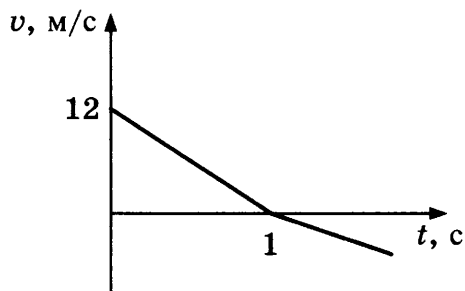
3. Тело, импульс которого равен  $2 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$ , движется прямолинейно. Чему стал равен импульс тела после действия на тело постоянной силы величиной  $3 \text{ Н}$  в течение  $5 \text{ с}$ ? Сила действует в направлении движения тела.

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

4. При сжатии пружины на  $2 \text{ см}$  максимальная приложенная сила оказалась равной  $20 \text{ Н}$ . 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?

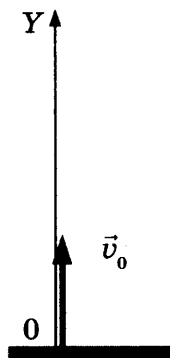
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 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. Мяч в момент  $t = 0$  бросают вертикально вверх со скоростью  $v_0$  (см. рис.). Сопротивление воздуха мало.

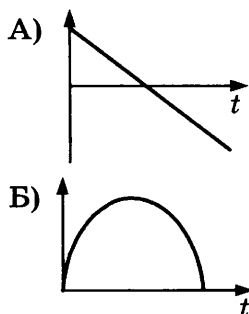


Графики А и Б представляют собой зависимости физических величин, характеризующих движение мяча, от времени.

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.

ГРАФИК



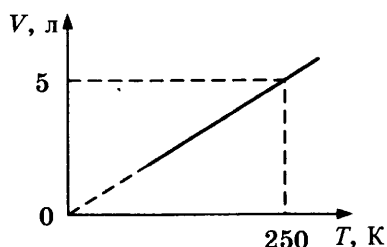
ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА

- 1) проекция импульса на ось  $Y$
- 2) проекция равнодействующей силы на ось  $Y$
- 3) потенциальная энергия
- 4) кинетическая энергия

Ответ:

А	Б

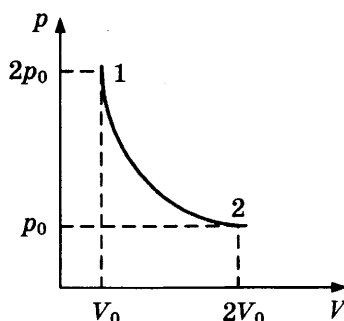
8. На рисунке приведен график зависимости объема 0,2 моль идеального газа от температуры.



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  $-73^\circ\text{C}$ , 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,  $\Delta U$  — 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

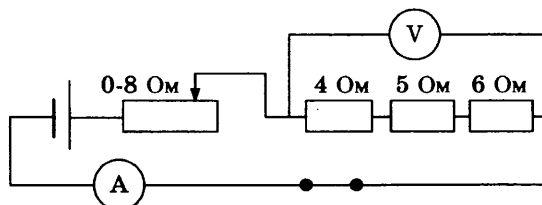
13. На рисунке изображен горизонтальный проводник, по которому течет электрический ток в направлении «к нам».



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

Ответ: \_\_\_\_\_

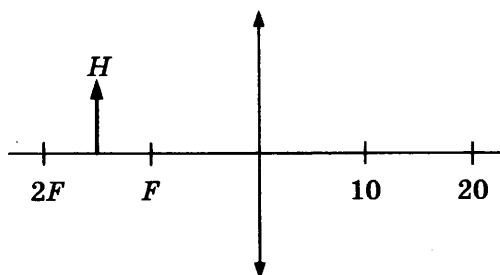
14. На рисунке представлена электрическая цепь.



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

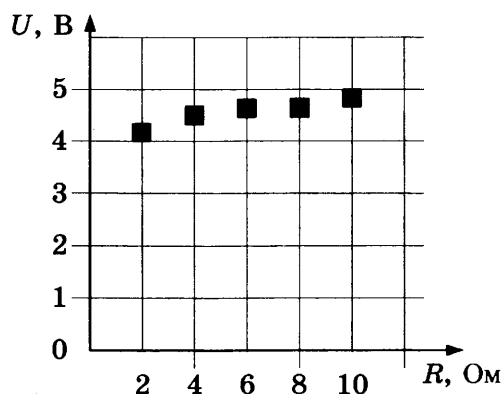
Ответ: \_\_\_\_\_ А.

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.

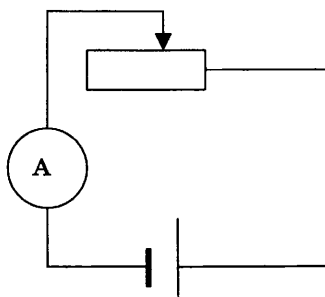


Выберите два утверждения, соответствующих результатам этих измерений.

- 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  
 Б) работа электрического тока

- 1)  $IR$   
 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. Пучок фотонов с длиной волны 400 нм падает на зеркальную поверхность перпендикулярно поверхности. Число фотонов в пучке  $10^{24}$ . Какой импульс передаст этот пучок поверхности?

Ответ: \_\_\_\_\_ г · м/с.

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

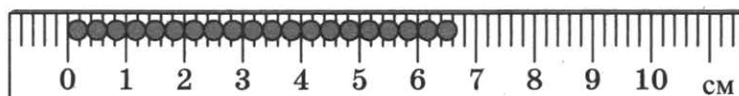
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 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

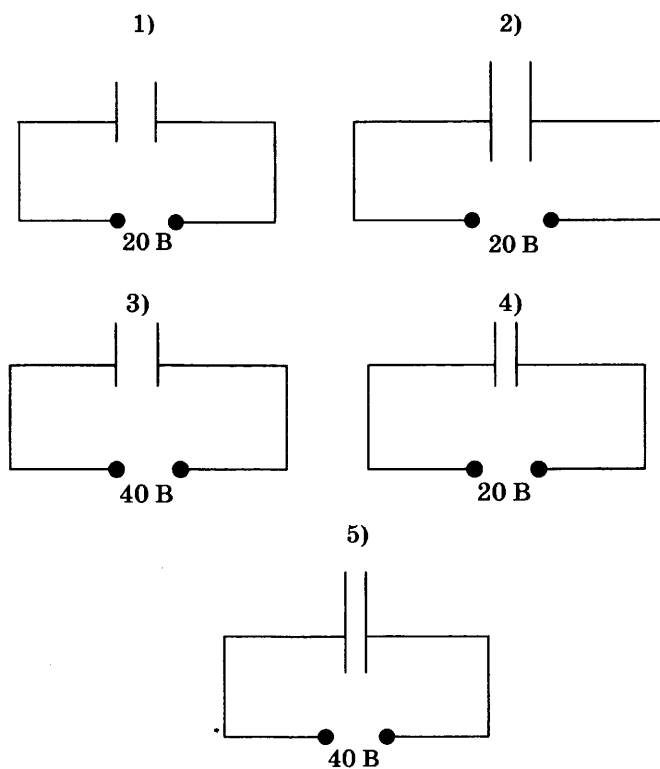
22. Чему равен диаметр одного зерна, измеренный с помощью линейки, показанной на рисунке? Запишите ответ с учетом погрешности. Погрешность равна цене деления.



Ответ: ( \_\_\_\_\_ ± \_\_\_\_\_ ) 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 емкость конденсатора зависит от расстояния между его пластинами. Какие два опыта из представленных ниже нужно выбрать для проверки этой гипотезы?



Ответ:

24. Ниже приведена таблица, содержащая характеристики некоторых звезд.

Название	Радиус, в радиусах Солнца	Масса, кг	Расстояние, св. лет	Температура поверхности, К
Вега	2,8	$4,2 \cdot 10^{30}$	25,3	9600
Арктур	25,7	$2,2 \cdot 10^{30}$	36,7	4300
Альтаир	1,7	$3,6 \cdot 10^{30}$	17	8000
Спика А	7	$2,0 \cdot 10^{31}$	262	22 000
Регул А	3,5	$7,0 \cdot 10^{30}$	77	10 300
Кастор А	2	$4,0 \cdot 10^{30}$	50	10 000
Алиот	3,7	$6,0 \cdot 10^{30}$	81	9400
Антарес	800	$2,5 \cdot 10^{31}$	600	3400

Масса Солнца составляет  $2 \cdot 10^{30}$  кг.

Выберите все верные утверждения.

- 1) Масса звезды Кастор в 2 раза меньше массы Солнца.
- 2) Звезда Спика относится к бело-голубым звездам.
- 3) Масса звезды Антарес в 1,7 раза больше массы Солнца.
- 4) Максимум излучения звезды Алиот приходится на фиолетовую область спектра.
- 5) Свет Альтаира идет до Земли 17 лет.

Ответ: \_\_\_\_\_

## Часть 2

Для записи ответов на задания (25–32) используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (25, 26 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.

25. 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  $18\text{ }^{\circ}\text{C}$ , относительная влажность воздуха  $50\%$ . Поясните, как вы получили ответ.

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

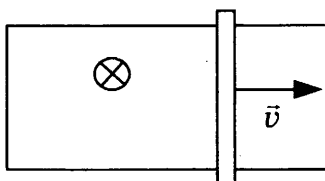
Давление насыщенных паров воды при различных температурах

$t, ^{\circ}\text{C}$	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 26–32 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.

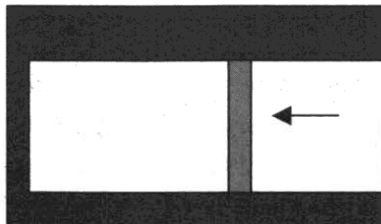
26. Шарик массой  $50\text{ г}$  бросили вертикально вверх с начальной скоростью  $10\text{ м/с}$ . Шарик поднялся на высоту  $4\text{ м}$  и упал обратно. Чему равна сила сопротивления движению шарика?
27. Идеальная тепловая машина работает по циклу Карно, совершая за один цикл работу  $2\text{ кДж}$ . Количество теплоты  $2\text{ кДж}$  рабочее тело двигателя отдает за один цикл холодильнику, температура которого  $17\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Чему равна температура нагревателя?
28. П-образный контур находится в однородном магнитном поле, перпендикулярном плоскости контура (см. рис.). Индукция магнитного поля  $B = 0,2\text{ Тл}$ .



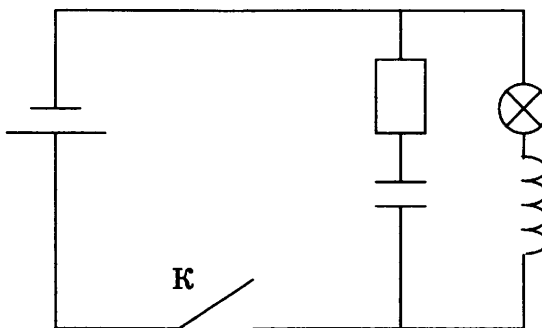
По контуру со скоростью  $v = 1\text{ м/с}$  скользит перемычка длиной  $l = 20\text{ см}$ . Сила индукционного тока в контуре  $I = 4\text{ мА}$ . Чему равно сопротивление перемычки?

29. Мяч бросают вертикально вверх со скоростью  $20\text{ м/с}$ . Какой путь пройдет мяч за  $3\text{ секунды}$  движения? Сопротивлением воздуха пренебречь.

30. 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.



31. 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 К замкнут. Какая энергия выделится в резисторе после размыкания ключа? Внутренним сопротивлением источника, а также сопротивлением проводов и катушки пренебречь.



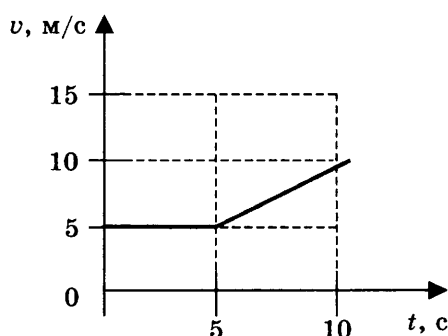
32. Идеальный колебательный контур состоит из конденсатора емкостью 20 мкФ и катушки индуктивностью 8 мГн. Амплитуда колебаний заряда на конденсаторе 8 нКл. Какова максимальная энергия магнитного поля катушки?

# ВАРИАНТ 10

## Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 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 до 10 с?

Ответ: \_\_\_\_\_ м/с<sup>2</sup>.

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

Ответ: \_\_\_\_\_ Н.

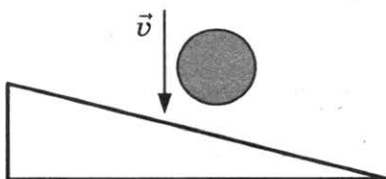
3. Самолет летит со скоростью  $v_1 = 180 \text{ км/ч}$ , а вертолет со скоростью  $v_2 = 90 \text{ км/ч}$ . Масса самолета  $m = 3000 \text{ кг}$ . Отношение импульса самолета к импульсу вертолета равно  $1,5$ . Чему равна масса вертолета?

Ответ: \_\_\_\_\_ т.

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

Ответ: \_\_\_\_\_ раз.

5. Мяч падает вертикально вниз на наклонную плоскость с высоты  $20 \text{ см}$ , как показано на рисунке, и упруго отскакивает от нее. Выберите два верных утверждения.



- 1) Модуль скорости мяча после столкновения равен 1,5 м/с.
- 2) Модуль скорости мяча после столкновения равен 2 м/с.
- 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:

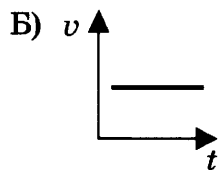
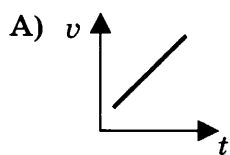
- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

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.

ГРАФИК



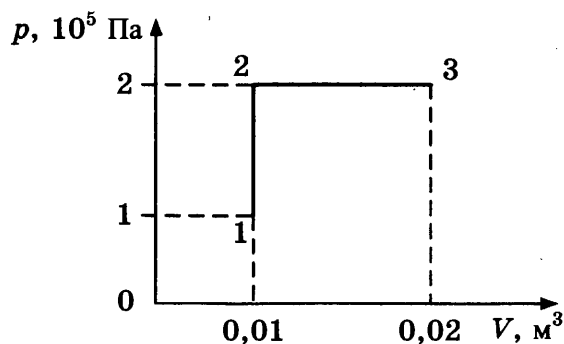
НАЗВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ

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

Ответ: 

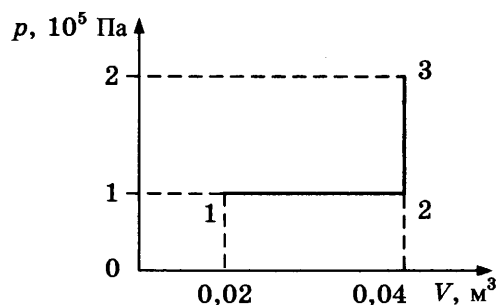
А	Б

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?

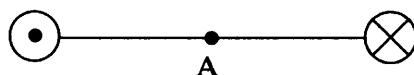
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

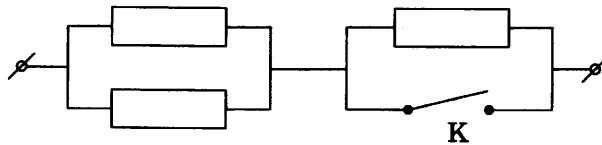
Давление	Внутренняя энергия

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: \_\_\_\_\_

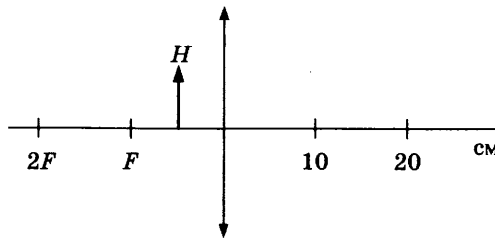
14. На участке цепи, изображенном на рисунке, сопротивление каждого из резисторов равно  $R = 6 \text{ Ом}$ .



Чему равно полное сопротивление участка при замкнутом ключе К?

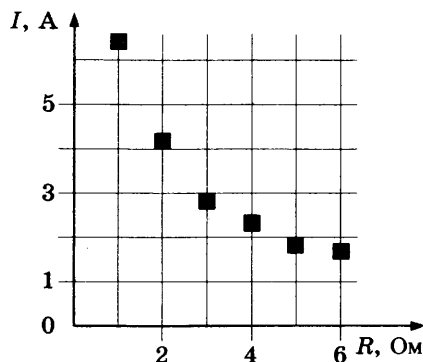
Ответ: \_\_\_\_\_ Ом.

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 тока  $\Delta I = \pm 0,2$  А, сопротивления  $\Delta R = \pm 0,5$  Ом.



Выберите два утверждения, соответствующих 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  $\alpha$ -распада и 1  $\beta$ -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  $\beta$ -распад атомного ядра. Как при этом изменилось число протонов и нейтронов в ядре?

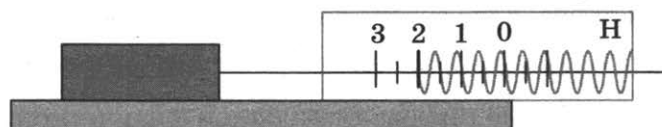
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 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.

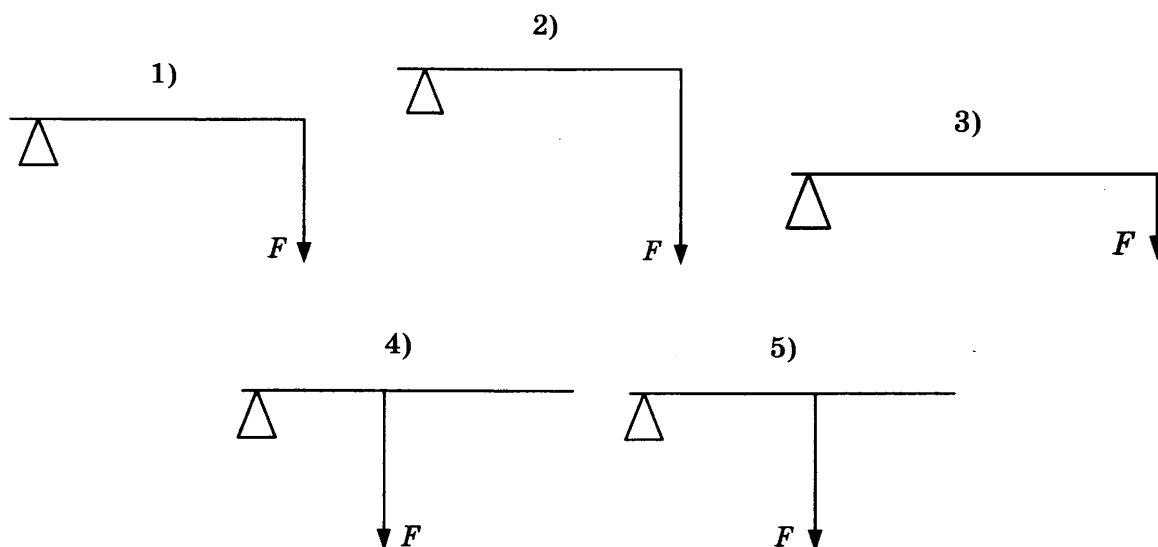


Чему равна сила трения по данным измерений?

Ответ: \_\_\_\_\_ Н.

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

23. К рычагу, закрепленному 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:

24. Ниже приведена таблица, содержащая характеристики некоторых звезд.

Название	Радиус, в радиусах Солнца	Масса, кг	Расстояние, св. лет	Температура поверхности, К
Вега	2,8	$4,20 \cdot 10^{30}$	25,3	9600
Арктур	25,7	$2,2 \cdot 10^{30}$	36,7	4300
Альтаир	1,7	$3,6 \cdot 10^{30}$	17	8000
Спика А	7	$2,0 \cdot 10^{31}$	262	22 000
Регул А	3,5	$7,0 \cdot 10^{30}$	77	10 300
Кастор А	2	$4,0 \cdot 10^{30}$	50	10 000
Алиот	3,7	$6,0 \cdot 10^{30}$	81	9400
Антарес	800	$2,5 \cdot 10^{31}$	600	3400

Масса Солнца составляет  $2 \cdot 10^{30}$  кг.

Выберите все верные утверждения.

- 1) Масса Спики в 5 раз больше массы Кастора.
- 2) Звезда Арктур относится к бело-голубым звездам.
- 3) Звезда Регул является бело-голубой звездой.
- 4) Плотность Регула в 12 раз меньше плотности Солнца.
- 5) Расстояние от Земли до Альтаира в 17 раз превышает расстояние от Земли до Солнца.

Ответ: \_\_\_\_\_

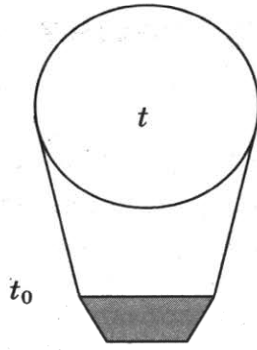
## Часть 2

**Для записи ответов на задания (25–32) используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (25, 26 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.**

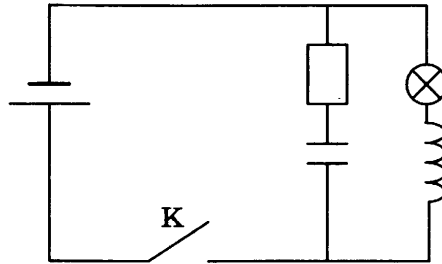
25. Электрическая цепь состоит из аккумуляторной батареи, к которой последовательно подключены ключ, резистор сопротивлением 2 Ом, амперметр, показывающий силу тока 0,8 А, реостат, сопротивление которого меняется от 0 до 8 Ом. Параллельно аккумулятору подключен вольтметр, показывающий напряжение 4 В. 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 26–32 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.**

26. 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?
27. 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?
28. 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.
29. 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  $v_{пл} = 10$  м/с и  $v_{бр} = 5$  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 %?
30. Аэростат объемом  $V = 200$  м<sup>3</sup> 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.



31. 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.



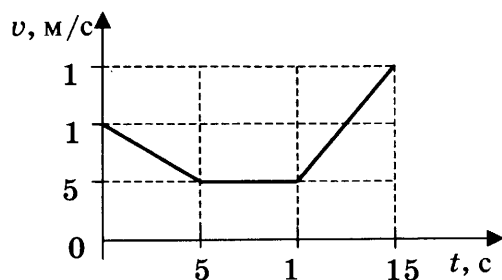
32. Красная граница фотоэффекта для некоторого металла  $\lambda_{кр} = 497$  нм. Какова максимальная скорость электронов, выбиваемых из пластины светом с длиной волны  $\lambda = 375$  нм?

# ВАРИАНТ 11

## Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 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. Сила давления груза массой 600 г на плоскость равна 7 Н. С какой силой плоскость действует на груз?

Ответ: \_\_\_\_\_ Н.

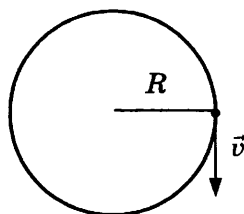
3. Масса мотоцикла  $m_1 = 500$  кг, масса автомобиля  $m_2 = 1000$  кг. Автомобиль движется со скоростью  $v = 108$  км/ч. Отношение импульса автомобиля к импульсу мотоцикла равно 1,5. Чему равна скорость мотоцикла?

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  $A = 1,8 \text{ м/с}^2$

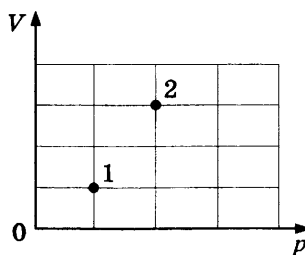
3)  $F = Bm$ , где  $B = 10 \text{ м/с}^2$

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. рис.) 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  $0^\circ\text{C}$ , 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, $^\circ\text{C}$	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).

**ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА**

- А) средняя квадратичная скорость  
 Б) концентрация

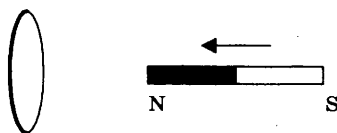
**ФОРМУЛА ДЛЯ РАСЧЕТА**

- 1)  $\frac{3}{2}kT$
- 2)  $\sqrt{\frac{3RT}{M}}$
- 3)  $\frac{p}{kT}$
- 4)  $\frac{2}{3}nE_k$

Ответ: 

А	Б

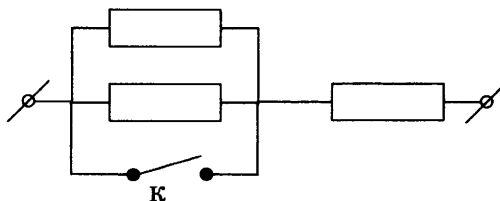
13. К кольцу из алюминия приближают магнит, как показано на рисунке.



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

Ответ: \_\_\_\_\_

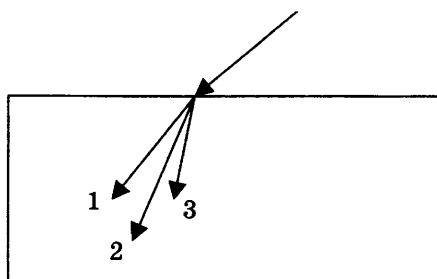
14. На участке цепи, изображенном на рисунке, сопротивление каждого из резисторов равно  $R = 5$  Ом.



Каково полное сопротивление участка при замкнутом ключе К?

Ответ: \_\_\_\_\_ Ом.

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  $\lambda_1 = 600$  нм,  $\lambda_2 = 500$  нм и  $\lambda_3 = 400$  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  $\lambda$  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

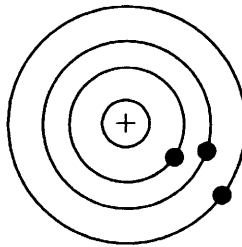
- 1) гальванический элемент  
2) электроутюг  
3) электродвигатель  
4) лампа накаливания

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 электрона

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

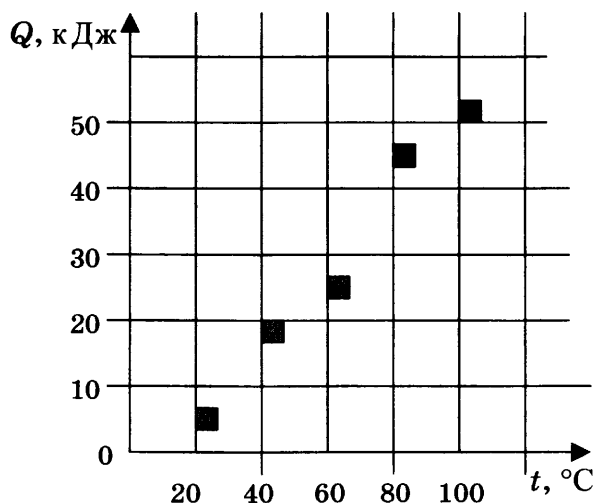
$m$ , кг	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5
$x$ , см	0	4	8	12	15	18

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, соответствующих 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:

24. Ниже приведена таблица, содержащая характеристики планет Солнечной системы.

Название	Радиус, км	Масса, кг	Среднее расстояние от Солнца, км	Период вращения вокруг оси, ч
Меркурий	2439	$3,30 \cdot 10^{23}$	$57,9 \cdot 10^6$	1411,2
Венера	6052	$4,87 \cdot 10^{24}$	$108,2 \cdot 10^6$	5832
Земля	6378	$5,98 \cdot 10^{24}$	$149,6 \cdot 10^6$	24
Марс	3398	$6,42 \cdot 10^{23}$	$227,94 \cdot 10^6$	24,6
Юпитер	71 492	$1,90 \cdot 10^{27}$	$778 \cdot 10^6$	9,8
Сатурн	60 268	$5,69 \cdot 10^{26}$	$1429 \cdot 10^6$	10,2
Уран	25 559	$8,69 \cdot 10^{25}$	$2871 \cdot 10^6$	10,8
Нептун	24 764	$1,02 \cdot 10^{26}$	$4504 \cdot 10^6$	15,7

Выберите все верные утверждения.

- 1) Ускорение свободного падения на поверхности Юпитера равно  $24,8 \text{ м/с}^2$ .
- 2) Первая космическая скорость для Юпитера примерно равна 25 км/с.
- 3) Свет Солнца достигает Меркурия за 3,2 минуты.
- 4) Радиосигнал с Земли может достичь Марса не менее чем за 260 с.
- 5) Вторая космическая скорость для Урана больше, чем для Сатурна.

Ответ: \_\_\_\_\_

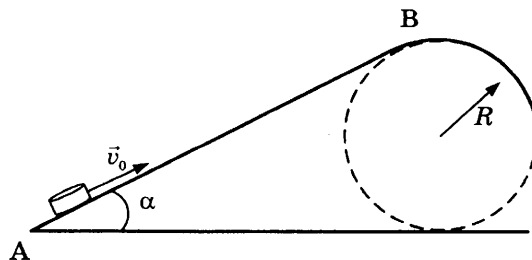
## Часть 2

**Для записи ответов на задания (25–32) используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (25, 26 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.**

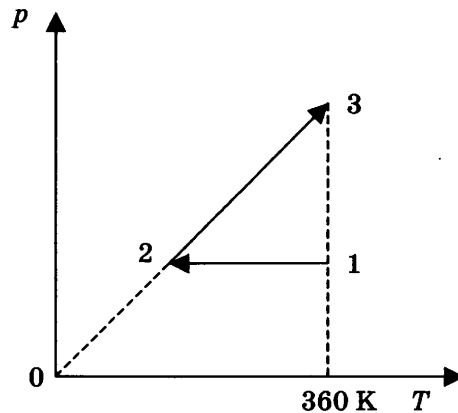
25. Электрическая цепь состоит из аккумулятора, к которому последовательно подключены ключ, резистор сопротивлением 2 Ом, амперметр, показывающий силу тока 0,5 А, реостат, сопротивление которого меняется от 0 до 6 Ом. Параллельно аккумулятору подключен вольтметр, показывающий напряжение 2 В. Составьте 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 26–32 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.**

26. Ядро, летевшее с некоторой скоростью, разрывается на две части. Первый осколок летит под углом  $90^\circ$  к первоначальному направлению со скоростью 20 м/с, а второй — под углом  $30^\circ$  со скоростью 80 м/с. Чему равно отношение массы первого осколка к массе второго осколка?
27. 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?
28. 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.
29. Шайба после удара в точке А скользит вверх по наклонной плоскости с начальной скоростью  $v_0 = 3$  м/с (см. рис.). 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  $\mu = 0,2$ .

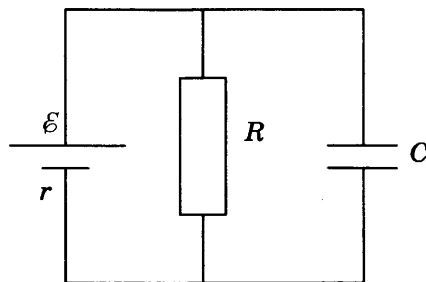


30. 2 моль идеального одноатомного газа сначала охладил, уменьшив объем в 2 раза, а затем нагрели до первоначальной температуры 360 К (см. рис.).



Какое количество теплоты получил газ на участке 2–3?

31. 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?



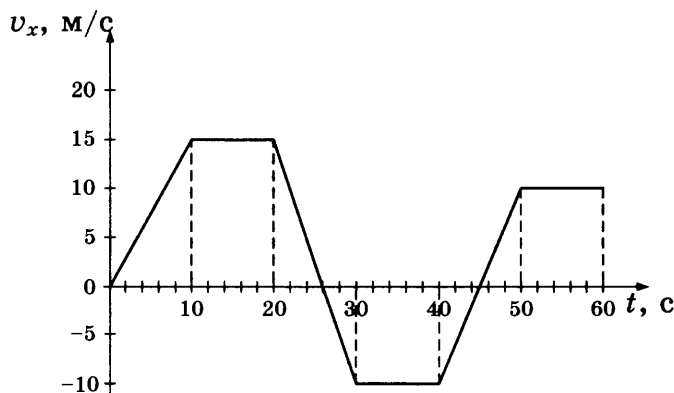
32. В идеальном колебательном контуре амплитуда колебаний силы тока 2 мА. В некоторый момент времени заряд конденсатора равен 5 нКл, а сила тока в контуре 0,8 мА. Чему равен период колебаний в контуре?

# ВАРИАНТ 12

## Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 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/с<sup>2</sup>.

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.

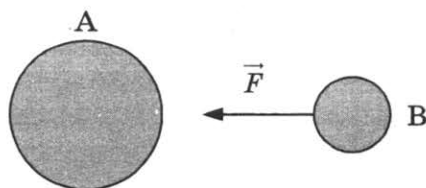
3. Масса грузовика  $m_1 = 6000$  кг, масса легкового автомобиля  $m_2 = 1000$  кг. Грузовик движется со скоростью  $v_1 = 54$  км/ч, автомобиль — со скоростью  $v_2 = 108$  км/ч. Чему равно отношение импульса грузовика к импульсу автомобиля?

Ответ: \_\_\_\_\_

4. Максимальная скорость груза, совершающего колебания на пружине, равнялась 0,6 м/с. Не изменяя амплитуды колебаний, частоту уменьшили в 2 раза. Чему стала равна максимальная скорость груза?

Ответ: \_\_\_\_\_ м/с.

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

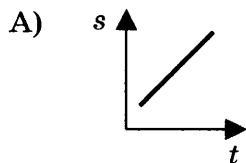
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Период	Максимальная потенциальная энергия

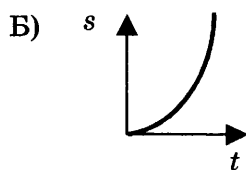
7. Установите соответствие между изображенными в первом столбце графиками различных движений и названием движения.

ГРАФИК

НАЗВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ



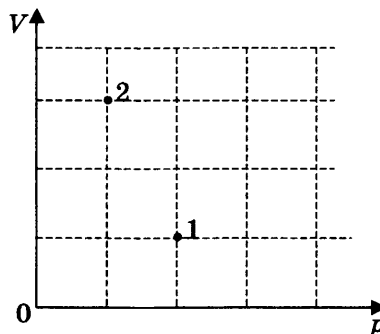
- 1) равномерное
- 2) равнозамедленное
- 3) равноускоренное
- 4) с переменным ускорением



Ответ: 

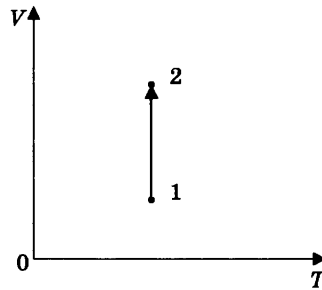
А	Б

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



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?

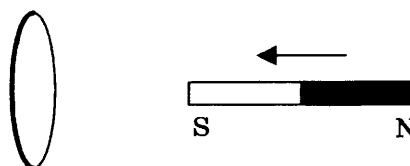
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 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  $\lambda$  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

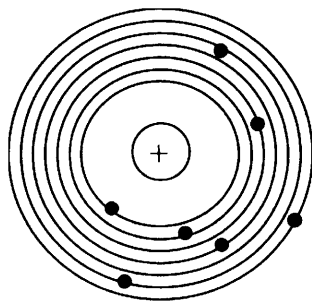
- 1) гальванический элемент
- 2) электроутюг
- 3) электродвигатель
- 4) лампа накаливания

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.

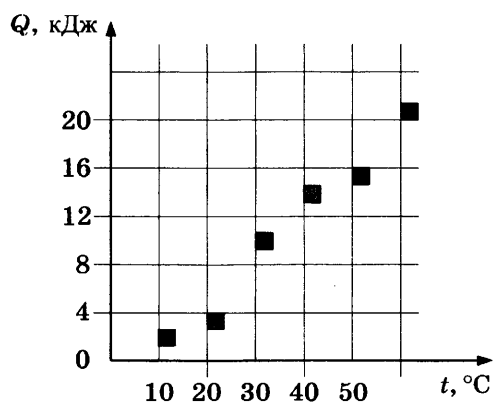
Длина волны	Максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов

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, соответствующих результатам этих измерений.

- 1) Удельная теплоемкость вещества примерно равна  $650 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$ .
- 2) Для нагревания от  $7^\circ\text{C}$  до  $313 \text{ K}$  необходимо сообщить  $13 \text{ кДж}$ .
- 3) При охлаждении  $1 \text{ кг}$  вещества на  $20 \text{ K}$  выделится  $13\,000 \text{ Дж}$ .
- 4) Для нагревания  $2 \text{ кг}$  вещества на  $30 \text{ K}$  необходимо сообщить примерно  $24 \text{ кДж}$ .
- 5) Удельная теплоемкость зависит от температуры.

Ответ:

24. Ниже приведена таблица, содержащая характеристики планет Солнечной системы.

Название	Радиус, км	Масса, кг	Среднее расстояние от Солнца, км	Период вращения вокруг оси, ч
Меркурий	2439	$3,30 \cdot 10^{23}$	$57,9 \cdot 10^6$	1411,2
Венера	6052	$4,87 \cdot 10^{24}$	$108,2 \cdot 10^6$	5832
Земля	6378	$5,98 \cdot 10^{24}$	$149,6 \cdot 10^6$	24
Марс	3398	$6,42 \cdot 10^{23}$	$227,94 \cdot 10^6$	24,6
Юпитер	71 492	$1,90 \cdot 10^{27}$	$778 \cdot 10^6$	9,8
Сатурн	60 268	$5,69 \cdot 10^{26}$	$1429 \cdot 10^6$	10,2
Уран	25 559	$8,69 \cdot 10^{25}$	$2871 \cdot 10^6$	10,8
Нептун	24 764	$1,02 \cdot 10^{26}$	$4504 \cdot 10^6$	15,7

Выберите все верные утверждения.

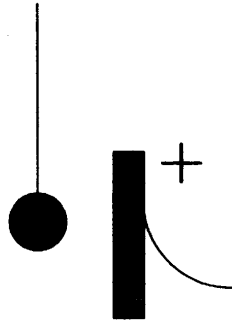
- 1) Ускорение свободного падения на поверхности Юпитера равно  $10,4 \text{ м/с}^2$ .
- 2) Отношение ускорений свободного падения на поверхности Нептуна и Сатурна приблизительно равно 1.
- 3) Для того чтобы покинуть поверхность Венеры, нужна скорость не меньше чем  $7,3 \text{ км/с}$ .
- 4) Свет Солнца достигает Марса за 6 минут.
- 5) Расстояние между орбитами Земли и Юпитера составляет  $4,2$  астрономических единицы.

Ответ: \_\_\_\_\_

## Часть 2

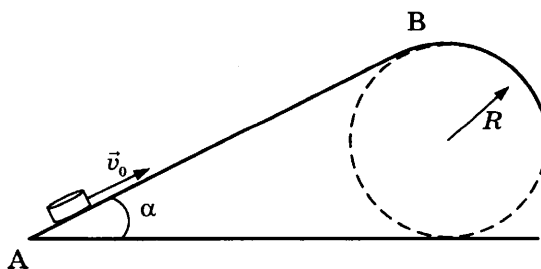
Для записи ответов на задания (25–32) используйте **БЛАНК ОТВЕТОВ № 2**. Запишите сначала номер задания (25, 26 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.

25. 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.

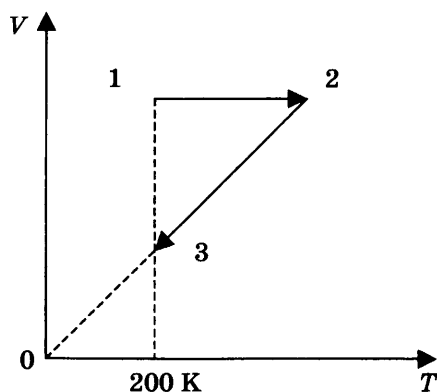


Полное правильное решение каждой из задач 26–32 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

26. Шарик массой 10 г вылетает из пружинного пистолета, пружина которого сжата на 10 см. Жесткость пружины 100 Н/м. С какой скоростью вылетит шарик?
27. Колебательный контур, содержащий катушку индуктивностью 4 мГн, излучает электромагнитные волны длиной 300 м. Найдите емкость конденсатора в этом контуре.
28. Собирающая линза увеличивает предмет, находящийся на ее главной оптической оси на расстоянии 40 см от линзы, в 3 раза. Чему равно фокусное расстояние линзы?
29. Шайба после удара в точке А скользит вверх по наклонной плоскости с начальной скоростью  $v_0 = 3,5$  м/с (см. рис.). 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  $AB = L = 0,5$  м угол наклона плоскости  $\alpha = 30^\circ$ .



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



Какое количество теплоты отдал газ на участке 2–3?

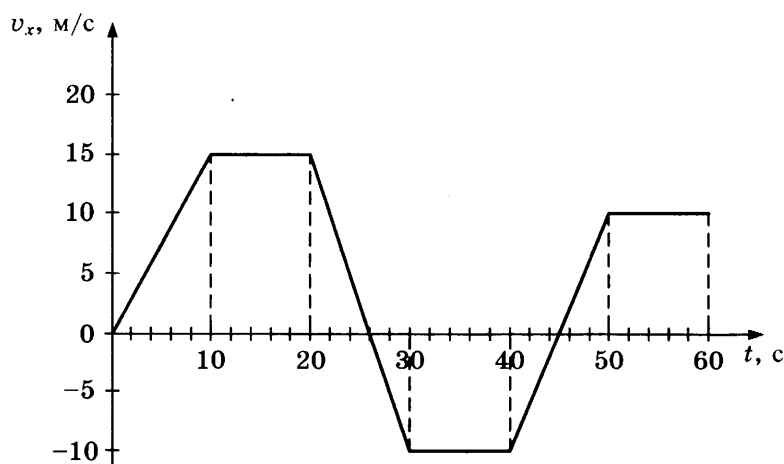
31. Проводник длиной  $l = 0,5$  м и массой  $m = 0,2$  кг лежит на горизонтальных рельсах перпендикулярно к ним. В пространстве создано однородное магнитное поле индукцией  $B = 0,2$  Тл, направленной вдоль рельсов. Через проводник пропускают ток  $I = 4$  А. Какую минимальную горизонтальную силу надо приложить к проводнику, чтобы он равномерно двигался вдоль рельсов? Коэффициент трения между рельсами и проводником  $\mu = 0,4$ .
32. После столкновения двух  $\gamma$ -квантов образовались электрон и позитрон (положительно заряженная частица, масса и модуль заряда которой такие же, как у электрона). Найдите модуль импульса одного из  $\gamma$ -квантов в системе отсчета, где электрон и позитрон покоятся.

# ВАРИАНТ 13

## Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются 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 равна проекция ускорения тела в промежутке времени от 0 до 6 с?

Ответ: \_\_\_\_\_ м/с<sup>2</sup>.

2. Автомобиль массой 1,5 т буксируют с помощью троса с постоянным ускорением 0,1 м/с<sup>2</sup>. Чему равна сила натяжения троса? (Сопротивление движению пренебрежимо мало.)

Ответ: \_\_\_\_\_ Н.

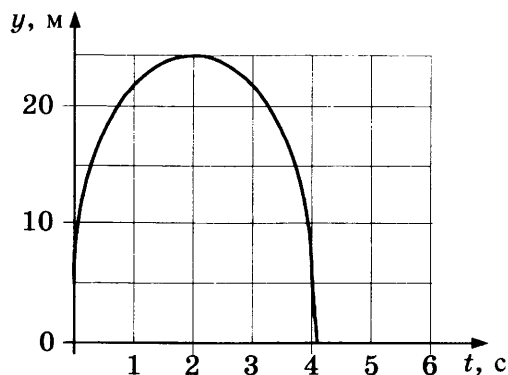
3. Тело массой 3 кг начинает двигаться с ускорением 0,5 м/с<sup>2</sup>. Какова будет кинетическая энергия тела через 2 с после начала движения?

Ответ: \_\_\_\_\_ Дж.

4. В канистру высотой 50 см налит доверху керосин. Какое давление оказывает керосин на дно канистры?

Ответ: \_\_\_\_\_ кПа.

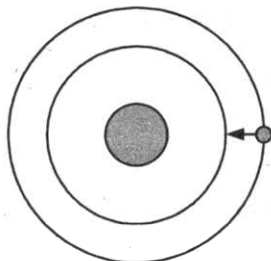
5. На графике показана зависимость от времени координаты тела, брошенного вертикально вверх. Выберите два утверждения, соответствующих этому движению.



- 1) Начальная скорость тела 10 м/с.
- 2) Начальная скорость тела 20 м/с.
- 3) Перемещение тела равно 5 м.
- 4) Перемещение тела равно 0 м.
- 5) Пройденный телом путь равен 25 м.

Ответ:

6. У спутника, движущегося вокруг Земли по круговой орбите, уменьшился радиус орбиты. Как при этом изменятся сила притяжения спутника к Земле и его скорость?



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Сила притяжения спутника к Земле	Скорость движения спутника

7. Груз массой  $m$  начинает двигаться по горизонтальной поверхности под действием постоянной горизонтальной силы  $F$  и за время  $t$  перемещается на расстояние  $s$ . Установите соответствие между физическими величинами, характеризующими движение груза (левый столбец), и формулами, по которым их можно рассчитать (правый столбец). К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

**ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА**

- А) коэффициент трения груза о поверхность  
 Б) ускорение груза

**ФОРМУЛА**

- 1)  $\frac{F}{mg} - \frac{2s}{gt^2}$   
 2)  $\sqrt{\frac{2s}{t}}$   
 3)  $\frac{F}{mg}$   
 4)  $\frac{2s}{t^2}$

Ответ:

А	Б

8. Идеальный газ находился при температуре 150 К. Какой будет температура газа при увеличении средней квадратичной скорости молекул в 2 раза?

Ответ: \_\_\_\_\_ К.

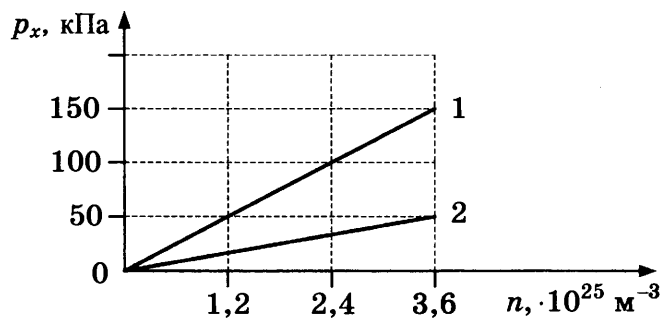
9. Одноатомному идеальному газу в количестве 2 моль сообщили количество теплоты 1 кДж, внешние силы совершили над газом работу 300 Дж. Чему равно изменение внутренней энергии газа?

Ответ: \_\_\_\_\_ кДж.

10. Нагретый стальной брусок А привели в соприкосновение со стальным холодным бруском Б меньшего размера. В процессе установления теплового равновесия брусок А отдал количество теплоты 15,2 кДж. Какое количество теплоты получил брусок Б?

Ответ: \_\_\_\_\_ кДж.

11. На рисунке представлен график зависимости давления газа от его концентрации для идеального одноатомного газа в количестве 3 моль. Выберите два верных утверждения, соответствующих данным процессам.



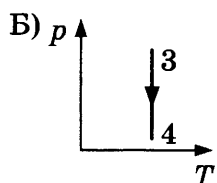
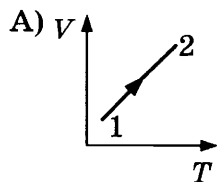
- 1) Процесс 1 происходит при более низкой температуре, чем процесс 2.
- 2) Процессу 2 соответствует температура 100 К.
- 3) Внутренняя энергия газа в процессе 2 увеличивается.
- 4) При фиксированной концентрации  $1,2 \cdot 10^{25} \text{ м}^{-3}$  разность внутренних энергий состояний 1 и 2 равна 7479 Дж.
- 5) При фиксированной концентрации  $1,2 \cdot 10^{25} \text{ м}^{-3}$  для перехода из состояния 1 в состояние 2 необходимо совершить работу 249 Дж.

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**



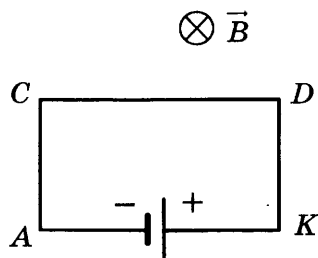
**УТВЕРЖДЕНИЯ**

- 1) газ совершает положительную работу, внутренняя энергия газа увеличивается
- 2) над газом совершают работу, внутренняя энергия газа уменьшается
- 3) газ совершает положительную 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.



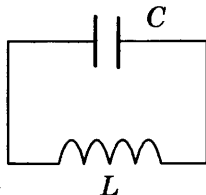
Как направлена (*вверх, вниз, влево, вправо, от наблюдателя, к наблюдателю*) сила, действующая со стороны магнитного поля на проводник  $CD$ ?

Ответ: \_\_\_\_\_

14. Два проводника соединены последовательно и подключены к источнику тока. За одинаковое время на первом проводнике, сопротивление которого 7 Ом, выделилось количество теплоты, в 2 раза меньшее, чем на втором. Каково сопротивление второго проводника?

Ответ: \_\_\_\_\_ Ом.

15. В колебательном контуре емкость конденсатора равна 100 нФ.

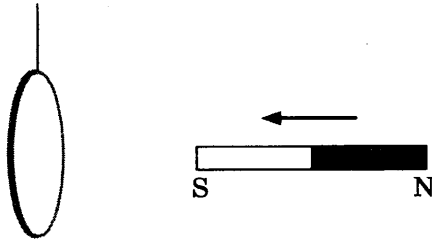


Какую индуктивность должна иметь катушка, включенная в контур, чтобы можно было получить электромагнитные волны длиной 94,2 км?

Ответ: \_\_\_\_\_ мГн.



16. К подвешенному на нити кольцу из алюминия приближают магнит, как показано на рисунке.

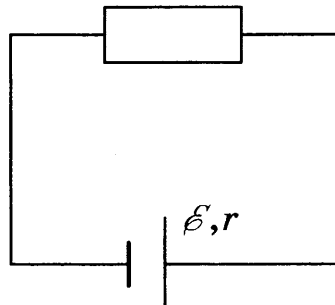


Выберите два верных утверждения.

- 1) При приближении магнита магнитный поток через кольцо уменьшается.
- 2) При приближении магнита индукционный ток направлен против часовой стрелки.
- 3) При приближении магнита индукционный ток направлен по часовой стрелке.
- 4) Кольцо притягивается к магниту.
- 5) Кольцо отталкивается от магнита.

Ответ:

17. На рисунке представлена электрическая цепь, состоящая из источника тока и резистора. Как изменятся сопротивление цепи и напряжение на зажимах источника при подключении такого же резистора последовательно к имеющемуся?



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

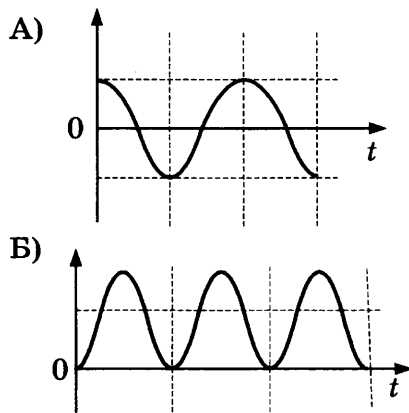
- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

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

Сопротивление цепи	Напряжение

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.

**ГРАФИК**



**ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА**

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

Ответ:

А	Б

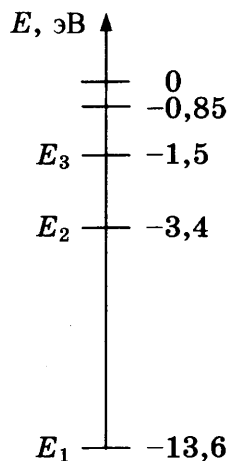
19. Сколько нейтронов и протонов содержится в ядре урана  ${}^{236}_{92}\text{U}$  ?

Ответ:

Число нейтронов	Число протонов

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

20. На рисунке показаны энергетические уровни атома водорода.



Какую энергию нужно сообщить атому, находящемуся в основном состоянии, чтобы он оказался на втором энергетическом уровне?

Ответ: \_\_\_\_\_ эВ.

21. При наблюдении фотоэффекта измерялись задерживающее напряжение  $U$  и длина волны  $\lambda_{\text{кр}}$ , при которой фотоэффект прекращается. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать ( $h$  — постоянная Планка,  $c$  — скорость света,  $e$  — заряд электрона). К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

**ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА**

- А) работа выхода электрона  
 Б) кинетическая энергия электрона

**ФОРМУЛА**

- 1)  $\frac{hc}{U}$   
 2)  $eU$   
 3)  $\frac{hc}{\lambda_{кр}}$   
 4)  $\lambda_{кр}U$

Ответ:

А	Б

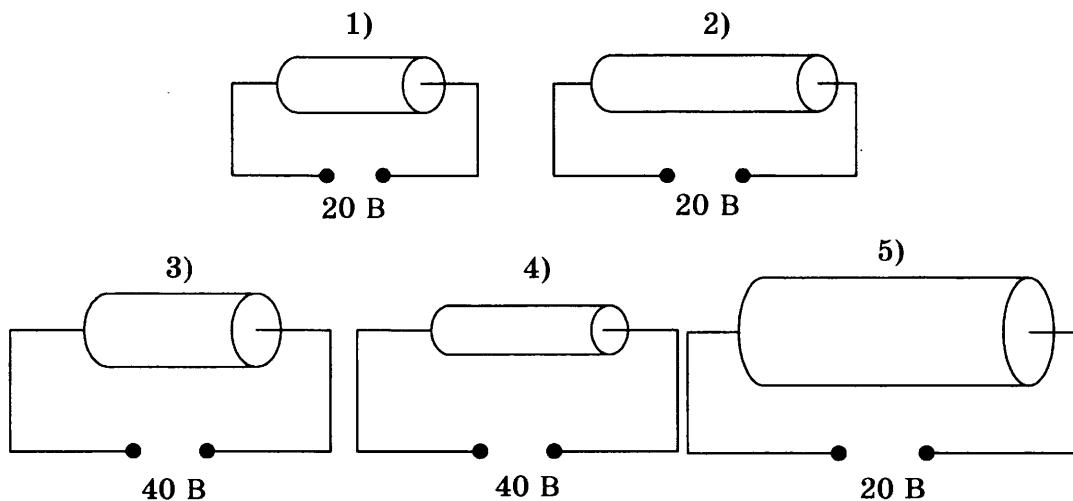
22. Температуру воздуха измеряли термометром, показанным на рисунке. Погрешность измерения температуры равна цене деления термометра. Запишите в ответе результат измерения температуры с учетом погрешности.



Ответ: ( \_\_\_\_\_ ± \_\_\_\_\_ ) °C.

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 его длины. Для проверки этой гипотезы нужно выбрать следующие два опыта из представленных ниже (материал всех проводников одинаков).



Ответ:

--	--

24. Ниже приведена таблица, содержащая характеристики некоторых звезд.

Название	Радиус, в радиусах Солнца	Масса, кг	Расстояние, пк	Температура поверхности, К
Вега	2,8	$4,20 \cdot 10^{30}$	7,8	9600
Арктур	25,7	$2,2 \cdot 10^{30}$	11,3	4300
Альтаир	1,7	$3,6 \cdot 10^{30}$	5,2	8000
Спика А	7	$2,0 \cdot 10^{31}$	80,4	22 000
Кастор А	2	$4,0 \cdot 10^{30}$	15,3	10 000
Дубхе В	1,3	$3,4 \cdot 10^{30}$	38,0	7400
Алиот	3,7	$6,0 \cdot 10^{30}$	24,9	9400
Антарес	800	$2,5 \cdot 10^{31}$	184,1	3400

Выберите все верные утверждения.

- 1) Масса Дубхе В в 7,4 раза меньше массы Антареса.
- 2) Звезда Кастор является белой звездой.
- 3) Звезда Вега является голубым гигантом.
- 4) Свет Дубхе В достигает Земли за 38 лет.
- 5) Свет Альтаира идет до Земли 17 лет.

Ответ: \_\_\_\_\_

## Часть 2

**Для записи ответов на задания (25–32) используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (25, 26 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.**

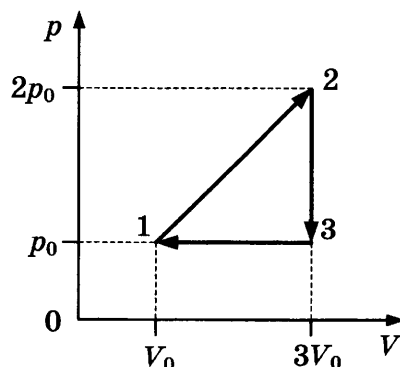
25. Водолаз, находящийся на дне водоема, плохо видит части дна, находящиеся от него на расстоянии 15 м, и может хорошо видеть части дна, находящиеся от него на расстоянии 30 м и более. Дно водоема горизонтально. Построив ход лучей, докажите, что это возможно. Укажите, какие физические законы вы применили.

**Полное правильное решение каждой из задач 26–32 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**

26. Математический маятник совершает 20 малых колебаний за 37,7 с. Какова длина нити маятника?

27. Идеальная тепловая машина работает по циклу Карно с температурой нагревателя 580 К и температурой холодильника 17 °С и совершает за один цикл работу 3 кДж. Какое количество теплоты получает за один цикл рабочее тело от нагревателя?

28. Шарик массой 2 мг и зарядом 15 мкКл поместили в электрическое поле с напряженностью 400 В/м. Какую скорость приобретет шарик через 10 с после помещения в электрическое поле?
29. Груз массой  $m$ , привязанный к закрепленной нерастяжимой нити длиной  $l = 73$  см, вращается в горизонтальной плоскости с периодом вращения  $T = 1,2$  с. Найдите угол отклонения нити от вертикали.
30. На рисунке показан циклический процесс, который совершает постоянное количество идеального одноатомного газа. Определите КПД этого цикла.



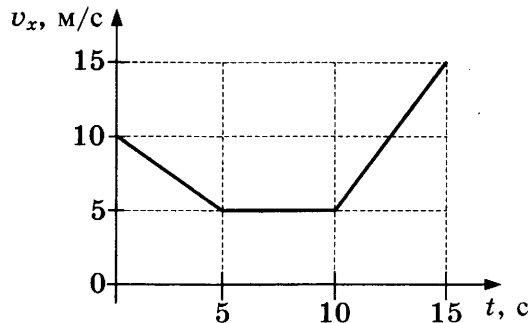
31. Идеальный колебательный контур состоит из конденсатора емкостью 20 мкФ и катушки индуктивностью 8 мГн. Амплитуда колебаний силы тока 6 мА. Какова максимальная энергия электрического поля конденсатора?
32. Работа выхода электрона из металлической пластины  $A_{\text{вых}} = 3,68 \cdot 10^{-19}$  Дж. Каков максимальный импульс электронов, выбиваемых из пластины светом с частотой  $\nu = 7 \cdot 10^{14}$  Гц?

# ВАРИАНТ 14

## Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются 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 путь, пройденный велосипедистом за промежуток времени от 5 с до 15 с?

Ответ: \_\_\_\_\_ м.

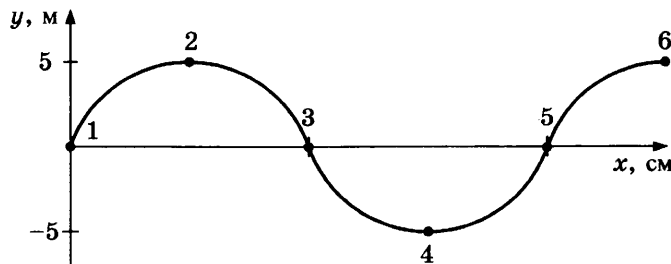
2. На тележке, двигающейся с постоянным ускорением  $0,5 \text{ м/с}^2$ , покоится брусок. Со стороны тележки на брусок действует сила трения  $1,5 \text{ Н}$ . Чему равна сила трения, действующая на тележку со стороны бруска?

Ответ: \_\_\_\_\_ Н.

3. Кинетическая энергия тела, движущегося со скоростью  $5 \text{ м/с}$ , равна  $50 \text{ Дж}$ . Чему равна масса тела?

Ответ: \_\_\_\_\_ кг.

4. Волна распространяется по струне, как показано на рисунке.

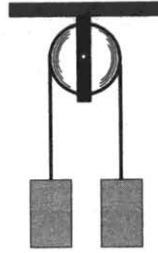


Какая из точек, отмеченных на рисунке, колеблется в противофазе с точкой 2?

Ответ: \_\_\_\_\_

5. Два груза массами  $2 \text{ кг}$  и  $3 \text{ кг}$  закреплены на концах нерастяжимой нити, перекинутой через закрепленный блок. После освобождения грузов они начинают двигаться.

Выберите два верных утверждения.

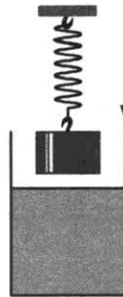


- 1) Сила натяжения нити со стороны груза 3 кг больше, чем со стороны груза 2 кг.
- 2) Сила натяжения нити равна 10 Н.
- 3) Сила натяжения нити равна 24 Н.
- 4) Через 1 с после начала движения скорость груза 3 кг составит 1 м/с.
- 5) Через 2 с после начала движения скорость груза 2 кг составит 4 м/с.

Ответ: 

--	--

6. Груз, подвешенный на пружине, погружают в сосуд с водой, как показано на рисунке. Как изменятся при погружении груза в сосуд сила Архимеда и сила упругости пружины?



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 Архимеда	Сила упругости

7. Груз массой  $m$  начинает двигаться по горизонтальной поверхности под действием постоянной горизонтальной силы  $F$  и за время  $t$  перемещается на расстояние  $s$ . Установите соответствие между физическими величинами, характеризующими движение груза (левый столбец), и формулами, по которым их можно рассчитать (правый столбец,  $g$  — ускорение свободного падения). К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

**ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА**

- А) кинетическая энергия  
Б) работа силы трения

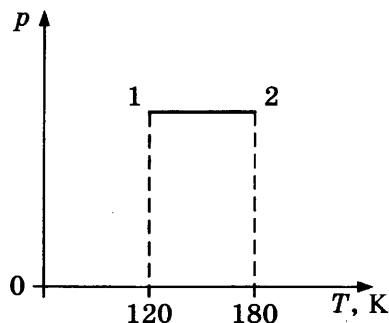
**ФОРМУЛА**

- 1)  $\frac{F}{mg} - \frac{2s}{gt^2}$
- 2)  $2m \frac{s^2}{t^2}$
- 3)  $m \frac{2s^2}{t^2} - Fs$
- 4)  $m \frac{2s}{t^2}$

Ответ: 

А	Б

8. На графике представлен процесс 1–2, происходящий с постоянной массой идеального газа. В состоянии 1 объем газа равен 4 л. Какой объем имеет газ в состоянии 2?



Ответ: \_\_\_\_\_ л.

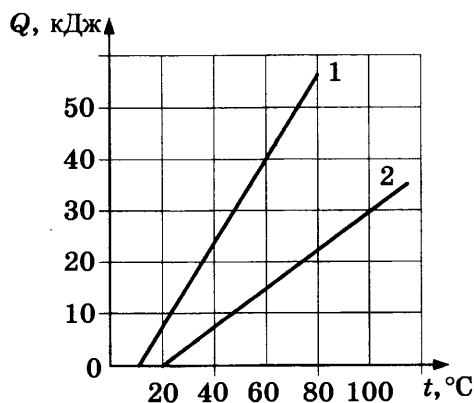
9. Идеальному газу сообщили количество теплоты 750 Дж, изменение внутренней энергии газа составило 1050 Дж. Какую работу совершили над газом внешние силы?

Ответ: \_\_\_\_\_ Дж.

10. Относительная влажность воздуха равна 41 %, парциальное давление пара при температуре 20 °С равно 897,9 Па. Чему равно давление насыщенного пара при данной температуре?

Ответ: \_\_\_\_\_ Па.

11. На графике представлены результаты измерения количества теплоты  $Q$ , затраченного на нагревание 1 кг вещества 1 и 1,5 кг вещества 2, при различных значениях температуры  $t$  этих веществ.



Выберите два верных утверждения, соответствующих результатам этих измерений.

- 1) Теплоемкости двух веществ одинаковы.
- 2) Теплоемкость первого вещества больше теплоемкости второго вещества.
- 3) Для нагревания 2 кг вещества 1 на 20 °С необходимо количество теплоты 40 кДж.
- 4) При охлаждении 1 кг вещества 2 на 10 °С выделится количество теплоты 2500 Дж.
- 5) Начальные температуры обоих веществ равны 10 °С.

Ответ:



12. Постоянное количество идеального газа изотермически расширяется. Как при этом изменяются концентрация его молекул и давление?

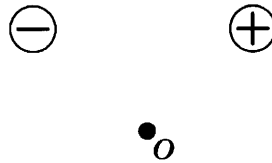
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Концентрация	Давление

13. На рисунке изображены два одинаковых по модулю электрических заряда. Как направлена напряженность (*вверх, вниз, влево, вправо*) электрического поля, создаваемого этими зарядами в точке  $O$  (равноудаленной от обоих зарядов)?



Ответ: \_\_\_\_\_

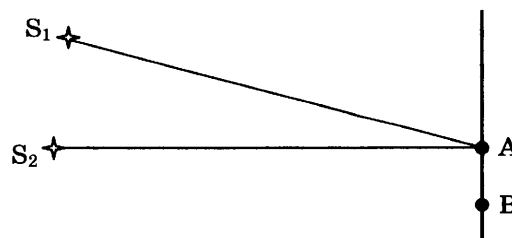
14. Два проводника соединены параллельно и подключены к источнику тока. За одинаковое время на первом проводнике, сопротивление которого равно 6 Ом, выделилось количество теплоты, в 2 раза меньше, чем на втором. Каково сопротивление второго проводника?

Ответ: \_\_\_\_\_ Ом.

15. В идеальном колебательном контуре период колебаний равен 20 мкс. катушку в контуре заменили на другую, индуктивность которой в 4 раза больше. Каким после этого стал период электромагнитных колебаний в контуре?

Ответ: \_\_\_\_\_ мкс.

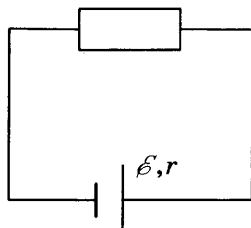
16. Два когерентных источника  $S_1$  и  $S_2$ , испускающие свет с длиной волны  $\lambda$ , находятся на разных расстояниях от точек  $A$  и  $B$  экрана. На экране наблюдается интерференционная картина в виде чередующихся темных и светлых полос. Выберите два верных утверждения, соответствующих этим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



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

Ответ: \_\_\_\_\_

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



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

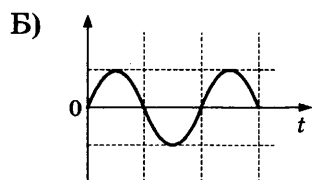
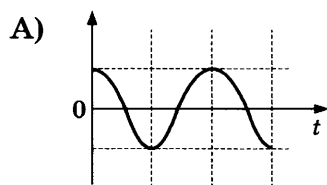
- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

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

Сопротивление цепи	Сила тока

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.

ГРАФИК



ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА

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

Ответ:

А	Б

19. Сколько нейтронов и протонов содержится в ядре плутония  ${}_{94}^{244}\text{Pu}$ ?

Ответ:

Число нейтронов	Число протонов

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

20. Период полураспада ядер атомов радона  ${}_{86}^{222}\text{Rn}$  составляет 3,8 суток. Во сколько раз по отношению к начальному уменьшится количество атомов в образце через 11,4 суток?

Ответ: \_\_\_\_\_ раз.

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

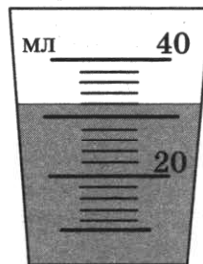
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 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

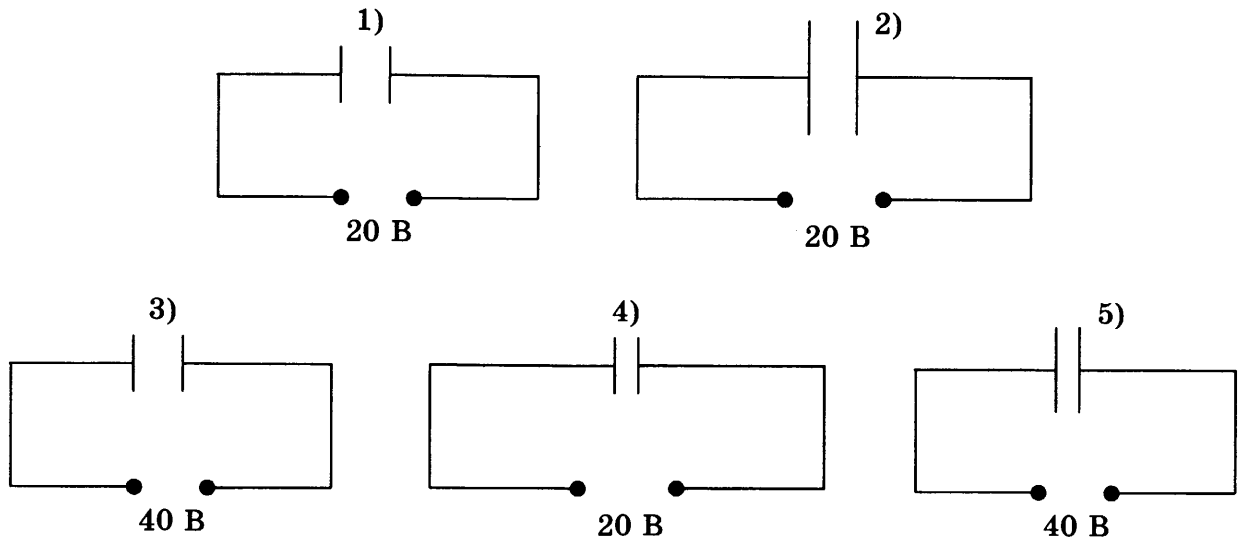
22. Объем жидкости измеряли с помощью мензурки, показанной на рисунке. Погрешность измерения объема равна цене деления мензурки. Запишите в ответе результат измерения объема с учетом погрешности.



Ответ: ( \_\_\_\_\_ ± \_\_\_\_\_ ) мл.

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 приложенного напряжения. Для проверки этой гипотезы нужно выбрать следующие два опыта из представленных ниже.



Ответ:

24. Ниже приведена таблица, содержащая характеристики некоторых звезд.

Название	Радиус, в радиусах Солнца	Масса, кг	Расстояние, пк	Температура поверхности, К
Вега	2,8	$4,20 \cdot 10^{30}$	7,8	9600
Арктур	25,7	$2,2 \cdot 10^{30}$	11,3	4300
Альтаир	1,7	$3,6 \cdot 10^{30}$	5,2	8000
Спика А	7	$2,0 \cdot 10^{31}$	80,4	22 000
Кастор А	2	$4,0 \cdot 10^{30}$	15,3	10 000
Дубхе В	1,3	$3,4 \cdot 10^{30}$	38,0	7400
Алиот	3,7	$6,0 \cdot 10^{30}$	24,9	10800
Антарес	800	$2,5 \cdot 10^{31}$	184,1	3400

Выберите все верные утверждения.

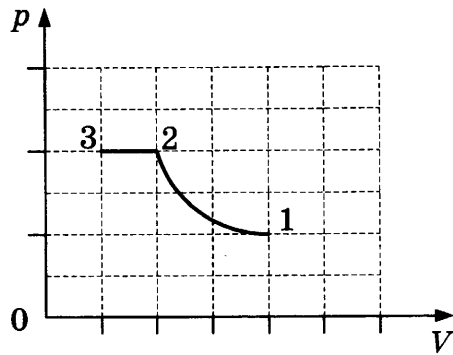
- 1) Звезды Вега и Кастор имеют примерно одинаковые массы.
- 2) Звезда Кастор является красным гигантом.
- 3) Звезды Дубхе и Альтаир относятся к одному спектральному классу.
- 4) Звезда Алиот является белой звездой.
- 5) Свет Солнца достигнет Альтаира через 5,2 года.

Ответ: \_\_\_\_\_

## Часть 2

Для записи ответов на задания (25–32) используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (25, 26 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.

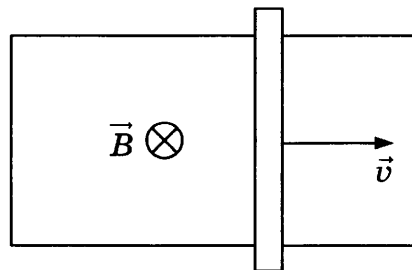
25. В закрытом сосуде под поршнем находится влажный воздух. На графике показана зависимость парциального давления пара от объема (процесс 1–2–3).



Объясните полученный характер зависимости, указав, какие физические законы вы применили.

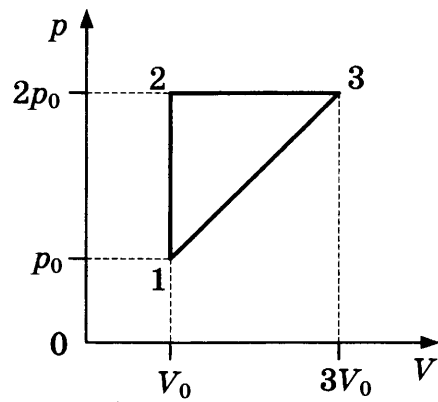
**Полное правильное решение каждой из задач 26–32 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.**

26. Небольшой груз массой 320 г совершает вертикальные колебания на пружине, 100 колебаний совершаются за время 50,2 с. Какова жесткость пружины?
27. П-образный контур находится в однородном магнитном поле, перпендикулярном плоскости контура (см. рис.). Индукция магнитного поля  $B = 0,1$  Тл.



По контуру с постоянной скоростью  $v = 1$  м/с скользит перемычка длиной  $l = 30$  см и сопротивлением  $R = 15$  Ом. Какова сила индукционного тока в контуре?

28. На дифракционную решетку перпендикулярно падает свет. Для длины волны 400 нм максимум третьего порядка наблюдается под углом  $30^\circ$ . Определите период решетки.
29. Какие скорость и период обращения должен иметь спутник, чтобы двигаться по круговой орбите на высоте  $h = 600$  км от поверхности Земли? Радиус Земли  $R_3 = 6400$  км, масса Земли  $M_3 = 6 \cdot 10^{24}$  кг.
30. На рисунке показан циклический процесс, который совершает постоянное количество идеального одноатомного газа. Определите КПД этого цикла.



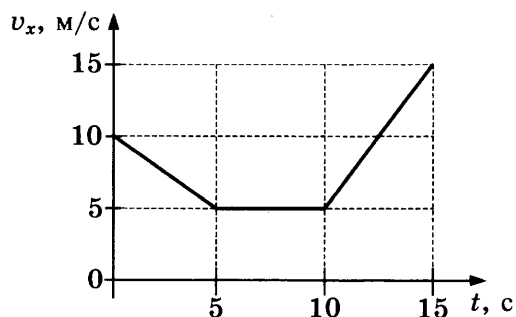
31. Идеальный колебательный контур состоит из конденсатора емкостью  $20 \text{ мкФ}$  и катушки индуктивностью  $4,5 \text{ мГн}$ . Амплитуда колебаний заряда конденсатора  $10 \text{ нКл}$ . В некоторый момент времени заряд конденсатора равен  $6 \text{ нКл}$ . Чему равна сила тока в контуре в этот момент времени?
32. Работа выхода электрона из металлической пластины  $A_{\text{вых}} = 4,5 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$ . Каков максимальный импульс электронов, выбиваемых из пластины светом с длиной волны  $\lambda = 375 \text{ нм}$ ?

# ВАРИАНТ 15

## Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются 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 путь, пройденный велосипедистом за первые 10 с?

Ответ: \_\_\_\_\_ м.

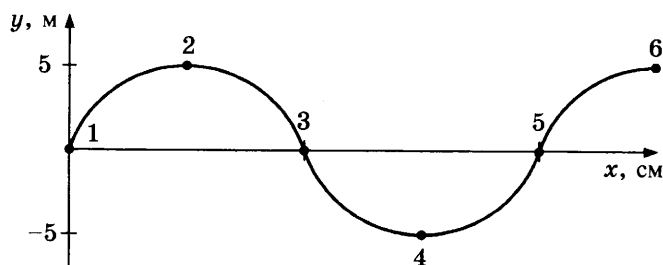
2. На брусок массой 5 кг, движущийся по горизонтальной поверхности, действует сила трения скольжения 5 Н. Продолжая двигаться горизонтально, брусок выезжает на более гладкую поверхность, так что коэффициент трения между бруском и поверхностью уменьшается в 2 раза. Чему стала равна сила трения скольжения, действующая на брусок?

Ответ: \_\_\_\_\_ Н.

3. Тело движется, имея кинетическую энергию 5 Дж. Какой станет кинетическая энергия тела при увеличении скорости движения тела в 2 раза?

Ответ: \_\_\_\_\_ Дж.

4. Волна распространяется по струне, как показано на рисунке.



Какая из точек, отмеченных на рисунке, колеблется в фазе с точкой 5?

Ответ: \_\_\_\_\_

5. Бруску массой 0,4 кг, находящемуся на горизонтальной шероховатой поверхности, сообщили скорость  $v$ .

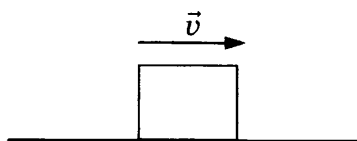
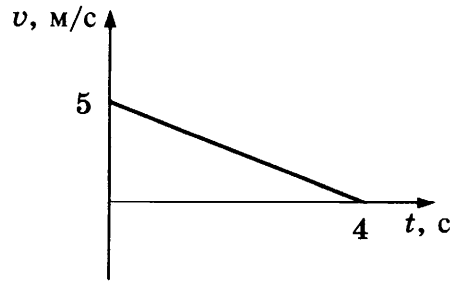


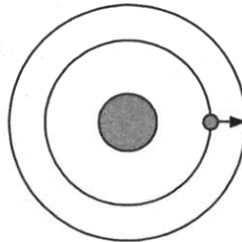
График зависимости скорости бруска от времени показан на рисунке. Выберите два верных утверждения.



- 1) Импульс бруска не изменяется.
- 2) Изменение импульса бруска за 2 с составило  $2 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$ .
- 3) Изменение импульса бруска за 2 с составило  $1 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$ .
- 4) Действующая на брусок сила трения равна  $0,3 \text{ Н}$ .
- 5) Путь, пройденный бруском, равен  $10 \text{ м}$ .

Ответ:

6. У спутника, движущегося вокруг Земли по круговой орбите, увеличился радиус орбиты. Как при этом изменятся ускорение спутника и период его обращения вокруг Земли?



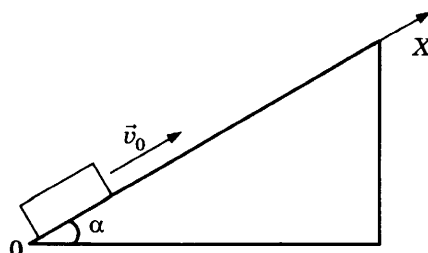
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Ускорение спутника	Период обращения

7. Бруску массой  $m$ , находящемуся на наклонной плоскости, в момент  $t = 0$  сообщили направленную вдоль оси  $X$  скорость  $\vec{v}_0$  (см. рис.). Угол наклона плоскости к горизонту  $\alpha$ , коэффициент трения  $\mu$ . Установите соответствие между физическими величинами, характеризующими движение бруска (левый столбец), и формулами, по которым их можно рассчитать (правый столбец,  $g$  — ускорение свободного падения). К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.





**ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА**

- А) время движения бруска до остановки  
 Б) сила трения

**ФОРМУЛА**

- 1)  $\mu mg$   
 2)  $\frac{v_0}{g \sin \alpha + \mu g \cos \alpha}$   
 3)  $\mu mg \cos \alpha$   
 4)  $\frac{v_0}{\mu g \cos \alpha}$

Ответ:

А	Б

8. Температура идеального газа составляла 267 °С. Какой будет температура газа при уменьшении средней кинетической энергии его молекул в 2 раза?

Ответ: \_\_\_\_\_ К.

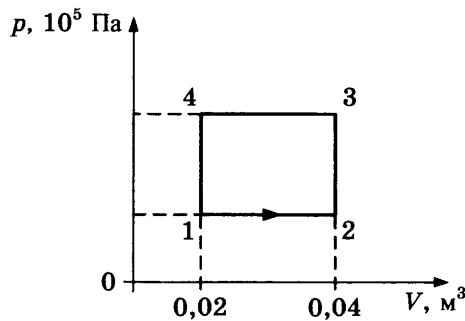
9. Одноатомному идеальному газу в количестве 2 моль было сообщено количество теплоты 449 Дж, температура газа при этом увеличилась на 10 К. Какую работу совершил газ в этом процессе? Ответ округлите до целых.

Ответ: \_\_\_\_\_ Дж.

10. Относительная влажность воздуха в сосуде под поршнем составляет 55 %. Какой станет относительная влажность этого воздуха при уменьшении объема под поршнем в 2 раза при постоянной температуре?

Ответ: \_\_\_\_\_ %.

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 нагревание газа.  
 2) В процессе 3–4 газ совершает отрицательную работу.  
 3) В процессе 2–3 над газом совершают работу.  
 4) В процессе 2–3 газ отдает тепло.  
 5) В процессе 1–2 газ получает тепло.

Ответ: 

--	--

12. В идеальной тепловой машине увеличилось количество теплоты, поступающее от нагревателя при неизменной работе, совершаемой газом за один цикл. Как при этом изменятся коэффициент полезного действия машины и количество теплоты, отдаваемое за один цикл холодильнику?

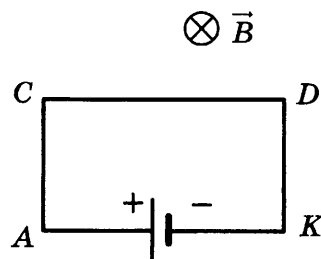
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 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  $AC$ ?

Ответ: \_\_\_\_\_

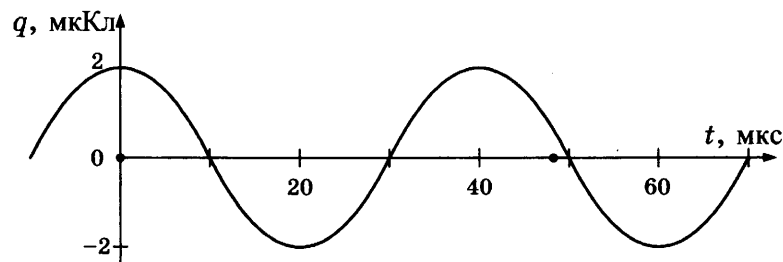
14. Заряд  $15$  нКл помещен в электрическое поле с напряженностью  $400$  В/м. Какая сила действует на заряд со стороны поля?

Ответ: \_\_\_\_\_ мкН.

15. В идеальном колебательном контуре период колебаний равен  $20$  мкс. Конденсатор в контуре заменили на другой, емкость которого в  $4$  раза меньше. Каким после этого стал период электромагнитных колебаний в контуре?

Ответ: \_\_\_\_\_ мкс.

16. На рисунке приведен график гармонических колебаний заряда конденсатора в колебательном контуре. Емкость конденсатора  $6$  мкФ. Выберите два верных утверждения.



- 1) Период колебаний равен  $40$  мкс.
- 2) Период колебаний равен  $20$  мкс.
- 3) Максимальная электрическая энергия колебаний равна  $0,33$  мкДж.
- 4) Максимальная магнитная энергия колебаний равна  $0,2$  мкДж.
- 5) Амплитуда колебаний напряжения составляет  $12$  В.

Ответ:

17. Плоский воздушный конденсатор емкостью  $C$  подключили к источнику тока. Как изменятся электроемкость конденсатора и напряжение на его обкладках, если, отключив конденсатор от источника тока, увеличить расстояние между его обкладками?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

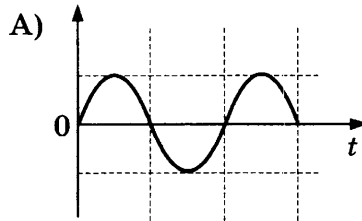
- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

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

Электроемкость конденсатора	Напряжение

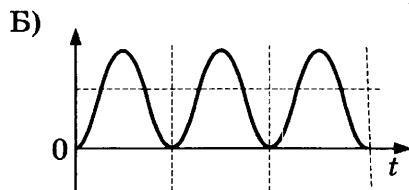
18. В идеальном колебательном контуре происходят электромагнитные колебания. На графиках А и Б представлены изменения со временем физических величин, характеризующих электромагнитные колебания в контуре. В момент времени  $t = 0$  зарядили конденсатор. Установите соответствие между графиками и физическими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

ГРАФИК



ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА

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



Ответ:

А	Б

19. Сколько нейтронов и протонов содержится в ядре серебра  $^{107}_{47}\text{Ag}$ ?

Ответ:

Число нейтронов	Число протонов

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

20. Частота видимого света равна  $0,5 \cdot 10^{15}$  Гц, частота рентгеновского излучения  $10^{18}$  Гц. Во сколько раз импульс одного рентгеновского фотона больше импульса одного фотона видимого света?

Ответ: \_\_\_\_\_ раз.

21. При наблюдении фотоэффекта уменьшили длину волны падающего света. Как при этом изменятся работа выхода и величина задерживающего напряжения?

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	Задерживающее напряжение

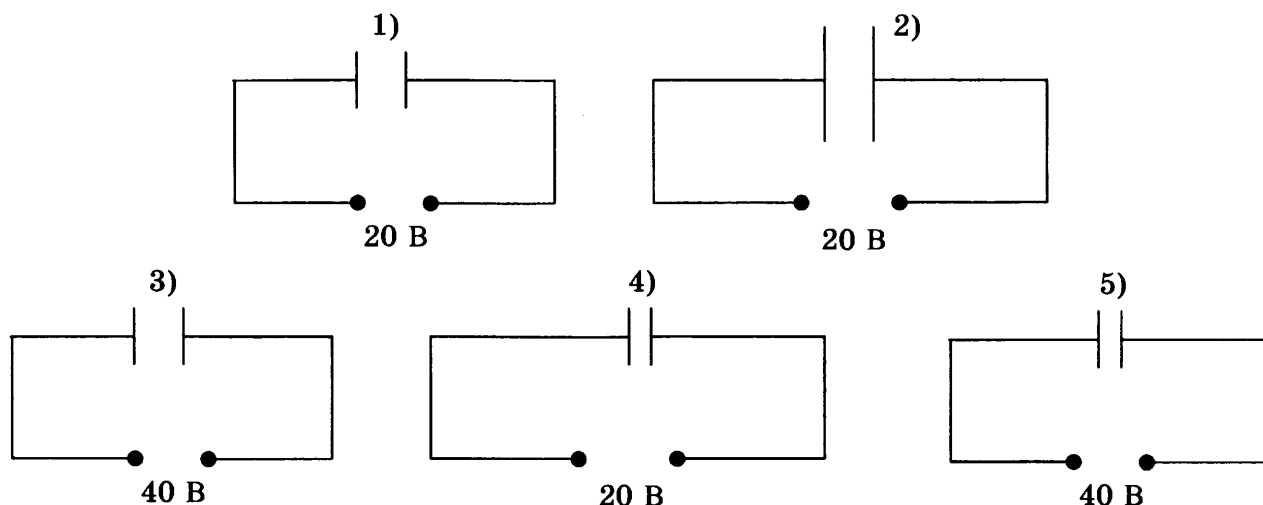
22. Длину карандаша измеряли с помощью линейки, показанной на рисунке. Погрешность измерения длины равна цене деления линейки. Запишите в ответе результат измерения длины с учетом погрешности.



Ответ \_\_\_\_\_ 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 емкость конденсатора зависит от площади его пластин. Для проверки этой гипотезы нужно выбрать следующие два опыта из представленных ниже.



Ответ:

24. Ниже приведена таблица, содержащая характеристики планет Солнечной системы. Орбиты планет приближенно можно считать круговыми.

Название	Радиус, км	Масса, кг	Среднее расстояние от Солнца, км	Период вращения вокруг оси, ч
Меркурий	2439	$3,30 \cdot 10^{23}$	$57,9 \cdot 10^6$	1411,2
Венера	6052	$4,87 \cdot 10^{24}$	$108,2 \cdot 10^6$	5832
Земля	6378	$5,98 \cdot 10^{24}$	$149,6 \cdot 10^6$	24
Марс	3398	$6,42 \cdot 10^{23}$	$227,94 \cdot 10^6$	24,6
Юпитер	71 492	$1,90 \cdot 10^{27}$	$778 \cdot 10^6$	9,8
Сатурн	60 268	$5,69 \cdot 10^{26}$	$1429 \cdot 10^6$	10,2
Уран	25 559	$8,69 \cdot 10^{25}$	$2871 \cdot 10^6$	10,8
Нептун	24 764	$1,02 \cdot 10^{26}$	$4504 \cdot 10^6$	15,7

Выберите все верные утверждения.

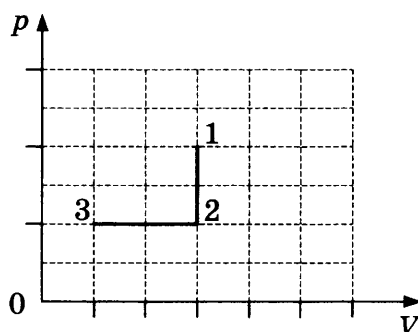
- 1) Для того чтобы покинуть поверхность Венеры, нужна скорость не меньше чем 15,6 км/с.
- 2) Свет Солнца достигает Марса за 12,5 мин.
- 3) Расстояние между орбитами Меркурия и Земли составляет 1 а. е.
- 4) Ускорение свободного падения на поверхности Юпитера равно  $25 \text{ м/с}^2$ .
- 5) Отношение периодов обращения Земли и Венеры вокруг Солнца равно 1,6.

Ответ \_\_\_\_\_

## Часть 2

**Для записи ответов на задания (25–32) используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (25, 26 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.**

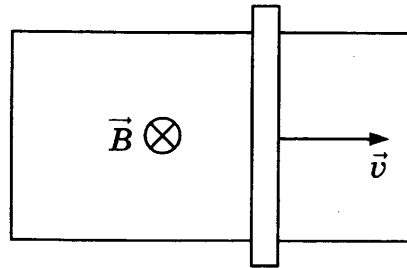
25. В закрытом сосуде находится влажный воздух. Сосуд медленно охлаждают. На графике показана зависимость парциального давления пара от объема (процесс 1–2–3).



Объясните полученный характер зависимости, указав, какие физические законы вы применили.

**Полное правильное решение каждой из задач 26–32 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.**

26. Математический маятник совершает гармонические колебания по закону  $x = 0,102 \sin(\pi t)$  (м). Чему равно максимальное ускорение груза маятника?
27. П-образный контур находится в однородном магнитном поле, перпендикулярном плоскости контура (см. рис.).



По контуру с постоянной скоростью  $v = 1$  м/с скользит перемычка длиной  $l = 30$  см и сопротивлением  $R = 15$  Ом. Сила индукционного тока в контуре  $I = 6$  мА. Какова индукция магнитного поля?

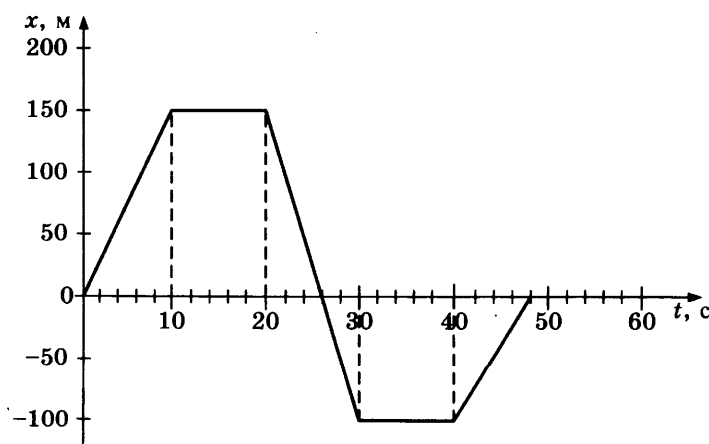
28. Гирлянда состоит из 10 лампочек сопротивлением по 110 Ом каждая, соединенных последовательно. Определите мощность, выделяющуюся на гирлянде при ее подключении к напряжению 220 В.
29. Снаряд летит по параболе и разрывается в верхней части траектории на высоте  $H = 1000$  м на две равные части. Одна половина снаряда упала вертикально вниз за время  $t_1 = 10$  с, вторая — на расстоянии  $s = 4000$  м по горизонтали от места разрыва. Найти скорость снаряда перед разрывом.
30. Одноатомный газ в количестве 1 моль совершает циклический процесс, состоящий из изобарного расширения, адиабатического расширения и изотермического сжатия. Максимальная температура в цикле равна  $T_1 = 400$  К, минимальная температура  $T_2 = 200$  К. Работа в изотермическом процессе равна  $-2,88$  кДж. Найти КПД этого цикла.
31. В идеальном колебательном контуре происходят электромагнитные колебания с периодом  $6\pi \cdot 10^{-4}$  с. Амплитуда колебаний силы тока 5 мА, в некоторый момент времени сила тока в контуре равна 3 мА. Чему равен заряд конденсатора в этот момент времени?
32. Красная граница фотоэффекта для некоторого металла  $\lambda_{кр} = 497$  нм. Каков максимальный импульс электронов, выбиваемых из пластины светом с длиной волны  $\lambda = 375$  нм?

# ВАРИАНТ 16

## Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются 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.

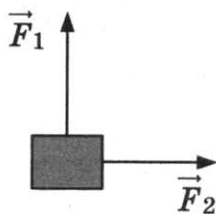
1. На рисунке приведен график зависимости координаты прямолинейно движущегося тела от времени.



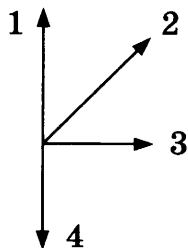
Найдите проекцию скорости тела на ось  $Ox$  в интервале времени от 20 до 30 с.

Ответ: \_\_\_\_\_ м/с.

2. К телу, движущемуся в инерциальной системе отсчета, приложены две силы, как показано на рисунке.



Какая из стрелок правильно показывает направление ускорения тела? В ответе укажите ее номер.



Ответ: \_\_\_\_\_

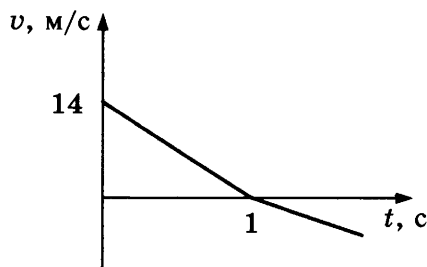
3. Какую работу совершит сила натяжения 10 Н, перемещая тело массой 3 кг по горизонтальной поверхности на расстояние 2 м? Сила направлена под углом  $60^\circ$  к поверхности.

Ответ: \_\_\_\_\_ Дж.

4. Период колебаний математического маятника равен 2 с. Каким будет период колебаний маятника при уменьшении длины маятника в 4 раза?

Ответ: \_\_\_\_\_ с.

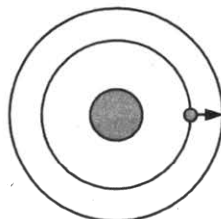
5. Мяч подброшен вертикально вверх со скоростью  $v$ . График зависимости проекции скорости мяча от времени показан на рисунке. Выберите два верных утверждения.



- 1) Потенциальная энергия мяча максимальна при  $t = 1$  с.
- 2) Потенциальная энергия мяча минимальна при  $t = 1$  с.
- 3) Полная механическая энергия системы сохраняется.
- 4) Мяч поднимется на максимальную высоту 7 м.
- 5) Мяч поднимется на максимальную высоту 14 м.

Ответ:

6. У спутника, движущегося вокруг Земли по круговой орбите, увеличился радиус орбиты. Как при этом изменятся сила притяжения спутника к Земле и его кинетическая энергия?



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

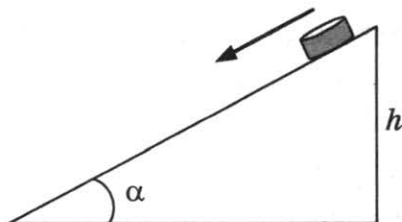
- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

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

Сила притяжения	Кинетическая энергия

7. Небольшая шайба массой  $m$  соскальзывает из состояния покоя по наклонной плоскости (см. рис.). Угол наклона плоскости к горизонту  $\alpha$ , коэффициент трения  $\mu$ , высота наклонной плоскости  $h$ . Установите соответствие между физическими величинами, характеризующими движение шайбы (левый столбец), и формулами, по которым их можно рассчитать (правый столбец,  $g$  — ускорение свободного падения). К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.





**ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА**

- А) ускорение шайбы
- Б) работа, совершенная силой трения за время движения по наклонной плоскости

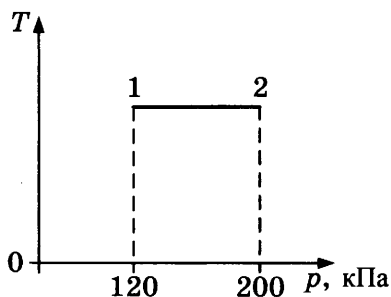
**ФОРМУЛА**

- 1)  $g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha$
- 2)  $g \sin \alpha + \mu g \cos \alpha$
- 3)  $-\mu mgh \frac{\cos \alpha}{\sin \alpha}$
- 4)  $-\mu mgh \cos \alpha$

Ответ:

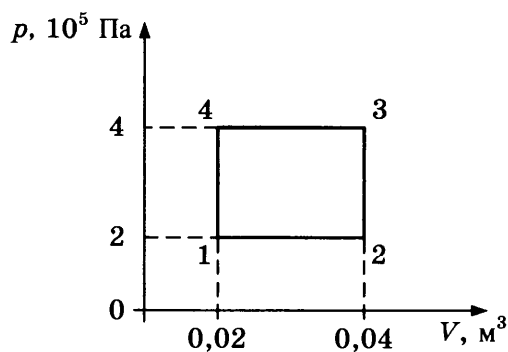
А	Б

8. На графике представлен процесс 1–2, происходящий с постоянной массой идеального газа. В состоянии 1 объем газа равен 4 л. Какой объем имеет газ в состоянии 2?



Ответ: \_\_\_\_\_ л.

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



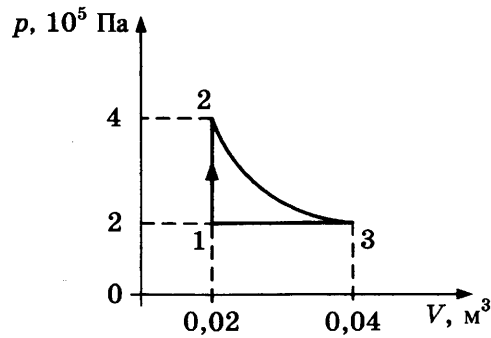
Какую работу совершил газ в процессе 1–2–3–4–1?

Ответ: \_\_\_\_\_ кДж.

10. Над идеальным одноатомным газом в количестве 2 моль внешние силы совершили работу 166 Дж, температура газа при этом уменьшилась на 10 К. Какое количество теплоты отдал газ? Ответ округлите до целых.

Ответ: \_\_\_\_\_ Дж.

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



- 1) В процессе 1–2 происходит изобарное нагревание газа.
- 2) В процессе 3–1 газ совершает отрицательную работу.
- 3) В процессе 2–3 внешние силы совершают над газом работу.
- 4) В процессе 2–3 газ отдает тепло.
- 5) В процессе 1–2 газ получает тепло.

Ответ:

12. Идеальный газ в количестве 1 моль адиабатически расширяется. Как при этом изменяются концентрация его молекул и температура?

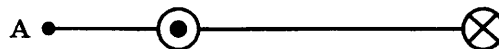
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Концентрация	Температура

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

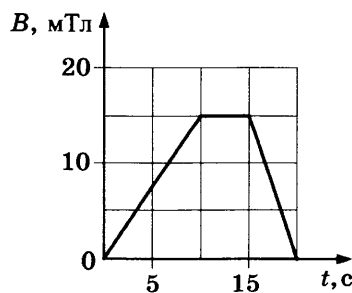


Ответ: \_\_\_\_\_

14. Электрическое поле действует на заряд 20 нКл силой 40 мкН. Какова напряженность электрического поля?

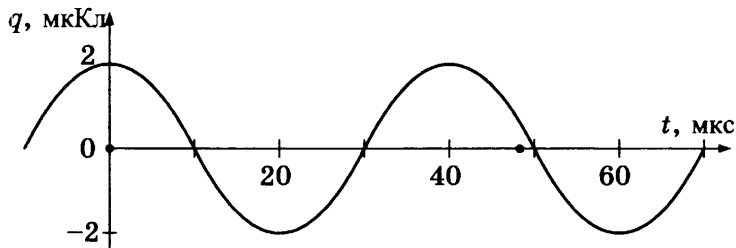
Ответ: \_\_\_\_\_ кВ/м.

15. На графике показана зависимость индукции магнитного поля от времени. Линии магнитной индукции пересекают замкнутый контур площадью 300 см<sup>2</sup> перпендикулярно плоскости контура. Определите ЭДС индукции, возникающую в контуре в промежутке времени от 0 до 10 с.



Ответ: \_\_\_\_\_ мкВ.

16. На рисунке приведен график гармонических колебаний заряда конденсатора в колебательном контуре. Емкость конденсатора 6 мкФ. Выберите два верных утверждения.



- 1) Частота колебаний равна 50 кГц.
- 2) Частота колебаний равна 25 кГц.
- 3) Максимальная электрическая энергия колебаний равна 0,2 мкДж.
- 4) Максимальная магнитная энергия колебаний равна 0,33 мкДж.
- 5) Амплитуда колебаний напряжения составляет 12 В.

Ответ: 

--	--

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

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

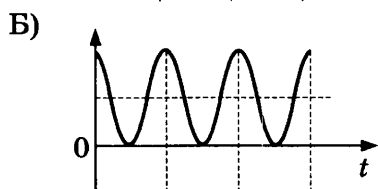
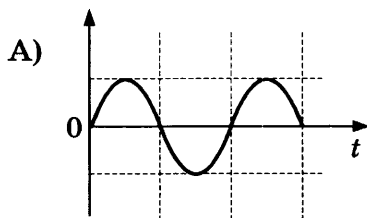
- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

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

Емкость конденсатора	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**



**ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА**

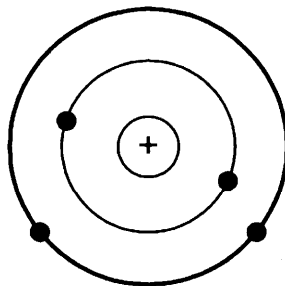
- 1) сила тока в контуре
- 2) заряд конденсатора
- 3) энергия электрического поля конденсатора
- 4) энергия магнитного поля катушки

Ответ: 

А	Б

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

19. На рисунке изображена схема атома Be, в ядре которого содержатся 9 нуклонов. Электроны обозначены черными точками.



Сколько нейтронов и протонов находится в ядре этого атома?

Ответ:

Число нейтронов	Число протонов

20. Импульс одного фотона видимого излучения равен  $1,1 \cdot 10^{-27}$  кг · м/с. Чему равна частота такого излучения? Ответ умножьте на  $10^{15}$ .

Ответ: \_\_\_\_\_ Гц.

21. При наблюдении фотоэффекта величина задерживающего напряжения уменьшилась. Как при этом изменились длина волны падающего света и максимальная скорость электронов?

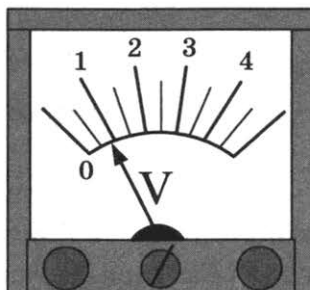
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Длина волны	Максимальная скорость электронов

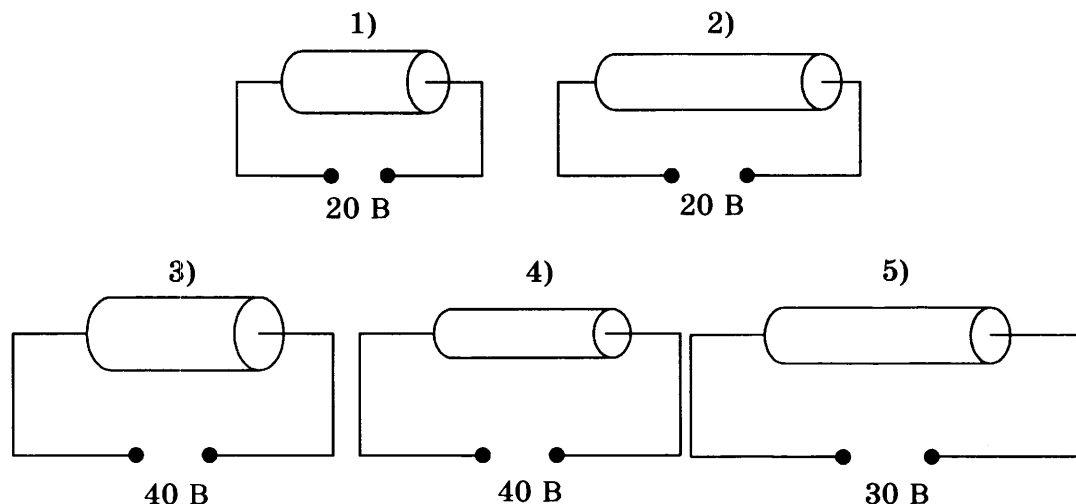
22. Ученик измерил напряжение с помощью вольтметра, показанного на рисунке. Погрешность измерения равна цене деления вольтметра. Чему равно измеренное напряжение с учетом погрешности?



Ответ: ( \_\_\_\_\_ ± \_\_\_\_\_ ) 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 его площади поперечного сечения. Для проверки этой гипотезы нужно выбрать следующие два опыта из представленных ниже (материал всех проводников одинаков).



Ответ: \_\_\_\_\_

24. Ниже приведена таблица, содержащая характеристики планет Солнечной системы. Орбиты планет приближенно можно считать круговыми.

Название	Радиус, км	Масса, кг	Среднее расстояние от Солнца, км	Период вращения вокруг оси, ч
Меркурий	2439	$3,30 \cdot 10^{23}$	$57,9 \cdot 10^6$	1411,2
Венера	6052	$4,87 \cdot 10^{24}$	$108,2 \cdot 10^6$	5832
Земля	6378	$5,98 \cdot 10^{24}$	$149,6 \cdot 10^6$	24
Марс	3398	$6,42 \cdot 10^{23}$	$227,94 \cdot 10^6$	24,6
Юпитер	71 492	$1,90 \cdot 10^{27}$	$778 \cdot 10^6$	9,8
Сатурн	60 268	$5,69 \cdot 10^{26}$	$1429 \cdot 10^6$	10,2
Уран	25 559	$8,69 \cdot 10^{25}$	$2871 \cdot 10^6$	10,8
Нептун	24 764	$1,02 \cdot 10^{26}$	$4504 \cdot 10^6$	15,7

Выберите все верные утверждения.

- 1) Свет Солнца достигает Юпитера за 12,5 мин.
- 2) Угловая скорость вращения Сатурна вокруг своей оси в 1,5 раза больше угловой скорости вращения Нептуна.
- 3) Вторая космическая скорость для Сатурна составляет 35,6 км/с.
- 4) Отношение периодов обращения Юпитера и Земли вокруг Солнца равно 1,6.
- 5) Первая космическая скорость для Сатурна составляет 25,4 км/с.

Ответ: \_\_\_\_\_

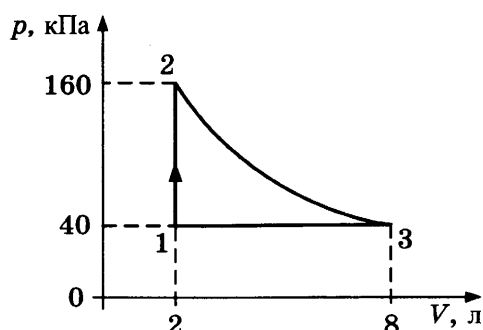
## Часть 2

Для записи ответов на задания (25–32) используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (25, 26 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.

25. 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 объема в описанном процессе. Построение поясните, указав, какие физические закономерности вы применили.

Полное правильное решение каждой из задач 26–32 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.

26. Маятник совершает гармонические колебания, при этом скорость маятника изменяется по закону  $v = 0,63 \sin(\pi t)$  (м/с). Чему равна амплитуда колебаний маятника?
27. 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 2 раза больше, чем второй. Чему равно отношение радиусов кривизны траекторий  $\frac{R_1}{R_2}$  первой и второй частиц в магнитном поле?
28. Для некоторого вещества красная граница фотоэффекта составляет 450 нм. Определите работу выхода электронов для этого вещества.
29. В тело массой  $M = 0,09$  кг, лежащее на полу и соединенное со стеной недеформированной пружиной жесткостью  $k = 4$  Н/м, попадает пуля массой  $m = 0,01$  кг, летевшая со скоростью  $v_0 = 50$  м/с горизонтально. Коэффициент трения между телом и полом  $\mu = 0,6$ . Найти скорость тела к моменту, когда оно пройдет расстояние  $s = 0,5$  м.
30. Одноатомный идеальный газ совершает показанный на рисунке циклический процесс. На участке изотермического расширения газ совершает работу 443 Дж. Найти КПД теплового двигателя, работающего по такому циклу.



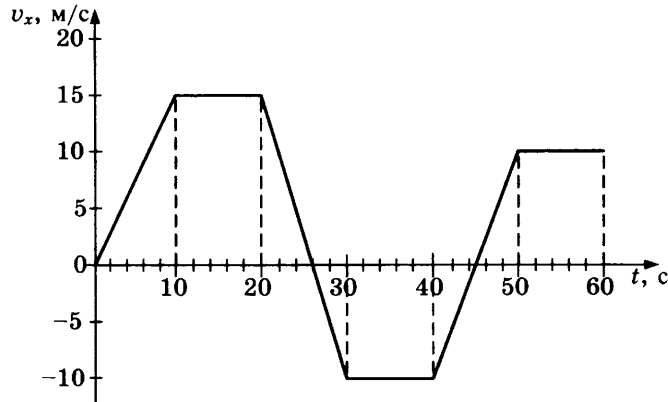
31. В идеальном колебательном контуре происходят электромагнитные колебания с периодом  $2\pi \cdot 10^{-5}$  с. В некоторый момент времени заряд конденсатора равен 5 нКл, а сила тока в контуре 0,8 мА. Чему равна амплитуда колебаний силы тока?
32. На пластинку, которая отражает 70 % и поглощает 30 % падающего света, каждую секунду перпендикулярно падают  $N = 3 \cdot 10^{20}$  одинаковых фотонов, которые оказывают на пластинку действие силой  $F = 0,675$  мкН. Определите длину волны падающего света.

# ВАРИАНТ 17

## Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются 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.

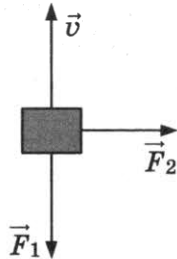
1. На рисунке приведен график зависимости проекции скорости тела от времени.



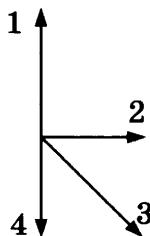
Чему равна проекция ускорения тела в промежутке времени от 24 до 30 с?

Ответ: \_\_\_\_\_ м/с<sup>2</sup>.

2. К телу, движущемуся в инерциальной системе отсчета со скоростью  $\vec{v}$ , приложены две силы  $\vec{F}_1$  и  $\vec{F}_2$ , как показано на рисунке.



Какая из стрелок правильно показывает направление ускорения тела? В ответе укажите ее номер.



Ответ: \_\_\_\_\_

3. Мяч массой 200 г падает с высоты 1,5 м, сопротивление воздуха пренебрежимо мало. Чему равна кинетическая энергия мяча перед ударом о землю?

Ответ: \_\_\_\_\_ Дж.

4. Частота колебаний математического маятника равна 1 Гц. Чему будет равна частота колебаний маятника при увеличении его длины в 4 раза?

Ответ: \_\_\_\_\_ Гц.

5. Брусок массой 0,4 кг, находящийся на горизонтальной поверхности, движется равномерно под действием силы  $F = 1,2$  Н.



Выберите два верных утверждения.

- 1) Коэффициент трения бруска о плоскость равен 0,3.
- 2) Кинетическая энергия бруска уменьшается.
- 3) При перемещении бруска на 2 м сила тяжести совершила работу 8 Дж.
- 4) При перемещении бруска на 2 м сила трения совершила работу  $(-2,4)$  Дж.
- 5) Работа, совершаемая силой  $F$ , равна работе, совершаемой силой тяжести.

Ответ:

6. Брусок, движущийся по горизонтальной поверхности под действием постоянной силы, выезжает на более шероховатую поверхность. Как при этом изменятся вес бруска и его ускорение?

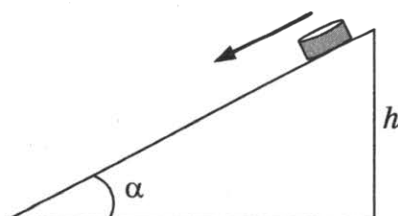
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Сила давления бруска на плоскость	Ускорение бруска

7. Небольшая шайба массой  $m$  соскальзывает из состояния покоя по наклонной плоскости (см. рис.). Угол наклона плоскости к горизонту  $\alpha$ , коэффициент трения  $\mu$ , высота наклонной плоскости  $h$ . Установите соответствие между физическими величинами, характеризующими движение шайбы (левый столбец), и формулами, по которым их можно рассчитать (правый столбец,  $g$  — ускорение свободного падения). К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.





**ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА**

- А) скорость шайбы в конце наклонной плоскости  
 Б) работа, совершенная силой тяжести за время движения по наклонной плоскости

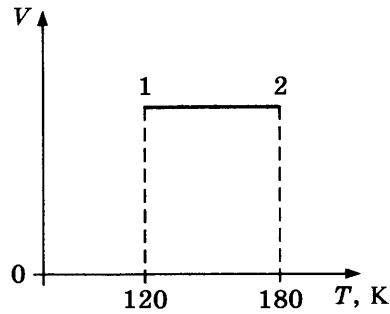
**ФОРМУЛА**

- 1)  $-\mu mgh \sin \alpha$   
 2)  $2gh (\sin \alpha - \mu \cos \alpha)$   
 3)  $mgh$   
 4)  $\sqrt{2gh(1 - \mu \cdot \operatorname{ctg} \alpha)}$

Ответ:

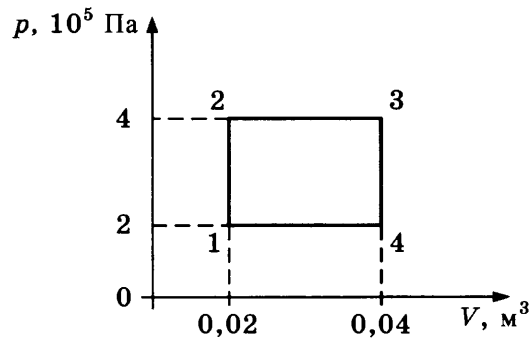
А	Б

8. На графике представлен процесс 1–2, происходящий с постоянной массой идеального газа. В состоянии 1 давление газа равно 90 кПа. Какое давление создает газ в состоянии 2?



Ответ: \_\_\_\_\_ кПа.

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



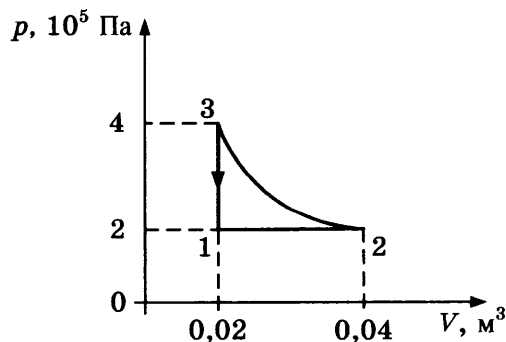
Чему равно изменение внутренней энергии газа в процессе 1–2–3–4–1?

Ответ: \_\_\_\_\_ кДж.

10. Какова масса алюминиевого бруска, если после сообщения ему количества теплоты 37,8 кДж он нагрелся на 30 °С?

Ответ: \_\_\_\_\_ кг.

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



- 1) В процессе 3–1 происходит изобарное охлаждение газа.
- 2) В процессе 3–1 газ совершает отрицательную работу.
- 3) В процессе 2–3 внешние силы совершают над газом работу.
- 4) В процессе 2–3 внутренняя энергия газа увеличивается.
- 5) В процессе 1–2 газ получает тепло.

Ответ:

12. В сосуде под поршнем находится смесь сухого воздуха и насыщенного водяного пара. Объем смеси уменьшили, температура оставалась неизменной. Как изменились в результате парциальные давления сухого воздуха и пара?

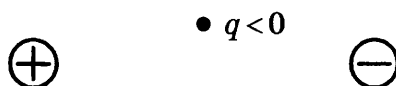
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

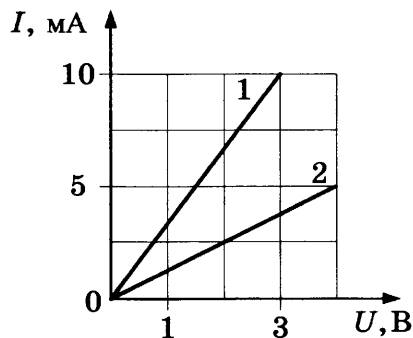
Парциальное давление сухого воздуха	Парциальное давление пара

13. Точечный отрицательный заряд помещен вблизи одинаковых разноименно заряженных шариков (см. рис.). Как направлена (*вверх, вниз, влево, вправо*) равнодействующая кулоновских сил, действующих на заряд  $q$ ?



Ответ: \_\_\_\_\_

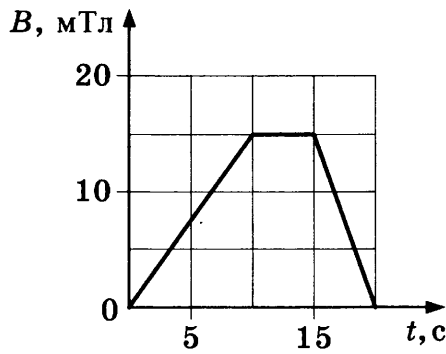
14. Зависимость силы тока от напряжения для различных проводников представлена на рисунке.



Чему равно сопротивление проводника 1?

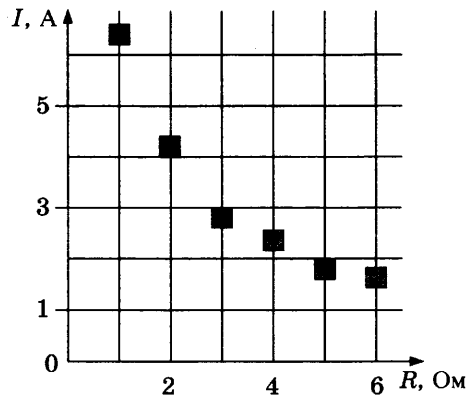
Ответ: \_\_\_\_\_ Ом.

15. На графике показана зависимость индукции магнитного поля от времени. Линии магнитной индукции пересекают замкнутый контур площадью  $300 \text{ см}^2$  перпендикулярно плоскости контура. Определите ЭДС индукции, возникающую в контуре в промежутке времени от 10 до 15 с.



Ответ: \_\_\_\_\_ мкВ.

16. На графике представлены результаты измерения силы тока на реостате  $I$  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, соответствующих результатам этих измерений.

- 1) При сопротивлении 2 Ом напряжение на реостате примерно равно 8,5 В.
- 2) При сопротивлении 1 Ом напряжение на реостате примерно равно 7 В.
- 3) При сопротивлении 6 Ом мощность тока примерно равна 17 Вт.
- 4) При сопротивлении 3 Ом мощность тока примерно равна 8,5 Вт.
- 5) При силе тока 4 А мощность тока примерно равна 20 Вт.

Ответ:

17. В колебательном контуре с индуктивностью  $L$  и электроемкостью  $C$  происходят электромагнитные колебания с периодом  $T$  и амплитудой  $q_0$ . Что произойдет с периодом и максимальной энергией катушки, если при неизменных амплитуде и индуктивности увеличить электроемкость?

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 катушки

18. Частица с зарядом  $q$  и массой  $m$  движется в магнитном поле с индукцией  $B$  по окружности радиуса  $R$ . 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) импульс частицы  
 Б) энергия частицы

- 1)  $2mq^2B^2R^2$   
 2)  $qBR$   
 3)  $\frac{q^2B^2R^2}{2m}$   
 4)  $qB^2R^2$

Ответ:

А	Б

19. Ядро лития  ${}^7_3\text{Li}$  испустило бета-частицу. Каковы массовое и зарядовое число ядра, образовавшегося в результате распада?

Ответ:

Массовое число	Зарядовое число

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

20. Импульс одного фотона видимого излучения равен  $1,6 \cdot 10^{-27}$  кг · м/с. Чему равна энергия фотона такого излучения?

Ответ: \_\_\_\_\_ эВ.

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

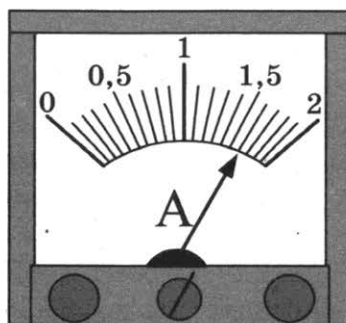
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится                      2) уменьшится                      3) не изменится

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

Количество падающих за 1 с фотонов	Максимальная кинетическая энергия электронов

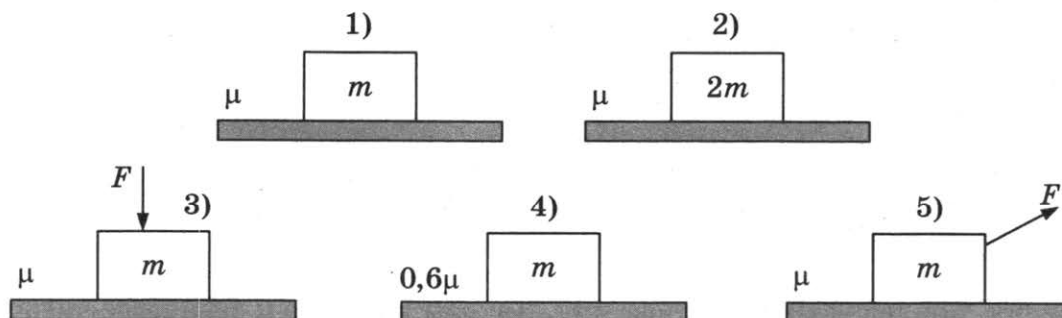
22. Ученик измерил силу тока с помощью амперметра, показанного на рисунке. Погрешность измерения равна цене деления амперметра. Чему равна измеренная сила тока с учетом погрешности?



Ответ: ( \_\_\_\_\_ ± \_\_\_\_\_ ) А.

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

23. Для исследования зависимости силы трения от коэффициента трения необходимо выбрать две установки из предложенных ниже ( $m$  — масса тела,  $\mu$  — коэффициент трения,  $F$  — сила).



Запишите в ответ номера выбранных установок.

Ответ:

24. Ниже приведена таблица, содержащая характеристики некоторых звезд.

Название	Радиус, в радиусах Солнца	Масса, кг	Расстояние, пк	Температура поверхности, К
Вега	2,8	$4,2 \cdot 10^{30}$	7,8	9600
Арктур	25,7	$2,2 \cdot 10^{30}$	11,3	4300
Альгаир	1,7	$3,6 \cdot 10^{30}$	5,2	8000
Спика А	7	$2,0 \cdot 10^{31}$	80,4	22 000
Регул А	3,5	$7,0 \cdot 10^{30}$	23,6	10 300
Дубхе В	1,3	$3,4 \cdot 10^{30}$	38,0	7400
Алиот	3,7	$6,0 \cdot 10^{30}$	24,9	9400
Антарес	800	$2,5 \cdot 10^{31}$	184,1	3400

Выберите все верные утверждения.

- 1) Масса Арктура в 11,4 раза меньше массы Антареса.
- 2) Максимум излучения звезды Дубхе приходится на фиолетовую область спектра.
- 3) Звезды Арктур и Солнце относятся к одному спектральному классу.
- 4) Звезда Антарес является красным гигантом.
- 5) Свет Солнца достигнет Веги через 7,8 года.

Ответ: \_\_\_\_\_

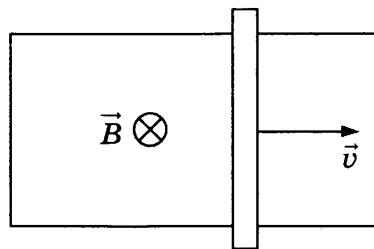
## Часть 2

Для записи ответов на задания (25–32) используйте **БЛАНК ОТВЕТОВ № 2**. Запишите сначала номер задания (25, 26 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.

25. 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 объема газа от его температуры в описанном процессе. Построение поясните, указав, какие физические закономерности вы применили.

**Полное правильное решение каждой из задач 26–32 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.**

26. Шарик массой 50 г бросили вертикально вверх с начальной скоростью 10 м/с. Шарик поднялся на высоту 7,5 м и упал обратно. Перед ударом о землю скорость шарика была 5 м/с. Чему равна сила сопротивления движению шарика?
27. П-образный контур находится в однородном магнитном поле, перпендикулярном плоскости контура (см. рисунок). Индукция магнитного поля  $B = 0,2$  Тл.



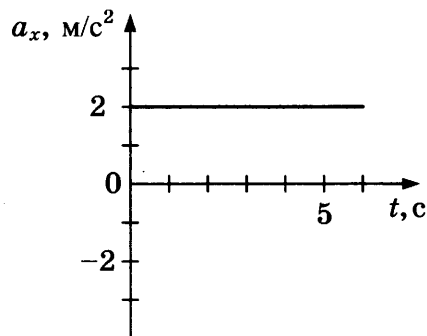
- По контуру со скоростью  $v = 1$  м/с скользит перемычка сопротивлением  $R = 5$  Ом. Сила индукционного тока в контуре  $I = 4$  мА. Чему равна длина перемычки?
28. На поверхность падает световой поток, за каждую секунду на поверхность попадает  $2 \cdot 10^{15}$  фотонов с длиной волны 550 нм. Какова мощность этого светового потока?
29. Из двух соударяющихся абсолютно упругих шаров больший шар покоится. В результате центрального удара меньший шар потерял  $\frac{3}{4}$  своей кинетической энергии. Определите отношение масс шаров.
30. Воздух с относительной влажностью 40 % находится в объеме  $1,2$  м<sup>3</sup> при температуре 20 °С. Какое количество росы выпадет при уменьшении объема в 3 раза? Давление насыщенного пара при температуре 20 °С равно 2330 Па, температура не меняется.
31. Идеальный колебательный контур состоит из конденсатора емкостью 20 мкФ и катушки индуктивностью 4,5 мГн. Амплитуда колебаний силы тока 6 мА. Какова амплитуда колебаний напряжения на конденсаторе в контуре?
32. На пластинку площадью  $S = 4$  см<sup>2</sup>, которая отражает 70 % и поглощает 30 % падающего света, свет падает перпендикулярно. Мощность светового потока 120 Вт. Какое давление оказывает свет на пластинку?

# ВАРИАНТ 18

## Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются 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 ускорения тела от времени.



Определите проекцию скорости тела через 5 с, считая начальную скорость равной 4 м/с.

Ответ: \_\_\_\_\_ м/с.

2. На брусок массой 5 кг, движущийся по горизонтальной поверхности, действует сила трения скольжения 2 Н. Чему будет равна сила трения скольжения, если ускорение тела увеличится в 2 раза при неизменной силе давления бруска на плоскость?

Ответ: \_\_\_\_\_ Н.

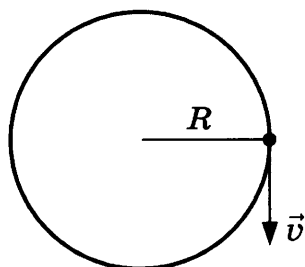
3. Кинетическая энергия тела, первоначально движущегося со скоростью 1 м/с, увеличилась в 9 раз. Какой стала при этом скорость тела?

Ответ: \_\_\_\_\_ м/с.

4. Ускорение маятника, совершающего гармонические колебания, зависит от времени согласно уравнению  $a = 0,2 \cos 4,5t$ , где все величины выражены в системе СИ. Какова циклическая частота колебаний?

Ответ: \_\_\_\_\_ рад/с.

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



- 1) За 10 с точка совершит 5 оборотов.
- 2) Частота вращения точки равна 0,05 Гц.
- 3) Точка совершит полный оборот за 12,6 с.
- 4) Ускорение точки равно 0,25 м/с<sup>2</sup>.
- 5) Ускорение точки равно нулю.

Ответ: 

--	--

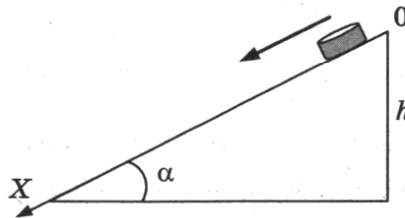
6. Тело брошено с некоторой высоты горизонтально со скоростью  $v_0$ , сопротивлением воздуха можно пренебречь. Как изменятся при движении тела его ускорение и кинетическая энергия? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 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. Небольшая шайба соскальзывает по наклонной плоскости из состояния покоя (см. рис.).

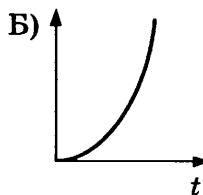
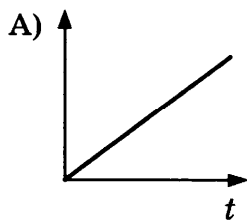


Графики А и Б представляют собой зависимости физических величин, характеризующих движение шайбы, от времени.

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.

**ГРАФИК**



**ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА**

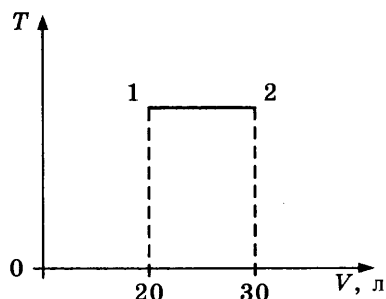
- 1) проекция импульса на ось X
- 2) проекция равнодействующей силы на ось X
- 3) проекция ускорения на ось X
- 4) кинетическая энергия

Ответ: 

А	Б

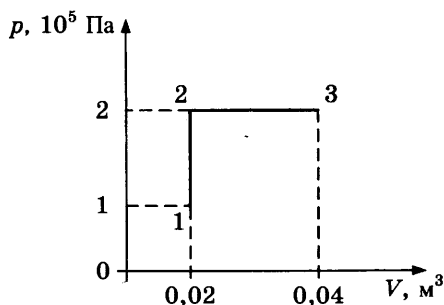


8. На графике представлен процесс 1–2, происходящий с постоянной массой идеального газа. В состоянии 1 давление газа равно 90 кПа. Какое давление создает газ в состоянии 2?



Ответ: \_\_\_\_\_ кПа.

9. Какую работу совершает газ при переходе из состояния 1 в состояние 3, показанном на графике?

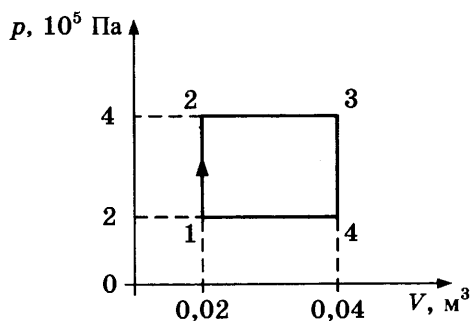


Ответ: \_\_\_\_\_ Дж.

10. Какое количество теплоты нужно сообщить куску свинца, находящемуся при температуре 283 К, чтобы нагреть его до температуры плавления 327 °С? Масса свинца 200 г.

Ответ: \_\_\_\_\_ Дж.

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 нагревание газа.
- 2) В процессе 3–4 газ совершает отрицательную работу.
- 3) В процессе 2–3 над газом совершают работу.
- 4) В процессе 2–3 газ получает тепло.
- 5) В процессе 3–4 газ получает тепло.

Ответ:

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

НАЗВАНИЕ ИЗОПРОЦЕССА

ФОРМУЛА ДЛЯ РАСЧЕТА

А) изохорный

1)  $Q = \Delta U + A$

Б) изотермический

2)  $Q = A$

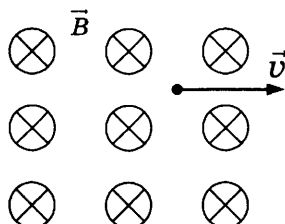
3)  $Q = \Delta U$

4)  $\Delta U = -A$

Ответ:

А	Б

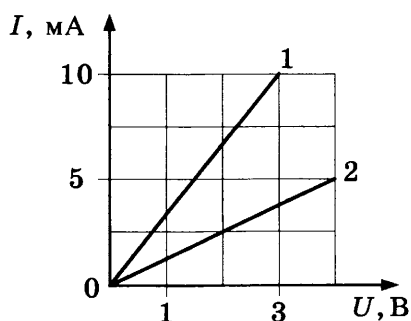
13. Положительно заряженная частица движется в однородном магнитном поле со скоростью  $v$ . Вектор скорости частицы направлен перпендикулярно вектору магнитной индукции.



Как направлена (*вниз, вверх, вправо, влево, от наблюдателя, к наблюдателю*) действующая на частицу сила?

Ответ: \_\_\_\_\_

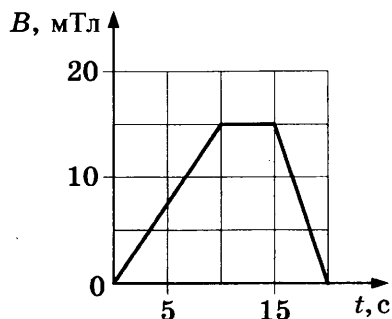
14. Зависимость силы тока от напряжения для различных проводников представлена на рисунке.



Чему равно сопротивление проводника 2?

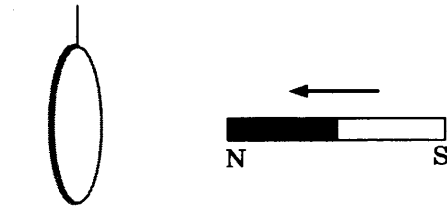
Ответ: \_\_\_\_\_ Ом.

15. На графике показана зависимость индукции магнитного поля от времени. Линии магнитной индукции пересекают замкнутый контур площадью  $300 \text{ см}^2$  перпендикулярно плоскости контура. Определите ЭДС индукции, возникающую в контуре в промежутке времени от 15 до 20 с.



Ответ: \_\_\_\_\_ мВ.

16. К подвешенному на нити кольцу из алюминия приближают магнит, как показано на рисунке.



Выберите два верных утверждения.

- 1) При приближении магнита магнитный поток через кольцо уменьшается.
- 2) При приближении магнита индукционный ток направлен против часовой стрелки.
- 3) При приближении магнита индукционный ток направлен по часовой стрелке.
- 4) Кольцо притягивается к магниту.
- 5) Кольцо отталкивается от магнита.

Ответ: \_\_\_\_\_

17. В колебательном контуре с индуктивностью  $L$  и емкостью  $C$  происходят электромагнитные колебания с частотой  $\nu$  и амплитудой  $q_0$ . Что произойдет с частотой и максимальной энергией конденсатора, если при неизменных амплитуде и индуктивности увеличить емкость?

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 энергия конденсатора

18. Частица с зарядом  $q$  и массой  $m$  движется в электрическом поле с напряженностью  $E$  в направлении линий напряженности в течение времени  $t$ . 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) импульс частицы  
Б) энергия частицы

- 1)  $\frac{q^2 E^2}{2m}$
- 2)  $\frac{qEt^2}{m}$
- 3)  $\frac{q^2 E^2 t^2}{2m}$
- 4)  $qEt$

Ответ: 

А	Б

19. Ядро радия  ${}_{88}^{226}\text{Ra}$  испустило альфа-частицу. Каковы массовое и зарядовое число ядра, образовавшегося в результате распада?

Ответ:

Массовое число	Зарядовое число

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

20. Длина волны гамма-излучения равна 0,05 нм. Чему равен импульс одного фотона гамма-излучения? Ответ умножьте на  $10^{23}$ .

Ответ: \_\_\_\_\_ кг · м/с.

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

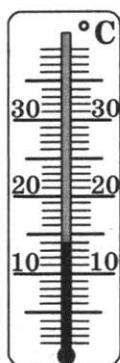
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 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

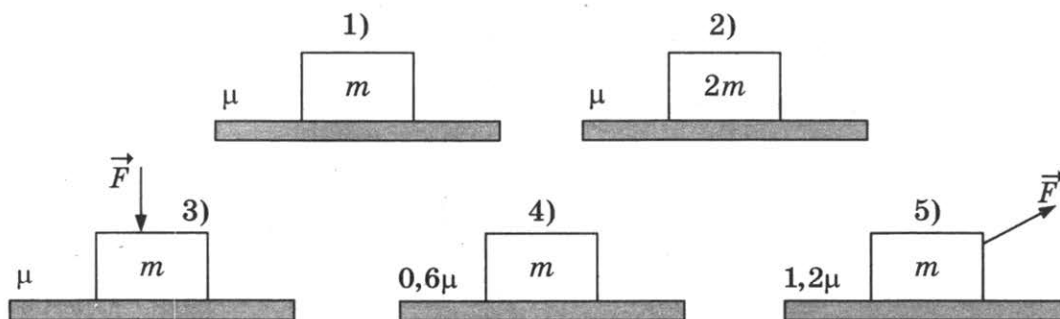
22. Температуру воздуха измеряли термометром, показанным на рисунке. Погрешность измерения температуры равна половине цены деления термометра. Запишите в ответе результат измерения температуры с учетом погрешности.



Ответ: ( \_\_\_\_\_ ± \_\_\_\_\_ ) °С.

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

23. Для исследования зависимости силы трения от силы давления на плоскость необходимо выбрать две установки из предложенных ниже ( $m$  — масса тела,  $\mu$  — коэффициент трения,  $F$  — сила).



Запишите в ответ номера выбранных установок.

Ответ:

24. Ниже приведена таблица, содержащая характеристики некоторых звезд.

Название	Радиус, в радиусах Солнца	Масса, кг	Расстояние, ПК	Температура поверхности, К
Вега	2,8	$4,20 \cdot 10^{30}$	7,8	9600
Арктур	25,7	$2,2 \cdot 10^{30}$	11,3	4300
Альтаир	1,7	$3,6 \cdot 10^{30}$	5,2	8000
Спика А	7	$2,0 \cdot 10^{31}$	80,4	22 000
Регул А	3,5	$7,0 \cdot 10^{30}$	23,6	10 300
Кастор А	2	$4,0 \cdot 10^{30}$	15,3	10 000
Алиот	3,7	$6,0 \cdot 10^{30}$	24,9	9400
Антарес	800	$2,5 \cdot 10^{31}$	184,1	3400

Выберите все верные утверждения.

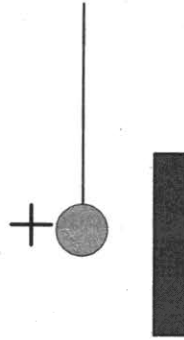
- 1) Объем Спики в 8 раз больше объема Регула.
- 2) Звезда Регул является красным карликом.
- 3) Звезды Вега и Кастор относятся к одному спектральному классу.
- 4) Звезда Антарес является голубым гигантом.
- 5) Свет Альтаира достигнет Земли через 17 лет.

Ответ: \_\_\_\_\_

## Часть 2

**Для записи ответов на задания (25–32) используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (25, 26 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.**

25. Маленький легкий заряженный положительно металлический шарик подвесили на непроводящей нити вблизи незаряженной металлической пластины (см. рис.). Опишите движение шарика и объясните его, указав, какими физическими явлениями и закономерностями оно вызвано.



**Полное правильное решение каждой из задач 26–32 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.**

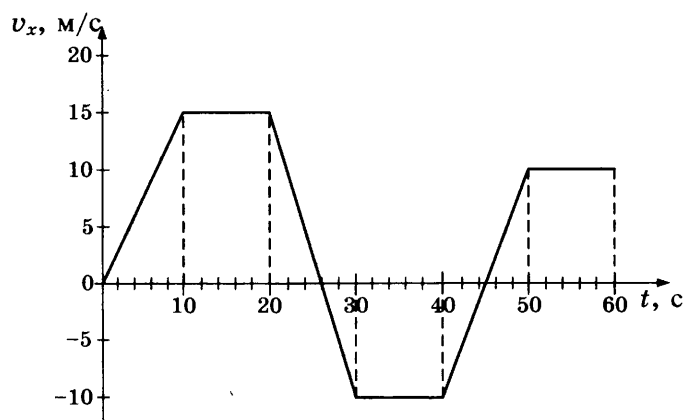
26. Шайбе массой 100 г, находящейся на наклонной плоскости, сообщили направленную вниз скорость 2 м/с. Шайба остановилась, пройдя вдоль наклонной плоскости расстояние 2 м. Угол наклона плоскости  $30^\circ$ . Чему равна сила трения шайбы о плоскость?
27. Идеальная тепловая машина работает по циклу Карно, совершая за один цикл работу 2 кДж. Количество теплоты 6 кДж рабочее тело двигателя получает за один цикл от нагревателя, температура которого  $219^\circ\text{C}$ . Чему равна температура холодильника?
28. На поверхность падает световой поток, за каждую секунду на поверхность попадает  $2 \cdot 10^{15}$  фотонов, мощность светового потока составляет 1,1 мВт. Какова длина волны этого светового потока?
29. Маленький груз массой  $m = 0,6$  кг подвешен на невесомой и нерастяжимой нити, которая выдерживает максимальное натяжение  $T_0 = 12$  Н. На какой максимальный угол можно отвести груз от положения равновесия, чтобы при дальнейшем его движении нить не оборвалась?
30. Горизонтальный теплоизолированный сосуд разделен на две равные части закрепленной нетеплопроводящей перегородкой. В одной части сосуда находится 3 моль гелия при температуре 250 К и давлении 50 кПа, в другой — 2 моль неона при температуре 300 К и давлении 80 кПа. Перегородку убирают. Определите парциальное давление гелия после установления равновесия.
31. Проводник массой  $m = 25$  г и длиной  $l = 10$  см положили на гладкую наклонную плоскость, составляющую угол  $\alpha = 30^\circ$  с горизонтом. В пространстве создано однородное магнитное поле с индукцией  $B = 0,5$  Тл, направленное вертикально вверх. Какой минимальный ток нужно пропустить по проводнику, чтобы он двигался вверх по наклонной плоскости равномерно?
32. Вдоль оптической оси тонкой собирающей линзы с фокусным расстоянием  $F = 15$  см расположен предмет, один конец которого находится на расстоянии  $d_1 = 20$  см от линзы, а другой конец — на расстоянии  $d_2 = 25$  см. Определите увеличение изображения.

# ВАРИАНТ 19

## Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются 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. На рисунке приведен график зависимости проекции скорости тела от времени.



Чему равна проекция ускорения тела в промежутке времени от 42 до 50 с?

Ответ: \_\_\_\_\_ м/с<sup>2</sup>.

2. На брусок массой 2 кг, движущийся по горизонтальной плоскости, действует сила трения скольжения 3 Н. Чему будет равна сила трения скольжения, если, не изменяя коэффициент трения, увеличить в 2 раза силу давления бруска на плоскость?

Ответ: \_\_\_\_\_ Н.

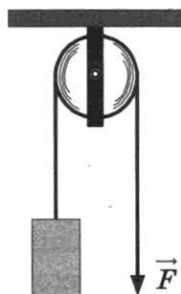
3. Потенциальная энергия растянутой пружины составила 0,02 Дж. Чему будет равна потенциальная энергия этой пружины при увеличении деформации в 2 раза?

Ответ: \_\_\_\_\_ Дж.

4. Ускорение маятника, совершающего гармонические колебания, зависит от времени согласно уравнению  $a = 0,2 \cos 4,5t$ , где все величины выражены в системе СИ. Какова амплитуда колебаний ускорения маятника?

Ответ: \_\_\_\_\_ м/с<sup>2</sup>.

5. Груз массой 20 кг поднимают с помощью троса, перекинутого через закрепленный блок. К свободному концу троса приложена сила  $F$ . Ускорение груза равно 0,2 м/с<sup>2</sup>.



Выберите два верных утверждения.

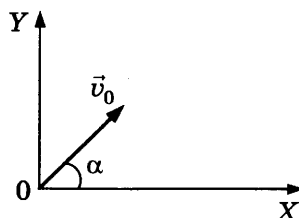
- 1) Сила натяжения троса равна 200 Н.
- 2) Сила  $F$  меньше 200 Н.

- 3) Сила натяжения троса равна 204 Н.  
 4) При перемещении груза на 0,5 м сила  $F$  совершит работу 100 Дж.  
 5) При перемещении груза на 0,5 м сила тяжести совершит работу (-100) Дж.

Ответ: 

--	--

6. Тело брошено под углом  $\alpha$  к горизонту со скоростью  $v_0$ , сопротивлением воздуха можно пренебречь. Как изменятся при движении тела до верхней точки траектории вертикальная проекция скорости и полная механическая энергия?



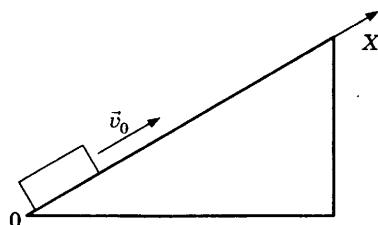
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится                      2) уменьшится                      3) не изменится

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

Вертикальная проекция скорости	Полная механическая энергия

7. Бруску, находящемуся на наклонной плоскости, в момент  $t = 0$  сообщили направленную вдоль оси  $X$  скорость  $v_0$  (см. рис.).

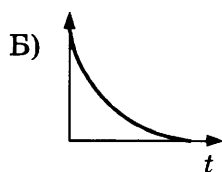
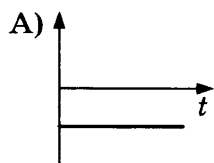


Графики А и Б представляют собой зависимости физических величин, характеризующих движение бруска, от времени.

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.

**ГРАФИК**



**ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА**

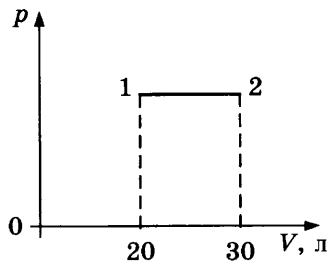
- 1) проекция импульса на ось  $X$   
 2) проекция равнодействующей силы на ось  $X$   
 3) потенциальная энергия  
 4) кинетическая энергия

Ответ: 

А	Б

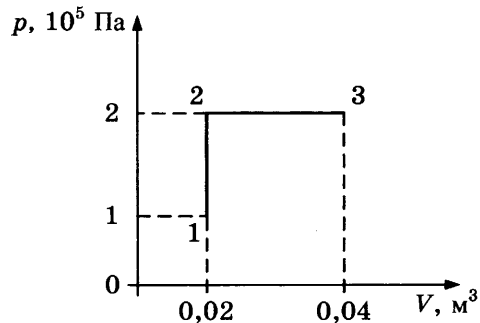


8. На графике представлен процесс 1–2, происходящий с постоянной массой идеального газа. В состоянии 1 температура газа равна 220 К. Какова температура газа в состоянии 2?



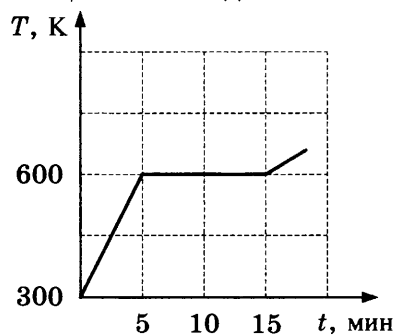
Ответ: \_\_\_\_\_ К.

9. Каким будет изменение внутренней энергии идеального одноатомного газа при переходе из состояния 1 в состояние 3, показанном на графике?



Ответ: \_\_\_\_\_ Дж.

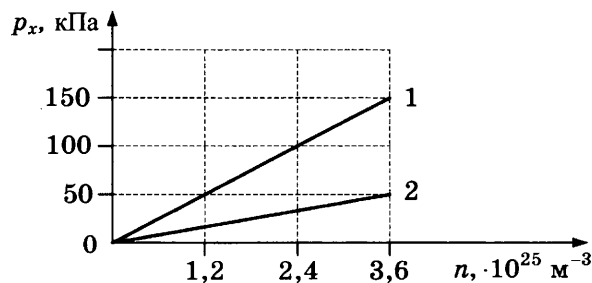
10. На рисунке представлен график зависимости температуры нагреваемого вещества от времени нагрева. Мощность нагрева составляла 54 кДж/мин, масса вещества равна 1 кг. В начальный момент времени вещество находилось в твердом состоянии.



Чему равна удельная теплоемкость данного вещества?

Ответ: \_\_\_\_\_ Дж/(кг · К).

11. На рисунке представлен график зависимости давления газа от его концентрации для идеального одноатомного газа в количестве 3 моль. Выберите два верных утверждения, соответствующих данным процессам.



- 1) Процесс 2 происходит при более низкой температуре, чем процесс 1.
- 2) Процессу 1 соответствует температура 200 К.
- 3) Внутренняя энергия газа в процессе 1 увеличивается.

- 4) При фиксированной концентрации  $2,4 \cdot 10^{25} \text{ м}^{-3}$  разность внутренних энергий состояний 1 и 2 равна 7479 Дж.
- 5) При фиксированной концентрации  $2,4 \cdot 10^{25} \text{ м}^{-3}$  для перехода из состояния 1 в состояние 2 необходимо совершить работу 249 Дж.

Ответ:

12. Идеальный одноатомный газ изобарно расширяется. Как при этом изменятся его давление и внутренняя 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.

Давление	Внутренняя энергия

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 *O*?

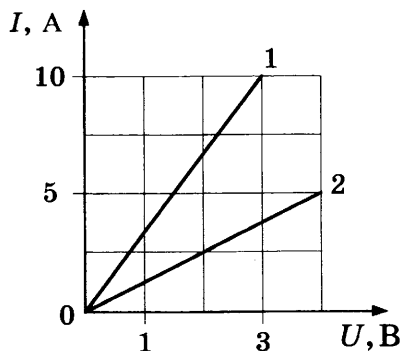


*O*



Ответ: \_\_\_\_\_

14. Зависимость силы тока от напряжения для различных проводников представлена на рисунке.



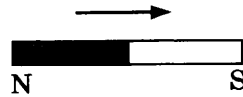
Какую мощность выделяет ток в проводнике 1 при напряжении 3 В?

Ответ: \_\_\_\_\_ Вт.

15. Энергия магнитного поля катушки 16 мДж. Какой станет энергия магнитного поля катушки при увеличении силы тока в 2 раза?

Ответ: \_\_\_\_\_ мДж.

16. Магнит отодвигают от подвешенного на нити кольца из алюминия, как показано на рисунке.



Выберите два верных утверждения.

- 1) При отдалении магнита магнитный поток через кольцо уменьшается.
- 2) При отдалении магнита индукционный ток направлен против часовой стрелки.
- 3) При отдалении магнита индукционный ток направлен по часовой стрелке.
- 4) Кольцо остается неподвижным.
- 5) Кольцо отталкивается от магнита.

Ответ:

17. В колебательном контуре с индуктивностью  $L$  и электроемкостью  $C$  происходят электромагнитные колебания с частотой  $\nu$  и амплитудой  $q_0$ . Что произойдет с частотой и максимальной энергией катушки, если при неизменных амплитуде и емкости увеличить 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.

Частота	Максимальная энергия катушки

18. Частица с зарядом  $q$  и массой  $m$  движется противоположно направлению линий напряженности однородного электрического поля с напряженностью  $E$  и останавливается, пройдя расстояние  $s$ . 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) начальный импульс частицы

1)  $\sqrt{2mqEs}$

Б) начальная энергия частицы

2)  $\sqrt{qEs}$

3)  $\frac{qEs}{2m}$

4)  $qEs$

Ответ: 

А	Б

19. Ядро углерода  ${}^{15}_6\text{C}$  испустило бета-частицу. Каковы массовое и зарядовое числа ядра, образовавшегося в результате распада?

Ответ: 

Массовое число	Зарядовое число

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

20. Пучок фотонов с длиной волны 400 нм падает на зачерненную поверхность перпендикулярно поверхности. Число фотонов в пучке  $10^{24}$ . Какой импульс передаст этот пучок поверхности?

Ответ: \_\_\_\_\_ г·м/с.

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

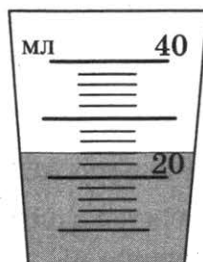
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Интенсивность	Давление

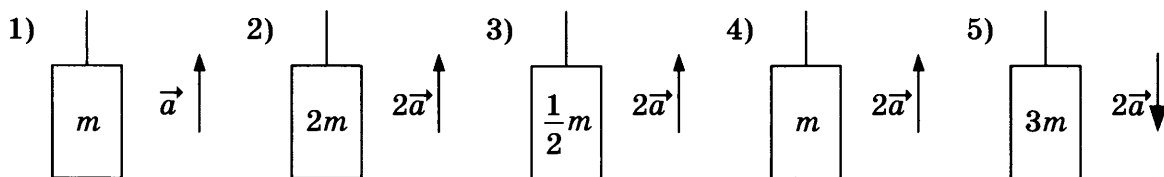
22. Объем жидкости измеряли с помощью мензурки, показанной на рисунке. Погрешность измерения объема равна половине цены деления мензурки. Запишите в ответе результат измерения объема с учетом погрешности.



Ответ: ( \_\_\_\_\_ ± \_\_\_\_\_ ) мл.

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

23. Для исследования зависимости силы натяжения от ускорения необходимо выбрать две установки из предложенных ниже ( $m$  — масса тела,  $a$  — ускорение).



Запишите в ответ номера выбранных установок.

Ответ:

24. Ниже приведена таблица, содержащая характеристики планет Солнечной системы. Орбиты планет приближенно можно считать круговыми.

Название	Радиус, км	Масса, кг	Среднее расстояние от Солнца, км	Период вращения вокруг оси, ч
Меркурий	2439	$3,30 \cdot 10^{23}$	$57,9 \cdot 10^6$	1411,2
Венера	6052	$4,87 \cdot 10^{24}$	$108,2 \cdot 10^6$	5832
Земля	6378	$5,98 \cdot 10^{24}$	$149,6 \cdot 10^6$	24
Марс	3398	$6,42 \cdot 10^{23}$	$227,94 \cdot 10^6$	24,6
Юпитер	71 492	$1,90 \cdot 10^{27}$	$778 \cdot 10^6$	9,8
Сатурн	60 268	$5,69 \cdot 10^{26}$	$1429 \cdot 10^6$	10,2
Уран	25 559	$8,69 \cdot 10^{25}$	$2871 \cdot 10^6$	10,8
Нептун	24 764	$1,02 \cdot 10^{26}$	$4504 \cdot 10^6$	15,7

Выберите все верные утверждения.

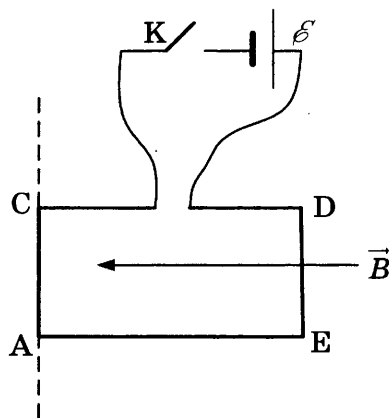
- 1) Расстояние между орбитами Венеры и Земли составляет 0,28 а. е.
- 2) Первая космическая скорость для Сатурна составляет 42,1 км/с.
- 3) Отношение периодов обращения Сатурна и Земли вокруг Солнца равно 29.
- 4) Свет Солнца достигает Юпитера за 43 мин.
- 5) Вторая космическая скорость для Марса составляет 11,8 км/с.

Ответ: \_\_\_\_\_

## Часть 2

**Для записи ответов на задания (25–32) используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (25, 26 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.**

25. На рисунке изображен проволочный контур ACDE, подключенный через ключ К к источнику тока (см. рисунок). Контур находится в однородном магнитном поле с индукцией  $\vec{B}$  и может свободно вращаться вокруг стороны AC.



Как будет двигаться контур после замыкания ключа? Ответ поясните, указав, какие физические закономерности вы применили.

**Полное правильное решение каждой из задач 26–32 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.**

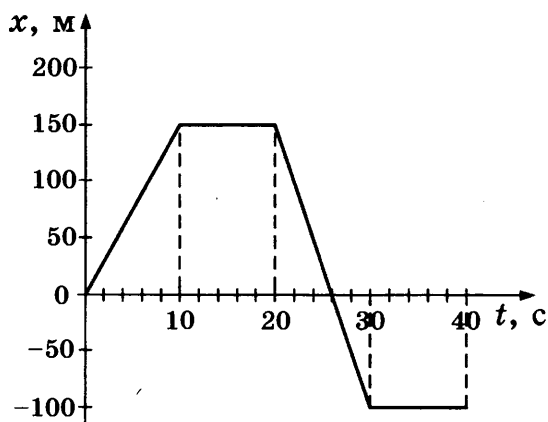
26. Пуля массой 10 г, летящая со скоростью 200 м/с, пробивает доску толщиной 1 см. Сила сопротивления доски движению пули равна 8,75 кН. Какой будет скорость пули после вылета из доски?
27. В термос с большим количеством льда при температуре  $t_1 = 0^\circ\text{C}$  заливают  $m = 1,5$  кг воды с температурой  $t_2 = 22^\circ\text{C}$ . Какая масса льда  $\Delta m$  расплавится при установлении теплового равновесия в сосуде?
28. Четыре параллельно соединенные лампы сопротивлением 200 Ом каждая подключены к напряжению 220 В. Определите мощность, выделяющуюся на лампах.
29. Кубик со стороной 10 см плавает в воде, погрузившись на четверть своего объема. На воду сверху налили керосин слоем 2,5 см. Какая часть объема кубика будет после этого погружена в воду?
30. Горизонтальный теплоизолированный сосуд разделен на две равные части закрепленной нетеплопроводящей перегородкой. В одной части сосуда находится 3 моль гелия при температуре 250 К и давлении 50 кПа, в другой — 2 моль неона при температуре 300 К и давлении 80 кПа. Перегородку убирают. Определите парциальное давление неона после установления равновесия.
31. Проводник массой  $m = 25$  г и длиной  $l = 10$  см положили на наклонную плоскость, составляющую угол  $\alpha = 30^\circ$  с горизонтом. В пространстве создано однородное магнитное поле с индукцией  $B = 0,5$  Тл, направленное вертикально вверх. По проводнику пропускают ток  $I = 5$  А. Каким должен быть коэффициент трения, чтобы проводник двигался вверх по наклонной плоскости равномерно?
32. Красная граница фотоэффекта для калия  $\lambda_0 = 577$  нм. Поверхность калия освещается светом длиной волны  $\lambda = 400$  нм. Вблизи поверхности создано однородное магнитное поле с индукцией  $B = 5 \cdot 10^{-4}$  Тл, направленное параллельно поверхности. На какое максимальное расстояние от поверхности калия сможет удалиться электрон? Считать, что электрон вылетает перпендикулярно поверхности и обладает максимально возможной скоростью.

# ВАРИАНТ 20

## Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 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.

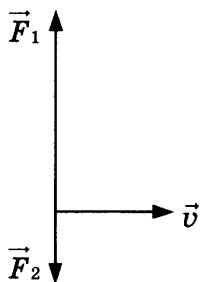
1. На рисунке приведен график зависимости координаты прямолинейно движущегося тела от времени.



Найдите проекцию скорости тела на ось  $Ox$  в интервале времени от 14 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/с<sup>2</sup>.

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  $t$ .

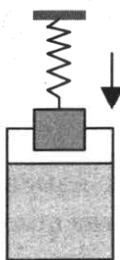
$t, \text{ с}$	0	0,125	0,25	0,375	0,5	0,625	0,75	0,875	1,0
$x, \text{ см}$	2	1,4	0	-1,4	-2	-1,4	0	1,4	2

Выберите два верных утверждения, соответствующих 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?



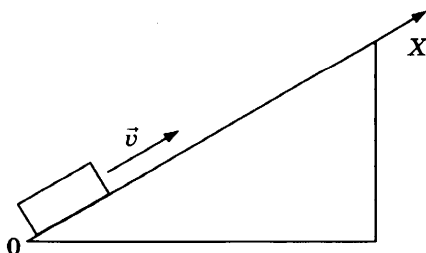
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 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. рис.). Графики А и Б представляют собой зависимости физических величин, характеризующих движение бруска, от времени.



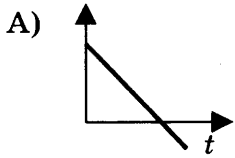


Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять.

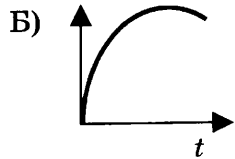
К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

**ГРАФИК**

**ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА**



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



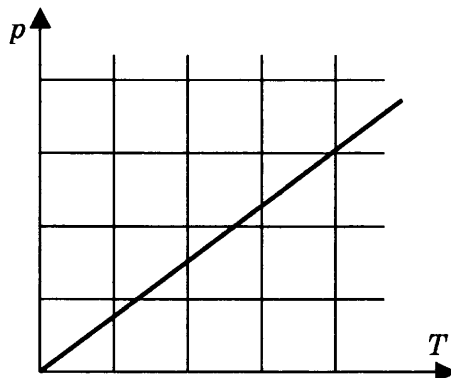
Ответ:

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.



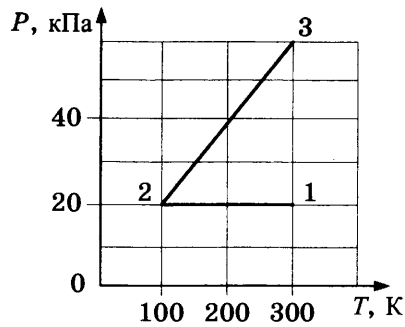
Определите работу газа в этом процессе.

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.

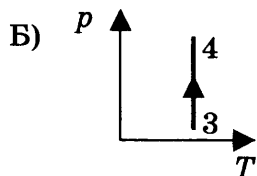
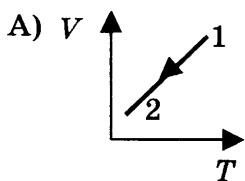
- 1) Объем газа в состоянии 1 в 3 раза меньше, чем в состоянии 2.
- 2) Объем газа в состоянии 3 равен 4,2 л.
- 3) В процессе 1–2 внешние силы совершили над газом работу 166 Дж.
- 4) В процессе 2–3 внешние силы совершили над газом работу 250 Дж.
- 5) В процессе 1–2 газ отдал 166 Дж теплоты.

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



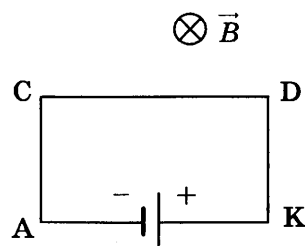
УТВЕРЖДЕНИЯ

- 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

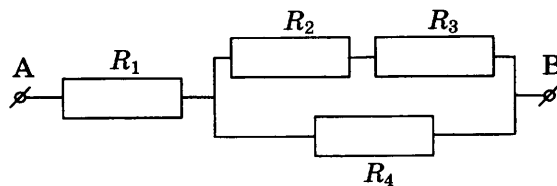
13. На рисунке показан проволочный прямоугольник АСДК, подключенный к источнику тока и помещенный в однородное магнитное поле с индукцией  $B$ , направленной перпендикулярно плоскости рисунка.



Как направлена (*вверх, вниз, влево, вправо, от наблюдателя, к наблюдателю*) сила, действующая со стороны магнитного поля на проводник ДК? 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 А и В  $U_{AB} = 25 \text{ В}$ .



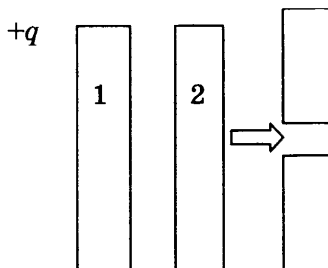
Чему равно напряжение на резисторе  $R_1$ ?

Ответ: \_\_\_\_\_ В.

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

Ответ: \_\_\_\_\_  $^\circ$ .

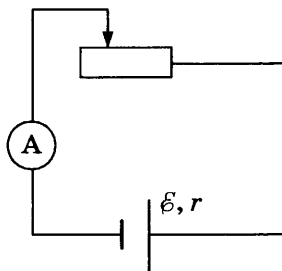
16. Металлической пластине 1 сообщили заряд  $+6 \text{ нКл}$  и поднесли к незаряженной металлической пластине 2. После этого пластину 2 разрезали горизонтально и раздвинули ее верхнюю и нижнюю части. Выберите два верных утверждения, соответствующих результатам этих опытов.



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

**ФОРМУЛА**

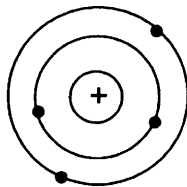
- А) конечная скорость заряда в электрическом поле  
 Б) скорость заряда в магнитном поле

- 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.

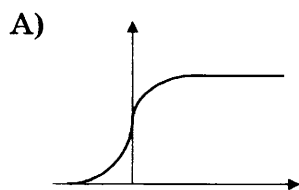
20. В результате ядерной реакции  ${}^3_1\text{H} + {}^4_2\text{He} \rightarrow {}^6_3\text{Li} + X$  образуется частица  $X$ . Какой заряд (в элементарных зарядах) имеет эта частица?

Ответ: \_\_\_\_\_

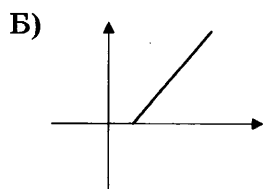
21. При изучении фотоэффекта были получены некоторые зависимости. Установите соответствие между графиками А и Б и видами зависимостей.

**ГРАФИКИ**

**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.

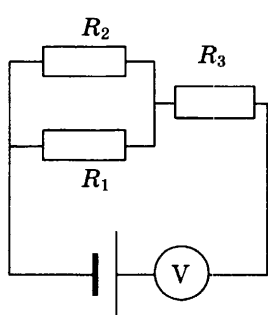


Ответ: ( \_\_\_\_\_ ± \_\_\_\_\_ ) °C.

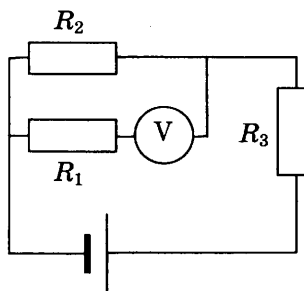
В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

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.

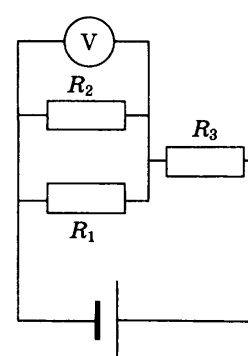
1)



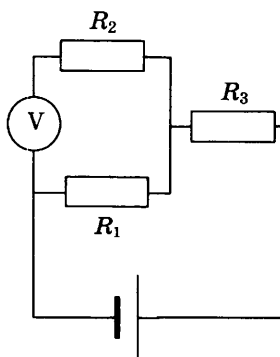
2)



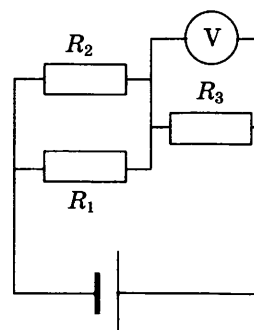
3)



4)



5)



Ответ:

24. Ниже приведена таблица, содержащая характеристики некоторых звезд.

Название	Радиус, км	Масса, кг	Расстояние, св. лет	Температура поверхности, К
Вега	$1,95 \cdot 10^6$	$4,20 \cdot 10^{30}$	25,3	9600
Арктур	$1,79 \cdot 10^7$	$2,2 \cdot 10^{30}$	36,7	4300
Полярная А	$1,6 \cdot 10^7$	$1,2 \cdot 10^{31}$	434	7000
Альтаир	$1,16 \cdot 10^6$	$3,6 \cdot 10^{30}$	17	8000
Спика А	$4,87 \cdot 10^6$	$2,0 \cdot 10^{31}$	262	22 000
Регул А	$2,44 \cdot 10^6$	$7,0 \cdot 10^{30}$	77	10 300
Алиот	$2,58 \cdot 10^6$	$6,0 \cdot 10^{30}$	81	9400
Антарес	$5,57 \cdot 10^8$	$2,5 \cdot 10^{31}$	600	3400

Выберите все верные утверждения.

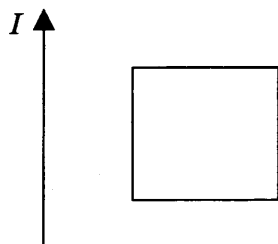
- 1) Вега находится ближе к Земле, чем Альтаир.
- 2) Диаметр Полярной звезды в 23 раза больше диаметра Солнца.
- 3) Звезда Спика относится к белым карликам.
- 4) Звезда Арктур относится к оранжевым гигантам.
- 5) Свет звезды Регул достигнет Земли за 77 лет.

Ответ: \_\_\_\_\_

## Часть 2

**Для записи ответов на задания (25–32) используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (25, 26 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.**

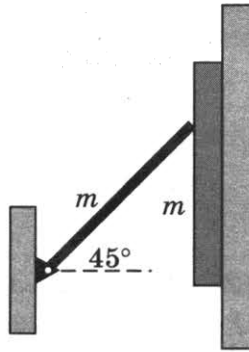
25. На рисунке изображен длинный проводник с током, в плоскости которого располагается проволочная рамка. Направление тока в проводнике указано стрелкой. Почему при выключении и включении тока в проводнике ток в рамке будет иметь различные направления? Укажите стрелками направления тока в рамке, указав,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



**Полное правильное решение каждой из задач 26–32 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.**

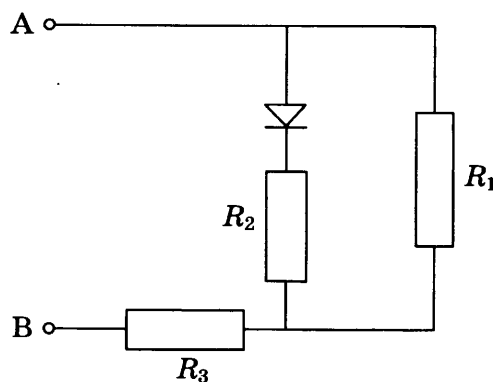
26. Пуля вылетела из пружинного пистолета горизонтально с некоторой высоты. Через 1,5 с скорость пули оказалась направленной под углом  $30^\circ$  к горизонту. Чему равна начальная скорость пули?
27. Две частицы с одинаковыми зарядами и отношением масс  $\frac{m_1}{m_2} = 2$  попадают в однородное магнитное 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?
28. 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.

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



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



32. Покоящееся ядро урана испустило  $\alpha$ -частицу. Кинетическая энергия  $\alpha$ -частицы составила  $6\text{ МэВ}$ . Зная массу  $\alpha$ -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.

# РАЗБОР ТИПОВОГО ВАРИАНТА

## Вариант 1

### Часть 1

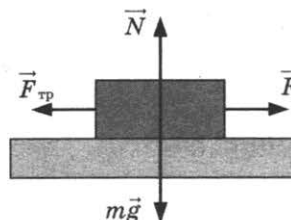
1. Для определения скорости необходимо изменение координаты разделить на промежуток времени, за который это изменение произошло:  $v_x = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ .

В промежутке времени от 0 до 10 с характер движения не изменялся, поэтому можно не искать координату в момент времени 2 с. По графику определяем, что координата в промежутке времени от 0 до 10 с изменялась от 0 до 150 м. Следовательно, скорость равна  $\frac{150}{10} = 15$  м/с.

Ответ в бланке: 15.

2. Брусек движется равномерно прямолинейно, следовательно, действующие на него силы скомпенсированы. По вертикали скомпенсированы сила тяжести и сила реакции опоры, по горизонтали — сила тяги и сила трения. Таким образом, действующая на брусок горизонтальная сила равна силе трения:

$$F = F_{\text{тр}} = \mu N = \mu mg = 0,3 \cdot 0,6 \cdot 10 = 1,8 \text{ Н.}$$



Ответ в бланке: 1,8.

3. Изменение полной механической энергии мяча при его падении происходит за счет работы силы сопротивления воздуха:

$$\Delta E = A_{\text{сопр}}, \text{ т.е. } A_{\text{сопр}} = E_2 - E_1 = E_k - E_{\text{п}} = 3,5 - 5 = -1,5 \text{ Дж.}$$

Сила сопротивления препятствует движению и совершает отрицательную работу.

Ответ в бланке: -1,5.

4. Период колебаний пружинного маятника зависит от массы груза и коэффициента жесткости пружины:  $T_1 = 2\pi\sqrt{\frac{m_1}{k}}$  в первом случае,  $T_2 = 2\pi\sqrt{\frac{m_2}{k}}$  во втором случае. Так как пружина та же самая, то отношение периодов определяется отношением масс грузов  $\frac{T_2}{T_1} = \sqrt{\frac{m_2}{m_1}} = \sqrt{\frac{1,6}{0,4}} = 2$ .

Зная период колебаний в первом случае, находим период  $T_2 = 2 \cdot T_1 = 0,8$  с.

Ответ в бланке: 0,8 с.



5. Зависимость координаты мяча от времени представляет собой параболу, ветви которой направлены вниз. Такая зависимость соответствует равноускоренному движению с отрицательным ускорением.

Проверим справедливость сформулированных в задании утверждений.

1) В момент времени  $t = 0$  с импульс мяча равен 0.

Если бы импульс мяча был равен 0 в начальный момент времени, мяч имел бы нулевую начальную скорость и не смог бы полететь вверх. Утверждение неверно.

2) В момент времени  $t = 2$  с импульс мяча равен 0.

Момент времени  $t = 2$  с соответствует вершине параболы, максимальной координате, т. е. мяч достиг высшей точки траектории. В этот момент скорость мяча равна 0, следовательно, импульс также равен 0. Утверждение верно.

3) Пройденный мячом путь равен 5 м.

Движение мяча начинается в точке с координатой  $y = 5$  м, далее координата увеличивается, затем уменьшается. Путь есть сумма всех пройденных расстояний и больше 5 м. Утверждение неверно.

4) Пройденный мячом путь равен 25 м. Координата мяча изменялась от 25 м до 0 в промежутке времени от 2 до 4,2 с во время движения мяча вниз. 25 м — это часть пути, но не весь путь. Утверждение неверно.

5) Пройденный мячом путь равен 45 м.

Координата мяча изменялась от 5 до 25 м в промежутке времени от 0 до 2 с при движении мяча вверх и от 25 м до 0 в промежутке времени от 2 с до 4,2 с во время движения мяча вниз. 20 м и 25 м — это части пути, весь путь равен сумме этих частей, т. е. 45 м. Утверждение верно.

2	5
---	---

Ответ в бланке: 25.

6. Спутник движется вокруг Земли по круговой орбите под действием силы всемирного тяготения, сообщающей спутнику центростремительное ускорение, которое также является ускорением свободного падения для данной орбиты.

$a_{ц} = g = G \frac{M}{r^2}$ , где  $G$  — гравитационная постоянная,  $M$  — масса Земли,  $r$  — радиус орбиты спутника. С уменьшением радиуса орбиты ускорение увеличивается. Центростремительное ускорение можно выразить через частоту  $a_{ц} = 4\pi^2 v^2 r = G \frac{M}{r^2}$ , откуда следует  $v^2 = G \frac{M}{4\pi^2 r^3}$ , т. е. с уменьшением радиуса орбиты частота увеличивается.

Ускорение спутника	Частота обращения
Увеличилось — 1	Увеличилась — 1

Ответ в бланке: 11.

7. Полная механическая энергия шарика складывается из кинетической энергии и потенциальной энергии относительно уровня земли. Сопротивление воздуха мало, поэтому полная механическая энергия сохраняется:  $\frac{mv_0^2}{2} + mgh = E$ , откуда следует  $v_0 = \sqrt{\frac{2E}{m} - 2gh}$  (формула 4). По го-

горизонтальной оси движение равномерное, по вертикальной — равноускоренное с ускорением свободного падения. Время движения находится из условия  $y = h - \frac{gt^2}{2} = 0$ , т. е.  $t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$  (формула 2).

А	Б
4	2

Ответ в бланке: 42.

8. Газ находится в закрытом сосуде, объем не изменяется, процесс изохорный. Из уравнения Менделеева–Клапейрона следует, что не изменяется отношение  $\frac{p}{T} = \text{const}$ . Если давление уменьшилось в 3 раза, то температура также уменьшилась в 3 раза:  $T_2 = \frac{300}{3} = 100$  К.

Ответ в бланке: 100.

9. Работа газа определяется как площадь под графиком процесса в координатах  $(p, V)$ . Для процесса 1–2–3 работа равна площади прямоугольника со сторонами  $p = 4 \cdot 10^5$  Па и  $\Delta V = 0,02$  м<sup>3</sup>.  $A = 4 \cdot 10^5 \cdot 0,02 = 8 \cdot 10^3$  Дж = 8 кДж.

Ответ в бланке: 8.

10. В процессе плавления температура вещества не изменяется, по графику определяем, что плавление происходит при температуре  $T = 600$  К и продолжается 10 минут. За 10 минут к веществу поступило количество теплоты  $Q = Pt = 540$  кДж. Удельная теплота плавления определяется формулой

$$\lambda = \frac{Q}{m} = 540 \frac{\text{кДж}}{1 \text{ кг}} = 540 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}.$$

Ответ в бланке: 540.

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  $pV = \nu RT$ , (где  $\nu$  — число молей), найдем объем в состоянии 2:  $V = \frac{\nu RT}{p} = \frac{0,1 \cdot 8,31 \cdot 300}{60 \cdot 10^3} = 4,2 \cdot 10^{-3}$  м<sup>3</sup> = 4,2 л — второе утверждение верно.

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

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:

$$\Delta U = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) = \frac{3}{2} \cdot 0,1 \cdot 8,31 \cdot (100 - 300) = -249,3 \text{ Дж.}$$

Работа газа посчитана в пункте 3 и равна  $A = -166,2$  Дж. Количество теплоты в процессе 1–2:  $Q = -249,3 - 166,2 = -415,5$  Дж. Количество теплоты меньше 0, значит, газ отдает теплоту. Утверждение 5 верно.

Ответ в бланке: 25.

12. В изохорном процессе объем газа не изменяется, количество молекул постоянно. Так как концентрация есть число частиц в единице объема  $n = \frac{N}{V}$ , то концентрация не изменится. С увеличением температуры внутренняя энергия газа увеличивается.

Концентрация молекул	Внутренняя энергия
3	1

Ответ в бланке: 31.

13. Направление магнитной индукции определяется по правилу правой руки: проводник с направлением тока «к нам» создаёт справа от себя магнитную индукцию  $B_1$ , направленную вверх; проводник с направлением тока «от нас» создает магнитную индукцию  $B_2$ , направленную вниз. Так как точка наблюдения находится ближе ко второму проводнику, то магнитная индукция второго проводника больше, чем первого:  $B_2 > B_1$ . Поэтому магнитная индукция результирующего поля направлена так же, как и  $B_2$ , т. е. вниз.

Ответ в бланке: вниз.

14. Согласно закону Кулона сила взаимодействия точечных зарядов прямо пропорциональна произведению зарядов и обратно пропорциональна квадрату расстояния между ними:

$$F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}.$$

При уменьшении одного из зарядов в 2 раза сила Кулона также уменьшится в 2 раза. При уменьшении расстояния между зарядами в 2 раза сила Кулона увеличится в 4 раза. После двух названных изменений сила Кулона возрастет в 2 раза, т. е.  $F_2 = 2F_1 = 16$  мН.

Ответ в бланке: 16.

15. Явление самоиндукции состоит в появлении ЭДС самоиндукции в контуре при изменении силы тока в этом контуре:

$$\mathcal{E}_i = L \frac{\Delta I}{\Delta t}.$$

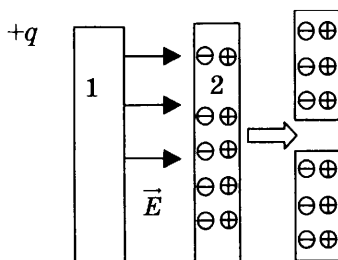
По графику определяем, что сила тока изменяется на 0,2 А за 20 с. Тогда ЭДС самоиндукции

$$\mathcal{E}_i = 5 \cdot 10^{-3} \frac{0,2}{20} = 5 \cdot 10^{-5} \text{ В} = 0,05 \text{ мВ}.$$

Ответ в бланке: 0,05.

**16.** Металлическая заряженная пластина создает вокруг себя электрическое поле, напряженность которого  $E$  направлена перпендикулярно пластине. Под действием этого поля связанные заряды в стеклянной пластине 2 смещаются: положительные по направлению поля, отрицательные — противоположно. На поверхностях стеклянной пластины остаются поляризационные заряды. Электрическое поле в пластине ослаблено, но не равно 0. Поэтому поляризационный заряд на поверхности пластины 2 меньше заряда металлической пластины. Перед раздвижением на левой стороне пластины 2 будет отрицательный заряд, меньший по модулю (6 нКл), на правой стороне — положительный заряд, меньший (+6 нКл). Утверждение 2 верно, утверждения 1 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: 25.

**17.** При движении электрона внутри конденсатора электрическое поле конденсатора действует на электрон, притягивая его к положительной пластине. Сила равна  $F = qE = q \frac{U}{d}$ , т. е. с увеличением напряжения между обкладками конденсатора сила увеличивается — 1. Действующая на электрон сила перпендикулярна начальной скорости и не влияет на время пролета электрона через конденсатор. Это время зависит от длины пластины и начальной скорости электрона (по горизонтальному направлению движение равномерное)  $t = \frac{l}{v_0}$ . С увеличением напряжения на конденсаторе время пролета электрона не изменится — 3 (при условии, что электрон вылетает из конденсатора).

Сила, действующая на электрон	Время пролета
Увеличится — 1	Не изменится — 3

Ответ в бланке: 13.

**18.** По закону Ома для замкнутой цепи сила тока  $I = \frac{\mathcal{E}}{R+r}$ . Напряжение на резисторе определяется по закону Ома для участка цепи  $U = IR = \frac{\mathcal{E}R}{R+r}$  — формула 2). Мощность электрического тока, выделяющаяся на резисторе,  $P = IU = \frac{\mathcal{E}}{R+r} \cdot \frac{\mathcal{E}R}{R+r} = \frac{\mathcal{E}^2 R}{(R+r)^2}$  — формула 3).

А	Б
3	2

Ответ в бланке: 32.

19. Символическая запись атомного ядра имеет вид  ${}^A_Z X$ , где  $X$  — символ химического элемента;  $Z$  — зарядовое число, равное числу протонов в ядре;  $A$  — массовое число, равное общему количеству протонов и нейтронов в ядре. Альфа-частица представляет собой ядро гелия, в состав которого входят 2 протона и 2 нейтрона. В ядерных реакциях выполняется закон сохранения заряда. Это означает, что сумма зарядовых чисел до реакции равна сумме зарядовых чисел после реакции. Зарядовое число после реакции  $84 - 2 = 82$ . Аналогично для массового числа  $210 - 4 = 206$ . Реакция имеет вид  ${}^{210}_{84}\text{Po} \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^{206}_{82}\text{X}$ .

Ответ:

Массовое число	Зарядовое число
206	82

Ответ в бланке: 20682.

20. Периодом полураспада называют время, за которое распадается половина начального количества ядер. По графику определяем, что число ядер уменьшилось в 2 раза через 5 суток.

Ответ в бланке: 5.

21. Энергия одного фотона  $E_\phi = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$ . Для получения энергии светового пучка надо энергию одного фотона умножить на их количество:  $E = \frac{hc}{\lambda} N$ . Световая мощность есть энергия в единицу времени:  $P = \frac{hc N}{\lambda t} = \frac{hc}{\lambda} n$  — формула 2).

При поглощении фотон передает свой импульс поверхности. Импульс одного фотона  $p_\phi = \frac{h}{\lambda}$ , за время  $t$  поверхность получит импульс от  $nt$  фотонов, т.е. поверхность получит импульс  $\Delta p = \frac{h}{\lambda} nt$  — формула 3).

А	Б
2	3

Ответ в бланке: 23.

22. Цена деления вольтметра (1 вольт) : (2 деления) = 0,5. Измеренное значение напряжения 2 В. С учетом погрешности измерений (2,00 ± 0,25) В.

Ответ в бланке: 2,000,25.

23. Для обнаружения зависимости силы Архимеда от плотности необходимо выбрать 2 опыта, в которых изменяться будет только плотность жидкости, а все остальные условия (размер предмета, масса предмета) изменяться не будут. Этим условиям удовлетворяют установки 3 и 5.

Ответ в бланке: 35.

24. В задании приведена таблица, содержащая характеристики планет Солнечной системы.

Название	Радиус, км	Масса, кг	Среднее расстояние от Солнца, км	Период вращения вокруг оси, ч
Меркурий	2439	$3,30 \cdot 10^{23}$	$57,9 \cdot 10^6$	1411,2
Венера	6052	$4,87 \cdot 10^{24}$	$108,2 \cdot 10^6$	5832
Земля	6378	$5,98 \cdot 10^{24}$	$149,6 \cdot 10^6$	24
Марс	3398	$6,42 \cdot 10^{23}$	$227,94 \cdot 10^6$	24,6
Юпитер	71 492	$1,90 \cdot 10^{27}$	$778 \cdot 10^6$	9,8
Сатурн	60 268	$5,69 \cdot 10^{26}$	$1429 \cdot 10^6$	10,2
Уран	25 559	$8,69 \cdot 10^{25}$	$2871 \cdot 10^6$	10,8
Нептун	24 764	$1,02 \cdot 10^{26}$	$4504 \cdot 10^6$	15,7

Проанализируем предложенные утверждения.

1) 1 астрономическая единица =  $150 \cdot 10^6$  км, 5 а. е. =  $750 \cdot 10^6$  км, расстояние между орбитами Сатурна и Земли  $1429 \cdot 10^6 - 149,6 \cdot 10^6 = 1279,4 \cdot 10^6$  км — утверждение неверное.

2) Первая космическая скорость определяется по формуле  $v_I = \sqrt{G \frac{M}{R}}$ , где  $M$  — масса планеты,  $R$  — ее радиус. Для Меркурия  $v_I = \sqrt{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot \frac{3,3 \cdot 10^{23}}{2,439 \cdot 10^6}} = 3 \cdot 10^3$  м/с = 3 км/с — утверждение верное.

3) Согласно третьему закону Кеплера квадраты периодов обращения планет относятся как кубы больших полуосей их орбит (радиусов орбит). Для периодов обращения вокруг Солнца Сатурна и Земли  $\frac{T_c^2}{T_3^2} = \frac{r_c^3}{r_3^3} = \left( \frac{1429 \cdot 10^6}{149,6 \cdot 10^6} \right)^3 = 871,57 = 29,5^2$  — утверждение верное.

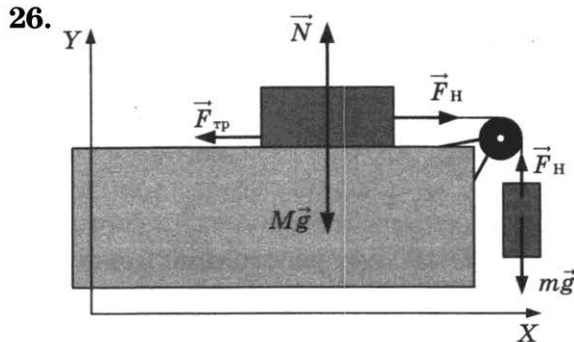
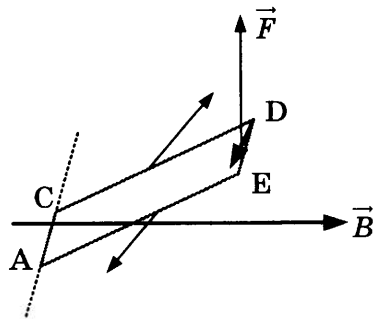
4) Время распространения света от Солнца до Венеры  $t = \frac{r}{c} = \frac{108,2 \cdot 10^9 \text{ м}}{3 \cdot 10^8 \text{ м/с}} = 360,7 \text{ с} = 6 \text{ мин}$  — утверждение верное.

5) Угловая скорость вращения связана с периодом вращения  $\omega = \frac{2\pi}{T}$ . Отношение угловых скоростей Венеры и Меркурия  $\frac{\omega_B}{\omega_M} = \frac{T_M}{T_B} = \frac{1411,2}{5832} = 0,242$  — утверждение неверное.

Ответ в бланке: 234.

## Часть 2

25. После замыкания ключа по контуру ACDE начинает течь электрический ток в направлении от «плюса» к «минусу», т. е. в направлении от D к E (по часовой стрелке). На проводник с током в магнитном поле действует сила Ампера  $F_A = ILB \sin \alpha$ , 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). На сторону DE действует сила Ампера, направленная перпендикулярно плоскости рисунка вверх; стороны CD и EA параллельны магнитным линиям, действующая на них сила в начальном положении контура равна 0. Так как контур может вращаться вокруг стороны AC, то он начнет поворачиваться против часовой стрелки.



Дано:

$$M = 600 \text{ г} = 0,6 \text{ кг}$$

$$\mu = 0,5$$

$$m = 400 \text{ г} = 0,4 \text{ кг}$$

Найти:  $F_H$ .

Решение

На брусок действуют сила тяжести, сила реакции опоры, сила трения, сила натяжения нити. На груз действуют сила тяжести и сила натяжения нити. Покажем силы на рисунке, выберем координатные оси  $OX$  и  $OY$  и запишем второй закон Ньютона в проекциях на эти оси.

$$OX: F_H - F_{\text{тр}} = Ma$$

$$OY: N - Mg = 0$$

$$F_H - mg = -ma$$

Учтем связь силы трения и силы реакции опоры  $F_{\text{тр}} = \mu N = \mu Mg$ . Тогда  $F_H - \mu Mg = Ma$ . Вычитая из полученного уравнения третье уравнение, получим  $mg - \mu Mg = Ma + ma$ .

Находим ускорение:  $a = \frac{mg - \mu Mg}{M + m} = \frac{4 - 3}{1} = 1 \text{ м/с}^2$  и силу натяжения нити

$$F_H = mg - ma = 4 - 0,4 = 3,6 \text{ Н.}$$

Ответ: 3,6 Н.

27. Дано:

$$T_1 = 207 \text{ }^\circ\text{C} = 480 \text{ К}$$

$$T_2 = 288 \text{ К}$$

$$A_n = A_c = 3 \text{ кДж}$$

Найти:  $Q_x$

Решение

КПД идеальной тепловой машины находится по формуле

$\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$ , где  $T_1$  — температура нагревателя,  $T_2$  — температура холодильника. Темпера-

тура нагревателя  $T_1 = 207 + 273 = 480 \text{ К}$ ,  $\eta = \frac{480 - 288}{480} = 0,4$ . Для любой тепловой машины КПД

равно отношению полезной работы к поступившему от нагревателя количеству теплоты:

$$\eta = \frac{A_{\text{п}}}{Q_{\text{н}}} = \frac{Q_{\text{н}} - Q_{\text{х}}}{Q_{\text{н}}}. \text{ Отсюда } Q_{\text{х}} = Q_{\text{н}} - \eta Q_{\text{н}} = \frac{A_{\text{п}}}{\eta} - A_{\text{п}} = \frac{3}{0,4} - 3 = 4,5 \text{ кДж.}$$

*Ответ:* 4,5 кДж.

**28.**

*Дано:*

$$A_{\text{вых}} = 1,8 \text{ эВ} = 1,8 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$$

*Найти:*  $\lambda_{\text{кр}}$ .

*Решение*

Согласно законам фотоэффекта существует такая длина волны излучения, при которой фотоэффект прекращается. Граничную длину волны легко получить из уравнения Эйнштейна для фотоэффекта, положив кинетическую энергию электрона равной 0:  $h\nu = \frac{hc}{\lambda_{\text{кр}}} = A_{\text{вых}}$ . Работа выхода задана в электрон-вольтах, не забываем перевести ее в джоули. Искомая длина волны

$$\lambda_{\text{кр}} = \frac{hc}{A_{\text{вых}}} = \frac{6,6 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{1,8 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}} = 6,875 \cdot 10^{-7} = 687,5 \text{ нм.}$$

*Ответ:* 687,5 нм.

**29.**

*Дано:*  $R = 36 \text{ см}$

*Найти:*  $h$

*Решение*

Так как поверхность трубы гладкая, то полная механическая энергия сохраняется: в начальный момент тела обладают потенциальной энергией, которая в нижней точке трубы переходит в кинетическую. Закон сохранения энергии имеет вид

$$mgR = \frac{mv^2}{2}, \quad 2mgR = \frac{2mv^2}{2}.$$

Таким образом, в нижней точке трубы оба тела обладают одинаковой скоростью

$$v = \sqrt{2gR}.$$

Закон сохранения импульса для неупругого удара

$$2m\sqrt{2gR} - m\sqrt{2gR} = 3mu.$$

Скорость совместного движения сразу после удара

$$u = \frac{\sqrt{2gR}}{3}.$$

Далее тела совместно движутся по гладкой поверхности трубы, их кинетическая энергия переходит в потенциальную:

$$\frac{3mu^2}{2} = 3mgh.$$

Отсюда выражаем искомую высоту:

$$h = \frac{u^2}{2g} = \frac{2gR}{9 \cdot 2g} = \frac{R}{9} = \frac{36}{9} = 4 \text{ см.}$$

*Ответ:*  $h = 4 \text{ см.}$



30.

Дано:  $M = 200$  кг

$V = 350$  м<sup>3</sup>

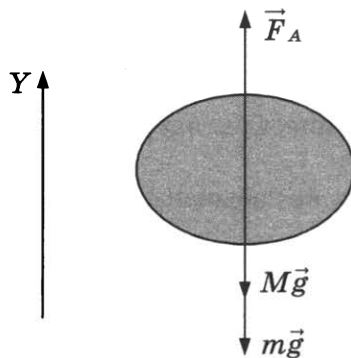
$t_0 = 0$  °С

Найти:  $t_B$

Решение

Аэростат будет подниматься, если выталкивающая сила Архимеда превысит силу тяжести, действующую на оболочку шара и находящийся внутри воздух. Сделаем рисунок, на котором покажем действующие на аэростат силы: силу тяжести оболочки  $Mg$ , силу тяжести воздуха  $mg$ , силу Архимеда  $F_A$ . Выберем координатную ось  $Y$  и спроецируем на неё силы:

$$OY: F_A - Mg - mg = 0$$



Сила Архимеда равна  $F_A = \rho_0 g V$ , где  $\rho_0$  — плотность окружающего аэростат воздуха. Массу воздуха внутри аэростата можно найти из уравнения Клапейрона–Менделеева

$$pV = \frac{m}{\mu} R t_B.$$

Для нахождения плотности воздуха снаружи аэростата воспользуемся этим же уравнением в форме  $p = \frac{\rho_0}{\mu} R t_0$ . Из записанных уравнений следует  $m = \rho_0 V - M$  или

$$\frac{pV\mu}{R t_B} = \frac{p\mu}{R t_0} V - M.$$

Выразим искомую температуру

$$t_B = \frac{pV\mu}{R \left( \frac{p\mu}{R t_0} V - M \right)} = \frac{pV\mu t_0}{(p\mu V - M R t_0)} = \frac{10^5 \cdot 350 \cdot 0,029 \cdot 273}{10^5 \cdot 350 \cdot 0,029 - 200 \cdot 8,31 \cdot 273} = 493 \text{ К.}$$

Ответ:  $t_B = 493$  К = 220 °С.

31.

Дано:  $\mathcal{E} = 5$  В

$r = 1$  Ом

$R = 4$  Ом

$C = 10^{-6}$  Ф

Найти:  $W$ .

*Решение*

Постоянный ток только заряжает конденсатор и не проходит через него. Энергия электрического поля конденсатора  $W = \frac{CU^2}{2}$ .

Конденсатор и резистор соединены параллельно, напряжения на них равны  $U = U_R = IR$ .

По закону Ома для замкнутой цепи  $I = \frac{\mathcal{E}}{R+r} = \frac{5}{4+1} = 1 \text{ А}$ .

Энергия конденсатора  $W = \frac{CU^2}{2} = \frac{C(IR)^2}{2} = \frac{10^{-6} \cdot (1 \cdot 4)^2}{2} = 8 \cdot 10^{-6} \text{ Дж} = 8 \text{ мкДж}$ .

*Ответ:*  $W = 8 \text{ мкДж}$ .

**32.**

*Дано:*  $m = 10^{-7} \text{ кг}$

$q = 10^{-5} \text{ Кл}$

$R = 2 \text{ см}$

$B = 2 \text{ Тл}$

$d = 15 \text{ см}$

$F = 10 \text{ см}$

*Найти:*  $v_{\text{из}}$

*Решение*

В магнитном поле на движущуюся заряженную частицу действует сила Лоренца  $F_{\text{л}} = qvB \sin \alpha$ . Траекторией движения частицы является окружность. В этом случае векторы скорости и магнитной индукции перпендикулярны, угол  $\alpha = 90^\circ$  и  $\sin \alpha = 1$ . 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 скорость частицы:

$$v = \frac{qBR}{m} = \frac{10^{-5} \cdot 2 \cdot 2 \cdot 10^{-2}}{10^{-7}} = 4 \text{ м/с}.$$

Центр окружности, по которой движется частица, находится на главной оптической оси собирающей линзы, плоскость окружности перпендикулярна главной оптической оси. Поэтому изображение частицы также будет двигаться в плоскости, перпендикулярной главной оптической оси.

По формуле линзы  $\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}$  найдем расстояние от линзы до этой плоскости:

$f = \frac{Fd}{F-d} = \frac{10 \cdot 15}{5} = 30 \text{ см}$ . Расстояние от изображения до линзы в 2 раза больше расстояния от частицы до линзы, таким же будет отношение радиусов окружностей, по которым движутся изображение и частица. Увеличение  $\frac{f}{d} = \frac{R_{\text{из}}}{R} = \frac{30}{15} = 2$ .

Время, за которое частица делает полный оборот, равно времени, за которое изображение частицы делает полный оборот:  $T = \frac{2\pi R}{v} = \frac{2\pi R_{\text{из}}}{v_{\text{из}}}$ . Отсюда находим скорость изображения

$$v_{\text{из}} = v \frac{R_{\text{из}}}{R} = 4 \cdot 2 = 8 \text{ м/с}.$$

*Ответ:*  $v = 8 \text{ м/с}$ .

# 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	15	6	3,5	4	1	225	0	0,5	125	1	37,5	2,5
2	1,8	900	25	10	50	50	128	1,5	50	100	7	10
3	-1,5	25	5	65	0,5	3	0	4	17	4	144	3
4	0,8	6	7	5	0,8	4	1	1250	0,2	3	2	0,3
5	25	14	45	13	25	24	35	24	34	24	24	45
6	11	13	11	31	23	31	32	32	33	13	32	22
7	42	13	32	41	43	13	24	21	13	31	24	13
8	100	3	12,5	230	500	150	300	200	83,1	4	6	1,5
9	8	0	700	450	3	415	-500	9	45	2	249	500
10	540	2	86	1009	50	750	66	250	60	50	4	80
11	25	24	15	23	12	14	34	15	15	34	14	23
12	31	13	12	14	11	34	22	12	43	23	23	22
13	вниз	вниз	вверх	к на- блюда- телю	вниз	вниз	вверх	влево	вниз	вверх	вправо	влево
14	16	24	600	2	0,05	0,5	5	1,2	0,8	3	5	2
15	0,05	45	40	16	0,2	15	300000	35	30	10	400	18
16	25	13	23	24	14	25	25	34	14	24	25	24
17	13	32	12	23	11	23	13	12	12	23	13	32
18	32	42	41	43	41	34	21	32	34	32	21	34
19	20682	2022	91228	23290	97232	86224	86	84210	4747	90229	43	78
20	5	44	13,6	3,8	5700	12,1	4	2,24	3,3	1,5	100	3
21	23	11	31	23	13	31	23	11	21	12	23	21
22	2,000,25	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	45	13	24
24	234	125	345	235	345	234	145	125	245	134	134	235

	<b>Вар.13</b>	<b>Вар.14</b>	<b>Вар.15</b>	<b>Вар.16</b>	<b>Вар.17</b>	<b>Вар.18</b>	<b>Вар.19</b>	<b>Вар.20</b>
<b>1</b>	1,5	75	62,5	-25	-2,5	14	2	0
<b>2</b>	150	1,5	2,5	2	3	2	6	1
<b>3</b>	1,5	4	20	10	3	3	0,08	2
<b>4</b>	4	4	1	1	0,5	4,5	0,2	2
<b>5</b>	23	35	35	14	14	34	35	25
<b>6</b>	11	12	21	22	32	31	23	23
<b>7</b>	14	23	23	13	43	14	24	41
<b>8</b>	600	6	270	2,4	135	60	330	5
<b>9</b>	1,3	300	200	4	0	4000	9000	0
<b>10</b>	15,2	2190	100	415	1,4	8242	900	50
<b>11</b>	24	24	25	25	35	14	14	23
<b>12</b>	13	22	21	22	13	32	31	23
<b>13</b>	<b>вниз</b>	<b>влево</b>	<b>влево</b>	<b>вниз</b>	<b>влево</b>	<b>вверх</b>	<b>вправо</b>	<b>влево</b>
<b>14</b>	14	3	6	2	300	800	30	15
<b>15</b>	25	40	10	45	0	0,09	64	120
<b>16</b>	35	14	13	24	13	25	13	15
<b>17</b>	11	21	21	11	12	22	23	21
<b>18</b>	24	21	14	13	23	43	14	21
<b>19</b>	14492	15094	6047	54	114	22286	157	40
<b>20</b>	10,2	8	2000	0,5	3	1,32	1,65	0
<b>21</b>	32	31	31	12	23	32	22	32
<b>22</b>	271	322	802	1,00,5	1,60,1	14,00,5	241	222
<b>23</b>	12	13	12	34	14	13	14	35
<b>24</b>	125	134	245	235	124	135	134	245

## 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
26	3,6 Н	12 м	1	0,6 м/с	0,2 Н	10 мДж	0,75	0,3 Н	0,125 Н	7500 Н	2	10 м/с
27	4,5 кДж	332 Дж	420 г	90 Вт	0,5	20 А	420 г	315 г	307 °С	16 мДж	4	6,3 пФ
28	687,5 нм	2,8	1,5 м/с	231 м/с	500 нм	15 см	64 м	1,4	10 Ом	3 см	20 см	30 см

	Вар.13	Вар.14	Вар.15	Вар.16	Вар.17	Вар.18	Вар.19	Вар.20
26	0,9 м	50 Н/м	1 м/с <sup>2</sup>	0,2 м	0,125 Н	0,6 Н	150 м/с	26 м/с
27	6000 Дж	2 мА	0,3 Тл	2	10 см	55 °С	420 г	2,8
28	30 км/с	2,4 мкм	44 Вт	2,75 эВ	0,72 мВт	360 нм	968 Вт	9 см

	29	30	31	32
Вар. 1	4 см	220 °С	8 мкДж	8 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	0,978 МэВ
Вар. 4	1,96 м	7,5 кДж	0,06 А 20,3 В	1,7 мПа
Вар. 5	18,75 Н	60 кПа	4 мкКл	6 нКл
Вар. 6	1 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	0,44	16,6 кДж	0,64 Н	$2,7 \cdot 10^{-22}$ кг · м/с

	<b>29</b>	<b>30</b>	<b>31</b>	<b>32</b>
<b>Вар. 13</b>	60°	9,5 %	144 нДж	$4,1 \cdot 10^{-25}$ кг · м/с
<b>Вар. 14</b>	7650 м/с 5746 с	8,7 %	27 мкА	$3,8 \cdot 10^{-25}$ кг · м/с
<b>Вар. 15</b>	100 м/с	31 %	1,2 мкКл	$4,8 \cdot 10^{-25}$ кг · м/с
<b>Вар. 16</b>	3 м/с	25 %	0,94 мА	500 нм
<b>Вар. 17</b>	3	1,65 г	90 мВ	$1,7 \cdot 10^{-3}$ Па
<b>Вар. 18</b>	60°	36 кПа	2,9 А	4,5
<b>Вар. 19</b>	0,05	24 кПа	0,42	6,56 мм
<b>Вар. 20</b>	0,6	≈ 47 мин	1,1 Вт; 3,76 Вт	$4,9 \cdot 10^5$ м/с





Единый государственный экзамен - 2020

**Бланк ответов № 2 лист 1**

Код региона □□	Код предмета □□	Название предмета □□□	Резерв - 5 □□□□□□
-------------------	--------------------	--------------------------	----------------------

Бланк ответов № 2 (лист 2)	□□□□□□□□□□□□□□□□	Лист □□□
-------------------------------	------------------	-------------

Перепишите значения полей "Код региона", "Код предмета", "Название предмета" из БЛАНКА РЕГИСТРАЦИИ.  
Отвечая на задания с РАЗВЕРНУТЫМ ОТВЕТОМ, пишите аккуратно и разборчиво, соблюдая разметку страницы.  
Не забудьте указать номер задания, на которое Вы отвечаете, например, 31.  
Условия задания переписывать не нужно.

**ВНИМАНИЕ!** Все бланки и контрольные измерительные материалы рассматриваются в комплекте

Оборотная сторона бланка НЕ ЗАПОЛНЯЕТСЯ. Используйте бланк ответов № 2 (лист 2).



*Справочное издание*

**Бобошина Светлана Борисовна**

**ЕДИНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭКЗАМЕН**

**ФИЗИКА**

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ ТРЕНАЖЁР**

**20 ЭКЗАМЕНАЦИОННЫХ ВАРИАНТОВ**



Издательство **«ЭКЗАМЕН»**

Гигиенический сертификат  
№ РОСС RU.НА34.Н08638 с 07.08.2018 г.

Главный редактор *Л. Д. Лаппо*  
Редактор *Г. А. Лонцова*  
Технический редактор *Л. В. Павлова*  
Корректоры *Е. В. Григорьева, О. Ю. Казанева*  
Дизайн обложки *Л. В. Демьянова*  
Компьютерная верстка *Д. С. Ахтырская*

Россия, 107045, Москва, Луков пер., д. 8.  
[www.examen.biz](http://www.examen.biz)

E-mail: по общим вопросам: [info@examen.biz](mailto:info@examen.biz);  
по вопросам реализации: [sale@examen.biz](mailto:sale@examen.biz)  
тел./факс 8 (495) 641-00-30 (многоканальный)

Общероссийский классификатор продукции  
ОК 034-2014; 58.11.1 — книги печатные

Отпечатано в соответствии с предоставленными материалами  
в ООО «ИПК Парето-Принт», Россия, г. Тверь, [www.pareto-print.ru](http://www.pareto-print.ru)

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