

ПРОГРАММА РАЗРАБОТЧИКОВ ЕГЭ

ПОСОБИЕ ПРОШЛО
НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКУЮ
ОЦЕНКУ ФГБНУ

«ФИПИ»

14
ВАРИАНТОВ

М. Ю. Демидова, В. А. Грибов, А. И. Гиголо

ФИЗИКА

ЕГЭ

ТИПОВЫЕ ВАРИАНТЫ ЭКЗАМЕНАЦИОННЫХ ЗАДАНИЙ

- ПОДРОБНЫЙ РАЗБОР ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЙ ОДНОГО ВАРИАНТА
- Инструкция по выполнению экзаменационной работы
- Бланки ответов
- Критерии оценивания
- Ответы и решения



Издательство
ЭКЗАМЕН®

М. Ю. Демидова, В. А. Грибов, А. И. Гиголо

ФИЗИКА

ЕДИНЫЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭКЗАМЕН

ТИПОВЫЕ ВАРИАНТЫ
ЭКЗАМЕНАЦИОННЫХ ЗАДАНИЙ

ПОСОБИЕ ПРОШЛО
НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКУЮ ОЦЕНКУ
ФГБНУ «ФИПИ»

*14 вариантов заданий
Подробный разбор выполнения
заданий одного варианта
Инструкция по выполнению
экзаменационной работы
Бланки ответов
Критерии оценивания
Ответы и решения*

*Издательство
«ЭКЗАМЕН»*

МОСКВА
2020

УДК 372.8:53
ББК 74.262.22
Д30

Имена авторов, название и содержание произведений используются в данной книге в учебных целях в объёме, оправданном целью цитирования (ст. 1274 п. 1 части четвёртой Гражданского кодекса Российской Федерации).

Демидова М. Ю.

Д30 ЕГЭ 2020. Физика. 14 вариантов. Типовые варианты экзаменационных заданий / М. Ю. Демидова, В. А. Грибов, А. И. Гиголо. — М. : Издательство «Экзамен», 2020. — 183, [1] с.

ISBN 978-5-377-14980-4

Пособие содержит 14 типовых вариантов экзаменационных заданий Единого государственного экзамена по физике.

Назначение пособия — предоставить возможность обучающимся отработать навыки выполнения заданий, аналогичных заданиям, предоставленным в демонстрационной версии ЕГЭ по физике.

Пособие адресовано учителям для подготовки учащихся к Единому государственному экзамену, а учащимся-старшеклассникам — для самоподготовки и самоконтроля.

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

УДК 372.8:53
ББК 74.262.22

Формат 60×90/8. Гарнитура «Школьная».
Печать офсетная. Бумага типографская. Уч.-изд. л. 18,64. Усл. печ. л. 23.
Тираж 10 000 экз. Заказ № 2224.

ISBN 978-5-377-14980-4

© Демидова М. Ю., Грибов В. А., Гиголо А. И., 2020
© Издательство «ЭКЗАМЕН», 2020

СОДЕРЖАНИЕ

ИНСТРУКЦИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ РАБОТЫ.....	4
ВАРИАНТ 1	
Часть 1.....	9
Часть 2.....	15
ВАРИАНТ 2	
Часть 1.....	17
Часть 2.....	23
ВАРИАНТ 3	
Часть 1.....	25
Часть 2.....	31
ВАРИАНТ 4	
Часть 1.....	34
Часть 2.....	41
ВАРИАНТ 5	
Часть 1.....	43
Часть 2.....	50
ВАРИАНТ 6	
Часть 1.....	52
Часть 2.....	59
ВАРИАНТ 7	
Часть 1.....	61
Часть 2.....	67
ВАРИАНТ 8	
Часть 1.....	69
Часть 2.....	75
ВАРИАНТ 9	
Часть 1.....	77
Часть 2.....	83
ВАРИАНТ 10	
Часть 1.....	85
Часть 2.....	91
ВАРИАНТ 11	
Часть 1.....	93
Часть 2.....	99
ВАРИАНТ 12	
Часть 1.....	101
Часть 2.....	107
ВАРИАНТ 13	
Часть 1.....	110
Часть 2.....	117
ВАРИАНТ 14	
Часть 1.....	119
Часть 2.....	126
СИСТЕМА ОЦЕНИВАНИЯ ЭКЗАМЕНАЦИОННОЙ РАБОТЫ ПО ФИЗИКЕ НА ПРИМЕРЕ ВАРИАНТА 1 (РАЗБОР РЕШЕНИЙ).....	128
ОТВЕТЫ.....	146

ИНСТРУКЦИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ РАБОТЫ

Для выполнения экзаменационной работы по физике отводится 3 часа 55 минут (235 минут). Работа состоит из 2 частей, включающих в себя 32 задания.

В заданиях 1–4, 8–10, 14, 15, 20, 25 и 26 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.

КИМ

Бланк

Ответ: -2,5 м/с².

-	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.

КИМ

Бланк

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.

КИМ

Бланк

Ответ: ВПРАВО .

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

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

КИМ

Бланк

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 27–32 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.

Желаем успеха!

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

Десятичные приставки

Наименование	Обозначение	Множитель	Наименование	Обозначение	Множитель
гига	Г	10^9	сантиметры	см	10^{-2}
мега	М	10^6	милли	мм	10^{-3}
кило	к	10^3	микро	мкм	10^{-6}
гекто	г	10^2	нано	нм	10^{-9}
деци	д	10^{-1}	пико	пм	10^{-12}

Константы

число π	$\pi = 3,14$
ускорение свободного падения на Земле	$g = 10 \text{ м/с}^2$
гравитационная постоянная	$G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{кг}^2$
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	$0 \text{ К} = -273 \text{ }^\circ\text{C}$
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	$1 \text{ а.е.} \approx 150 \text{ 000 000 км}$
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

$T = 6000 \text{ К}$

Плотность

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

Удельная теплоемкость

воды	$4,2 \cdot 10^3 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$	алюминия	900 Дж/(кг · К)
льда	$2,1 \cdot 10^3 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$	меди	380 Дж/(кг · К)
железа	460 Дж/(кг · К)	чугуна	500 Дж/(кг · К)
свинца	130 Дж/(кг · К)		

Удельная теплота

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

Нормальные условиядавление 10^5 Па , температура $0 \text{ }^\circ\text{C}$ **Молярная масса**

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

Бланк ответов № 1



Код региона Код предмета Название предмета

С порядком проведения единого государственного экзамена ознакомлен(-а). Подпись участника ЕГЭ строго внутри окошка

Резерв - 4



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

А Б В Г А Е Е Ж З И Й К Л М Н О П Р С Т У Ф Х Ц Ч Ш Щ Ъ Ы Ь Э 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 I I U U P P C

ВНИМАНИЕ! Все бланки и контрольные измерительные материалы рассматриваются в комплекте

Результаты выполнения заданий с КРАТКИМ ОТВЕТОМ

Grid for answers with numbered rows from 1 to 40 and columns for digits and letters.

Замена ошибочных ответов на задания с КРАТКИМ ОТВЕТОМ

Grid for replacing incorrect answers with three rows of boxes.

Заполняется ответственным организатором в аудитории:

Количество заполненных полей «Замена ошибочных ответов»

Подпись ответственного организатора строго внутри окошка

Бланк ответов № 2 лист 1

Код региона

Код предмета

Название предмета

Резерв - 5

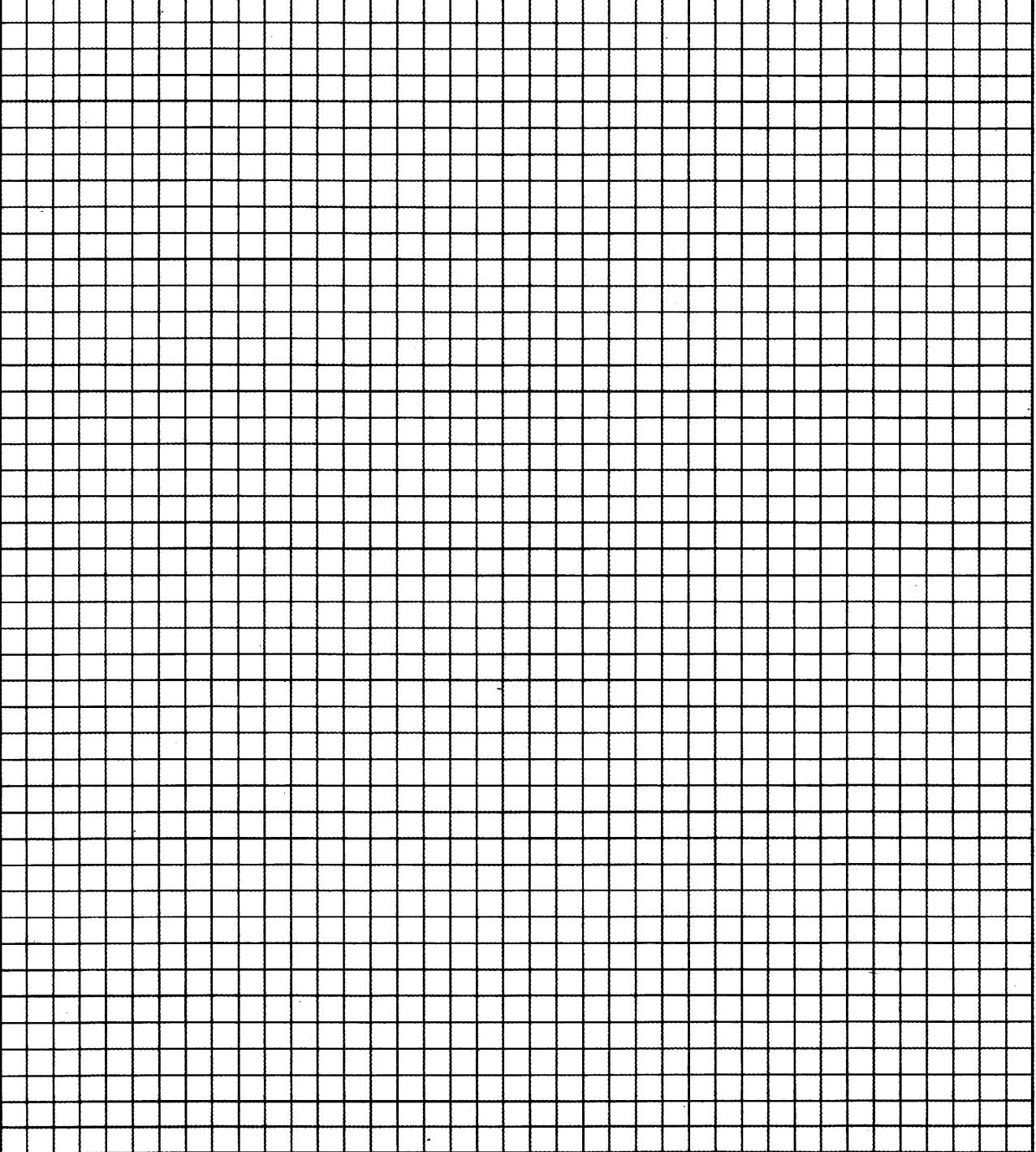
Бланк ответов № 2
(лист 2)

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, З1.
Условия задания переписывать не нужно.



ВНИМАНИЕ! Все бланки и контрольные измерительные материалы рассматриваются в комплекте

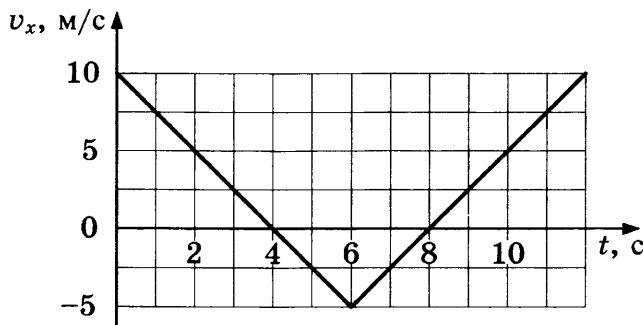


ВАРИАНТ 1

Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются слово, число или последовательность цифр или чисел. Ответ 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. Тело движется вдоль оси Ox . По графику зависимости проекции скорости тела v_x от времени t установите путь тела за время от $t_1 = 0$ с до $t_2 = 6$ с.



Ответ: _____ м.

2. Пружина жесткостью 2 кН/м одним концом закреплена в штативе. На какую величину она растянется под действием силы 50 Н?

Ответ: _____ см.

3. Отношение массы трактора к массе легкового автомобиля $\frac{m_1}{m_2} = 8$. Каково отношение $\frac{v_1}{v_2}$ их скоростей, если отношение импульса трактора к импульсу легкового автомобиля равно 2?

Ответ: _____ .

4. Шарик массой 0,4 кг, подвешенный на пружине, совершает свободные гармонические колебания вдоль вертикальной прямой. Какой должна быть масса шарика, чтобы период его свободных вертикальных гармонических колебаний на этой же пружине был в 2 раза больше?

Ответ: _____ кг.

5. Искусственный спутник обращается вокруг Земли по вытянутой эллиптической орбите. В некоторый момент времени спутник проходит положение **максимального** удаления от Земли. Из приведенного ниже списка выберите **два** правильных утверждения.

- 1) Сила притяжения спутника к Земле в этом положении минимальна.
- 2) Потенциальная энергия спутника в этом положении минимальна.
- 3) Ускорение спутника при прохождении этого положения равно 0.
- 4) Скорость спутника при прохождении этого положения максимальна.
- 5) При движении спутника его полная механическая энергия остается неизменной.

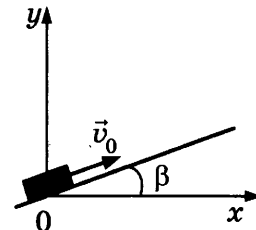
Ответ:

6. Пластмассовый шарик плавает в керосине. Как изменятся сила тяжести, действующая на шарик, и глубина погружения шарика в жидкость, если он будет плавать в воде? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:
- 1) увеличится
 - 2) уменьшится
 - 3) не изменится

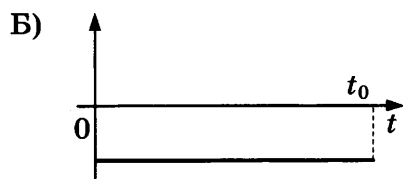
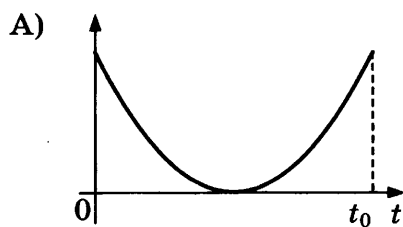
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Сила тяжести	Глубина погружения шарика в жидкость

7. После удара в момент времени $t = 0$ шайба начала скользить вверх по гладкой наклонной плоскости с начальной скоростью \vec{v}_0 , как показано на рисунке. Графики А и Б отображают изменение с течением времени физических величин, характеризующих движение шайбы. Установите соответствие между графиками и физическими величинами, изменение которых со временем эти графики могут отображать (t_0 — время движения шайбы по наклонной плоскости).



ГРАФИКИ



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) координата y
- 2) проекция импульса p_x
- 3) проекция ускорения a_y
- 4) кинетическая энергия E_k

Ответ:

А	Б

8. Температура воздуха в замкнутом сосуде равна -23°C . До какой температуры нужно нагреть воздух в сосуде при постоянном объеме, чтобы его давление удвоилось?

Ответ: _____ К.

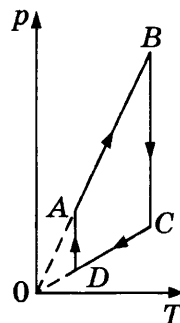
9. Рабочее тело тепловой машины с КПД 25% за цикл работы получает от нагревателя количество теплоты, равное 80 Дж. Какое количество теплоты рабочее тело отдает за цикл холодильнику?

Ответ: _____ Дж.

10. Относительная влажность воздуха в сосуде, закрытом поршнем, равна 60%. Какой станет относительная влажность воздуха в сосуде, если его объем при неизменной температуре увеличить в 2 раза?

Ответ: _____ %.

11. На рисунке показан график циклического процесса, проведенного с одноатомным идеальным газом, в координатах p - T , где p — давление газа, T — абсолютная температура газа. Количество вещества газа постоянно. Из приведенного ниже списка выберите **два** правильных утверждения, характеризующих процессы на графике.



- 1) Газ за цикл совершает отрицательную работу.
- 2) В процессе AB газ получает количество теплоты.
- 3) В процессе BC внутренняя энергия газа уменьшается.
- 4) В процессе DA газ изотермически сжимают.
- 5) В процессе CD над газом совершают положительную работу внешние силы.

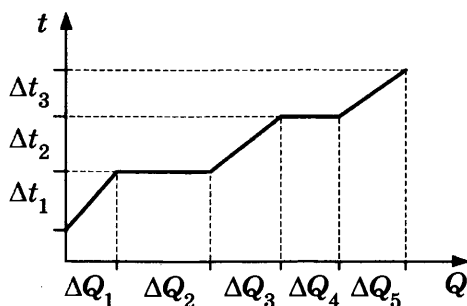
Ответ:

--	--

12. В цилиндре под поршнем находилось твердое вещество массой m . Цилиндр поместили в печь. На рисунке схематично показан график изменения температуры t вещества по мере поглощения им количества теплоты Q . Формулы А и Б позволяют рассчитать значения физических величин, характеризующих происходящие с веществом тепловые процессы.

Установите соответствие между формулами и физическими величинами, значение которых можно рассчитать по этим формулам.

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



ФОРМУЛЫ

- А) $\frac{\Delta Q_4}{m}$
 Б) $\frac{\Delta Q_5}{m\Delta t_3}$

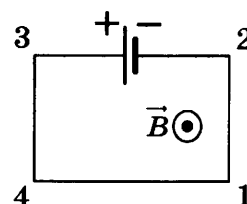
ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) удельная теплоемкость газа
- 2) удельная теплота плавления
- 3) удельная теплота парообразования
- 4) удельная теплоемкость жидкости

Ответ:

А	Б

13. Электрическая цепь, состоящая из трех прямолинейных проводников (1-2, 3-4, 4-1) и источника постоянного тока, находится в однородном магнитном поле, вектор магнитной индукции которого \vec{B} направлен к наблюдателю (см. рисунок). Как направлена относительно рисунка (*вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя*) вызванная этим полем сила Ампера, действующая на проводник 4-1? Ответ запишите словом (словами).

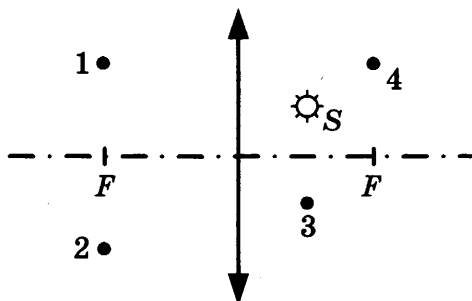


Ответ: _____ .

14. На этикетке электрочайника указано: «1650 Вт, 220 В». Найдите силу тока в нагревательной спирали при включении чайника в сеть с таким напряжением.

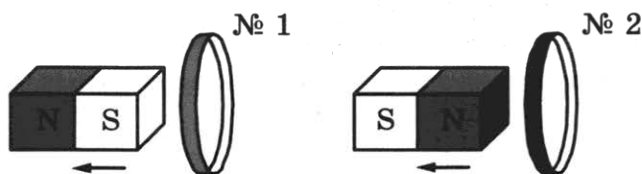
Ответ: _____ А.

15. Какая из точек (1, 2, 3 или 4), показанных на рисунке, является изображением точки S , полученным в тонкой собирающей линзе с фокусным расстоянием F ?



Ответ: _____ .

16. От пластмассового кольца № 1 отодвигают южный полюс полосового магнита, а от медного кольца № 2 — северный полюс (см. рисунок).

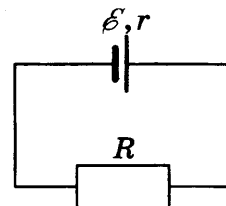


Из приведенного ниже списка выберите **два** правильных утверждения.

- 1) Кольцо № 1 притягивается к магниту.
- 2) В кольце № 1 индукционный ток не возникает.
- 3) Кольцо № 2 отталкивается от магнита.
- 4) В кольце № 2 возникает индукционный ток.
- 5) В опыте с кольцом № 1 наблюдается явление электромагнитной индукции.

Ответ:

17. Замкнутая электрическая цепь состоит из источника тока с ЭДС \mathcal{E} и внутренним сопротивлением r и резистора R (см. рисунок). Как изменятся сила тока, протекающего в цепи, и количество теплоты, выделяющееся в источнике за то же самое время, если последовательно к резистору подключить еще один такой же резистор?



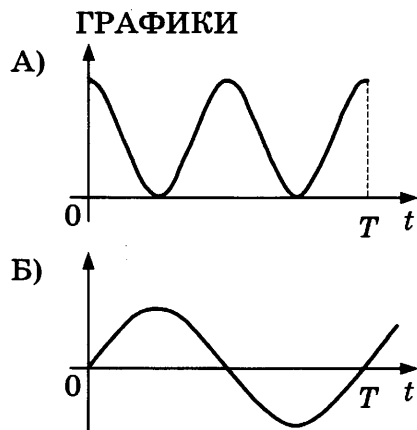
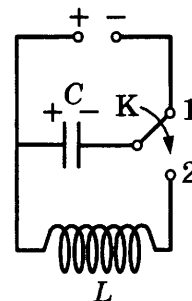
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Сила тока, протекающего в цепи	Количество теплоты, выделяющееся в источнике за то же самое время

18. Конденсатор колебательного контура длительное время подключен к источнику постоянного напряжения (см. рисунок). В момент времени $t = 0$ переключатель K переводят из положения 1 в положение 2. Приведенные ниже графики А и Б представляют изменения физических величин, характеризующих колебания в контуре после этого (T — период электромагнитных колебаний в контуре). Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут отображать.



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

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

Ответ:

А	Б

19. При взаимодействии ядра изотопа бора ${}^{10}_5\text{B}$ с нейтроном образуются α -частица и ядро ${}^A_Z\text{X}$. Определите массовое число и зарядовое число ядра ${}^A_Z\text{X}$.

Ответ:

Массовое число A	Зарядовое число Z

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.

20. Период полураспада изотопа цезия ${}^{137}_{55}\text{Cs}$ равен 30 дням. Во сколько раз уменьшится за 90 дней количество атомов этого изотопа цезия в образце, содержащем первоначально 1 мкмоль изотопа?

Ответ: в _____ раз(а).

21. При исследовании зависимости кинетической энергии фотоэлектронов от длины волны падающего света фотоэлемент поочередно освещался через различные светофильтры. В первой серии опытов использовался светофильтр, пропускающий только желтый свет, а во второй — пропускающий только синий. В каждом опыте наблюдали явление фотоэффекта и измеряли запирающее напряжение. Как изменились частота световой волны, падающей на фотоэлемент, и работа выхода фотоэлектронов при переходе от первой серии опытов ко второй?

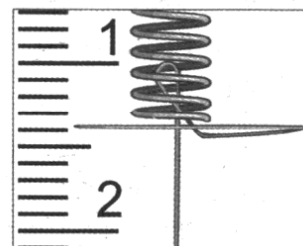
Для каждой величины определите соответствующий характер ее изменения:

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

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

Частота световой волны, падающей на фотоэлемент	Работа выхода фотоэлектронов

22. Определите показания динамометра (см. рисунок), если погрешность прямого измерения силы равна цене деления динамометра. Шкала динамометра проградуирована в ньютонах (Н).



Ответ: (_____ ± _____) Н.

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.

23. Для проведения лабораторной работы по обнаружению зависимости сопротивления проводника от его диаметра ученику выдали пять проводников, характеристики которых приведены в таблице. Какие два из предложенных ниже проводников необходимо взять ученику, чтобы провести данное исследование?

№ проводника	Длина проводника	Диаметр проводника	Материал
1	100 см	1,0 мм	Медь
2	200 см	0,5 мм	Медь
3	200 см	1,0 мм	Медь
4	100 см	0,5 мм	Алюминий
5	300 см	1,0 мм	Медь

Запишите в ответ номера выбранных проводников.

Ответ:

24. Рассмотрите таблицу, в которой указаны характеристики планет Солнечной системы.

Название планеты	Среднее расстояние от Солнца, а.е.	Диаметр в районе экватора, км	Период обращения вокруг Солнца	Вторая космическая скорость, км/с
Меркурий	0,39	4879	87,97 суток	4,25
Венера	0,72	12 104	224,7 суток	10,36
Земля	1,00	12 756	365,3 суток	11,18
Марс	1,52	6794	687 суток	5,02
Юпитер	5,20	142 984	11 лет 315 суток	59,54
Сатурн	9,58	120 536	29 лет 168 суток	35,49
Уран	19,19	51 118	84 года 5 суток	21,29
Нептун	30,02	49 528	164 года 290 суток	23,71

Выберите *все верные* утверждения, которые соответствуют характеристикам планет.

- 1) Ускорение свободного падения на Меркурии составляет $5,2 \text{ м/с}^2$.
- 2) Объем Марса примерно в 2 раза меньше объема Венеры.
- 3) Орбита Венеры находится на расстоянии примерно 108 млн км от Солнца.
- 4) Первая космическая скорость для спутника Нептуна составляет примерно $16,78 \text{ км/с}$.
- 5) Угловая скорость движения Сатурна по орбите вокруг Солнца примерно в 2,5 раза меньше, чем угловая скорость Юпитера.

Ответ: _____ .



Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы. Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.

Часть 2

Ответами к заданиям 25 и 26 является число. Это число запишите 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.

25. В калориметр с водой, температура которой $0 \text{ }^\circ\text{C}$, опущена трубка. По трубке в воду впускают насыщенный водяной пар при температуре $100 \text{ }^\circ\text{C}$. В некоторый момент масса воды перестает увеличиваться, хотя пар по-прежнему пропускают. Первоначальная масса воды 460 г . Определите конечную массу воды в калориметре. Тепловыми потерями пренебречь.

Ответ: _____ г.

26. Оптическая сила тонкой собирающей линзы равна 2 дптр. Точечный источник света расположен на главной оптической оси линзы, при этом его действительное изображение находится на трех фокусных расстояниях от линзы. На каком расстоянии от линзы находится источник?

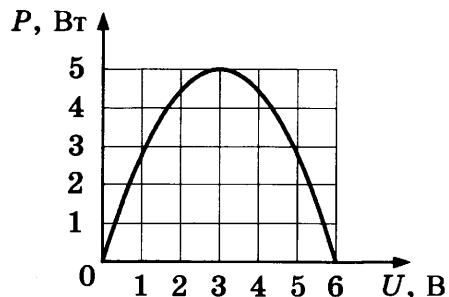
Ответ: _____ м.



Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы. Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.

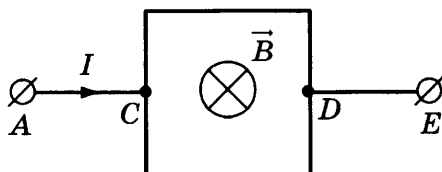
Для записи ответов на задания 27–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (27, 28 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.

27. Электрическая цепь состоит из батареи с ЭДС \mathcal{E} и внутренним сопротивлением r и подключенного к ней резистора нагрузки с сопротивлением R . При изменении сопротивления нагрузки изменяется напряжение на ней и мощность в нагрузке. На рисунке представлен график зависимости мощности, выделяющейся на нагрузке, от напряжения на ней. Используя известные Вам физические законы, объясните, почему данный график зависимости мощности от напряжения представляет собой параболу. Определите ЭДС батареи.



Полное правильное решение каждой из задач 28–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

28. Расстояние между пунктами А и В равно 30 км. Из пункта А в направлении пункта В выезжает мотоциклист со скоростью 50 км/ч. Одновременно из пункта В в том же направлении, что и мотоциклист, выезжает трактор со скоростью 20 км/ч. На каком расстоянии от пункта А мотоциклист догонит трактор?
29. Пушка, закрепленная на высоте 5 м, стреляет в горизонтальном направлении снарядами массой 10 кг. Вследствие отдачи ее ствол сжимает на 1 м пружину жесткостью $6 \cdot 10^3$ Н/м, производящую перезарядку пушки. При этом на сжатие пружины идет относительная доля $\eta = \frac{1}{6}$ энергии отдачи. Какова масса ствола, если дальность полета снаряда равна 600 м? Сопротивлением воздуха при полете снаряда пренебречь.
30. Два баллона объемами 20 и 40 л содержат соответственно 2 моль гелия и 3 моль неона при одинаковой температуре. Определите эту температуру газов в баллонах, если после их соединения между собой в баллонах установилось давление 250 кПа.
31. Квадратная рамка со стороной $l = 10$ см подключена к источнику постоянного тока середины своих сторон так, как показано на рисунке. На участке AC течет ток $I = 2$ А. Сопротивление всех сторон рамки одинаково. В однородном магнитном поле, вектор индукции которого направлен перпендикулярно плоскости рамки, результирующая сила Ампера, действующая на рамку, $F = 80$ мН. Определите модуль вектора индукции магнитного поля B . Сделайте рисунок с указанием сил Ампера, действующих на все стороны рамки.



32. Значения энергии электрона в атоме водорода задаются формулой $E_n = -\frac{13,6 \text{ эВ}}{n^2}$, где $n = 1, 2, 3, \dots$. При переходах с верхних уровней энергии на нижние атом излучает фотон. Переходы с верхних уровней на уровень с $n = 1$ образуют серию Лаймана; на уровень с $n = 2$ — серию Бальмера; на уровень с $n = 3$ — серию Пашена и т. д. Найдите отношение β максимальной частоты фотона в серии Лаймана к минимальной частоте фотона в серии Бальмера.



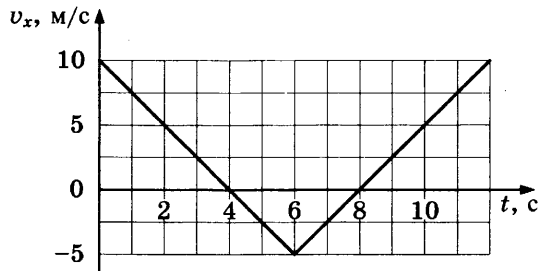
Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с номером соответствующего задания.

ВАРИАНТ 2

Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются слово, число или последовательность цифр или чисел. Ответ 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. Тело движется вдоль оси Ox . По графику зависимости проекции скорости тела v_x от времени t установите проекцию перемещения тела за время от $t_1 = 4$ с до $t_2 = 10$ с.



Ответ: _____ м.

2. Пружина одним концом закреплена в штативе. Какова жесткость пружины, если она растягивается под действием силы 80 Н на 16 см?

Ответ: _____ Н/м.

3. Отношение массы автобуса к массе легкового автомобиля $\frac{m_1}{m_2} = 8$, при этом скорость автобуса в 2,5 раза меньше скорости легкового автомобиля. Каково отношение импульса автобуса к импульсу легкового автомобиля $\frac{p_1}{p_2}$?

Ответ: _____ .

4. Шарик массой 0,8 кг, подвешенный на пружине, совершает свободные гармонические колебания вдоль вертикальной прямой. Какой должна быть масса шарика, чтобы частота его свободных вертикальных гармонических колебаний на этой же пружине была в 2 раза больше?

Ответ: _____ кг.

5. Искусственный спутник обращается вокруг Земли по вытянутой эллиптической орбите. В некоторый момент времени спутник проходит положение *минимального* удаления от Земли. Из приведенного ниже списка выберите *два* правильных утверждения.

- 1) Сила притяжения спутника к Земле в этом положении минимальна.
- 2) Потенциальная энергия спутника в этом положении минимальна.
- 3) Ускорение спутника при прохождении этого положения максимально.
- 4) Полная механическая энергия спутника при прохождении этого положения максимальна.
- 5) При движении спутника его скорость остается неизменной.

Ответ:

6. Деревянный шарик плавает в воде. Как изменятся сила Архимеда, действующая на шарик, и глубина погружения шарика в жидкость, если он будет плавать в подсолнечном масле?

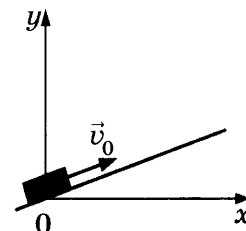
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

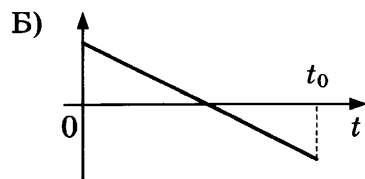
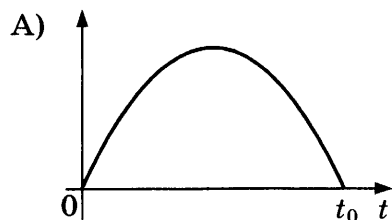
Сила Архимеда	Глубина погружения шарика в жидкость

7. После удара в момент времени $t = 0$ шайба начала скользить вверх по гладкой наклонной плоскости с начальной скоростью \vec{v}_0 , как показано на рисунке. Графики А и Б отображают изменение с течением времени физических величин, характеризующих движение шайбы. Установите соответствие между графиками и физическими величинами, изменение которых со временем эти графики могут отображать (t_0 — время движения шайбы по наклонной плоскости).



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

ГРАФИКИ



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) координата y
- 2) проекция импульса p_x
- 3) проекция ускорения a_y
- 4) кинетическая энергия E_k

Ответ:

А	Б

8. Температура воздуха в замкнутом сосуде равна 177°C . До какой температуры нужно охладить воздух в сосуде при постоянном объеме, чтобы его давление уменьшилось в 3 раза?

Ответ: _____ К.

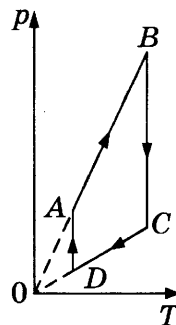
9. Рабочее тело тепловой машины с КПД 25% за цикл работы отдает холодильнику количество теплоты, равное 60 Дж. Какую работу совершает за цикл рабочее тело?

Ответ: _____ Дж.

10. Относительная влажность воздуха в сосуде, закрытом поршнем, равна 60%. Какой станет относительная влажность воздуха в сосуде, если его объем при неизменной температуре уменьшить в 2 раза?

Ответ: _____ %.

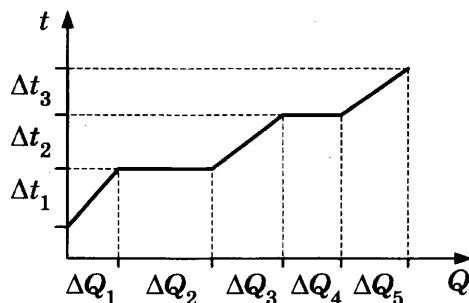
11. На рисунке показан график циклического процесса, проведенного с одноатомным идеальным газом, в координатах p - T , где p — давление газа, T — абсолютная температура газа. Количество вещества газа постоянно. Из приведенного ниже списка выберите **два** правильных утверждения, характеризующих процессы на графике.



- 1) Газ за цикл совершает отрицательную работу.
- 2) В процессе AB газ отдает в окружающую среду положительное количество теплоты.
- 3) В процессе BC внутренняя энергия газа остается неизменной.
- 4) В процессе DA газ изотермически расширяется.
- 5) В процессе CD работа газа равна нулю.

Ответ:

12. В цилиндре под поршнем находилось твердое вещество массой m . Цилиндр поместили в печь. На рисунке схематично показан график изменения температуры t вещества по мере поглощения им количества теплоты Q . Формулы А и Б позволяют рассчитать значения физических величин, характеризующих происходящие с веществом тепловые процессы. Установите соответствие между формулами и физическими величинами, значение которых можно рассчитать по этим формулам.



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

ФОРМУЛЫ

- А) $\frac{\Delta Q_2}{m}$
 Б) $\frac{\Delta Q_3}{m\Delta t_2}$

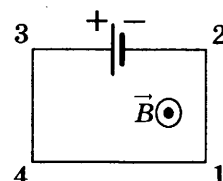
ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) удельная теплоемкость газа
- 2) удельная теплота плавления
- 3) удельная теплота парообразования
- 4) удельная теплоемкость жидкости

Ответ:

А	Б

13. Электрическая цепь, состоящая из трех прямолинейных проводников (1-2, 3-4, 4-1) и источника постоянного тока, находится в однородном магнитном поле, вектор магнитной индукции которого \vec{B} направлен к наблюдателю (см. рисунок). Как направлена относительно



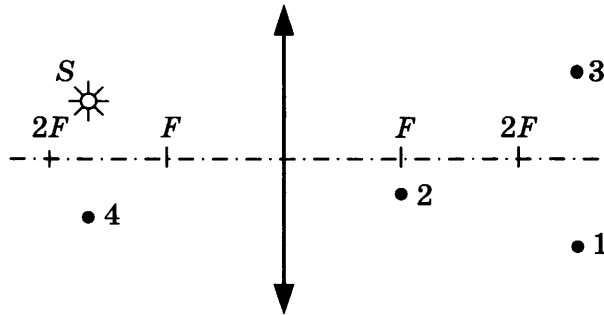
рисунка (*вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя*) вызванная этим полем сила Ампера, действующая на проводник 1–2? Ответ запишите словом (словами).

Ответ: _____ .

14. В паспорте электрической духовки указано: «4950 Вт, 220 В». Найдите силу тока в нагревательном элементе при включении духовки в сеть с таким напряжением.

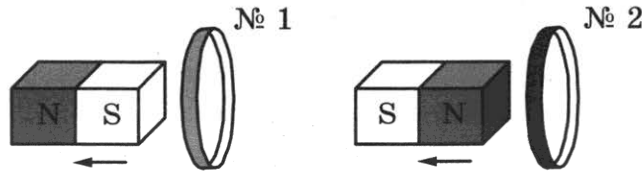
Ответ: _____ А.

15. Какая из точек (1, 2, 3 или 4), показанных на рисунке, является изображением точки S , полученным в тонкой собирающей линзе с фокусным расстоянием F ?



Ответ: _____ .

16. От стального кольца № 1 отодвигают южный полюс полосового магнита, а от эбонитового кольца № 2 — северный полюс (см. рисунок).

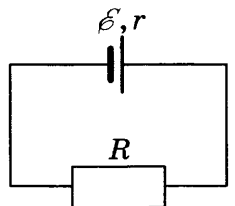


Из приведенного ниже списка выберите *два* правильных утверждения.

- 1) Кольцо № 2 отталкивается от магнита.
- 2) В кольце № 2 возникает индукционный ток.
- 3) Кольцо № 1 притягивается к магниту.
- 4) В кольце № 1 индукционный ток не возникает.
- 5) В опыте с кольцом № 1 наблюдается явление электромагнитной индукции.

Ответ:

17. Замкнутая электрическая цепь состоит из источника тока с ЭДС \mathcal{E} и внутренним сопротивлением r и резистора R (см. рисунок). Как изменятся напряжение на клеммах источника и количество теплоты, выделяющееся в источнике в единицу времени, если параллельно к резистору подключить еще один такой же резистор?



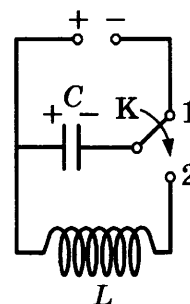
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

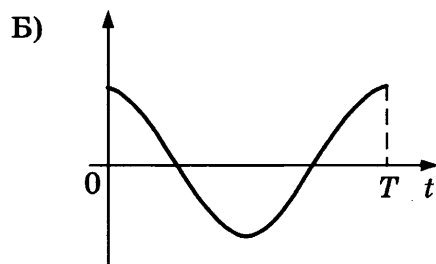
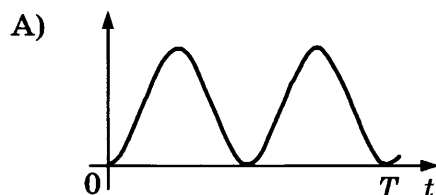
Напряжение на клеммах источника	Количество теплоты, выделяющееся в источнике в единицу времени

18. Конденсатор колебательного контура длительное время подключен к источнику постоянного напряжения (см. рисунок). В момент времени $t = 0$ переключатель K переводят из положения 1 в положение 2. Приведенные ниже графики А и Б представляют изменения физических величин, характеризующих колебания в контуре после этого (T — период электромагнитных колебаний в контуре). Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут отображать.



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

ГРАФИКИ



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

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

Ответ:

А	Б

19. При взаимодействии ядра изотопа азота ${}^{14}_7\text{N}$ с α -частицей образуются протон и ядро ${}^A_Z\text{X}$. Определите массовое число и зарядовое число ядра ${}^A_Z\text{X}$.

Ответ:

Массовое число A	Зарядовое число Z

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.

20. Период полураспада изотопа цезия ${}^{137}_{55}\text{Cs}$ равен 30 дням. Во сколько раз уменьшится за 120 дней количество атомов этого изотопа цезия в образце, содержавшем первоначально 5 мкмоль изотопа?

Ответ: в _____ раз(а).

21. При исследовании зависимости кинетической энергии фотоэлектронов от длины волны падающего света фотоэлемент поочередно освещался через различные светофильтры. В первой серии опытов использовался светофильтр, пропускающий только желтый свет, а во второй — пропускающий только красный. В каждом опыте наблюдали явление фотоэффекта и измеряли запирающее напряжение. Как изменились длина световой волны, падающей на фотоэлемент, и модуль запирающего напряжения фотоэлектронов при переходе от первой серии опытов ко второй?

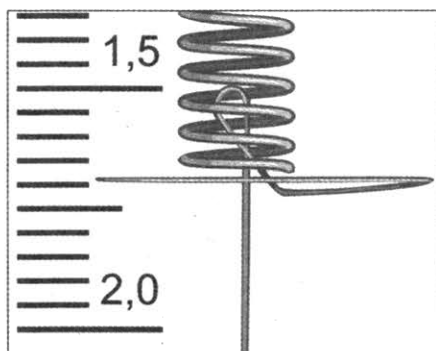
Для каждой величины определите соответствующий характер ее изменения:

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

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

Длина световой волны, падающей на фотоэлемент	Модуль запирающего напряжения фотоэлектронов

22. Определите показания динамометра (см. рисунок), если погрешность прямого измерения силы равна цене деления динамометра. Шкала динамометра проградуирована в ньютонах (Н).



Ответ: (_____ ± _____) Н.

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.

23. Для проведения лабораторной работы по обнаружению зависимости сопротивления проводника от его длины ученику выдали пять проводников, характеристики которых приведены в таблице. Какие два из предложенных ниже проводников необходимо взять ученику, чтобы провести данное исследование?

№ проводника	Длина проводника	Диаметр проводника	Материал
1	100 см	0,5 мм	Медь
2	200 см	0,5 мм	Алюминий
3	200 см	1,5 мм	Медь
4	100 см	0,5 мм	Алюминий
5	300 см	1,0 мм	Медь

Запишите в ответе номера выбранных проводников.

Ответ:

24. Рассмотрите таблицу, в которой указаны характеристики планет Солнечной системы.

Название планеты	Среднее расстояние от Солнца, а.е.	Диаметр в районе экватора, км	Период обращения вокруг Солнца	Вторая космическая скорость, км/с
Меркурий	0,39	4879	87,97 суток	4,25
Венера	0,72	12 104	224,7 суток	10,36
Земля	1,00	12 756	365,3 суток	11,18
Марс	1,52	6794	687 суток	5,02
Юпитер	5,20	142 984	11 лет 315 суток	59,54
Сатурн	9,58	120 536	29 лет 168 суток	35,49
Уран	19,19	51 118	84 года 5 суток	21,29
Нептун	30,02	49 528	164 года 290 суток	23,71

Выберите *все верные* утверждения, которые соответствуют характеристикам планет.

- 1) Первая космическая скорость для спутника Урана составляет примерно 15,06 км/с.
- 2) Объем Марса примерно в 2 раза меньше объема Венеры.
- 3) Орбита Марса находится на расстоянии примерно 228 млн км от Солнца.
- 4) Ускорение свободного падения на Меркурии составляет 3,7 м/с².
- 5) Угловая скорость движения Сатурна по орбите вокруг Солнца примерно в 2,5 раза больше, чем угловая скорость Юпитера.

Ответ: _____ .



Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.
Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.

Часть 2

Ответами к заданиям 25 и 26 является число. Это число запишите 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.

25. В калориметр с водой, температура которой 0 °С, опущена трубка. По трубке в воду впускают насыщенный водяной пар при температуре 100 °С. В некоторый момент масса воды перестает увеличиваться, хотя пар по-прежнему пропускают. Первоначальная масса воды 230 г. На сколько граммов увеличилась масса воды? Тепловыми потерями пренебречь.

Ответ: _____ г.

26. Оптическая сила тонкой собирающей линзы равна 1 дптр. Точечный источник света, расположенный на главной оптической оси линзы, удален от нее на три фокусных расстояния. На каком расстоянии от линзы находится изображение источника?

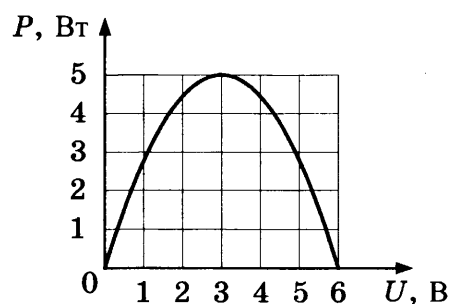
Ответ: _____ м.



Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.
Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.

Для записи ответов на задания 27–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (27, 28 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.

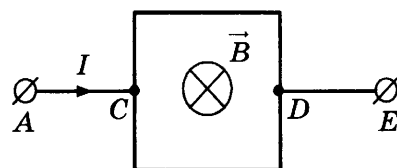
27. Электрическая цепь состоит из батареи с ЭДС \mathcal{E} и внутренним сопротивлением r и подключенного к ней резистора нагрузки с сопротивлением R . При изменении сопротивления нагрузки изменяется напряжение на ней и мощность в нагрузке. На рисунке представлен график зависимости мощности, выделяющейся на нагрузке, от напряжения на ней. Используя известные Вам физические законы, объясните, почему данный график зависимости мощности от напряжения представляет собой параболу. Определите внутреннее сопротивление батареи.



Полное правильное решение каждой из задач 28–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

28. Расстояние между пунктами А и В равно 30 км. Из пункта А в направлении пункта В выезжает мотоциклист со скоростью 50 км/ч. Одновременно из пункта В в том же направлении, что и мотоциклист, выезжает трактор со скоростью 20 км/ч. Через сколько времени мотоциклист догонит трактор?
29. Пушка, закрепленная на высоте 5 м, стреляет в горизонтальном направлении снарядами массой 10 кг. Вследствие отдачи ее ствол массой 1500 кг сжимает на 1 м пружину, производящую перезарядку пушки. При этом на сжатие пружины идет относительная доля $\eta = \frac{1}{6}$ энергии отдачи. Какова жесткость пружины, если дальность полета снаряда равна 600 м? Сопротивлением воздуха при полете снаряда пренебречь.
30. Два баллона объемами 10 и 20 л содержат 2 моль кислорода и 1 моль азота соответственно при температуре 28 °С. Какое давление установится в баллонах, если их соединить между собой? Температуру газов считать неизменной.

31. Квадратная рамка со стороной $l = 10$ см подключена к источнику постоянного тока серединами своих сторон так, как показано на рисунке. Сопротивление всех сторон рамки одинаково. В однородном магнитном поле, вектор индукции которого направлен перпендикулярно плоскости рамки, результирующая сила Ампера, действующая на рамку, $F = 120$ мН. Модуль вектора индукции магнитного поля $B = 0,5$ Тл. Определите силу тока I на участке АС. Сделайте рисунок с указанием сил Ампера, действующих на все стороны рамки.



32. Значения энергии электрона в атоме водорода задаются формулой $E_n = -\frac{13,6 \text{ эВ}}{n^2}$, где $n = 1, 2, 3, \dots$. При переходах с верхних уровней энергии на нижние атом излучает фотон. Переходы с верхних уровней на уровень с $n = 1$ образуют серию Лаймана; на уровень с $n = 2$ — серию Бальмера; на уровень с $n = 3$ — серию Пашена и т. д. Найдите отношение β минимальной частоты фотона в серии Лаймана к максимальной частоте фотона в серии Бальмера.



Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с номером соответствующего задания.

ВАРИАНТ 3

Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются слово, число или последовательность цифр или чисел. Ответ 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. Координата тела x меняется с течением времени t согласно закону $x = 5 + 2t - 3t^2$, где все величины выражены в СИ. Определите проекцию ускорения a_x этого тела.

Ответ: _____ м/с².

2. С какой силой космонавт массой 80 кг будет притягиваться к Марсу на его поверхности, если радиус Марса в 2 раза, а масса в 10 раз меньше, чем у Земли?

Ответ: _____ Н.

3. В инерциальной системе отсчета тело массой 4 кг движется по прямой в одном направлении под действием постоянной силы, равной 6 Н. На сколько увеличится импульс тела за 10 с движения?

Ответ: _____ кг · м/с.

4. Скорость звука в воздухе 330 м/с. Длина звуковой волны 60 см. Какова частота колебаний источника звука?

Ответ: _____ Гц.

5. В таблице представлены данные о положении груза пружинного маятника, совершающего свободные гармонические колебания вдоль оси Ox , в различные моменты времени.

t, c	0,0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0	3,2
$x, мм$	0	5	9	12	14	15	14	12	9	5	0	-5	-9	-12	-14	-15	-14

Из приведенного ниже списка выберите **два** правильных утверждения.

- 1) Потенциальная энергия маятника минимальна в момент времени 3 с.
- 2) Период колебаний маятника равен 2 с.
- 3) Кинетическая энергия маятника максимальна в момент времени 1 с.
- 4) Амплитуда колебаний маятника равна 15 мм.
- 5) Полная механическая энергия маятника остается неизменной.

Ответ:

6. В первой серии опытов брусок перемещают при помощи нити равномерно и прямолинейно вверх по наклонной плоскости. Во второй серии опытов на брусок закрепили груз, не меняя прочих условий. Как изменятся при переходе от первой серии опытов ко второй сила натяжения нити и коэффициент трения между бруском и плоскостью?

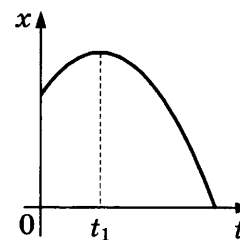
Для каждой величины определите соответствующий характер ее изменения:

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

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждого ответа. Цифры в ответе могут повторяться.

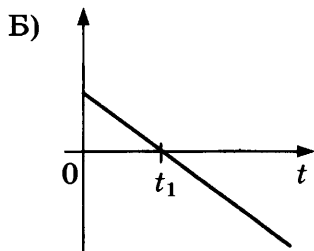
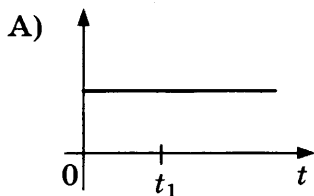
Сила натяжения нити	Коэффициент трения

7. На рисунке показан график зависимости координаты x тела, движущегося равноускоренно вдоль оси Ox , от времени t . Графики А и Б представляют собой зависимости физических величин, характеризующих данное движение этого тела, от времени t . Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять.



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

ГРАФИКИ



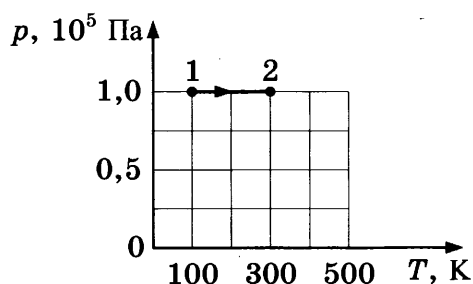
ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) кинетическая энергия тела
- 2) модуль ускорения тела
- 3) модуль импульса тела
- 4) проекция скорости тела на ось x

Ответ:

А	Б

8. На рисунке приведен график процесса 1–2, в котором участвует разреженный гелий. Объем, занимаемый газом в состоянии 1, равен 2 л. Определите объем гелия в состоянии 2. Масса гелия постоянна.

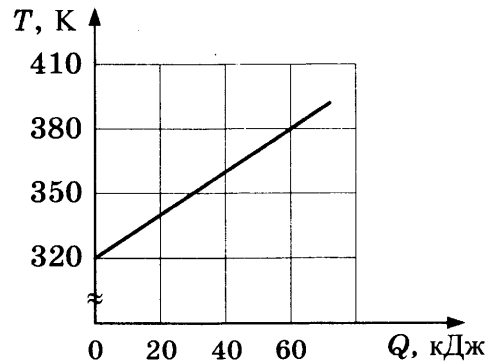


Ответ: _____ л.

9. Двум моль газа сообщили количество теплоты, равное 1500 Дж, при этом внешние силы совершили над газом работу 600 Дж. На сколько увеличилась внутренняя энергия газа?

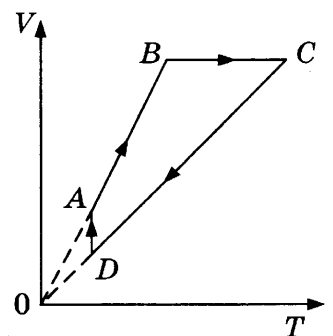
Ответ: _____ Дж.

10. На рисунке изображен график зависимости температуры тела массой 1,25 кг от подводимого к нему количества теплоты. Определите удельную теплоемкость этого вещества.



Ответ: _____ Дж/(кг · К).

11. На рисунке показан график циклического процесса, проведенного с одноатомным идеальным газом, в координатах $V-T$, где V — объем газа, T — абсолютная температура газа. Количество вещества газа постоянно. Из приведенного ниже списка выберите **два** правильных утверждения, характеризующие процессы на графике, и укажите их номера.



- 1) Газ за цикл не совершает работу.
- 2) Давление газа в процессе AB постоянно, при этом внешние силы совершают над газом положительную работу.
- 3) В процессе BC газ получает положительное количество теплоты.
- 4) В процессе CD внутренняя энергия газа уменьшается.
- 5) В процессе DA давление газа изотермически увеличивается.

Ответ:

--	--

12. Одноатомный идеальный газ в количестве 4 моль помещают в герметичный закрытый сосуд объемом 83,1 л и начинают охлаждать. Масса газа в сосуде остается неизменной. Установите соответствие между физическими величинами, характеризующими газ, и формулами, выражающими их зависимость от абсолютной температуры T газа в данных условиях (все значения величин в формулах указаны в единицах СИ).

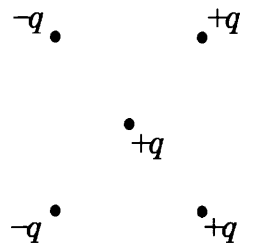
К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ	ФОРМУЛЫ
А) внутренняя энергия газа $U(T)$	1) $\frac{400}{T}$
Б) давление газа $p(T)$	2) $49,86T$
	3) $400T$
	4) $\frac{49,86}{T}$

Ответ:

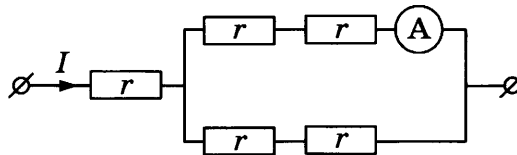
А	Б

13. Как направлена относительно рисунка (*вверх, вниз, влево, вправо, от наблюдателя, к наблюдателю*) кулоновская сила \vec{F} , действующая на положительный точечный заряд $+q$, помещенный в центр квадрата, в вершинах которого находятся заряды: $+q$, $+q$, $-q$, $-q$ (см. рисунок)?



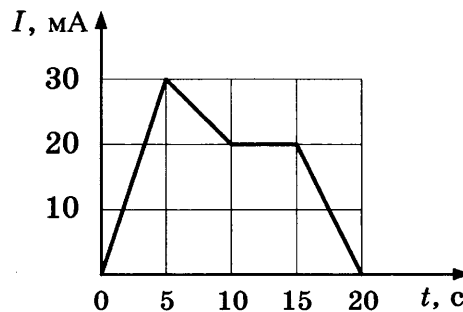
Ответ: _____ .

14. Через участок цепи (см. рисунок) течет постоянный ток $I = 5$ А. Чему равна сила тока, которую показывает амперметр? Сопротивлением амперметра пренебречь.



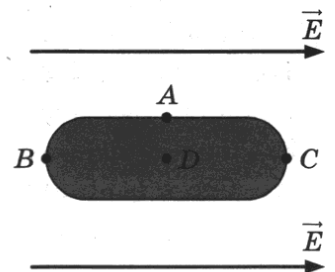
Ответ: _____ А.

15. На рисунке приведен график зависимости силы тока от времени в электрической цепи, индуктивность которой 2 мГн. Определите модуль ЭДС самоиндукции в интервале времени от 15 до 20 с.



Ответ: _____ мкВ.

16. Металлическое тело, продольное сечение которого показано на рисунке, поместили в однородное электрическое поле напряженностью \vec{E} . Из приведенного ниже списка выберите *два* правильных утверждения, описывающих результаты воздействия этого поля на металлическое тело.



- 1) Напряженность электрического поля в точке D не равна нулю.
- 2) Потенциалы в точках A и C равны.
- 3) Концентрация свободных электронов в точке B наибольшая.
- 4) В точке A индуцируется положительный заряд.
- 5) В точке D индуцируется отрицательный заряд.

Ответ:

17. Небольшой предмет расположен на главной оптической оси тонкой собирающей линзы на двойном фокусном расстоянии от нее. Его начинают отодвигать от линзы. Как меняются при этом расстояние от линзы до изображения и оптическая сила линзы?

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.

Расстояние от линзы до изображения	Оптическая сила линзы

18. Идеальный колебательный контур состоит из конденсатора и катушки индуктивностью 4 мГн. Заряд на пластинах конденсатора изменяется во времени в соответствии с формулой $q(t) = 2 \cdot 10^{-4} \cdot \cos(5000t)$ (все величины выражены в СИ).

Установите соответствие между физическими величинами и формулами, выражающими их зависимость от времени в условиях данной задачи.

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

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) сила тока $i(t)$ в колебательном контуре
- Б) энергия $W_L(t)$ магнитного поля катушки

ФОРМУЛЫ

- 1) $1 \cdot \cos(5000t + \frac{\pi}{2})$
- 2) $20 \cdot \sin(5000t)$
- 3) $2 \cdot 10^{-3} \cdot \sin^2(5000t)$
- 4) $2 \cdot 10^{-3} \cdot \cos^2(5000t)$

Ответ:

А	Б

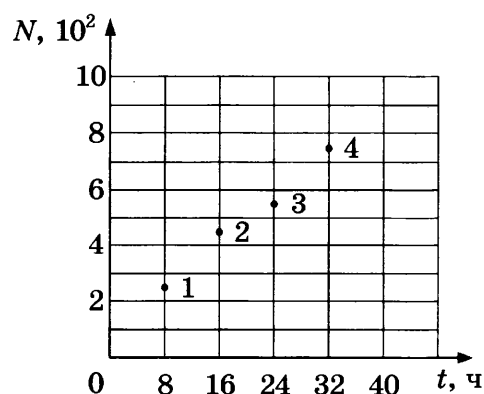
19. Определите массовое число и зарядовое число ядра, которое образуется в результате бомбардировки ядер ${}_{13}^{27}\text{Al}$ α -частицами, если в результате ядерной реакции также появляется протон.

Ответ:

Массовое число	Зарядовое число

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.

20. Из ядер эрбия ${}_{68}^{171}\text{Er}$ при β^- -распаде с периодом полураспада 8 ч образуются ядра тулия с периодом полураспада 2 года. В момент начала наблюдения в образце содержится $8 \cdot 10^{20}$ ядер эрбия. Через какую из точек, кроме начала координат, пройдет график зависимости от времени числа ядер тулия (см. рисунок)?



Ответ: _____ .

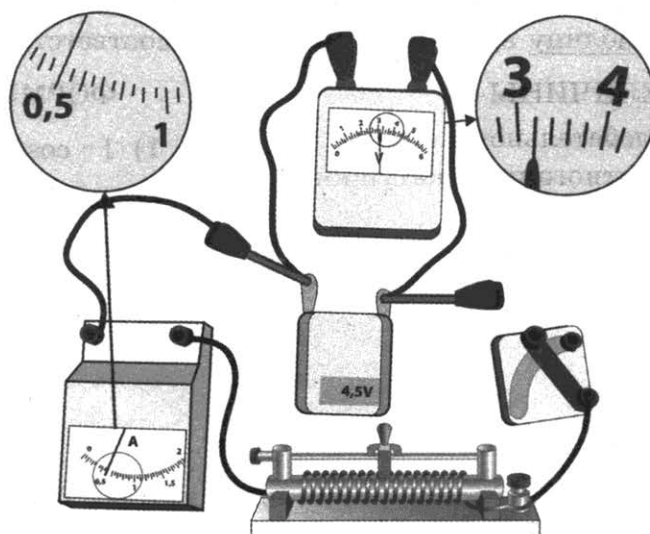
21. Ядро испытывает позитронный β -распад (среди продуктов распада есть позитрон ${}_{+1}^0e$).
 Как при этом изменяются массовое число ядра и число протонов в ядре?
 Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Массовое число ядра	Число протонов в ядре

22. На рисунке приведена фотография электрической цепи по измерению сопротивления реостата. Погрешности измерения силы тока в цепи и напряжения на реостате равны половине цены деления амперметра и вольтметра. Чему равно по результатам этих измерений напряжение на клеммах источника?

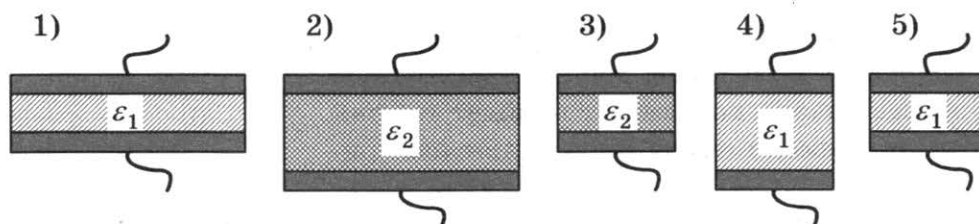


Запишите в ответ показания вольтметра с учетом погрешности измерений.

Ответ: (_____ \pm _____) В.

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.

23. Конденсатор состоит из двух круглых пластин, между которыми находится диэлектрик (ϵ — диэлектрическая проницаемость диэлектрика). Необходимо экспериментально установить, как зависит емкость конденсатора от расстояния между его пластинами. Какие два конденсатора следует использовать для проведения такого исследования?



В ответ запишите номера выбранных конденсаторов.

Ответ:

24. Рассмотрите таблицу, содержащую характеристики планет Солнечной системы.

Название планеты	Среднее расстояние от Солнца (в а.е.)	Диаметр в районе экватора, км	Наклон оси вращения	Первая космическая скорость, км/с
Меркурий	0,39	4879	0,6'	3,01
Венера	0,72	12 104	177°22'	7,33
Земля	1,00	12 756	23°27'	7,91
Марс	1,52	6794	25°11'	3,55
Юпитер	5,20	142 984	3°08'	42,1
Сатурн	9,58	120 536	26°44'	25,1
Уран	19,19	51 118	97°46'	15,1
Нептун	30,02	49 528	28°19'	16,8

Выберите *все верные* утверждения, которые соответствуют характеристикам планет.

- 1) На Сатурне может наблюдаться смена времен года.
- 2) Ускорение свободного падения на Сатурне составляет около $25,1 \text{ м/с}^2$.
- 3) Орбита Меркурия находится на расстоянии примерно 150 млн км от Солнца.
- 4) Вторая космическая скорость для спутника Юпитера составляет примерно $59,54 \text{ км/с}$.
- 5) Вторая космическая скорость для спутника Урана составляет примерно $21,2 \text{ км/с}$.

Ответ: _____ .



Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.
Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.

Часть 2

Ответами к заданиям 25 и 26 является число. Это число запишите 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.

25. При сжатии идеального одноатомного газа при постоянном давлении внешние силы совершили работу 400 Дж. Какое количество теплоты было передано при этом газом окружающим телам?

Ответ: _____ Дж.

26. Во сколько раз частота света, соответствующая «красной границе» фотоэффекта для металла с работой выхода 1 эВ; меньше частоты света, соответствующей «красной границе» фотоэффекта для металла с работой выхода $3,2 \cdot 10^{-19}$ Дж?

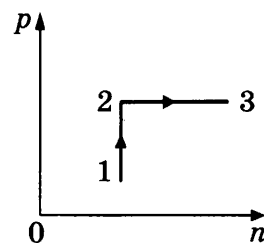
Ответ: в _____ раз(а).



Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.
Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.

Для записи ответов на задания 27–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (27, 28 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.

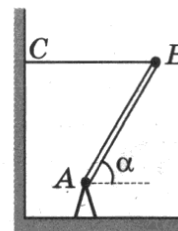
27. Постоянное количество одноатомного идеального газа участвует в процессе, график которого изображен на рисунке в координатах p – n , где p — давление газа, n — его концентрация. Определите, получает газ теплоту или отдает в процессах 1–2 и 2–3. Ответ поясните, опираясь на законы молекулярной физики и термодинамики.



Полное правильное решение каждой из задач 28–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

28. Столкнулись два одинаковых пластилиновых шарика, причем векторы их скоростей непосредственно перед столкновением были взаимно перпендикулярны и вдвое отличались по модулю: $v_1 = 2v_2$. Какой была скорость более медленного шарика перед абсолютно неупругим столкновением, если после него величина скорости шариков стала равной 1,5 м/с?

29. Тонкий однородный стержень AB шарнирно закреплен в точке A и удерживается горизонтальной нитью BC (см. рисунок). Трение в шарнире пренебрежимо мало. Масса стержня $m = 1$ кг, угол его наклона к горизонту $\alpha = 45^\circ$. Найдите модуль силы \vec{F} , действующей на стержень со стороны шарнира. Сделайте рисунок, на котором укажите все силы, действующие на стержень.



30. В вертикальном цилиндре с гладкими стенками, открытом сверху, под поршнем находится одноатомный идеальный газ. В начальном состоянии поршень массой M и площадью основания S покоится на высоте h , опираясь на выступы (см. рис. 1). Давление газа p_0 равно внешнему атмосферному. Какое количество теплоты Q нужно сообщить газу при его медленном нагревании, чтобы поршень оказался на высоте H (см. рис. 2)? Тепловыми потерями пренебречь.

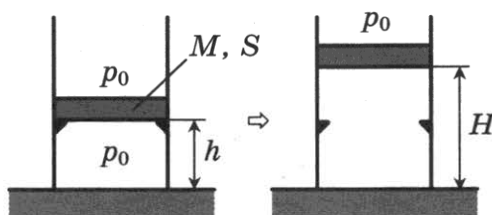
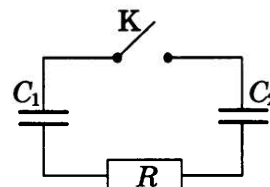


Рис. 1

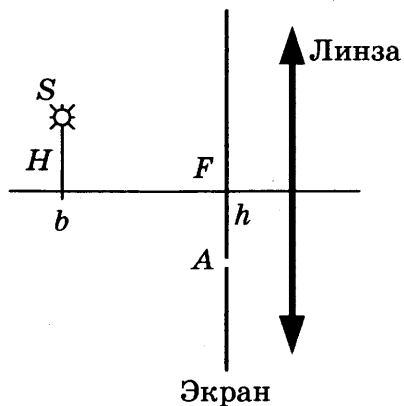
Рис. 2

31. Конденсатор $C_1 = 1$ мкФ заряжен до напряжения $U = 300$ В и включен в последовательную цепь из резистора $R = 300$ Ом, незаряженного конденсатора $C_2 = 2$ мкФ и разомкнутого ключа K (см. рисунок). Какое количество теплоты выделится в цепи после замыкания ключа, пока ток в цепи не прекратится?



32. Главная оптическая ось тонкой собирающей линзы с фокусным расстоянием $F = 20$ см и точечный источник света S находятся в плоскости рисунка. Точка S находится на рас-

стоянии $b = 70$ см от плоскости линзы и на расстоянии $H = 5$ см от ее главной оптической оси. В левой фокальной плоскости линзы лежит тонкий непрозрачный экран с малым отверстием A , находящимся в плоскости рисунка на расстоянии $h = 4$ см от главной оптической оси линзы. На каком расстоянии x от плоскости линзы луч SA от точечного источника, пройдя через отверстие в экране и линзу, пересечет ее главную оптическую ось? Дифракцией света пренебречь. Постройте рисунок, показывающий ход луча через линзу.



Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с номером соответствующего задания.

ВАРИАНТ 4

Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются слово, число или последовательность цифр или чисел. Ответ 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. Координата тела x меняется с течением времени t согласно закону $x = 10 - 4t + 2t_2$, где все величины выражены в СИ. Определите проекцию ускорения a_x этого тела.

Ответ: _____ м/с².

2. Космонавт, стоя на Земле, притягивается к ней с силой 700 Н. С какой силой он будет притягиваться к Марсу на его поверхности, если радиус Марса в 2 раза, а масса в 10 раз меньше, чем у Земли?

Ответ: _____ Н.

3. Тело массой 5 кг движется по прямой в одном направлении под действием постоянной силы, направленной вдоль этой прямой. За 8 с импульс тела увеличился от 10 кг · м/с до 50 кг · м/с. Каков модуль силы?

Ответ: _____ Н.

4. Скорость звука в воздухе 330 м/с. Определите длину звуковой волны, которая создается источником звука с частотой колебаний 440 Гц.

Ответ: _____ м.

5. В таблице представлены данные о положении груза пружинного маятника, совершающего свободные гармонические колебания вдоль оси Ox , в различные моменты времени.

t, c	0,0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0	3,2
$x, мм$	0	5	9	12	14	15	14	12	9	5	0	-5	-9	-12	-14	-15	-14

Из приведенного ниже списка выберите **два** правильных утверждения.

- 1) Потенциальная энергия маятника максимальна в момент времени 1 с.
- 2) Период колебаний маятника равен 4 с.
- 3) Кинетическая энергия маятника минимальна в момент времени 2 с.
- 4) Амплитуда колебаний маятника равна 30 мм.
- 5) Полная механическая энергия маятника минимальна в момент времени 3 с.

Ответ:

6. В первой серии опытов брусок перемещают при помощи нити равномерно и прямолинейно вверх по наклонной плоскости. Нить параллельна наклонной плоскости. Во второй серии опытов уменьшили угол с горизонтом при основании наклонной плоскости, не меняя прочих условий. Как изменятся при переходе от первой серии опытов ко второй сила трения скольжения и коэффициент трения между бруском и плоскостью?

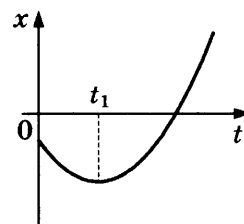
Для каждой величины определите соответствующий характер ее изменения:

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

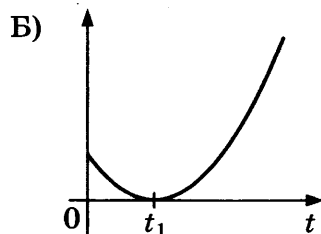
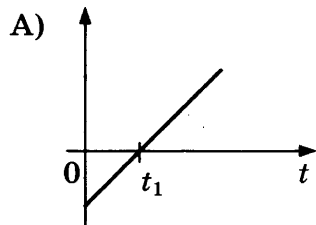
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждого ответа. Цифры в ответе могут повторяться.

Сила трения скольжения	Коэффициент трения

7. На рисунке показан график зависимости координаты x тела, движущегося вдоль оси Ox , от времени t (парабола). Графики А и Б представляют собой зависимости физических величин, характеризующих движение этого тела, от времени t . Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



ГРАФИКИ



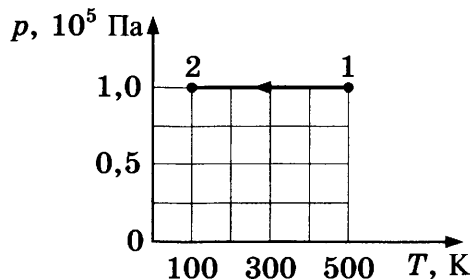
ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) модуль импульса тела
- 2) проекция скорости тела на ось Ox
- 3) кинетическая энергия тела
- 4) модуль ускорения тела

Ответ:

А	Б

8. На рисунке приведен график процесса 1–2, в котором участвует разреженный аргон. Объем, занимаемый газом в состоянии 1, равен 60 л. Определите объем аргона в состоянии 2. Масса аргона постоянна.

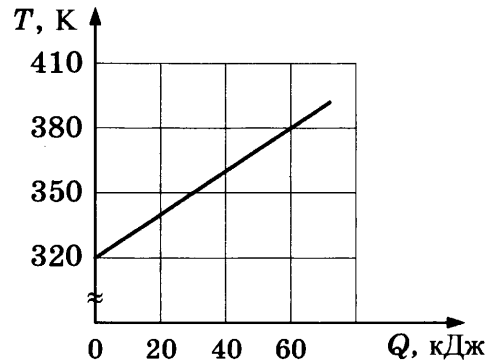


Ответ: _____ л.

9. Внутреннюю энергию 2,5 моль газа уменьшили на 1000 Дж, а внешние силы совершили над ним работу 400 Дж. Какое количество теплоты отдал газ?

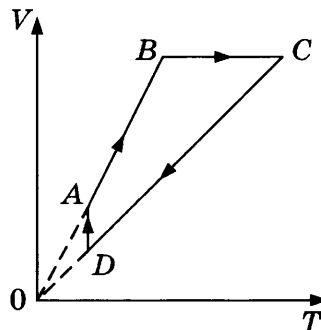
Ответ: _____ Дж.

10. На рисунке изображен график зависимости температуры чугунной детали от подводимого к ней количества теплоты. Чему равна масса детали?



Ответ: _____ кг.

11. На рисунке показан график циклического процесса, проведенного с одноатомным идеальным газом, в координатах $V-T$, где V — объем газа, T — абсолютная температура газа. Количество вещества газа постоянно. Из приведенного ниже списка выберите *два* правильных утверждения, характеризующих процессы на графике, и укажите их номера.



- 1) Газ за цикл не совершает работу.
- 2) Давление газа в процессе AB постоянно, при этом внешние силы совершают над газом положительную работу.
- 3) В процессе BC газ отдает положительное количество теплоты.
- 4) В процессе CD внутренняя энергия газа уменьшается.
- 5) В процессе DA давление газа изотермически уменьшается.

Ответ:

12. Аргон помещают в открытый сверху сосуд под легкий подвижный поршень и начинают охлаждать. Давление воздуха, окружающего сосуд, равно 10^5 Па. Начальный объем газа 9 л, начальная температура 450 К. Масса газа в сосуде остается неизменной. Трением между поршнем и стенками сосуда пренебречь.

Установите соответствие между физическими величинами, характеризующими аргон, и формулами, выражающими их зависимость от абсолютной температуры T газа в условиях данной задачи.

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

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) объем газа $V(T)$
 Б) внутренняя энергия газа $U(T)$

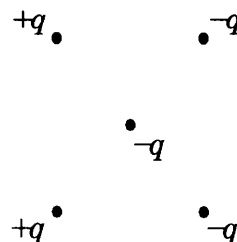
ФОРМУЛЫ

- 1) $dT, d = 3 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$
 2) $\frac{b}{T}, b = 4050 \text{ м}^3 \cdot \text{К}$
 3) $aT, a = 2 \cdot 10^{-5} \frac{\text{м}^3}{\text{К}}$
 4) $cT, c = 20 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$

Ответ:

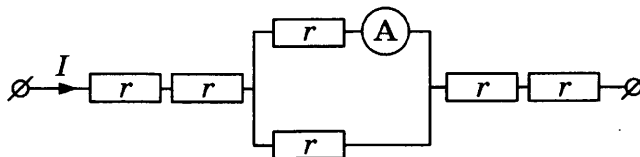
А	Б

13. Как направлена относительно рисунка (*вверх, вниз, влево, вправо, от наблюдателя, к наблюдателю*) кулоновская сила \vec{F} , действующая на отрицательный точечный заряд $-q$, помещенный в центр квадрата, в вершинах которого находятся заряды: $+q, -q, -q, +q$ (см. рисунок)?



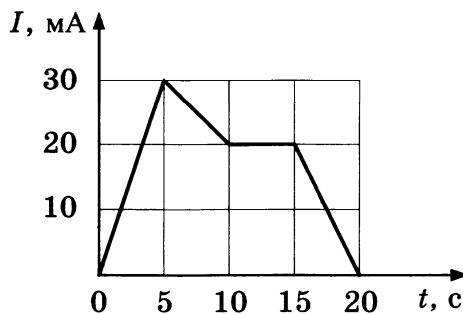
Ответ: _____.

14. Через участок электрической цепи (см. рисунок) течет постоянный ток $I = 3 \text{ А}$. Что показывает амперметр, если сопротивление $r = 1 \text{ Ом}$? Сопротивлением амперметра пренебречь.



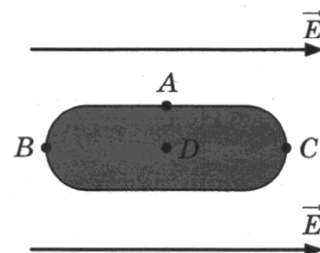
Ответ: _____ А.

15. На рисунке приведен график зависимости силы тока от времени в электрической цепи, индуктивность которой 4 мГн . Определите модуль ЭДС самоиндукции в интервале времени от 0 до 5 с.



Ответ: _____ мкВ.

16. Металлическое тело, продольное сечение которого показано на рисунке, поместили в однородное электрическое поле напряженностью \vec{E} . Из приведенного ниже списка выберите *два* правильных утверждения, описывающих результаты воздействия этого поля на металлическое тело, и укажите их номера.



- 1) Напряженность электрического поля в точке D не равна нулю.
- 2) Потенциал в точке A меньше, чем в точке D .
- 3) Концентрация свободных электронов в точке A наименьшая.
- 4) В точке C индуцируется положительный заряд.
- 5) В точке B индуцируется отрицательный заряд.

Ответ:

--	--

17. Небольшой предмет расположен на главной оптической оси тонкой собирающей линзы на тройном фокусном расстоянии от нее. Его начинают приближать к фокусу линзы. Как меняются при этом расстояние от линзы до изображения и оптическая сила линзы? 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.

Расстояние от линзы до изображения	Оптическая сила линзы

18. Идеальный колебательный контур состоит из конденсатора и катушки индуктивностью 4 мГн. Заряд на пластинах конденсатора изменяется во времени в соответствии с формулой $q(t) = 2 \cdot 10^{-4} \cdot \cos(5000t)$ (все величины выражены в СИ).

Установите соответствие между физическими величинами и формулами, выражающими их зависимость от времени в условиях данной задачи.

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

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

ФОРМУЛЫ

- А) напряжение $u(t)$ на конденсаторе
 Б) энергия $W_C(t)$ электрического поля конденсатора

- 1) $1 \cdot \cos(5000t + \frac{\pi}{2})$
- 2) $20 \cdot \cos(5000t)$
- 3) $2 \cdot 10^{-3} \cdot \sin^2(5000t)$
- 4) $2 \cdot 10^{-3} \cdot \cos^2(5000t)$

Ответ:

А	Б

19. При взаимодействии ядра изотопа бора ${}^{10}_5\text{B}$ с нейтроном образуются α -частица и ядро ${}^A_Z\text{X}$. Определите массовое число и зарядовое число ядра ${}^A_Z\text{X}$.

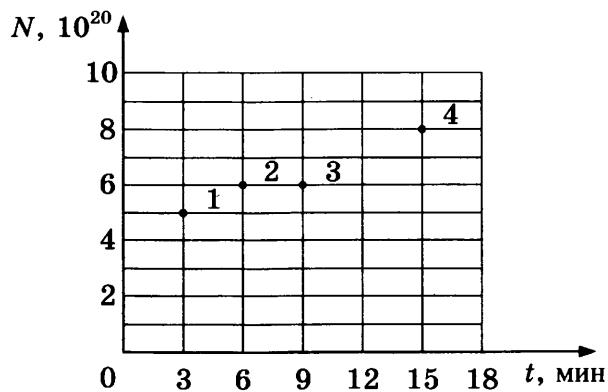
Ответ:

Массовое число A	Зарядовое число Z

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.

20. Из ядер таллия ${}^{206}_{81}\text{Tl}$ при β -распаде с периодом полураспада 3 мин образуются стабильные ядра свинца. В момент начала наблюдения в образце содержится $8 \cdot 10^{20}$ ядер тал-

лия. Через какую из точек, кроме начала координат, пройдет график зависимости числа ядер свинца от времени (см. рисунок)?



Ответ: _____ .

21. Ядро испытывает позитронный β -распад (среди продуктов распада есть позитрон ${}_{+1}^0e$).

Как при этом изменяются заряд ядра и число нейтронов в ядре?

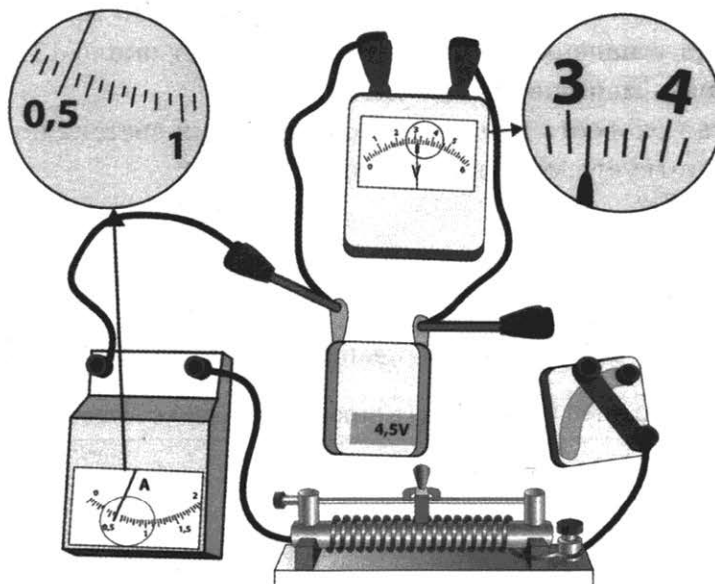
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Заряд ядра	Число нейтронов в ядре

22. На рисунке приведена фотография электрической цепи по измерению сопротивления реостата. Погрешности измерения силы тока в цепи и напряжения на реостате равны половине цены деления амперметра и вольтметра. Чему равна по результатам этих измерений сила тока в цепи?

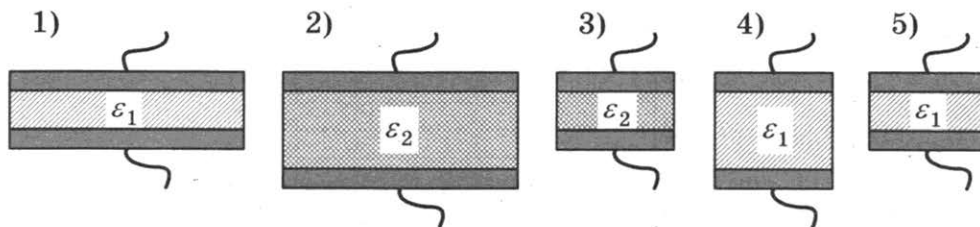


Запишите в ответ показания амперметра с учетом погрешности измерений.

Ответ: (_____ \pm _____) А.

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.

23. Конденсатор состоит из двух круглых пластин, между которыми находится диэлектрик (ϵ — диэлектрическая проницаемость диэлектрика). Необходимо экспериментально установить, как зависит емкость конденсатора от площади его пластин. Какие два конденсатора следует использовать для проведения такого исследования?



В ответ запишите номера выбранных конденсаторов.

Ответ:

24. Рассмотрите таблицу, содержащую характеристики планет Солнечной системы.

Название планеты	Среднее расстояние от Солнца (в а.е.)	Диаметр в районе экватора, км	Наклон оси вращения	Первая космическая скорость, км/с
Меркурий	0,39	4879	0,6'	3,01
Венера	0,72	12 104	177°22'	7,33
Земля	1,00	12 756	23°27'	7,91
Марс	1,52	6794	25°11'	3,55
Юпитер	5,20	142 984	3°08'	42,1
Сатурн	9,58	120 536	26°44'	25,1
Уран	19,19	51 118	97°46'	15,1
Нептун	30,02	49 528	28°19'	16,8

Выберите **все верные** утверждения, которые соответствуют характеристикам планет.

- 1) Орбита Нептуна находится на расстоянии примерно 4500 млн км от Солнца.
- 2) Ускорение свободного падения на Нептуне составляет около $11,4 \text{ м/с}^2$.
- 3) Объем Марса в 3 раза меньше объема Венеры.
- 4) Вторая космическая скорость для спутника Меркурия составляет примерно $1,25 \text{ км/с}$.
- 5) На Меркурии отсутствует смена времен года.

Ответ: _____.



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

Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.

Часть 2

Ответами к заданиям 25 и 26 является число. Это число запишите 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.

25. Одноатомному разреженному газу при постоянном давлении сообщили количество теплоты, равное 3000 Дж. Количество газа постоянно. Определите изменение внутренней энергии газа.

Ответ: _____ Дж.

26. Энергия фотона в потоке фотонов, падающих на поверхность металла, в 2 раза превышает работу выхода электронов из металла. Во сколько раз надо увеличить частоту падающего излучения, чтобы максимальная скорость фотоэлектронов, вылетающих из этого металла, увеличилась в 2 раза?

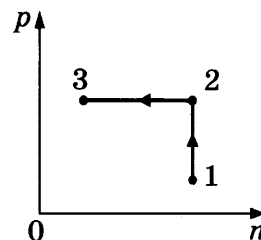
Ответ: в _____ раз(а).



Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы. Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.

Для записи ответов на задания 27–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (27, 28 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.

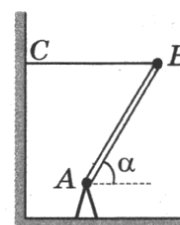
27. Постоянное количество одноатомного идеального газа участвует в процессе, график которого изображен на рисунке в координатах p – n , где p — давление газа, n — его концентрация. Определите, получает газ теплоту или отдает в процессах 1–2 и 2–3. Ответ поясните, опираясь на законы молекулярной физики и термодинамики.



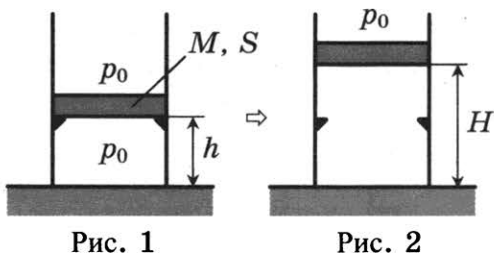
Полное правильное решение каждой из задач 28–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

28. Сталкиваются и слипаются два разных по массе пластилиновых шарика, причем векторы их скоростей непосредственно перед столкновением направлены навстречу друг другу и одинаковы по модулю: $v_1 = v_2 = 1$ м/с. Во сколько раз масса тяжелого шарика больше, чем легкого, если сразу после столкновения их скорость стала равной (по модулю) 0,5 м/с?

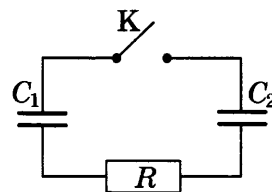
29. Тонкий однородный стержень AB массой m шарнирно закреплен в точке A и удерживается горизонтальной нитью BC (см. рисунок). Трение в шарнире пренебрежимо мало. Угол наклона стержня к горизонту $\alpha = 45^\circ$. Модуль силы \vec{F} , действующей на стержень со стороны шарнира, равен 11 Н. Определите массу стержня. Сделайте рисунок, на котором укажите все силы, действующие на стержень.



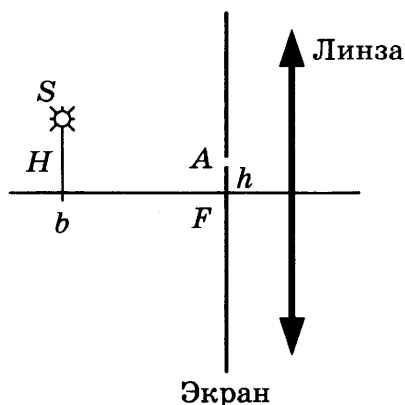
30. В вертикальном цилиндре с гладкими стенками, открытом сверху, под поршнем находится одноатомный идеальный газ. В начальном состоянии поршень массой M и площадью основания S покоится на высоте h , опираясь на выступы (см. рис. 1). Давление газа p_0 равно внешнему атмосферному. На какую высоту H поднимется поршень, если газу при его медленном нагревании сообщить количество теплоты Q (см. рис. 2)? Тепловыми потерями пренебречь.



31. Заряженный конденсатор $C_1 = 1$ мкФ включен в последовательную цепь из резистора $R = 300$ Ом, незаряженного конденсатора $C_2 = 2$ мкФ и разомкнутого ключа K (см. рисунок). После замыкания ключа в цепи выделяется количество теплоты $Q = 30$ мДж. Чему равно первоначальное напряжение на конденсаторе C_1 ?



32. Главная оптическая ось тонкой собирающей линзы с фокусным расстоянием $F = 20$ см и точечный источник света S находятся в плоскости рисунка. Точка S находится на расстоянии $b = 60$ см от плоскости линзы и на расстоянии H от ее главной оптической оси. В левой фокальной плоскости линзы лежит тонкий непрозрачный экран с маленьким отверстием A , находящимся в плоскости рисунка на расстоянии $h = 4$ см от главной оптической оси линзы. Пройдя через отверстие в экране и линзу, луч SA от точечного источника пересекает ее главную оптическую ось на расстоянии $x = 16$ см от плоскости линзы. Найдите величину H . Дифракцией света пренебречь. Постройте рисунок, показывающий ход луча через линзу.



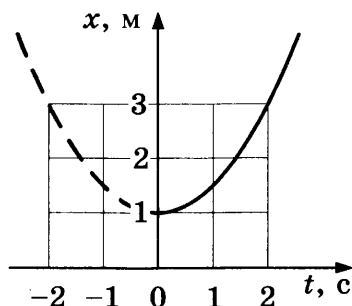
Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с номером соответствующего задания.

ВАРИАНТ 5

Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются слово, число или последовательность цифр или чисел. Ответ 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. Материальная точка движется прямолинейно с постоянным ускорением вдоль оси Ox . График зависимости ее координаты от времени $x = x(t)$ изображен на рисунке. Определите проекцию a_x ускорения этого тела.



Ответ: _____ м/с².

2. Мячик массой 400 г брошен под углом 45° к горизонту с начальной скоростью $v = 10$ м/с. Определите модуль силы тяжести, действующей на мячик в верхней точке траектории.

Ответ: _____ Н.

3. Тело массой 0,2 кг вращается в горизонтальной плоскости на нити длиной 60 см. Чему равна работа силы тяжести за один оборот вращения тела?

Ответ: _____ Дж.

4. Шар плотностью $2,5$ г/см³ и объемом 400 см³ целиком опущен в воду. Определите архимедову силу, действующую на шар.

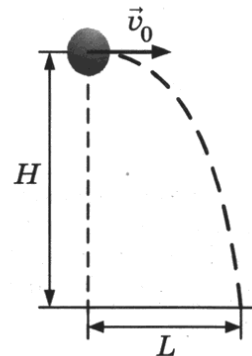
Ответ: _____ Н.

5. Ящик соскальзывает вниз по наклонной плоскости с постоянной скоростью. Система отсчета, связанная с наклонной плоскостью, является инерциальной. Из приведенного ниже списка выберите **два** правильных утверждения и укажите их номера.

- 1) Сумма всех сил, действующих на ящик, направлена в сторону, противоположную движению ящика.
- 2) Полная механическая энергия ящика увеличивается.
- 3) Сила тяжести, действующая на ящик, совершает отрицательную работу.
- 4) Сила трения, действующая на ящик, совершает отрицательную работу.
- 5) Кинетическая энергия ящика остается неизменной.

Ответ:

6. Шарик, брошенный горизонтально с высоты H с начальной скоростью \vec{v}_0 , за время полета t пролетел в горизонтальном направлении расстояние L (см. рисунок). Что произойдет с временем полета и ускорением шарика, если на той же установке при неизменной начальной скорости шарика увеличить высоту H ? (Соппротивлением воздуха пренебречь.)



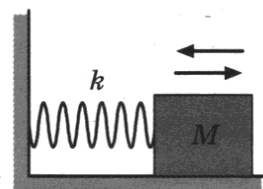
Для каждой величины определите соответствующий характер ее изменения:

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

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

Время полета	Ускорение шарика

7. На гладком горизонтальном столе брусок массой M , прикрепленный к вертикальной стене пружиной жесткостью k , совершает гармонические колебания с амплитудой A (см. рисунок). Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.



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

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА

- А) амплитуда ускорения груза
- Б) частота колебаний груза

ФОРМУЛА

- 1) $A\sqrt{\frac{k}{M}}$
- 2) $\frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{M}{k}}$
- 3) $\frac{Ak}{M}$
- 4) $\frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{M}}$

Ответ:

А	Б

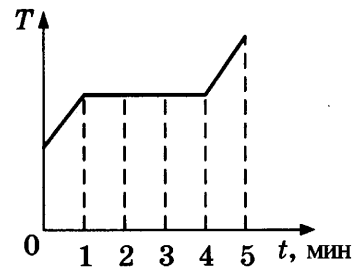
8. В сосуде содержится разреженный аргон, абсолютная температура которого равна 200 К. Концентрацию аргона уменьшили в 1,5 раза, при этом его давление увеличилось в 2 раза. Определите установившуюся абсолютную температуру газа.

Ответ: _____ К.

9. 12 г гелия в ходе адиабатического расширения совершили работу 500 Дж. На сколько при этом уменьшилась внутренняя энергия газа?

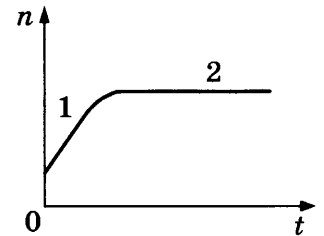
Ответ: _____ Дж.

10. В керамическую чашечку (тигель) опустили электрический термометр и насыпали опилки олова. После этого тигель поместили в печь. Диаграмма изменения температуры олова с течением времени показана на рисунке. Печь при постоянном нагреве передавала олову в минуту в среднем количество теплоты, равное 1500 Дж. Какое количество теплоты потребовало плавление олова?



Ответ: _____ Дж.

11. В сосуде под поршнем находятся только пары аммиака. Поршень медленно и равномерно опускают, уменьшая объем сосуда. Температура в сосуде поддерживается постоянной. На рисунке показан график изменения со временем t концентрации n молекул паров аммиака внутри сосуда. Какие утверждения можно считать правильными?



Из приведенного ниже списка выберите **два** правильных утверждения и укажите их номера.

- 1) На участке 1 плотность паров аммиака уменьшалась.
- 2) На участке 2 давление паров аммиака увеличивалось.
- 3) На участке 1 пар аммиака ненасыщенный, а на участке 2 насыщенный.
- 4) На участке 1 давление паров аммиака увеличивалось.
- 5) На участке 2 плотность паров аммиака уменьшалась.

Ответ:

--	--

12. Разреженный неон в количестве ν моль помещают в герметичный закрытый сосуд объемом V_0 и начинают охлаждать. Масса газа в сосуде остается неизменной. Установите соответствие между физическими величинами, характеризующими газ, и формулами, выражающими их зависимость от абсолютной температуры T газа в условиях данной задачи. R — универсальная газовая постоянная. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) давление газа $p(T)$
 Б) внутренняя энергия газа $U(T)$

ФОРМУЛЫ

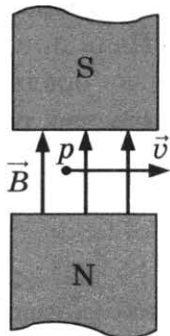
- 1) $\frac{3}{2} \nu RT$
- 2) $\frac{\nu RT}{V_0}$
- 3) $\frac{2}{3} \frac{V_0}{\nu RT}$
- 4) $\frac{V_0}{\nu RT}$

Ответ:

А	Б

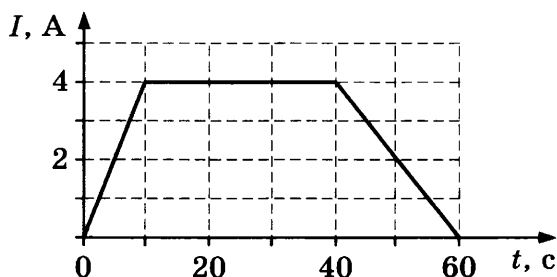
13. Протон p влетел в зазор между полюсами электромагнита со скоростью \vec{v} , направленной горизонтально. Вектор индукции \vec{B} магнитного поля направлен вертикально (см. рису-

нок). Куда направлена относительно рисунка (*вверх, вниз, влево, вправо, от наблюдателя, к наблюдателю*) действующая на протон сила Лоренца \vec{F} ?



Ответ: _____ .

14. На графике показана зависимость силы тока I в проводнике от времени t . Определите заряд, прошедший через проводник за $\Delta t = 40$ с с момента начала отсчета времени.



Ответ: _____ Кл.

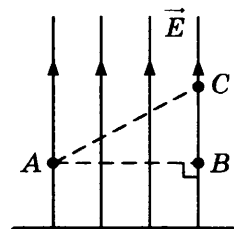
15. За $\Delta t = 6$ с магнитный поток, пронизывающий проволочную рамку, равномерно уменьшается от 12 мВб до нуля. Определите ЭДС, которая генерируется при этом в рамке.

Ответ: _____ мВ.

16. На рисунке изображены линии напряженности однородного электростатического поля, образованного равномерно заряженной протяженной горизонтальной пластиной.

Из приведенного ниже списка выберите *два* правильных утверждения и укажите их номера.

- 1) Заряд пластины отрицательный.
- 2) Потенциал электростатического поля в точке A меньше, чем в точке C .
- 3) Работа электростатического поля по перемещению точечного отрицательного заряда из точки A в точку B отрицательна.
- 4) Если в точку B поместить точечный положительный заряд, то на него со стороны пластины будет действовать сила, направленная вертикально вверх.
- 5) Напряженность электростатического поля в точках A , B и C одинакова.



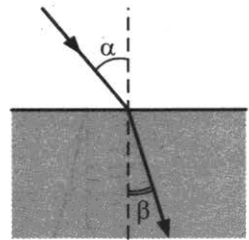
Ответ:

17. Монохроматический световой пучок входит из воздуха в воду (см. рисунок). Что происходит при переходе света из воздуха в воду с частотой электромагнитных колебаний в световой волне и скоростью их распространения?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

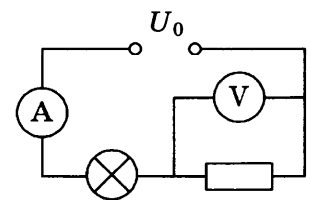
- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

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



Частота	Скорость

18. Электрическая цепь, схема которой изображена на рисунке, подключена к аккумулятору. Напряжение на его клеммах равно U_0 . Показания идеальных амперметра и вольтметра равны соответственно I и U . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать. Внутренним сопротивлением аккумулятора пренебречь.



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

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) мощность, потребляемая резистором
- Б) сопротивление резистора

ФОРМУЛЫ

- 1) $\frac{U_0 - U}{I}$
- 2) $(U_0 - U)I$
- 3) UI
- 4) $\frac{U}{I}$

Ответ:

А	Б

19. Укажите число протонов и число нейтронов в ядре изотопа фосфора $^{31}_{15}\text{P}$.

Ответ:

Число протонов	Число нейтронов

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.

20. Образец радиоактивного радия находится в закрытом сосуде, из которого откачан воздух. Ядра радия испытывают α -распад с периодом полураспада 11,4 суток. Определите число моль радия в сосуде через 22,8 суток, если образец в момент помещения в сосуд содержал $3 \cdot 10^{23}$ атомов радия.

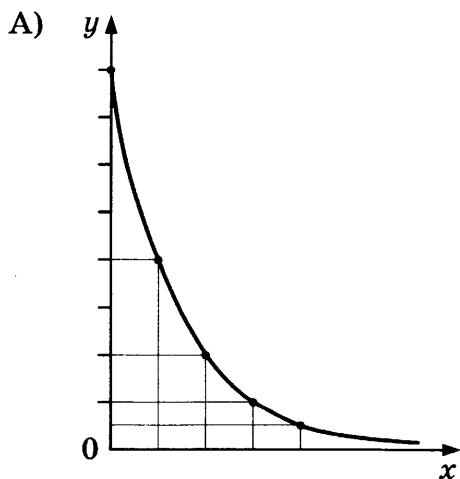
Ответ: _____ моль.

21. Установите соответствие между графиками, представленными на рисунках, и законами (зависимостями), которые они могут выражать.

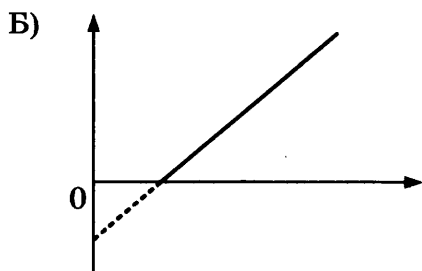
К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИК

ЗАКОН



- 1) закон Эйнштейна пропорциональности массы и энергии
- 2) закон радиоактивного распада
- 3) зависимость максимальной кинетической энергии фотоэлектронов от частоты света
- 4) зависимость энергии фотона от частоты света



Ответ:

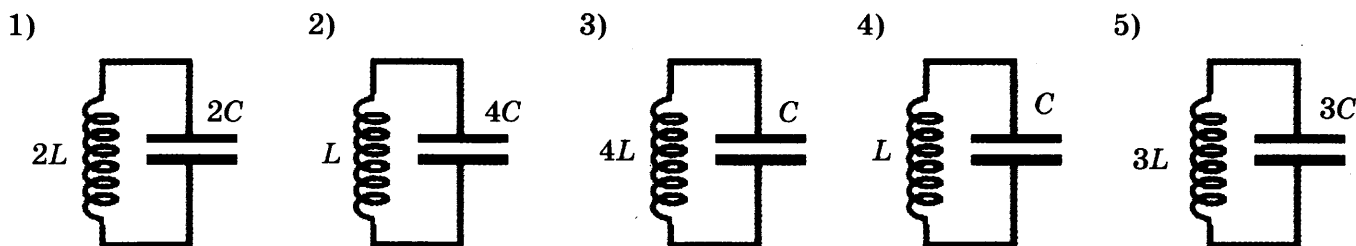
А	Б

22. Для того чтобы более точно измерить массу одной шайбы, на электронные весы положили 30 шайб. Весы показали 12 г. Погрешность весов равна $\pm 1,5$ г. Чему равна масса одной шайбы по результатам этих измерений? Запишите ответ с учетом погрешности измерений.

Ответ: (_____ \pm _____) г.

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.

23. Необходимо экспериментально изучить зависимость периода свободных электромагнитных колебаний в колебательном контуре от величины емкости конденсатора. Какие две установки следует использовать для проведения такого исследования?

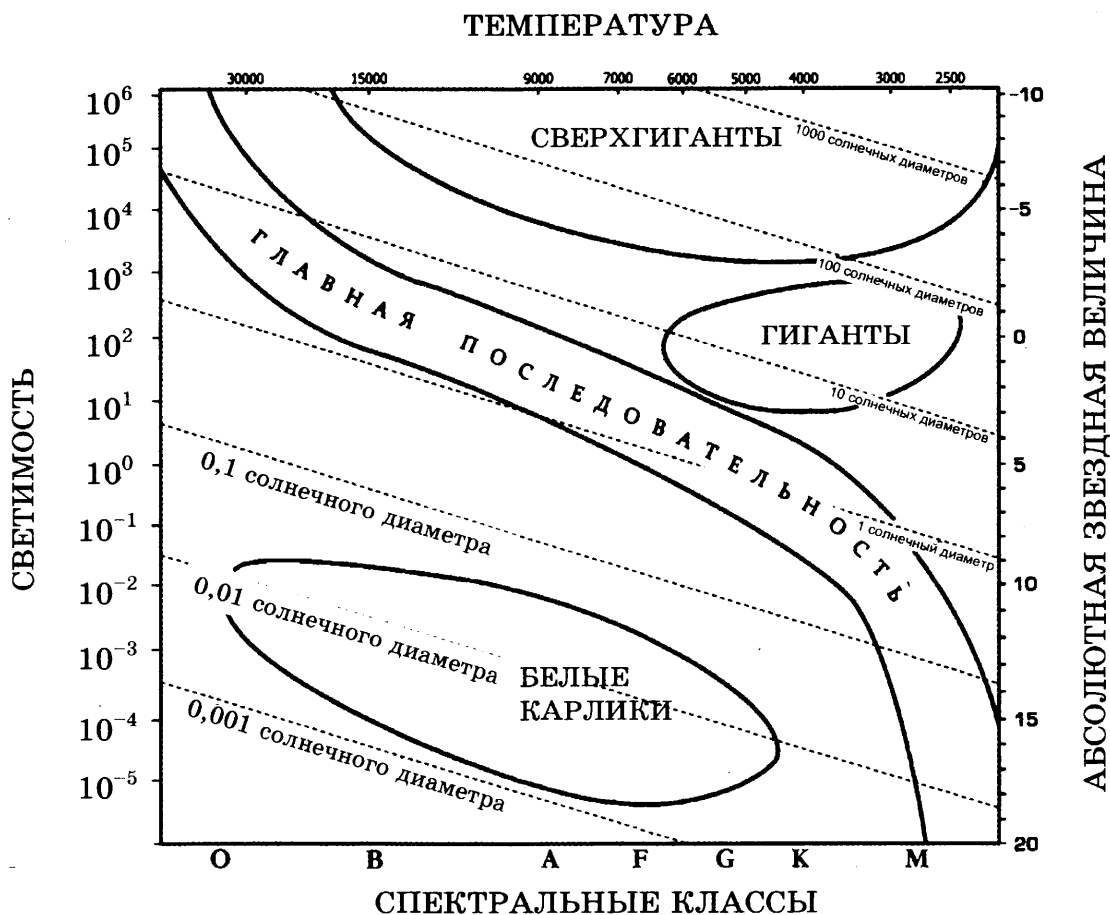


В ответ запишите номера выбранных установок.

Ответ:

--	--

24. На рисунке представлена диаграмма Герцшпрунга—Рессела.



Выберите *все верные* утверждения о звездах.

- 1) Звезда Альтаир имеет радиус $1,9R_{\odot}$, следовательно, она относится к сверхгигантам.
- 2) Температура поверхности звезд спектрального класса G ниже температуры звезд спектрального класса B.
- 3) Средняя плотность белых карликов существенно больше средней плотности звезд главной последовательности.
- 4) Звезда Антарес A имеет температуру поверхности 3300 K , следовательно, она относится к звездам спектрального класса A.
- 5) «Жизненный цикл» звезды спектрального класса K главной последовательности более длительный, чем звезды спектрального класса O главной последовательности.

Ответ: _____ .



Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы. Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.

Часть 2

Ответами к заданиям 25 и 26 является число. Это число запишите 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.

25. Температура куска свинца массой 1 кг равна 37 °С. Какое количество теплоты надо передать ему, чтобы расплавилась половина его массы? Температура плавления свинца 327 °С. Тепловыми потерями пренебречь.

Ответ: _____ Дж.

26. Пороговая чувствительность сетчатки человеческого глаза к видимому свету составляет $1,65 \cdot 10^{-18}$ Вт, при этом на сетчатку глаза ежесекундно попадает 5 фотонов. Определите, какой длине волны это соответствует.

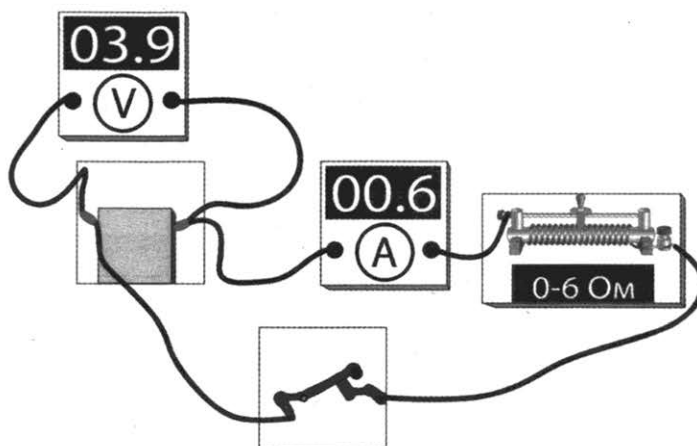
Ответ: _____ нм.



Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы. Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.

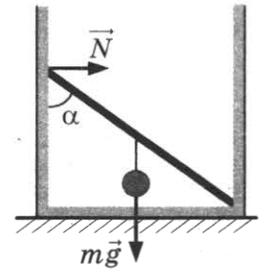
Для записи ответов на задания 27–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (27, 28 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.

27. На фотографии изображена электрическая цепь, состоящая из реостата, ключа, цифровых вольтметра, подключенного к батарее, и амперметра. Начертите принципиальную электрическую схему этой цепи. Как изменятся (увеличатся или уменьшатся) показания амперметра и вольтметра при перемещении движка реостата влево до конца? Ответ поясните, опираясь на законы электродинамики.

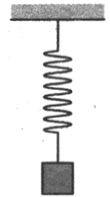


Полное правильное решение каждой из задач 28–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

28. Невесомый стержень, находящийся в ящике с гладкими дном и стенками, составляет угол 30° с вертикалью (см. рисунок). К середине стержня подвешен на нити шарик массой 5 кг. Каков модуль силы упругости \vec{N} , действующей на стержень со стороны левой стенки ящика?

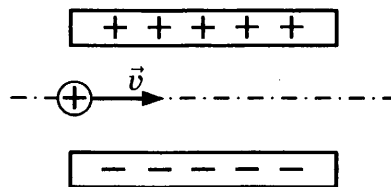


29. От груза, неподвижно висящего на невесомой пружине жесткостью $k = 400$ Н/м, отделился с начальной скоростью, равной нулю, его фрагмент, после чего оставшаяся часть груза поднялась на максимальную высоту $h = 3$ см относительно первоначального положения. Какова масса m отделившегося от груза фрагмента?

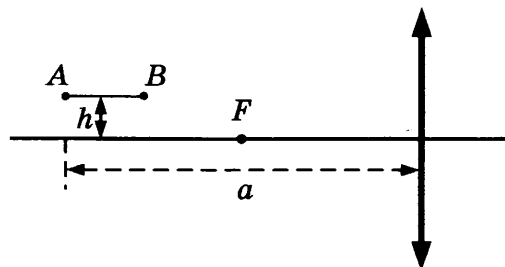


30. В теплоизолированный сосуд, в котором находится 1 кг льда при температуре -20°C , налили 0,2 кг воды при температуре 10°C . Определите массу льда в сосуде после установления теплового равновесия. Теплоемкостью сосуда и потерями тепла пренебречь.

31. Протон влетает в электрическое поле конденсатора параллельно его пластинам в точке, находящейся посередине между пластинами (см. рисунок). Найдите минимальную скорость v , с которой протон должен влететь в конденсатор, чтобы затем вылететь из него. Длина пластин конденсатора 5 см, расстояние между пластинами 1 см, напряженность электрического поля конденсатора 5000 В/м. Поле внутри конденсатора считать однородным, силой тяжести пренебречь.



32. Тонкая палочка AB длиной $l = 10$ см расположена параллельно главной оптической оси тонкой собирающей линзы на расстоянии $h = 15$ см от нее (см. рисунок). Конец A палочки располагается на расстоянии $a = 40$ см от линзы. Постройте изображение палочки в линзе и определите его длину L . Фокусное расстояние линзы $F = 20$ см.



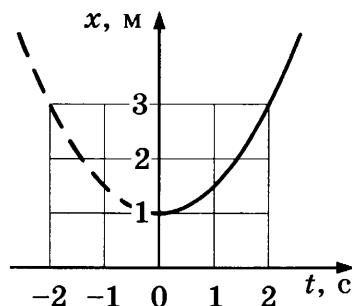
Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с номером соответствующего задания.

ВАРИАНТ 6

Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются слово, число или последовательность цифр или чисел. Ответ 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. Материальная точка движется прямолинейно с постоянным ускорением вдоль оси Ox . График зависимости ее координаты от времени $x = x(t)$ изображен на рисунке. Определите проекцию скорости этого тела в момент времени 2 секунды.



Ответ: _____ м/с.

2. Камень массой 300 г брошен под углом 60° к горизонту с начальной скоростью $v = 20$ м/с. Определите модуль силы тяжести, действующей на камень в верхней точке траектории.

Ответ: _____ Н.

3. Тело массой 0,2 кг, двигаясь по горизонтальной плоскости под действием постоянной силы 30 Н, направленной под углом 30° к горизонту, переместилось на расстояние 5 м. Какую работу при этом совершила сила тяжести?

Ответ: _____ Дж.

4. Шар плотностью 3 г/см³ и объемом 250 см³ целиком опущен в керосин. Определите архимедову силу, действующую на шар.

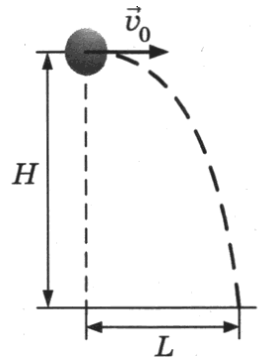
Ответ: _____ Н.

5. Ящик соскальзывает вниз по наклонной плоскости с постоянной скоростью. Система отсчета, связанная с наклонной плоскостью, является инерциальной. Из приведенного ниже списка выберите **два** правильных утверждения и укажите их номера.

- 1) Сумма всех сил, действующих на ящик, направлена в сторону движения ящика.
- 2) Полная механическая энергия ящика уменьшается.
- 3) Сила тяжести, действующая на ящик, совершает положительную работу.
- 4) Сила трения, действующая на ящик, совершает положительную работу.
- 5) Кинетическая энергия ящика увеличивается.

Ответ:

6. Шарик, брошенный горизонтально с высоты H с начальной скоростью \vec{v}_0 , за время полета t пролетел в горизонтальном направлении расстояние L (см. рисунок). Что произойдет с временем полета и ускорением шарика, если на той же установке, не меняя высоты, уменьшить начальную скорость \vec{v}_0 ? (Соппротивлением воздуха пренебречь.)



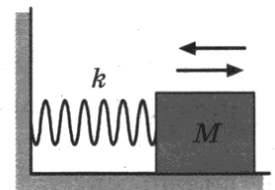
Для каждой величины определите соответствующий характер ее изменения:

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

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

Время полета шарика	Ускорение шарика

7. На гладком горизонтальном столе брусок массой M , прикрепленный к вертикальной стене пружиной жесткостью k , совершает гармонические колебания с амплитудой A (см. рисунок). Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.



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

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА

- А) амплитуда скорости груза
- Б) период колебаний груза

ФОРМУЛЫ

- 1) $A\sqrt{\frac{k}{M}}$
- 2) $2\pi\sqrt{\frac{M}{k}}$
- 3) $A\sqrt{\frac{M}{k}}$
- 4) $2\pi\sqrt{\frac{k}{M}}$

Ответ:

А	Б

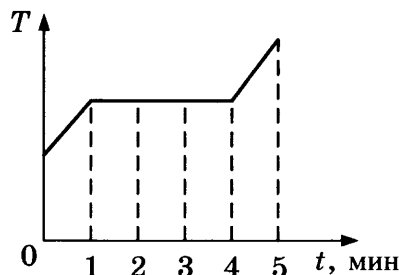
8. В сосуде содержится разреженный неон, абсолютная температура которого равна 1800 К. Концентрацию неона увеличили в 1,5 раза, при этом его давление уменьшилось в 3 раза. Определите установившуюся абсолютную температуру газа.

Ответ: _____ К.

9. 2 г гелия в ходе адиабатического процесса сжали, увеличив его внутреннюю энергию на 800 Дж. Какую работу при этом совершили внешние силы?

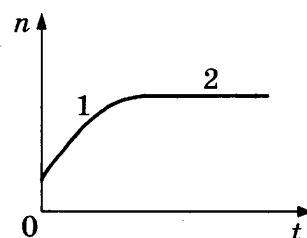
Ответ: _____ Дж.

10. В керамическую чашечку (тигель) опустили электрический термометр и насыпали мелкие кусочки свинца. После этого тигель поместили в печь. Диаграмма изменения температуры свинца с течением времени показана на рисунке. Печь при постоянном нагреве передавала свинцу в минуту в среднем количество теплоты, равное 2500 Дж. Какое количество теплоты потребовало плавление свинца?



Ответ: _____ Дж.

11. В стеклянную колбу налили немного воды и закрыли ее пробкой. Вода постепенно испарялась. На рисунке показан график изменения со временем t концентрации n молекул водяного пара внутри колбы. Температура в колбе в течение всего времени проведения опыта оставалась постоянной. В конце опыта в колбе еще оставалась вода. Какие утверждения можно считать правильными?



Из приведенного ниже списка выберите **два** правильных утверждения и укажите их номера.

- 1) На участке 1 плотность водяных паров увеличивалась.
- 2) На участке 2 давление водяных паров не менялось.
- 3) На обоих участках водяной пар ненасыщенный.
- 4) На участке 1 давление водяных паров уменьшалось.
- 5) На участке 2 плотность водяных паров уменьшалась.

Ответ:

--	--

12. Установите соответствие между физическими процессами в идеальном газе неизменной массы и формулами, которыми эти процессы можно описать (N — число частиц; p — давление; V — объем; T — абсолютная температура). К каждой позиции из первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ПРОЦЕССЫ

- А) изохорный процесс при $N = \text{const}$
 Б) изобарный процесс при $N = \text{const}$

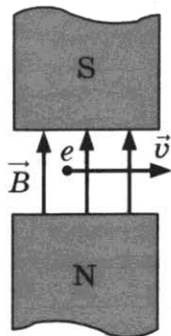
ФОРМУЛЫ

- 1) $pV = \text{const}$
- 2) $\frac{V}{T} = \text{const}$
- 3) $VT = \text{const}$
- 4) $\frac{p}{T} = \text{const}$

Ответ:

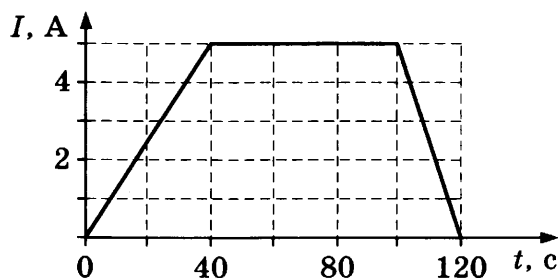
А	Б

13. Электрон e влетел в зазор между полюсами электромагнита со скоростью \vec{v} , направленной горизонтально. Вектор индукции \vec{B} магнитного поля направлен вертикально (см. рисунок). Куда направлена относительно рисунка (*вверх, вниз, влево, вправо, от наблюдателя, к наблюдателю*) действующая на электрон сила Лоренца \vec{F} ?



Ответ: _____ .

14. На графике показана зависимость силы тока I в проводнике от времени t . Определите заряд, прошедший через проводник за $\Delta t = 80$ с с момента начала отсчета времени.



Ответ: _____ Кл.

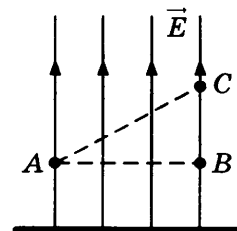
15. За $\Delta t = 6$ с магнитный поток, пронизывающий проволочную рамку, равномерно уменьшается от некоторого значения Φ до нуля. При этом в рамке генерируется ЭДС, равная 3 мВ. Определите начальный магнитный поток Φ через рамку.

Ответ: _____ мВб.

16. На рисунке изображены линии напряженности однородного электростатического поля, образованного равномерно заряженной протяженной горизонтальной пластиной.

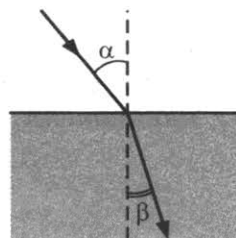
Из приведенного ниже списка выберите *два* правильных утверждения и укажите их номера.

- 1) Заряд пластины отрицательный.
- 2) Потенциал электростатического поля в точке B меньше, чем в точке C .
- 3) Работа электростатического поля по перемещению точечного отрицательного заряда из точки A в точку B равна нулю.
- 4) Если в точку A поместить точечный отрицательный заряд, то на него со стороны пластины будет действовать сила, направленная вертикально вниз.
- 5) Напряженность электростатического поля в точке A меньше, чем в точке C .



Ответ:

17. Монохроматический световой пучок входит из воздуха в воду (см. рисунок). Что происходит при переходе света из воздуха в воду с частотой и длиной волны электромагнитных колебаний в световой волне? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

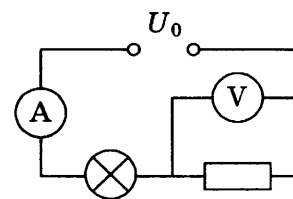


- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

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

Частота	Длина волны

18. Электрическая цепь, схема которой изображена на рисунке, подключена к аккумулятору. Напряжение на его клеммах равно U_0 . Показания идеальных амперметра и вольтметра равны соответственно I и U . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать. Внутренним сопротивлением аккумулятора пренебречь.



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

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) мощность, потребляемая лампой
- Б) сопротивление лампы

ФОРМУЛЫ

- 1) $\frac{U_0 - U}{I}$
- 2) $(U_0 - U)I$
- 3) UI
- 4) $\frac{U}{I}$

Ответ:

А	Б

19. Определите массовое число и зарядовое число ядра, которое образуется в результате бомбардировки ядер азота ${}^7_{14}\text{N}$ α -частицами, если в результате ядерной реакции также появляется один нейтрон.

Ответ:

Массовое число	Зарядовое число

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.

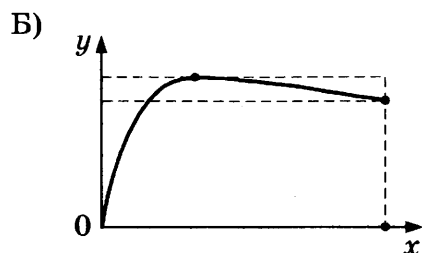
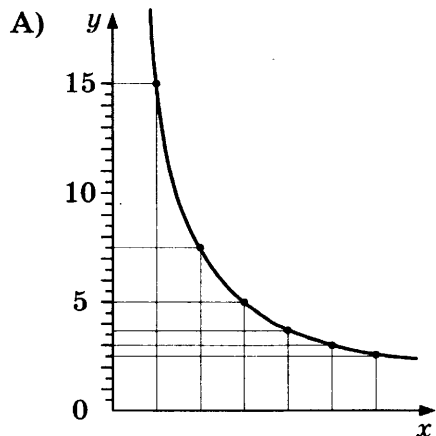
20. Образец радиоактивного радия находится в закрытом сосуде, из которого откачан воздух. Ядра радия испытывают α -распад с периодом полураспада 11,4 суток. Определите число моль гелия в сосуде через 22,8 суток, если образец в момент помещения в сосуд содержал $3 \cdot 10^{23}$ атомов радия.

Ответ: _____ моль.

21. Установите соответствие между графиками А и Б и видами зависимости, которые они могут выражать.

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

ГРАФИКИ



ВИДЫ ЗАВИСИМОСТИ

- 1) зависимость энергии фотонов от частоты
- 2) зависимость энергии фотонов от длины волны излучения
- 3) зависимость удельной энергии связи ядер от массового числа
- 4) зависимость максимальной кинетической энергии фотоэлектронов от частоты света

Ответ:

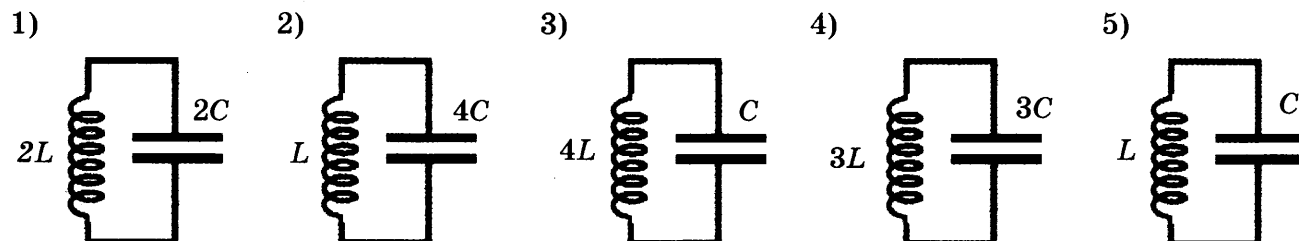
А	Б

22. Для того чтобы более точно измерить массу одного винта, на электронные весы положили 50 винтов. Весы показали 25 г. Погрешность весов равна ± 1 г. Чему равна масса одного винта по результатам этих измерений? Запишите ответ с учетом погрешности измерений.

Ответ: (_____ \pm _____) г.

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.

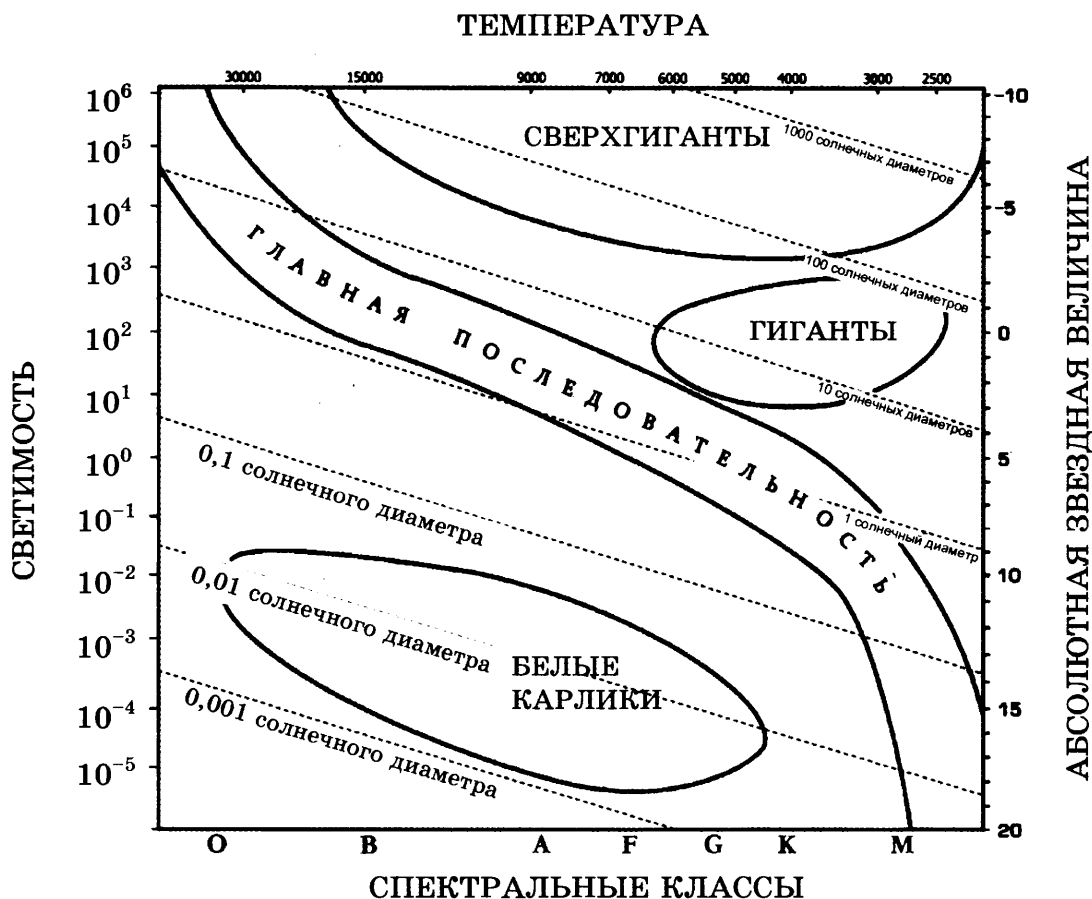
23. Необходимо экспериментально изучить зависимость частоты свободных электромагнитных колебаний в колебательном контуре от величины индуктивности катушки. Какие две установки следует использовать для проведения такого исследования?



В ответ запишите номера выбранных установок.

Ответ:

24. На рисунке представлена диаграмма Герцшпрунга—Рессела.



Выберите *все верные* утверждения о звездах.

- 1) «Жизненный цикл» звезды спектрального класса В главной последовательности более длительный, чем звезды спектрального класса G главной последовательности.
- 2) Средняя плотность сверхгигантов существенно меньше средней плотности белых карликов.
- 3) Звезда Арктур имеет температуру поверхности 4100 К, следовательно, она относится к звездам спектрального класса В.
- 4) Радиус звезды Бетельгейзе почти в 1000 раз превышает радиус Солнца, следовательно, она относится к сверхгигантам.
- 5) Температура поверхности звезд спектрального класса F ниже температуры поверхности звезд спектрального класса А.

Ответ: _____ .



Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы. Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.

Часть 2

Ответами к заданиям 25 и 26 является число. Это число запишите 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.

25. Температура куска льда массой 1 кг равна $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$. Какое количество теплоты надо передать ему, чтобы третья часть его массы расплавилась? Тепловыми потерями пренебречь.

Ответ: _____ Дж.

26. Пороговая чувствительность сетчатки человеческого глаза к видимому свету составляет $1,65 \cdot 10^{-18}$ Вт. Сколько фотонов при этом должно попадать на сетчатку глаза ежеминутно, если средняя длина волны света равна 550 нм?

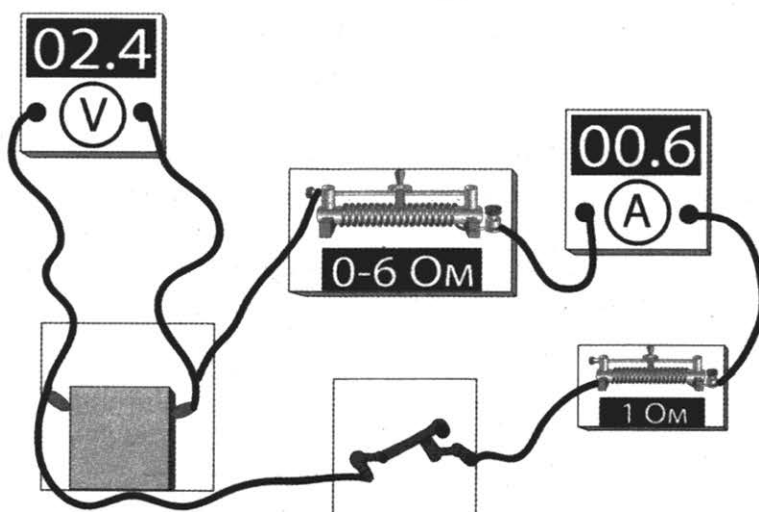
Ответ: _____ .



Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы. Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.

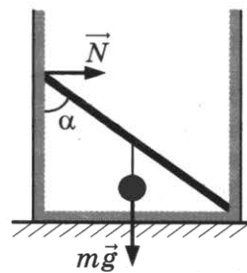
Для записи ответов на задания 27–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (27, 28 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.

27. На фотографии изображена электрическая цепь, состоящая из реостата, ключа, цифровых вольтметра, подключенного к батарее, и амперметра. Составьте принципиальную электрическую схему этой цепи. Как изменятся (увеличится или уменьшится) сила тока в цепи и напряжение на батарее при перемещении движка реостата в крайнее правое положение? Ответ поясните, опираясь на законы электродинамики.

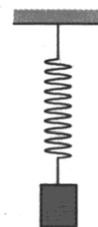


Полное правильное решение каждой из задач 28–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

28. Невесомый стержень, находящийся в ящике с гладкими дном и стенками, составляет угол 45° с вертикалью (см. рисунок). К середине стержня подвешен на нити шарик массой 1 кг. Каков модуль силы упругости \vec{N} , действующей на стержень со стороны левой стенки ящика?

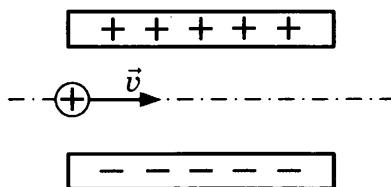


29. От груза, неподвижно висящего на невесомой пружине жесткостью k , отделился с начальной скоростью, равной нулю, его фрагмент массой $m = 0,6$ кг. После этого оставшаяся часть груза поднялась на максимальную высоту $h = 3$ см относительно первоначального положения. Какова жесткость пружины?

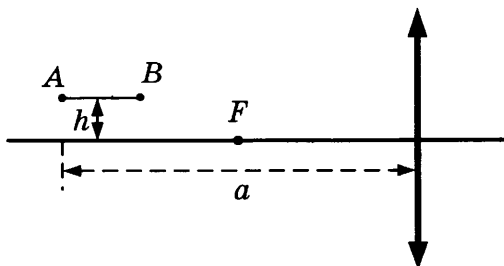


30. В калориметре находится 1 кг льда при температуре -5°C . Какую массу воды, имеющей температуру 20°C , нужно добавить в калориметр, чтобы температура его содержимого после установления теплового равновесия оказалась -2°C ? Теплообменом с окружающей средой и теплоемкостью калориметра пренебречь.

31. Пылинка, имеющая массу $m = 10^{-10}$ кг и заряд $q = 5 \cdot 10^{-9}$ Кл, влетает в электрическое поле конденсатора параллельно его пластинам в точке, находящейся посередине между пластинами (см. рисунок). Минимальная скорость, с которой пылинка должна влететь в конденсатор, чтобы затем вылететь из него, $v = 250$ м/с. Расстояние между пластинами конденсатора $d = 1$ см; напряженность электрического поля конденсатора $E = 5000$ В/м. Чему равна длина l пластин конденсатора? Поле внутри конденсатора считать однородным, силой тяжести пренебречь. Считать, что конденсатор находится в вакууме.



32. Тонкая палочка AB длиной $l = 10$ см расположена параллельно главной оптической оси тонкой собирающей линзы на расстоянии h от нее (см. рисунок). Конеч A палочки располагается на расстоянии $a = 40$ см от линзы. Длина изображения палочки в линзе $L = 25$ см. Постройте изображение палочки в линзе и определите расстояние h . Фокусное расстояние линзы $F = 20$ см.



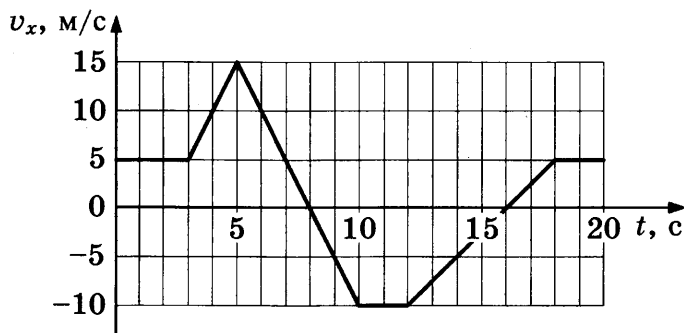
Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с номером соответствующего задания.

ВАРИАНТ 7

Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются слово, число или последовательность цифр или чисел. Ответ 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 v_x от времени t .



Определите путь, пройденный телом в интервале времени от 5 до 10 с.

Ответ: _____ м.

2. Стальные санки массой 8 кг скользят по горизонтальной дороге. Определите силу трения, действующую на санки, если коэффициент трения скольжения стали по льду равен 0,05.

Ответ: _____ Н.

3. Шарик массой 200 г падает с высоты 10 м с нулевой начальной скоростью. К моменту падения на землю потеря полной механической энергии за счет сопротивления воздуха составила 5%. Какова кинетическая энергия шарика в этот момент?

Ответ: _____ Дж.

4. В сосуд высотой 25 см налита вода, уровень которой ниже края сосуда на 2 см. Чему равна сила давления воды на дно сосуда, если площадь дна 0,01 м²? Атмосферное давление не учитывать.

Ответ: _____ Н.

5. Мальчик поднимает вверх гирю массой 10 кг, действуя на нее постоянной силой 120 Н, направленной вертикально вверх. Из приведенного ниже списка выберите **два** правильных утверждения и укажите их номера.

- 1) Вес гири равен 80 Н и направлен вниз.
- 2) Гирия действует на руку мальчика с силой 120 Н, направленной вверх.
- 3) Равнодействующая сил, действующих на гирию, равна 20 Н и направлена вверх.
- 4) Ускорение гири равно 2 м/с².
- 5) Если мальчик приложит к гире вертикальную силу 103 Н, он не сможет ее поднять.

Ответ:

6. В результате перехода с одной круговой орбиты на другую скорость движения искусственного спутника Земли уменьшается. Как изменяются в результате этого перехода центростремительное ускорение спутника и период его обращения вокруг Земли?

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.

Центростремительное ускорение	Период обращения вокруг Земли

7. Тело массой 200 г, прикрепленное к пружине, совершает свободные гармонические колебания вдоль горизонтальной оси Ox , при этом его координата изменяется во времени в соответствии с законом $x(t) = 0,03 \cdot \cos(10t)$ (все величины выражены в СИ).

Установите соответствие между физическими величинами и формулами, выражающими их зависимости от времени.

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

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) потенциальная энергия пружины $E_{\text{п}}(t)$
- Б) импульс тела $p_x(t)$

ФОРМУЛЫ

- 1) $0,6 \sin^2(10t)$
- 2) $9 \cdot 10^{-3} \cos^2(10t)$
- 3) $-0,06 \sin(10t)$
- 4) $0,09 \cos(20t)$

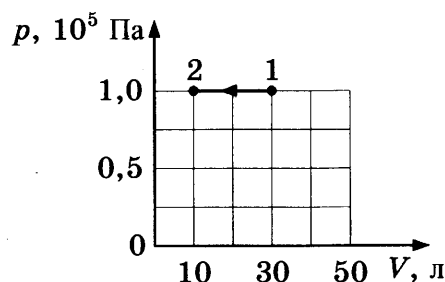
Ответ:

А	Б

8. Температура аргона увеличилась с 27 °С до 327 °С. Во сколько раз увеличилась средняя кинетическая энергия теплового движения его молекул?

Ответ: в _____ раз(а).

9. Идеальный одноатомный газ массой 25 г участвует в процессе 1–2, график которого показан на рисунке. Какую работу совершили над газом внешние силы в этом процессе?

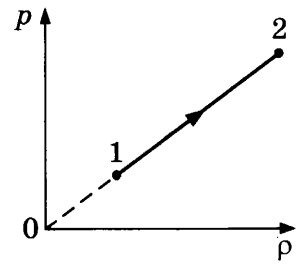


Ответ: _____ кДж.

10. Относительная влажность воздуха в герметичном сосуде при температуре 373 К равна 60%. Какое давление на стенки сосуда оказывают водяные пары?

Ответ: _____ кПа.

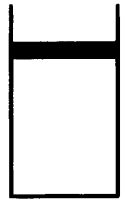
11. При переводе идеального газа из состояния 1 в состояние 2 давление газа p пропорционально его плотности ρ . Масса газа в процессе остается постоянной. Из приведенного ниже списка выберите **два** правильных утверждения, характеризующих процесс 1–2, и укажите их номера.



- 1) Средняя кинетическая энергия теплового движения молекул газа уменьшается.
- 2) Концентрация молекул газа увеличивается.
- 3) Абсолютная температура газа остается неизменной.
- 4) Происходит изотермическое расширение газа.
- 5) Среднеквадратичная скорость теплового движения молекул газа увеличивается.

Ответ:

12. В цилиндрическом сосуде под поршнем находится газ. Поршень может перемещаться в сосуде без трения. Из сосуда медленно выпускается половина массы газа при неизменной температуре. Как изменятся в результате этого объем газа и сила, действующая на поршень со стороны газа?



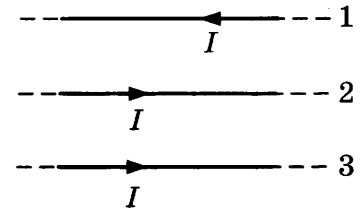
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Объем газа	Сила, действующая на поршень со стороны газа

13. Как направлена относительно рисунка (*вверх, вниз, влево, вправо, от наблюдателя, к наблюдателю*) сила Ампера, действующая на проводник № 1 со стороны двух других (см. рисунок), если все проводники тонкие, длинные, прямые, лежат в одной плоскости, параллельны друг другу и расстояния между соседними проводниками одинаковы? (I — сила тока.)



Ответ: _____ .

14. С какой силой взаимодействуют в вакууме два маленьких заряженных шарика, находящихся на расстоянии 1,5 м друг от друга? Заряд каждого шарика $4 \cdot 10^{-8}$ Кл.

Ответ: _____ мкН.

15. Чему равна индуктивность катушки, если при силе тока 5 А энергия ее магнитного поля равна 0,01 Дж?

Ответ: _____ мГн.

16. Точечный источник света находится в емкости с жидкостью и опускается вертикально вниз от поверхности жидкости. При этом на поверхности жидкости возникает пятно, образованное лучами света, выходящими из жидкости в воздух. Глубина погружения источника (расстояние от поверхности жидкости до источника света), измеренная через равные промежутки времени, а также соответствующий диаметр светлого пятна пред-

ставлены в таблице. Погрешность измерения глубины погружения и радиуса пятна составила 1 см. Выберите два верных утверждения на основании данных, приведенных в таблице.

Глубина погружения, см	10	20	30	40	50	60	70
Диаметр пятна, см	20	40	60	80	100	120	140

- 1) Показатель преломления жидкости больше 1,5.
- 2) Конечный диаметр пятна на поверхности обусловлен интерференцией света в жидкости.
- 3) Конечный диаметр пятна на поверхности обусловлен явлением полного внутреннего отражения.
- 4) Граница пятна движется с ускорением.
- 5) Угол полного внутреннего отражения равен 45° .

Ответ:

17. α -частица движется по окружности в однородном магнитном поле между полюсами магнита под действием силы Лоренца. После замены магнита по таким же траекториям стали двигаться протоны, обладающие той же скоростью. Как изменились индукция магнитного поля и модуль силы Лоренца?

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.

Индукция магнитного поля	Модуль силы Лоренца

18. Идеальный колебательный контур состоит из конденсатора емкостью C и катушки индуктивностью L . При свободных электромагнитных колебаниях, происходящих в этом контуре, максимальная сила тока, протекающего через катушку индуктивности, равна I . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

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

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) максимальный заряд пластины конденсатора
- Б) максимальная энергия электрического поля конденсатора

ФОРМУЛЫ

- 1) $\frac{CI^2}{2}$
- 2) $\frac{I}{\sqrt{LC}}$
- 3) $\frac{LI^2}{2}$
- 4) $I\sqrt{LC}$

Ответ:

А	Б

19. В результате реакции синтеза ${}^2_1\text{H} + {}^9_4\text{Be} \longrightarrow {}^A_Z\text{X} + {}^1_0\text{n}$ образуется ядро химического элемента ${}^A_Z\text{X}$. Укажите массовое и зарядовое число ядра этого химического элемента.

Ответ:

Массовое число A	Зарядовое число Z

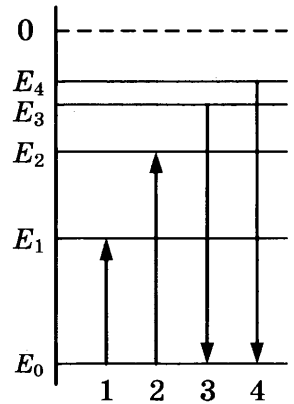
В бланк ответов № 1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.

20. Частота красного света в 2 раза меньше частоты фиолетового света. Во сколько раз энергия фотона красного света меньше энергии фотона фиолетового света?

Ответ: в _____ раз(а).

21. На рисунке изображена упрощенная диаграмма нижних энергетических уровней атома. Нумерованными стрелками отмечены некоторые возможные переходы атома между этими уровнями. Какие из этих четырех переходов связаны с поглощением кванта света с наименьшей энергией и излучением кванта света наименьшей длины волны?

Установите соответствие между процессами поглощения и испускания света и стрелками, указывающими энергетические переходы атома. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



ПРОЦЕСС	ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПЕРЕХОД
А) поглощение кванта света с наименьшей энергией	1) 1
Б) излучение света наименьшей длины волны	2) 2
	3) 3
	4) 4

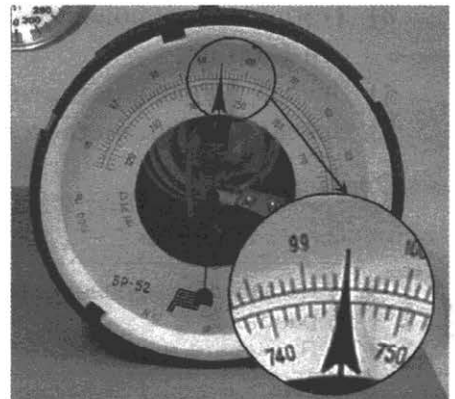
Ответ:

А	Б

22. С помощью барометра проводились измерения атмосферного давления. Верхняя шкала барометра проградуирована в килопаскалях (кПа), а нижняя шкала — в миллиметрах ртутного столба (мм рт. ст.). Погрешность измерений давления равна цене деления шкалы барометра. Чему равно атмосферное давление по результатам этих измерений, измеренное в мм рт. ст.?

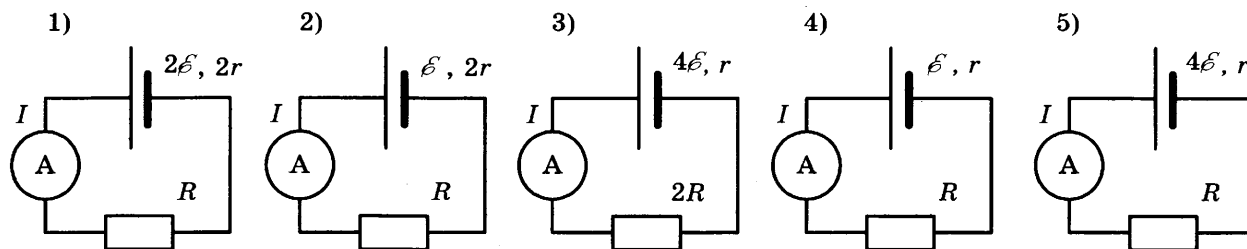
Запишите в ответ показания барометра с учетом погрешности измерений.

Ответ: (_____ ± _____) мм рт. ст.



В бланк ответов № 1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.

23. Ученик изучает закон Ома для полной цепи. В его распоряжении имеются пять установок, состоящих из источников с различными ЭДС и внутренними сопротивлениями, резисторов разного сопротивления и амперметра. Какие две установки необходимо использовать ученику для того, чтобы на опыте обнаружить зависимость силы тока от внешнего сопротивления цепи?



В ответ запишите номера выбранных установок.

Ответ:

24. Рассмотрите таблицу, содержащую сведения о ярких звездах.

Наименование звезды	Температура, К	Масса (в массах Солнца)	Радиус (в радиусах Солнца)	Созвездие
Менкалинан (β Возничего А)	9350	2,7	2,4	Возничий
Денеб	8550	21	210	Лебедь
Садр	6500	12	255	Лебедь
Бетельгейзе	3100	20	900	Орион
Ригель	11 200	40	138	Орион
Альдебаран	3500	5	45	Телец
Эль-Нат	14 000	5	4,2	Телец

Выберите **все верные** утверждения, которые соответствуют характеристикам звезд.

- 1) Звезды Бетельгейзе и Ригель относятся к одному созвездию, следовательно, они находятся на одинаковом расстоянии от Солнца.
- 2) Звезда Денеб относится к звездам главной последовательности на диаграмме Герцшпрунга—Рессела.
- 3) Температура поверхности звезды Менкалинан почти в 1,5 раза ниже, чем поверхности Солнца.
- 4) Звезда Альдебаран относится к звездам спектрального класса К.
- 5) Звезда Ригель является сверхгигантом.

Ответ: _____ .



Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы. Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.

Часть 2

Ответами к заданиям 25 и 26 является число. Это число запишите 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.

25. В калориметре находятся в тепловом равновесии 50 г воды и 5 г льда. Какой должна быть минимальная масса болта, имеющего удельную теплоемкость 500 Дж/(кг · К) и температуру 339 К, чтобы после опускания его в калориметр весь лед растаял? Тепловыми потерями пренебречь.

Ответ: _____ г.

26. Предмет находится на расстоянии $d = 5$ см от тонкой собирающей линзы с фокусным расстоянием $F = 4$ см. Определите увеличение предмета, даваемое линзой.

Ответ: _____ .



Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы. Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.

Для записи ответов на задания 27–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (27, 28 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.

27. В опыте по изучению фотоэффекта катод освещается желтым светом, в результате чего в цепи возникает ток (рис. 1). Зависимость показаний амперметра I от напряжения U между анодом и катодом приведена на рис. 2. Используя законы фотоэффекта и предполагая, что отношение числа фотоэлектронов к числу поглощенных фотонов не зависит от частоты света, объясните, как изменится представленная зависимость $I(U)$, если освещать катод зеленым светом, оставив мощность поглощенного катодом света неизменной.

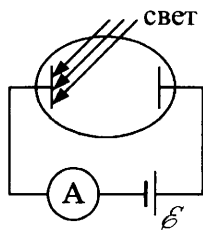


Рис. 1

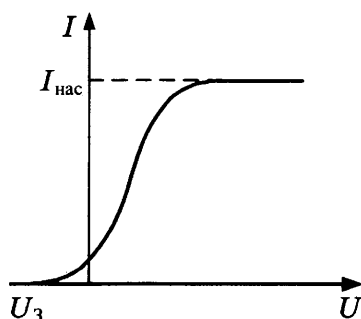
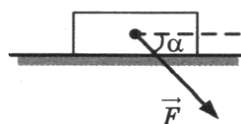


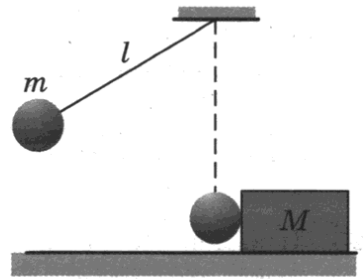
Рис. 2

Полное правильное решение каждой из задач 28–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

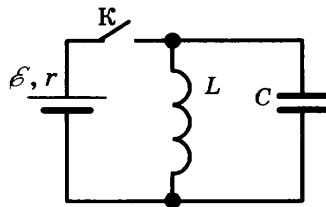
28. Брусок массой 0,5 кг движется по горизонтальной плоскости прямолинейно с постоянным ускорением 1 м/с^2 под действием постоянной силы \vec{F} , равной 2 Н и направленной вниз под углом 30° к горизонту (см. рисунок). Определите коэффициент трения бруска о плоскость.



29. Маленький шарик массой $m = 0,3$ кг подвешен на легкой нерастяжимой нити длиной $l = 0,9$ м, которая разрывается при силе натяжения $T_0 = 6$ Н. Шарик отведен от положения равновесия (оно показано на рисунке пунктиром) и отпущен. Когда шарик проходит положение равновесия, нить обрывается, и шарик тут же абсолютно неупруго сталкивается с бруском массой $M = 1,5$ кг, лежащим неподвижно на гладкой горизонтальной поверхности стола. Какова скорость u бруска после удара? Считать, что брусок после удара движется поступательно.



30. Давление влажного воздуха в сосуде под поршнем при температуре $t = 100$ °С равно $p_1 = 1,8 \cdot 10^5$ Па. Объем под поршнем изотермически уменьшили в $k = 4$ раза. При этом давление в сосуде увеличилось в $n = 3$ раза. Найдите относительную влажность φ воздуха в первоначальном состоянии. Утечкой вещества из сосуда пренебречь.
31. Электрическая цепь состоит из источника тока и реостата. ЭДС источника $\mathcal{E} = 6$ В. Максимальная мощность тока P_{\max} , выделяемая на реостате, достигается при промежуточном значении его сопротивления и равна 4,5 Вт. Чему равно внутреннее сопротивление источника?
32. В электрической цепи, показанной на рисунке, ключ К длительное время замкнут, $\mathcal{E} = 6$ В, $r = 2$ Ом, $L = 1$ мГн. В момент $t = 0$ ключ К размыкают. Амплитуда напряжения на конденсаторе в ходе возникших в контуре электромагнитных колебаний равна ЭДС источника. В какой момент времени напряжение на конденсаторе в первый раз достигнет значения \mathcal{E} ? Сопротивлением проводов и активным сопротивлением катушки индуктивности пренебречь.



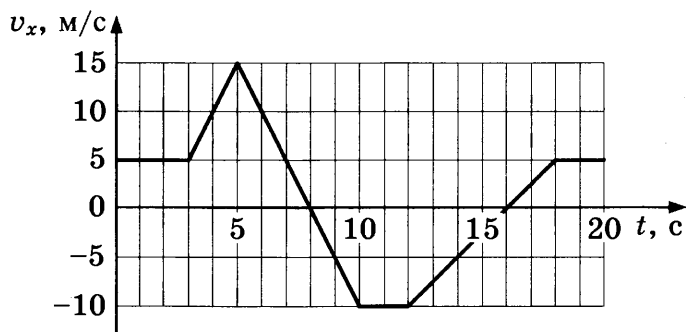
Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с номером соответствующего задания.

ВАРИАНТ 8

Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются слово, число или последовательность цифр или чисел. Ответ 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 v_x от времени t .



Определите путь, пройденный телом в интервале времени от 10 до 20 с.

Ответ: _____ м.

2. Сила трения, действующая на скользящие по горизонтальной дороге стальные санки массой 8 кг, равна 3,2 Н. Каков коэффициент трения скольжения стали по льду?

Ответ: _____ .

3. Мячик массой 100 г падает с некоторой высоты с нулевой начальной скоростью. К моменту падения на землю его кинетическая энергия равна 17 Дж. С какой высоты падал мячик, если потеря полной механической энергии за счет сопротивления воздуха составила 15%?

Ответ: _____ м.

4. В сосуд высотой 25 см налита вода, уровень которой ниже края сосуда на 2 см. Чему равно давление воды на дно сосуда, если площадь дна $0,01 \text{ м}^2$? Атмосферное давление не учитывать.

Ответ: _____ Па.

5. Мальчик поднимает вверх гирю массой 10 кг, действуя на нее постоянной силой 120 Н, направленной вертикально вверх. Из приведенного ниже списка выберите **два** правильных утверждения.

- 1) Вес гири равен 120 Н и направлен вниз.
- 2) Гирия действует на руку мальчика с силой 120 Н, направленной вниз.
- 3) Равнодействующая сил, действующих на гирию, равна 20 Н и направлена вниз.
- 4) Ускорение гири равно 10 м/с^2 .
- 5) Если мальчик приложит к гире вертикальную силу 101 Н, он не сможет ее поднять.

Ответ:

6. При переходе с одной круговой орбиты на другую скорость движения искусственного спутника Земли увеличивается. Как изменяются в результате этого перехода радиус орбиты спутника и его потенциальная 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.

Радиус орбиты	Потенциальная энергия

7. Тело массой 200 г совершает гармонические колебания вдоль оси Ox , при этом его координата изменяется во времени в соответствии с законом $x(t) = 0,03 \cdot \cos(10t)$ (все величины выражены в СИ).

Установите соответствие между физическими величинами и формулами, выражающими их зависимости от времени.

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

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) кинетическая энергия тела $E_K(t)$
- Б) ускорение тела $a_x(t)$

ФОРМУЛЫ

- 1) $9 \cdot 10^{-3} \sin^2(10t)$
- 2) $0,6 \cos^2(10t)$
- 3) $-0,06 \sin(10t)$
- 4) $-3 \cos(10t)$

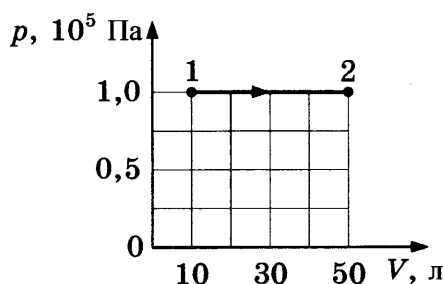
Ответ:

А	Б

8. Температура гелия уменьшилась с 127 °С до -23 °С. Во сколько раз уменьшилась средняя кинетическая энергия теплового движения его молекул?

Ответ: в _____ раз(а).

9. Идеальный одноатомный газ массой 10 г участвует в процессе 1–2, график которого показан на рисунке. Какую работу совершил газ в этом процессе?

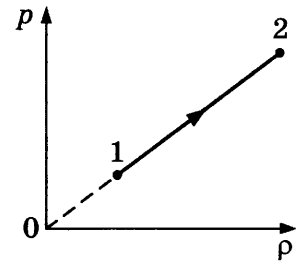


Ответ: _____ кДж.

10. Относительная влажность воздуха в герметичном сосуде при температуре 100 °С равна 40%. Какое давление на стенки сосуда оказывают водяные пары?

Ответ: _____ кПа.

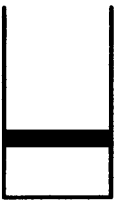
11. При переводе идеального газа из состояния 1 в состояние 2 давление газа p пропорционально его плотности ρ . Масса газа в процессе остается постоянной. Из приведенного ниже списка выберите **два** правильных утверждения, характеризующие процесс 1–2, и укажите их номера.



- 1) Средняя кинетическая энергия теплового движения молекул газа уменьшается.
- 2) Концентрация молекул газа уменьшается.
- 3) Абсолютная температура газа остается неизменной.
- 4) Происходит изотермическое сжатие газа.
- 5) Среднеквадратная скорость теплового движения молекул газа увеличивается.

Ответ:

12. В цилиндрическом сосуде под поршнем находится газ. Поршень не закреплен и может перемещаться в сосуде без трения (см. рисунок). В сосуд закачивается еще такое же количество газа при неизменной температуре. Как изменится в результате этого давление газа и концентрация его молекул?



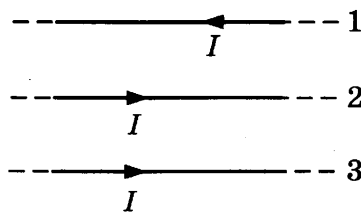
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Давление газа	Концентрация молекул газа

13. Как направлена относительно рисунка (*вверх, вниз, влево, вправо, от наблюдателя, к наблюдателю*) сила Ампера, действующая на проводник № 2 со стороны двух других (см. рисунок), если все проводники тонкие, длинные, прямые, лежат в одной плоскости, параллельны друг другу и расстояния между соседними проводниками одинаковы? (I — сила тока.)



Ответ: _____ .

14. На каком расстоянии необходимо расположить в вакууме два заряженных шарика, чтобы сила их электростатического взаимодействия была равна 40 мкН? Заряд каждого шарика 0,2 мкКл.

Ответ: _____ м.

15. Определите энергию магнитного поля катушки индуктивностью $2 \cdot 10^{-4}$ Гн при силе тока в ней 5 А.

Ответ: _____ мДж.

16. Точечный источник света находится в емкости с жидкостью и опускается вертикально вниз от поверхности жидкости. При этом на поверхности жидкости возникает пятно, образованное лучами света, выходящими из жидкости в воздух. Глубина погружения источника (расстояние от поверхности жидкости до источника света), измеренная через равные промежутки времени, а также соответствующий радиус светлого пятна представлены в таблице. Погрешность измерения глубины погружения и радиуса пятна составила 1 см. Выберите *два* верных утверждения на основании данных, приведенных в таблице.

Глубина погружения, см	10	20	30	40	50	60	70
Радиус пятна, см	12	24	36	48	60	72	84

- 1) Показатель преломления жидкости меньше 1,5.
- 2) Конечный радиус пятна на поверхности обусловлен дисперсией света в жидкости.
- 3) Конечный радиус пятна на поверхности обусловлен явлением полного внутреннего отражения.
- 4) Граница пятна движется с ускорением.
- 5) Угол полного внутреннего отражения меньше 45° .

Ответ:

17. α -частица движется по окружности в однородном магнитном поле между полюсами магнита под действием силы Лоренца. После замены магнита по таким же траекториям стали двигаться протоны, обладающие той же скоростью. Как изменились центростремительное ускорение и период их обращения?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Центростремительное ускорение	Период обращения

18. Идеальный колебательный контур состоит из конденсатора емкостью C и катушки индуктивностью L . При свободных электромагнитных колебаниях, происходящих в этом контуре, максимальный заряд конденсатора равен Q . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

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

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) максимальная сила тока, протекающего через катушку
- Б) максимальная энергия магнитного поля катушки

ФОРМУЛЫ

- 1) $\frac{Q^2}{2C}$
- 2) $\frac{Q}{\sqrt{LC}}$
- 3) $\frac{CQ^2}{2}$
- 4) $Q\sqrt{LC}$

Ответ:

А	Б

19. В результате реакции синтеза ${}^A_Z X + {}^9_4\text{Be} \longrightarrow {}^{10}_5\text{B} + {}^1_0n$ образуются ядро бора и нейтрон. Укажите массовое и зарядовое число ядра неизвестной частицы.

Ответ:

Массовое число A	Зарядовое число Z

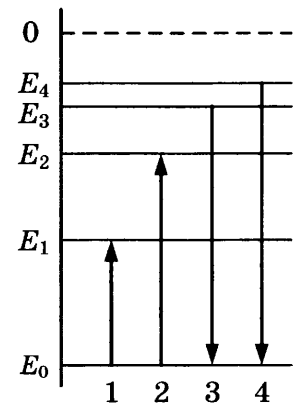
В бланк ответов № 1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.

20. Длина волны красного света в 2 раза больше длины волны фиолетового света. Во сколько раз импульс фотона красного света меньше импульса фотона фиолетового света?

Ответ: в _____ раз(а).

21. На рисунке изображена упрощенная диаграмма нижних энергетических уровней атома. Нумерованными стрелками отмечены некоторые возможные переходы атома между этими уровнями. Какие из этих переходов связаны с поглощением кванта света наименьшей длины волны и излучением кванта света с наибольшей энергией?

Установите соответствие между процессами поглощения и испускания света и стрелками, указывающими энергетические переходы атома. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



ПРОЦЕСС

- А) поглощение кванта света с наименьшей длиной волны
 Б) излучение кванта света с наибольшей энергией

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПЕРЕХОД

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

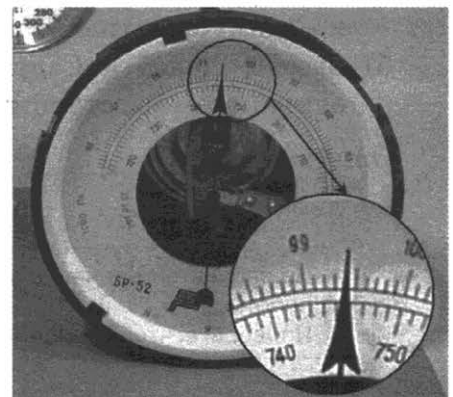
Ответ:

А	Б

22. С помощью барометра проводились измерения атмосферного давления. Верхняя шкала барометра проградуирована в килопаскалях (кПа), а нижняя шкала — в миллиметрах ртутного столба (мм рт. ст.). Погрешность измерений давления равна половине цены деления шкалы барометра. Чему равно атмосферное давление по результатам этих измерений, измеренное в кПа?

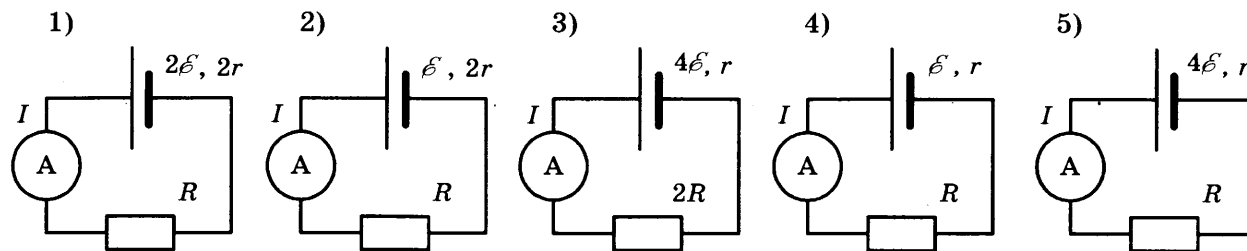
Запишите в ответ показания барометра с учетом погрешности измерений.

Ответ: (_____ ± _____) кПа.



В бланк ответов № 1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.

23. Ученик изучает закон Ома для полной цепи. В его распоряжении имеются пять установок, состоящих из источников с различными ЭДС и внутренними сопротивлениями, резисторов разного сопротивления и амперметра. Какие две установки необходимо использовать ученику для того, чтобы на опыте обнаружить зависимость силы тока от внутреннего сопротивления источника?



В ответ запишите номера выбранных опытов.

Ответ:

24. Рассмотрите таблицу, содержащую сведения о ярких звездах.

Наименование звезды	Температура, К	Масса (в массах Солнца)	Радиус (в радиусах Солнца)	Созвездие
Менкалинан (β Возничего А)	9350	2,7	2,4	Возничий
Денеб	8550	21	210	Лебедь
Садр	6500	12	255	Лебедь
Бетельгейзе	3100	20	900	Орион
Ригель	11 200	40	138	Орион
Альдебаран	3500	5	45	Телец
Эль-Нат	14 000	5	4,2	Телец

Выберите *все верные* утверждения, которые соответствуют характеристикам звезд.

- 1) Звезда Бетельгейзе относится к красным звездам спектрального класса М.
- 2) Звезда Ригель является сверхгигантом.
- 3) Температура поверхности звезды Менкалинан почти в 1,5 раза ниже, чем температура поверхности Солнца.
- 4) Звезды Альдебаран и Эль-Нат имеют одинаковую массу, следовательно, относятся к одному спектральному классу.
- 5) Звезды Денеб и Садр относятся к одному созвездию, следовательно, находятся на одинаковом расстоянии от Земли.

Ответ: _____ .



Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы. Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.

Часть 2

Ответами к заданиям 25 и 26 является число. Это число запишите 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.

25. В калориметре находятся в тепловом равновесии 100 г воды и 15 г льда. Какой должна быть минимальная начальная температура алюминиевого шарика массой 50 г, чтобы после опускания его в калориметр весь лед растаял? Тепловыми потерями пренебречь.

Ответ: _____ °С.

26. Предмет находится на расстоянии $d = 5$ см от тонкой собирающей линзы с оптической силой $D = 25$ дптр. На каком расстоянии от линзы находится изображение предмета?

Ответ: _____ см.



Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы. Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.

Для записи ответов на задания 27–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (27, 28 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.

27. В опыте по изучению фотоэффекта катод освещается синим светом, в результате чего в цепи возникает ток (рис. 1). Зависимость показаний амперметра I от напряжения U между анодом и катодом приведена на рис. 2. Затем катод стали освещать зеленым светом, и при этом продолжал наблюдаться фотоэффект. Используя законы фотоэффекта и предполагая, что отношение числа фотоэлектронов к числу поглощенных фотонов не зависит от частоты света, объясните, как изменится представленная зависимость $I(U)$ при освещении катода зеленым светом и неизменной мощности поглощенного катодом света.

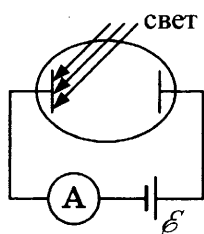


Рис. 1

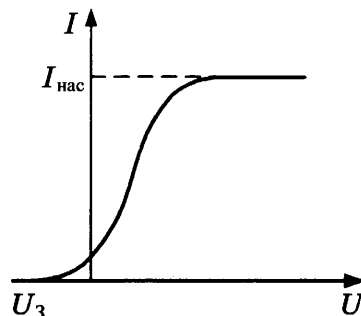
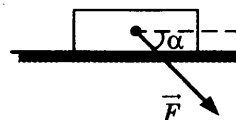


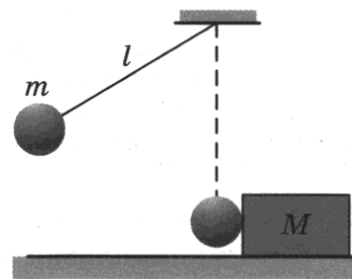
Рис. 2

Полное правильное решение каждой из задач 28–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

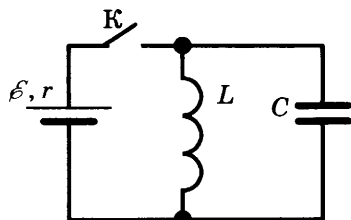
28. Брусок движется по горизонтальной плоскости прямолинейно с постоянным ускорением 1 м/с^2 под действием постоянной силы \vec{F} , направленной вниз под углом 30° к горизонту (см. рисунок). Какова масса бруска, если коэффициент трения бруска о плоскость равен $0,2$, а $F = 2,7 \text{ Н}$?



29. Маленький шарик массой $m = 0,3$ кг подвешен на легкой нерастяжимой нити длиной $l = 0,9$ м, которая разрывается при силе натяжения $T_0 = 6$ Н. Шарик отведен от положения равновесия (оно показано на рисунке пунктиром) и отпущен. Когда шарик проходит положение равновесия, нить обрывается, и шарик тут же абсолютно неупруго сталкивается с бруском массой M , лежащим неподвижно на гладкой горизонтальной поверхности стола. Определите массу бруска M , если после удара он приобретает скорость $u = 0,5$ м/с. Считать, что брусок после удара движется поступательно.



30. Давление влажного воздуха в сосуде под поршнем при температуре $t = 100$ °С равно $p_1 = 1,7 \cdot 10^5$ Па. Объем под поршнем изотермически уменьшили в $k = 3$ раза. При этом давление в сосуде увеличилось в $n = 2$ раза. Найдите относительную влажность φ воздуха в первоначальном состоянии. Утечкой вещества из сосуда пренебречь.
31. Электрическая цепь состоит из источника тока с конечным внутренним сопротивлением и реостата. Сопротивление реостата можно изменять в пределах от 1 Ом до 5 Ом. Максимальная мощность тока P_{\max} , выделяющаяся на реостате, равна 4,5 Вт и достигается при сопротивлении реостата $R = 2$ Ом. Какова ЭДС источника?
32. В электрической цепи, показанной на рисунке, ключ K длительное время замкнут, $\mathcal{E} = 6$ В, $r = 2$ Ом, индуктивность катушки L . В момент $t = 0$ ключ K размыкают. Амплитуда напряжения на конденсаторе в ходе возникших в контуре электромагнитных колебаний равна ЭДС источника. Определите индуктивность катушки L , если напряжение на конденсаторе в первый раз достигает значения \mathcal{E} через промежуток времени $\tau = 0,785$ мс. Сопротивлением проводов и активным сопротивлением катушки индуктивности пренебречь.



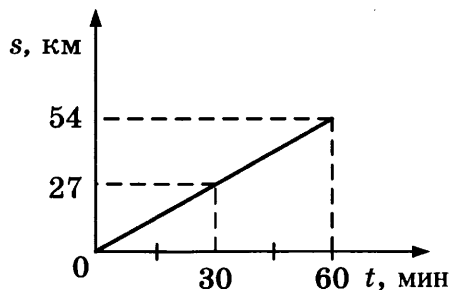
Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с номером соответствующего задания.

ВАРИАНТ 9

Часть 1

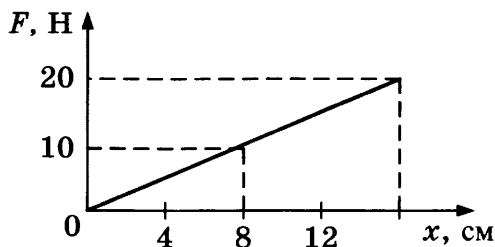
Ответами к заданиям 1–24 являются слово, число или последовательность цифр или чисел. Ответ запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. Из населенного пункта одновременно в одном направлении выезжают легковой автомобиль и трактор и движутся по дороге с постоянной скоростью. На графике показана зависимость расстояния между автомобилем и трактором от времени. Скорость автомобиля 25 м/с. Трактор движется медленнее. С какой скоростью движется трактор?



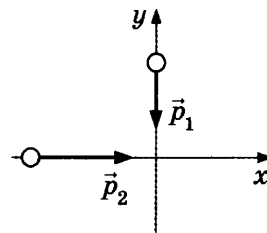
Ответ: _____ м/с.

2. На рисунке представлен график зависимости модуля силы упругости от удлинения пружины. Какова жесткость пружины?



Ответ: _____ Н/м.

3. Два тела движутся по взаимно перпендикулярным пересекающимся прямым, как показано на рисунке. Модуль импульса первого тела $p_1 = 8$ кг·м/с, а второго тела — $p_2 = 6$ кг·м/с. Чему равен модуль импульса системы этих тел после их абсолютно неупругого удара?



Ответ: _____ кг·м/с.

4. Частота свободных малых колебаний математического маятника равна 1 Гц. Какой станет частота колебаний, если длину нити математического маятника уменьшить в 4 раза, а массу его груза увеличить в 2 раза?

Ответ: _____ Гц.

5. Автомобиль массой 5 т проезжает верхнюю точку выпуклого моста, радиус кривизны которого равен 50 м, двигаясь с постоянной скоростью 36 км/ч. Из приведенного ниже списка выберите *два* правильных утверждения, характеризующих движение автомобиля.

- 1) Сила, с которой мост действует на автомобиль, меньше 50 000 Н и направлена вертикально вверх.
- 2) Сила, с которой автомобиль действует на мост, направлена вертикально вверх.
- 3) Сила тяжести, действующая на автомобиль, равна 40 000 Н.
- 4) Сумма сил, действующих на автомобиль, направлена вертикально вниз и перпендикулярна скорости автомобиля.
- 5) Центростремительное ускорение автомобиля равно $2,5 \text{ м/с}^2$.

Ответ:

--	--

6. На равномерно вращающемся диске находится брусок. Брусок неподвижен относительно диска. Как изменятся скорость бруска и сила трения между бруском и диском, если период обращения диска вокруг своей оси увеличится, а брусок останется на том же месте диска?

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 бруска	Сила трения, действующая на брусок

7. Установите соответствие между зависимостью координаты тела от времени (все величины выражены в СИ) и зависимостью проекции скорости от времени для того же тела. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

КООРДИНАТА

- А) $x = 5 - 4t^2$
- Б) $x = 10 - 5t + 2t^2$

СКОРОСТЬ

- 1) $v_x = -8t$
- 2) $v_x = -4t^2$
- 3) $v_x = 5 + 4t$
- 4) $v_x = 4t - 5$

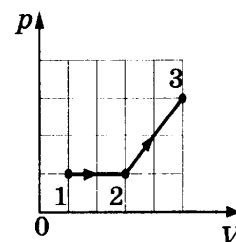
Ответ:

А	Б

8. Концентрация атомов неона, находящегося в сосуде под подвижным поршнем, увеличилась в 4 раза. Давление газа при этом возросло в 2 раза. Во сколько раз уменьшилась при этом средняя кинетическая энергия теплового движения атомов неона?

Ответ: в _____ раз(а).

9. На p - V -диаграмме (см. рисунок) показано, как изменялось давление газа при его переходе из состояния 1 в состояние 3. Каково отношение $\frac{A_{12}}{A_{23}}$ работ газа в процессах 1-2 и 2-3?



Ответ: _____ .

10. Относительная влажность воздуха в закрытом сосуде под поршнем равна 45%. Какой будет относительная влажность воздуха в сосуде, если при неизменной температуре его объем за счет движения поршня уменьшить в 2,5 раза?

Ответ: _____ %.

11. Сосуд разделен на две равные по объему части пористой неподвижной перегородкой. В левой части сосуда содержится 2 моль неона, в правой — 8 г гелия. Перегородка может пропускать молекулы гелия и является непроницаемой для молекул неона. Температура газов одинакова и остается постоянной. Выберите **два** верных утверждения, описывающих состояние газов после установления равновесия в системе.

- 1) Концентрация неона в левой части сосуда больше концентрации гелия в этой части сосуда.
- 2) Давление в обеих частях сосуда одинаково.
- 3) В правой части сосуда общее число молекул газов в 2 раза меньше, чем в левой части.
- 4) Внутренняя энергия гелия в сосуде в конечном состоянии больше, чем в начальном.
- 5) Внутренняя энергия гелия в сосуде равна внутренней энергии неона.

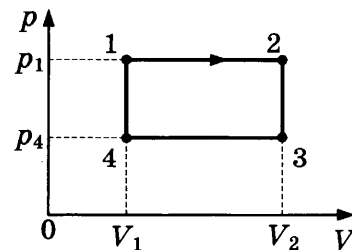
Ответ:

--	--

12. Состояние газа меняется по циклу, показанному на рисунке. Чему равна работа газа за цикл и работа внешних сил при сжатии газа?

Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

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



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) работа газа за цикл
- Б) работа внешних сил при сжатии газа

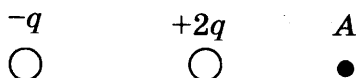
ФОРМУЛЫ

- 1) $p_4(V_2 - V_1)$
- 2) $(p_1 - p_4)(V_2 - V_1)$
- 3) $p_1(V_2 - V_1)$
- 4) $p_1V_2 - p_4V_1$

Ответ:

А	Б

13. На рисунке представлено расположение двух неподвижных точечных электрических зарядов: $-q < 0$ и $+2q > 0$. Как направлен относительно рисунка (*вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя*) вектор напряженности суммарного электрического поля этих зарядов в точке А? Ответ запишите словом (словами).



Ответ: _____ .

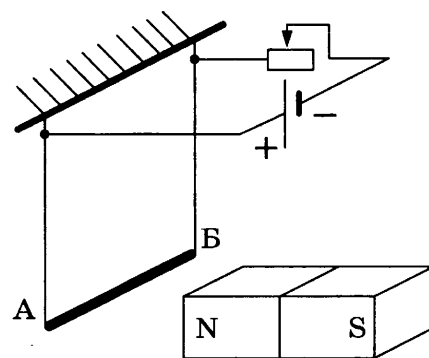
14. В цепи из четырех одинаковых последовательно включенных резисторов за час выделяется количество теплоты Q_1 , если к цепи подводится напряжение U . В цепи из двух таких же резисторов, соединенных последовательно, за час выделяется количество теплоты Q_2 , если к этой цепи подводится напряжение $5U$. Чему равно отношение $\frac{Q_2}{Q_1}$?

Ответ: _____ .

15. Точечный источник света находится перед плоским зеркалом на расстоянии 1,6 м от него. На сколько увеличится расстояние между источником и его изображением, если, не поворачивая зеркала, отодвинуть его от источника на 0,2 м?

Ответ: _____ м.

16. Алюминиевый проводник АБ подвешен на тонких медных проволочках и подключен к источнику постоянного напряжения — так, как показано на рисунке. Справа от проводника находится северный полюс постоянного магнита. Ползунок реостата плавно перемещают *влево*. Из приведенного ниже списка выберите *два* правильных утверждения.



- 1) Сопротивление реостата увеличивается.
- 2) Линии индукции магнитного поля, созданного магнитом, вблизи проводника АБ направлены влево.
- 3) Сила Ампера, действующая на проводник АБ, уменьшается.
- 4) Силы натяжения проволочек, на которых подвешен проводник АБ, уменьшаются.
- 5) Сила тока, протекающего по проводнику АБ, уменьшается.

Ответ:

17. По проволочному резистору течет ток. Как изменятся при уменьшении длины проволоки в 4 раза и увеличении силы тока вдвое тепловая мощность, выделяющаяся на резисторе, и его электрическое сопротивление?

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.

Тепловая мощность, выделяющаяся на резисторе	Электрическое сопротивление резистора

18. Установите соответствие между формулами для расчета физических величин на участке цепи постоянного тока, содержащем резистор, и названиями этих величин. В формулах использованы обозначения: R — сопротивление резистора; I — сила тока; U — напряжение на резисторе.

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

ФОРМУЛЫ

- А) IU
- Б) $\frac{U}{R}$

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) напряжение на резисторе
- 2) сила тока на участке цепи
- 3) мощность, выделяемая на резисторе
- 4) работа электрического тока

Ответ:

А	Б

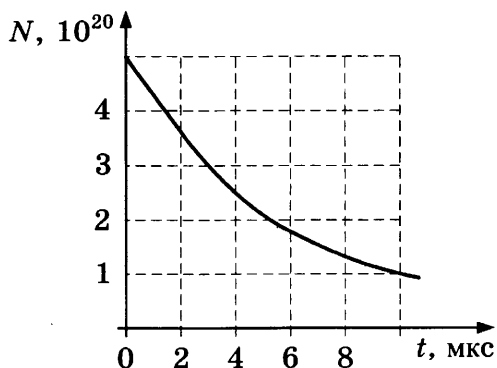
19. Укажите число протонов и число нейтронов в ядре изотопа индия $^{115}_{49}\text{In}$.

Ответ:

Число протонов	Число нейтронов

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.

20. Дан график зависимости числа нераспавшихся ядер полония $^{213}_{84}\text{Po}$ от времени. Каков период полураспада этого изотопа?



Ответ: _____ мкс.

21. Источник монохроматического света заменили на другой, более высокой частоты. Как изменились при этом длина световой волны и энергия фотона в световом пучке?

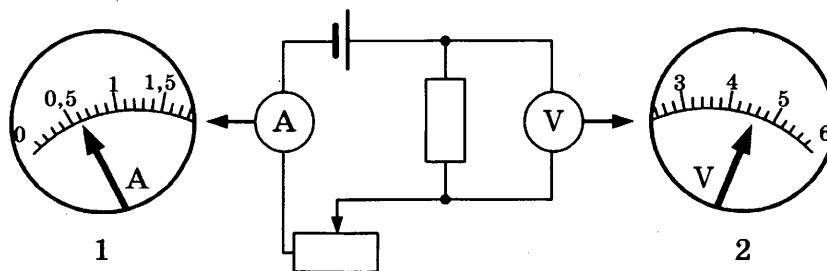
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Длина световой волны	Энергия фотона






22. На рисунке приведена схема электрической цепи, собранной учеником для исследования зависимости силы тока, проходящего через резистор, от напряжения на нем. На рисунках 1 и 2 показаны шкалы амперметра и вольтметра. Погрешности измерения приборов равны цене деления. Чему равно по результатам этих измерений напряжение на резисторе с учетом погрешности измерений?



Ответ: (_____ ± _____) В.

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.

23. Различные проволоки изготовлены из меди и стали. Какие две проволоки нужно выбрать, чтобы на опыте проверить зависимость сопротивления проволоки от площади ее поперечного сечения?

- 1) медь 
- 2) сталь 
- 3) медь 
- 4) сталь 
- 5) медь 

Запишите в таблицу номера выбранных проволок.

Ответ:

24. Рассмотрите таблицу, содержащую характеристики некоторых спутников планет Солнечной системы.

Название спутника	Радиус спутника, км	Радиус орбиты, тыс. км	Вторая космическая скорость, м/с	Планета
Луна	1737	384,4	2374	Земля
Фобос	~12	9,38	11	Марс
Ио	1821	421,6	2560	Юпитер
Европа	1561	670,9	2025	Юпитер
Каллисто	2410	1883	2445	Юпитер
Титан	2575	1221,8	2640	Сатурн
Оберон	761	583,5	725	Уран
Тритон	1354	354,8	1438	Нептун

Выберите **все верные** утверждения, которые соответствуют характеристикам спутников планет.

- 1) Орбита Ио располагается ближе к поверхности Юпитера, чем орбита Каллисто.
- 2) Ускорение свободного падения на Европе примерно $20,25 \text{ м/с}^2$.
- 3) Первая космическая скорость для Тритона составляет примерно $2,0 \text{ км/с}$.
- 4) Первая космическая скорость для Каллисто составляет примерно $1,7 \text{ км/с}$.
- 5) Объем Луны в 1,5 раза меньше объема Титана.

Ответ: _____ .

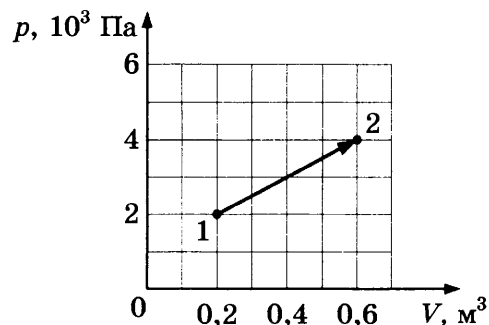


Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.
Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.

Часть 2

Ответами к заданиям 25 и 26 является число. Это число запишите 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.

25. Воздух в сосуде под поршнем перешел из состояния 1 в состояние 2 (см. рисунок). Поршень прилегал к стенкам сосуда неплотно, и сквозь зазор между ними мог просачиваться воздух. Оказалось, что отношение числа молекул газа в сосуде в конце и начале процесса перехода составляет $\frac{N_2}{N_1} = 3$. Во сколько раз повысилась абсолютная температура воздуха в этом процессе? Воздух считать идеальным газом.



Ответ: _____ .

26. Две частицы, имеющие отношение зарядов $\frac{q_1}{q_2} = 2$, влетели в однородное магнитное поле перпендикулярно его линиям индукции и движутся по окружностям. Определите отношение периодов обращения этих частиц $\frac{T_1}{T_2}$, если отношение их масс $\frac{m_1}{m_2} = 0,5$.

Ответ: _____ .



Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы. Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.

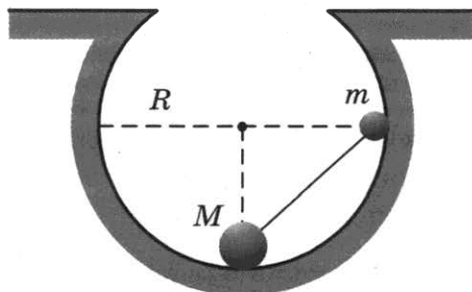
Для записи ответов на задания 27–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (27, 28 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.

27. Маленький незаряженный шарик подвешен на непроводящей нити и совершает малые свободные колебания над горизонтальной металлической пластиной, равномерно заряженной положительным зарядом. Размеры пластины во много раз превышают длину нити. Шарикку сообщили небольшой положительный заряд. При этом положение равновесия его малых свободных колебаний не изменилось. Опираясь на законы механики и электродинамики, объясните, как изменился период малых свободных колебаний шарика.

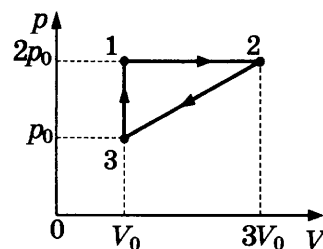
Полное правильное решение каждой из задач 28–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

28. Горизонтальная невесомая пружина находится в недеформированном состоянии. Один ее конец закреплен, а другой касается бруска массой $M = 0,1$ кг, находящегося на горизонтальной поверхности. Брусок сдвигают, сжимая пружину на 1 см, и отпускают. Какова жесткость пружины, если после отпускания бруска его скорость достигла величины $v = 1$ м/с? Трение не учитывать.

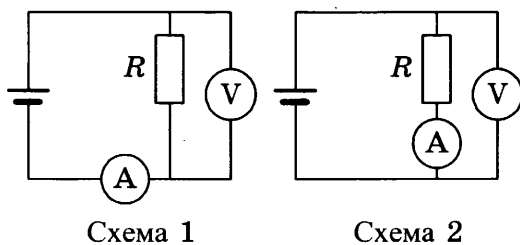
29. Небольшие шарики, массы которых $m = 20$ г и $M = 40$ г, соединены легким стержнем и помещены в гладкую сферическую выемку радиусом $R = 20$ см. В начальный момент шарики удерживаются в положении, изображенном на рисунке. Когда их отпустили без толчка, шарики стали скользить по поверхности выемки. Какова максимальная высота подъема шарика массой M относительно нижней точки выемки?



30. Изменение состояния постоянной массы одноатомного идеального газа происходит по циклу, показанному на рисунке. При переходе из состояния 1 в состояние 2 газ совершает работу $A_{12} = 5$ кДж. Какое количество теплоты газ получает за цикл от нагревателя?



31. Одни и те же элементы соединены в электрическую цепь сначала по схеме 1, а затем по схеме 2 (см. рисунок). Сопротивление резистора равно R , сопротивление амперметра $\frac{1}{100}R$, сопротивление вольтметра $9R$. В первой схеме показания вольтметра равны U_1 . Каковы его показания во второй схеме? Внутренним сопротивлением источника и сопротивлением проводов пренебречь.



32. Ядро покоящегося нейтрального атома, находясь в однородном магнитном поле с индукцией B испытывает α -распад. При этом рождаются α -частица и тяжелый ион нового элемента. Выделившаяся при α -распаде энергия ΔE целиком переходит в кинетическую энергию продуктов реакции. Трек тяжелого иона находится в плоскости, перпендикулярной направлению магнитного поля. Начальная часть трека напоминает дугу окружности радиусом R . Масса α -частицы равна m_α , ее заряд равен $2e$, масса тяжелого иона равна M . Найдите радиус дуги окружности R начальной части трека.



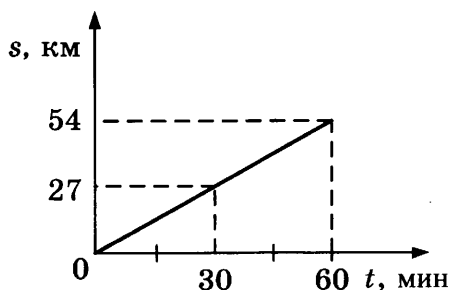
Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с номером соответствующего задания.

ВАРИАНТ 10

Часть 1

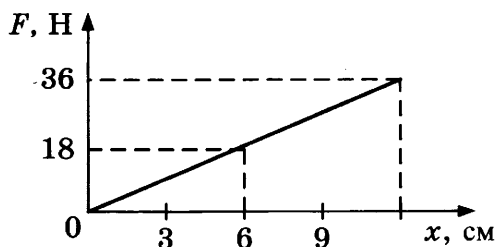
Ответами к заданиям 1–24 являются слово, число или последовательность цифр или чисел. Ответ запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. Из населенного пункта одновременно в одном направлении выезжают легковой автомобиль и трактор и движутся по дороге с постоянной скоростью. На графике показана зависимость расстояния между автомобилем и трактором от времени. Скорость трактора 10 м/с. С какой скоростью движется автомобиль?



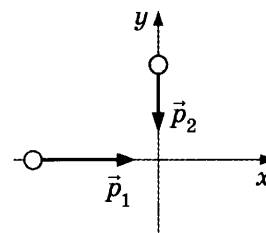
Ответ: _____ м/с.

2. На рисунке представлен график зависимости модуля силы упругости от удлинения пружины. Какова жесткость пружины?



Ответ: _____ Н/м.

3. Два тела движутся по взаимно перпендикулярным пересекающимся прямым, как показано на рисунке. Модуль импульса первого тела $p_1 = 4$ кг·м/с, а модуль импульса системы этих тел после их абсолютно неупругого удара равен 5 кг·м/с. Чему равен модуль импульса второго тела до соударения?



Ответ: _____ кг·м/с.

4. Частота свободных малых колебаний математического маятника равна 4 Гц. Какой станет частота колебаний, если длину нити математического маятника увеличить в 4 раза, а массу его груза уменьшить в 2 раза?

Ответ: _____ Гц.

5. Автомобиль массой 5 т проезжает верхнюю точку выпуклого моста, радиус кривизны которого равен 50 м, двигаясь с постоянной скоростью 36 км/ч. Из приведенного ниже списка выберите **два** правильных утверждения, характеризующих движение автомобиля.

- 1) Сила, с которой мост действует на автомобиль, больше 50 000 Н и направлена вертикально вверх.
- 2) Сила, с которой автомобиль действует на мост, направлена вертикально вниз и равна 40 кН.
- 3) Сила тяжести, действующая на автомобиль, равна 60 000 Н.
- 4) Сумма сил, действующих на автомобиль, направлена вертикально вверх и перпендикулярна скорости автомобиля.
- 5) Центробежное ускорение автомобиля равно 2 м/с^2 .

Ответ:

--	--

6. На равномерно вращающемся диске находится брусок. Брусок неподвижен относительно диска. Как изменятся скорость бруска и сила трения между бруском и диском, если период обращения диска вокруг своей оси уменьшится?

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 бруска	Сила трения, действующая на брусок

7. Установите соответствие между зависимостью координаты тела от времени (все величины выражены в СИ) и зависимостью проекции скорости от времени для того же тела. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

КООРДИНАТА

- А) $x = 12 + 6t - 3t^2$
- Б) $x = 6t^2 - 12$

СКОРОСТЬ

- 1) $v_x = 6 - 3t$
- 2) $v_x = 12t$
- 3) $v_x = 6 - 6t$
- 4) $v_x = 6t$

Ответ:

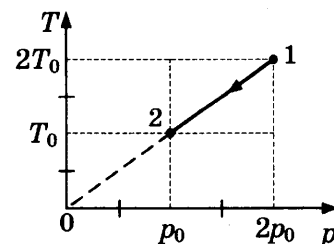
А	Б

8. Концентрация атомов неона, находящегося в сосуде под подвижным поршнем, уменьшилась в 3 раза. Давление газа при этом возросло в 2 раза. Во сколько раз увеличилась при этом средняя кинетическая энергия теплового движения атомов неона?

Ответ: в _____ раз(а).

9. На T - p -диаграмме показан процесс изменения состояния идеального одноатомного газа. Внутренняя энергия газа уменьшилась на 30 кДж. Определите количество теплоты, отданное газом.

Ответ: _____ кДж.



10. Относительная влажность воздуха в закрытом сосуде под поршнем равна 35%. Какой будет относительная влажность воздуха в сосуде, если при неизменной температуре его объем за счет движения поршня уменьшить в 2 раза?

Ответ: _____ %.

11. Сосуд разделен на две равные по объему части пористой неподвижной перегородкой. В левой части сосуда содержится 16 г гелия, в правой — 2 моль аргона. Перегородка может пропускать молекулы гелия и является непроницаемой для молекул аргона. Температура газов одинакова и остается постоянной. Выберите **два** верных утверждения, описывающих состояние газов после установления равновесия в системе.

- 1) Концентрация гелия в левой части больше его концентрации в правой части.
- 2) Давление в левой части в 2 раза меньше давления в правой части.
- 3) В правой части сосуда общее число молекул газов в 3 раза меньше, чем в левой части.
- 4) Внутренняя энергия аргона в сосуде в конечном состоянии больше, чем в начальном.
- 5) Внутренняя энергия гелия в сосуде больше, чем внутренняя энергия аргона.

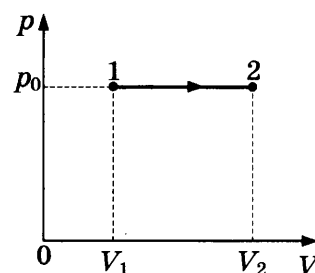
Ответ:

--	--

12. Идеальный одноатомный газ изобарно расширяется, переходя из состояния 1 в состояние 2. Чему равны изменение его внутренней энергии и полученное им количество теплоты в этом процессе?

Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

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



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) изменение внутренней энергии при переходе из состояния 1 в состояние 2
- Б) количество теплоты, полученное при переходе из состояния 1 в состояние 2

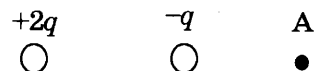
ФОРМУЛЫ

- 1) $p_0(V_2 - V_1)$
- 2) $\frac{1}{2} p_0(V_2 - V_1)$
- 3) $\frac{3}{2} p_0(V_2 - V_1)$
- 4) $\frac{5}{2} p_0(V_2 - V_1)$

Ответ:

А	Б

13. На рисунке представлено расположение двух неподвижных точечных электрических зарядов: $-q > 0$ и $+2q < 0$. Как направлен относительно рисунка (*вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя*) вектор напряженности суммарного электрического поля этих зарядов в точке А? Ответ запишите словом (словами).



Ответ: _____ .

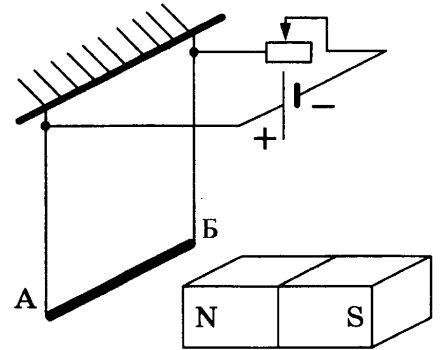
14. В цепи из двух одинаковых последовательно включенных резисторов за час выделяется количество теплоты Q_1 , если к цепи подводится напряжение U . В цепи из пяти таких же резисторов, соединенных последовательно, за час выделяется количество теплоты Q_2 , если к этой цепи подводится напряжение $3U$. Чему равно отношение $\frac{Q_2}{Q_1}$?

Ответ: _____ .

15. Точечный источник света находится перед плоским зеркалом на расстоянии 1,2 м от него. На сколько уменьшится расстояние между источником и его изображением, если, не поворачивая зеркала, пододвинуть его ближе к источнику на 0,3 м?

Ответ: _____ м.

16. Алюминиевый проводник АБ подвешен на тонких медных проволочках и подключен к источнику постоянного напряжения — так, как показано на рисунке. Справа от проводника находится северный полюс постоянного магнита. Ползунок реостата плавно перемещают *влево*. Из приведенного ниже списка выберите *два* правильных утверждения.



- 1) Сопротивление реостата уменьшается.
- 2) Линии индукции магнитного поля, созданного магнитом, вблизи проводника АБ направлены вправо.
- 3) Сила Ампера, действующая на проводник АБ, увеличивается.
- 4) Сила натяжения проволочек, на которых подвешен проводник АБ, увеличивается.
- 5) Сила тока, протекающего по проводнику АБ, уменьшается.

Ответ:

--	--

17. По проволочному резистору течет ток. Как изменятся при увеличении длины проволоки в 2 раза и уменьшении силы тока вдвое тепловая мощность, выделяющаяся на резисторе, и его электрическое сопротивление?

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.

Тепловая мощность, выделяющаяся на резисторе	Электрическое сопротивление резистора

18. Установите соответствие между формулами для расчета физических величин на участке цепи, содержащем резистор, и названиями этих величин. В формулах использованы обозначения: R — сопротивление резистора; I — сила тока; U — напряжение на резисторе. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФОРМУЛЫ

- А) RI
- Б) $\frac{U^2}{R}$

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) напряжение на резисторе
- 2) сила тока на участке цепи
- 3) мощность, выделяемая на резисторе
- 4) работа электрического тока

Ответ:

А	Б

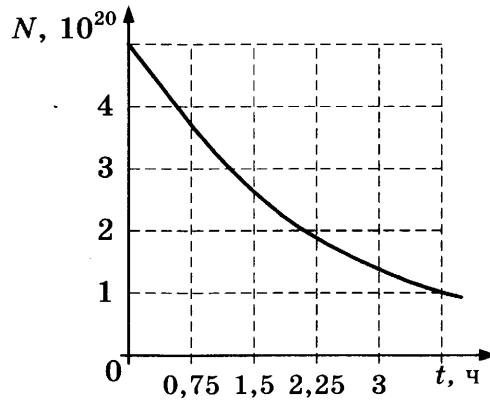
19. Укажите число протонов и число нейтронов в ядре изотопа ксенона $^{112}_{54}\text{Xe}$.

Ответ:

Число протонов	Число нейтронов

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.

20. Дан график зависимости числа нераспавшихся ядер радия $^{230}_{88}\text{Ra}$ от времени. Каков период полураспада этого изотопа?



Ответ: _____ ч.

21. Источник монохроматического света заменили на другой, более низкой частоты. Как изменились при этом длина световой волны и энергия фотона в световом пучке?

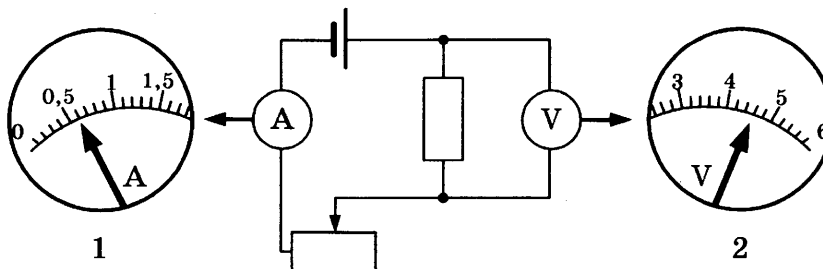
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Длина световой волны	Энергия фотона






22. На рисунке приведена схема электрической цепи, собранной учеником для исследования зависимости силы тока, проходящего через резистор, от напряжения на нем. На рисунках 1 и 2 показаны шкалы амперметра и вольтметра. Погрешности измерения приборов равны цене деления. Чему равна по результатам этих измерений сила тока в цепи с учетом погрешности измерений?



Ответ: (_____ ± _____) А.

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.

23. Различные проволоки изготовлены из меди и стали. Какие две проволоки нужно выбрать, чтобы на опыте проверить зависимость сопротивления проволоки от свойств материала, из которого она изготовлена?

- 1) медь 
- 2) сталь 
- 3) медь 
- 4) сталь 
- 5) медь 

Запишите в таблицу номера выбранных проволок.

Ответ:

--	--

24. Рассмотрите таблицу, содержащую характеристики некоторых спутников планет Солнечной системы.

Название спутника	Радиус спутника, км	Радиус орбиты, тыс. км	Вторая космическая скорость, м/с	Планета
Луна	1737	384,4	2374	Земля
Фобос	~12	9,38	11	Марс
Ио	1821	421,6	2560	Юпитер
Европа	1561	670,9	2025	Юпитер
Каллисто	2410	1883	2445	Юпитер
Титан	2575	1221,8	2640	Сатурн
Оберон	761	583,5	725	Уран
Тритон	1354	354,8	1438	Нептун

Выберите *все верные* утверждения, которые соответствуют характеристикам спутников планет.

- 1) Объем Титана почти в 2 раза больше объема Тритона.
- 2) Первая космическая скорость для Оберона составляет примерно 11 км/с.
- 3) Ускорение свободного падения на Луне примерно $1,6 \text{ м/с}^2$.
- 4) Чем дальше от Солнца располагается спутник планеты, тем меньше его размеры.
- 5) Орбита Каллисто располагается дальше от поверхности Юпитера, чем орбита Ио.

Ответ: _____ .

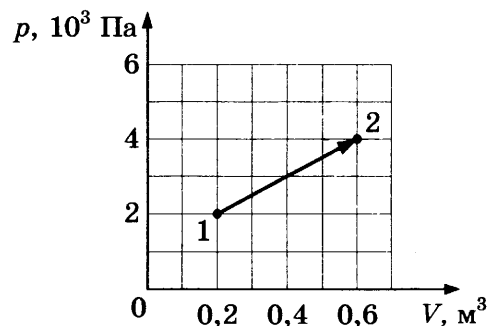


Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.
Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.

Часть 2

Ответами к заданиям 25 и 26 является число. Это число запишите 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.

25. Абсолютная температура воздуха в сосуде под поршнем повысилась в 2 раза, и он перешел из состояния 1 в состояние 2 (см. рисунок). Поршень прилегал к стенкам сосуда неплотно, и сквозь зазор между ними мог просачиваться воздух. Чему равно отношение $\frac{N_2}{N_1}$ числа молекул газа в сосуде в конце и начале процесса перехода? Воздух считать идеальным газом.



Ответ: _____ .

26. Две частицы, имеющие отношение зарядов $\frac{q_1}{q_2} = 2$, влетели в однородное магнитное поле перпендикулярно его линиям индукции и движутся по окружностям. Определите отношение масс $\frac{m_1}{m_2}$ этих частиц, если отношение периодов обращения этих частиц $\frac{T_1}{T_2} = 0,5$.

Ответ: _____ .



Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы. Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.

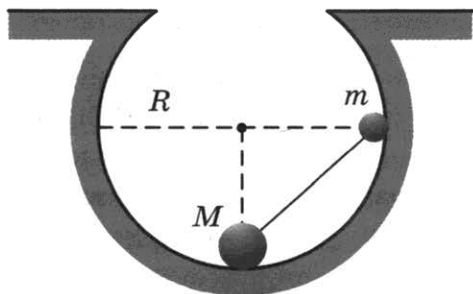
Для записи ответов на задания 27–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (27, 28 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.

27. Маленький незаряженный шарик подвешен на непроводящей нити и помещен над горизонтальной металлической пластиной, равномерно заряженной отрицательным зарядом. Размеры пластины во много раз превышают длину нити. Опираясь на законы механики и электродинамики, объясните, как изменится период малых свободных колебаний шарика, если ему сообщить положительный заряд.

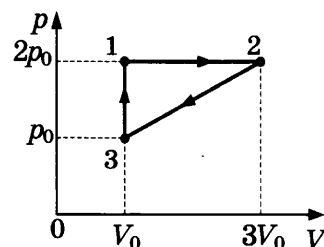
Полное правильное решение каждой из задач 28–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

28. Горизонтальная невесомая пружина с жесткостью $k = 1000$ Н/м находится в недеформированном состоянии. Один ее конец закреплен, а другой касается бруска массой $M = 0,1$ кг, находящегося на горизонтальной поверхности. Брусок сдвигают, сжимая пружину, и отпускают. На какую длину Δx была сжата пружина, если после отпускания бруска его скорость достигла величины $v = 1$ м/с? Трение не учитывать.

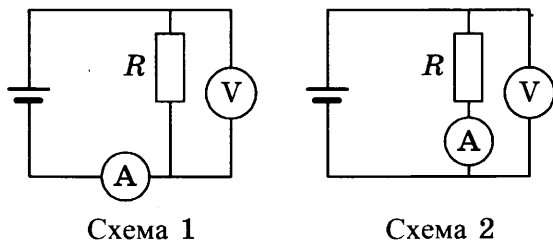
29. Небольшие шарики, массы которых $m = 30$ г и $M = 60$ г, соединены легким стержнем и помещены в гладкую сферическую выемку. В начальный момент шарики удерживаются в положении, изображенном на рисунке. Когда их отпустили без толчка, шарики стали скользить по поверхности выемки. Максимальная высота подъема шарика массой M относительно нижней точки выемки оказалась равной 12 см. Каков радиус выемки R ?



30. Изменение состояния постоянной массы одноатомного идеального газа происходит по циклу, показанному на рисунке. При переходе из состояния 1 в состояние 2 газ совершает работу $A_{12} = 5$ кДж. Какое количество теплоты газ отдает за цикл холодильнику?



31. Одни и те же элементы соединены в электрическую цепь сначала по схеме 1, а затем по схеме 2 (см. рисунок). Сопротивление резистора равно R , сопротивление амперметра $\frac{1}{100}R$, сопротивление вольтметра $9R$. В первой схеме показания амперметра равны I_1 . Каковы его показания во второй схеме? Внутренним сопротивлением источника и сопротивлением проводов пренебречь.



32. Ядро покоящегося нейтрального атома, находясь в однородном магнитном поле, испытывает α -распад. При этом рождаются α -частица и тяжелый ион нового элемента. Выделившаяся при α -распаде энергия ΔE целиком переходит в кинетическую энергию продуктов реакции. Масса α -частицы равна m_α , ее заряд равен $2e$, масса тяжелого иона равна M . Трек α -частицы находится в плоскости, перпендикулярной направлению магнитного поля. Начальная часть трека напоминает дугу окружности радиусом R . Найдите индукцию B магнитного поля.



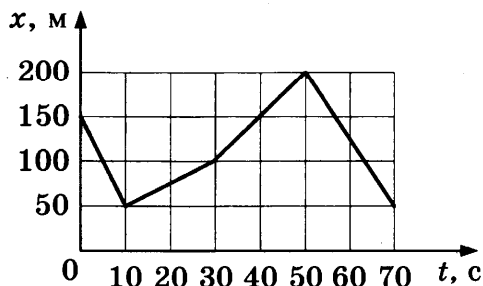
Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с номером соответствующего задания.

ВАРИАНТ 11

Часть 1

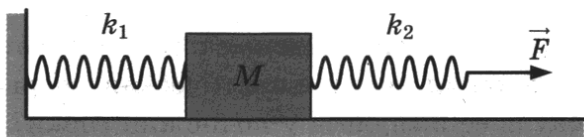
Ответами к заданиям 1–24 являются слово, число или последовательность цифр или чисел. Ответ запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. На рисунке представлен график зависимости координаты x велосипедиста от времени t . Определите модуль скорости велосипедиста в интервале времени от 0 до 10 с.



Ответ: _____ м/с.

2. К системе из кубика массой 1 кг и двух пружин приложена постоянная горизонтальная сила величиной $F = 9$ Н (см. рисунок). Система покоится. Между кубиком и опорой трения нет. Левый край первой пружины прикреплен к стенке. Жесткость первой пружины $k_1 = 300$ Н/м. Жесткость второй пружины $k_2 = 600$ Н/м. Чему равно удлинение первой пружины?

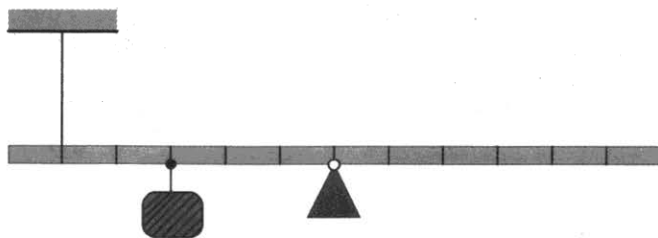


Ответ: _____ см.

3. В инерциальной системе отсчета тело движется по прямой в одном направлении под действием постоянной силы в течение 5 с. Определите модуль силы, если за это время под действием этой силы импульс тела изменился на 30 кг · м/с.

Ответ: _____ Н.

4. С использованием нити ученик зафиксировал рычаг. Какова масса подвешенного к рычагу груза, если сила натяжения нити равна 3 Н?



Ответ: _____ кг.

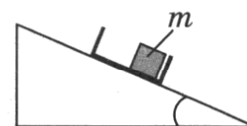
5. Два одинаковых бруска толщиной 5 см и массой 1 кг каждый, связанные друг с другом, плавают в воде так, что уровень воды приходится на границу между ними. Из приведенного ниже списка выберите **два** правильных утверждения.

- 1) Если воду заменить на ртуть, то глубина погружения брусков увеличится.
- 2) Сила Архимеда, действующая на бруски, равна 40 Н.
- 3) Плотность материала, из которого изготовлены бруски, равна 400 кг/м^3 .
- 4) Если на верхний брусок положить груз массой 2,5 кг, то бруски утонут.
- 5) Если в стопку добавить еще один такой же брусок, то глубина ее погружения увеличится на 2,5 см.

Ответ:

--	--

6. С вершины наклонной плоскости из состояния покоя скользит с ускорением легкая коробочка, в которой находится груз массой m (см. рисунок). Как изменятся время движения по наклонной плоскости и модуль работы силы тяжести, если с той же наклонной плоскости будет скользить та же коробочка с грузом массой $\frac{m}{2}$?



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.

Время движения	Модуль работы силы тяжести

7. Шайба съезжает без трения из состояния покоя с горки высотой H . Ускорение свободного падения равно g . У подножия горки кинетическая энергия шайбы равна E_k . Чему равны масса шайбы и модуль ее импульса у подножия горки?

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) масса шайбы
- Б) модуль импульса шайбы у подножия горки

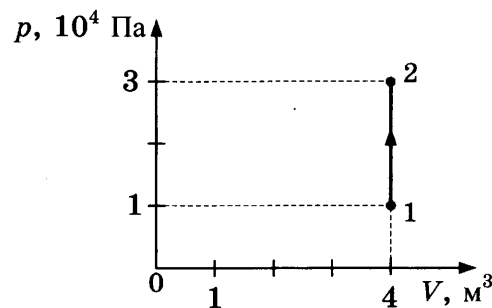
ФОРМУЛА

- 1) $E_k \sqrt{\frac{2}{gH}}$
- 2) $\frac{\sqrt{2E_k}}{gH}$
- 3) $\sqrt{\frac{2E_k}{gH}}$
- 4) $\frac{E_k}{gH}$

Ответ:

А	Б

8. На рисунке изображено изменение состояния постоянной массы разреженного аргона. Температура газа в состоянии 2 равна $627\text{ }^\circ\text{C}$. Какая температура соответствует состоянию 1?



Ответ: _____ К.

9. Тепловая машина с КПД 40% совершает за цикл работу 60 Дж. Какое количество теплоты машина получает за цикл от нагревателя?

Ответ: _____ Дж.

10. В кубическом метре воздуха в помещении при температуре $23\text{ }^\circ\text{C}$ находится $2,06 \cdot 10^{-2}$ кг водяных паров. Пользуясь таблицей плотности насыщенных паров воды, определите относительную влажность воздуха.

$t, \text{ }^\circ\text{C}$	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
$\rho, \cdot 10^{-2} \text{ кг/м}^3$	1,36	1,45	1,54	1,63	1,73	1,83	1,94	2,06	2,18	2,30

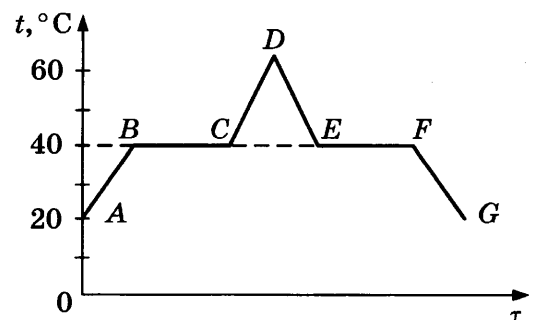
Ответ: _____ %.

11. В вертикальном сосуде под массивным подвижным поршнем находится идеальный газ массой m при температуре T . В процессе опыта массу газа увеличили в 2 раза, а температуру уменьшили в 3 раза. Выберите из предложенного перечня **два** утверждения, которые соответствуют результатам этого опыта.

- 1) Количество вещества газа в сосуде уменьшилось в 1,5 раза.
- 2) Плотность газа в сосуде осталась неизменной.
- 3) Внутренняя энергия газа уменьшилась в 1,5 раза по сравнению с первоначальным состоянием.
- 4) Объем газа в этом процессе уменьшился в 2 раза.
- 5) Давление газа осталось неизменным.

Ответ:

12. В начальный момент в сосуде под легким поршнем находится только жидкий эфир. На рисунке показан график зависимости температуры t эфира от времени τ его нагревания и последующего охлаждения. Установите соответствие между процессами, происходящими с эфиром, и участками графика. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



ПРОЦЕССЫ

- А) кипение эфира
 Б) остывание паробразного эфира

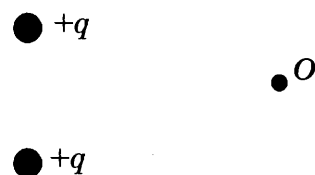
УЧАСТКИ ГРАФИКА

- 1) *AB*
 2) *BC*
 3) *DE*
 4) *EF*

Ответ:

А	Б

13. Какое направление относительно рисунка (*вверх, вниз, влево, вправо, от наблюдателя, к наблюдателю*) имеет вектор напряженности \vec{E} электрического поля, созданного двумя положительными и равными по модулю зарядами в точке *O* (см. рис.)? Ответ запишите словом (словами).

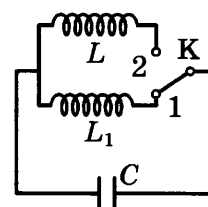


Ответ: _____ .

14. Участок цепи состоит из двух последовательно соединенных цилиндрических проводников, сопротивление первого из которых равно $4R$, а второго $2R$. Во сколько раз уменьшится общее сопротивление этого участка, если удельное сопротивление и длину первого проводника уменьшить вдвое?

Ответ: в _____ раз(а).

15. При переводе ключа *K* из положения 1 в положение 2 период собственных электромагнитных колебаний в контуре уменьшился в 2 раза. Во сколько раз индуктивность L_1 катушки в контуре (см. рисунок) больше L ?



Ответ: в _____ раз(а).

16. В идеальном колебательном контуре происходят свободные электромагнитные колебания. Изменение заряда конденсатора в колебательном контуре с течением времени показано в таблице.

$t, 10^{-6} \text{ с}$	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18
$q, 10^{-9} \text{ Кл}$	2	1,42	0	-1,42	-2	-1,42	0	1,42	2	1,42

Выберите *два* верных утверждения о процессе, происходящем в контуре.

- 1) Период колебаний равен $4 \cdot 10^{-6} \text{ с}$.
- 2) В момент $t = 4 \cdot 10^{-6} \text{ с}$ энергия катушки максимальна.
- 3) В момент $t = 8 \cdot 10^{-6} \text{ с}$ энергия конденсатора минимальна.
- 4) В момент $t = 2 \cdot 10^{-6} \text{ с}$ сила тока в контуре равна 0.
- 5) Частота колебаний равна 62,5 кГц.

Ответ:

--	--

17. Протон в однородном магнитном поле движется по окружности. Как изменятся радиус окружности и период обращения протона, если его скорость уменьшится?

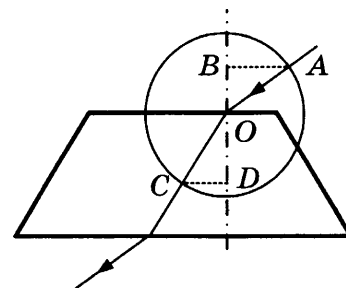
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Радиус окружности	Период обращения

18. На рисунке показан ход луча света через стеклянную призму, находящуюся в воздухе. Точка O — центр окружности. Установите соответствие между формулами и физическими величинами, которые их выражают в рассматриваемой задаче. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры.



ФОРМУЛЫ

А) $\frac{AB}{CD}$

Б) $\frac{AB}{OA}$

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) синус угла падения в точке O
- 2) синус угла преломления в точке O
- 3) показатель преломления воздуха
- 4) показатель преломления стекла

Ответ:

А	Б

19. Укажите число электронов в нейтральном атоме $^{112}_{55}\text{Cs}$ и число нейтронов в его ядре.

Ответ:

Число электронов	Число нейтронов

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.

20. Закон радиоактивного распада ядер некоторого изотопа имеет вид $N = N_0 \cdot 2^{-\lambda t}$, где $\lambda = 0,1 \text{ с}^{-1}$. Каков период полураспада ядер?

Ответ: _____ с.

21. Фотокатод с работой выхода A_1 освещают монохроматическим светом с длиной волны λ и наблюдают фотоэффект. Затем тем же светом освещают фотокатод с работой выхода $A_2 > A_1$ и наблюдают фотоэффект. Как изменяются при переходе от первого опыта ко второму «красная граница» фотоэффекта $\nu_{\text{кр}}$ и модуль запирающего напряжения $U_{\text{зап}}$?

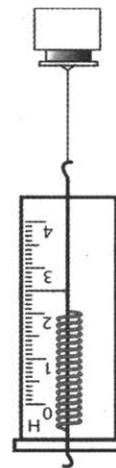
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

«Красная граница» фотоэффекта $\nu_{\text{кр}}$	Модуль запирающего напряжения $U_{\text{зап}}$

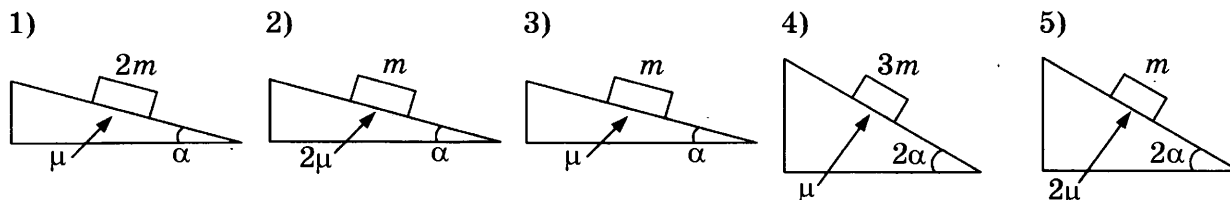
22. Ученик пытается измерить силу, которую нужно приложить, чтобы оторвать кнопку от магнита. Показания динамометра приведены на рисунке. Погрешность измерения равна цене деления динамометра. Запишите в ответ показания динамометра с учетом погрешности измерений.



Ответ: (_____ ± _____) Н.

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.

23. Необходимо экспериментально выяснить, зависит ли ускорение тела, скользящего по шероховатой наклонной плоскости, от угла наклона плоскости к горизонту (на всех представленных ниже рисунках m — масса тела, α — угол наклона плоскости к горизонту, μ — коэффициент трения между бруском и плоскостью). Какие две установки следует использовать для проведения такого исследования?



В ответе запишите номера выбранных контуров.

Ответ:

24. Рассмотрите таблицу, содержащую характеристики некоторых астероидов Солнечной системы.

Название астероида	Примерный радиус астероида, км	Большая полуось орбиты, а.е.	Период обращения вокруг Солнца, земных лет	Эксцентриситет орбиты e^*	Масса, кг
Веста	265	2,36	3,63	0,089	$3,0 \cdot 10^{20}$
Эвномия	136	2,65	4,30	0,185	$8,3 \cdot 10^{18}$
Церера	466	2,78	4,60	0,079	$8,7 \cdot 10^{20}$
Паллада	261	2,77	4,62	0,230	$3,2 \cdot 10^{20}$
Юнона	123	2,68	4,36	0,256	$2,8 \cdot 10^{19}$
Геба	100	2,42	3,78	0,202	$1,4 \cdot 10^{19}$
Аквитания	54	2,79	4,53	0,238	$1,1 \cdot 10^{18}$

* Эксцентриситет орбиты определяется по формуле: $e = \sqrt{1 - \frac{b^2}{a^2}}$, где b — малая полуось, a — большая полуось орбиты, $e = 0$ — окружность, $0 < e < 1$ — эллипс.

Выберите **все верные** утверждения, которые соответствуют характеристикам астероидов.

- Средняя плотность астероида Веста составляет примерно 300 кг/м^3 .
- Орбита астероида Паллада находится между орбитами Марса и Юпитера.
- Большие полуоси орбит астероидов Эвномия и Юнона примерно одинаковы, следовательно, они движутся по одной орбите друг за другом.

- 4) Астероид Аквитания вращается по более «вытянутой» орбите, чем астероид Церера.
 5) Первая космическая скорость для спутника астероида Геба составляет более 8 км/с.

Ответ: _____ .



Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.
 Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.

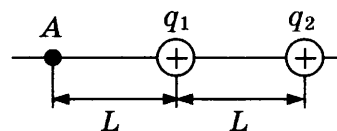
Часть 2

Ответами к заданиям 25 и 26 является число. Это число запишите 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.

25. Кусок льда опустили в термос с водой. Начальная температура льда $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, начальная температура воды $15\text{ }^{\circ}\text{C}$. Теплоемкостью термоса можно пренебречь. При переходе к тепловому равновесию часть льда массой 84 г растаяла. Чему равна исходная масса воды в термосе?

Ответ: _____ г.

26. Два точечных положительных заряда: $q_1 = 50\text{ нКл}$ и $q_2 = 80\text{ нКл}$ — находятся в вакууме на расстоянии $L = 1\text{ м}$ друг от друга. Определите величину напряженности электрического поля этих зарядов в точке A , расположенной на прямой, соединяющей заряды, на расстоянии L от первого заряда (см. рисунок).



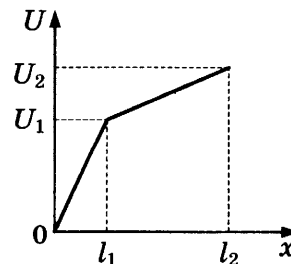
Ответ: _____ В/м.



Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.
 Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.

Для записи ответов на задания 27–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (27, 28 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.

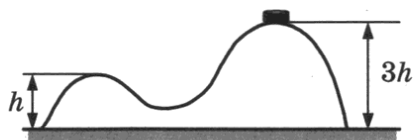
27. Проводник длиной $l = l_2$ постоянного поперечного сечения, составленный из соединенных последовательно отрезков из разных металлов, включен в цепь постоянного тока. К нему подключают вольтметр таким образом, что одна из клемм вольтметра все время подключена к началу проводника, а вторая может перемещаться вдоль проводника. На рисунке приведена зависимость показаний вольтметра U от расстояния x до начала проводника. Как зависит от x удельное сопротивление материала проводника? Ответ поясните, указав, какие физические закономерности Вы использовали.



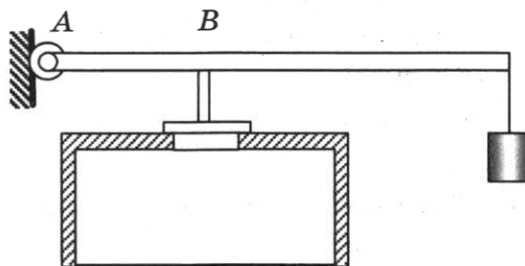
Полное правильное решение каждой из задач 28–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

28. Шайба массой m_1 , скользящая по гладкой горизонтальной поверхности, налетает на лежащую неподвижно на той же поверхности более тяжелую шайбу такого же размера массой m_2 . В результате частично неупругого удара первая шайба остановилась, а 50% ее первоначальной кинетической энергии перешло во внутреннюю энергию. Чему равно отношение масс шайб m_2/m_1 ?

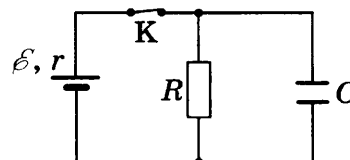
29. Горка с двумя вершинами, высоты которых h и $3h$, покоится на гладкой горизонтальной поверхности стола (см. рисунок). На правой вершине горки находится шайба, масса которой в 12 раз меньше массы горки. От незначительного толчка шайба и горка приходят в движение, причем шайба движется влево, не отрываясь от гладкой поверхности горки, а поступательно движущаяся горка не отрывается от стола. Найдите скорость шайбы в тот момент, когда она окажется на левой вершине горки.



30. В цилиндр объемом $0,5 \text{ м}^3$ насосом закачивается воздух со скоростью $0,002 \text{ кг/с}$. В верхнем торце цилиндра есть отверстие, закрытое предохранительным клапаном. Клапан удерживается в закрытом состоянии стержнем, который может свободно поворачиваться вокруг оси в точке А (см. рисунок). К свободному концу стержня подвешен груз массой 2 кг . Клапан открывается через 580 с работы насоса, если в начальный момент времени давление воздуха в цилиндре было равно атмосферному. Площадь закрытого клапаном отверстия $5 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$, расстояние АВ равно $0,1 \text{ м}$. Температура воздуха в цилиндре и снаружи не меняется и равна 300 К . Определите длину стержня, если его считать невесомым.



31. В электрической схеме, показанной на рисунке, ключ К замкнут. ЭДС батарейки $\mathcal{E} = 12 \text{ В}$, емкость конденсатора $C = 0,2 \text{ мкФ}$. Отношение внутреннего сопротивления батарейки к сопротивлению резистора $k = \frac{r}{R} = 0,2$. Найдите количество теплоты, которое выделится на резисторе после размыкания ключа К в результате разряда конденсатора.



32. В дно водоема глубиной 3 м вертикально вбита свая, скрытая под водой. Высота сваи 2 м . Угол падения солнечных лучей на поверхность воды равен 30° . Определите длину тени сваи на дне водоема. Коэффициент преломления воды $n = \frac{4}{3}$.



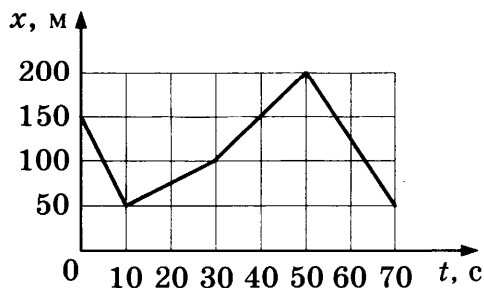
Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с номером соответствующего задания.

ВАРИАНТ 12

Часть 1

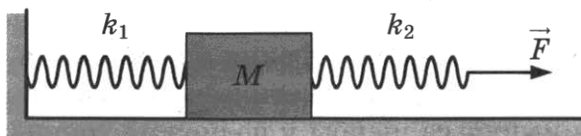
Ответами к заданиям 1–24 являются слово, число или последовательность цифр или чисел. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. На рисунке представлен график зависимости координаты x велосипедиста от времени t . Определите проекцию скорости велосипедиста на ось Ox в интервале времени от 10 до 20 с.



Ответ: _____ м/с.

2. К системе из кубика массой 1 кг и двух пружин приложена постоянная горизонтальная сила величиной $F = 9$ Н (см. рисунок). Система покоится. Между кубиком и опорой трения нет. Левый край первой пружины прикреплен к стенке. Жесткость первой пружины $k_1 = 300$ Н/м. Жесткость второй пружины $k_2 = 600$ Н/м. Чему равно удлинение второй пружины?

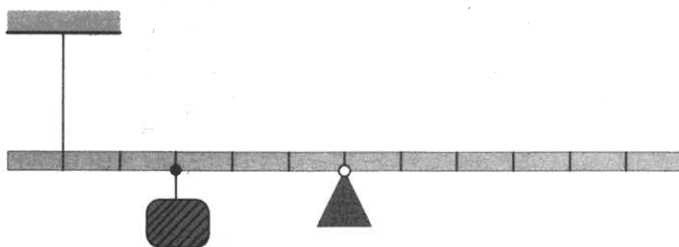


Ответ: _____ см.

3. В инерциальной системе отсчета тело движется по прямой в одном направлении под действием постоянной силы, равной по модулю 10 Н. Сколько времени потребуется для того, чтобы под действием этой силы импульс тела изменился на 50 кг·м/с?

Ответ: _____ с.

4. С использованием нити ученик зафиксировал рычаг. Масса подвешенного к рычагу груза равна 0,1 кг. Какова сила натяжения нити?



Ответ: _____ Н.

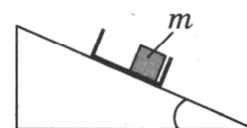
5. Два одинаковых бруска толщиной 5 см и массой 1 кг каждый, связанные друг с другом, плавают в воде так, что уровень воды приходится на границу между ними. Из приведенного ниже списка выберите **два** правильных утверждения.

- 1) Если воду заменить на керосин, то глубина погружения брусков уменьшится.
- 2) Сила Архимеда, действующая на бруски, равна 20 Н.
- 3) Плотность материала, из которого изготовлены бруски, равна 500 кг/м^3 .
- 4) Если на верхний брусок положить груз массой 0,7 кг, то бруски утонут.
- 5) Если в стопку добавить еще два таких же бруска, то глубина ее погружения увеличится на 10 см.

Ответ:

--	--

6. С вершины наклонной плоскости из состояния покоя скользит с ускорением легкая коробочка, в которой находится груз массой m (см. рисунок). Как изменятся ускорение при движении по наклонной плоскости и модуль работы силы тяжести, если с той же наклонной плоскости будет скользить та же коробочка с грузом массой $2m$?



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	Модуль работы силы тяжести

7. Шайба массой m съезжает с горки без трения из состояния покоя. Ускорение свободного падения равно g . У подножия горки кинетическая энергия шайбы равна E_k . Чему равны высота горки и модуль импульса шайбы у подножия горки?

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) высота горки
- Б) модуль импульса шайбы у подножия горки

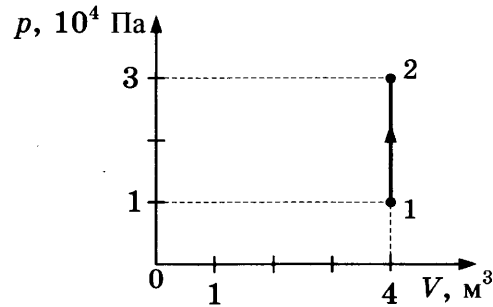
ФОРМУЛА

- 1) $E_k \sqrt{\frac{2m}{g}}$
- 2) $\sqrt{2mE_k}$
- 3) $\sqrt{\frac{2E_k}{gm}}$
- 4) $\frac{E_k}{gm}$

Ответ:

А	Б

8. На рисунке изображено изменение состояния постоянной массы разреженного аргона. Температура газа в состоянии 1 равна $27\text{ }^\circ\text{C}$. Какая температура соответствует состоянию 2?



Ответ: _____ К.

9. Тепловая машина с КПД 60% за цикл работы получает от нагревателя 100 Дж. Какую работу машина совершает за цикл?

Ответ: _____ Дж.

10. В кубическом метре воздуха в помещении при температуре $20\text{ }^\circ\text{C}$ находится $1,73 \cdot 10^{-2}$ кг водяных паров. Пользуясь таблицей плотности насыщенных паров воды, определите относительную влажность воздуха.

$t, \text{ }^\circ\text{C}$	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
$\rho, \cdot 10^{-2} \text{ кг/м}^3$	1,36	1,45	1,54	1,63	1,73	1,83	1,94	2,06	2,18	2,30

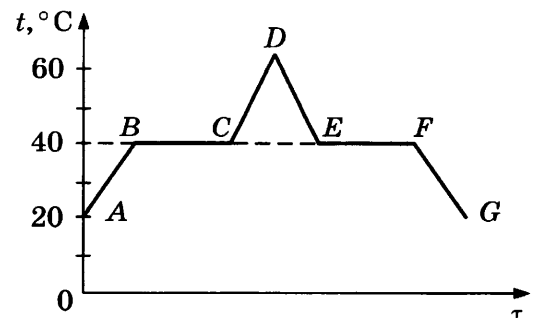
Ответ: _____ %.

11. В вертикальном сосуде под массивным подвижным поршнем находится идеальный газ массой m при температуре T . В процессе опыта массу газа уменьшили в 2 раза, а температуру увеличили в 3 раза. Выберите из предложенного перечня **два** утверждения, которые соответствуют результатам этого опыта.

- 1) Количество вещества газа в сосуде увеличилось в 1,5 раза.
- 2) Давление газа осталось неизменным.
- 3) Объем газа в этом процессе уменьшился в 3 раза.
- 4) Внутренняя энергия газа увеличилась в 1,5 раза по сравнению с первоначальным состоянием.
- 5) Плотность газа в сосуде осталась неизменной.

Ответ:

12. В начальный момент в сосуде под легким поршнем находится только жидкий эфир. На рисунке показан график зависимости температуры t эфира от времени τ его нагревания и последующего охлаждения. Установите соответствие между процессами, происходящими с эфиром, и участками графика. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



ПРОЦЕССЫ

- А) конденсация эфира
 Б) охлаждение жидкого эфира

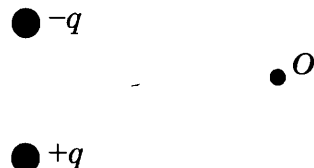
УЧАСТКИ ГРАФИКА

- 1) FG
 2) BC
 3) DE
 4) EF

Ответ:

А	Б

13. Какое направление относительно рисунка (*вверх, вниз, влево, вправо, от наблюдателя, к наблюдателю*) имеет вектор напряженности \vec{E} электрического поля, созданного двумя зарядами $+q > 0$ и $-q < 0$ в точке O (см. рис.)? Ответ запишите словом (словами).

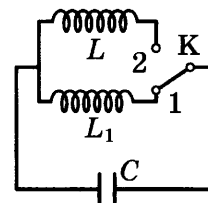


Ответ: _____ .

14. Участок цепи состоит из двух последовательно соединенных цилиндрических проводников, сопротивление первого из которых равно R , а второго $2R$. Во сколько раз увеличится общее сопротивление этого участка, если удельное сопротивление и длину первого проводника увеличить вдвое?

Ответ: в _____ раз(а).

15. При переводе ключа K из положения 1 в положение 2 период собственных электромагнитных колебаний в контуре увеличился в 3 раза. Во сколько раз индуктивность L катушки в контуре (см. рисунок) больше L_1 ?



Ответ: в _____ раз(а).

16. В идеальном колебательном контуре происходят свободные электромагнитные колебания. Изменение заряда конденсатора в колебательном контуре с течением времени показано в таблице.

$t, 10^{-6}$ с	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18
$q, 10^{-9}$ Кл	2	1,42	0	-1,42	-2	-1,42	0	1,42	2	1,42

Выберите *два* верных утверждения о процессе, происходящем в контуре:

- 1) Период колебаний равен $16 \cdot 10^{-6}$ с.
- 2) В момент $t = 12 \cdot 10^{-6}$ с энергия катушки минимальна.
- 3) В момент $t = 8 \cdot 10^{-6}$ с энергия конденсатора максимальна.
- 4) В момент $t = 4 \cdot 10^{-6}$ с сила тока в контуре равна 0.
- 5) Частота колебаний равна 25 кГц.

Ответ:

--	--

17. Протон в однородном магнитном поле движется по окружности. Как изменятся радиус окружности и период обращения протона, если его скорость увеличится? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

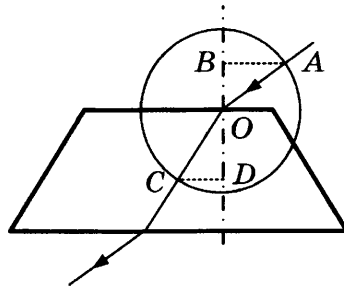
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Радиус окружности	Период обращения

18. На рисунке показан ход луча света через стеклянную призму, находящуюся в воздухе. Точка O — центр окружности.

Установите соответствие между физическими величинами и формулами, выражающими их в рассматриваемой задаче.

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



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) показатель преломления стекла n
- Б) синус угла преломления в точке O

ФОРМУЛЫ

- 1) $\frac{AB}{OA}$
- 2) $\frac{AB}{CD}$
- 3) $\frac{CD}{OC}$
- 4) $\frac{OD}{OC}$

Ответ:

А	Б

19. Укажите число электронов в нейтральном атоме бария ${}^{143}_{56}\text{Ba}$ и число нейтронов в его ядре.

Ответ:

Число электронов	Число нейтронов

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.

20. Закон радиоактивного распада ядер некоторого изотопа имеет вид $N = N_0 \cdot 2^{-\lambda t}$, где $\lambda = 0,05 \text{ с}^{-1}$. Каков период полураспада ядер?

Ответ: _____ с.

21. Фотокатод с работой выхода A_1 освещают монохроматическим светом с длиной волны λ и наблюдают фотоэффект. Затем тем же светом освещают фотокатод с работой выхода

$A_2 < A_1$. Как изменяются при переходе от первого опыта ко второму «красная граница» фотоэффекта $\nu_{кр}$ и модуль запирающего напряжения $U_{зап}$?

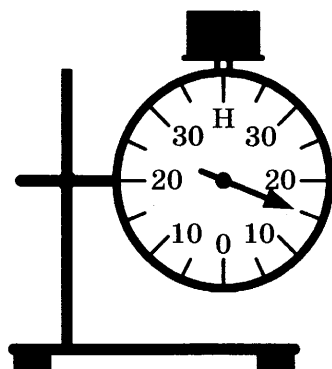
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

«Красная граница» фотоэффекта $\nu_{кр}$	Модуль запирающего напряжения $U_{зап}$

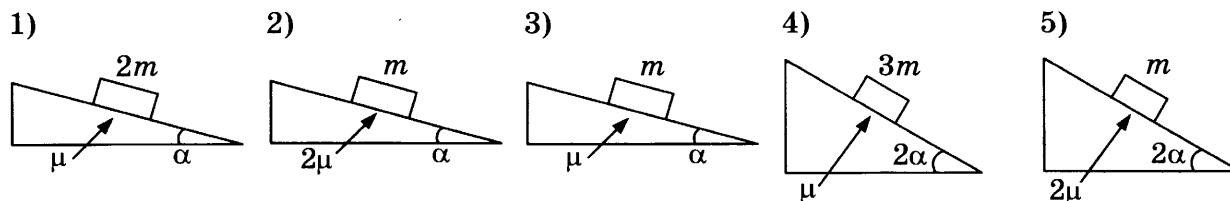
22. Ученик измерял вес груза при помощи динамометра. Показания динамометра приведены на рисунке. Погрешность измерения равна половине цены деления динамометра. Запишите в ответ показания динамометра с учетом погрешности измерений.



Ответ: (_____ ± _____) Н.

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.

23. Необходимо экспериментально выяснить, зависит ли ускорение тела, скользящего по шероховатой наклонной плоскости, от массы груза (на всех представленных ниже рисунках m — масса тела, α — угол наклона плоскости к горизонту, μ — коэффициент трения между бруском и плоскостью). Какие две установки следует использовать для проведения такого исследования?



В ответ запишите номера выбранных установок.

Ответ:

24. Рассмотрите таблицу, содержащую характеристики некоторых астероидов Солнечной системы.

Название астероида	Примерный радиус астероида, км	Большая полуось орбиты, а.е.	Период обращения вокруг Солнца, земных лет	Эксцентриситет орбиты e^*	Масса, кг
Веста	265	2,36	3,63	0,089	$3,0 \cdot 10^{20}$
Эвномия	136	2,65	4,30	0,185	$8,3 \cdot 10^{18}$
Церера	466	2,78	4,60	0,079	$8,7 \cdot 10^{20}$
Паллада	261	2,77	4,62	0,230	$3,2 \cdot 10^{20}$
Юнона	123	2,68	4,36	0,256	$2,8 \cdot 10^{19}$
Геба	100	2,42	3,78	0,202	$1,4 \cdot 10^{19}$
Аквитания	54	2,79	4,53	0,238	$1,1 \cdot 10^{18}$

* Эксцентриситет орбиты определяется по формуле: $e = \sqrt{1 - \frac{b^2}{a^2}}$, где b — малая полуось,

a — большая полуось орбиты, $e = 0$ — окружность, $0 < e < 1$ — эллипс.

Выберите **все верные** утверждения, которые соответствуют характеристикам астероидов.

- 1) Чем дальше от Солнца располагается орбита астероида, тем больше его масса.
- 2) Орбита астероида Юнона находится между орбитами Марса и Юпитера.
- 3) Астероид Паллада вращается по более «вытянутой» орбите, чем астероид Веста.
- 4) Астероид Геба движется по орбите Земли и представляет астероидную опасность.
- 5) Вторая космическая скорость на астероиде Церера составляет более 11 км/с.

Ответ: _____ .



Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы. Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.

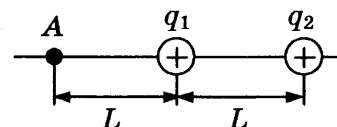
Часть 2

Ответами к заданиям 25 и 26 является число. Это число запишите 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.

25. Кусок льда опустили в термос с водой. Начальная температура льда 0°C , начальная температура воды 30°C . Теплоемкостью термоса можно пренебречь. При переходе к тепловому равновесию часть льда массой 210 г растаяла. Чему равна исходная масса воды в термосе?

Ответ: _____ г.

26. Два точечных положительных заряда: $q_1 = 85$ нКл и $q_2 = 140$ нКл — находятся в вакууме на расстоянии $L = 2$ м друг от друга. Определите величину напряженности электрического поля этих зарядов в точке A , расположенной на прямой, соединяющей заряды, на расстоянии L от первого заряда (см. рисунок).



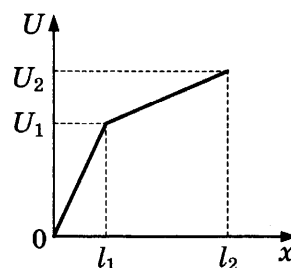
Ответ: _____ В/м.



Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы. Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.

Для записи ответов на задания 27–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (27, 28 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.

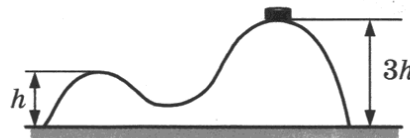
27. Нихромовый проводник длиной $l = l_2$ включен в цепь постоянного тока. К нему подключают вольтметр таким образом, что одна из клемм вольтметра все время подключена к началу проводника, а вторая может перемещаться вдоль проводника. На рисунке приведена зависимость показаний вольтметра U от расстояния x до начала проводника. Как зависит от x площадь поперечного сечения проводника? Ответ поясните, указав, какие физические закономерности вы использовали.



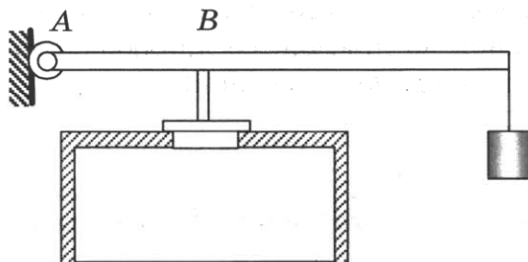
Полное правильное решение каждой из задач 28–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

28. Шайба массой m_1 , скользящая по гладкой горизонтальной поверхности, налетает на лежащую неподвижно на той же поверхности более тяжелую шайбу такого же размера массой m_2 . В результате частично неупругого удара первая шайба остановилась, а 75% ее первоначальной кинетической энергии перешло во внутреннюю энергию. Чему равно отношение масс шайб m_2/m_1 ?

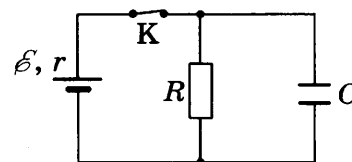
29. Горка с двумя вершинами, высоты которых h и $3h$, покоится на гладкой горизонтальной поверхности стола (см. рисунок). На правой вершине горки находится шайба, масса которой в 12 раз меньше массы горки. От незначительного толчка шайба и горка приходят в движение, причем шайба движется влево, не отрываясь от гладкой поверхности горки, а поступательно движущаяся горка не отрывается от стола. Найдите скорость горки в тот момент, когда шайба окажется на левой вершине горки.



30. В цилиндр объемом $0,5 \text{ м}^3$ насосом закачивается воздух со скоростью $0,002 \text{ кг/с}$. В верхнем торце цилиндра есть отверстие, закрытое предохранительным клапаном. Клапан удерживается в закрытом состоянии стержнем, который может свободно поворачиваться вокруг оси в точке А (см. рисунок). К свободному концу стержня длиной $0,5 \text{ м}$ подвешен груз массой 2 кг . Клапан открывается через 580 с работы насоса, если в начальный момент времени давление воздуха в цилиндре было равно атмосферному. Площадь закрытого клапаном отверстия $5 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$. Температура воздуха в цилиндре и снаружи не меняется и равна 300 К . Определите расстояние АВ, если стержень можно считать невесомым.



31. В электрической схеме, показанной на рисунке, ключ K замкнут. ЭДС батарейки $\mathcal{E} = 12$ В. Отношение внутреннего сопротивления батарейки к сопротивлению резистора $k = \frac{r}{R} = 0,2$. Найдите емкость конденсатора, если после размыкания ключа K в результате разряда конденсатора на резисторе выделилось количество теплоты $Q = 10$ мкДж.



32. В дно водоема глубиной 3 м вертикально вбита свая, полностью скрытая под водой. При угле падения солнечных лучей на поверхность воды, равном 30° , свая отбрасывает на дно водоема тень длиной 0,8 м. Определите высоту сваи. Коэффициент преломления воды $n = \frac{4}{3}$.



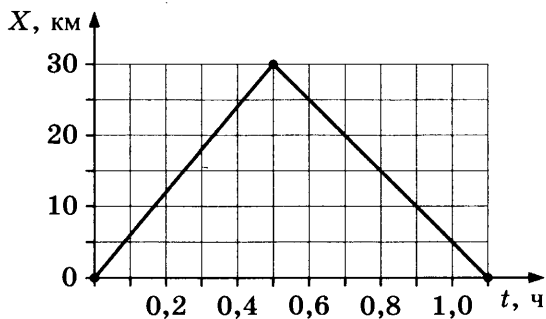
Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с номером соответствующего задания.

ВАРИАНТ 13

Часть 1

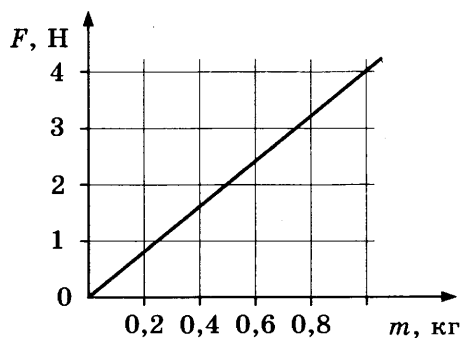
Ответами к заданиям 1–24 являются слово, число или последовательность цифр или чисел. Ответ запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. На рисунке представлен график движения автобуса из пункта А в пункт Б и обратно. Пункт А находится в точке $x = 0$, а пункт Б — в точке $x = 30$ км. Чему равна скорость автобуса на пути из Б в А?



Ответ: _____ км/ч.

2. На графике показана зависимость силы тяжести от массы тела для некоторой планеты. Определите ускорение свободного падения на этой планете.



Ответ: _____ м/с^2 .

3. Материальная точка движется в инерциальной системе отсчета по прямой в одном направлении. За 5 с импульс тела увеличивается на $15 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$. Чему равен модуль равнодействующей сил, приложенных к телу?

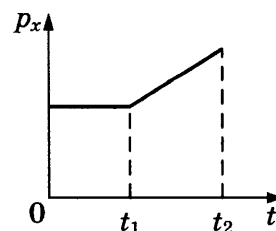
Ответ: _____ Н.

4. Какова скорость звуковых волн в среде, если при частоте 400 Гц длина волны $\lambda = 4 \text{ м}$?

Ответ: _____ м/с.

5. На рисунке приведен график зависимости от времени для проекции на ось Ox импульса тела, движущегося по прямой. Выберите **два** утверждения, соответствующих графику.

- 1) В интервале от 0 до t_1 тело не двигалось.
2) В интервале от 0 до t_1 тело двигалось равноускоренно.

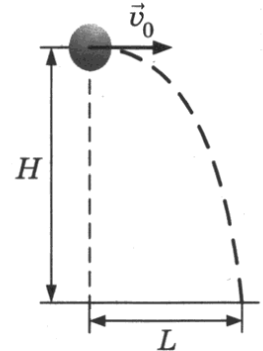


- 3) В интервале от 0 до t_1 ускорение тела равно нулю.
 4) В интервале от t_1 до t_2 модуль ускорения тела увеличивался.
 5) В интервале от t_1 до t_2 тело двигалось равноускоренно.

Ответ:

--	--

6. Шарик, брошенный горизонтально с высоты H с начальной скоростью v_0 , за время t пролетел в горизонтальном направлении расстояние L (см. рисунок). Что произойдет со временем и дальностью полета, если на этой же установке уменьшить высоту H в 2 раза? Сопротивлением воздуха пренебречь.



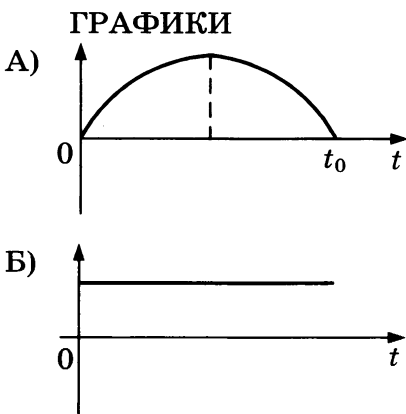
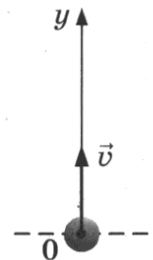
Для каждой величины определите соответствующий характер ее изменения:

- 1) увеличится
 2) уменьшится
 3) не изменится

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

Время полета	Дальность полета

7. В момент $t = 0$ шарик бросили вертикально вверх с начальной скоростью \vec{v} (см. рисунок). Сопротивление воздуха пренебрежимо мало. Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять (t_0 — время полета).



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) проекция скорости шарика v_y
 2) проекция ускорения шарика a_x
 3) координата y шарика
 4) модуль силы тяжести, действующей на шарик

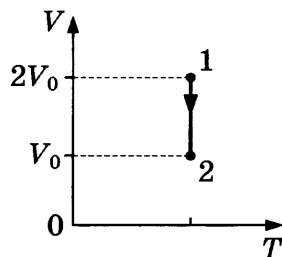
Ответ:

А	Б

8. Объем 1 моль водорода в сосуде при температуре T и давлении p равен V_1 . Объем 4 моль водорода при том же давлении и температуре $2T$ равен V_2 . Чему равно отношение V_2/V_1 ? (Водород считать идеальным газом.)

Ответ: _____ .

9. На V - T -диаграмме показан процесс изменения состояния идеального одноатомного газа. Газ отдает 30 кДж теплоты. Определите работу внешних сил.



Ответ: _____ кДж.

10. Парциальное давление водяного пара в воздухе при $20\text{ }^\circ\text{C}$ равно $0,466\text{ кПа}$, давление насыщенных водяных паров при этой температуре $2,33\text{ кПа}$. Определите относительную влажность воздуха.

Ответ: _____ %.

11. В ходе адиабатного процесса внутренняя энергия 1 моль разреженного гелия увеличивается. Выберите из предложенного перечня **два** верных утверждения, верно описывающие данный процесс.

- 1) Давление газа в ходе процесса увеличилось.
- 2) Объем газа в этом процессе остается неизменным.
- 3) Газ сжали, совершив над ним работу.
- 4) Температура газа в ходе процесса уменьшается.
- 5) Концентрация молекул газа в ходе процесса уменьшилась.

Ответ:

12. В закрытом сосуде постоянного объема при комнатной температуре находится воздух, содержащий ненасыщенный водяной пар. Температуру воздуха увеличили на 20 К . Как изменились при этом концентрация молекул воды и относительная влажность воздуха в сосуде?

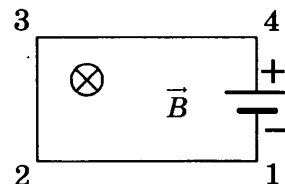
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Концентрация молекул воды в сосуде	Относительная влажность воздуха в сосуде

13. Электрическая цепь, состоящая из четырех прямолинейных проводников (1-2, 2-3, 3-4, 4-1) и источника постоянного тока, находится в однородном магнитном поле, вектор магнитной индукции которого \vec{B} направлен от наблюдателя. Куда направлена относительно рисунка (*вверх, вниз, влево, вправо, от наблюдателя, к наблюдателю*) вызванная этим полем сила Ампера, действующая на проводник 3-4? Ответ запишите словом (словами).



Ответ: _____ .

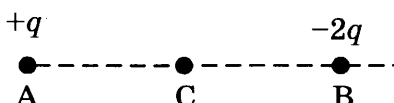
14. При скорости v_1 поступательного движения прямолинейного проводника в постоянном однородном магнитном поле на концах проводника возникает разность потенциалов U . При движении этого проводника в том же направлении в той же плоскости со скоростью v_2 разность потенциалов на концах проводника уменьшилась в 4 раза. Чему равно отношение v_2/v_1 ?

Ответ: _____ .

15. Индуктивность витка проволоки равна $3 \cdot 10^{-3}$ Гн. Определите магнитный поток через поверхность, ограниченную витком, если сила тока в витке равна 4 А.

Ответ: _____ мВб.

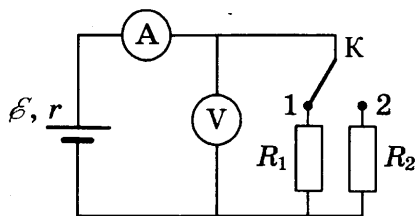
16. Две маленькие закрепленные бусинки, расположенные в точках А и В, несут на себе заряды $+q > 0$ и $-2q < 0$ соответственно (см. рисунок). Точка С находится посередине между бусинками А и В. Из приведенного ниже списка выберите **два** правильных утверждения.



- 1) На бусинку В со стороны бусинки А действует сила Кулона, направленная горизонтально вправо.
- 2) Напряженность результирующего электростатического поля в точке С направлена горизонтально влево.
- 3) Если бусинки соединить тонкой медной проволокой, они будут отталкиваться друг от друга.
- 4) На бусинку А со стороны бусинки В действует сила, направленная горизонтально вправо.
- 5) Если бусинки соединить незаряженной стеклянной палочкой, их заряды станут равными.

Ответ:

17. В схеме, показанной на рисунке, $R_1 > R_2$. Что произойдет с показаниями амперметра и вольтметра после переключения ключа К из положения 1 в положение 2?



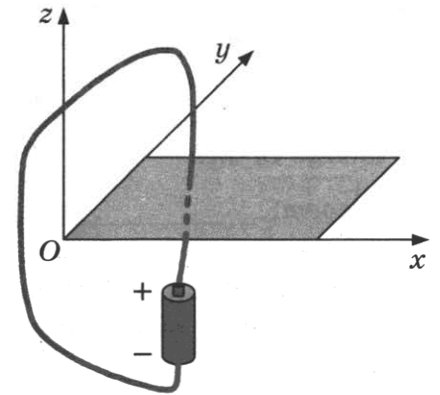
Для каждой величины определите соответствующий характер ее изменения:

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

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

Показания амперметра	Показания вольтметра

18. При подключении проводника к полюсам гальванического элемента на поверхности проводника появляются заряды: положительные вблизи положительного полюса, отрицательные вблизи отрицательного полюса — и возникает электрический ток. Заряды на поверхности проводника создают в пространстве электрическое поле, а ток — магнитное поле. Проводник, подключенный к гальваническому элементу, проходит через отверстие в доске. На рисунках 1)–4) при помощи линий поля изображены электрическое и магнитное поля, создаваемые проводником в плоскости доски (вид сверху).

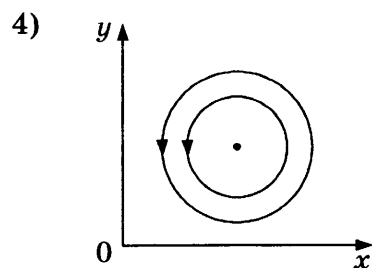
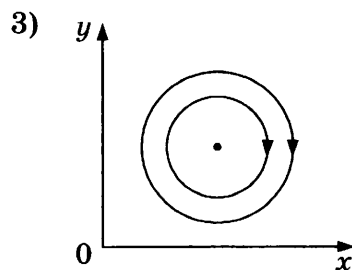
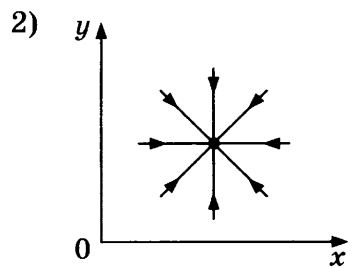
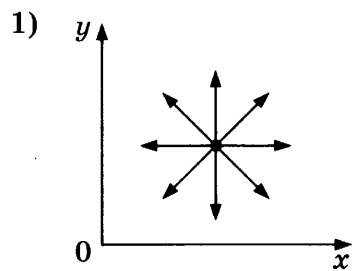


Установите соответствие между видами поля и рисунками, изображающими линии поля. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры.

ВИДЫ ПОЛЯ

- А) электрическое поле
- Б) магнитное поле

ИЗОБРАЖЕНИЯ ЛИНИЙ ПОЛЯ



Ответ:

А	Б

19. На рисунке представлен фрагмент Периодической системы элементов Д.И. Менделеева. Под названием каждого элемента приведены массовые числа его основных стабильных изотопов. При этом нижний индекс около массового числа указывает (в процентах) распространенность изотопа в природе. Определите число протонов и число нейтронов в ядре самого распространенного изотопа калия.

2	II	Li литий 7 ₉₃ 6 ₇	3	Be бериллий 9 ₁₀₀	4	5	B бор 11 ₈₀ 10 ₂₀
3	III	Na натрий 23 ₁₀₀	11	Mg магний 24 ₇₉ 26 ₁₁ 25 ₁₀	12	13	Al алюминий 27 ₁₀₀
4	IV	K калий 39 ₉₃ 41 _{6,7}	19	Ca кальций 40 ₉₇ 44 _{2,1}	20	21	Sc скандий 45 ₁₀₀
	V	29	Cu медь 63 ₆₉ 65 ₃₁	30	Zn цинк 64 ₄₉ 66 ₂₈ 68 ₁₉	31	Ga галлий 69 ₆₀ 71 ₄₀

Ответ:

Число протонов	Число нейтронов

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.

20. Какая доля от исходного большого числа радиоактивных ядер распадается за интервал времени, равный двум периодам полураспада?

Ответ: _____ %.

21. При исследовании зависимости кинетической энергии фотоэлектронов от частоты падающего света фотоэлемент освещался через светофильтры. В первой серии опытов использовался светофильтр, пропускающий только синий свет, а во второй — только зеленый. В каждом опыте наблюдали явление фотоэффекта и измеряли запирающее напряжение.

Как изменятся частота световой волны и модуль запирающего напряжения при переходе от первой серии опытов ко второй?

Для каждой величины определите соответствующий характер ее изменения:

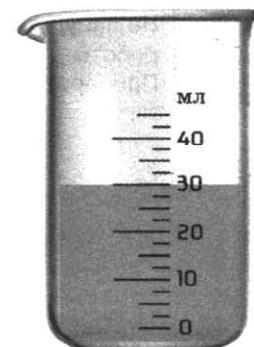
- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждого ответа. Цифры в ответе могут повторяться.

Частота световой волны, падающей на фотоэлемент	Модуль запирающего напряжения

22. Ученик измерял объем жидкости при помощи мензурки (см. рисунок). Погрешность измерения объема равна цене деления мензурки. Запишите в ответ объем жидкости с учетом погрешности измерений.

Ответ: (_____ ± _____) см³.



В бланк ответов № 1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.

23. Нужно опытным путем выяснить, зависит ли период колебаний нитяного маятника от массы груза. Ученику выдали пять маятников, параметры которых указаны в таблице. Грузы — полые металлические шарики одинакового объема. Какие два маятника из предложенных ниже необходимо взять ученику, чтобы провести данное исследование?

№ маятника	Длина нити	Масса груза	Материал, из которого сделан груз
1	60 см	100 г	Медь
2	100 см	200 г	Сталь
3	80 см	300 г	Алюминий
4	80 см	100 г	Алюминий
5	150 см	120 г	Сталь

В ответ запишите номера выбранных маятников.

Ответ:

24. Рассмотрите таблицу, содержащую сведения о ярких звездах.

Наименование звезды	Температура поверхности, К	Масса (в массах Солнца)	Радиус (в радиусах Солнца)	Средняя плотность по отношению к плотности воды
Альдебаран	3600	5,0	45	$7,7 \cdot 10^{-5}$
ϵ Возничего В	11 000	10,2	3,5	0,33
Капелла	5200	3,3	23	$4 \cdot 10^{-4}$
Ригель	11 200	40	138	$2 \cdot 10^{-5}$
Сириус А	9250	2,1	2,0	0,36
Сириус В	8200	1	0,01	$1,75 \cdot 10^6$
Солнце	6000	1,0	1,0	1,4
α Центавра А	5730	1,02	1,2	0,80

Выберите *все верные* утверждения, которые соответствуют характеристикам звезд.

- 1) Температура поверхности Ригеля соответствует температурам звезд спектрального класса *B*.
- 2) Звезда Альдебаран относится к белым карликам.
- 3) Средняя плотность звезды Капеллы больше, чем средняя плотность Солнца.
- 4) Звезда α Центавра А относится к звездам главной последовательности на диаграмме Герцшпрунга — Рессела.
- 5) Солнце относится к красным звездам спектрального класса *M*.

Ответ: _____ .



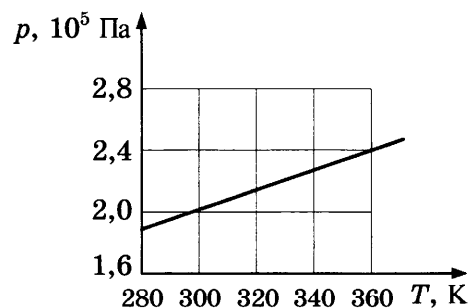
Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы. Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.

Часть 2

Ответами к заданиям 25 и 26 является число. Это число запишите 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.

25. На рисунке показан график изменения давления 32 моль газа при изохорном нагревании. Каков объем этого газа? Ответ округлите до десятых.

Ответ: _____ м³.



26. В двух идеальных колебательных контурах происходят незатухающие электромагнитные колебания. Амплитудное значение силы тока в первом контуре 3 мА. Каково амплитудное значение силы тока во втором контуре, если период колебаний в нем в 3 раза больше, а максимальное значение заряда конденсатора в 6 раз больше, чем в первом?

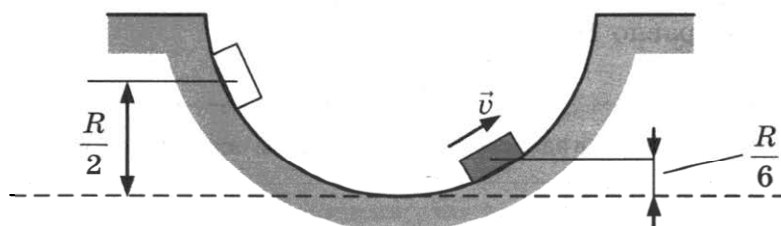
Ответ: _____ мА.



Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы. Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.

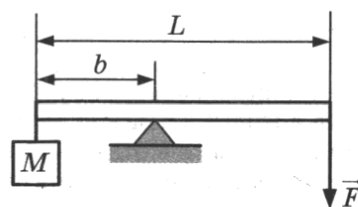
Для записи ответов на задания 27–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (27, 28 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.

27. Маленькая шайба движется из состояния покоя по неподвижной гладкой сферической поверхности радиусом R . Начальное положение шайбы находится на высоте $\frac{R}{2}$ относительно нижней точки поверхности. Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на шайбу в момент, когда она движется вправо-вверх, находясь на высоте $\frac{R}{6}$ над нижней точкой поверхности (см. рисунок). Покажите на этом рисунке, куда направлено в этот момент ускорение шайбы (по радиусу поверхности, по касательной к поверхности, внутрь поверхности, наружу от поверхности). Ответ обоснуйте. Сопротивление воздуха не учитывать.

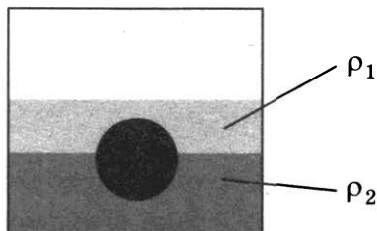


Полное правильное решение каждой из задач 28–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

28. Груз массой 120 кг удерживают с помощью рычага, приложив к его концу вертикально направленную силу 300 Н (см. рисунок). Рычаг состоит из шарнира без трения и длинного однородного стержня массой 30 кг. Расстояние от оси шарнира до точки подвеса груза равно 1 м. Определите длину стержня.

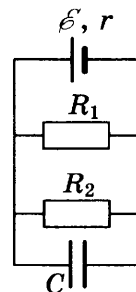


29. На границе раздела двух несмешивающихся жидкостей, имеющих плотности $\rho_1 = 400 \text{ кг/м}^3$ и $\rho_2 = 2\rho_1$, плавает шарик (см. рисунок). Какой должна быть плотность шарика ρ , чтобы выше границы раздела жидкостей была одна четверть его объема?



30. Сферическую оболочку воздушного шара делают из материала, квадратный метр которого имеет массу 2 кг. Шар наполняют гелием при атмосферном давлении 10^5 Па . Определите минимальную массу оболочки, при которой шар начнет поднимать сам себя. Температура гелия и окружающего воздуха одинакова и равна $0 \text{ }^\circ\text{C}$. (Площадь сферы $S = 4\pi r^2$, объем шара $V = \frac{4}{3}\pi r^3$.)

31. Источник постоянного тока с ЭДС $\mathcal{E} = 10 \text{ В}$ и внутренним сопротивлением $r = 0,4 \text{ Ом}$ подсоединен к параллельно соединенным резисторам $R_1 = 4 \text{ Ом}$, $R_2 = 6 \text{ Ом}$ и конденсатору. Определите емкость конденсатора C , если энергия электрического поля конденсатора равна $W = 60 \text{ мкДж}$.



32. В открытый контейнер поместили 1,5 г изотопа полония-210 ${}^{210}_{84}\text{Po}$. Затем контейнер герметично закрыли. Изотоп полония радиоактивен и претерпевает альфа-распад с периодом полураспада примерно 140 дней, превращаясь в стабильный изотоп свинца. Через 5 недель давление внутри контейнера составило $1,4 \cdot 10^5 \text{ Па}$. Определите объем контейнера. Температура внутри контейнера поддерживается постоянной и равна $45 \text{ }^\circ\text{C}$. Атмосферное давление равно 10^5 Па .



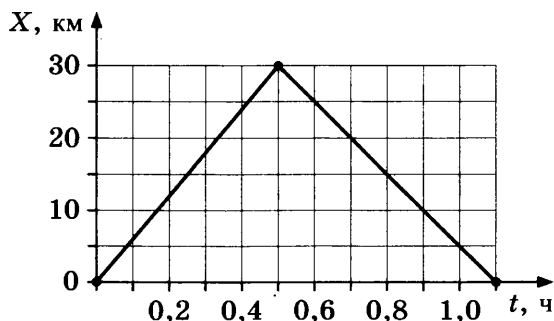
Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с номером соответствующего задания.

ВАРИАНТ 14

Часть 1

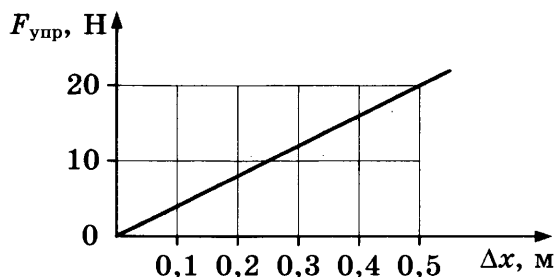
Ответами к заданиям 1–24 являются слово, число или последовательность цифр или чисел. Ответ запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. На рисунке представлен график движения автобуса из пункта А в пункт Б и обратно. Пункт А находится в точке $x = 0$, а пункт Б — в точке $x = 30$ км. Чему равна скорость автобуса на пути из А в Б?



Ответ: _____ км/ч.

2. На рисунке представлен график зависимости модуля силы упругости пружины от величины ее деформации. Определите жесткость этой пружины.



Ответ: _____ Н/м.

3. Материальная точка движется в инерциальной системе отсчета по прямой в одном направлении. За 3 с импульс тела увеличивается на $24 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$. Чему равен модуль равнодействующей сил, приложенных к телу?

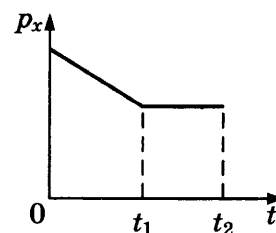
Ответ: _____ Н.

4. Какова частота звуковых волн, если в среде длина волны составляет 3 м, а скорость распространения 1800 м/с ?

Ответ: _____ Гц.

5. На рисунке приведен график зависимости от времени для проекции на ось Ox импульса тела, движущегося по прямой. Выберите **два** утверждения, соответствующих графику.

- 1) В интервале от 0 до t_1 ускорение тела равно нулю.
- 2) В интервале от 0 до t_1 тело двигалось равноускоренно.

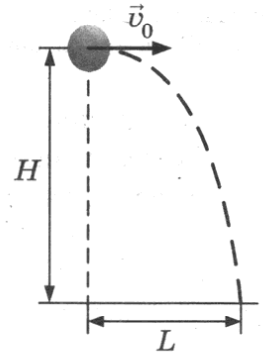


- 3) В интервале от t_1 до t_2 тело покоилось.
- 4) В интервале от t_1 до t_2 тело двигалось равномерно.
- 5) В интервале от t_1 до t_2 ускорение тела было отлично от нуля.

Ответ:

--	--

6. Шарик, брошенный горизонтально с высоты H с начальной скоростью v_0 , за время t пролетел в горизонтальном направлении расстояние L (см. рисунок). Что произойдет со временем и дальностью полета, если на этой же установке увеличить начальную скорость шарика в 2 раза? Сопротивлением воздуха пренебречь.



Для каждой величины определите соответствующий характер ее изменения:

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

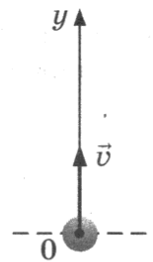
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Время полета	Дальность полета

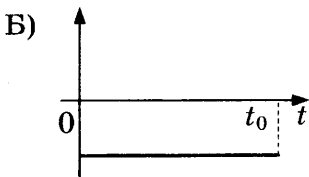
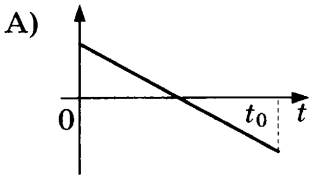
7. В момент $t = 0$ шарик бросили вертикально вверх с начальной скоростью \bar{v} (см. рисунок). Сопротивление воздуха пренебрежимо мало.

Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять (t_0 — время полета).

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



ГРАФИКИ



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) проекция скорости шарика v_y
- 2) проекция ускорения шарика a_y
- 3) координата y шарика
- 4) модуль силы тяжести, действующей на шарик

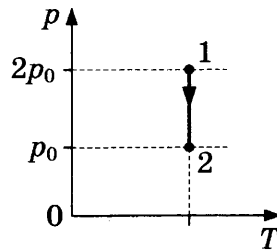
Ответ:

А	Б

8. Объем 1 моль водорода в сосуде при температуре T и давлении p равен V_1 . Объем 2 моль водорода при том же давлении и температуре $3T$ равен V_2 . Чему равно отношение V_2/V_1 ? (Водород считать идеальным газом.)

Ответ: _____ .

9. На p - T -диаграмме показан процесс изменения состояния идеального одноатомного газа. Работа, совершенная газом, равна 40 кДж. Какое количество теплоты получил газ?



Ответ: _____ кДж.

10. Парциальное давление водяного пара в комнате в два раза меньше давления насыщенного водяного пара при такой же температуре. Определите относительную влажность воздуха в комнате.

Ответ: _____ %.

11. В ходе адиабатного процесса внутренняя энергия 1 моль разреженного аргона уменьшилась. Выберите из предложенного перечня **два** верных утверждения, верно описывающие данный процесс.

- 1) Температура газа в ходе процесса увеличилась.
- 2) В ходе процесса газ расширился, совершив работу.
- 3) Давление газа в течение всего процесса остается неизменным.
- 4) Концентрация молекул газа в ходе процесса уменьшилась.
- 5) Объем газа в ходе процесса уменьшается.

Ответ:

12. В закрытом сосуде постоянного объема при комнатной температуре долгое время находится влажный воздух. На стенках внутри сосуда видна обильная роса. Температуру воздуха медленно увеличили на 20 К. Роса на стенках сосуда при этом не пропала. Как изменились при этом концентрация молекул воды и относительная влажность воздуха в сосуде?

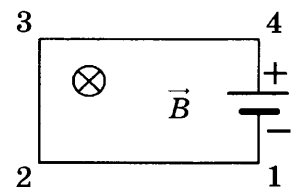
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Концентрация молекул водяного пара в сосуде	Относительная влажность воздуха в сосуде

13. Электрическая цепь, состоящая из четырех прямолинейных проводников (1-2, 2-3, 3-4, 4-1) и источника постоянного тока, находится в однородном магнитном поле, вектор магнитной индукции которого \vec{B} направлен от наблюдателя. Куда направлена относительно рисунка (*вверх, вниз, влево, вправо, от наблюдателя, к наблюдателю*) вызванная этим полем сила Ампера, действующая на проводник 2-3? Ответ запишите словом (словами).



Ответ: _____ .

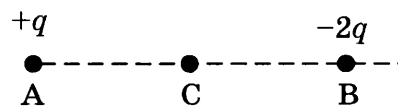
14. При скорости v_1 поступательного движения прямолинейного проводника в постоянном однородном магнитном поле на концах проводника возникает разность потенциалов U . При движении этого проводника в том же направлении в той же плоскости со скоростью v_2 разность потенциалов на концах проводника уменьшилась в 2 раза. Чему равно отношение v_2/v_1 ?

Ответ: _____ .

15. Индуктивность витка проволоки равна $2 \cdot 10^{-3}$ Гн. При какой силе тока в витке магнитный поток через поверхность, ограниченную витком, равен 12 мВб?

Ответ: _____ А.

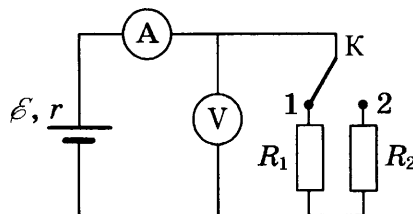
16. Две маленькие закрепленные бусинки, расположенные в точках А и В, несут на себе заряды $+q > 0$ и $-2q < 0$ соответственно (см. рисунок). Точка С находится посередине между точками А и В. Из приведенного ниже списка выберите **два** правильных утверждения.



- 1) На бусинку А со стороны бусинки В действует сила Кулона, направленная горизонтально вправо.
- 2) Напряженность результирующего электростатического поля в точке С направлена горизонтально вправо.
- 3) Модуль силы Кулона, действующей на бусинку В, в 2 раза больше, чем на бусинку А.
- 4) Если бусинки соединить тонкой медной проволокой, они будут притягивать друг друга.
- 5) Если бусинки соединить незаряженной стеклянной палочкой, их заряды станут равными.

Ответ:

17. В схеме, показанной на рисунке, $R_1 < R_2$. Что произойдет с показаниями амперметра и вольтметра после переключения ключа К из положения 1 в положение 2?



Для каждой величины определите соответствующий характер ее изменения:

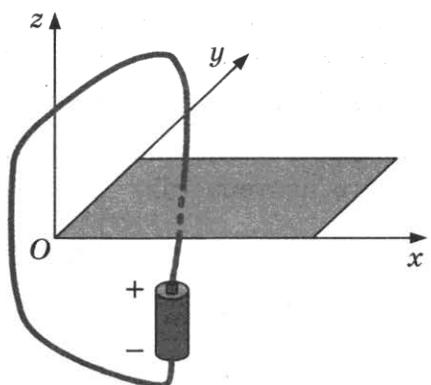
- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

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

Показания амперметра	Показания вольтметра

18. При подключении проводника к полюсам гальванического элемента на поверхности проводника появляются заряды: положительные вблизи положительного полюса, отрицательные вблизи отрицательного полюса — и возникает электрический ток. Заряды на

поверхности проводника создают в пространстве электрическое поле, а ток — магнитное поле. Проводник, подключенный к гальваническому элементу, проходит через отверстие в доске. На рисунках 1)–4) при помощи линий поля изображены электрическое и магнитное поля, создаваемые проводником в плоскости доски (вид сверху).



Установите соответствие между видами поля и рисунками, изображающими линии поля. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры.

ВИДЫ ПОЛЯ

- А) электрическое поле
- Б) магнитное поле

ИЗОБРАЖЕНИЯ ЛИНИЙ ПОЛЯ

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

Ответ:

А	Б

19. На рисунке представлен фрагмент Периодической системы элементов Д.И. Менделеева. Под названием каждого элемента приведены массовые числа его основных стабильных изотопов. При этом нижний индекс около массового числа указывает (в процентах) распространенность изотопа в природе.

2	II	Li литий 7 ₉₃ 6 ₇	3	Be бериллий 9 ₁₀₀	4	5	B бор 11 ₈₀ 10 ₂₀
3	III	Na натрий 23 ₁₀₀	11	Mg магний 24 ₇₉ 26 ₁₁ 25 ₁₀	12	13	Al алюминий 27 ₁₀₀
4	IV	K калий 39 ₉₃ 41 _{6,7}	19	Ca кальций 40 ₉₇ 44 _{2,1}	20	21	Sc скандий 45 ₁₀₀
	V	29 Cu медь 63 ₆₉ 65 ₃₁	30	Zn цинк 64 ₄₉ 66 ₂₈ 68 ₁₉	31	32	Ga галлий 69 ₆₀ 71 ₄₀

Определите число протонов и число нейтронов в ядре самого распространенного изотопа галлия.

Ответ:

Число протонов	Число нейтронов

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.

20. Какая доля от исходного большого числа радиоактивных ядер остается нераспавшейся через интервал времени, равный двум периодам полураспада?

Ответ: _____ %.

21. При исследовании зависимости кинетической энергии фотоэлектронов от частоты падающего света фотоэлемент освещался через светофильтры. В первой серии опытов использовался светофильтр, пропускающий только красный свет, а во второй — только зеленый. В каждом опыте наблюдали явление фотоэффекта и измеряли запирающее напряжение.

Как изменятся длина световой волны и модуль запирающего напряжения при переходе от первой серии опытов ко второй?

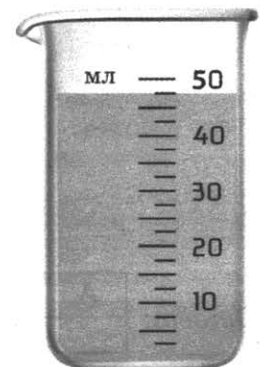
Для каждой величины определите соответствующий характер ее изменения:

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

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждого ответа. Цифры в ответе могут повторяться.

Длина световой волны, падающей на фотоэлемент	Модуль запирающего напряжения

22. Ученик измерял объем жидкости при помощи мензурки (см. рисунок). Погрешность измерения объема равна цене деления мензурки. Запишите в ответ объем жидкости с учетом погрешности измерений.



Ответ: (_____ ± _____) см³.

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.

23. Для проведения опыта по обнаружению зависимости периода колебаний нитяного маятника от длины нити ученику выдали пять маятников, параметры которых указаны в таблице. Грузы — полые металлические шарики одинакового объема. Какие два маятника из предложенных ниже необходимо взять ученику, чтобы провести данное исследование?

№ маятника	Длина нити	Масса груза	Материал, из которого сделан груз
1	60 см	100 г	Медь
2	100 см	200 г	Сталь
3	80 см	300 г	Алюминий
4	80 см	100 г	Алюминий
5	150 см	200 г	Сталь

В ответ запишите номера выбранных маятников.

Ответ:

24. Рассмотрите таблицу, содержащую сведения о ярких звездах.

Наименование звезды	Температура поверхности, К	Масса (в массах Солнца)	Радиус (в радиусах Солнца)	Средняя плотность по отношению к плотности воды
Альдебаран	3600	5,0	45	$7,7 \cdot 10^{-5}$
ϵ Возничего В	11 000	10,2	3,5	0,33
Капелла	5200	3,3	23	$4 \cdot 10^{-4}$
Ригель	11 200	40	138	$2 \cdot 10^{-5}$
Сириус А	9250	2,1	2,0	0,36
Сириус В	8200	1,0	0,01	$1,75 \cdot 10^6$
Солнце	6000	1,0	1,0	1,4
α Центавра А	5730	1,02	1,2	0,80

Выберите **все верные** утверждения, которые соответствуют характеристикам звезд.

- 1) Звезда ϵ Возничего В относится к спектральному классу G.
- 2) Солнце относится к звездам главной последовательности на диаграмме Герцшпрунга—Рессела.
- 3) Звезда Сириус А является сверхгигантом.
- 4) Звезда Сириус В и наше Солнце имеют одинаковые массы, значит, относятся к одному спектральному классу.
- 5) Звезда Сириус В относится к белым карликам.

Ответ: _____ .

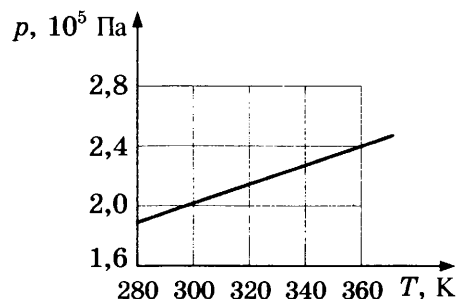


Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы. Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.

Часть 2

Ответами к заданиям 25 и 26 является число. Это число запишите 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.

25. В сосуде объемом 10 л находится гелий. На рисунке показан график изменения давления гелия при изохорном нагревании. Сколько моль газа находится в сосуде? Ответ округлите до десятых.



Ответ: _____ моль.

26. В двух идеальных колебательных контурах происходят незатухающие электромагнитные колебания. Максимальное значение заряда конденсатора во втором контуре равно 6 мкКл. Амплитуда колебаний силы тока в первом контуре в 2 раза меньше, а период его колебаний в 3 раза меньше, чем во втором контуре. Определите максимальное значение заряда конденсатора в первом контуре.

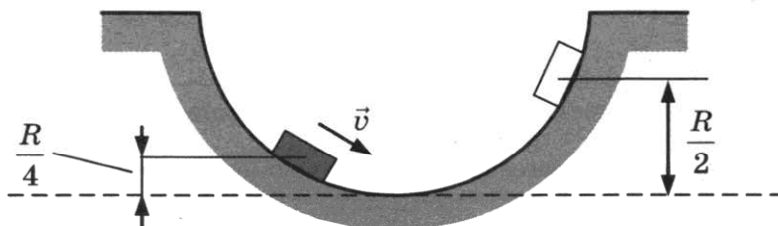
Ответ: _____ мкКл.



Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы. Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.

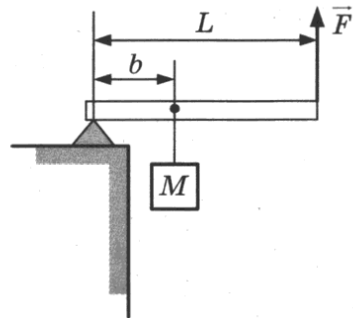
Для записи ответов на задания 27–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (27, 28 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.

27. Маленькая шайба движется из состояния покоя по неподвижной гладкой сферической поверхности радиусом R . Начальное положение шайбы находится на высоте $\frac{R}{2}$ относительно нижней точки поверхности. Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на шайбу в момент, когда она движется вправо-вниз, находясь на высоте $\frac{R}{4}$ над нижней точкой поверхности (см. рисунок). Покажите на этом рисунке, куда направлено в этот момент ускорение шайбы (по радиусу поверхности, по касательной к поверхности, внутрь поверхности, наружу от поверхности). Ответ обоснуйте. Сопротивление воздуха не учитывать.

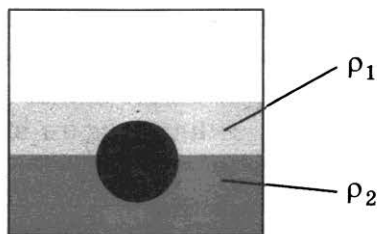


Полное правильное решение каждой из задач 28–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

28. Груз массой 100 кг удерживают на месте с помощью рычага, приложив вертикальную силу 350 Н (см. рисунок). Рычаг состоит из шарнира без трения и однородного массивного стержня длиной 5 м. Расстояние от оси шарнира до точки подвеса груза равно 1 м. Определите массу стержня.

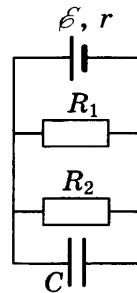


29. На границе раздела двух несмешивающихся жидкостей, имеющих плотности $\rho_1 = 600 \text{ кг/м}^3$ и $\rho_2 = 3\rho_1$, плавает шарик (см. рисунок). Какой должна быть плотность шарика ρ , чтобы выше границы раздела жидкостей была одна четверть его объема?



30. Сферическую оболочку воздушного шара наполняют гелием при атмосферном давлении 10^5 Па . Минимальная масса оболочки, при которой шар начинает поднимать сам себя, равна $m = 500 \text{ кг}$. Температура гелия и окружающего воздуха одинакова и равна $0 \text{ }^\circ\text{C}$. Чему равна масса одного квадратного метра материала оболочки шара? (Площадь сферы $S = 4\pi r^2$, объем шара $V = \frac{4}{3}\pi r^3$.)

31. Источник постоянного тока с ЭДС \mathcal{E} и внутренним сопротивлением $r = 0,6 \text{ Ом}$ подсоединен к параллельно соединенным резисторам $R_1 = 4 \text{ Ом}$, $R_2 = 6 \text{ Ом}$ и конденсатору. Определите ЭДС \mathcal{E} источника, если энергия электрического поля конденсатора равна $W = 25 \text{ мкДж}$, а его емкость $C = 2 \text{ мкФ}$.



32. В открытый контейнер объемом 75 см^3 поместили небольшое количество изотопа полония-210 $^{210}_{84}\text{Po}$. Затем контейнер герметично закрыли. Изотоп полония радиоактивен и претерпевает альфа-распад с периодом полураспада примерно 140 дней, превращаясь в стабильный изотоп свинца. Через 5 недель давление внутри контейнера составило $1,4 \cdot 10^5 \text{ Па}$. Определите первоначальную массу полония-210 в контейнере. Температура внутри контейнера поддерживается постоянной и равна $45 \text{ }^\circ\text{C}$. Атмосферное давление равно 10^5 Па .



Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с номером соответствующего задания.

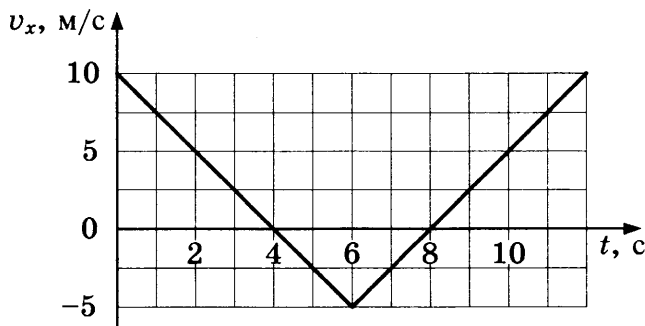
СИСТЕМА ОЦЕНИВАНИЯ ЭКЗАМЕНАЦИОННОЙ РАБОТЫ ПО ФИЗИКЕ НА ПРИМЕРЕ ВАРИАНТА 1 (РАЗБОР РЕШЕНИЙ)

Задания 1–26

Задания 1–4, 8–10, 13–15, 19, 20, 22 и 23 части 1 и задания 25 и 26 части 2 оцениваются 1 баллом. Эти задания считаются выполненными верно, если правильно указаны требуемое число, два числа или слово.

Задания 5–7, 11, 12, 16–18 и 21 части 1 оцениваются 2 баллами, если верно указаны оба элемента ответа; 1 баллом, если допущена ошибка в указании одного из элементов ответа, и 0 баллов, если допущено две ошибки. Если указано более двух элементов (в том числе, возможно, и правильные), то ставится 0 баллов. Задание 24 оценивается 2 баллами, если указаны все верные элементы ответа; 1 баллом, если допущена одна ошибка (в том числе указана одна лишняя цифра наряду со всеми верными элементами или не записан один элемент ответа); 0 баллов, если допущено две ошибки. В заданиях 5, 11, 16 и 24 порядок записи цифр в ответе может быть различным.

1. Тело движется вдоль оси Ox . По графику зависимости проекции скорости тела v_x от времени t установите путь тела за время от $t_1 = 0$ с до $t_2 = 6$ с.



Решение:

Согласно графику, тело сначала первые 4 секунды движения останавливалось, уменьшая свою скорость с 10 м/с до нуля. Затем развернулось и 2 секунды двигалось в обратном направлении. Как известно, площадь под графиком зависимости скорости от времени численно равна перемещению тела. Таким образом, перемещение (или путь) за время от 0 до 4 секунд равно площади треугольника со сторонами $v = 10$ м/с и $t = 4$ с: $s_1 = \frac{1}{2}vt = 0,5 \cdot 10 \cdot 4 = 20$ м. За следующие 2 секунды движения тело переместилось в обратном направлении на расстояние $s_2 = \frac{1}{2}vt = 0,5 \cdot 5 \cdot 2 = 5$ м. В итоге путь тела составил 25 м.

Ответ: 25 м.

2. Пружина жесткостью 2 кН/м одним концом закреплена в штативе. На какую величину она растянется под действием силы 50 Н?

Решение:

Согласно закону Гука, сила упругости, возникающая при деформациях, равна $F = k\Delta x$, где k — жесткость пружины, Δx — величина деформации (удлинение или сжатие). Таким образом, пружина растянется на $\Delta x = F / k = 50 / 2000 = 0,025$ м = 2,5 см.

Ответ: 2,5 см.

3. Отношение массы трактора к массе легкового автомобиля $\frac{m_1}{m_2} = 8$. Каково отношение $\frac{v_1}{v_2}$ их скоростей, если отношение импульса трактора к импульсу легкового автомобиля равно 2?

Решение:

Импульс тела определяется произведением массы тела на его скорость, значит, для трактора и легкового автомобиля справедливо: $p_1 = m_1 v_1$ и $p_2 = m_2 v_2$. Таким образом, искомое отношение скоростей равно $\frac{v_1}{v_2} = \frac{p_1}{p_2} \cdot \frac{m_2}{m_1} = 2 \cdot \frac{1}{8} = 0,25$.

Ответ: 0,25.

4. Шарик массой 0,4 кг, подвешенный на пружине, совершает свободные гармонические колебания вдоль вертикальной прямой. Какой должна быть масса шарика, чтобы период его свободных вертикальных гармонических колебаний на этой же пружине был в 2 раза больше?

Решение:

Период колебаний пружинного маятника определяется формулой $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$, где m — масса колеблющегося шарика, k — жесткость пружины. Таким образом, чтобы период колебаний шарика увеличился в два раза, масса шарика должна увеличиться в 4 раза и стать равной 1,6 кг.

Ответ: 1,6 кг.

5. Искусственный спутник обращается вокруг Земли по вытянутой эллиптической орбите. В некоторый момент времени спутник проходит положение **максимального** удаления от Земли. Из приведенного ниже списка выберите **два** правильных утверждения.

- 1) Сила притяжения спутника к Земле в этом положении минимальна.
- 2) Потенциальная энергия спутника в этом положении минимальна.
- 3) Ускорение спутника при прохождении этого положения равно 0.
- 4) Скорость спутника при прохождении этого положения максимальна.
- 5) При движении спутника его полная механическая энергия остается неизменной.

Решение:

— Сила притяжения спутника к Земле определяется законом всемирного тяготения: $F = G \frac{Mm}{R^2}$,

где M и m — массы Земли и спутника, R — расстояние между центром Земли и спутником. Если спутник находится в положении максимального удаления от Земли, значит, расстояние R принимает максимальное значение, а величина силы притяжения F минимальна. Поэтому утверждение 1 верно.

— Сила тяжести, действующая на спутник, направлена к Земле, поэтому при увеличении расстояния от спутника до Земли потенциальная энергия спутника увеличивается. Значит, утверждение 2 неверно.

— Ускорение спутника определяется вторым законом Ньютона: $a = F / m = GM / R^2$. В положении максимального удаления от Земли расстояние R максимально, а величина ускорения минимальна, но ОТЛИЧНА от нуля. Следовательно, утверждение 3 неверно.

— Полная механическая энергия спутника сохраняется (см. утверждение 5), а его потенциальная энергия при максимальном удалении от Земли максимальна (см. обсуждение утверждения 2). Поэтому в этом положении кинетическая энергия спутника (а, следовательно, и его скорость) минимальна. Утверждение 4 неверно.

— Поскольку движение спутника вокруг Земли происходит только благодаря силе всемирного тяготения, то согласно закону сохранения энергии его полная механическая энергия остается неизменной. Следовательно, утверждение 5 верно.

Ответ: 15.

6. Пластмассовый шарик плавает в керосине. Как изменится сила тяжести, действующая на шарик, и глубина погружения шарика в жидкость, если он будет плавать в воде?
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.

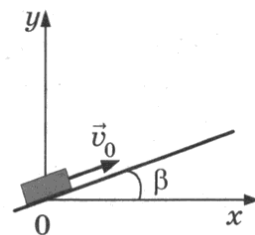
Сила тяжести	Глубина погружения шарика в жидкость

Решение:

Сила тяжести шарика равна mg и не зависит от того, в какой жидкости он плавает. Поскольку шарик плавает в жидкости, т. е. неподвижен, значит, силу тяжести уравнивает сила Архимеда, действующая на шарик со стороны жидкости: $mg = F_{\text{Арх}} = \rho_{\text{ж}} g V_{\text{п}}$, где $\rho_{\text{ж}}$ — плотность жидкости, в которой плавает шарик, $V_{\text{п}}$ — объем погруженной в жидкость части шарика. При замене керосина на воду плотность жидкости возрастает с 800 кг/м^3 до 1000 кг/м^3 (см. таблицу справочных данных), значит, чтобы сила Архимеда не изменилась, объем погруженной части шарика, а значит, и глубина погружения уменьшатся.

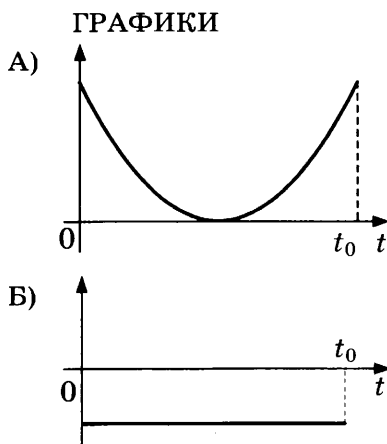
Ответ: 32.

7. После удара в момент времени $t = 0$ шайба начала скользить вверх по гладкой наклонной плоскости с начальной скоростью \vec{v}_0 , как показано на рисунке. Графики А и Б отображают изменение с течением времени физических величин, характеризующих движение шайбы.



Установите соответствие между графиками и физическими величинами, изменение которых со временем эти графики могут отображать (t_0 — время движения шайбы по наклонной плоскости).

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



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) координата y
- 2) проекция импульса p_x
- 3) проекция ускорения a_y
- 4) кинетическая энергия E_k

Решение:

Движение шайбы по гладкой наклонной плоскости будет происходить только под действием двух постоянных сил: силы тяжести, направленной вертикально вниз, и силы реакции опоры, направленной перпендикулярно опоре. Таким образом, движение шайбы будет равноускоренным. Второй закон Ньютона в проекциях на оси выбранной системы координат выглядит так: $ma_x = -N \sin \beta = -mg \sin \beta \cos \beta$ и $ma_y = mg \cdot \cos^2 \beta - mg$. Обе проекции ускорения — отрицательные константы (График Б). В правом столбике приведена только одна такая константа — проекция a_y . График А напоминает параболу, у которой вертикальная координата вершины равна нулю. Это график кинетической энергии, поскольку модуль скорости тела изменяется по линейному закону

$v(t) = v_0 - at$, а зависимость кинетической энергии от времени носит квадратичный характер $E_k(t) = mv^2(t)/2$. Вершина параболы соответствует нулевой кинетической энергии, т. е. моменту времени, в который шайба остановилась, поднявшись на максимальную высоту.

Ответ: 43.

8. Температура воздуха в замкнутом сосуде равна -23°C . До какой температуры нужно нагреть воздух в сосуде при постоянном объеме, чтобы его давление удвоилось?

Решение:

Согласно закону Шарля (изохорный процесс), $\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$, где p — давление газа, T — его абсолютная температура. По условию отношение давлений газа $\frac{p_2}{p_1} = 2$, значит, и отношение абсолютных температур $\frac{T_2}{T_1} = 2$. В начальном состоянии абсолютная температура газа равна $T_1 = 273 - 23 = 250$ К, следовательно, $T_2 = 2T_1 = 500$ К.

Ответ: 500 К.

9. Рабочее тело тепловой машины с КПД 25% за цикл работы получает от нагревателя количество теплоты, равное 80 Дж. Какое количество теплоты рабочее тело отдает за цикл холодильнику?

Решение:

КПД тепловой машины определяется по формуле $\eta = 1 - \frac{Q_2}{Q_1}$, где Q_1 и Q_2 — количество теплоты, полученное газом от нагревателя и отданное холодильнику, соответственно. Значит, $Q_2 = (1 - \eta)Q_1 = (1 - 0,25) \cdot 80 = 60$ Дж.

Ответ: 60 Дж.

10. Относительная влажность воздуха в сосуде, закрытом поршнем, равна 60%. Какой станет относительная влажность воздуха в сосуде, если его объем при неизменной температуре увеличить в 2 раза?

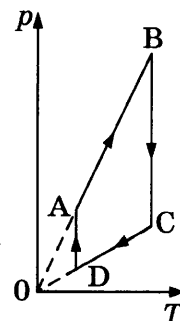
Решение:

Относительная влажность воздуха определяется по формуле $\varphi = \frac{p}{p_{\text{нас}}}$, где p — парциальное давление водяных паров, содержащихся в воздухе, $p_{\text{нас}}$ — давление насыщенных водяных паров при той же температуре. Если изотермически увеличить объем сосуда в 2 раза, то, согласно закону Бойля—Мариотта $pV = \text{const}$, давление водяного пара уменьшится тоже в 2 раза, при этом давление насыщенных паров останется неизменным. Следовательно, относительная влажность воздуха в сосуде уменьшится в 2 раза и составит 30%.

Ответ: 30 %.

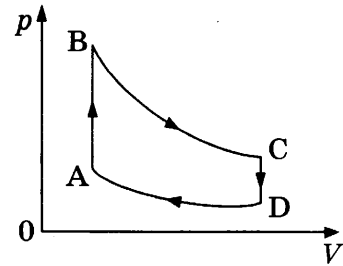
11. На рисунке показан график циклического процесса, проведенного с одноатомным идеальным газом, в координатах p - T , где p — давление газа, T — абсолютная температура газа. Количество вещества газа постоянно. Из приведенного ниже списка выберите **два** правильных утверждения, характеризующих процессы на графике.

- 1) Газ за цикл совершает отрицательную работу.
- 2) В процессе АВ газ получает количество теплоты.
- 3) В процессе ВС внутренняя энергия газа уменьшается.
- 4) В процессе DA газ изотермически сжимают.
- 5) В процессе CD над газом совершают положительную работу внешние силы.



Решение:

Согласно графику, процесс АВ соответствует изохорному нагреванию, поскольку прямая проходит через начало координат. Процесс ВС — изотермическое расширение, поскольку, по закону Бойля—Мариотта $pV = \text{const}$, понижение давления является следствием увеличения объема. Процесс CD — изохорное охлаждение, а DA — изотермическое сжатие. В координатах p – V график выглядит следующим образом (см. график).



1) В изохорных процессах работа газа равна нулю, т. к. $\Delta V = 0$. Как известно, работа газа численно равна площади под графиком в координатах p – V . Площадь фигуры под гиперболой ВС численно равна работе газа в этом процессе, газ расширяется, значит,

$A_{BC} > 0$. Аналогично в процессе DA газ сжимают, значит, $A_{DA} < 0$. По графику видно, что площадь под фигурой BC больше, чем под фигурой DA, значит, газ за цикл совершает положительную работу. Утверждение 1 неверно.

2) Согласно первому закону термодинамики $Q = \Delta U + A$, где Q — полученное газом количество теплоты, ΔU — изменение его внутренней энергии, A — работа газа. В процессе АВ работа газа равна нулю, а $\Delta U > 0$, т. к. температура газа повышается. Значит, в процессе АВ газ получает положительное количество теплоты. Утверждение 2 верно.

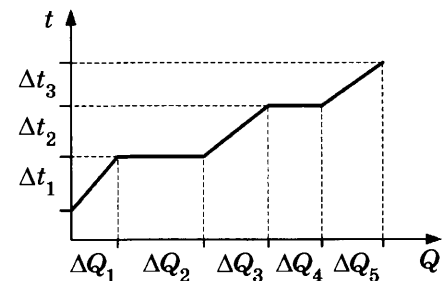
3) Внутренняя энергия идеального одноатомного газа прямо пропорциональна абсолютной температуре газа $U = \frac{3}{2} \frac{m}{M} RT$. Процесс ВС изотермический, значит, и температура, и внутренняя энергия газа остаются постоянными. Утверждение 3 неверно.

4) Процесс DA — изотермическое сжатие, как было сказано выше. Следовательно, утверждение 4 верно.

5) Процесс CD изохорный, значит, и работа газа, и работа внешних сил над газом равны нулю. Утверждение 5 неверно.

Ответ: 24.

12. В цилиндре под поршнем находилось твердое вещество массой m . Цилиндр поместили в печь. На рисунке схематично показан график изменения температуры t вещества по мере поглощения им количества теплоты Q . Формулы А и Б позволяют рассчитать значения физических величин, характеризующих происходящие с веществом тепловые процессы.



Установите соответствие между формулами и физическими величинами, значение которых можно рассчитать по этим формулам.

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

ФОРМУЛЫ	ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ
А) $\frac{\Delta Q_4}{m}$	1) удельная теплоемкость газа
Б) $\frac{\Delta Q_5}{m \Delta t_3}$	2) удельная теплота плавления
	3) удельная теплота парообразования
	4) удельная теплоемкость жидкости

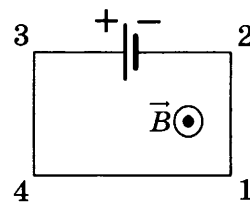
Решение:

Из анализа графика видно, что первый процесс, в котором вещество получает количество теплоты ΔQ_1 , — это нагревание твердого тела. Затем следует процесс плавления (получает ΔQ_2), процесс нагревания жидкости (ΔQ_3). Процесс, в котором вещество получает количество теплоты ΔQ_4 , соответствует кипению жидкости, а величина $\frac{\Delta Q_4}{m}$ определяет удельную теплоту парообразования.

Последний процесс (ΔQ_5) соответствует нагреванию вещества в газообразном состоянии, а величина $\frac{\Delta Q_5}{m\Delta t_3}$ — удельная теплоемкость газа.

Ответ: 31.

13. Электрическая цепь, состоящая из трех прямолинейных проводников (1–2, 3–4, 4–1) и источника постоянного тока, находится в однородном магнитном поле, вектор магнитной индукции которого \vec{B} направлен к наблюдателю (см. рисунок). Как направлена относительно рисунка (*вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя*) вызванная этим полем сила Ампера, действующая на проводник 4–1? Ответ запишите словом (словами).



Решение:

Электрический ток в цепи протекает от «+» источника к «-», т. е. в данном случае в контуре протекает против часовой стрелки, а в проводнике 4–1 — вправо. Воспользовавшись правилом левой руки, определим направление силы Ампера: 4 вытянутые пальца направлены вдоль тока в проводнике, вектор индукции магнитного поля — в ладонь, тогда большой палец, отогнутый на 90° , укажет направление силы Ампера — вниз).

Ответ: вниз.

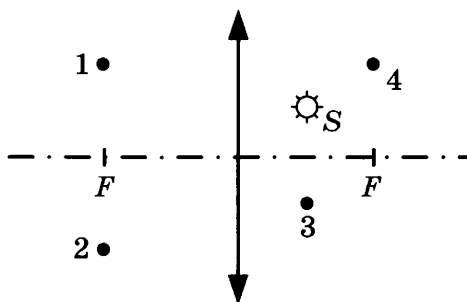
14. На этикетке электрочайника указано: «1650 Вт, 220 В». Найдите силу тока в нагревательной спирали при включении чайника в сеть с таким напряжением.

Решение:

Нагревательная спираль электрочайника — это проводник, по которому протекает электрический ток. Воспользуемся формулой мощности электрического тока $P = UI$, где U — напряжение на проводнике, I — сила тока в нем. В итоге получим: $I = P/U = 1650/220 = 7,5$ А.

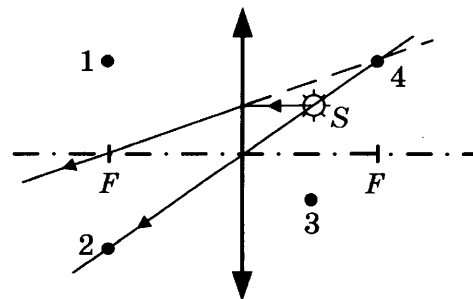
Ответ: 7,5 А.

15. Какая из точек (1, 2, 3 или 4), показанных на рисунке, является изображением точки S , полученным в тонкой собирающей линзе с фокусным расстоянием F ?



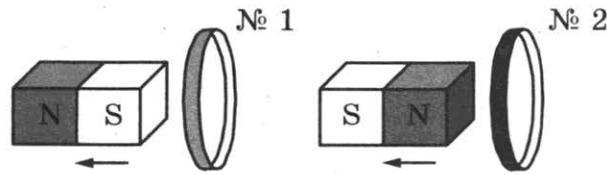
Решение:

Построим изображение источника (см. рисунок). Для этого проведем два вспомогательных луча, падающих из источника, ход которых известен. Первый, проходящий через оптический центр линзы, не преломляется. Второй, параллельный главной оптической оси, преломляясь, пройдет через фокус линзы. Видно, что эти лучи не пересекаются, но пересекаются в точке 4 их продолжения, формируя мнимое изображение источника.



Ответ: 4.

16. От пластмассового кольца № 1 отодвигают южный полюс полосового магнита, а от медного кольца № 2 — северный полюс (см. рисунок).



Из приведенного ниже списка выберите **два** правильных утверждения.

- 1) Кольцо № 1 притягивается к магниту.
- 2) В кольце № 1 индукционный ток не возникает.
- 3) Кольцо № 2 отталкивается от магнита.
- 4) В кольце № 2 возникает индукционный ток.
- 5) В опыте с кольцом № 1 наблюдается явление электромагнитной индукции.

Решение:

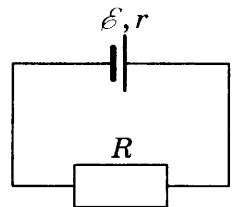
При отодвигании магнита от металлического (медного) кольца происходит изменение (уменьшение) магнитного потока через площадку, охваченную кольцом, и в кольце возникает ЭДС индукции. Поскольку кольцо замкнутое, в нем возникает электрический ток (т. е. наблюдается явление электромагнитной индукции), который, согласно правилу Ленца, стремится противостоять этому изменению. Поэтому, когда магнит вставляют в металлическое кольцо, он отталкивается от магнита, а когда вынимают — притягивается.

В случае, когда кольцо изготовлено из диэлектрика (пластмассы), явление электромагнитной индукции в нем не возникает, а значит, оно никак не взаимодействует с магнитом.

Таким образом, верными утверждениями являются 2 и 4, а остальные неверны.

Ответ: 24.

17. Замкнутая электрическая цепь состоит из источника тока с ЭДС \mathcal{E} и внутренним сопротивлением r и резистора R (см. рисунок). Как изменятся сила тока, протекающего в цепи, и количество теплоты, выделяющееся в источнике за то же самое время, если последовательно к резистору подключить еще один такой же резистор?



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Сила тока, протекающего в цепи	Количество теплоты, выделяющееся в источнике за то же самое время

Решение:

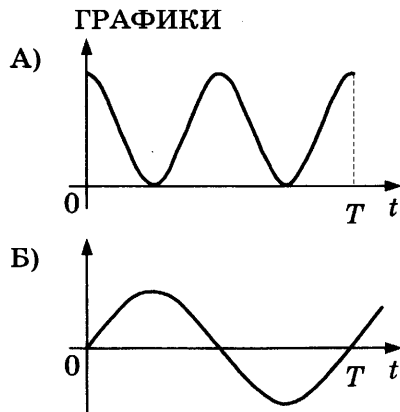
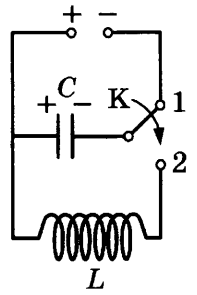
Сила тока, протекающего в цепи, определяется законом Ома для полной цепи с ЭДС: $I = \mathcal{E} / (R + r)$, где \mathcal{E} — ЭДС источника, r — его внутреннее сопротивление, R — сопротивление внешней цепи.

Если к имеющемуся резистору последовательно подключить еще один, то сопротивление внешней цепи увеличится и станет $2R$, а значит, сила тока уменьшится.

Количество теплоты, выделяющееся в источнике в единицу времени (определяется формулой $Q = I^2 \cdot r \cdot t$), тоже уменьшается, поскольку сила тока в цепи уменьшилась.

Ответ: 22.

18. Конденсатор колебательного контура длительное время подключен к источнику постоянного напряжения (см. рисунок). В момент времени $t = 0$ переключатель К переводят из положения 1 в положение 2. Приведенные ниже графики А и Б представляют изменения физических величин, характеризующих колебания в контуре после этого (T — период электромагнитных колебаний в контуре). Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут отображать.



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

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

Решение:

Как известно, энергия конденсатора и энергия катушки индуктивности определяются формулами $W_c = \frac{q^2}{2C}$ и $W_L = \frac{Li^2}{2}$, где q — заряд конденсатора, C — его емкость, i — сила тока, протекающего в катушке, L — ее индуктивность.

Видно, что график А — это график энергии, поскольку изображенная на нем величина принимает только неотрицательные значения (и заряд, и сила тока независимо от знака возводятся в квадрат, давая только неотрицательные значения) и за период колебаний успевают измениться дважды. Это график энергии электрического поля конденсатора, потому что в начальный момент времени $t = 0$ конденсатор полностью заряжен и его заряд максимален.

График Б — это график колебаний силы тока в катушке, поскольку в начальный момент времени $t = 0$ катушка отключена от колебательного контура и ток в ней не протекает.

Ответ: 31.

19. При взаимодействии ядра изотопа бора ${}^{10}_5\text{B}$ с нейтроном образуются α -частица и ядро ${}^A_Z\text{X}$. Определите массовое число и зарядовое число ядра ${}^A_Z\text{X}$.

Массовое число A	Зарядовое число Z

Решение:

Вспомним, что α -частица — это ядро атома гелия ${}^4_2\text{He}$, и запишем уравнение получившейся ядерной реакции: ${}^{10}_5\text{B} + {}^1_0\text{n} \rightarrow {}^A_Z\text{X} + {}^4_2\text{He}$. Согласно закону сохранения электрического заряда, суммы нижних индексов (зарядовых чисел ядер и частиц) в уравнении слева и справа равны, а значит, $Z = 3$. Аналогично, по закону сохранения массового числа (верхние индексы в уравнении), $A = 7$. Таким образом, в результате реакции получилось ядро изотопа лития ${}^7_3\text{Li}$.

Ответ: 73.

20. Период полураспада изотопа цезия ${}^{137}_{55}\text{Cs}$ равен 30 дням. Во сколько раз уменьшится за 90 дней количество атомов этого изотопа цезия в образце, содержащем первоначально 1 мкмоль изотопа?

Решение:

Если период полураспада изотопа цезия $T = 30$ дней, то заданный промежуток времени 90 дней соответствует трем периодам полураспада $t = 3T$. Согласно закону радиоактивного распада, $N = N_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T}} = N_0 \cdot 2^{-3} = \frac{N_0}{8}$, где N_0 — первоначальное количество атомов, N — оставшееся число атомов спустя время t . Видно, что за 90 дней количество атомов этого изотопа цезия в образце уменьшится в 8 раз.

Ответ: в 8 раз.

21. При исследовании зависимости кинетической энергии фотоэлектронов от длины волны падающего света фотоэлемент поочередно освещался через различные светофильтры. В первой серии опытов использовался светофильтр, пропускающий только желтый свет, а во второй — пропускающий только синий. В каждом опыте наблюдали явление фотоэффекта и измеряли запирающее напряжение. Как изменились частота световой волны, падающей на фотоэлемент, и работа выхода фотоэлектронов при переходе от первой серии опытов ко второй?

Для каждой величины определите соответствующий характер ее изменения:

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

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

Частота световой волны, падающей на фотоэлемент	Работа выхода фотоэлектронов

Решение:

Спектр видимого света по возрастанию частоты световой волны имеет следующее чередование цветов: красный, оранжевый, желтый, зеленый, голубой, синий, фиолетовый. Таким образом, желтый свет имеет меньшую частоту по сравнению с синим, а значит, при замене светофильтров частота световой волны, падающей на фотоэлемент, увеличилась.

Работа выхода фотоэлектронов не зависит от частоты падающего света и для каждого металла является некоторой константой.

Ответ: 13.

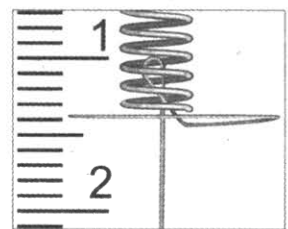
22. Определите показания динамометра (см. рисунок), если погрешность прямого измерения силы равна цене деления динамометра. Шкала динамометра проградуирована в ньютонах (Н).

Решение:

Согласно рисунку, показания динамометра равны 1,4 Н.

Цена деления динамометра составляет 0,1 Н и согласно условию равна погрешности прямого измерения силы. Таким образом, с учетом погрешности результаты прямого измерения равны $1,4 \pm 0,1$ Н.

Ответ: 1,40,1 Н.



23. Для проведения лабораторной работы по обнаружению зависимости сопротивления проводника от его диаметра ученику выдали пять проводников, характеристики которых приведены в таблице. Какие два из предложенных ниже проводников необходимо взять ученику, чтобы провести данное исследование?

№ проводника	Длина проводника	Диаметр проводника	Материал
1	100 см	1,0 мм	Медь
2	200 см	0,5 мм	Медь

№ проводника	Длина проводника	Диаметр проводника	Материал
3	200 см	1,0 мм	Медь
4	100 см	0,5 мм	Алюминий
5	300 см	1,0 мм	Медь

Запишите в ответ номера выбранных проводников.

Решение:

Согласно формуле $R = \rho \frac{l}{S}$, сопротивление проводника зависит от удельного сопротивления материала ρ , из которого изготовлен проводник, его длины l и площади поперечного сечения S . В лабораторной работе необходимо обнаружить зависимость сопротивления проводника от его диаметра или, что то же самое, от его площади поперечного сечения. Для этого ученику следует выбирать проводники одинаковой длины, которые изготовлены из одинаковых материалов, но разного диаметра, чтобы исключить влияние других параметров. Это проводники № 2 и № 3.

Ответ: 23.

24. Рассмотрите таблицу, в которой указаны характеристики планет Солнечной системы.

Название планеты	Среднее расстояние от Солнца, а.е.	Диаметр в районе экватора, км	Период обращения вокруг Солнца	Вторая космическая скорость, км/с
Меркурий	0,39	4879	87,97 суток	4,25
Венера	0,72	12 104	224,7 суток	10,36
Земля	1,00	12 756	365,3 суток	11,18
Марс	1,52	6794	687 суток	5,02
Юпитер	5,20	142 984	11 лет 315 суток	59,54
Сатурн	9,58	120 536	29 лет 168 суток	35,49
Уран	19,19	51 118	84 года 5 суток	21,29
Нептун	30,02	49 528	164 года 290 суток	23,71

Выберите *все верные* утверждения, которые соответствуют характеристикам планет.

- 1) Ускорение свободного падения на Меркурии составляет $5,2 \text{ м/с}^2$.
- 2) Объем Марса примерно в 2 раза меньше объема Венеры.
- 3) Орбита Венеры находится на расстоянии примерно 108 млн км от Солнца.
- 4) Первая космическая скорость для спутника Нептуна составляет примерно $16,78 \text{ км/с}$.
- 5) Угловая скорость движения Сатурна по орбите вокруг Солнца примерно в 2,5 раза меньше, чем угловая скорость Юпитера.

Решение:

1) Первая и вторая космические скорости для любой планеты определяются с помощью ускорения свободного падения на этой планете g , ее радиуса R или диаметра D : $v_2 = v_1 \sqrt{2} = \sqrt{2gR} = \sqrt{gD}$. Значит, ускорение свободного падения на Меркурии равно $g = \frac{v^2}{D} = \frac{4250^2}{4879000} \approx 3,7 \text{ м/с}^2$. Следовательно, утверждение 1 неверно.

2) Поскольку все планеты Солнечной системы можно практически считать шарами, то отношение объемов планет равно отношению кубов их радиусов или диаметров. Диаметр Венеры примерно в 1,8 раза больше диаметра Марса. Следовательно, объем Венеры не может быть больше объема Марса в 2 раза. Утверждение 2 неверно.

3) Одна астрономическая единица (1 а.е.) примерно равна 150 000 000 км (см. справочные материалы). Согласно данным таблицы, среднее расстояние от Солнца до Венеры равно 0,72 а.е., значит, орбита Венеры находится на расстоянии примерно $0,72 \cdot 150 = 108$ млн км от Солнца. Утверждение 3 верно.

4) Первая космическая скорость для Нептуна составляет $v_1 = v_2 / \sqrt{2} = 23,71 / \sqrt{2} \approx 16,78 \text{ км/с}$. Следовательно, утверждение 4 верно.

5) Угловая скорость связана с периодом формулой $\omega = \frac{2\pi}{T}$. Значит, отношение угловых скоростей

Юпитера и Сатурна равно $\frac{\omega_{\text{Ю}}}{\omega_{\text{С}}} = \frac{T_{\text{С}}}{T_{\text{Ю}}} = \frac{29,46}{11,86} \approx 2,5$, т. е. угловая скорость движения Сатурна по орбите вокруг Солнца примерно в 2,5 раза меньше, чем угловая скорость Юпитера. Утверждение 5 верно.

Ответ: 345.

25. В калориметр с водой, температура которой 0°C , опущена трубка. По трубке в воду впускают насыщенный водяной пар при температуре 100°C . В некоторый момент масса воды перестает увеличиваться, хотя пар по-прежнему пропускают. Первоначальная масса воды 460 г. Определите конечную массу воды в калориметре. Тепловыми потерями пренебречь.

Возможное решение

В теплообмене участвуют вода и водяной пар, при этом пар конденсируется, а вода нагревается. В некоторый момент времени масса воды в калориметре перестает увеличиваться, значит, пар перестал конденсироваться, а содержимое калориметра приобрело температуру 100°C .

Запишем уравнение теплового баланса: $Q_1 = Q_2$, где $Q_1 = cm_1(t_2 - t_1) = 4200 \cdot 0,46 \cdot (100 - 0) = 193\,200$ Дж — количество теплоты, которое получила вода при нагревании, $Q_2 = rm_2 = 2\,300\,000 \cdot m_2$ Дж — количество теплоты, которое отдал пар при конденсации. Масса сконденсировавшегося пара равна увеличению массы воды в калориметре, таким образом, $m_2 = \frac{Q_1}{r} = \frac{193\,200}{2\,300\,000} = 0,084$ кг = 84 г. В итоге в калориметре окажется $M = m_1 + m_2 = 460 + 84 = 544$ г воды.

Ответ: $M = 544$ г.

26. Оптическая сила тонкой собирающей линзы равна 2 дптр. Точечный источник света расположен на главной оптической оси линзы, при этом его действительное изображение находится на трех фокусных расстояниях от линзы. На каком расстоянии от линзы находится источник?

Возможное решение

Оптическая сила линзы связана с ее фокусным расстоянием формулой: $D = \frac{1}{F}$, следовательно,

$$F = 1/D = 1/2 = 0,5 \text{ м.}$$

Изображение предмета расположено на расстоянии $f = 3F$, значит, по формуле тонкой линзы

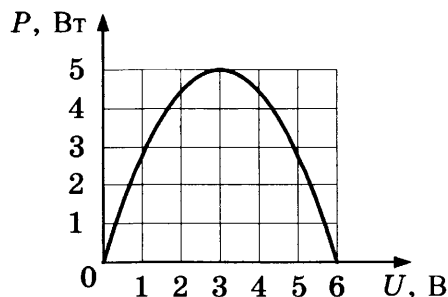
$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{d} + \frac{1}{3F}. \text{ В итоге получим } \frac{1}{d} = \frac{2}{3F} \Rightarrow d = \frac{3F}{2} = 0,75 \text{ м.}$$

Ответ: $d = 0,75$ м.

Критерии оценивания выполнения заданий с развернутым ответом

Решения заданий 27–32 части 2 (с развёрнутым ответом) оцениваются экспертной комиссией. На основе критериев, представленных в приведённых ниже таблицах, за выполнение каждого задания в зависимости от полноты и правильности данного экзаменуемым ответа выставляется от 0 до 2 баллов за задание 28 и от 0 до 3 баллов за задания 27 и 29–32.

27. Электрическая цепь состоит из батареи с ЭДС \mathcal{E} и внутренним сопротивлением r и подключенного к ней резистора нагрузки с сопротивлением R . При изменении сопротивления нагрузки изменяется напряжение на ней и мощность в нагрузке. На рисунке представлен график зависимости мощности, выделяющейся на нагрузке, от напряжения на ней. Используя известные Вам физические законы, объясните, почему данный график зависимости мощности от напряжения представляет собой параболу. Определите ЭДС батареи.



Возможное решение

Тепловая мощность, выделяющаяся на резисторе, имеющем сопротивление R , определяется по формуле $P = UI$, где I — сила тока в цепи, U — напряжение на резисторе.

На графике приведена зависимость мощности от напряжения, поэтому зависимость $P = UI = P(U)$ следует рассматривать как функцию переменной U . Для этого найдем $I = I(U)$, воспользовавшись законом Ома для замкнутой цепи: $U = \mathcal{E} - Ir$, $U = IR$ по закону Ома для участка цепи. Отсюда:

$I(U) = \frac{\mathcal{E} - U}{r}$; мощность в нагрузке определяется соотношением

$$P(U) = U \cdot I(U) = U \cdot \frac{\mathcal{E} - U}{r}. \quad (1)$$

Зависимость мощности от напряжения — квадратичная функция, график которой — парабола, пересекающая ось U в точках: $U_1 = 0$; $U_2 = \mathcal{E}$.

Таким образом, $\mathcal{E} = U_2 = 6$ В.

Ответ: $\mathcal{E} = 6$ В.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ (в данном случае формула (1)), и исчерпывающие верные рассуждения с прямым указанием наблюдаемых явлений и законов (в данном случае: законы Ома для участка цепи и полной цепи, формула для мощности тока)	3
<p>Дан правильный ответ и приведено объяснение, но в решении имеются один или несколько из следующих недостатков.</p> <p>В объяснении не указано или не используется одно из физических явлений, свойств, определений или один из законов (формул), необходимых для полного верного объяснения. (Утверждение, лежащее в основе объяснения, не подкреплено соответствующим законом, свойством, явлением, определением и т. п.)</p> <p>И (ИЛИ)</p> <p>Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но в них содержится один логический недочет.</p> <p>И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение, которые не отделены от решения и не зачеркнуты.</p> <p>И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеется неточность в указании на одно из физических явлений, свойств, определений, законов (формул), необходимых для полного верного объяснения</p>	2
<p>Представлено решение, соответствующее <u>одному</u> из следующих случаев.</p> <p>Дан правильный ответ на вопрос задания и приведено объяснение, но в нем не указаны два явления или физических закона, необходимых для полного верного объяснения.</p> <p>ИЛИ</p> <p>Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, направленные на получение ответа на вопрос задания, не доведены до конца.</p> <p>ИЛИ</p> <p>Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, <u>приводящие к ответу</u>, содержат ошибку (ошибки).</p> <p>ИЛИ</p> <p>Указаны не все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеются верные рассуждения, направленные на решение задачи</p>	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла	0
<i>Максимальный балл</i>	3

28. Расстояние между пунктами А и В равно 30 км. Из пункта А в направлении пункта В выезжает мотоциклист со скоростью 50 км/ч. Одновременно из пункта В в том же направлении, что и мотоциклист, выезжает трактор со скоростью 20 км/ч. На каком расстоянии от пункта А мотоциклист догонит трактор?

Возможное решение

Пусть ось системы координат проведена через пункты А и В и направлена от А к В, начало отсчета совпадает с пунктом А. Тогда зависимости координаты от времени для мотоциклиста и трактора имеют вид: $x_1(t) = v_1 t = 50t$ и $x_2(t) = x_0 + v_2 t = 30 + 20t$.

Встреча мотоциклиста и трактора произойдет в тот момент времени t^* , когда координаты тел будут равны: $x_1(t^*) = x_2(t^*)$.

Решая уравнение $50t^* = 30 + 20t^*$, получим, что встреча произойдет через $t^* = 1$ час, а искомое расстояние $x_1(t) = v_1 t^* = 50 t^* = 50$ км.

Ответ: $l = 50$ км.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <u>зависимость координаты от времени для двух тел, условие встречи двух тел</u>); II) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); III) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины	2
Представлены записи, соответствующие <u>одному</u> из следующих случаев. Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности и проведены необходимые преобразования. Но допущена ошибка в ответе или в математических преобразованиях или вычислениях. ИЛИ Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо и достаточно для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1 или 2 балла	0
<i>Максимальный балл</i>	2

29. Пушка, закрепленная на высоте 5 м, стреляет в горизонтальном направлении снарядами массой 10 кг. Вследствие отдачи ее ствол сжимает на 1 м пружину жесткостью $6 \cdot 10^3$ Н/м, производящую перезарядку пушки. При этом на сжатие пружины идет относительная доля $\eta = \frac{1}{6}$ энергии отдачи. Какова масса ствола, если дальность полета снаряда равна 600 м? Соппротивлением воздуха при полете снаряда пренебречь.

Возможное решение

1. Применяем закон сохранения импульса для системы «снаряд — ствол пушки» во время выстрела, пока пружина еще не сжата и систему можно считать замкнутой:

$$0 = MV - mv, \quad (1)$$

здесь M и V — соответственно масса ствола и его скорость, а m и v — соответственно масса и скорость снаряда.

2. Заданное в условии соотношение для преобразования механической энергии в системе «ствол пушки — пружина» можно записать так:

$$\eta \frac{MV^2}{2} = \frac{k(\Delta x)^2}{2}. \quad (2)$$

3. Время t полета снаряда, вылетевшего горизонтально с высоты h , определяется соотношением

$$h = \frac{gt^2}{2}, \quad (3)$$

дальность полета

$$s = vt.$$

(4)

4. Таким образом, из (1)–(4) получаем:

$$M = \frac{\eta g}{2kh} \left(\frac{sm}{\Delta x} \right)^2 = \frac{\frac{1}{6} \cdot 10}{2 \cdot 6 \cdot 10^3 \cdot 5} \left(\frac{600 \cdot 10}{1} \right)^2 = 1000 \text{ кг.}$$

Ответ: $M = 1000$ кг.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <u>закон сохранения импульса, соотношение для механической энергии, формулы для дальности и времени полета снаряда</u>);</p> <p>II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов);</p> <p>III) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины</p>	3
<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности и проведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков.</p> <p>Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объеме или отсутствуют.</p> <p>И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение, которые не отделены от решения и не зачеркнуты.</p> <p>И (ИЛИ)</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги.</p> <p>И (ИЛИ)</p> <p>Отсутствует пункт IV, или в нем допущена ошибка</p>	2
<p>Представлены записи, соответствующие <u>одному</u> из следующих случаев.</p> <p>Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо и достаточно для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи.</p> <p>ИЛИ</p> <p>В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</p> <p>ИЛИ</p> <p>В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения данной задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла</p>	0
<i>Максимальный балл</i>	3

30. Два баллона объемами 20 и 40 л содержат соответственно 2 моль гелия и 3 моль неона. Определите температуру газов в баллонах, если после их соединения между собой в баллонах установилось давление 250 кПа. Температуру газов считать неизменной.

Возможное решение

При соединении баллонов с каждым газом происходит изотермический процесс.

Результирующее давление в соединенных баллонах определяется согласно закону Дальтона:

$$p = p_1 + p_2. \quad (1)$$

Согласно уравнению состояния идеального газа:

$$p_1(V_1 + V_2) = \nu_1 RT; \quad (2)$$

$$p_2(V_1 + V_2) = \nu_2 RT. \quad (3)$$

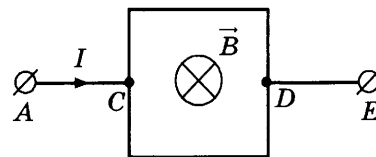
Выполняя математические преобразования с формулами (1)–(3), в итоге получаем:

$$p = p_1 + p_2 = \frac{(\nu_1 + \nu_2) RT}{V_1 + V_2} \Rightarrow T = \frac{p(V_1 + V_2)}{(\nu_1 + \nu_2) R} = \frac{250 \cdot 10^3 (20 + 40) \cdot 10^{-3}}{(2 + 3) \cdot 8,31} \approx 361 \text{ К.}$$

Ответ: $T \approx 361 \text{ К.}$

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <i>закон Дальтона, уравнение Клапейрона – Менделеева</i>);</p> <p>II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (<i>за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов</i>);</p> <p>III) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины</p>	3
<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности и проведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков.</p> <p>Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объеме или отсутствуют.</p> <p>И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение, которые не отделены от решения и не зачеркнуты.</p> <p>И (ИЛИ)</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги.</p> <p>И (ИЛИ)</p> <p>Отсутствует пункт IV, или в нем допущена ошибка</p>	2
<p>Представлены записи, соответствующие <u>одному</u> из следующих случаев.</p> <p>Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо и достаточно для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи.</p> <p>ИЛИ</p> <p>В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</p> <p>ИЛИ</p> <p>В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения данной задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла</p>	0
<i>Максимальный балл</i>	3

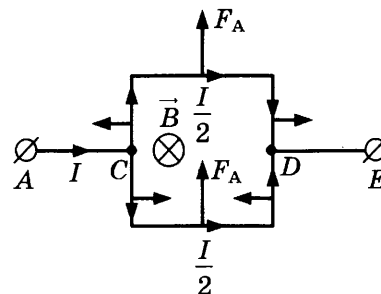
31. Квадратная рамка со стороной $l = 10$ см подключена к источнику постоянного тока серединами своих сторон так, как показано на рисунке. На участке AC течет ток $I = 2$ А. Сопротивление всех сторон рамки одинаково. В однородном магнитном поле, вектор индукции которого направлен перпендикулярно плоскости рамки, результирующая сила Ампера, действующая на рамку, $F = 80$ мН. Определите модуль вектора индукции магнитного поля B . Сделайте рисунок с указанием сил Ампера, действующих на все стороны рамки.



Возможное решение

1. Согласно закону Ома для участка цепи, в точке C ток I разделится на два одинаковых по силе тока: $I_1 = \frac{I}{2}$, так как сопротивление обеих половин рамки одинаково.

2. На каждый из участков прямого провода будет действовать своя сила Ампера, перпендикулярная направлению тока и вектору магнитной индукции. Направление силы Ампера, действующей на проводник с током, определим по правилу левой руки (см. рисунок).



3. Так как $F_A = I_1 B L$, где L — длина проводника, то силы, действующие на вертикальные стороны рамки, компенсируют друг друга, а силы, действующие на горизонтальные стороны, складываются, так как они сонаправлены друг другу: $F = 2F_A = 2 \cdot \frac{I}{2} B l = I B l$, где l — длина стороны рамки.

4. Окончательно получим: $B = \frac{F}{I l} = \frac{80 \cdot 10^{-3}}{2 \cdot 0,1} = 0,4$ Тл.

Ответ: $B = 0,4$ Тл.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <i>закон Ома для участка цепи, закон Ампера, правило левой руки, правило сложения сил</i>);</p> <p>II) сделан правильный рисунок с указанием сил Ампера, действующих на рамку;</p> <p>III) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (<i>за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений величин, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов</i>);</p> <p>IV) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>V) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины</p>	3
<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности и проведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков.</p> <p>Записи, соответствующие пунктам II и III, представлены не в полном объеме или отсутствуют.</p> <p>И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение, которые не отделены от решения и не зачеркнуты.</p> <p>И (ИЛИ)</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги.</p> <p>И (ИЛИ)</p> <p>Отсутствует пункт V, или в нем допущена ошибка</p>	2

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Представлены записи, соответствующие <u>одному</u> из следующих случаев.</p> <p>Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи.</p> <p>ИЛИ</p> <p>В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</p> <p>ИЛИ</p> <p>В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения данной задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла</p>	0
<i>Максимальный балл</i>	3

32. Значения энергии электрона в атоме водорода задаются формулой $E_n = -\frac{13,6 \text{ эВ}}{n^2}$, где $n = 1, 2, 3, \dots$. При переходах с верхних уровней энергии на нижние атом излучает фотон. Переходы с верхних уровней на уровень с $n = 1$ образуют серию Лаймана; на уровень с $n = 2$ — серию Бальмера; на уровень с $n = 3$ — серию Пашена и т. д. Найдите отношение β максимальной частоты фотона в серии Лаймана к минимальной частоте фотона в серии Бальмера.

Возможное решение

В серии Лаймана энергия фотона равна $E_n - E_1$, где $n = 2, 3, \dots$. Аналогично в серии Бальмера энергия фотона равна $E_n - E_2$, где $n = 3, 4, \dots$.

Частота фотона связана с его энергией равенством $h\nu = E$, где h — постоянная Планка. Поэтому

$$\beta = \frac{\nu_{\max 1}}{\nu_{\min 2}} = \frac{E_{\infty} - E_1}{E_3 - E_2} = \frac{0 + \frac{1}{1^2}}{-\frac{1}{3^2} + \frac{1}{2^2}} = \frac{36}{5} = 7,2.$$

Ответ: $\beta = 7,2$.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <i>формула для энергии фотона, постулаты Бора (для двух переходов)</i>);</p> <p>II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (<i>за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов</i>);</p> <p>III) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>IV) представлен правильный ответ</p>	3
<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности и проведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков.</p> <p>Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объеме или отсутствуют.</p> <p>И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение, которые не отделены от решения и не зачеркнуты.</p>	2

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>И (ИЛИ) В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги.</p> <p>И (ИЛИ) Отсутствует пункт IV, или в нем допущена ошибка</p>	
<p>Представлены записи, соответствующие <u>одному</u> из следующих случаев. Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо и достаточно для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи.</p> <p>ИЛИ</p> <p>В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</p> <p>ИЛИ</p> <p>В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения данной задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла</p>	0
<i>Максимальный балл</i>	3

ОТВЕТЫ

№ задания	Вар. 1	Вар. 2	Вар. 3	Вар. 4	Вар. 5	Вар. 6	Вар. 7
1	25	-5	-6	4	1	2	32,5
2	2,5	500	320	280	4	3	4
3	0,25	3,2	60	5	0	0	19
4	1,6	0,2	550	0,75	4	2	23
5	15 или 51	23 или 32	45 или 54	12 или 21	45 или 54	23 или 32	34 или 43
6	32	31	13	13	13	33	21
7	43	12	24	23	34	12	23
8	500	150	6	12	600	400	2
9	60	20	2100	1400	500	800	2
10	30	100	800	2	4500	7500	60
11	24 или 42	35 или 53	34 или 43	45 или 54	34 или 43	12 или 21	23 или 32
12	31	24	23	31	21	42	23
13	вниз	вправо	влево	влево	к наблюдателю	от наблюдателя	вверх
14	7,5	22,5	2,5	1,5	140	300	6,4
15	4	1	8	24	2	18	0,8
16	24 или 42	35 или 53	23 или 32	45 или 54	45 или 54	34 или 43	35 или 53
17	22	21	23	13	32	32	22
18	31	24	13	24	34	21	43
19	73	178	3014	73	1516	179	105
20	8	16	4	2	0,125	0,375	2
21	13	12	32	21	23	23	14
22	1,40,1	1,700,05	3,20,1	0,5000,025	0,400,05	0,500,02	7461
23	23 или 32	24 или 42	45 или 54	15 или 51	24 или 42	35 или 53	35 или 53
24	345	134	145	125	235	245	45

№ задания	Вар. 8	Вар. 9	Вар. 10	Вар. 11	Вар. 12	Вар. 13	Вар. 14
1	45	10	25	10	2,5	50	60
2	0,04	125	300	3	1,5	4	40
3	20	10	3	6	5	3	8
4	2300	2	2	0,5	0,6	1600	600
5	12 или 21	14 или 41	25 или 52	45 или 54	23 или 32	35 или 53	24 или 42
6	22	22	11	32	31	22	31
7	14	14	32	41	42	34	12
8	1,6	2	6	300	900	8	6
9	4	0,5	30	150	60	30	40
10	40	100	70	100	100	20	50
11	34 или 43	15 или 51	25 или 52	35 или 53	24 или 42	13 или 31	24 или 42
12	33	21	34	23	41	32	13
13	вниз	вправо	влево	вправо	вверх	вниз	вправо

№ задания	Вар. 8	Вар. 9	Вар. 10	Вар. 11	Вар. 12	Вар. 13	Вар. 14
14	3	50	3,6	2	2	0,25	0,5
15	2,5	0,4	0,6	4	9	12	6
16	13 или 31	24 или 42	13 или 31	25 или 52	13 или 31	34 или 43	12 или 21
17	33	32	21	23	13	12	21
18	21	32	13	41	23	14	23
19	21	4966	5458	5557	5687	1920	3138
20	2	4	1,5	10	20	75	25
21	24	21	12	12	21	22	21
22	99,400,05	4,60,2	0,60,1	2,50,1	15,02,5	30,02,5	47,52,5
23	24 или 42	15 или 51	34 или 43	25 или 52	13 или 31	34 или 43	25 или 52
24	12	14	35	24	23	14	25

Решение заданий части 2

Вариант 2

25.

Возможное решение

В теплообмене участвуют вода и водяной пар, при этом пар конденсируется, а вода нагревается. В некоторый момент времени масса воды в калориметре перестает увеличиваться, значит, пар перестал конденсироваться, а содержимое калориметра приобрело температуру 100 °С.

Запишем уравнение теплового баланса: $Q_1 = Q_2$, где $Q_1 = cm_1(t_2 - t_1) = 4200 \cdot 0,23 \cdot (100 - 0) = 96\,600$ Дж — количество теплоты, которое получила вода при нагревании, $Q_2 = rm_2 = 2\,300\,000 \cdot m_2$ Дж — количество теплоты, которое отдал пар при конденсации. Масса сконденсировавшегося пара равна увеличению массы воды в калориметре, таким образом,

$$m_2 = \frac{Q_1}{r} = \frac{96600}{2300000} = 0,042 \text{ кг} = 42 \text{ г.}$$

Ответ: $m = 42$ г.

26.

Возможное решение

Оптическая сила линзы связана с ее фокусным расстоянием формулой: $D = \frac{1}{F}$, следовательно, $F = 1/D = 1/1 = 1$ м.

Предмет расположен на расстоянии $d = 3F$, значит, по формуле тонкой линзы $\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{3F} + \frac{1}{f}$.

$$\text{В итоге получим: } \frac{1}{f} = \frac{2}{3F} \Rightarrow f = \frac{3F}{2} = 1,5 \text{ м.}$$

Ответ: $f = 1,5$ м.

27.

Возможное решение

Тепловая мощность, выделяющаяся на резисторе, имеющем сопротивление R , определяется по формуле $P = UI$, где I — сила тока в цепи, U — напряжение на резисторе.

На графике приведена зависимость мощности от напряжения, поэтому зависимость $P = UI = P(U)$ следует рассматривать как функцию переменной U . Для этого найдем $I = I(U)$, воспользовавшись законом Ома для замкнутой цепи: $U = \mathcal{E} - Ir$, $U = IR$ по закону Ома для участка цепи. Отсюда:

$$I(U) = \frac{\mathcal{E} - U}{r}; \text{ мощность в нагрузке определяется соотношением}$$

$$P(U) = U \cdot I(U) = U \cdot \frac{\mathcal{E} - U}{r}. \quad (1)$$

Зависимость мощности от напряжения — квадратичная функция, график которой — парабола, пересекающая ось U в точках: $U_1 = 0$; $U_2 = \mathcal{E}$. Из графика получаем: $\mathcal{E} = 6$ В.

Вычислим r , используя точку на графике, где $P(U)$ максимальна: $r = U \cdot \frac{\mathcal{E} - U}{P(U)} = 3 \cdot \frac{6 - 3}{5} = 1,8$ Ом.

Ответ: $r = 1,8$ Ом.

28.

Возможное решение

Пусть ось системы координат проведена через пункты А и В и направлена от А к В, начало отсчета совпадает с пунктом А. Тогда зависимости координат от времени для мотоциклиста и трактора имеют вид: $x_1(t) = v_1 t = 50t$ и $x_2(t) = x_0 + v_2 t = 30 + 20t$.

Встреча мотоциклиста и трактора произойдет в тот момент времени t^* , когда координаты тел будут равны: $x_1(t^*) = x_2(t^*)$.

Решая уравнение $50t^* = 30 + 20t^*$, получим, что встреча произойдет через $t^* = 1$ час.

Ответ: $t^* = 1$ час.

29.

Возможное решение

1. Применяем закон сохранения импульса для системы «снаряд — ствол пушки» во время выстрела, пока пружина еще не сжата и систему можно считать замкнутой:

$$0 = MV - mv, \quad (1)$$

здесь M и V — соответственно масса ствола и его скорость, а m и v — соответственно масса и скорость снаряда.

2. Заданное в условии соотношение для преобразования механической энергии в системе «ствол пушки — пружина» можно записать так:

$$\eta \frac{MV^2}{2} = \frac{k(\Delta x)^2}{2}. \quad (2)$$

3. Время t полета снаряда, вылетевшего горизонтально с высоты h , определяется соотношением:

$$h = \frac{gt^2}{2}, \quad (3)$$

дальность полета:

$$s = vt. \quad (4)$$

4. Таким образом, из (1)–(4) получаем:

$$k = \frac{\eta g}{2Mh} \left(\frac{sm}{\Delta x} \right)^2 = \frac{\frac{1}{6} \cdot 10}{2 \cdot 1500 \cdot 5} \left(\frac{600 \cdot 10}{1} \right)^2 = 4000 \text{ Н/м.}$$

Ответ: $k = 4000$ Н/м.

30.

Возможное решение

При соединении баллонов с каждым газом происходит изотермический процесс.

Результирующее давление в соединенных баллонах определяется согласно закону Дальтона:

$$p = p_1 + p_2. \quad (1)$$

Согласно уравнению состояния идеального газа:

$$p_1(V_1 + V_2) = \nu_1 RT; \quad (2)$$

$$p_2(V_1 + V_2) = \nu_2 RT. \quad (3)$$

Выполняя математические преобразования с формулами (1)–(3), в итоге получаем:

$$p = p_1 + p_2 = \frac{(\nu_1 + \nu_2) RT}{V_1 + V_2} = \frac{(2+1) 8,31 \cdot 301}{(10+20) \cdot 10^{-3}} \approx 250 \text{ кПа.}$$

Ответ: $p \approx 250$ кПа.

31.

Возможное решение

1. Согласно закону Ома для участка цепи, в точке C ток I разделится на два одинаковых по силе тока: $I_1 = \frac{I}{2}$, так как сопротивление обеих половин рамки одинаково.

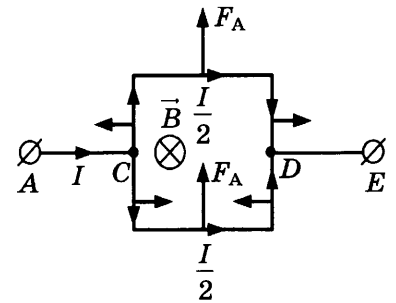
2. На каждый из участков прямого провода будет действовать своя сила Ампера, перпендикулярная направлению тока и вектору магнитной индукции. Направление силы Ампера, действующей на проводник с током, определим по правилу левой руки (см. рисунок).

3. Так как $F_A = I_1 BL$, где L — длина проводника, то силы, действующие на вертикальные стороны рамки, компенсируют друг друга, а силы, действующие на горизонтальные стороны, складываются, так как они сонаправлены друг другу:

$$F = 2F_A = 2 \cdot \frac{I}{2} Bl = IBl, \text{ где } l \text{ — длина стороны рамки.}$$

4. Окончательно получим: $I = \frac{F}{Bl} = \frac{120 \cdot 10^{-3}}{0,5 \cdot 0,1} = 2,4 \text{ А.}$

Ответ: $I = 2,4 \text{ А.}$



32.

Возможное решение

В серии Лаймана энергия фотона равна $E_n - E_1$, где $n = 2, 3, \dots$. Аналогично в серии Бальмера энергия фотона равна $E_n - E_2$, где $n = 3, 4, \dots$.

Частота фотона связана с его энергией равенством $h\nu = E$, где h — постоянная Планка. Поэтому

$$\beta = \frac{\nu_{\min_1}}{\nu_{\max_2}} = \frac{E_2 - E_1}{E_\infty - E_2} = \frac{1 - \frac{1}{2^2}}{\frac{1}{2^2} - 0} = \frac{\frac{3}{4}}{\frac{1}{4}} = 3.$$

Ответ: $\beta = 3$.

Вариант 3

25.

Возможное решение

Согласно первому закону термодинамики, количество теплоты, переданное газом окружающим телам: $Q = \Delta U + A$, где $\Delta U = \frac{3}{2} \nu R \Delta T = \frac{3}{2} p \Delta V$, — модуль изменения внутренней энергии газа в изобарном процессе, $A = p \Delta V$ — работа внешних сил над газом.

Таким образом, $Q = \frac{3}{2} p\Delta V + p\Delta V = \frac{5}{2} p\Delta V = \frac{5}{2} A = \frac{5}{2} \cdot 400 = 1000$ Дж.

Ответ: 1000 Дж.

26.

Возможное решение

Согласно уравнению Эйнштейна для фотоэффекта:

$$h\nu_1 = A_{\text{Вых1}} = 1\text{эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж} \text{ и } h\nu_2 = A_{\text{Вых2}} = 3,2 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}.$$

Таким образом, $\nu_1 / \nu_2 = A_{\text{Вых1}} / A_{\text{Вых2}} = 1/2$, т. е. в 2 раза меньше.

Ответ: в 2 раза меньше.

27.

Возможное решение

1. Согласно первому закону термодинамики, количество теплоты, которое газ получает, равно сумме изменения его внутренней энергии ΔU и работы газа A : $Q = \Delta U + A$. Концентрация газа $n = \frac{N}{V}$, где N — число молекул газа, V — его объем. Для идеального одноатомного газа внутренняя энергия $U = \frac{3}{2} \nu RT$ (где ν — количество моль газа). По условию задачи $N = \text{const}$.

2. Так как на участке 1–2 концентрация газа не изменяется, его объем постоянен (изохорный процесс), значит, работа газа $A = 0$. В этом процессе давление газа растет, согласно закону Шарля, температура газа также растет, т. е. его внутренняя энергия увеличивается: $\Delta U > 0$. Значит, $Q > 0$ и газ получает тепло.

3. На участке 2–3 концентрация газа увеличивается, значит, его объем уменьшается, и работа газа отрицательна: $A < 0$. Давление газа постоянно (изобарный процесс), по закону Гей-Люссака, температура газа также уменьшается. Поэтому $\Delta U < 0$. По первому закону термодинамики, $Q < 0$. В этом процессе газ отдает тепло.

4. На участке 3–1 концентрация газа уменьшается, значит, его объем увеличивается, и работа газа положительна: $A > 0$. Давление газа постоянно (изобарный процесс), по закону Гей-Люссака, температура газа также увеличивается. Поэтому $\Delta U > 0$. По первому закону термодинамики, $Q > 0$. В этом процессе газ получает тепло.

Ответ: Газ получает тепло в процессе 1–2 и отдает тепло в процессе 2–3.

28.

Возможное решение

Запишем закон сохранения импульса для двух взаимодействующих шариков: $m\vec{v}_1 + m\vec{v}_2 = 2m\vec{v}$.

Поскольку скорости шариков перед ударом были направлены взаимно перпендикулярно, то импульсы шариков математически связаны теоремой Пифагора: $(mv_1)^2 + (mv_2)^2 = (2mv)^2$. Т. к. по условию $v_1 = 2v_2$, то $(2mv_2)^2 + (mv_2)^2 = (2mv)^2 \Rightarrow 5(mv_2)^2 = 4(mv)^2$. В результате получим:

$$v_2 = 2v / \sqrt{5} = 2 \cdot 1,5 / \sqrt{5} \approx 1,34 \text{ м/с}.$$

Ответ: 1,34 м/с.

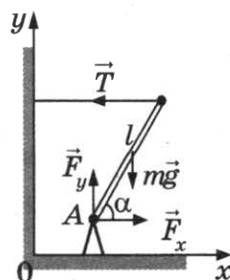
29.

Возможное решение

1. Изобразим на рисунке силы, действующие на стержень, и систему координат Oxy .

Здесь \vec{T} — сила натяжения нити, $m\vec{g}$ — сила тяжести, \vec{F}_x и \vec{F}_y — горизонтальная и вертикальная составляющие силы, действующей на стержень со стороны шарнира.

2. В положении равновесия равны нулю сумма моментов сил, действующих на стержень, относительно оси, проходящей через точку A перпенди-



кулярно плоскости рисунка, сумма горизонтальных и сумма вертикальных составляющих сил, действующих на стержень:

$$mg \cdot \frac{l}{2} \cos \alpha - T \cdot l \sin \alpha = 0, \text{ где } l \text{ — длина стержня.} \quad (1)$$

$$F_x - T = 0; \quad (2)$$

$$F_y - mg = 0. \quad (3)$$

3. Модуль силы реакции шарнира: $F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2} = \sqrt{T^2 + (mg)^2}$.

Из (1) получим $T = \frac{mg}{2} \operatorname{ctg} \alpha$. Окончательно $F = mg \sqrt{1 + \left(\frac{\operatorname{ctg} \alpha}{2}\right)^2} = 1 \cdot 10 \cdot \sqrt{1 + \left(\frac{1}{2}\right)^2} \approx 11,2 \text{ Н.}$

Ответ: $F \approx 11,2 \text{ Н.}$

30.

Возможное решение

1. Систему отсчета, связанную с Землей, будем считать инерциальной. В процессе медленного подъема поршня его ускорение считаем ничтожно малым. Поэтому сумма приложенных к поршню сил при его движении равна нулю. В проекциях на вертикальную ось y получаем:

$$F_1 - F_0 - Mg = 0, \text{ или } p_1 S - p_0 S - Mg = 0.$$

Отсюда получаем давление газа p_1 под движущимся поршнем: $p_1 = p_0 + \frac{Mg}{S}$.

2. Используем модель одноатомного идеального газа:
$$\begin{cases} pV = \nu RT, \\ U = \frac{3}{2} \nu RT. \end{cases}$$

Отсюда получаем: $U = \frac{3}{2} pV$. Внутренняя энергия газа в исходном состоянии:

$$U_0 = \frac{3}{2} p_0 S h, \text{ а в конечном состоянии: } U_1 = \frac{3}{2} p_1 S H = \frac{3}{2} (p_0 S + Mg) H.$$

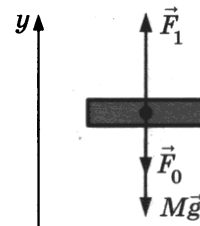
3. Процесс движения поршня идет при постоянном давлении газа p_1 . Поэтому из первого начала термодинамики получаем:

$$Q = U_1 - U_0 + p_1 \Delta V = U_1 - U_0 + p_1 S (H - h).$$

Подставляя сюда выражения для p_1 , U_0 и U_1 , получим:

$$Q = \frac{3}{2} (p_0 S + Mg) H - \frac{3}{2} p_0 S h + (p_0 S + Mg)(H - h) = \frac{3}{2} Mgh + \frac{5}{2} (Mg + p_0 S) \cdot (H - h).$$

Ответ: $Q = \frac{3}{2} Mgh + \frac{5}{2} (Mg + p_0 S) \cdot (H - h).$



31.

Возможное решение

1. Первоначальный заряд конденсатора C_1 равен $q = C_1 U$.

2. В результате перезарядки на конденсаторах устанавливаются одинаковые напряжения, так как ток в цепи прекращается и напряжение на резисторе R становится равным нулю. Поэтому их можно считать соединенными параллельно. Тогда их общая емкость $C_0 = C_1 + C_2$.

3. По закону сохранения заряда, суммарный заряд конденсаторов будет равен $C_1 U$.

4. По закону сохранения энергии, выделившееся в цепи количество теплоты равно разности значений энергии конденсаторов в начальном и конечном состояниях: $Q = \frac{C_1 U^2}{2} - \frac{(C_1 U)^2}{2(C_1 + C_2)}$.

$$Q = \frac{C_1 U^2}{2} - \frac{(C_1 U)^2}{2(C_1 + C_2)}$$

Откуда получим: $Q = \frac{C_1 C_2 U^2}{2(C_1 + C_2)} = \frac{10^{-6} \cdot 2 \cdot 10^{-6} \cdot 300^2}{2(10^{-6} + 2 \cdot 10^{-6})} = 0,03 \text{ Дж.}$

Ответ: $Q = 30 \text{ мДж.}$

32.

Возможное решение

1. Проведем луч SA до пересечения с плоскостью линзы (точка B на расстоянии $y = OB$ от центра линзы O). Проведем через точку A отрезок $CD \parallel OF$.

2. Из подобия $\triangle ACS$ и $\triangle ABD$ следует:

$$\frac{H+h}{b-F} = \frac{y-h}{F}, \text{ откуда:}$$

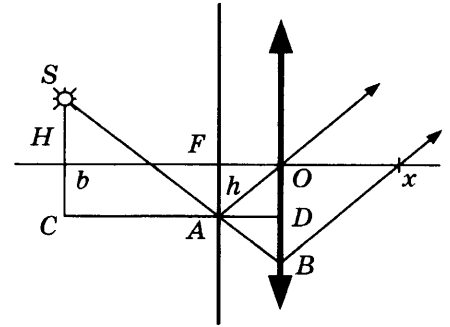
$$y = h + F \frac{H+h}{b-F} = \frac{hb + FH}{b-F} = \frac{4 \cdot 70 + 20 \cdot 5}{50} = 7,6 \text{ см.}$$

3. Из точки A проведем луч AO , который проходит линзу, не преломляясь. Точка A является побочным фокусом линзы, поэтому лучи AO и AB , пройдя линзу, идут параллельно друг другу.

4. Из подобия $\triangle AFO$ и $\triangle BOx$ следует:

$$\frac{h}{F} = \frac{y}{x}, \text{ откуда: } x = y \frac{F}{h} = \frac{F}{h} \cdot \frac{hb + FH}{b-F} = \frac{20}{4} \cdot \frac{4 \cdot 70 + 20 \cdot 5}{70 - 20} = 38 \text{ см.}$$

Ответ: $x = 38$ см.

**Вариант 4**

25.

Возможное решение

Согласно первому закону термодинамики, количество теплоты, полученное газом, $Q = \Delta U + A$, где $\Delta U = \frac{3}{2} \nu R \Delta T = \frac{3}{2} p \Delta V$ — изменение внутренней энергии газа в изобарном процессе, $A = p \Delta V$ — работа газа. Таким образом, $Q = \frac{3}{2} p \Delta V + p \Delta V = \frac{5}{2} p \Delta V = \frac{5}{2} A = \frac{5}{3} \Delta U \Rightarrow \Delta U = \frac{3}{5} Q = \frac{3}{5} \cdot 3000 = 1800$ Дж.

Ответ: 1800 Дж.

26.

Возможное решение

Согласно уравнению Эйнштейна для фотоэффекта $h\nu_1 = A_{\text{Вых}} + \frac{m\nu_1^2}{2}$. По условию $h\nu_1 = 2A_{\text{Вых}}$. Следовательно, $\frac{h\nu_1}{2} = \frac{m\nu_1^2}{2}$. Если увеличить частоту падающего света, то $h\nu_2 = A_{\text{Вых}} + \frac{m\nu_2^2}{2}$, при этом

$$\nu_2 = 2\nu_1. \text{ Значит, } h\nu_2 = \frac{h\nu_1}{2} + \frac{m(2\nu_1)^2}{2} = \frac{5h\nu_1}{2}.$$

Таким образом, $\nu_2 / \nu_1 = 5 / 2 = 2,5$, т. е. частоту излучения надо увеличить в 2,5 раза.

Ответ: в 2,5 раза.

27.

Возможное решение

1. Согласно первому закону термодинамики, количество теплоты, которое газ получает, равно сумме изменения его внутренней энергии ΔU и работы газа A : $Q = \Delta U + A$. Концентрация газа $n = \frac{N}{V}$, где N — число молекул газа, V — его объем. Для идеального одноатомного газа внутренняя энергия $U = \frac{3}{2} \nu RT$ (где ν — количество моль газа). По условию задачи $N = \text{const}$.

2. Так как на участке 1–2 концентрация газа не изменяется, его объем постоянен (изохорный процесс), значит, работа газа $A = 0$. В этом процессе давление газа растет, согласно закону Шарля температура газа также растет, т.е. его внутренняя энергия увеличивается: $\Delta U > 0$. Значит, $Q > 0$, и газ получает тепло.

3. На участке 2–3 концентрация газа уменьшается, значит, его объем увеличивается, и работа газа положительна: $A > 0$. Давление газа постоянно (изобарный процесс), по закону Гей-Люссака температура газа также увеличивается. Поэтому $\Delta U > 0$. По первому закону термодинамики, $Q > 0$. В этом процессе газ получает тепло.

28.

Возможное решение

Запишем закон сохранения импульса для двух взаимодействующих шариков: $M\vec{v}_1 + m\vec{v}_2 = (M + m)\vec{v}$. Поскольку скорости шариков перед ударом были направлены навстречу друг другу, то: $Mv_1 - mv_2 = (M + m)v$. Т. к. по условию $v_1 = v_2$ и $v_1 = 2v$, то $(M - m)v_1 = (M + m)v \Rightarrow 2(M - m)v = (M + m)v$. В результате получим $M = 3m \Rightarrow M / m = 3$.

Ответ: 3.

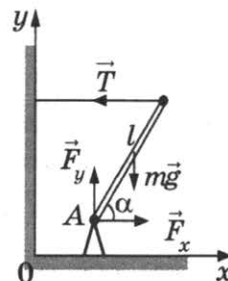
29.

Возможное решение

1. Изобразим на рисунке силы, действующие на стержень, и систему координат Oxy .

Здесь \vec{T} — сила натяжения нити, $m\vec{g}$ — сила тяжести, \vec{F}_x и \vec{F}_y — горизонтальная и вертикальная составляющие силы, действующей на стержень со стороны шарнира.

2. В положении равновесия равны нулю сумма моментов сил, действующих на стержень относительно оси, проходящей через точку A перпендикулярно плоскости рисунка, сумма горизонтальных и сумма вертикальных составляющих сил, действующих на стержень:



$$mg \cdot \frac{l}{2} \cos \alpha - T \cdot l \sin \alpha = 0, \text{ где } l \text{ — длина стержня.} \quad (1)$$

$$F_x - T = 0; \quad (2)$$

$$F_y - mg = 0. \quad (3)$$

3. Модуль силы реакции шарнира $F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2} = \sqrt{T^2 + (mg)^2}$.

Из (1) получим $T = \frac{mg}{2} \operatorname{ctg} \alpha$.

$$\text{Окончательно } m = \frac{F}{g \sqrt{1 + \left(\frac{\operatorname{ctg} \alpha}{2}\right)^2}} = \frac{11}{10 \cdot \sqrt{1 + \left(\frac{1}{2}\right)^2}} \approx 0,98 \approx 1 \text{ кг.}$$

Ответ: $m \approx 1$ кг.

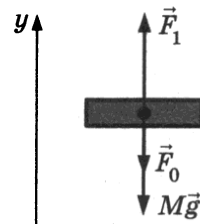
30.

Возможное решение

1. Систему отсчета, связанную с Землей, будем считать инерциальной. В процессе медленного подъема поршня его ускорение считаем ничтожно малым. Поэтому сумма приложенных к поршню сил при его движении равна нулю. В проекциях на вертикальную ось y получаем:

$$F_1 - F_0 - Mg = 0, \text{ или } p_1 S - p_0 S - Mg = 0.$$

Отсюда получаем давление газа p_1 под движущимся поршнем: $p_1 = p_0 + \frac{Mg}{S}$.



2. Используем модель одноатомного идеального газа:
$$\begin{cases} pV = \nu RT, \\ U = \frac{3}{2} \nu RT. \end{cases}$$

Отсюда получаем: $U = \frac{3}{2} pV$. Внутренняя энергия газа в исходном состоянии $U_0 = \frac{3}{2} p_0 S h$, а в конечном состоянии $U_1 = \frac{3}{2} p_1 S H = \frac{3}{2} (p_0 S + Mg) H$.

3. Процесс движения поршня идет при постоянном давлении газа p_1 . Поэтому из первого начала термодинамики получаем:

$$Q = U_1 - U_0 + p_1 \Delta V = U_1 - U_0 + p_1 S (H - h).$$

Подставляя сюда выражения для p_1 , U_0 и U_1 , получим:

$$Q = \frac{3}{2} (p_0 S + Mg) H - \frac{3}{2} p_0 S h + (p_0 S + Mg) (H - h) = \frac{3}{2} Mgh + \frac{5}{2} (Mg + p_0 S) \cdot (H - h).$$

Найдем высоту подъема поршня: $H = \frac{Q + h(Mg + \frac{5}{2} p_0 S)}{\frac{5}{2} (Mg + p_0 S)}$.

Ответ: $H = \frac{Q + h(Mg + \frac{5}{2} p_0 S)}{\frac{5}{2} (Mg + p_0 S)}$.

31.

Возможное решение

1. Первоначальный заряд конденсатора $q = C_1 U$.

2. В результате перезарядки конденсаторов после замыкания ключа их заряды равны соответственно q_1 и q_2 , причем:

$$q_1 + q_2 = C_1 U \quad (1)$$

(по закону сохранения электрического заряда).

3. В результате перезарядки на конденсаторах устанавливаются одинаковые напряжения, так как ток в цепи прекращается и напряжение на резисторе R становится равным нулю. Поэтому:

$$\frac{q_1}{C_1} = \frac{q_2}{C_2} \quad (2)$$

4. По закону сохранения энергии выделившееся в цепи количество теплоты равно разности значений энергии конденсаторов в начальном и конечном состояниях:

$$Q = \frac{C_1 U^2}{2} - \left(\frac{q_1^2}{2C_1} + \frac{q_2^2}{2C_2} \right) \quad (3)$$

Решая систему уравнений (1)–(3), получаем:

$$U = \sqrt{\frac{2Q(C_1 + C_2)}{C_1 C_2}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 30 \cdot 10^{-3} (10^{-6} + 2 \cdot 10^{-6})}{10^{-6} \cdot 2 \cdot 10^{-6}}} = 300 \text{ В.} \quad (4)$$

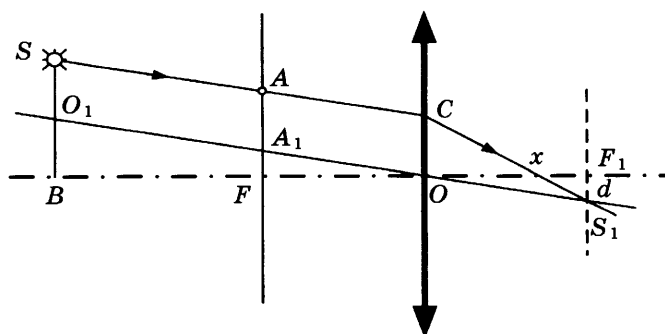
Ответ: $U = 300 \text{ В.}$

32.

Возможное решение

1. Построим ход луча $SACS_1$, прошедшего через экран и собирающую линзу, используя основные свойства тонкой линзы: параллельный пучок лучей, падающих на линзу, собирается в ее фокальной плоскости; луч O_1OS_1 , прошедший через оптический центр линзы (точку O), не преломляется.

2. Луч SAC , принадлежащий параллельному пучку лучей SA и O_1A_1 , после преломления пересечет луч O_1OS_1 в фокальной плоскости



линзы в точке S_1 на расстоянии d от главной оптической оси BO . Так как расстояние от фокальных плоскостей AF и S_1F_1 до плоскости линзы одинаково, то $A_1F = F_1S_1 = d$, $OC = AA_1 = O_1S = h - d$, $O_1B = H - (h - d)$.

3. Луч CS_1 пересечет главную оптическую ось на расстоянии x от линзы, которое определяется из подобия треугольников ΔOCx и ΔxF_1S_1 . Из пропорции $\frac{x}{h-d} = \frac{F-x}{d}$ получаем: $x = F\left(1 - \frac{d}{h}\right)$.

Для определения d воспользуемся подобием треугольников ΔO_1BO и ΔA_1FO и составим пропорцию $\frac{H-(h-d)}{b} = \frac{d}{F}$, откуда: $d = \frac{H-h}{b-F}F$. После подстановки получаем:

$$H = \frac{h}{F^2} [Fb - x(b-F)] = \frac{4}{400} \cdot [20 \cdot 60 - 16 \cdot 40] = 5,6 \text{ см.}$$

Ответ: $H = 5,6$ см.

Вариант 5

25.

Возможное решение

Для того чтобы расплавить половину куска свинца, ему необходимо сообщить количество теплоты: $Q = Q_1 + Q_2$, где $Q_1 = cm(t_2 - t_1) = 130 \cdot 1 \cdot (327 - 37) = 37\,700$ Дж — количество теплоты, требуемое для нагревания свинца до температуры плавления, $Q_2 = \lambda m/2 = 25\,000 \cdot 1/2 = 12\,500$ Дж — количество теплоты, необходимое для плавления половины куска, нагретого до температуры плавления. Таким образом, $Q = Q_1 + Q_2 = 37\,700 + 12\,500 = 50\,200$ Дж.

Ответ: 50 200 Дж.

26.

Возможное решение

Согласно формуле Планка, энергия одного фотона равна $E_0 = \frac{hc}{\lambda}$. Мощность света, падающего на сетчатку человеческого глаза, равна $P = \frac{NE_0}{t} = \frac{Nhc}{t\lambda}$, где $t = 1$ с. Таким образом, искомая длина волны определяется соотношением: $\lambda = \frac{Nhc}{Pt} = \frac{5 \cdot 6,6 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{1,65 \cdot 10^{-18} \cdot 1} = 6 \cdot 10^{-7} \text{ м} = 600 \text{ нм.}$

Ответ: 600 нм.

27.

Возможное решение

1. Эквивалентная электрическая схема цепи, учитывающая внутреннее сопротивление батареи, изображена на рисунке.

Ток через вольтметр практически не течет, а сопротивление амперметра пренебрежимо мало.

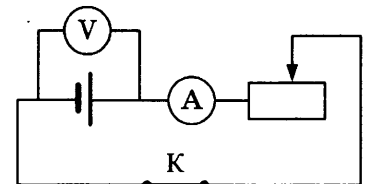
2. Сила электрического тока в цепи определяется законом Ома для полной цепи:

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R+r}, \quad (1)$$

где \mathcal{E} — ЭДС гальванической батареи, R — сопротивление внешней цепи (реостата), r — внутреннее сопротивление батареи.

Отсюда можно записать: $IR = \mathcal{E} - Ir$.

В соответствии с законом Ома для участка цепи, $IR = U$.



Следовательно:

$$U = \mathcal{E} - \frac{\mathcal{E}}{R+r} r = \mathcal{E} \left(1 - \frac{r}{R+r} \right). \quad (2)$$

3. При движении движка реостата до конца влево сопротивление внешней цепи уменьшается практически до нуля. Сила тока в соответствии с (1) определяется только внутренним сопротивлением батареи. Показания амперметра увеличатся до значения $I_0 = \frac{\mathcal{E}}{r}$. Показания вольтметра должны в соответствии с выражением (2) уменьшиться до нуля.

Ответ: Показания амперметра будут увеличиваться, показания вольтметра будут уменьшаться.

28.

Возможное решение

Запишем уравнение моментов сил относительно оси, перпендикулярной плоскости чертежа и проходящей через нижний конец стержня:

$mg \frac{L}{2} \sin \alpha - NL \cos \alpha = 0$, где L — длина стержня. Таким образом,

$$N = \frac{mg}{2} \operatorname{tg} \alpha = \frac{5 \cdot 10}{2} \cdot 0,577 \approx 14,4 \text{ Н.}$$

Ответ: 14,4 Н.

29.

Возможное решение

1. На систему тел «груз + пружина» действует внешняя сила — сила тяжести, работа которой определяет изменение потенциальной энергии груза в поле силы тяжести. Силы трения в системе отсутствуют, следовательно, их работа равна нулю и полная механическая энергия системы тел, равная сумме кинетической и потенциальной, сохраняется. Нулевое значение потенциальной энергии в поле тяжести выбираем в начальном состоянии системы, нулевое значение потенциальной энергии деформации пружины — в положении нерастянутой пружины.

2. В начальном состоянии и на максимальной высоте кинетическая энергия системы «пружина + оставшаяся часть груза» равна нулю. Тогда в соответствии с законом сохранения механической энергии:

$$\frac{k(l_2 - l_0)^2}{2} = \frac{k(l_1 - l_0)^2}{2} + Mg(l_2 - l_1),$$

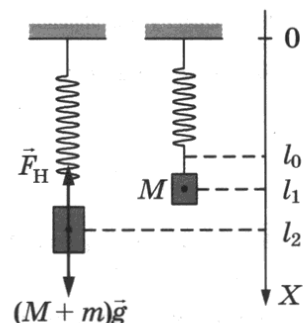
где M — масса оставшейся части груза, l_0 — длина пружины в нерастянутом состоянии, l_2 — длина пружины в исходном состоянии, l_1 — длина пружины в состоянии максимального подъема оставшейся части груза.

3. В исходном состоянии груз находится в равновесии: $(M + m)g = k(l_2 - l_0)$.

4. Из 2) и 3) с учетом того, что $l_2 - l_1 = h$ и $l_1 - l_0 = (l_2 - l_0) - h$, получим:

$$m = \frac{hk}{2g} = \frac{0,03 \cdot 400}{2 \cdot 10} = 0,6 \text{ кг.}$$

Ответ: $m = 0,6$ кг.



30.

Возможное решение

Определим конечное состояние смеси лед—вода, для чего сравним количество теплоты Q_1 , необходимое для нагревания льда до температуры плавления, и количество теплоты Q_2 , которое может отдать вода при остывании до начала процесса кристаллизации:

$$Q_1 = c_1 m_1 (0 - t_1) = 2100 \cdot 1 \cdot (0 - (-20)) = 42\,000 \text{ Дж};$$

$$Q_2 = c_2 m_2 t_2 = 4200 \cdot 0,2 \cdot 10 = 8400 \text{ Дж}.$$

$Q_1 > Q_2$, следовательно, вода остынет до 0°C и начнет кристаллизоваться.

Для того чтобы полностью превратиться в лед, воде при 0°C необходимо отдать количество теплоты $Q_3 = \lambda m_2 = 330\,000 \cdot 0,2 = 66\,000 \text{ Дж}$.

Так как $Q_1 < Q_2 + Q_3$, $42\,000 < 8400 + 66\,000 = 74\,400$, можно сделать вывод, что только часть воды массой m_3 превратится в лед и в сосуде установится конечная температура $t_k = 0^\circ\text{C}$.

Запишем уравнение теплового баланса: $c_1 m_1 (0 - t_1) + c_2 m_2 (0 - t_2) - \lambda m_3 = 0$.

Таким образом, масса кристаллизовавшейся воды:

$$m_3 = -\frac{c_1 m_1 t_1 + c_2 m_2 t_2}{\lambda} = -\frac{2100 \cdot 1 \cdot (-20) + 4200 \cdot 0,2 \cdot 10}{330\,000} \approx 0,15 \text{ кг}.$$

В итоге получаем, что после установления теплового равновесия в сосуде будет находиться $M = m_1 + m_3 \approx 1 + 0,15 \approx 1,15 \text{ кг}$ льда.

Ответ: $M \approx 1,15 \text{ кг}$.

31.

Возможное решение

Сила, действующая на частицу в конденсаторе со стороны поля: $F_{\text{эл}} = Eq$.

Второй закон Ньютона: $F_{\text{эл}} = ma$, или $Eq = ma$. Следовательно, ускорение протона, направленное перпендикулярно пластинам, $a = \frac{Eq}{m}$.

Из кинематики равноускоренного движения следует: $\frac{at^2}{2} \leq s = \frac{d}{2}$, где d — расстояние между пластинами, t — время пролета частицы через конденсатор. Следовательно, $t \leq \sqrt{\frac{d}{a}}$.

Проекция скорости частицы на горизонтальную ось Ox : $v = \frac{l}{t}$, где l — длина пластин конденсатора. Отсюда:

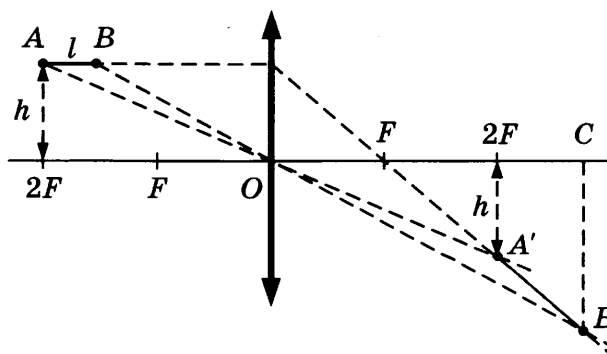
$$v \geq v_{\min} = l \sqrt{\frac{a}{d}} = \sqrt{\frac{l^2 Eq}{md}} = \sqrt{\frac{25 \cdot 10^{-4} \cdot 5000 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}}{1,67 \cdot 10^{-27} \cdot 10^{-2}}} \approx 3,5 \cdot 10^5 \text{ м/с}.$$

Ответ: $v \approx 350 \text{ км/с}$.

32.

Возможное решение

1. Построение изображения $A'B'$ предмета AB в линзе показано на рисунке.



2. Так как точка A находится на расстоянии $2F$ от линзы, то ее изображение A' также находится на расстоянии $2F$ от линзы и расстояние от точки A' до главной оптической оси равно h .

3. Длина изображения $A'B'$: $L = \sqrt{(OC - 2F)^2 + (B'C - h)^2}$.

4. Из формулы тонкой линзы $\frac{1}{F} = \frac{1}{2F-l} + \frac{1}{OC}$ получим: $OC = \frac{F(2F-l)}{F-l} = 60$ см.

5. $\frac{B'C}{h} = \frac{OC}{2F-l}$, откуда: $B'C = h \frac{OC}{2F-l} = 30$ см.

Окончательно получим: $L = \sqrt{20^2 + 15^2} = \sqrt{625} = 25$ см.

Ответ: $L = 25$ см.

Вариант 6

25.

Возможное решение

Для того чтобы расплавить третью часть куска льда, ему необходимо сообщить количество теплоты: $Q = Q_1 + Q_2$, где $Q_1 = cm(t_2 - t_1) = 2100 \cdot 1 \cdot (0 - (-30)) = 63\,000$ Дж — количество теплоты, требуемое для нагревания льда до температуры плавления, $Q_2 = \lambda m/3 = 330\,000 \cdot 1/3 = 110\,000$ Дж — количество теплоты, необходимое для плавления третьей части куска, нагретого до температуры плавления. Таким образом, $Q = Q_1 + Q_2 = 63\,000 + 110\,000 = 173\,000$ Дж.

Ответ: 173 000 Дж.

26.

Возможное решение

Согласно формуле Планка, энергия одного фотона равна $E_0 = \frac{hc}{\lambda}$. Мощность света, падающего на сетчатку человеческого глаза, равна $P = \frac{NE_0}{t} = \frac{Nhc}{t\lambda}$, где $t = 1$ мин = 60 с. Таким образом, иско-
мое количество фотонов определяется соотношением $N = \frac{Pt\lambda}{hc} = \frac{1,65 \cdot 10^{-18} \cdot 60 \cdot 550 \cdot 10^{-9}}{6,6 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8} = 275$.

Ответ: 275.

27.

Возможное решение

1. Эквивалентная электрическая схема цепи, учитывающая внутреннее сопротивление батареи, изображена на рисунке, где I — сила тока в цепи.

Ток через вольтметр практически не течет, а сопротивление амперметра пренебрежимо мало.

2. Сила тока в цепи определяется законом Ома для замкнутой (полной) цепи:

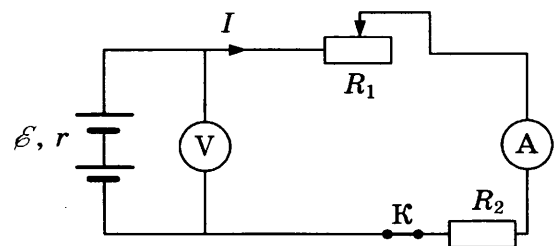
$$I = \frac{\mathcal{E}}{R_1 + R_2 + r}.$$

В соответствии с законом Ома для участка цепи напряжение, измеряемое вольтметром:

$$U = I(R_1 + R_2) = \mathcal{E} - Ir.$$

3. При перемещении движка реостата вправо его сопротивление увеличивается, что приводит к увеличению полного сопротивления цепи.

Ответ: Сила тока в цепи уменьшается, а напряжение на батарее растёт.



28.

Возможное решение

Запишем уравнение моментов сил относительно оси, перпендикулярной плоскости чертежа и проходящей через нижний конец стержня:

$$mg \frac{L}{2} \sin \alpha - NL \cos \alpha = 0, \text{ где } L \text{ — длина стержня. Таким образом, } N = \frac{mg}{2} \operatorname{tg} \alpha = \frac{1 \cdot 10}{2} \cdot 1 = 5 \text{ Н.}$$

Ответ: 5 Н.

29.

Возможное решение

1. На систему тел «груз + пружина» действует внешняя сила — сила тяжести, работа которой определяет изменение потенциальной энергии груза в поле силы тяжести. Силы трения в системе отсутствуют, следовательно, их работа равна нулю и полная механическая энергия системы тел, равная сумме кинетической и потенциальной, сохраняется. Нулевое значение потенциальной энергии в поле тяжести выбираем в начальном состоянии системы, нулевое значение потенциальной энергии деформации пружины — в положении нерастянутой пружины.

2. В начальном состоянии и на максимальной высоте кинетическая энергия системы «пружина + оставшаяся часть груза» равна нулю. Тогда в соответствии с законом сохранения механической энергии:

$$\frac{k(l_2 - l_0)^2}{2} = \frac{k(l_1 - l_0)^2}{2} + Mg(l_2 - l_1),$$

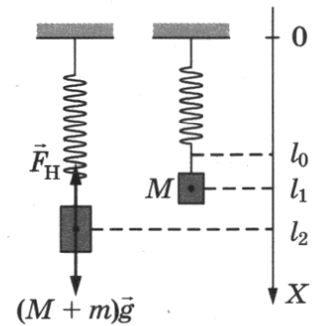
где M — масса оставшейся части груза, l_0 — длина пружины в нерастянутом состоянии, l_2 — длина пружины в исходном состоянии, l_1 — длина пружины в состоянии максимального подъема оставшейся части груза.

3. В исходном состоянии груз находится в равновесии: $(M + m)g = k(l_2 - l_0)$.

4. Из 2) и 3) с учетом того, что $l_2 - l_1 = h$ и $l_1 - l_0 = (l_2 - l_0) - h$, получим:

$$k = \frac{2mg}{h} = \frac{2 \cdot 0,6 \cdot 10}{0,03} = 400 \text{ Н/м.}$$

Ответ: $k = 400 \text{ Н/м.}$



30.

Возможное решение

Количество теплоты, необходимое для нагревания льда, находящегося в калориметре, до температуры t :

$$Q = c_1 m_1 (t - t_1). \quad (1)$$

Количество теплоты, выделяющееся при охлаждении воды до $t_0 = 0 \text{ }^\circ\text{C}$:

$$Q_1 = c_2 m_2 (t_2 - t_0). \quad (2)$$

Количество теплоты, выделяющееся при отвердевании воды при $0 \text{ }^\circ\text{C}$:

$$Q_2 = \lambda m_2. \quad (3)$$

Количество теплоты, выделяющееся при охлаждении льда, полученного из воды, до температуры t :

$$Q_3 = c_1 m_2 (t_0 - t). \quad (4)$$

Уравнение теплового баланса:

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3. \quad (5)$$

Объединяя (1)–(5), получаем: $m_2 = \frac{c_1 m_1 (t - t_1)}{c_2 (t_2 - t_0) + \lambda + c_1 (t_0 - t)} \approx 15 \text{ г.}$

Ответ: 15 г.

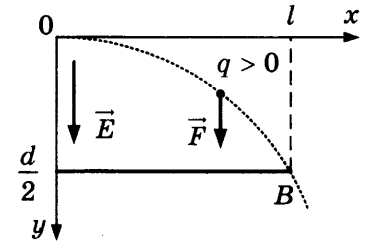
31.

Возможное решение

1. На заряженную частицу в однородном поле конденсатора действует сила $\vec{F} = q\vec{E}$, пропорциональная напряженности поля \vec{E} и заряду частицы q .

2. В инерциальной системе отсчета Oxy , связанной с Землей, ось которой Ox направлена по начальной скорости частицы (см. рисунок), под действием поля частица приобретает постоянное ускорение, определяемое вторым законом Ньютона: $m\vec{a} = \vec{F} = q\vec{E}$. Отсюда:

ускорение частицы вдоль оси Oy $a = \frac{q}{m} E_y$ получается постоянным, а движение — равноускоренным.



3. Закон движения частицы в поле конденсатора: $x = vt$, $y = \frac{at^2}{2}$. При минимальной скорости траектория проходит через точку B с координатами $(l, d/2)$, удовлетворяющими уравнениям: $l = vt$, $d = at^2$. Эти условия определяют длину пластин конденсатора:

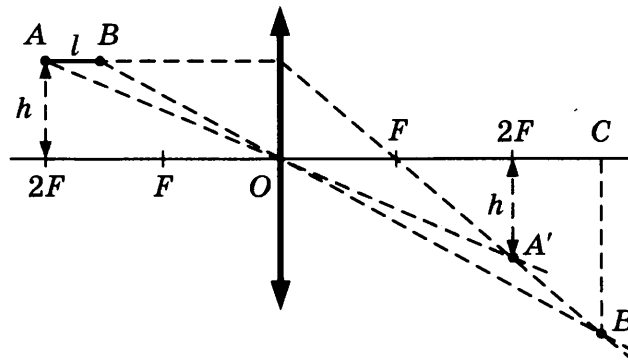
$$l = \sqrt{\frac{mdv^2}{E_y q}} = \sqrt{\frac{10^{-10} \cdot 10^{-2} \cdot 25^2 \cdot 10^2}{5 \cdot 10^3 \cdot 5 \cdot 10^{-9}}} = 0,05 \text{ м.}$$

Ответ: $l = 0,05$ м.

32.

Возможное решение

1. Построение изображения $A'B'$ предмета AB в линзе показано на рисунке.



2. Так как точка A находится на расстоянии $2F$ от линзы, то ее изображение A' также находится на расстоянии $2F$ от линзы и расстояние от точки A' до главной оптической оси равно h .

3. Из формулы тонкой линзы $\frac{1}{F} = \frac{1}{2F-l} + \frac{1}{OC}$ получим: $OC = \frac{F(2F-l)}{F-l} = 60$ см.

4. $\frac{B'C}{h} = \frac{OC}{2F-l}$, откуда: $B'C = \frac{OC \cdot h}{2F-l} = 2h$.

5. Длина изображения $A'B'$ $L = \sqrt{(OC - 2F)^2 + (B'C - h)^2}$.

Окончательно получим: $h = \sqrt{L^2 - (OC - 2F)^2} = \sqrt{25^2 - (60 - 2 \cdot 20)^2} = 15$ см.

Ответ: $h = 15$ см.

Вариант 7

25.

Возможное решение

Первоначально вода и лед в калориметре находятся в тепловом равновесии, значит, температура содержимого калориметра равна 0°C . В теплообмене участвуют лед и болт, при этом болт остывает, а лед плавится.

Запишем уравнение теплового баланса: $Q_1 = Q_2$, где $Q_1 = cm_1(t_2 - t_1) = 500 \cdot m_1 \cdot ((339 - 273) - 0) = 33\,000 \cdot m_1$ Дж — количество теплоты, которое отдает болт при охлаждении, $Q_2 = \lambda m_2 = 330\,000 \cdot 0,005 = 1650$ Дж — количество теплоты, которое получил лед при плавлении. Таким образом, масса болта равна $m_1 = \frac{Q_2}{33000} = \frac{1650}{33000} = 0,05$ кг = 50 г.

Ответ: 50 г.

26.

Возможное решение

Увеличение предмета определяется формулой $\Gamma = \frac{H}{h} = \frac{f}{d}$, где H и h — размеры изображения и самого предмета, f — расстояние от линзы до изображения. Воспользуемся формулой тонкой линзы $\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$. Отсюда $f = \frac{Fd}{d - F}$. В итоге искомое увеличение равно: $\Gamma = \frac{F}{d - F} = \frac{4}{5 - 4} = 4$.

Ответ: 4.

27.

Возможное решение

1. При изменении света с желтого на зеленый его длина волны уменьшится, частота увеличится ($v_z > v_j$).

2. Работа выхода электронов из материала не зависит от частоты падающего света, поэтому в соответствии с уравнением Эйнштейна для фотоэффекта: $h\nu = A_{\text{вых}} + E_{\text{max}}$ — увеличится максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов E_{max} . Так как $E_{\text{max}} = e|U_z|$, то увеличится и модуль запирающего напряжения U_z .

3. Мощность поглощенного света связана с частотой волны ν соотношением $P = N_\Phi E_\Phi = N_\Phi h\nu$, где N_Φ — число фотонов, падающих на катод за 1 с, $E_\Phi = h\nu$ — энергия одного фотона (соотношение Планка). Так как мощность света не изменилась, а энергия фотонов E_Φ увеличилась, то уменьшится число фотонов, падающих на катод за 1 с.

4. Сила тока насыщения $I_{\text{нас}}$ определяется числом выбитых светом за 1 с электронов N_e , которое пропорционально числу падающих на катод за 1 с фотонов, поэтому сила тока насыщения уменьшится.

Ответ: точка отрыва графика от горизонтальной оси U сдвинется влево, горизонтальная асимптота графика $I_{\text{нас}}$ сдвинется вниз.

28.

Возможное решение

Запишем второй закон Ньютона в проекциях на горизонтальную и вертикальную оси: $ma = F\cos\alpha - F_{\text{тр}}$, $0 = N - mg - F\sin\alpha$. Выражение для силы трения скольжения имеет вид $F_{\text{тр}} = \mu N$. Выполняя преобразования, получим $F_{\text{тр}} = \mu(mg + F\sin\alpha)$, $ma = F\cos\alpha - \mu(mg + F\sin\alpha)$. В итоге, коэффициент трения:

$$\mu = \frac{F\cos\alpha - ma}{mg + F\sin\alpha} = \frac{2 \cdot 0,866 - 0,5 \cdot 1}{0,5 \cdot 10 + 2 \cdot 0,5} \approx 0,2.$$

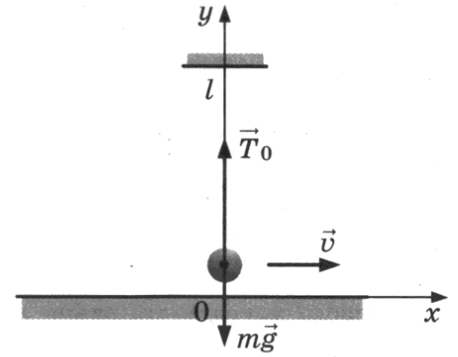
Ответ: 0,2.

29.

Возможное решение

1. Непосредственно перед обрывом нити в момент прохождения положения равновесия шарик движется по окружности радиусом l со скоростью \vec{v} . В этот момент действующие на шарик сила тяжести $m\vec{g}$ и сила натяжения нити \vec{T}_0 направлены по вертикали и вызывают центростремительное ускорение шарика (см. рисунок). Запишем второй закон Ньютона в проекциях на ось Oy инерциальной системы отсчета Oxy , связанной с Землей:

$$\frac{mv^2}{l} = T_0 - mg, \text{ откуда: } v = \sqrt{\left(\frac{T_0}{m} - g\right)l}.$$



2. При прохождении положения равновесия нить обрывается, и шарик, движущийся горизонтально со скоростью \vec{v} , абсолютно неупруго сталкивается с покоящимся бруском. При столкновении сохраняется импульс системы «шарик + брусок». В проекциях на ось Ox получаем:

$$mv = (M + m)u,$$

где u — проекция скорости бруска с шариком после удара на эту ось. Отсюда:

$$u = \frac{m}{M + m}v = \frac{m}{M + m} \sqrt{\left(\frac{T_0}{m} - g\right)l} = \frac{0,3}{1,5 + 0,3} \sqrt{\left(\frac{6}{0,3} - 10\right) \cdot 0,9} = \frac{1}{6} \cdot 3 = 0,5 \text{ м/с.}$$

Ответ: $u = 0,5$ м/с.

30.

Возможное решение

1. При $t = 100$ °С давление насыщенного водяного пара равно нормальному атмосферному давлению: $p_0 = 10^5$ Па.

2. При изотермическом сжатии произведение pV для влажного воздуха под поршнем уменьшилось, так как $n < k$. Значит, количество вещества влажного воздуха в сосуде уменьшилось за счет конденсации части водяного пара в воду. При этом водяной пар стал насыщенным.

3. Пусть p_2 — давление влажного воздуха в сосуде в конечном состоянии, $p_{1 \text{ сух}}$ — давление сухого воздуха в сосуде в начальном состоянии.

Пользуясь законом Дальтона, запишем выражения для давления влажного воздуха в сосуде в начальном и конечном состояниях:

$$\begin{cases} p_1 = p_{1 \text{ сух}} + \varphi p_0, \\ p_2 = np_1 = kp_{1 \text{ сух}} + p_0. \end{cases}$$

Исключая из этих уравнений величину $p_{1 \text{ сух}}$, получим уравнение:

$$np_1 = k(p_1 - \varphi p_0) + p_0,$$

откуда:

$$\varphi = \frac{(k - n)p_1 + p_0}{kp_0} = \frac{(4 - 3) \cdot 1,8 \cdot 10^5 + 10^5}{4 \cdot 10^5} = \frac{2,8}{4} = 0,7.$$

Ответ: $\varphi = 70\%$.

31.

Возможное решение

Мощность, выделяемая на реостате, $P = IU = I(\mathcal{E} - Ir)$. График $P(I)$ — парабола ветвями вниз.

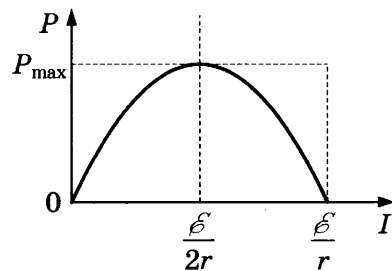
Корни уравнения $I(\mathcal{E} - Ir) = 0$: $I_1 = 0$; $I_2 = \frac{\mathcal{E}}{r}$.

Поэтому максимум функции $P(I)$ достигается при $I = \frac{\mathcal{E}}{2r}$ и равен

$$P_{\max} = \frac{\mathcal{E}^2}{4r} = 4,5 \text{ Вт.}$$

$$\text{Отсюда: } r = \frac{\mathcal{E}^2}{4P_{\max}} = 2 \text{ Ом.}$$

Ответ: $r = 2$ Ом.



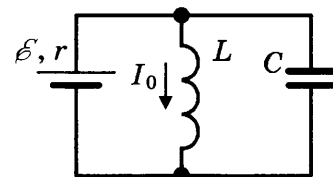
32.

Возможное решение

1. Непосредственно перед размыканием ключа К ток через конденсатор равен нулю, по катушке течет ток $I_0 = \frac{\mathcal{E}}{r}$, напряжение U_{0C} на конденсаторе равно напряжению на катушке, поэтому $U_{0C} = 0$.

2. После размыкания ключа К в контуре возникают гармонические колебания напряжения между обкладками конденсатора и тока в контуре. В частности, благодаря начальному условию $U_{0C} = 0$ потенциал

верхней обкладки конденсатора относительно нижней $U(t) = -U_{\max} \sin \omega t$, где $\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ — циклическая частота колебаний. (Знак «-» в формуле связан с тем, что сразу после размыкания ключа К ток приносит положительный заряд на нижнюю обкладку конденсатора.)



3. Энергия электромагнитных колебаний в контуре сохраняется:

$$\frac{LI^2}{2} + \frac{CU^2}{2} = \frac{LI_0^2}{2} = \frac{CU_{\max}^2}{2},$$

откуда получаем: $U_{\max} = I_0 \sqrt{\frac{L}{C}}$.

Учитывая, что $U_{\max} = \mathcal{E}$, $I_0 = \frac{\mathcal{E}}{r}$, получим: $C = \frac{L}{r^2}$.

4. Период колебаний в контуре: $T = 2\pi\sqrt{LC} = 2\pi\frac{L}{r}$. Судя по зависимости $U(t) = -U_{\max} \sin \omega t$, наименьшим положительным корнем уравнения $|U(t)| = \mathcal{E}$ (т. е. уравнения $|\mathcal{E} \sin \omega t| = \mathcal{E}$) является:

$$\tau = \frac{T}{4} = \frac{\pi}{2} \cdot \frac{L}{r} = \frac{\pi}{2} \cdot \frac{10^{-3}}{2} \approx 0,785 \cdot 10^{-3} \text{ с.}$$

Ответ: $\tau \approx 0,785$ мс.

Вариант 8

25.

Возможное решение

Первоначально вода и лед в калориметре находятся в тепловом равновесии, значит, температура содержимого калориметра равна 0°C . В теплообмене участвуют лед и алюминиевый шарик, при этом шарик остывает, а лед плавится.

Запишем уравнение теплового баланса: $Q_1 = Q_2$, где $Q_1 = cm_1(t_2 - t_1) = 900 \cdot 0,05 \cdot (t_2 - 0) = 45 \cdot t_2$ Дж — количество теплоты, которое отдает шарик при охлаждении, $Q_2 = \lambda m_2 = 330\,000 \cdot 0,015 = 4950$ Дж — количество теплоты, которое получил лед при плавлении. Таким образом, начальная температура шарика равна $t_2 = \frac{Q_2}{45} = \frac{4950}{45} = 110^\circ\text{C}$.

Ответ: 110°C .

26.

Возможное решение

Оптическая сила линзы связана с ее фокусным расстоянием формулой: $D = \frac{1}{F}$, следовательно,

$$F = 1/D = 1/25 = 0,04 \text{ м} = 4 \text{ см.}$$

Вспользуемся формулой тонкой линзы $\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$, где f — расстояние от линзы до изображения.

В итоге получим $f = \frac{Fd}{d-F} = \frac{4 \cdot 5}{5-4} = 20 \text{ см.}$

Ответ: 20 см.

27.

Возможное решение

1. При изменении света с синего на зеленый его длина волны увеличится, частота уменьшится ($\nu_3 < \nu_c$).

2. Работа выхода электронов из материала не зависит от частоты падающего света, поэтому в соответствии с уравнением Эйнштейна для фотоэффекта: $h\nu = A_{\text{вых}} + E_{\text{max}}$ — уменьшится максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов E_{max} . Так как $E_{\text{max}} = e|U_3|$, то уменьшится и модуль запирающего напряжения U_3 .

3. Мощность поглощенного света связана с частотой волны ν соотношением $P = N_{\phi}E_{\phi} = N_{\phi}h\nu$, где N_{ϕ} — число фотонов, падающих на катод за 1 с, $E_{\phi} = h\nu$ — энергия одного фотона (соотношение Планка). Так как мощность света не изменилась, а энергия фотонов E_{ϕ} уменьшилась, то увеличится число фотонов, падающих на катод за 1 с.

4. Сила тока насыщения $I_{\text{нас}}$ определяется числом выбитых светом за 1 с электронов N_e , которое пропорционально числу падающих на катод за 1 с фотонов, поэтому сила тока насыщения увеличится.

Ответ: точка отрыва графика от горизонтальной оси U сдвинется вправо, горизонтальная асимптота графика $I_{\text{нас}}$ сдвинется вверх.

28.

Возможное решение

Запишем второй закон Ньютона в проекциях на горизонтальную и вертикальную оси: $ma = F\cos\alpha - F_{\text{тр}}$, $0 = N - mg - F\sin\alpha$. Выражение для силы трения скольжения имеет вид $F_{\text{тр}} = \mu N$. Выполняя преобразования, получим $F_{\text{тр}} = \mu(mg + F\sin\alpha)$, $ma = F\cos\alpha - \mu(mg + F\sin\alpha)$. В итоге масса бруска:

$$m = \frac{F(\cos\alpha - \mu\sin\alpha)}{a + \mu g} = \frac{2,7 \cdot (0,866 - 0,2 \cdot 0,5)}{1 + 0,2 \cdot 10} \approx 0,7 \text{ кг.}$$

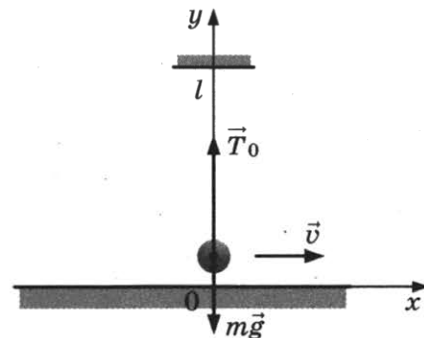
Ответ: 0,7 кг.

29.

Возможное решение

1. Непосредственно перед обрывом нити в момент прохождения положения равновесия шарик движется по окружности радиусом l со скоростью \vec{v} . В этот момент действующие на шарик сила тяжести $m\vec{g}$ и сила натяжения нити \vec{T}_0 направлены по вертикали и вызывают центростремительное ускорение шарика (см. рисунок). Запишем второй закон Ньютона в проекциях на ось Oy инерциальной системы отсчета Oxy , связанной с Землей:

$$\frac{mv^2}{l} = T_0 - mg, \text{ откуда: } v = \sqrt{\left(\frac{T_0}{m} - g\right)l}.$$



2. При прохождении положения равновесия нить обрывается, и шарик, движущийся горизонтально со скоростью \bar{v} , абсолютно неупруго сталкивается с покоящимся бруском. При столкновении сохраняется импульс системы «шарик + брусок». В проекциях на ось Ox получаем:

$$mv = (M + m)u,$$

где u — проекция скорости бруска с шариком после удара на эту ось. Отсюда:

$$M = m \left(\frac{v - u}{u} \right) = \frac{m \left(\sqrt{\left(\frac{T_0}{m} - g \right) l} - u \right)}{u} = \frac{0,3 \cdot \left(\sqrt{\left(\frac{6}{0,3} - 10 \right) \cdot 0,9} - 0,5 \right)}{0,5} = 1,5 \text{ кг.}$$

Ответ: $M = 1,5$ кг.

30.

Возможное решение

1. При $t = 100$ °С давление насыщенного водяного пара равно нормальному атмосферному давлению: $p_0 = 10^5$ Па.

2. При изотермическом сжатии произведение pV для влажного воздуха под поршнем уменьшилось, так как $n < k$. Значит, количество вещества влажного воздуха в сосуде уменьшилось за счет конденсации части водяного пара в воду. При этом водяной пар стал насыщенным.

3. Пусть p_2 — давление влажного воздуха в сосуде в конечном состоянии, $p_{1 \text{ сух}}$ — давление сухого воздуха в сосуде в начальном состоянии.

Пользуясь законом Дальтона, запишем выражения для давления влажного воздуха в сосуде в начальном и конечном состояниях:

$$\begin{cases} p_1 = p_{1 \text{ сух}} + \varphi p_0, \\ p_2 = np_1 = kp_{1 \text{ сух}} + p_0. \end{cases}$$

Исключая из этих уравнений величину $p_{1 \text{ сух}}$, получим уравнение:

$$np_1 = k(p_1 - \varphi p_0) + p_0,$$

откуда:

$$\varphi = \frac{(k - n)p_1 + p_0}{kp_0} = \frac{(3 - 2) \cdot 1,7 \cdot 10^5 + 10^5}{3 \cdot 10^5} = 0,9.$$

Ответ: $\varphi = 90\%$.

31.

Возможное решение

Мощность, выделяемая на реостате, $P = IU = I(\mathcal{E} - Ir)$.

Корни уравнения $I(\mathcal{E} - Ir) = 0$: $I_1 = 0$; $I_2 = \frac{\mathcal{E}}{r}$.

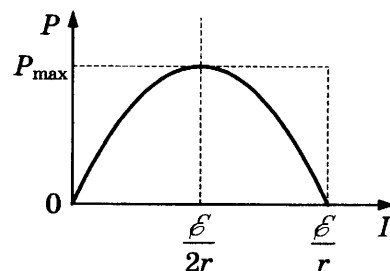
Поэтому максимум функции $P(I)$ достигается при $I = \frac{\mathcal{E}}{2r}$ и равен

$P_{\max} = \frac{\mathcal{E}^2}{4r}$. С другой стороны, $P = I^2 R = \frac{\mathcal{E}^2 R}{(r + R)^2}$. Отсюда

получаем, что P_{\max} достигается при $R = r$.

Поэтому $P_{\max} = \frac{\mathcal{E}^2}{4R}$. ЭДС источника $\mathcal{E} = \sqrt{4RP_{\max}} = 6$ В.

Ответ: $\mathcal{E} = 6$ В.



32.

Возможное решение

1. Непосредственно перед размыканием ключа К ток через конденсатор равен нулю, по катушке течет ток $I_0 = \frac{\mathcal{E}}{r}$, напряжение U_{0c} на конденсаторе равно напряжению на катушке, поэтому $U_{0c} = 0$.

2. После размыкания ключа К в контуре возникают гармонические колебания напряжения между обкладками конденсатора и тока в контуре. В частности, благодаря начальному условию $U_{0c} = 0$ потенциал

верхней обкладки конденсатора относительно нижней $U(t) = -U_{\max} \sin \omega t$, где $\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ — циклическая частота колебаний. (Знак «-» в формуле связан с тем, что сразу после размыкания ключа К ток приносит положительный заряд на нижнюю обкладку конденсатора.)

3. Энергия электромагнитных колебаний в контуре сохраняется:

$$\frac{LI^2}{2} + \frac{CU^2}{2} = \frac{LI_0^2}{2} = \frac{CU_{\max}^2}{2},$$

откуда получаем: $U_{\max} = I_0 \sqrt{\frac{L}{C}}$.

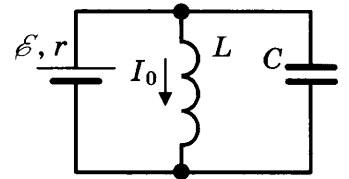
Учитывая, что $U_{\max} = \mathcal{E}$, $I_0 = \frac{\mathcal{E}}{r}$, получим: $C = \frac{L}{r^2}$.

4. Период колебаний в контуре: $T = 2\pi\sqrt{LC} = 2\pi\frac{L}{r}$. Судя по зависимости $U(t) = -U_{\max} \sin \omega t$, наименьшим положительным корнем уравнения $|U(t)| = \mathcal{E}$ (т. е. уравнения $|\mathcal{E} \sin \omega t| = \mathcal{E}$) является

$$\tau = \frac{T}{4} = \frac{\pi}{2} \cdot \frac{L}{r}.$$

Следовательно, $L = \frac{2\tau \cdot r}{\pi} \approx 1 \text{ мГн}$.

Ответ: $L \approx 1 \text{ мГн}$.



Вариант 9

25.

Возможное решение

Запишем уравнение Менделеева—Клапейрона для двух состояний:

$$p_1 V_1 = \frac{N_1}{N_a} RT_1;$$

$$p_2 V_2 = \frac{N_2}{N_a} RT_2.$$

Разделив второе уравнение на первое, найдем искомое отношение температур:

$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{N_1}{N_2} \cdot \frac{p_2 V_2}{p_1 V_1} = \frac{1}{3} \cdot \frac{4 \cdot 10^3 \cdot 0,6}{2 \cdot 10^3 \cdot 0,2} = 2.$$

Ответ: 2.

26.

Возможное решение

На частицу в магнитном поле действует сила Лоренца. Второй закон Ньютона для движения частицы по окружности в магнитном поле: $\frac{mv^2}{R} = qvB$.

Период обращения частицы $T = \frac{2\pi R}{v}$. Отсюда $T = \frac{2\pi m}{qB}$.

Найдем отношение периодов обращений двух частиц, движущихся в одном магнитном поле:

$$\frac{T_1}{T_2} = \frac{m_1}{m_2} \cdot \frac{q_2}{q_1} = 0,5 \cdot 0,5 = 0,25.$$

Ответ: 0,25.

27.

Возможное решение

1. Колеблющийся шарик на нити можно считать математическим маятником. Первоначально, когда шарик не заряжен, колебания происходят только за счет периодически изменяющейся касательной составляющей силы тяжести. Поэтому период свободных колебаний зависит только от

длины нити l и ускорения свободного падения g $\left(T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} \right)$.

2. Протяженная равномерно заряженная пластина создает однородное электрическое поле \vec{E} . Если шарiku сообщить положительный заряд, то со стороны электрического поля пластины на него начнет действовать постоянная сила Кулона, равная по величине $F_K = E \cdot q$ и направленная вертикально вверх.

3. В этом случае равнодействующая сил тяжести и Кулона, которая будет определять частоту свободных колебаний маятника, равна по модулю $mg - qE$, причем $mg > qE$, так как положение равновесия маятника не изменилось. Таким образом, возвращающая сила, действующая на шарик, уменьшится, шарик медленнее будет возвращаться к положению равновесия, а значит, пе-

риод свободных колебаний маятника увеличится $\left(T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g - \frac{Eq}{m}}} \right)$.

Ответ: период увеличится.

28.

Возможное решение

Поскольку трением между бруском и поверхностью можно пренебречь, то для движения бруска будет выполняться закон сохранения механической энергии $\frac{k(\Delta x)^2}{2} = \frac{Mv^2}{2}$.

Отсюда: $k = M\left(\frac{v}{\Delta x}\right)^2 = 0,1 \cdot \frac{1}{10^{-4}} = 1000$ Н/м.

Ответ: 1000 Н/м.

29.

Возможное решение

Полная механическая энергия системы, равная сумме кинетической и потенциальной энергии, сохраняется, так как выемка гладкая и работа сил реакции стенок, в любой момент времени перпендикулярных скоростям шариков, равна нулю:

$$E_{\text{мех}} = E_{\text{кин}} + E_{\text{потенц}} = \text{const.}$$

В начальный момент и в момент подъема шарика M на максимальную высоту H кинетическая энергия системы равна нулю, поэтому ее потенциальная энергия в эти моменты времени одинакова:

$$E_{\text{потенц}}^{\text{нач}} = E_{\text{потенц}}^{\text{конечн}}$$

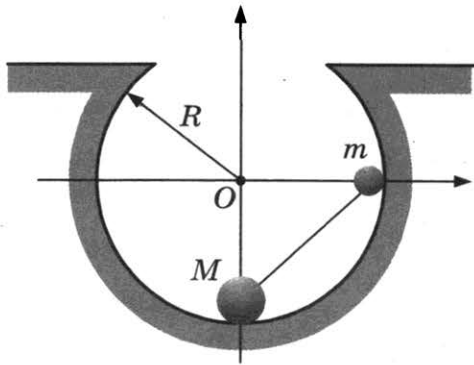


Рис. 1

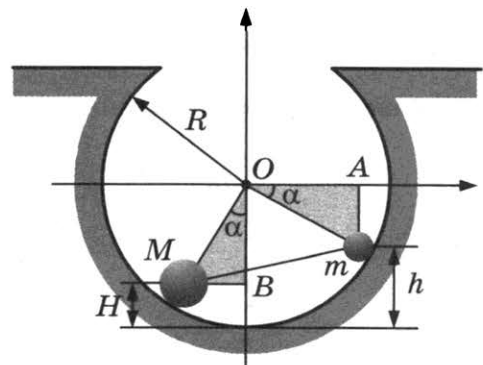


Рис. 2

Начальное положение системы изображено на рис. 1, а конечное — на рис. 2.

Если отсчитывать потенциальную энергию от нижней точки выемки, то начальная потенциальная энергия системы $E_{\text{потенц}}^{\text{нач}} = mgR$, а ее конечная потенциальная энергия $E_{\text{потенц}}^{\text{конечн}} = mgh + MgH$.

Закон сохранения энергии приводит к уравнению:

$$mgR = mgh + MgH,$$

из которого следует, что $(R - h) = \frac{M}{m} H$.

При движении гантели по поверхности выемки высоты подъема большого и малого грузов связаны. Заметим, что в равных прямоугольных треугольниках $\triangle OmA$ и $\triangle OMB$:

$MB = mA = R - h$, $OA = OB = R - H$, $OM = Om = R$, и воспользуемся теоремой Пифагора:

$$(R - h)^2 = R^2 - (OA)^2 = R^2 - (R - H)^2.$$

Отсюда следует: $(R - h)^2 = H(2R - H)$.

Подставим сюда выражение $(R - h) = \frac{M}{m} H$, полученное из закона сохранения энергии, и получим:

$$R = \frac{H}{2} \left(1 + \frac{M^2}{m^2} \right).$$

$$\text{Отсюда } H = \frac{2R}{1 + \frac{M^2}{m^2}} = 8 \text{ см.}$$

Ответ: $H = 8$ см.

30.

Возможное решение

Из анализа графика цикла следует, что работа газа при переходе из состояния 1 в состояние 2:

$$A_{12} = 2p_0 \cdot 2V_0 = 4p_0V_0.$$

Количество теплоты, полученное газом за цикл от нагревателя, согласно первому началу термодинамики:

$$\begin{aligned} Q_{\text{нагр}} &= Q_{31} + Q_{12} = (U_2 - U_3) + A_{12} = \frac{3}{2}(\nu RT_2 - \nu RT_3) + 4p_0V_0 = \\ &= \frac{3}{2}(2p_0 \cdot 3V_0 - p_0V_0) + 4p_0V_0 = \frac{23}{2}p_0V_0 = \frac{23}{8}A_{12} \approx 14,4 \text{ кДж.} \end{aligned}$$

Ответ: $Q_{\text{нагр}} \approx 14,4$ кДж.

31.

Возможное решение

Пусть R_A — сопротивление амперметра; R_V — сопротивление вольтметра; \mathcal{E} — ЭДС источника.

В схеме 1 сопротивление внешней цепи $R_0 = R_A + \frac{R \cdot R_V}{R + R_V}$, внутреннее сопротивление источника

равно нулю, поэтому показание амперметра $I_1 = \frac{\mathcal{E}}{R_0}$, а показание вольтметра

$$U_1 = \mathcal{E} - I_1 R_A = \mathcal{E} \left(1 - \frac{R_A}{R_0} \right).$$

В схеме 2 внутреннее сопротивление источника равно нулю, поэтому напряжение на вольтметре $U_2 = \mathcal{E}$.

$$\text{Отсюда: } \frac{U_2}{U_1} = \frac{1}{1 - \frac{R_A}{R_0}} = \frac{R_A + \frac{R \cdot R_V}{R + R_V}}{\frac{R \cdot R_V}{R + R_V}} = \frac{R \cdot R_A + R_A \cdot R_V + R \cdot R_V}{R \cdot R_V}.$$

Подставляя значения сопротивлений, получим ответ:

$$U_2 = U_1 \cdot \frac{R \cdot R_A + R_A \cdot R_V + R \cdot R_V}{R \cdot R_V} = \frac{91}{90} U_1 \approx 1,01 U_1.$$

Ответ: $U_2 \approx 1,01 U_1$.

32.

Возможное решение

Законы сохранения энергии и импульса для α -распада ядра покоящегося нейтрального атома:

$$\begin{cases} \frac{m_\alpha v^2}{2} + \frac{Mu^2}{2} = \Delta E, \\ m_\alpha \vec{v} + M\vec{u} = 0. \end{cases}$$

Уравнение движения тяжелого иона с зарядом $q = -2e$ в магнитном поле:

$$\frac{Mu^2}{R} = 2euB.$$

Решая систему трех уравнений, получаем: $\Delta E = \frac{(2eBR)^2}{2m_\alpha} \cdot \left(1 + \frac{m_\alpha}{M} \right)$,

$$\text{откуда } R = \frac{1}{2eB} \cdot \sqrt{\frac{2m_\alpha \Delta E}{1 + \frac{m_\alpha}{M}}}.$$

$$\text{Ответ: } R = \frac{1}{2eB} \cdot \sqrt{\frac{2m_\alpha \Delta E}{1 + \frac{m_\alpha}{M}}}.$$

Вариант 10

25.

Возможное решение

Запишем уравнение Менделеева—Клапейрона для двух состояний:

$$p_1 V_1 = \frac{N_1}{N_a} RT_1;$$

$$p_2 V_2 = \frac{N_2}{N_a} RT_2.$$

Разделив второе уравнение на первое, найдем искомое отношение числа молекул:

$$\frac{N_2}{N_1} = \frac{T_1}{T_2} \cdot \frac{p_2 V_2}{p_1 V_1} = \frac{1}{2} \cdot \frac{4 \cdot 10^3 \cdot 0,6}{2 \cdot 10^3 \cdot 0,2} = 3.$$

Ответ: 3.

26.

Возможное решение

На частицу в магнитном поле действует сила Лоренца. Второй закон Ньютона для движения частицы по окружности в магнитном поле: $\frac{mv^2}{R} = qvB$.

Период обращения частицы $T = \frac{2\pi R}{v}$. Отсюда $T = \frac{2\pi m}{qB}$.

Найдем отношение масс двух частиц, движущихся в одном магнитном поле:

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{T_1}{T_2} \cdot \frac{q_1}{q_2} = 0,5 \cdot 2 = 1.$$

Ответ: 1.

27.

Возможное решение

1. Колеблющийся шарик на нити можно считать математическим маятником. Первоначально, когда шарик не заряжен, колебания происходят только за счет периодически изменяющейся касательной составляющей силы тяжести. Поэтому период свободных колебаний зависит только от длины нити l и ускорения свободного падения g $\left(T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} \right)$.

2. Протяженная равномерно заряженная пластина создает однородное электрическое поле \vec{E} . Если шарiku сообщить положительный заряд, то со стороны электрического поля пластины на него начнет действовать постоянная сила Кулона, равная по величине $F_K = Eq$ и направленная вертикально вниз.

3. В этом случае равнодействующая сил тяжести и Кулона, которая будет определять частоту свободных колебаний маятника, равна по модулю $mg + qE$. Поэтому возвращающая сила, действующая на шарик, увеличится, шарик быстрее будет возвращаться к положению равновесия, а

значит, период свободных колебаний маятника уменьшится $\left(T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g + \frac{Eq}{m}}} \right)$.

Ответ: период уменьшится.

28.

Возможное решение

Поскольку трением между бруском и поверхностью можно пренебречь, то для движения бруска будет выполняться закон сохранения механической энергии $\frac{k(\Delta x)^2}{2} = \frac{Mv^2}{2}$.

Отсюда: $\Delta x = v\sqrt{\frac{M}{k}} = 1 \cdot \sqrt{\frac{0,1}{1000}} = 0,01$ м.

Ответ: 0,01 м.

29.

Возможное решение

Полная механическая энергия системы, равная сумме кинетической и потенциальной энергии, сохраняется, так как выемка гладкая и работа сил реакции стенок, в любой момент времени перпендикулярных скоростям шариков, равна нулю:

$$E_{\text{мех}} = E_{\text{кин}} + E_{\text{потенц}} = \text{const.}$$

В начальный момент и в момент подъема шарика M на максимальную высоту H кинетическая энергия системы равна нулю, поэтому ее потенциальная энергия в эти моменты времени одинакова:

$$E_{\text{потенц}}^{\text{нач}} = E_{\text{потенц}}^{\text{конечн}}.$$

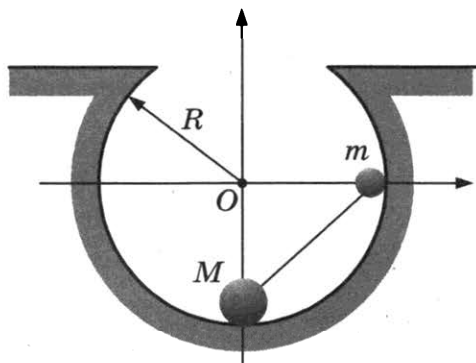


Рис. 1

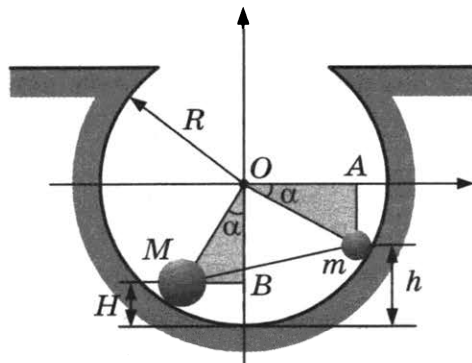


Рис. 2

Начальное положение системы изображено на рис. 1, а конечное — на рис. 2.

Если отсчитывать потенциальную энергию от нижней точки выемки, то начальная потенциальная энергия системы $E_{\text{потенц}}^{\text{нач}} = mgR$, а ее конечная потенциальная энергия $E_{\text{потенц}}^{\text{конечн}} = mgh + MgH$.

Закон сохранения энергии приводит к уравнению:

$$mgR = mgh + MgH,$$

из которого следует, что $(R - h) = \frac{M}{m} H$.

При движении гантели по поверхности выемки высоты подъема большого и малого грузов связаны. Заметим, что в равных прямоугольных треугольниках $\triangle OmA$ и $\triangle OMB$:

$MB = mA = R - h$, $OA = OB = R - H$, $OM = Om = R$, и воспользуемся теоремой Пифагора:

$$(R - h)^2 = R^2 - (OA)^2 = R^2 - (R - H)^2.$$

Отсюда следует: $(R - h)^2 = H(2R - H)$.

Подставим сюда выражение $(R - h) = \frac{M}{m} H$, полученное из закона сохранения энергии, и получим:

$$R = \frac{H}{2} \left(1 + \frac{M^2}{m^2} \right).$$

Подставляя сюда значения физических величин, получим $R = 6(1 + 4) = 30$ см.

Ответ: $R = 30$ см.

30.

Возможное решение

Из анализа графика цикла следует, что работа газа при переходе из состояния 1 в состояние 2:

$$A_{12} = 2p_0 \cdot 2V_0 = 4p_0V_0.$$

Количество теплоты, переданное газом за цикл холодильнику, согласно первому началу термодинамики:

$$\begin{aligned} |Q_{\text{хол}}| &= |Q_{23}| = (U_2 - U_3) + A_{23 \text{ внеш}} = \frac{3}{2}(\nu RT_2 - \nu RT_3) + 3p_0V_0 = \\ &= \frac{3}{2}(2p_0 \cdot 3V_0 - p_0V_0) + 3p_0V_0 = \frac{21}{2}p_0V_0 = \frac{21}{8}A_{12}. \end{aligned}$$

Ответ: $|Q_{\text{хол}}| \approx 13$ кДж.

31.

Возможное решение

Пусть R_A — сопротивление амперметра; R_V — сопротивление вольтметра; \mathcal{E} — ЭДС источника.

В схеме 1 сопротивление внешней цепи $R_0 = R_A + \frac{R \cdot R_V}{R + R_V}$, внутреннее сопротивление источника

равно нулю, поэтому показание амперметра $I_1 = \frac{\mathcal{E}}{R_0}$.

В схеме 2 внутреннее сопротивление источника равно нулю, поэтому напряжение на участке, содержащем резистор и амперметр, равно \mathcal{E} .

Показание амперметра $I_2 = \frac{\mathcal{E}}{R + R_A}$.

Отсюда: $\frac{I_2}{I_1} = \frac{R_0}{R + R_A} = \frac{R_A R + R_A R_V + R R_V}{(R + R_A)(R + R_V)}$.

Подставляя значения сопротивлений, получим ответ:

$$I_2 = \frac{91}{101} I_1 \approx 0,9 I_1.$$

Ответ: $I_2 \approx 0,9 I_1$.

32.

Возможное решение

Законы сохранения энергии и импульса для α -распада ядра покоящегося нейтрального атома:

$$\begin{cases} \frac{m_\alpha v^2}{2} + \frac{M u^2}{2} = \Delta E, \\ m_\alpha \vec{v} + M \vec{u} = 0. \end{cases}$$

Уравнение движения тяжелого иона с зарядом $q = -2e$ в магнитном поле:

$$\frac{m v^2}{R} = 2e v B.$$

Решая систему трех уравнений, получаем: $\Delta E = \frac{(2eBR)^2}{2m_\alpha} \cdot \left(1 + \frac{m_\alpha}{M}\right)$,

$$\text{откуда } B = \frac{1}{2eR} \cdot \sqrt{\frac{2m_\alpha \Delta E}{1 + \frac{m_\alpha}{M}}}.$$

$$\text{Ответ: } B = \frac{1}{2eR} \cdot \sqrt{\frac{2m_\alpha \Delta E}{1 + \frac{m_\alpha}{M}}}.$$

Вариант 11

25.

Возможное решение

Поскольку в процессе теплообмена растаяла только часть льда, то конечная температура смеси равна 0°C . Количество теплоты $Q_1 = \lambda m_1$, полученное льдом при плавлении, будет равно количеству теплоты $Q_2 = c m_2 (t_0 - t_2)$, отданному водой при остывании.

$$\text{Отсюда: } m_2 = \frac{\lambda m_1}{c(t_0 - t_2)} = \frac{3,3 \cdot 10^5 \cdot 0,084}{4200 \cdot 15} = 440 \text{ г.}$$

Ответ: 440 г.

26.

Возможное решение

Так как оба заряда положительные, то результирующая напряженность поля этих зарядов в точке А:

$$E = E_1 + E_2 = k \frac{q_1}{L^2} + k \frac{q_2}{4L^2} = 9 \cdot 10^9 \left(\frac{50 \cdot 10^{-9}}{1} + \frac{80 \cdot 10^{-9}}{4} \right) = 630 \text{ В/м.}$$

Ответ: 630 В/м.

27.

Возможное решение

1. По проводнику течет постоянный ток, поэтому, по закону Ома для участка цепи, $U = IR$. Сопротивление любой части проводника R задается выражением $R = \rho \frac{x}{S}$, где x — длина той части проводника, на которой определяется напряжение; ρ — удельное сопротивление проводника; S — площадь поперечного сечения этой части проводника.

2. При $0 < x < l_1$ напряжение пропорционально длине участка; значит, удельное сопротивление проводника постоянно.

3. При $l_1 < x < l_2$ напряжение линейно зависит от длины участка; значит, удельное сопротивление проводника на этом участке тоже постоянно. Однако показания вольтметра на этом участке проводника увеличиваются медленнее, чем на первом, поэтому удельное сопротивление проводника на втором участке меньше, чем на первом.

Ответ: удельное сопротивление проводника на втором участке меньше, чем на первом.

28.

Возможное решение

Поскольку после соударения первая шайба остановилась, то закон сохранения импульса в проекции на горизонтальную ось, направленную по направлению движения шайб:

$$m_1 v_1 = m_2 v_2.$$

Так как в процессе удара 50% первоначальной кинетической энергии первой шайбы перешло во внутреннюю, то закон сохранения механической энергии:

$$0,5 \cdot \frac{m_1 v_1^2}{2} = \frac{m_2 v_2^2}{2}.$$

Проведя преобразования, получим: $\frac{m_2}{m_1} = 2$.

Ответ: 2.

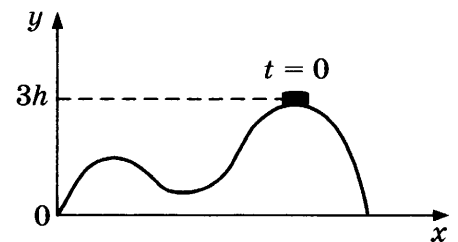
29.

Возможное решение

На систему тел «шайба + горка» действуют внешние силы (тяжести и реакции стола), направленные по вертикали, поэтому проекция импульса системы на горизонтальную ось Ox инерциальной системы отсчета, связанной со столом, сохраняется. В начальный момент $p_x(0) = 0$, а в момент t_1 : $p_x(1) = Mu - mv$. Из закона сохранения импульса $p_x(0) = p_x(1)$ получим:

$$Mu - mv = 0, \quad (1)$$

где m — масса шайбы, а $M = 12m$ — масса горки.



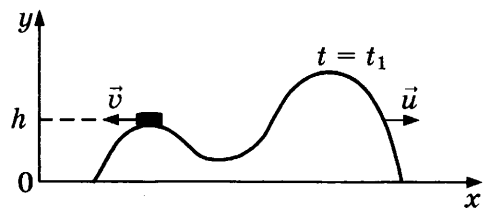
Работа сил тяжести определяется изменением потенциальной энергии, а суммарная работа сил реакции равна нулю, так как поверхности гладкие.

Следовательно, полная механическая энергия системы тел, равная сумме кинетической и потенциальной энергии, сохраняется. Так как потенциальная энергия горки не изменилась, получаем уравнение:

$$\frac{mv^2}{2} + \frac{12mu^2}{2} + mgh = 3mgh. \quad (2)$$

Решение системы уравнений (1) и (2) дает скорость шайбы: $v = 4\sqrt{\frac{3gh}{13}}$.

Ответ: $v = 4\sqrt{\frac{3gh}{13}}$.



30.

Возможное решение

Клапан откроется, когда избыточная сила F давления воздуха на клапан изнутри цилиндра сравняется с силой давления стержня на этот клапан. Если превышение давления воздуха в цилиндре над атмосферным Δp , а площадь клапана s , то $F = s \cdot \Delta p$. Сила действия стержня на клапан равна $mg \cdot \frac{L}{\ell}$, где m , L и ℓ соответственно масса груза, длина стержня и длина его участка АВ. Итак, должно выполняться условие $s \cdot \Delta p \geq mg \cdot \frac{L}{\ell}$.

Дополнительное давление воздуха определяется увеличением массы Δm_a воздуха в цилиндре. Согласно уравнению Клапейрона—Менделеева, $\Delta p = \frac{\Delta m_a}{MV} RT$, где M — молярная масса воздуха. Поэтому условие открытия клапана имеет вид: $\frac{s \Delta m_a}{MV} RT \geq mg \frac{L}{\ell}$, или $L \leq \frac{\ell s RT \Delta m_a}{mg MV}$.

Если насос закачивает каждую секунду w кг воздуха, то массу Δm_a он закачает в цилиндр за время $t = \frac{\Delta m_a}{w}$. Следовательно, клапан откроется в момент, когда выполнится равенство

$$L = \frac{t \ell s RT w}{mg MV}.$$

Ответ: $L \approx 0,5$ м.

31.

Возможное решение

Напряжение на конденсаторе равно напряжению на резисторе.

Количество теплоты, выделяющееся на резисторе после размыкания ключа:

$$Q = \frac{CU^2}{2}, \quad (1)$$

где U — напряжение на резисторе.

Напряжение:

$$U = IR = \mathcal{E} \frac{R}{r + R} = \frac{\mathcal{E}}{1 + k}. \quad (2)$$

Комбинируя эти формулы, находим: $Q = \frac{C \mathcal{E}^2}{2(1 + k)^2} = 10$ мкДж.

Ответ: $Q = 10$ мкДж.

32.

Возможное решение

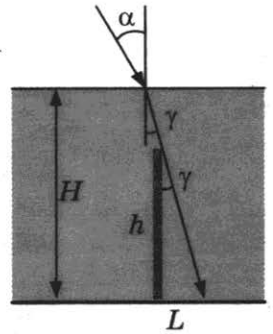
Согласно рисунку, длина тени L определяется высотой сваи h и углом γ между сваей и скользящим по ее вершине лучом света: $L = h \cdot \operatorname{tg} \gamma$. Этот угол является и углом преломления солнечных лучей на поверхности воды.

Согласно закону преломления, $\frac{\sin \alpha}{\sin \gamma} = n$,

$$\sin \gamma = \frac{\sin \alpha}{n} = \frac{1}{2n}, \operatorname{tg} \gamma = \frac{\sin \gamma}{\sqrt{1 - \sin^2 \gamma}} = \frac{1}{\sqrt{4n^2 - 1}}.$$

$$\text{Следовательно, } L = h \frac{1}{\sqrt{4n^2 - 1}} = \frac{2}{\sqrt{4 \cdot \frac{16}{9} - 1}} = \frac{6}{\sqrt{55}} \approx 0,8 \text{ (м)}.$$

Ответ: $L \approx 0,8$ м.

**Вариант 12**

25.

Возможное решение

Поскольку в процессе теплообмена растаяла только часть льда, то конечная температура смеси равна 0°C . Количество теплоты $Q_1 = \lambda m_1$, полученное льдом при плавлении, будет равно количеству теплоты $Q_2 = c m_2 (t_0 - t_2)$, отданному водой при остывании.

$$\text{Отсюда: } m_2 = \frac{\lambda m_1}{c(t_0 - t_2)} = \frac{3,3 \cdot 10^5 \cdot 0,21}{4200 \cdot 30} = 550 \text{ г.}$$

Ответ: 550 г.

26.

Возможное решение

Так как оба заряда положительные, то результирующая напряженность поля этих зарядов в точке А:

$$E = E_1 + E_2 = k \frac{q_1}{L^2} + k \frac{q_2}{4L^2} = 9 \cdot 10^9 \left(\frac{85 \cdot 10^{-9}}{4} + \frac{140 \cdot 10^{-9}}{16} \right) = 270 \text{ В/м.}$$

Ответ: 270 В/м.

27.

Возможное решение

1. По проводнику течет постоянный ток, поэтому, по закону Ома для участка цепи, $U = IR$. Сопротивление любой части проводника R задается выражением $R = \rho \frac{x}{S}$, где x — длина той части проводника, на которой определяется напряжение; ρ — удельное сопротивление проводника; S — площадь поперечного сечения этой части проводника.

2. При $0 < x < l_1$ напряжение пропорционально длине участка; значит, площадь поперечного сечения проводника постоянна.

3. При $l_1 < x < l_2$ напряжение линейно зависит от длины участка; значит, площадь поперечного сечения проводника на этом участке тоже постоянна. Однако показания вольтметра на этом уча-

стке проводника увеличиваются медленнее, чем на первом, поэтому площадь поперечного сечения проводника на втором участке больше, чем на первом.

Ответ: площадь поперечного сечения проводника на втором участке больше, чем на первом.

28.

Возможное решение

Поскольку после соударения первая шайба остановилась, то закон сохранения импульса в проекции на горизонтальную ось, направленную по направлению движения шайб:

$$m_1 v_1 = m_2 v_2.$$

Так как в процессе удара 75% первоначальной кинетической энергии первой шайбы перешло во внутреннюю, то закон сохранения механической энергии:

$$0,25 \frac{m_1 v_1^2}{2} = \frac{m_2 v_2^2}{2}.$$

Проведя преобразования, получим: $\frac{m_2}{m_1} = 4$.

Ответ: 4.

29.

Возможное решение

На систему тел «шайба + горка» действуют внешние силы (тяжести и реакции стола), направленные по вертикали, поэтому проекция импульса системы на горизонтальную ось Ox инерциальной системы отсчета, связанной со столом, сохраняется. В начальный момент $p_x(0) = 0$, а в момент t_1 : $p_x(1) = Mu - mv$. Из закона сохранения импульса $p_x(0) = p_x(1)$ получим:

$$Mu - mv = 0, \tag{1}$$

где m — масса шайбы, а $M = 12m$ — масса горки.

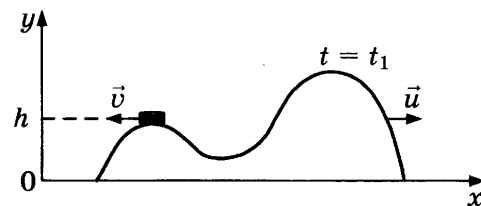
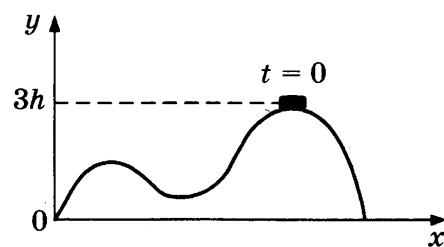
Работа сил тяжести определяется изменением потенциальной энергии, а суммарная работа сил реакции равна нулю, так как поверхности гладкие.

Следовательно, полная механическая энергия системы тел, равная сумме кинетической и потенциальной энергии, сохраняется. Так как потенциальная энергия горки не изменилась, получаем уравнение:

$$\frac{mv^2}{2} + \frac{12mu^2}{2} + mgh = 3mgh. \tag{2}$$

Решение системы уравнений (1) и (2) дает скорость шайбы $u = \sqrt{\frac{gh}{39}}$.

Ответ: $u = \sqrt{\frac{gh}{39}}$.



30.

Возможное решение

Клапан откроется, когда избыточная сила F давления воздуха на клапан изнутри цилиндра сравняется с силой давления стержня на этот клапан. Если превышение давления воздуха в цилиндре над атмосферным Δp , а площадь клапана s , то $F = s \cdot \Delta p$. Сила действия стержня на клапан равна $mg \cdot \frac{L}{\ell}$, где m , L и ℓ соответственно масса груза, длина стержня и длина его участка АВ. Итак,

должно выполняться условие: $s \cdot \Delta p \geq mg \cdot \frac{L}{\ell}$.

Дополнительное давление воздуха определяется увеличением массы Δm_a воздуха в цилиндре. Согласно уравнению Клапейрона—Менделеева, $\Delta p = \frac{\Delta m_a}{MV} RT$, где M — молярная масса воздуха. Поэтому условие открытия клапана имеет вид: $\frac{s\Delta m_a}{MV} RT \geq mg \frac{L}{l}$, или $L \leq \frac{l s RT \Delta m_a}{mg MV}$.

Если насос закачивает каждую секунду w кг воздуха, то массу Δm_a он закачает в цилиндр за время $t = \frac{\Delta m_a}{w}$. Следовательно, клапан откроется в момент, когда выполнится равенство

$$l = \frac{mgMV}{tsRTw}.$$

Ответ: $l \approx 0,1$ м.

31.

Возможное решение

Напряжение на конденсаторе равно напряжению на резисторе.

Количество теплоты, выделяющееся на резисторе после размыкания ключа,

$$Q = \frac{CU^2}{2}, \quad (1)$$

где U — напряжение на резисторе.

Напряжение:

$$U = IR = \mathcal{E} \frac{R}{r+R} = \frac{\mathcal{E}}{1+k}. \quad (2)$$

Комбинируя эти формулы, находим: $C = \frac{2Q(1+k)^2}{\mathcal{E}^2} = 0,2$ мкФ.

Ответ: $C = 0,2$ мкФ.

32.

Возможное решение

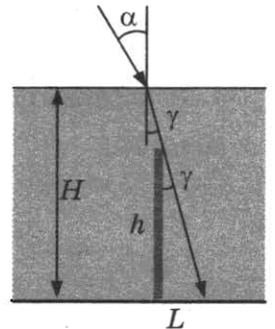
Согласно рисунку, длина тени L определяется высотой сваи h и углом γ между сваей и скользющим по ее вершине лучом света: $L = h \cdot \operatorname{tg} \gamma$. Этот угол является и углом преломления солнечных лучей на поверхности воды.

Согласно закону преломления, $\frac{\sin \alpha}{\sin \gamma} = n$,

$$\sin \gamma = \frac{\sin \alpha}{n} = \frac{1}{2n}, \quad \operatorname{tg} \gamma = \frac{\sin \gamma}{\sqrt{1 - \sin^2 \gamma}} = \frac{1}{\sqrt{4n^2 - 1}}.$$

Следовательно, $L = h \frac{1}{\sqrt{4n^2 - 1}}$, а высота сваи $h = L \sqrt{(4n^2 - 1)}$.

Ответ: $h \approx 2$ м.



Вариант 13

25.

Возможное решение

Из уравнения Менделеева—Клапейрона $pV = \nu RT$ определим объем $V = \frac{\nu RT}{p}$.

Из графика при давлении $p = 2 \cdot 10^5$ Па температура газа $T = 300$ К.

Отсюда: $V = \frac{32 \cdot 8,31 \cdot 300}{2 \cdot 10^5} \approx 0,4$ м³.

Ответ: $0,4$ м³.

26.

Возможное решение

При электромагнитных колебаниях в контуре заряд обкладки конденсатора $q(t) = q_{\max} \cdot \cos(\omega t)$.

Следовательно: $I_{\max} = \frac{2\pi q_{\max}}{T}$.

Найдем отношение амплитудных значений силы тока для двух колебательных контуров:

$$\frac{I_{\max 2}}{I_{\max 1}} = \frac{q_{\max 2} T_1}{q_{\max 1} T_2}$$

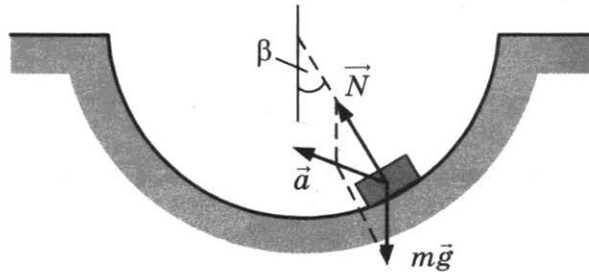
Амплитудное значение силы тока во втором контуре $I_{\max 2} = I_{\max 1} \frac{q_{\max 2} T_1}{q_{\max 1} T_2} = 6 \text{ мА}$.

Ответ: 6 мА.

27.

Возможное решение

1. К шайбе приложены сила тяжести $m\vec{g}$, направленная вертикально вниз, и сила реакции поверхности \vec{N} , направленная по радиусу вверх. Ускорение шайбы \vec{a} направлено внутрь траектории левее направления силы \vec{N} (см. рисунок).



2. В промежуточной точке скорость шайбы $\vec{v} \neq 0$, поэтому у шайбы есть центростремительное ускорение $\vec{a}_{\text{ц}} \neq 0$, направленное к центру окружности, по которой движется шайба.

3. Проекция ускорения шайбы на касательную к окружности равна по модулю $g \sin \beta$. Поэтому у шайбы есть касательная составляющая ускорения $\vec{a}_{\text{т}} \neq 0$, направленная в сторону нижней точки сферы.

4. Ускорение шарика $\vec{a} = \vec{a}_{\text{ц}} + \vec{a}_{\text{т}}$, направлено внутрь сферической поверхности левее направления силы \vec{N} .

28.

Возможное решение

Правило для моментов сил относительно оси, проходящей через шарнир:

$$F(L - b) + mg\left(\frac{L}{2} - b\right) = Mgb$$

где m — масса стержня;

Проведя преобразования, получим

$$L = \frac{b(F + g(m + M))}{F + \frac{mg}{2}} = \frac{1 \cdot (300 + 10 \cdot 150)}{300 + 150} = 4 \text{ м}$$

Ответ: 4 м.

29.

Возможное решение

Шарик и жидкости неподвижны в ИСО, связанной с Землей. В этом случае, как следует из второго закона Ньютона, сила Архимеда, действующая на шарик, уравновешивает действующую на

него силу тяжести: $\rho_1 V_1 g + \rho_2 V_2 g = \rho (V_1 + V_2) g$ (здесь V_1 и V_2 — соответственно объемы шарика, находящиеся выше и ниже границы раздела). Отсюда:

$$\rho_1 \frac{V_1}{V_1 + V_2} + \rho_2 \frac{V_2}{V_1 + V_2} = \rho. \quad (1)$$

Доли объема шарика, находящиеся выше и ниже границы раздела жидкостей, связаны соотношением:

$$\frac{V_1}{V_1 + V_2} + \frac{V_2}{V_1 + V_2} = 1. \quad (2)$$

Решая систему уравнений (1)–(2), получаем:

$$\frac{V_1}{V_1 + V_2} = \frac{\rho_2 - \rho}{\rho_2 + \rho_1}.$$

По условию задачи $\frac{V_1}{V_1 + V_2} = \frac{1}{4}$, так что $\frac{\rho_2 - \rho}{\rho_2 + \rho_1} = \frac{1}{4}$, откуда

$$\rho = \frac{1}{4}(\rho_1 + 3\rho_2) = \frac{7}{4}\rho_1 = 700 \text{ кг/м}^3.$$

Ответ: $\rho = 700 \text{ кг/м}^3$.

30.

Возможное решение

Второй закон Ньютона в проекциях на вертикаль: $F_A = m_{\text{He}} g + m_{\text{об}} g$.

Силы выражены через радиус r :

$$\rho_{\text{в}} g V = m_{\text{об}} g + m_{\text{He}} g = b S g + \rho_{\text{He}} V g \Rightarrow \rho_{\text{в}} g \cdot \frac{4}{3} \pi r^3 = b \cdot 4 \pi r^2 \cdot g + \rho_{\text{He}} g \cdot \frac{4}{3} \pi r^3$$

и радиус: $r = \frac{3b}{\rho_{\text{в}} - \rho_{\text{He}}}$,

где $b = 2 \text{ кг/м}^2$ — отношение массы оболочки к ее площади.

Плотности гелия и воздуха: $\rho V = \frac{m}{M} RT \Rightarrow \rho = \frac{m}{V} = \frac{Mp}{RT}$, $\rho_{\text{He}} = \frac{M_{\text{He}} p}{RT}$, $\rho_{\text{в}} = \frac{M_{\text{в}} p}{RT}$.

Радиус оболочки: $r = \frac{3bRT}{p(M_{\text{в}} - M_{\text{He}})} \approx 5,44 \text{ м}$, ее масса: $m = 4\pi r^2 \cdot b \approx 745 \text{ кг}$.

Ответ: $m \approx 745 \text{ кг}$.

31.

Возможное решение

1. Конденсатор заряжен, поэтому ток через него не течет. Согласно закону Ома для замкнутой цепи, сила тока через источник $I = \frac{\mathcal{E}}{r + R_0}$, где $R_0 = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$ — сопротивление внешней цепи (параллельно соединенных резисторов R_1 и R_2).

2. Так как конденсатор подключен параллельно с резисторами R_1 и R_2 , то напряжение на конденсаторе $U = IR_0 = \frac{\mathcal{E} R_0}{r + R_0} = \frac{\mathcal{E} R_1 R_2}{r(R_1 + R_2) + R_1 R_2}$.

3. Зная энергию электрического поля конденсатора: $W = \frac{CU^2}{2} = \frac{C}{2} \left(\frac{\mathcal{E} R_1 R_2}{r(R_1 + R_2) + R_1 R_2} \right)^2$, найдем

емкость конденсатора C :

$$C = 2W \left(\frac{r(R_1 + R_2) + R_1 R_2}{\mathcal{E} R_1 R_2} \right)^2 = 120 \cdot 10^{-6} \cdot \left(\frac{0,4 \cdot 10 + 24}{24 \cdot 10} \right)^2 \approx 1,6 \cdot 10^{-6} \text{ Ф}.$$

Ответ: $C \approx 1,6 \text{ мкФ}$.

Возможное решение

1. В герметично закрытом контейнере первоначально находятся полоний и атмосферный воздух. В процессе радиоактивного распада полония в контейнере будут образовываться атомы свинца и гелия, в результате чего искомое давление в контейнере будет складываться из парциальных давлений воздуха p_0 и гелия p_1 т. е. $p = p_0 + p_1$.

2. Парциальное давление гелия можно определить с помощью уравнения Клапейрона — Менделеева: $p_1 V = \frac{m_1}{\mu_1} RT_0$, где V — объем контейнера; T_0 — абсолютная температура в нем; m_1 и μ_1 — соответственно масса и молярная масса гелия.

3. К моменту времени t число образовавшихся атомов гелия N_1 равно числу распавшихся атомов полония и может быть определено с помощью закона радиоактивного распада: $N_1 = N_0 - N$, где $N = N_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T}}$, $N_0 = \frac{m}{\mu} N_A$ — начальное число атомов полония; m и μ — соответственно начальная масса полония и его молярная масса (0,210 кг/моль); N — оставшееся к моменту времени t число атомов полония; T — период полураспада полония.

4. Число молей получившегося в результате распада гелия равно числу молей распавшегося полония: $\frac{m_1}{\mu_1} = \frac{N_1}{N_A}$, следовательно, $\frac{m_1}{\mu_1} = \frac{N_0}{N_A} \left(1 - 2^{-\frac{t}{T}}\right) = \frac{m}{\mu} \left(1 - 2^{-\frac{t}{T}}\right)$.

В результате математических преобразований получаем:

$$V = \frac{mRT_0 \left(1 - 2^{-\frac{t}{T}}\right)}{(p - p_0)\mu} = \frac{1,5 \cdot 10^{-3} \cdot 8,3 \cdot 318 \cdot \left(1 - 2^{-\frac{35}{140}}\right)}{(1,4 \cdot 10^5 - 10^5) \cdot 0,21} = \frac{1,5 \cdot 10^{-3} \cdot 8,3 \cdot 318 \cdot \left(1 - 2^{-\frac{1}{4}}\right)}{(1,4 \cdot 10^5 - 10^5) \cdot 0,21} \approx 75 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3 \approx 75 \text{ см}^3.$$

Ответ: $V \approx 75 \text{ см}^3$.

Вариант 14

25.

Возможное решение

Из уравнения Менделеева—Клапейрона $pV = \nu RT$ определим количество вещества $\nu = \frac{pV}{RT}$.

Из графика при давлении $p = 2 \cdot 10^5$ Па температура газа $T = 300$ К.

Отсюда: $\nu = \frac{2 \cdot 10^5 \cdot 10^{-2}}{8,31 \cdot 300} \approx 0,8$ моль.

Ответ: $\nu = 0,8$ моль.

26.

Возможное решение

При электромагнитных колебаниях в контуре заряд на обкладке конденсатора $q(t) = q_{\max} \cos(\omega t)$.

Следовательно: $q_{\max} = \frac{I_{\max} T}{2\pi}$

Найдем отношение амплитудных значений заряда конденсатора для двух колебательных контуров:

$$\frac{q_{\max 2}}{q_{\max 1}} = \frac{I_{\max 2} T_2}{I_{\max 1} T_1}.$$

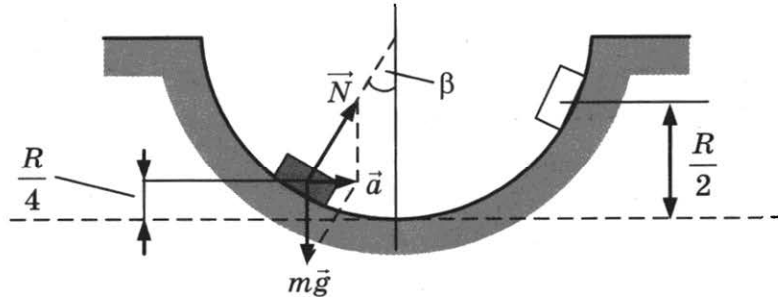
Амплитудное значение заряда конденсатора в первом контуре $q_{\max 1} = q_{\max 2} \frac{I_{\max 1} T_1}{I_{\max 2} T_2} = 1$ мкКл.

Ответ: 1 мкКл.

27.

Возможное решение

1. К шайбе приложены сила тяжести $m\vec{g}$, направленная вертикально вниз, и сила реакции поверхности \vec{N} , направленная по радиусу вверх. Ускорение шайбы \vec{a} направлено внутрь траектории правее направления силы \vec{N} (см. рисунок).



2. В промежуточной точке скорость шайбы $\vec{v} \neq 0$, поэтому у шайбы есть центростремительное ускорение $\vec{a}_c \neq 0$, направленное к центру окружности, по которой движется шайба.

3. Проекция ускорения шайбы на касательную к окружности отлична от нуля благодаря наличию силы тяжести и равна по модулю $g \sin \beta$. Поэтому у шайбы есть касательная составляющая ускорения $\vec{a}_t \neq 0$, направленная в сторону нижней точки сферы.

4. Ускорение шарика $\vec{a} = \vec{a}_c + \vec{a}_t$ направлено внутрь сферической поверхности правее направления силы \vec{N} .

28.

Возможное решение

Правило для моментов сил относительно оси, проходящей через шарнир:

$$FL = Mgb + mg \frac{L}{2},$$

где m — масса стержня.

Проведя преобразования, получим:

$$m = \frac{FL - Mgb}{\frac{gL}{2}} = \frac{2 \cdot 350}{10} - \frac{2 \cdot 100 \cdot 1}{5} = 30 \text{ кг.}$$

Ответ: $m = 30$ кг.

29.

Возможное решение

Шарик и жидкости неподвижны в ИСО, связанной с Землей. В этом случае, как следует из второго закона Ньютона, сила Архимеда, действующая на шарик, уравнивает действующую на него силу тяжести: $\rho_1 V_1 g + \rho_2 V_2 g = \rho (V_1 + V_2) g$ (здесь V_1 и V_2 — соответственно объемы шарика, находящиеся выше и ниже границы раздела). Отсюда:

$$\rho_1 \frac{V_1}{V_1 + V_2} + \rho_2 \frac{V_2}{V_1 + V_2} = \rho. \quad (1)$$

Доли объема шарика, находящиеся выше и ниже границы раздела жидкостей, связаны соотношением:

$$\frac{V_1}{V_1 + V_2} + \frac{V_2}{V_1 + V_2} = 1. \quad (2)$$

Решая систему уравнений (1)–(2), получаем:

$$\frac{V_1}{V_1 + V_2} = \frac{\rho_2 - \rho}{\rho_2 - \rho_1}.$$

По условию задачи, $\frac{V_1}{V_1 + V_2} = \frac{1}{4}$, так что $\frac{\rho_2 - \rho}{\rho_2 - \rho_1} = \frac{1}{4}$, откуда:

$$\rho = \frac{1}{4}(\rho_1 + 3\rho_2) = \frac{5}{2}\rho_1 = 1500 \text{ кг/м}^3.$$

Ответ: $\rho = 1500 \text{ кг/м}^3$.

30.

Возможное решение

Второй закон Ньютона в проекциях на вертикаль: $F_A = m_{\text{He}}g + m_{\text{об}}g$.

Силы выражены через радиус r :

$$\rho_{\text{в}}gV = m_{\text{об}}g + m_{\text{He}}g = bSg + \rho_{\text{He}}Vg \Rightarrow \rho_{\text{в}}g \cdot \frac{4}{3}\pi r^3 = b \cdot 4\pi r^2 \cdot g + \rho_{\text{He}}g \cdot \frac{4}{3}\pi r^3$$

и радиус: $r = \frac{3b}{\rho_{\text{в}} - \rho_{\text{He}}}$,

где b — отношение массы оболочки к ее площади.

Плотности гелия и воздуха: $pV = \frac{m}{M}RT \Rightarrow \rho = \frac{m}{V} = \frac{Mp}{RT}$, $\rho_{\text{He}} = \frac{M_{\text{He}}p}{RT}$, $\rho_{\text{в}} = \frac{M_{\text{в}}p}{RT}$.

Радиус оболочки: $r = \frac{3bRT}{p(M_{\text{в}} - M_{\text{He}})}$, ее масса: $m = 4\pi r^2 \cdot b = 4\pi \left[\frac{3RT}{p(M_{\text{в}} - M_{\text{He}})} \right]^2 b^3$.

Отсюда: $b = \left\{ \frac{m}{4\pi \left[\frac{p(M_{\text{в}} - M_{\text{He}})}{3RT} \right]^2} \right\}^{\frac{1}{3}} \approx 1,75 \text{ кг/м}^2$.

Ответ: масса одного квадратного метра материала оболочки шара $m_0 \approx 1,75 \text{ кг}$.

31.

Возможное решение

1. Конденсатор заряжен, поэтому ток через него не течет. Согласно закону Ома для замкнутой цепи сила тока через источник $I = \frac{\mathcal{E}}{r + R_0}$, где $R_0 = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$ — сопротивление внешней цепи (параллельно соединенных резисторов R_1 и R_2).

2. Так как конденсатор подключен параллельно с резисторами R_1 и R_2 , то напряжение на конденсаторе $U = IR_0 = \frac{\mathcal{E}R_0}{r + R_0} = \frac{\mathcal{E}R_1 R_2}{r(R_1 + R_2) + R_1 R_2}$.

3. Зная энергию электрического поля конденсатора: $W = \frac{CU^2}{2} = \frac{C}{2} \left(\frac{\mathcal{E}R_1 R_2}{r(R_1 + R_2) + R_1 R_2} \right)^2$, найдем

ЭДС источника:

$$\mathcal{E} = \frac{r(R_1 + R_2) + R_1 R_2}{R_1 R_2} \sqrt{\frac{2W}{C}} = 6,25 \text{ В.}$$

Ответ: $\mathcal{E} = 6,25 \text{ В}$.

32.

Возможное решение

1. В герметично закрытом контейнере первоначально находятся полоний и атмосферный воздух. В процессе радиоактивного распада полония в контейнере будут образовываться атомы свинца и гелия, в результате чего искомое давление в контейнере будет складываться из парциальных давлений воздуха p_0 и гелия p_1 т.е. $p = p_0 + p_1$.

2. Парциальное давление гелия можно определить с помощью уравнения Клапейрона—Менделеева: $p_1 V = \frac{m_1}{\mu_1} RT_0$, где V — объем контейнера; T_0 — абсолютная температура в нем; m_1 и μ_1 — соответственно масса и молярная масса гелия.

3. К моменту времени t число образовавшихся атомов гелия N_1 равно числу распавшихся атомов полония и может быть определено с помощью закона радиоактивного распада: $N_1 = N_0 - N$, где $N = N_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T}}$, $N_0 = \frac{m}{\mu} N_A$ — начальное число атомов полония; m и μ — соответственно начальная масса полония и его молярная масса (0,210 кг/моль); N — оставшееся к моменту времени t число атомов полония; T — период полураспада полония.

4. Число молей получившегося в результате распада гелия равно числу молей распавшегося полония: $\frac{m_1}{\mu_1} = \frac{N_1}{N_A}$, следовательно, $\frac{m_1}{\mu_1} = \frac{N_0}{N_A} \left(1 - 2^{-\frac{t}{T}}\right) = \frac{m}{\mu} \left(1 - 2^{-\frac{t}{T}}\right)$.

Сравнивая выражения для $\frac{m_1}{\mu_1}$, получаем:

$$\frac{m}{\mu} \left(1 - 2^{-\frac{t}{T}}\right) = \frac{(p - p_0)V}{RT_0},$$

$$\text{откуда } m = \frac{\mu(p - p_0)V}{RT_0 \left(1 - 2^{-\frac{t}{T}}\right)} \approx 1,5 \text{ г.}$$

Ответ: $m \approx 1,5$ г.

Справочное издание

**Демидова Марина Юрьевна
Грибов Виталий Аркадьевич
Гиголо Антон Иосифович**

ФИЗИКА

ЕДИНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭКЗАМЕН

ТИПОВЫЕ ВАРИАНТЫ ЭКЗАМЕНАЦИОННЫХ ЗАДАНИЙ



Издательство «**ЭКЗАМЕН**»

Гигиенический сертификат
№ РОСС RU С-RU.АК01.Н.04670/19 с 23.07.2019 г.

Главный редактор *Л. Д. Лаппо*
Редактор *Г. А. Лонцова*
Технический редактор *Л. В. Павлова*
Корректоры *О. Ю. Казанаева, А. В. Комарчева*
Дизайн обложки *Л. В. Демьянова*
Компьютерная верстка *О. И. Голубинская*

Россия, 107045, Москва, Луков пер., д. 8.
www.examen.biz

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

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

Отпечатано в соответствии с предоставленными материалами в ООО «Красногорская типография».
143405, Московская область, г. Красногорск, Коммунальный квартал, дом 2. www.ktprint.ru

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