

ФИПИ

ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ



ШКОЛЕ

2018

ЕГЭ

ЕДИНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭКЗАМЕН

ФИЗИКА

ТИПОВЫЕ ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ ВАРИАНТЫ

ПОД РЕДАКЦИЕЙ

М. Ю. ДЕМИДОВОЙ



ФИПИ

ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ



ШКОЛЕ

2018

ЕГЭ

ЕДИНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭКЗАМЕН

ФИЗИКА

ТИПОВЫЕ ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ ВАРИАНТЫ

ПОД РЕДАКЦИЕЙ

М. Ю. ДЕМИДОВОЙ



ИЗДАТЕЛЬСТВО
НАЦИОНАЛЬНОЕ
ОБРАЗОВАНИЕ

Москва
2018

УДК 373.167.1:53

ББК 22.3я721

Е31

**Издание подготовлено при консультационном и научно-методическом
сопровождении Федерального института педагогических измерений
(ФИПИ)**

Авторы-составители:

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

**ЕГЭ. Физика : типовые экзаменационные варианты :
Е31 30 вариантов / под ред. М. Ю. Демидовой. — М. : Издательство
«Национальное образование», 2018. — 384 с. — (ЕГЭ. ФИПИ —
школе).**

ISBN 978-5-4454-1024-9

Серия «ЕГЭ. ФИПИ — школе» подготовлена разработчиками контрольных измерительных материалов (КИМ) единого государственного экзамена.

В сборнике представлены:

- 30 типовых экзаменационных вариантов, составленных в соответствии с проектом демоверсии КИМ ЕГЭ по физике 2018 года;
- инструкция по выполнению экзаменационной работы;
- ответы ко всем заданиям;
- критерии оценивания.

Выполнение заданий типовых экзаменационных вариантов предоставляет обучающимся возможность самостоятельно подготовиться к государственной итоговой аттестации в форме ЕГЭ, а также объективно оценить уровень своей подготовки к экзамену.

Учителя могут использовать типовые экзаменационные варианты для организации контроля результатов освоения школьниками образовательных программ среднего общего образования и интенсивной подготовки обучающихся к ЕГЭ.

УДК 373.167.1:53

ББК 22.3я721

ISBN 978-5-4454-1024-9

© ООО «Издательство «Национальное образование», 2018

Содержание

Введение	4
Карта индивидуальных достижений обучающегося.	6
Инструкция по выполнению работы	8
Типовые бланки ответов ЕГЭ	9
Справочные данные.	11
Вариант 1.	13
Вариант 2.	23
Вариант 3.	34
Вариант 4.	44
Вариант 5.	54
Вариант 6.	64
Вариант 7.	74
Вариант 8.	84
Вариант 9.	95
Вариант 10.	105
Вариант 11.	114
Вариант 12.	124
Вариант 13.	134
Вариант 14.	143
Вариант 15.	152
Вариант 16.	162
Вариант 17.	172
Вариант 18.	182
Вариант 19.	191
Вариант 20.	201
Вариант 21.	211
Вариант 22.	221
Вариант 23.	230
Вариант 24.	240
Вариант 25.	250
Вариант 26.	260
Вариант 27.	269
Вариант 28.	278
Вариант 29.	287
Вариант 30.	296
Ответы и критерии оценивания	306

Введение

Предлагаемый сборник содержит 30 типовых экзаменационных вариантов для систематического повторения обучающимися учебного материала по физике и подготовки к ЕГЭ.

Справочные данные, которые необходимы для решения всех вариантов, даются в начале сборника.

После выполнения вариантов правильность своих ответов обучающийся может проверить, воспользовавшись таблицей ответов в конце книги. Для заданий, требующих развёрнутого ответа, приводятся подробные решения.

В книге приведены типовые бланки ответов ЕГЭ, а также дана карта индивидуальных достижений обучающегося, которую можно использовать для отслеживания динамики результативности выполнения заданий типовых экзаменационных вариантов.

Выполняя задания представленных вариантов, обучающийся получает возможность эффективно повторить учебный материал всех тем курса и самостоятельно подготовиться к экзамену.

Учителям книга будет полезна для организации различных форм подготовки к ЕГЭ, а также для контроля знаний на уроках физики.

Назначение и структура типовых вариантов

Типовые экзаменационные варианты по структуре и форме полностью соответствуют вариантам контрольных измерительных материалов единого государственного экзамена по физике. Экзаменационная работа включает в себя задания, проверяющие освоение элементов содержания из всех разделов школьного курса физики, при этом для каждого раздела предлагаются задания трёх уровней сложности.

Каждый вариант экзаменационной работы состоит из 2 частей и включает в себя 32 задания разной формы и разного уровня сложности. Часть 1 содержит 24 задания с кратким ответом. Из них 13 заданий с записью ответа в виде числа, слова или двух чисел, 11 заданий на установление соответствия и множественный выбор, в которых ответы необходимо записать в виде последовательности цифр. Задания 1–21 группируются исходя из тематической принадлежности: механика — 7 заданий, молекулярная физика — 5 заданий, электродинамика — 6 заданий, квантовая физика — 3 задания и 1 задание на усвоение основных понятий элементов астрофизики. Эти задания проверяют освоение понятийного аппарата школьного курса физики.

Группа заданий по каждому разделу начинается с заданий, в которых после проведения несложных математических расчётов нужно записать ответ в виде числа. Затем идут задания на множественный выбор, а в конце раздела — одно или два задания на изменение физических величин в различных процессах и на установление соответствия между физическими величинами и графиками, формулами или единицами измерений. Ответ к этим заданиям записывается в виде двух цифр.

В части 1 предлагаются два задания, проверяющие различные методологические умения и относящиеся к разным разделам физики. В задании 22 нужно записать показания прибора с учётом абсолютной погрешности измерений, а в задании 23 выбрать две экспериментальных установки, которые можно использовать для проверки заданной гипотезы.

Часть 2 работы посвящена решению задач. Это традиционно наиболее значимый результат освоения курса физики средней школы, наиболее востребованная деятельность при дальнейшем изучении предмета в вузе. В каждом варианте часть 2 содержит 3 расчётных задачи повышенного уровня сложности с кратким ответом и 5 задач с развёрнутым ответом высокого уровня сложности, из которых одна качественная и четыре расчётные. По содержанию задачи распределяются по разделам следующим образом: 2 задачи по механике, 2 — по молекулярной физике и термодинамике, 3 — по электродинамике и одна задача по квантовой физике.

Система оценивания заданий

Правильный ответ на задания с кратким ответом (1–4, 8–10, 13–15, 19, 20, 22, 23 и 25–27) оценивается в 1 балл. Задания на изменение физических величин, на соответствие и множественный выбор (5–7, 11, 12, 16–18, 21 и 24) оцениваются в 2 балла, если верно указаны оба элемента ответа, в 1 балл, если допущена одна ошибка, в 0 баллов, если оба элемента указаны неверно. Если указано более двух элементов (в том числе, возможно, и правильные) или ответ отсутствует, ставится 0 баллов.

Решения заданий 28–32 части 2 (с развёрнутым ответом) оцениваются экспертной комиссией на основе критериев, представленных в таблицах к решениям заданий варианта 1. За выполнение каждого задания в зависимости от полноты и правильности данного учащимся ответа выставляется от 0 до 3 баллов.

Максимальный первичный балл за всю работу составляет 52 балла.

Карта индивидуальных достижений обучающегося

Впишите баллы, полученные Вами при выполнении типовых экзаменационных вариантов, в таблицу.

Задание	Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	1															
2																
3																
4																
5																
6																
7																
8																
9																
10																
11																
12																
13																
14																
15																
16																
17																
18																
19																
20																
21																
22																
23																
24																
25																
26																
27																
28																
29																
30																
31																
32																
Сумма баллов																

Задание	Вариант	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
	1															
2																
3																
4																
5																
6																
7																
8																
9																
10																
11																
12																
13																
14																
15																
16																
17																
18																
19																
20																
21																
22																
23																
24																
25																
26																
27																
28																
29																
30																
31																
32																
Сумма баллов																

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, 25–27 ответом является целое число или конечная десятичная дробь. Число запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите по приведённому ниже образцу в бланк ответа № 1. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

КИМ Ответ: 7,5 см. 3 7 , 5 Бланк

Ответом к заданиям 5–7, 11, 12, 16–18, 21, 23 и 24 является последовательность двух цифр. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите по приведённому ниже образцу без пробелов, запятых и других дополнительных символов в бланк ответов № 1.

КИМ Ответ:

А	Б
4	7

 7 4 | Бланк

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

КИМ Ответ: вправо 13 **вправо** Бланк

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

КИМ Ответ: (1,4 ± 0,2) Н. 22 1 , 4 0 , 2 Бланк

Ответ к заданиям 28–32 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 чёрными чернилами. Допускается использование гелевой, капиллярной или перьевой ручек.

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

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

Желаем успеха!

Бланк ответов № 1

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

А Б В Г Д Е Ё Ж З И Й К Л М Н О П Р С Т У Ф Х Ц Ч Ш Щ Ъ Ы Ь Э Ю Я 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0
 А В С D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z , - Æ Å Ö Ø Æ È É Ê Ë Ì Í Ï Ò Ó Ù Û Ü

Код региона	Код предмета	Название предмета	Подпись участника строго внутри окошка	Резерв-5
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

ВНИМАНИЕ! Все бланки и листы с контрольными измерительными материалами рассматриваются в комплекте.

Результаты выполнения заданий с КРАТКИМ ОТВЕТОМ

1	21
2	22
3	23
4	24
5	25
6	26
7	27
8	28
9	29
10	30
11	31
12	32
13	33
14	34
15	35
16	36
17	37
18	38
19	39
20	40

Замена ошибочных ответов на задания с КРАТКИМ ОТВЕТОМ

-	-
-	-
-	-
-	-
-	-

Бланк ответов № 2

Код региона	Код предмета	Название предмета	Резерв-6

Дополнительный бланк ответов № 2	Лист № 1	
----------------------------------	----------	--

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

ВНИМАНИЕ! Все бланки и листы с контрольными измерительными материалами рассматриваются в комплекте.

Справочные данные

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

Десятичные приставки

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

Константы

число 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

$$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$$

электрический заряд)

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

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

Масса частиц

электрона

$$9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг} \approx 5,5 \cdot 10^{-4} \text{ а.е.м.}$$

протона

$$1,673 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,007 \text{ а.е.м.}$$

нейтрона

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

Плотность

воды

$$1000 \text{ кг/м}^3$$

подсолнечного масла

$$900 \text{ кг/м}^3$$

древесины (сосна)

$$400 \text{ кг/м}^3$$

алюминия

$$2700 \text{ кг/м}^3$$

керосина

$$800 \text{ кг/м}^3$$

железа

$$7800 \text{ кг/м}^3$$

ртути

$$13600 \text{ кг/м}^3$$

Удельная теплоёмкость

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

Удельная теплота

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

Нормальные условия: давление 10^5 Па, температура 0°C

Молярная масса

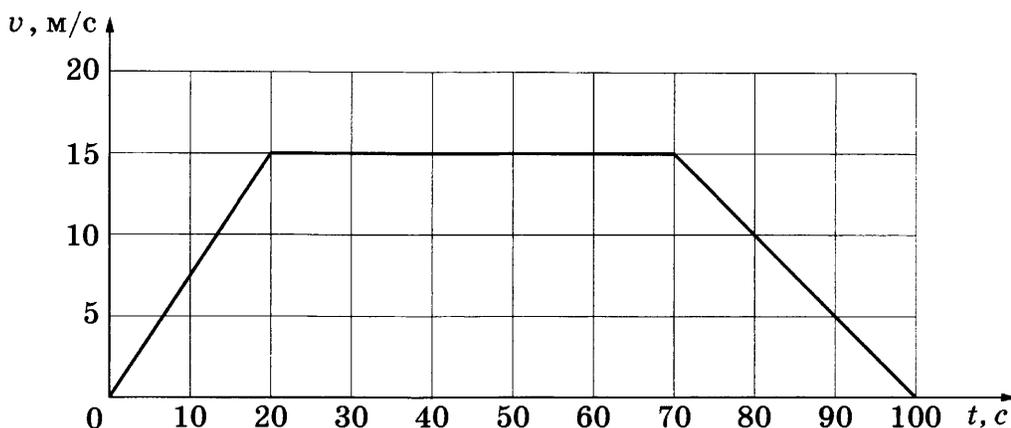
азота	$28 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	кислорода	$32 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
аргона	$40 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	лития	$6 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
водорода	$2 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	молибдена	$96 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
воздуха	$29 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	неона	$20 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
гелия	$4 \cdot 10^{-3}$ кг/моль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

ВАРИАНТ 1

Часть 1

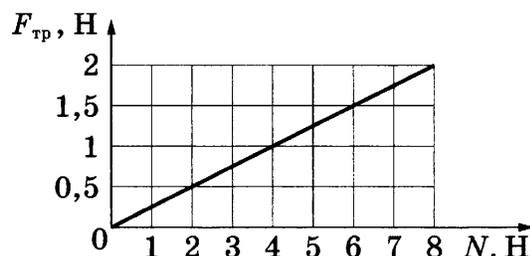
Ответами к заданиям 1–24 являются слово, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными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

- 1 На рисунке представлен график зависимости модуля скорости v автобуса от времени t . Определите по графику путь, пройденный автобусом в интервале времени от $t_1 = 0$ с до $t_2 = 50$ с.



Ответ: _____ м.

- 2 На графике приведена зависимость модуля силы трения скольжения от модуля силы нормального давления. Определите коэффициент трения.



Ответ: _____.

- 3 Мячик массой 0,2 кг, брошенный вертикально вверх, достиг максимальной высоты 7 м. Какой кинетической энергией обладал мячик сразу после броска? Сопротивлением воздуха пренебречь.

Ответ: _____ Дж.

- 4 Момент силы, действующей на рычаг слева, равен 75 Н·м. Какую силу необходимо приложить к рычагу справа, чтобы он находился в равновесии, если её плечо равно $0,5$ м?

Ответ: _____ Н.

5

Шарик, прикрепленный к пружине, совершает гармонические колебания вдоль горизонтальной оси Ox . В таблице представлены данные о его положении в различные моменты времени.

$t, \text{ с}$	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6
$x, \text{ мм}$	0	5	9	12	14	15	14	12	9	5	0	-5	-9	-12	-14	-15	-14

Из приведённого ниже списка выберите *два* правильных утверждения, описывающих этот процесс.

- 1) Амплитуда колебаний шарика равна 1,5 см.
- 2) Период колебаний шарика равен 1,0 с.
- 3) Потенциальная энергия пружины в момент времени 1,5 с максимальна.
- 4) Кинетическая энергия шарика в момент времени 1,0 с минимальна.
- 5) Полная механическая энергия маятника, состоящего из шарика и пружины, в момент времени 1,5 с минимальна.

Ответ:

6

На поверхности керосина плавает деревянный брусок, частично погружённый в жидкость. Как изменятся сила Архимеда, действующая на брусок, и глубина погружения бруска, если он будет плавать в воде?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

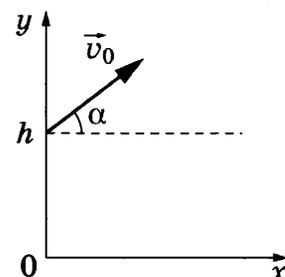
- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

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

Сила Архимеда	Глубина погружения бруска

7

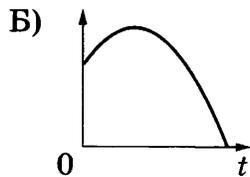
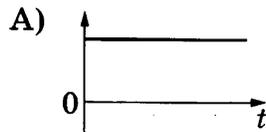
В момент $t = 0$ камень бросают с начальной скоростью \vec{v}_0 под углом α к горизонту с обрыва высотой h (см. рисунок). Графики А и Б представляют собой зависимости физических величин, характеризующих движение камня в процессе полёта, от времени t .



Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять. (Сопротивлением воздуха пренебречь. Потенциальная энергия камня отсчитывается от уровня $y = 0$.)

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

ГРАФИКИ



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) проекция ускорения камня на ось y
- 2) кинетическая энергия камня
- 3) проекция скорости камня на ось x
- 4) потенциальная энергия камня

Ответ:

А	Б

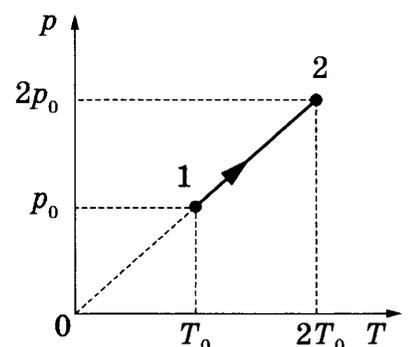
8

Средняя кинетическая энергия хаотического теплового движения молекул гелия уменьшилась в 4 раза. Определите конечную температура газа, если его начальная температура равна 900 К.

Ответ: _____ К.

9

На pT -диаграмме показан процесс изменения состояния 4 моль идеального газа. Внутренняя энергия газа увеличилась на 40 кДж. Какую работу совершил газ в этом процессе?



Ответ: _____ кДж.

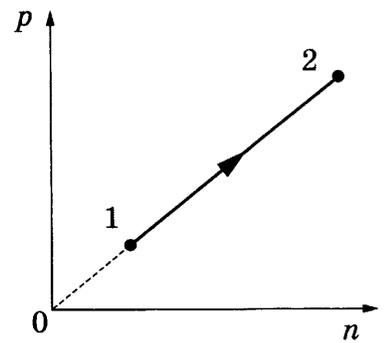
10

В закрытом сосуде при температуре 373 К под поршнем находится водяной пар под давлением 30 кПа. Каким станет давление пара, если, сохраняя его температуру неизменной, объём пара уменьшить в 3 раза?

Ответ: _____ кПа.

11

При переводе одноатомного идеального газа из состояния 1 в состояние 2 давление p пропорциональна концентрации его молекул n (см. рисунок). Масса газа в процессе остаётся постоянной.



Из приведённого ниже списка выберите **два** правильных утверждения, характеризующих процесс 1–2.

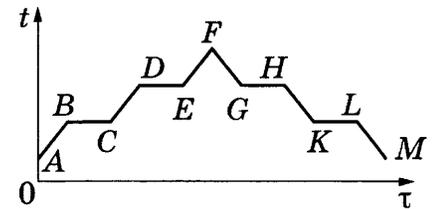
- 1) Абсолютная температура газа увеличивается.
- 2) Происходит изотермическое расширение газа.
- 3) Среднеквадратическая скорость теплового движения молекул газа увеличивается.
- 4) Плотность газа увеличивается.
- 5) Средняя кинетическая энергия теплового движения молекул газа остаётся неизменной.

Ответ:

--	--

12

В цилиндре под поршнем первоначально находилось твёрдое вещество. Цилиндр сначала нагревали в печи, а затем охлаждали. На рисунке показан график изменения температуры t вещества с течением времени τ .



Установите соответствие между участками графика и процессами, отображаемыми этими участками.

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

УЧАСТКИ ГРАФИКА

- A) KL
- B) EF

ПРОИСХОДЯЩИЕ ПРОЦЕССЫ

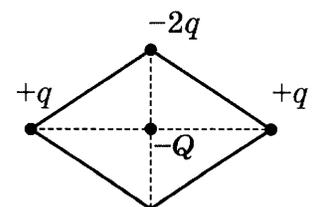
- 1) нагревание пара
- 2) охлаждение жидкости
- 3) кипение
- 4) кристаллизация

Ответ:

А	Б

13

В трёх вершинах ромба расположены точечные заряды $+q$, $-2q$ и $+q$ ($q > 0$). Куда направлена относительно рисунка (**вверх, вниз, влево, вправо, от наблюдателя, к наблюдателю**) кулоновская сила \vec{F} , действующая на отрицательный точечный заряд $-Q$, помещённый в центр этого ромба (см. рисунок)? *Ответ запишите словом (словами).*



Ответ: _____.

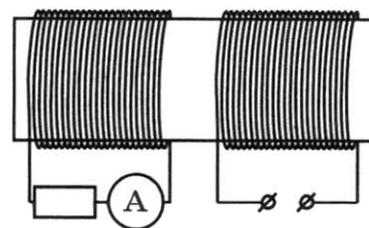
14 Сила тока, текущего по проводнику, равна 10 А. За какое время через проводник протечёт заряд 50 Кл?

Ответ: _____ с.

15 Конденсатор, заряжённый до разности потенциалов 20 В, в первый раз подключили к катушке с индуктивностью 5 мкГн, а во второй — к катушке с индуктивностью 20 мкГн. Каково отношение периодов колебаний энергии конденсатора $\frac{T_2}{T_1}$ в этих двух случаях? Потерями энергии в контуре пренебречь.

Ответ: _____.

16 На железный сердечник надеты две катушки, как показано на рисунке. По правой катушке пропускают ток, который меняется согласно приведённому графику. На основании этого графика выберите **два** верных утверждения о процессах, происходящих в катушках и сердечнике.



- 1) В промежутке 0–1 с сила тока в левой катушке равномерно увеличивается.
- 2) В промежутке 1–4 с модуль магнитной индукции в сердечнике минимален.
- 3) Модуль силы тока в левой катушке в промежутке 4–6 с меньше, чем в промежутке 6–8 с.
- 4) В промежутках 0–1 с и 6–8 с направления тока в левой катушке различны.
- 5) В промежутке времени 1–4 с сила тока в левой катушке отлична от нуля.

Ответ:

17 Небольшой предмет расположен на главной оптической оси тонкой собирающей линзы на двойном фокусном расстоянии от неё. Предмет начинают приближать к фокусу линзы. Как меняются при этом оптическая сила линзы и размер изображения?

Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

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

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины.

Цифры в ответе могут повторяться.

Оптическая сила линзы изображения	Размер изображения

18

Установите соответствие между физическими величинами, описывающими протекание постоянного тока через резистор, и формулами для их расчёта. В формулах использованы обозначения: R — сопротивление резистора; I — сила тока; U — напряжение на резисторе; Δt — промежуток времени.

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

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) мощность тока
Б) работа тока

ФОРМУЛЫ

- 1) $I^2 R \Delta t$
2) $\frac{U^2}{I} \Delta t$
3) UI
4) $\frac{U}{I}$

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) распространённость изотопа в природе.

2	II	Li 3 ЛИТИЙ 7 ₉₃ 6 _{7,4}	Be 4 БЕРИЛЛИЙ 9 ₁₀₀	B 5 БОР 11 ₈₀ 10 ₂₀
3	III	Na 11 НАТРИЙ 23 ₁₀₀	Mg 12 МАГНИЙ 24 ₇₉ 26 ₁₁ 25 ₁₀	Al 13 АЛЮМИНИЙ 27 ₁₀₀
4	IV	K 19 КАЛИЙ 39 ₉₃ 41 _{6,7}	Ca 20 КАЛЬЦИЙ 40 ₉₇ 44 _{2,1}	Sc 21 СКАНДИЙ 45 ₁₀₀
	V	Cu 29 МЕДЬ 63 ₆₉ 65 ₃₁	Zn 30 ЦИНК 64 ₄₉ 66 ₂₈ 68 ₁₉	Ga 31 ГАЛЛИЙ 69 ₆₀ 71 ₄₀

Укажите число протонов и число нейтронов в ядре самого распространённого изотопа кальция.

Число протонов	Число нейтронов

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

20

10 мкг радиоактивного изотопа полония $^{210}_{84}\text{Po}$ находятся в герметичном контейнере. Какая доля ядер атомов полония (в процентах от первоначального числа ядер) остаётся нераспавшейся через интервал времени, равный двум периодам полураспада?

Ответ: _____ %.

21

Монохроматический свет с энергией фотонов $E_{\text{ф}}$ падает на поверхность металла, вызывая фотоэффект. При этом напряжение, при котором фототок прекращается (запирающее напряжение), равно $U_{\text{зап}}$. Как изменятся модуль запирающего напряжения $U_{\text{зап}}$ и длина волны $\lambda_{\text{кр}}$, соответствующая «красной границе» фотоэффекта, если энергия падающих фотонов $E_{\text{ф}}$ увеличится?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

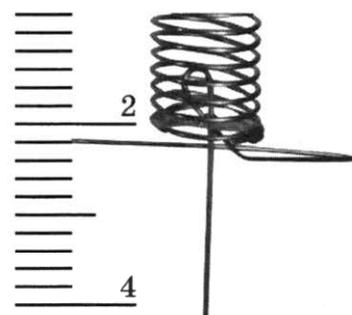
- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

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

Модуль запирающего напряжения $U_{\text{зап}}$	Длина волны $\lambda_{\text{кр}}$, соответствующая «красной границе» фотоэффекта

22

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

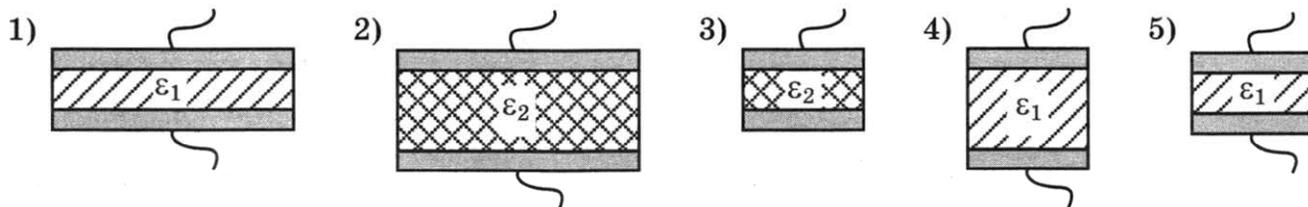


Ответ: (_____ ± _____) Н.

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

23

Ученику необходимо экспериментально выявить зависимость электроёмкости плоского конденсатора от величины диэлектрической проницаемости среды, заполняющей пространство между его пластинами. На всех представленных ниже рисунках ε — диэлектрическая проницаемость среды, заполняющей пространство между пластинами. Какие **два** конденсатора следует использовать для проведения такого исследования?



Запишите в таблицу номера выбранных установок.

Ответ:

24

Рассмотрите таблицу, содержащую характеристики планет Солнечной системы.

Название планеты	Диаметр в районе экватора, км	Период обращения вокруг Солнца	Период вращения вокруг оси	Вторая космическая скорость, км/с	Средняя плотность, г/см ³
Меркурий	4878	87,97 суток	58,6 суток	4,25	5,43
Венера	12 104	224,7 суток	243 суток 3 часа 50 минут	10,36	5,25
Земля	12 756	365,3 суток	23 часа 56 минут	11,18	5,52
Марс	6794	687 суток	24 часа 37 минут	5,02	3,93
Юпитер	142 800	11 лет 314 суток	9 часов 55,5 минут	59,54	1,33
Сатурн	119 900	29 лет 168 суток	10 часов 40 минут	35,49	0,71
Уран	51 108	83 года 273 суток	17 часов 14 минут	21,29	1,24
Нептун	49 493	164 года 292 суток	17 часов 15 минут	23,71	1,67

Выберите *два* утверждения, которые соответствуют характеристикам планет.

- 1) Меркурианский год равен меркурианским суткам.
- 2) Средняя плотность планет-гигантов значительно ниже, чем у планет земной группы.
- 3) Первая космическая скорость вблизи Урана составляет примерно 15,1 км/с.
- 4) Ускорение свободного падения на Марсе примерно равно 5,02 м/с².
- 5) Масса Венеры в 1,5 раза больше массы Земли.

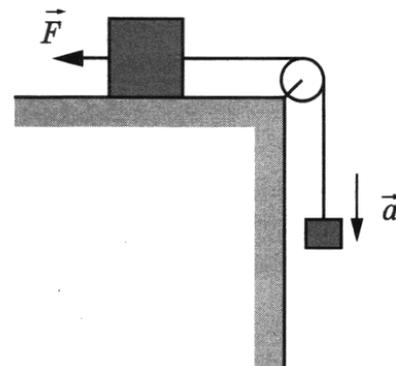
Ответ:

Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25

Груз массой 1 кг, лежащий на столе, связан лёгкой нерастяжимой нитью, переброшенной через идеальный блок, с грузом массой 0,25 кг. На первый груз действует горизонтальная постоянная сила \vec{F} , равная по модулю 1 Н (см. рисунок). При этом второй груз движется с ускорением 0,8 м/с², направленным вниз. Каков коэффициент трения скольжения первого груза по поверхности стола?



Ответ: _____.

26

В цилиндре под поршнем находится аргон. Газ расширился при постоянном давлении, совершив работу 6 кДж. Какое количество теплоты сообщили газу? Количество вещества газа постоянно.

Ответ: _____ кДж.

27

На дифракционную решётку, имеющую 500 штрихов на 1 мм, перпендикулярно её поверхности падает узкий луч монохроматического света частотой $5 \cdot 10^{14}$ Гц. Каков максимальный порядок дифракционного максимума, доступного для наблюдения?

Ответ: _____.

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

Для записи ответов на задания 28–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

28

На столе установили два незаряженных электрметра и соединили их медным стержнем с изолирующей ручкой (рис. 1). Затем к первому электрметру поднесли, не касаясь шара, отрицательно заряжённую палочку (рис. 2). Не убирая палочки, убрали стержень, а затем убрали палочку.

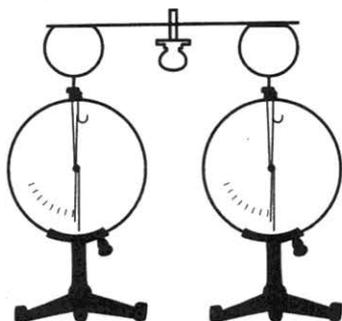


Рис. 1

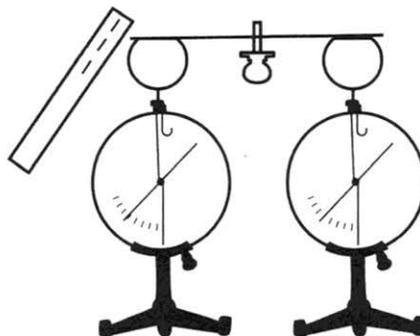


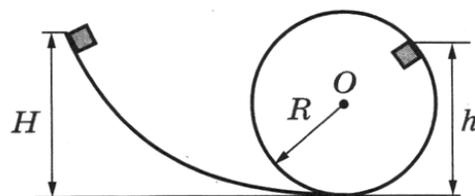
Рис. 2

Ссылаясь на известные Вам законы и явления, объясните, почему электрметры оказались заряженными, и определите знаки заряда каждого из электрметров после того, как палочку убрали.

Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

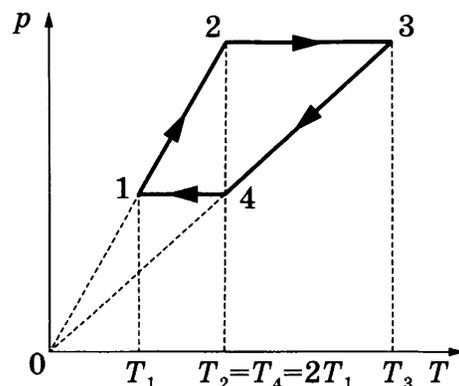
29

Небольшой кубик массой $m = 1,5$ кг начинает скользить с нулевой начальной скоростью по гладкой горке, переходящей в «мёртвую петлю» радиусом $R = 1,5$ м (см. рисунок). С какой высоты H был отпущен кубик, если на высоте $h = 2$ м от нижней точки петли сила давления кубика на стенку петли $F = 4$ Н? Сделайте рисунок с указанием сил, поясняющий решение.



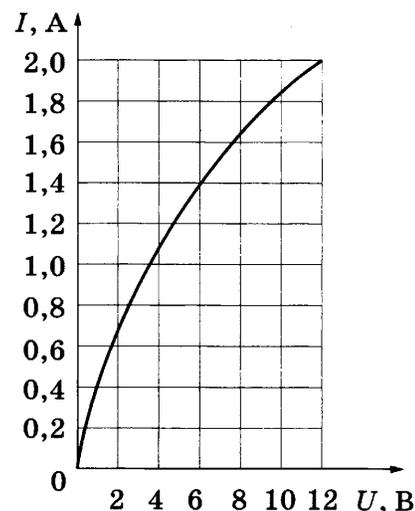
30

В тепловом двигателе 2 моль гелия совершают цикл 1–2–3–4–1, показанный на графике в координатах p – T , где p — давление газа, T — абсолютная температура. Температуры в точках 2 и 4 равны и превышают температуру в точке 1 в 2 раза. Определите КПД цикла.



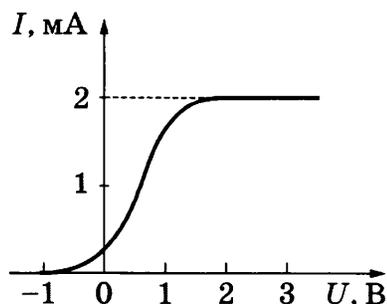
31

Вольт-амперная характеристика лампы накаливания изображена на графике. Если на лампу подать напряжение 12 В, то температура нити лампы равна 3500 К. Сопротивление нити прямо пропорционально её температуре. При какой температуре накала нити потребляемая лампой мощность составит 8,4 Вт?



32

В опыте по изучению фотоэффекта свет частотой $\nu = 5,2 \cdot 10^{14}$ Гц падает на поверхность катода, в результате чего в цепи возникает ток. График зависимости силы тока I от напряжения U между анодом и катодом приведён на рисунке. Какова мощность падающего света P , если в среднем один из 30 фотонов, падающих на катод, выбивает электрон?



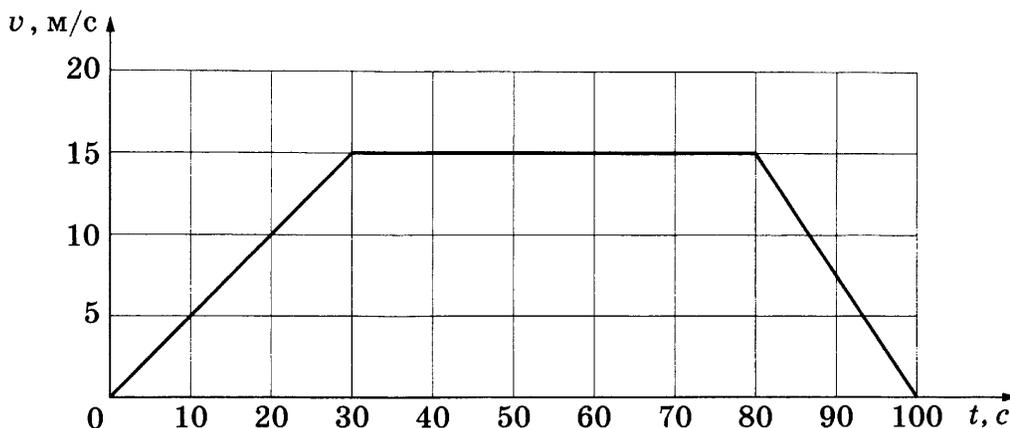
ВАРИАНТ 2

Часть 1

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

1

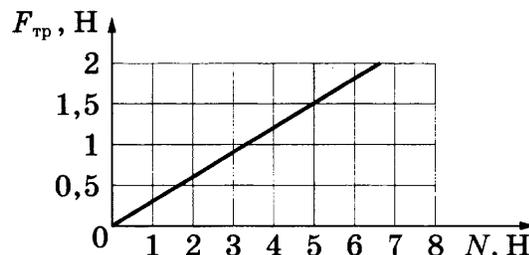
На рисунке представлен график зависимости модуля скорости v грузовика от времени t . Определите по графику путь, пройденный автобусом в интервале времени от $t_1 = 40$ с до $t_2 = 100$ с.



Ответ: _____ м.

2

На графике приведена зависимость модуля силы трения скольжения от модуля силы нормального давления. Определите коэффициент трения.



Ответ: _____.

3

Камень массой 0,15 кг бросили вертикально вверх. На какую максимальную высоту поднялся камень, если сразу после броска его кинетическая энергия составила 6 Дж? Сопротивлением воздуха пренебречь.

Ответ: _____ м.

4

Момент силы, действующей на рычаг справа, равен 60 Н·м. Слева на рычаг действует сила 80 Н. Каким должно быть плечо левой силы, чтобы рычаг находился в равновесии?

Ответ: _____ м.

5

Шарик, прикрепленный к пружине, совершает гармонические колебания вдоль горизонтальной оси Ox . В таблице представлены данные о его положении в различные моменты времени.

$t, \text{ с}$	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6
$x, \text{ мм}$	0	5	9	12	14	15	14	12	9	5	0	-5	-9	-12	-14	-15	-14

Из приведённого ниже списка выберите **два** правильных утверждения, описывающие этот процесс.

- 1) Амплитуда колебаний шарика равна 3 см.
- 2) Период колебаний шарика равен 2,0 с.
- 3) Потенциальная энергия пружины в момент времени 1,5 с минимальна.
- 4) Кинетическая энергия шарика в момент времени 1,0 с максимальна.
- 5) Полная механическая энергия маятника, состоящего из шарика и пружины, в момент времени 0,5 с максимальна.

Ответ:

6

На поверхности керосина плавает деревянный брусок, частично погружённый в жидкость. Как изменятся глубина погружения бруска и сила Архимеда, действующая на брусок, если он будет плавать в подсолнечном масле?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

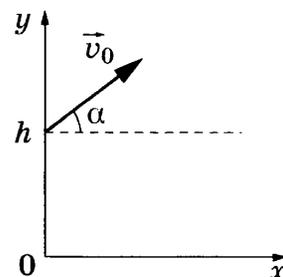
- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

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

Глубина погружения бруска	Сила Архимеда

7

В момент $t = 0$ камень бросают с начальной скоростью \vec{v}_0 под углом α к горизонту с обрыва высотой h (см. рисунок). Графики А и Б представляют собой зависимости физических величин, характеризующих движение камня в процессе полёта, от времени t .



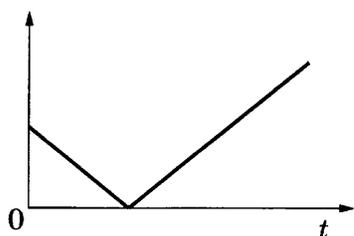
Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять. (Сопротивлением воздуха пренебречь. Потенциальная энергия камня отсчитывается от уровня $y = 0$.)

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

ГРАФИКИ

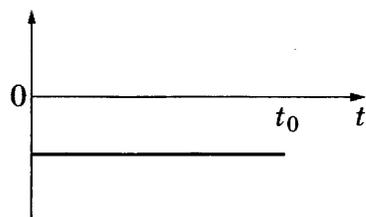
ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

А)



- 1) модуль проекции импульса камня на ось y
- 2) проекция ускорения камня на ось y
- 3) кинетическая энергия камня
- 4) потенциальная энергия камня

Б)



Ответ:

А	Б

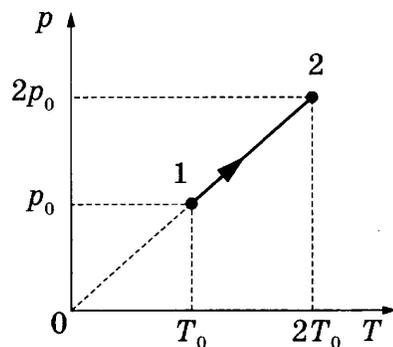
8

Средняя кинетическая энергия хаотического теплового движения молекул неона увеличилась в 3 раз. Определите начальную температура газа, если его конечная температура равна 900 К.

Ответ: _____ К.

9

На pT -диаграмме показан процесс изменения состояния 6 моль идеального газа. В этом процессе газ получил количество теплоты, равное 30 кДж. Определите изменение внутренней энергии газа.



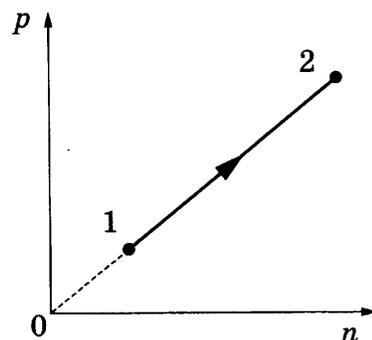
Ответ: _____ кДж.

10

В закрытом сосуде при температуре 373 К под поршнем находится водяной пар под давлением 60 кПа. Каким станет давление пара, если, сохраняя его температуру неизменной, объём пара увеличить в 3 раза?

Ответ: _____ кПа.

- 11 При переводе одноатомного идеального газа из состояния 1 в состояние 2 давление p пропорциональна концентрации его молекул n (см. рисунок). Масса газа в процессе остаётся постоянной.



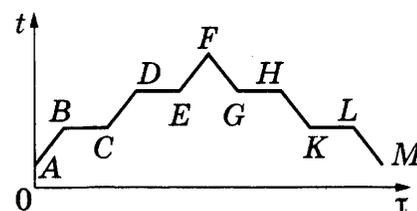
Из приведённого ниже списка выберите **два** правильных утверждения, характеризующих процесс 1–2.

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

Ответ:

--	--

- 12 В цилиндре под поршнем первоначально находилось твёрдое вещество. Цилиндр сначала нагревали в печи, а затем охлаждали. На рисунке показан график изменения температуры t вещества с течением времени τ .



Установите соответствие между участками графика и процессами, отображаемыми этими участками.

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

УЧАСТКИ ГРАФИКА

- A) CD
- B) GH

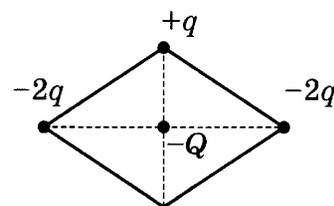
ПРОИСХОДЯЩИЕ ПРОЦЕССЫ

- 1) охлаждение пара
- 2) нагревание жидкости
- 3) конденсация
- 4) плавление

Ответ:

А	Б

- 13 В трёх вершинах ромба расположены точечные заряды $-2q$, $+q$, и $-2q$ ($q > 0$). Куда направлена относительно рисунка (*вверх, вниз, влево, вправо, от наблюдателя, к наблюдателю*) кулоновская сила \vec{F} , действующая на отрицательный точечный заряд $-Q$, помещённый в центр этого ромба (см. рисунок)? *Ответ запишите словом (словами).*



Ответ: _____.

- 14 Определите силу тока, текущего по проводнику, если за 40 с через него пройдёт заряд 100 Кл.

Ответ: _____ А.

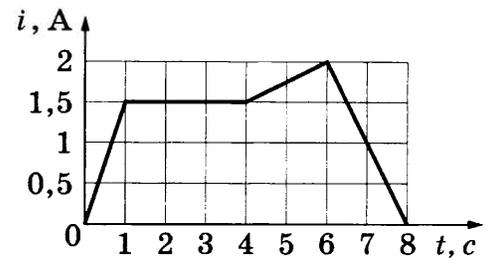
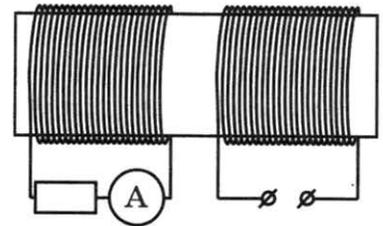
15

Конденсатор, заряженный до разности потенциалов 40 В, в первый раз подключили к катушке с индуктивностью 40 мкГн, а во второй — к катушке с индуктивностью 10 мкГн. Каково отношение периодов колебаний энергии катушки индуктивности $\frac{T_2}{T_1}$ в этих двух случаях? Потерями энергии в контуре пренебречь.

Ответ: _____.

16

На железный сердечник надеты две катушки, как показано на рисунке. По правой катушке пропускают ток, который меняется согласно приведённому графику. На основании этого графика выберите *два* верных утверждения о процессах, происходящих в катушках и сердечнике.



- 1) В промежутке 0–1 с сила тока в левой катушке равномерно увеличивается.
- 2) Модуль силы тока в левой катушке в промежутке 1–2 с больше, чем в промежутке 4–6 с.
- 3) В промежутках 0–1 с и 6–8 с направления тока в правой катушке различны.
- 4) В промежутке времени 2–3 с сила тока в левой катушке отлична от нуля.
- 5) В промежутке 6–8 с модуль индукции магнитного поля правой катушки равномерно уменьшается.

Ответ:

17

Небольшой предмет расположен на главной оптической оси тонкой собирающей линзы на тройном фокусном расстоянии от неё. Предмет начинают отодвигать от линзы. Как меняются при этом оптическая сила линзы и размер изображения?

Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

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

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

Оптическая сила линзы	Размер изображения

18

Установите соответствие между физическими величинами, описывающими протекание постоянного тока через резистор, и формулами для их расчёта. В формулах использованы обозначения: R — сопротивление резистора; I — сила тока; U — напряжение на резисторе; Δt — промежуток времени.

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

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) сопротивление резистора
Б) работа тока

ФОРМУЛЫ

- 1) $\frac{U^2}{I} \Delta t$
2) $\frac{U^2}{R} \Delta t$
3) UI
4) $\frac{U}{I}$

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) распространённость изотопа в природе.

2	II	Li 3 <small>ЛИТИЙ</small> $7_{93} \ 6_{7,4}$	Be 4 <small>БЕРИЛЛИЙ</small> 9_{100}	5
		Na 11 <small>НАТРИЙ</small> 23_{100}	Mg 12 <small>МАГНИЙ</small> $24_{79} \ 26_{11} \ 25_{10}$	13
		Al 13 <small>АЛЮМИНИЙ</small> 27_{100}		
4	IV	K 19 <small>КАЛИЙ</small> $39_{93} \ 41_{6,7}$	Ca 20 <small>КАЛЬЦИЙ</small> $40_{97} \ 44_{2,1}$	21
	V	Cu 29 <small>МЕДЬ</small> $63_{69} \ 65_{31}$	Zn 30 <small>ЦИНК</small> $64_{49} \ 66_{28} \ 68_{19}$	21
		Ga 31 <small>ГАЛЛИЙ</small> $69_{60} \ 71_{40}$		

Укажите число протонов и число нейтронов в ядре наименее распространённого из указанных изотопов галлия.

Число протонов	Число нейтронов

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

20 20 мкг радиоактивного изотопа полония $^{210}_{84}\text{Po}$ находятся в герметичном контейнере. Какая доля ядер атомов полония (в процентах от первоначального числа ядер) остаётся нераспавшейся через интервал времени, равный трём периодам полураспада?

Ответ: _____ %.

21 Монохроматический свет с энергией фотонов $E_{\text{ф}}$ падает на поверхность металла, вызывая фотоэффект. При этом напряжение, при котором фототок прекращается (запирающее напряжение), равно $U_{\text{зап}}$. Как изменятся модуль запирающего напряжения $U_{\text{зап}}$ и частота $\nu_{\text{кр}}$, соответствующая «красной границе» фотоэффекта, если энергия падающих фотонов $E_{\text{ф}}$ уменьшится, но фотоэффект не прекратится?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

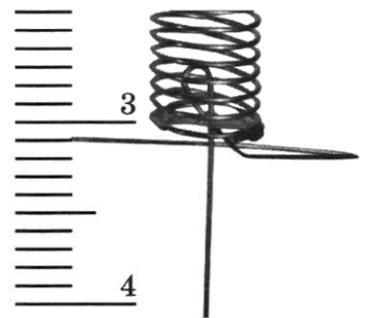
- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

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

Модуль запирающего напряжения $U_{\text{зап}}$	Частота $\nu_{\text{кр}}$, соответствующая «красной границе» фотоэффекта

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

Ответ: (_____ \pm _____) Н.

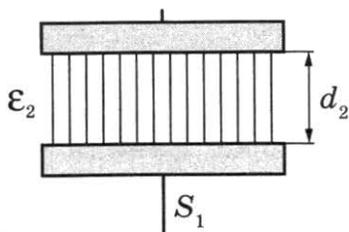


В бланк ответов № 1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.

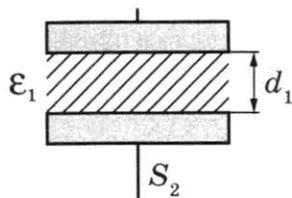
23

Ученику необходимо экспериментально выявить зависимость электроёмкости плоского конденсатора от величины диэлектрической проницаемости среды, заполняющей пространство между его пластинами. На всех представленных ниже рисунках S — площадь пластин конденсатора, d — расстояние между пластинами конденсатора, ϵ — диэлектрическая проницаемость среды, заполняющей пространство между пластинами. Какие **два** конденсатора следует использовать для проведения такого исследования?

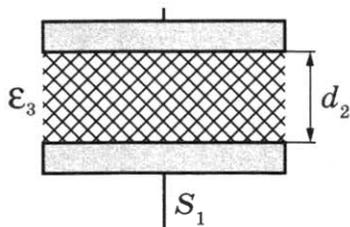
1)



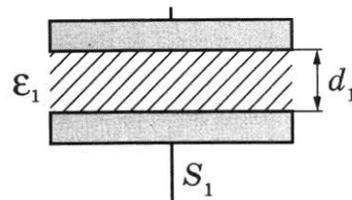
2)



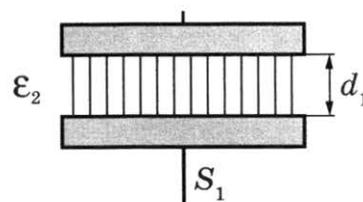
3)



4)



5)



Запишите в таблицу номера выбранных конденсаторов.

Ответ:

24

Рассмотрите таблицу, содержащую характеристики планет Солнечной системы.

Название планеты	Диаметр в районе экватора, км	Период обращения вокруг Солнца	Период вращения вокруг оси	Вторая космическая скорость, км/с	Средняя плотность, г/см ³
Меркурий	4878	87,97 суток	58,6 суток	4,25	5,43
Венера	12 104	224,7 суток	243 суток 3 часа 50 минут	10,36	5,25
Земля	12 756	365,3 суток	23 часа 56 минут	11,18	5,52
Марс	6794	687 суток	24 часа 37 минут	5,02	3,93
Юпитер	142 800	11 лет 314 суток	9 часов 55,5 минут	59,54	1,33
Сатурн	119 900	29 лет 168 суток	10 часов 40 минут	35,49	0,71
Уран	51 108	83 года 273 суток	17 часов 14 минут	21,29	1,24
Нептун	49 493	164 года 292 суток	17 часов 15 минут	23,71	1,67

Выберите *два* утверждения, которые соответствуют характеристикам планет.

- 1) Первая космическая скорость вблизи Марса составляет примерно 3,55 км/с.
- 2) Скорость движения Урана по орбите в 2 раза меньше, чем скорость Нептуна.
- 3) Средняя плотность планет земной группы значительно выше, чем у планет-гигантов.
- 4) Ускорение свободного падения на Венере примерно равно 10,36 м/с².
- 5) Масса Марса в 2 раза меньше массы Земли.

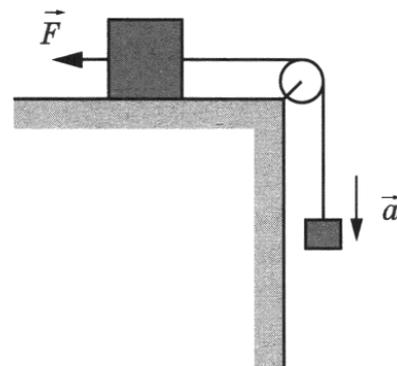
Ответ:

Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25

Груз, лежащий на столе, связан лёгкой нерастяжимой нитью, переброшенной через идеальный блок, с грузом массой 0,5 кг. Коэффициент трения скольжения первого груза по поверхности стола равен 0,1. На первый груз действует горизонтальная постоянная сила \vec{F} , равная по модулю 1 Н (см. рисунок). При этом второй груз движется с ускорением 2 м/с², направленным вниз. Чему равна масса первого груза?



Ответ: _____ кг.

26

В цилиндре под поршнем находится аргон. Газ расширился при постоянном давлении, при этом его внутренняя энергия увеличилась на 6 кДж. Какое количество теплоты сообщили газу? Количество вещества газа постоянно.

Ответ: _____ кДж.

27

На дифракционную решётку, имеющую 300 штрихов на 1 мм, перпендикулярно её поверхности падает узкий луч монохроматического света частотой $5,6 \cdot 10^{14}$ Гц. Каков максимальный порядок дифракционного максимума, доступного для наблюдения?

Ответ: _____.

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

Для записи ответов на задания 28–31 используйте **БЛАНК ОТВЕТОВ № 2**. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

28

На столе установили два незаряженных электрометра и соединили их алюминиевым стержнем с изолирующей ручкой (рис. 1). Затем к первому электрометру поднесли, не касаясь шара, положительно заряжённую палочку (рис. 2). Не убирая палочки, убрали стержень, а затем убрали палочку.

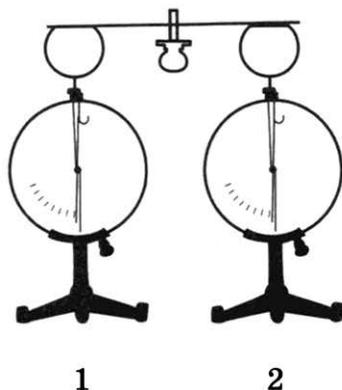


Рис. 1

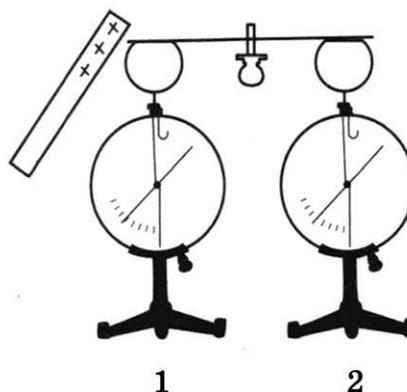


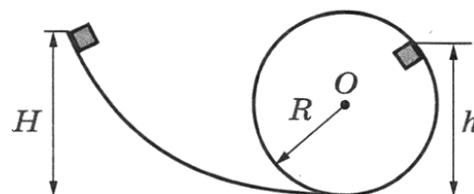
Рис. 2

Ссылаясь на известные Вам законы и явления, объясните, почему электрометры оказались заряженными, и определите знаки заряда каждого из электрометров после того, как палочку убрали.

Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

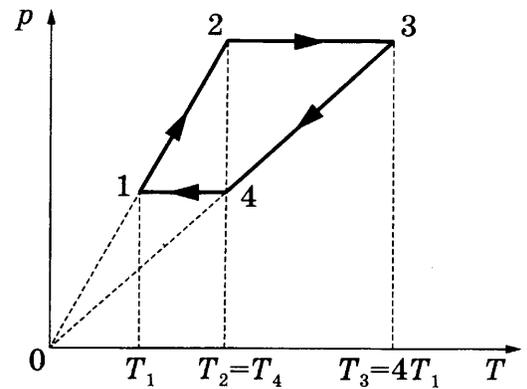
29

Небольшой кубик массой $m = 1,5$ кг начинает скользить с высоты $H = 2,45$ м с нулевой начальной скоростью по гладкой горке, переходящей в «мёртвую петлю» радиусом $R = 1,5$ м (см. рисунок). На какой высоте h от нижней точки петли сила давления кубика на стенку петли $F = 4$ Н? Сделайте рисунок с указанием сил, поясняющий решение.



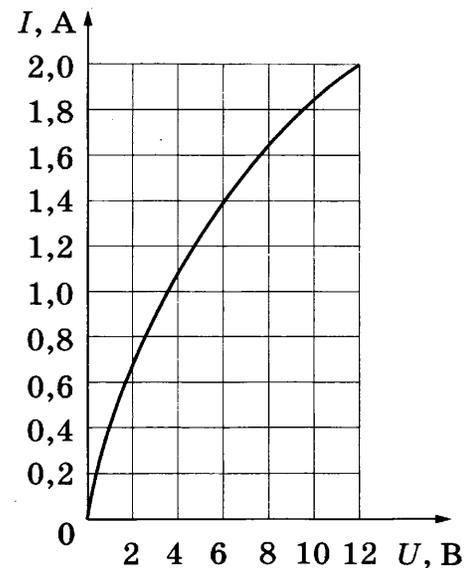
30

В тепловом двигателе 2 моль аргона совершают цикл 1–2–3–4–1, показанный на графике в координатах p – T , где p — давление газа, T — абсолютная температура. Температуры в точках 2 и 4 равны, а температура в точке 3 в 4 раза больше температуры в точке 1. Определите КПД цикла.



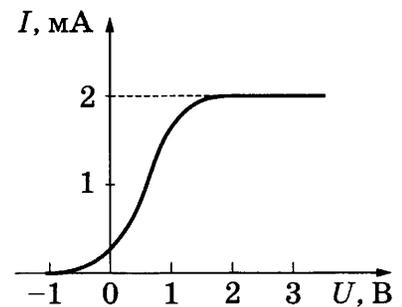
31

Вольт-амперная характеристика лампы накаливания изображена на графике. При потребляемой мощности 24 Вт температура нити лампы равна 4200 К. Сопротивление нити прямо пропорционально её температуре. Чему равна температура нити накала, если на лампу подать напряжение 6 В?



32

В опыте по изучению фотоэффекта свет длиной волны $\lambda = 500$ нм падает на поверхность катода, в результате чего в цепи возникает ток. График зависимости силы тока I от напряжения U между анодом и катодом приведён на рисунке. Какова мощность падающего света P , если в среднем один из 30 фотонов, падающих на катод, выбивает электрон?



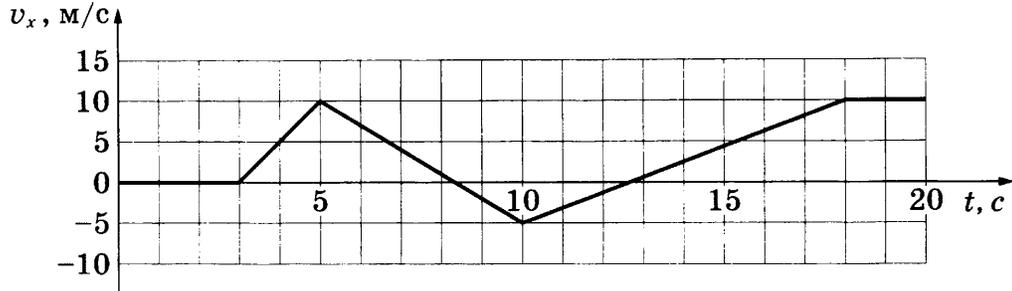
ВАРИАНТ 3

Часть 1

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

1

На рисунке приведён график зависимости проекции скорости тела v_x от времени t .



Определите проекцию ускорения этого тела a_x в момент времени 8 с.

Ответ: _____ м/с².

2

Два маленьких шарика с одинаковыми массами m , расстояние между которыми равно r , притягиваются друг к другу с гравитационными силами, равными по модулю 0,9 нН. Каков модуль сил гравитационного притяжения двух других шариков, если масса одного $4m$, масса другого $\frac{m}{2}$, а расстояние между их центрами $\frac{r}{3}$?

Ответ: _____ нН.

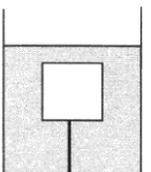
3

Отношение скорости автобуса к скорости легкового автомобиля $\frac{v_1}{v_2} = \frac{1}{3}$. Масса автобуса $m_1 = 7200$ кг. Какова масса легкового автомобиля, если отношение импульса автобуса к импульсу легкового автомобиля равно 1,6?

Ответ: _____ кг.

4

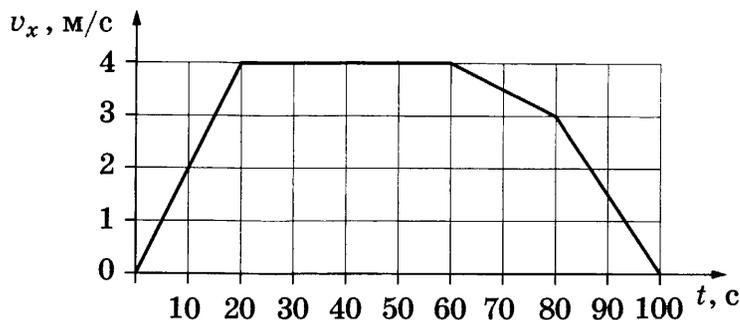
Деревянный куб массой 0,3 кг привязан ниткой ко дну сосуда с водой (см. рисунок). На куб действует сила Архимеда, равная 12 Н. Определите силу натяжения нити.



Ответ: _____ Н.

5

В инерциальной системе отсчёта вдоль оси Ox движется тело массой 20 кг. На рисунке приведён график зависимости проекции скорости v_x этого тела от времени t . Из приведённого ниже списка выберите *два* правильных утверждения, описывающих движение тела.



- 1) Модуль ускорения тела в промежутке времени от 60 до 80 с в 3 раза больше модуля ускорения тела в промежутке времени от 80 до 100 с.
- 2) В промежутке времени от 80 до 100 с тело переместилось на 30 м.
- 3) В момент времени 90 с модуль равнодействующей сил, действующих на тело, равна 1,5 Н.
- 4) В промежутке времени от 60 до 80 с импульс тела увеличился на 40 кг·м/с.
- 5) Кинетическая энергия тела в промежутке времени от 10 до 20 с увеличилась в 4 раза.

Ответ:

--	--

6

Железный сплошной грузик совершает малые свободные колебания на лёгкой нерастяжимой нити. Затем этот грузик заменили на сплошной алюминиевый грузик тех же размеров. Амплитуда колебаний в обоих случаях одинакова. Как при этом изменятся период колебаний и максимальная кинетическая энергия грузика?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

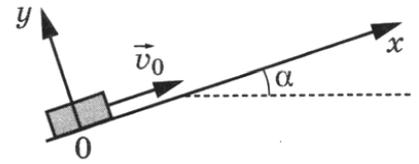
- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины.

Цифры в ответе могут повторяться.

Период колебаний грузика	Максимальная кинетическая энергия грузика

7 После толчка диск массой m начал скользить с начальной скоростью \vec{v}_0 вверх по плоскости, установленной под углом α к горизонту (см. рисунок). Переместившись вдоль оси Ox на расстояние s , диск соскользнул в исходное положение. Коэффициент трения диска о плоскость равен μ . Формулы А и Б позволяют рассчитать значения физических величин, характеризующих движение диска.



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) $g(\sin\alpha - \mu\cos\alpha)$

Б) $mg\cos\alpha$

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

1) модуль силы нормальной реакции опоры

2) модуль ускорения диска при его движении вниз

3) модуль ускорения диска при его движении вверх

4) модуль силы трения

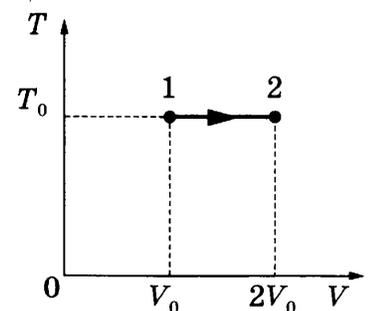
Ответ:

А	Б

8 Во сколько раз уменьшится абсолютная температура неона, если среднеквадратичная скорость теплового движения его молекул уменьшится в 4 раза?

Ответ: в _____ раз(-а).

9 На TV -диаграмме показан процесс изменения состояния идеального одноатомного газа. В ходе этого процесса газ совершил работу, равную 80 кДж. Какое количество теплоты получил газ в этом процессе, если его масса не меняется?



Ответ: _____ кДж.

10 Парциальное давление водяного пара в сосуде в 1,6 раза меньше давления насыщенного водяного пара при той же температуре. Определите относительную влажность воздуха в сосуде.

Ответ: _____ %.

11

Сосуд разделён на две равные по объёму части пористой неподвижной перегородкой. В левой части сосуда содержится 2 моль гелия, в правой — 40 г аргона. Перегородка может пропускать молекулы гелия и является непроницаемой для молекул аргона. Температура газов одинакова и остаётся постоянной. Выберите *два* верных утверждения, описывающих состояние газов после установления равновесия в системе.

- 1) Внутренняя энергия гелия в сосуде больше, чем внутренняя энергия аргона.
- 2) Концентрация гелия и аргона в правой части сосуда одинакова.
- 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) Давление в обеих частях сосуда одинаково.

Ответ:

12

Температуру холодильника тепловой машины, работающей по циклу Карно, понизили, оставив температуру нагревателя прежней. Количество теплоты, полученное газом от нагревателя за цикл, не изменилось. Как изменились при этом КПД тепловой машины и работа газа за цикл?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

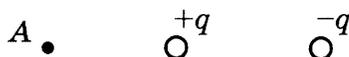
- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

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

КПД тепловой машины	Работа газа за цикл

13

Два неподвижных точечных электрических заряда $+q$ и $-q$ ($q > 0$) расположены, как показано на рисунке. Как направлен относительно рисунка (*вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя*) вектор напряжённости суммарного электрического поля этих зарядов в точке A ? Ответ запишите словом (словами).



Ответ: _____.

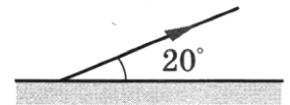
14

Плавкий предохранитель розетки бортовой электросети автомобиля с напряжением 12 В снабжён надписью: «15 А». Какова максимальная суммарная мощность электрических приборов, которые можно одновременно включить в эту розетку, чтобы предохранитель не расплавился?

Ответ: _____ Вт.

15

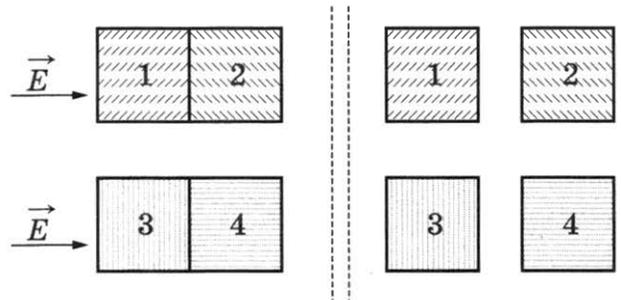
Угол между зеркалом и отражённым от него лучом равен 20° (см. рисунок). Определите угол падения.



Ответ: _____ градусов.

16

Два незаряженных пластмассовых кубика 1 и 2 сблизили вплотную и поместили в электрическое поле, напряжённость которого направлена горизонтально вправо, как показано в левой части рисунка. То же самое проделали с двумя незаряженными стальными кубиками 3 и 4. Затем кубики быстро раздвинули и уже потом убрали электрическое поле (правая часть рисунка).



Выберите *два* верных утверждения, описывающих данный процесс.

- 1) После разделения кубик 3 имеет отрицательный заряд.
- 2) При помещении пластмассовых кубиков в электрическое поле наблюдается явление поляризации.
- 3) В электрическом поле кубики 1 и 2 приобретают суммарный отрицательный заряд.
- 4) В электрическом поле кубики 3 и 4 приобретают суммарный отрицательный заряд.
- 5) После разделения кубик 2 имеет положительный заряд.

Ответ:

17

В действующей модели радиопередатчика изменили ёмкость конденсатора, входящего в состав его колебательного контура, уменьшив расстояние между его пластинами. Как при этом изменятся частота колебаний тока в контуре и длина волны излучения?

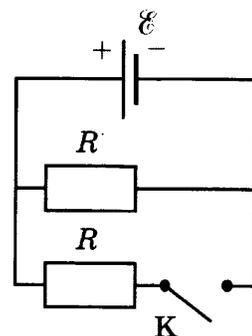
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Частота колебаний тока в контуре	Длина волны излучения

18 На рисунке показана цепь постоянного тока. Внутренним сопротивлением источника тока можно пренебречь. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать (\mathcal{E} — ЭДС источника тока; R — сопротивление резистора).



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 через источник при замкнутом ключе К
- Б) мощность источника при разомкнутом ключе К

ФОРМУЛЫ

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

Ответ:

А	Б

19 Ядро тория ${}_{90}^{234}\text{Th}$ испытывает β -распад, при этом образуются электрон и ядро элемента ${}^A_Z\text{X}$.

Каковы заряд образовавшегося ядра Z (в единицах элементарного заряда) и его массовое число A ?

Заряд ядра Z	Массовое число ядра A

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

20 Длина волны жёлтого света примерно в 1,5 раза больше длины волны фиолетового света. Во сколько раз энергия фотона волны жёлтого света меньше энергии фотона волны фиолетового света?

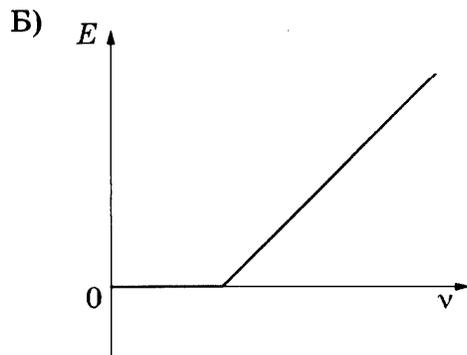
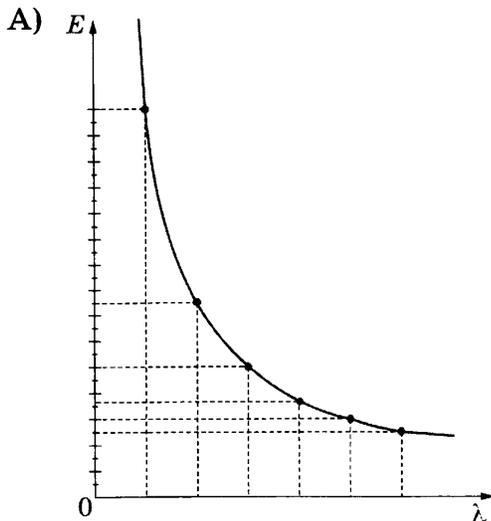
Ответ: в _____ раз(-а).

21

На цинковую пластинку падает пучок монохроматического света. При этом наблюдается явление фотоэффекта. На графиках в первом столбце представлены зависимости энергии от длины волны λ и частоты света ν . Установите соответствие между графиком и той энергией, для которой он может определять представленную зависимость.

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

ГРАФИК



Ответ:

А	Б

ВИД ЗАВИСИМОСТИ

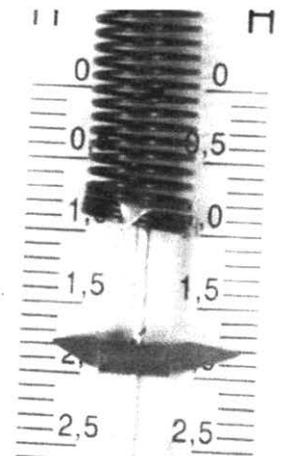
- 1) зависимость энергии падающих фотонов от частоты падающего света
- 2) зависимость энергии падающих фотонов от длины волны света
- 3) зависимость максимальной кинетической энергии фотоэлектронов от частоты падающего света
- 4) зависимость потенциальной энергии взаимодействия фотоэлектронов с ионами металла от длины волны падающего света

22

Для измерения веса тела школьник использовал динамометр. Чему равен вес тела по результатам этих измерений (см. рисунок), если погрешность прямого измерения силы равна цене деления динамометра? Динамометр проградуирован в ньютонах.

Ответ: (_____ \pm _____) Н.

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



23

Необходимо собрать экспериментальную установку, с помощью которой можно определить коэффициент трения скольжения меди по пластмассе. Для этого школьник взял медный брусок с крючком. Какие *два* предмета из приведённого ниже перечня оборудования необходимо дополнительно использовать для проведения этого эксперимента?

- 1) пластмассовая рейка
- 2) мензурка
- 3) динамометр
- 4) секундомер
- 5) деревянная рейка

В ответ запишите номера выбранных предметов.

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	Средняя плотность, г/см ³
Меркурий	0,39	4878	28°	2,97	5,43
Венера	0,72	12 104	3°	7,25	5,25
Земля	1,00	12 756	23°27'	7,89	5,52
Марс	1,52	6794	23°59'	3,55	3,93
Юпитер	5,20	142 800	30°5'	42,1	1,33
Сатурн	9,54	119 900	26°44'	25,0	0,71
Уран	19,19	51 108	82°05'	15,7	1,24
Нептун	30,52	49 493	28°48'	17,5	1,67

* 1 а.е. составляет 150 млн км.

Выберите *два* утверждения, которые соответствуют характеристикам планет.

- 1) Ускорение свободного падения на Сатурне составляет 25,0 м/с².
- 2) На Уране смена времён года происходит 8 раз в течение его оборота вокруг Солнца.
- 3) Масса Юпитера почти в 2 раза больше массы Сатурна.
- 4) Ускорение свободного падения на Меркурии составляет около 3,6 м/с².
- 5) На Марсе наблюдается смена времён года.

Ответ:

Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25

Человек на санках, общей массой 100 кг, спустился с ледяной горы высотой 6 м. Сила трения при его движении по горизонтальной поверхности равна 160 Н. Какое расстояние проехал он по горизонтали до остановки? Считать, что по склону горы санки скользили без трения.

Ответ: _____ м.

26

При сжатии 8 г гелия при постоянном давлении внешние силы совершили работу 1600 Дж. Какое количество теплоты было передано при этом газом окружающим телам?

Ответ: _____ Дж.

27

В тонкой рассеивающей линзе получено уменьшённое в 4 раза изображение предмета. Определите модуль фокусного расстояния линзы, если изображение предмета находится на расстоянии $f = 9$ см от линзы.

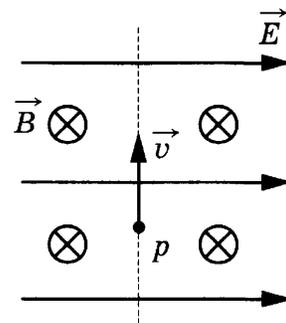
Ответ: _____ см.

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

Для записи ответов на задания 28–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

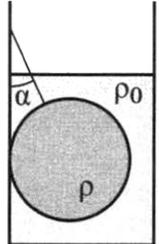
28

В камере, из которой откачан воздух, создали электрическое поле напряжённостью \vec{E} и магнитное поле с индукцией \vec{B} . Поля однородные, $\vec{E} \perp \vec{B}$. В камеру влетает протон p , вектор скорости которого перпендикулярен \vec{E} и \vec{B} как показано на рисунке. Модули напряжённости электрического поля и индукции магнитного поля таковы, что протон движется прямолинейно. Объясните, как изменится начальный участок траектории протона, если напряжённость электрического поля уменьшить. В ответе укажите, какие явления и закономерности Вы использовали для объяснения. Влиянием силы тяжести пренебречь.



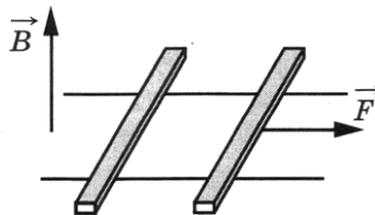
Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

- 29 Свинцовый шар массой 4 кг подвешен на нити и полностью погружён в воду (см. рисунок). Нить образует с вертикалью угол $\alpha = 30^\circ$. Определите силу, с которой нить действует на шар. Плотность свинца $\rho = 11\,300 \text{ кг/м}^3$. Трением шара о стенку пренебречь. Сделайте схематический рисунок с указанием сил, действующих на шар.



- 30 В комнате размерами $4 \times 5 \times 3 \text{ м}$, в которой воздух имеет температуру 20°C и относительную влажность 30% , включили увлажнитель воздуха производительностью $0,2 \text{ л/ч}$. Сколько времени необходимо работать увлажнителю, чтобы относительная влажность воздуха в комнате повысилась до 65% ? Давление насыщенного водяного пара при температуре 20°C равно $2,33 \text{ кПа}$. Комнату считать герметичным сосудом.

- 31 По горизонтально расположенным проводящим шероховатым рельсам с пренебрежимо малым сопротивлением могут скользить два одинаковых стержня массой $m = 50 \text{ г}$ и сопротивлением $R = 0,3 \text{ Ом}$ каждый. Расстояние между рельсами $l = 15 \text{ см}$, а коэффициент трения между стержнями и рельсами $\mu = 0,15$. Рельсы со стержнями находятся в однородном вертикальном магнитном поле с индукцией $B = 1 \text{ Тл}$ (см. рисунок). Под действием горизонтальной силы, действующей на первый стержень вдоль рельс, оба стержня движутся поступательно равномерно с разными скоростями. Какова скорость движения первого стержня относительно второго? Самоиндукцией контура пренебречь.



- 32 На плоскую серебряную пластинку ($A_{\text{вых}} = 4,7 \text{ эВ}$) падает ультрафиолетовое излучение с длиной волны $0,2 \text{ мкм}$. На какое максимальное расстояние от поверхности пластинки может удалиться фотоэлектрон, если задерживающее однородное электрическое поле, перпендикулярное пластинке, имеет напряжённость 1 В/см ?

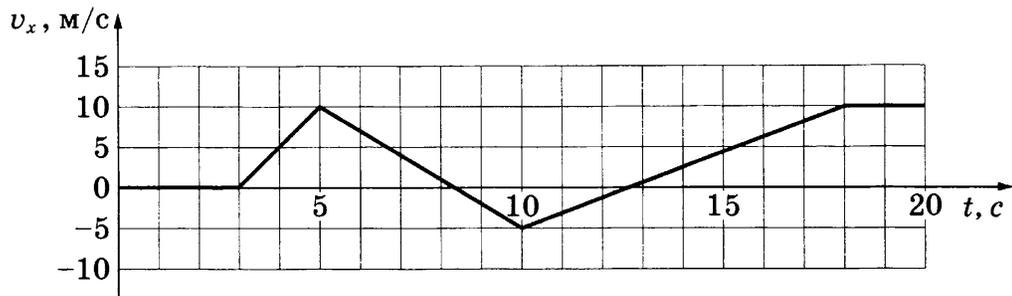
ВАРИАНТ 4

Часть 1

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

1

На рисунке приведён график зависимости проекции скорости тела v_x от времени t .



Определите проекцию ускорения этого тела a_x в момент времени 15 с.

Ответ: _____ м/с².

2

Два маленьких шарика с одинаковыми массами m , расстояние между которыми равно 50 см, притягиваются друг к другу с гравитационными силами F . На каком расстоянии следует расположить два других шарика массами $2m$ и $\frac{m}{2}$, чтобы модуль сил их взаимного гравитационного притяжения увеличился в 4 раза?

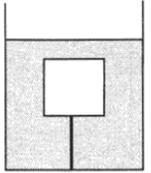
Ответ: _____ см.

3

Отношение массы трамвая к массе автобуса $\frac{m_1}{m_2} = 3$. Скорость трамвая $v_1 = 10$ м/с. Какова скорость автобуса, если отношение импульса трамвая к импульсу автобуса равно 2?

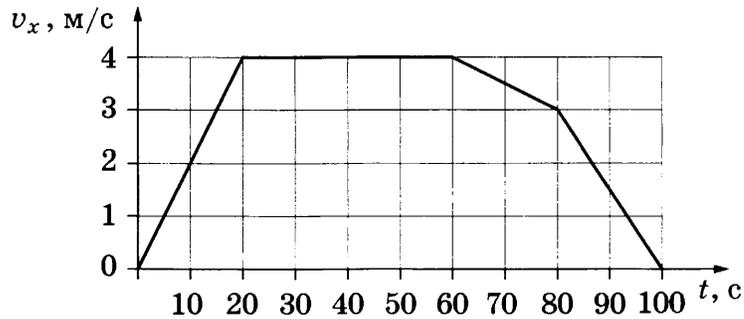
Ответ: _____ м/с.

4 Деревянный куб массой 0,5 кг привязан ниткой ко дну сосуда с керосином (см. рисунок). На куб действует сила натяжения нити, равная 7 Н. Определите силу Архимеда, действующую на куб.



Ответ: _____ Н.

5 В инерциальной системе отсчёта вдоль оси Ox движется тело массой 20 кг. На рисунке приведён график зависимости проекции скорости v_x этого тела от времени t . Из приведённого ниже списка выберите **два** правильных утверждения, описывающих движение тела.



- 1) Модуль ускорения тела в промежутке времени от 0 до 20 с в два раза больше модуля ускорения тела в промежутке времени от 60 до 80 с.
- 2) В промежутке времени от 0 до 10 с тело переместилось на 20 м.
- 3) В момент времени 40 с равнодействующая сил, действующих на тело, равна 0.
- 4) В промежутке времени от 80 до 100 с импульс тела уменьшился на 60 кг·м/с.
- 5) Кинетическая энергия тела в промежутке времени от 10 до 20 с увеличилась в 2 раза.

Ответ:

6 Алюминиевый сплошной грузик совершает малые свободные колебания на лёгкой нерастяжимой нити. Затем этот грузик заменили на железный сплошной грузик тех же размеров. Амплитуда колебаний в обоих случаях одинакова. Как при этом изменятся частота колебаний и максимальная кинетическая энергия грузика?

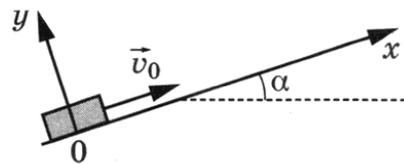
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Частота колебаний грузика	Максимальная потенциальная энергия грузика

7 После толчка диск массой m начал скользить с начальной скоростью \vec{v}_0 вверх по плоскости, установленной под углом α к горизонту (см. рисунок). Переместившись вдоль оси Ox на расстояние s , диск соскользнул в исходное положение. Коэффициент трения диска о плоскость равен μ . Формулы А и Б позволяют рассчитать значения физических величин, характеризующих движение диска.



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) $\mu mg \cos \alpha$
 Б) $g(\mu \cos \alpha + \sin \alpha)$

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) модуль силы нормальной реакции опоры
 2) модуль ускорения диска при его движении вниз
 3) модуль ускорения диска при его движении вверх
 4) модуль силы трения

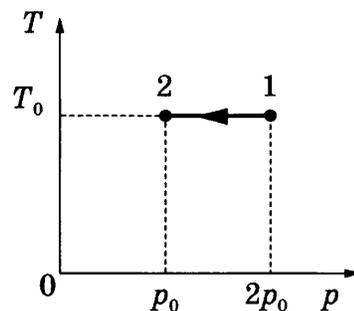
Ответ:

А	Б

8 Во сколько раз увеличится абсолютная температура аргона, если среднеквадратичная скорость теплового движения его молекул увеличится в 9 раз?

Ответ: в _____ раз(-а).

9 На TV -диаграмме показан процесс изменения состояния идеального одноатомного газа. В ходе этого процесса газ отдал количество теплоты, равное 40 кДж. Какую работу совершили над газом в этом процессе внешние силы, если его масса не меняется?



Ответ: _____ кДж.

10 Парциальное давление водяного пара в сосуде в 4 раза меньше давления насыщенного водяного пара при той же температуре. Определите относительную влажность воздуха в сосуде.

Ответ: _____ %.

11 Сосуд разделён на две равные по объёму части пористой неподвижной перегородкой. В левой части сосуда содержится 20 г неона, в правой — 2 моль гелия. Перегородка может пропускать молекулы гелия и является непроницаемой для молекул неона. Температура газов одинакова и остаётся постоянной. Выберите *два* верных утверждения, описывающих состояние газов после установления равновесия в системе.

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

Ответ:

12 Температуру холодильника тепловой машины, работающей по циклу Карно, повысили, оставив температуру нагревателя прежней. Количество теплоты, полученное газом от нагревателя за цикл, не изменилось. Как изменились при этом КПД тепловой машины и количество теплоты, отданное холодильнику за цикл?

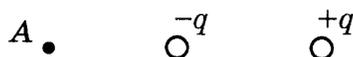
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

КПД тепловой машины	Количество теплоты, отданное холодильнику за цикл

13 Два неподвижных точечных электрических заряда $-q$ и $+q$ ($q > 0$) расположены, как показано на рисунке. Как направлен относительно рисунка (*вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя*) вектор напряжённости суммарного электрического поля этих зарядов в точке А? *Ответ запишите словом (словами).*



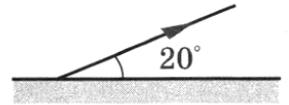
Ответ: _____.

14 Плавкий предохранитель розетки бортовой электросети грузовика с напряжением 24 В снабжён надписью: «30 А». Какова максимальная суммарная мощность электрических приборов, которые можно одновременно включить в эту розетку, чтобы предохранитель не расплавился?

Ответ: _____ Вт.

15

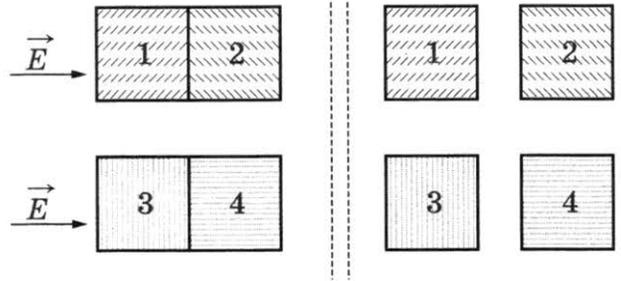
Угол между зеркалом и отражённым от него лучом равен 20° (см. рисунок). Определите угол между падающим и отражённым лучами.



Ответ: _____ градусов.

16

Два незаряженных алюминиевых кубика 1 и 2 сблизили вплотную и поместили в электрическое поле, напряжённость которого направлена горизонтально вправо, как показано в левой части рисунка. То же самое проделали с двумя незаряженными эбонитовыми кубиками 3 и 4. Затем кубики быстро раздвинули и уже потом убрали электрическое поле (правая часть рисунка).



Выберите *два* верных утверждения, описывающих данный процесс.

- 1) После разделения кубик 3 имеет отрицательный заряд.
- 2) В электрическом поле кубики 1 и 2 приобретают суммарный отрицательный заряд.
- 3) При помещении алюминиевых кубиков в электрическое поле в них происходит перераспределение свободных электронов.
- 4) В электрическом поле кубики 3 и 4 приобретают суммарный отрицательный заряд.
- 5) После разделения кубик 2 имеет положительный заряд.

Ответ:

17

В действующей модели радиопередатчика изменили ёмкость конденсатора, входящего в состав его колебательного контура, увеличив расстояние между его пластинами. Как при этом изменятся частота колебаний тока в контуре и скорость распространения электромагнитного излучения?

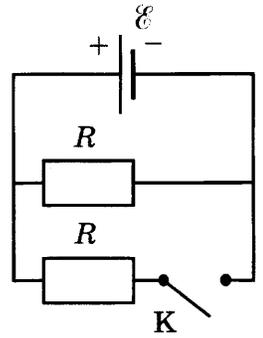
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Частота колебаний тока в контуре	Скорость распространения электромагнитного излучения

18 На рисунке показана цепь постоянного тока. Внутренним сопротивлением источника тока можно пренебречь. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать (\mathcal{E} — ЭДС источника тока; R — сопротивление резистора).



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 через источник при разомкнутом ключе К
- Б) мощность источника при замкнутом ключе К

ФОРМУЛЫ

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

Ответ:

А	Б

19 Ядро радона ${}_{86}^{222}\text{Rn}$ испытывает α -распад, при этом образуются α -частица и ядро элемента ${}^A_Z\text{X}$. Каковы заряд образовавшегося ядра Z (в единицах элементарного заряда) и его массовое число A ?

Заряд ядра Z	Массовое число ядра A

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

20 Длина волны зелёного света примерно в 1,3 раза меньше длины волны красного света. Во сколько раз энергия фотона волны красного света меньше энергии фотона волны зелёного света?

Ответ: в _____ раз(-а).

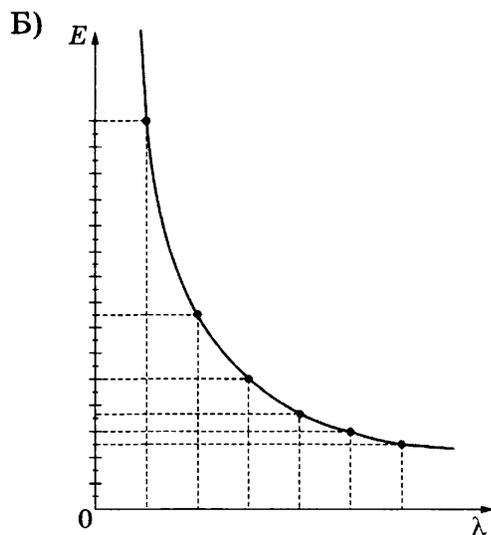
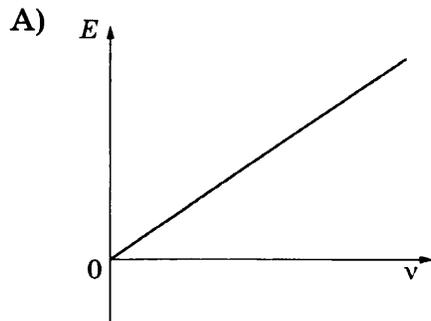
21

На вольфрамовую пластинку падает пучок монохроматического света. При этом наблюдается явление фотоэффекта. На графиках в первом столбце представлены зависимости энергии от длины волны λ и частоты света ν .

Установите соответствие между графиком и той энергией, для которой он может определять представленную зависимость

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

ГРАФИК



ВИД ЗАВИСИМОСТИ

- 1) зависимость энергии падающих фотонов от частоты падающего света
- 2) зависимость потенциальной энергии взаимодействия фотоэлектронов с ионами металла от длины волны падающего света
- 3) зависимость максимальной кинетической энергии фотоэлектронов от частоты падающего света
- 4) зависимость энергии падающих фотонов от длины волны света

Ответ:

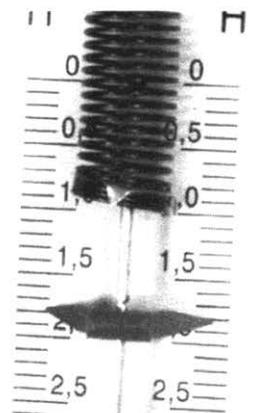
А	Б

22

Для измерения силы трения школьник использовал динамометр. Чему равна сила трения по результатам этих измерений (см. рисунок), если погрешность прямого измерения силы равна половине цены деления динамометра? Динамометр проградуирован в ньютонах.

Ответ: (_____ \pm _____) Н.

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



23 Необходимо собрать экспериментальную установку, с помощью которой можно определить коэффициент трения скольжения алюминия по дереву. Для этого школьник взял деревянную рейку. Какие *два* предмета из приведённого ниже перечня оборудования необходимо дополнительно использовать для проведения этого эксперимента?

- 1) стальной брусок с крючком
- 2) алюминиевый брусок с крючком
- 3) мензурка
- 4) динамометр
- 5) секундомер

В ответ запишите номера выбранных предметов

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	Средняя плотность, г/см ³
Меркурий	0,39	4878	28°	2,97	5,43
Венера	0,72	12 104	3°	7,25	5,25
Земля	1,00	12 756	23°27'	7,89	5,52
Марс	1,52	6794	23°59'	3,55	3,93
Юпитер	5,20	142 800	30°5'	42,1	1,33
Сатурн	9,54	119 900	26°44'	25,0	0,71
Уран	19,19	51 108	82°05'	15,7	1,24
Нептун	30,52	49 493	28°48'	17,5	1,67

* 1 а.е. составляет 150 млн км.

Выберите *два* утверждения, которые соответствуют характеристикам планет.

- 1) Ускорение свободного падения на Уране составляет 15,7 м/с².
- 2) Ускорение свободного падения на Нептуне составляет около 12,4 м/с².
- 3) На Венере не наблюдается смена времён года.
- 4) Объём Юпитера почти в 3 раза больше объёма Нептуна.
- 5) Чем ближе планета к Солнцу, тем больше её средняя плотность.

Ответ:

Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25

Человек на санках, общей массой 80 кг, спустился с ледяной горы высотой 5 м. Чему равна средняя сила трения при его движении по горизонтальной поверхности, если он проехал по горизонтали до остановки 25 м? Считать, что по склону горы санки скользили без трения.

Ответ: _____ Н.

26

При сжатии 40 г неона при постоянном давлении его внутренняя энергия уменьшилась на 1800 Дж. Какое количество теплоты было передано при этом газом окружающим телам?

Ответ: _____ Дж.

27

В тонкой рассеивающей линзе получено уменьшённое в 5 раз изображение предмета. Определите модуль фокусного расстояния линзы, если предмет находится на расстоянии $d = 20$ см от линзы.

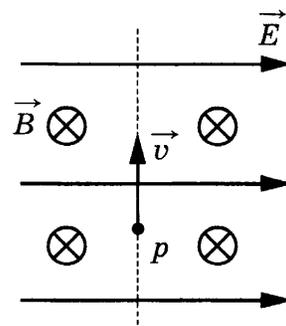
Ответ: _____ см.

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

Для записи ответов на задания 28–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

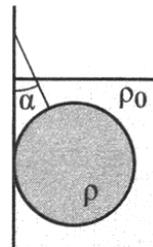
28

В камере, из которой откачан воздух, создали электрическое поле напряжённостью \vec{E} и магнитное поле с индукцией \vec{B} . Поля однородные, $\vec{E} \perp \vec{B}$. В камеру влетает протон p , вектор скорости которого перпендикулярен \vec{E} и \vec{B} как показано на рисунке. Модули напряжённости электрического поля и индукции магнитного поля таковы, что протон движется прямолинейно. Объясните, как изменится начальный участок траектории протона, если напряжённость электрического поля увеличить. В ответе укажите, какие явления и закономерности Вы использовали для объяснения. Влиянием силы тяжести пренебречь.



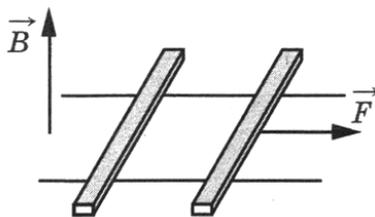
Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

- 29 Свинцовый шар подвешен на нити и полностью погружён в воду (см. рисунок). Нить образует с вертикалью угол $\alpha = 30^\circ$. Модуль силы, с которой нить действует на шар, $T = 30$ Н. Плотность свинца $\rho = 11\,300$ кг/м³. Чему равна масса шара? Трением шара о стенку пренебречь. Сделайте схематический рисунок с указанием сил, действующих на шар.



- 30 В комнате размерами $6 \times 5 \times 3$ м, в которой воздух имеет температуру 25°C и относительную влажность 20% , включили увлажнитель воздуха производительностью $0,2$ л/ч. Чему станет равна относительная влажность воздуха в комнате через 2 ч? Давление насыщенного водяного пара при температуре 25°C равно $3,17$ кПа. Комнату считать герметичным сосудом.

- 31 По горизонтально расположенным проводящим шероховатым рельсам с пренебрежимо малым сопротивлением могут скользить два одинаковых стержня массой $m = 50$ г и сопротивлением R каждый. Расстояние между рельсами $l = 20$ см, а коэффициент трения между стержнями и рельсами $\mu = 0,2$. Рельсы со стержнями находятся в однородном вертикальном магнитном поле с индукцией $B = 1$ Тл (см. рисунок). Под действием горизонтальной силы, действующей на первый стержень вдоль рельс, оба стержня движутся поступательно равномерно с разными скоростями. Скорость движения первого стержня относительно второго $v_{\text{отн}} = 1,5$ м/с. Определите R . Самоиндукцией контура пренебречь.



- 32 На плоскую алюминиевую пластинку ($A_{\text{вых}} = 4,2$ эВ) падает ультрафиолетовое излучение, вызывающее фотоэффект. В задерживающем однородном электрическом поле напряжённостью 75 В/м, перпендикулярном пластинке, фотоэлектрон может удалиться от поверхности пластинки на максимальное расстояние 1 см. Определите длину волны ультрафиолетового излучения.

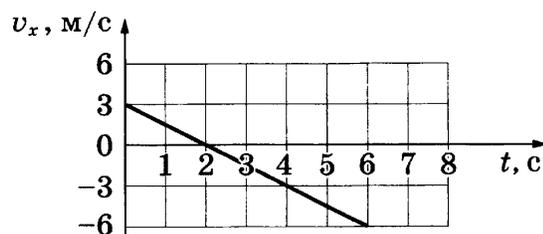
ВАРИАНТ 5

Часть 1

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

1

На рисунке приведён график зависимости проекции скорости v_x от времени t для тела, движущегося прямолинейно по оси x . Определите проекцию ускорения тела a_x .



Ответ: _____ м/с².

2

Сила притяжения Земли к Солнцу в 21,5 раза больше, чем сила притяжения Марса к Солнцу. Найдите отношение расстояния между Марсом и Солнцем к расстоянию между Землёй и Солнцем, если масса Земли в 9,3 раз больше массы Марса. Ответ округлите до сотых.

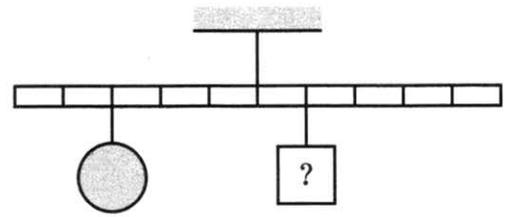
Ответ: _____.

3

Девочка бросила мяч массой 0,5 кг вертикально вверх с высоты 0,8 м над поверхностью Земли. Мяч поднялся на высоту 3 м от поверхности Земли. Каково изменение потенциальной энергии мяча?

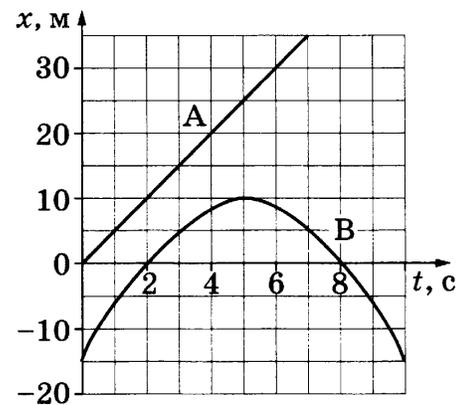
Ответ: _____ Дж.

4 Тело массой 0,6 кг подвешено к левому плечу невесомого рычага (см. рисунок). Груз какой массы надо подвесить к первому делению правого плеча рычага для достижения равновесия?



Ответ: _____ кг.

5 На рисунке приведены графики зависимости координаты x от времени t для двух тел: А и В, движущихся по прямой, вдоль которой направлена ось Ox . Выберите **два** верных утверждения о характере движения тел.



- 1) Тело А движется равноускоренно.
- 2) В моменты времени $t_1 = 2$ с и $t_2 = 8$ с тело В покоится.
- 3) Проекция скорости v_x тела А отрицательна.
- 4) Проекция начальной скорости v_x тела В положительна.
- 5) Тело В меняет направление движения в момент времени $t = 5$ с.

Ответ:

6 В результате перехода искусственного спутника Земли с одной круговой орбиты на другую его центростремительное ускорение уменьшается. Как изменяются в результате этого перехода радиус орбиты спутника и его скорость движения по орбите 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.

Радиус орбиты	Скорость движения по орбите

7

Верхний конец пружины идеального пружинного маятника неподвижно закреплён. Масса груза маятника равна m , жёсткость пружины равна k . Груз оттянули вниз на расстояние x от положения равновесия и отпустили с начальной скоростью, равной нулю. Формулы А и Б позволяют рассчитать значения физических величин, характеризующих возникшие свободные колебания маятника.



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) $x\sqrt{\frac{k}{m}}$

Б) $2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) максимальная скорость груза
- 2) частота колебаний
- 3) максимальная кинетическая энергия груза
- 4) период колебаний

Ответ:

А	Б

8

При температуре T_0 и давлении p_0 1 моль разрежённого водорода занимает объём $2V_0$. Сколько моль разрежённого кислорода при температуре $2T_0$ и давлении $2p_0$ занимают объём $4V_0$?

Ответ: _____ моль.

9

Рабочее тело тепловой машины с КПД 10% совершает за один цикл работу 50 кДж. Какое количество теплоты получает рабочее тело от нагревателя за цикл?

Ответ: _____ кДж.

10

Относительная влажность воздуха в сосуде, закрытом поршнем, равна 30%. Какой станет относительная влажность воздуха в сосуде, если его объём при неизменной температуре уменьшить в 2 раза?

Ответ: _____ %.

11

Свинцовая заготовка в твёрдом агрегатном состоянии медленно нагревается в плавильной печи так, что подводимая к ней тепловая мощность постоянна. В таблице приведены результаты измерений температуры свинца с течением времени.

Время, мин.	0	5	10	15	20	25	30	35
Температура, °С	305	314	323	327	327	327	329	334

Выберите из предложенного перечня *два* утверждения, которые соответствуют результатам проведённого экспериментального исследования.

- 1) Теплоёмкость свинца в твёрдом и жидком состояниях одинакова.
- 2) Процесс плавления образца продолжался менее 20 мин.
- 3) Через 18 мин. после начала измерений свинец частично расплавился.
- 4) Через 30 мин. после начала измерений свинец не расплавился.
- 5) Температура плавления свинца в данных условиях равна 329 °С.

Ответ:

12

В цилиндре под поршнем находится идеальный одноатомный газ. Формулы А и Б позволяют рассчитать значения физических величин, характеризующих состояние газа. Обозначения: p — давление; T — абсолютная температура; N — число атомов газа; k — постоянная Больцмана, V — объём газа.

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) $\frac{pV}{Nk}$

Б) $\frac{3}{2}NkT$

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

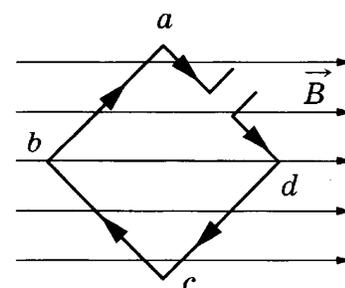
- 1) концентрация молекул
- 2) давление
- 3) внутренняя энергия
- 4) абсолютная температура

Ответ:

А	Б

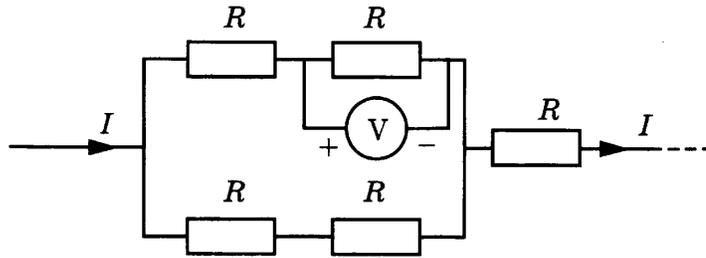
13

Квадратная проволочная рамка расположена в однородном магнитном поле так, как показано на рисунке. Направление тока в рамке показано стрелками. Как направлена относительно рисунка (*вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя*) сила, действующая на сторону ab рамки со стороны внешнего магнитного поля \vec{B} ? *Ответ запишите словом (словами).*



Ответ: _____.

- 14 Пять одинаковых резисторов с сопротивлением 15 Ом каждый соединены в электрическую цепь, через которую течёт ток $I = 4$ А (см. рисунок). Какое напряжение показывает идеальный вольтметр?

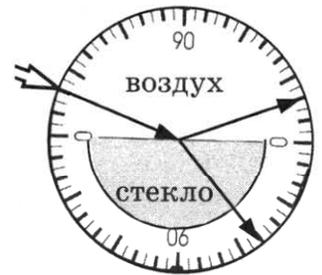


Ответ: _____ В.

- 15 При равномерном увеличении силы тока в катушке на 8 А за 0,04 с в ней возникает ЭДС самоиндукции, равная 50 В. Чему равна индуктивность катушки?

Ответ: _____ Гн.

- 16 Ученик, изучая законы геометрической оптики, провёл опыт по преломлению света (см. рисунок). Для этого он направил узкий пучок света на стеклянную пластину. Пользуясь приведённой таблицей, выберите из приведённого ниже списка **два** правильных утверждения, описывающих наблюдаемое явление.

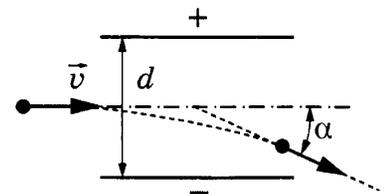


угол α	20°	40°	50°	70°
$\sin \alpha$	0,34	0,64	0,78	0,94

- 1) Показатель преломления стекла примерно равен 1,47.
- 2) Наблюдается полное внутреннее отражение.
- 3) Угол преломления равен 50° .
- 4) Угол падения равен 70° .
- 5) Угол отражения равен 20° .

Ответ:

- 17 α -частица, движущаяся в вакууме со скоростью $v \ll c$, пролетает между пластинами заряженного конденсатора так, как показано на рисунке. Пролетев конденсатор, частица отклоняется от первоначального направления на угол α .



Как изменится кинетическая энергия вылетевшей частицы и угол α , если увеличить напряжение между пластинами конденсатора?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

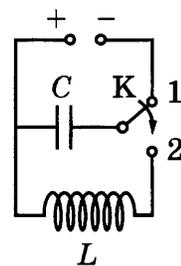
- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

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

Кинетическая энергия вылетевшей частицы	Угол отклонения частицы α

18

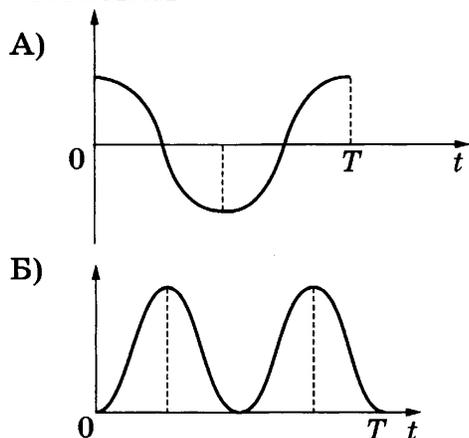
Конденсатор колебательного контура полностью заряжен от источника постоянного напряжения (см. рисунок). В момент $t = 0$ переключатель К переводят из положения 1 в положение 2. Графики А и Б представляют изменения физических величин, характеризующих колебания в контуре после этого. T — период электромагнитных колебаний.



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

Ответ:

А	Б

19

Сколько протонов и сколько нейтронов содержится в ядре кюрия ${}^{247}_{96}\text{Cm}$?

Число протонов	Число нейтронов

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

20

Частота зелёного света примерно в 1,25 раза больше частоты красного света. Во сколько раз энергия фотона красного света меньше энергии фотона зелёного света?

Ответ: в _____ раз(а).

21

На установке, представленной на фотографиях (рис. а — общий вид; рис. б — фотоэлемент), исследовали зависимость кинетической энергии фотоэлектронов от частоты падающего света. Для этого в прорезь осветителя помещали различные светофильтры и измеряли запирающее напряжение.

В первой серии опытов использовался светофильтр, пропускающий только красный свет, а во второй — пропускающий только зелёный свет.

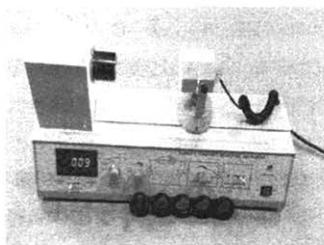


Рис. а

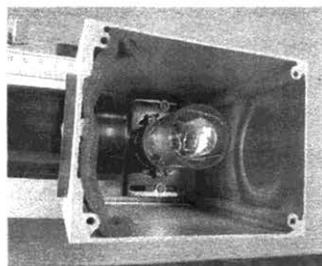


Рис. б

Как изменяются длина световой волны и максимальная скорость фотоэлектронов при переходе от первой серии опытов ко второй? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения.

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

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждого ответа.

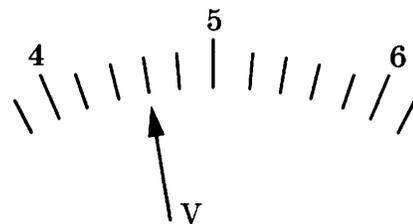
Цифры в ответе могут повторяться.

Длина световой волны, падающей на фотоэлемент	Максимальная скорость фотоэлектронов

22

Определите показания вольтметра (см. рисунок), если погрешность прямого измерения напряжения равна цене деления вольтметра.

Ответ: (_____ \pm _____) В.

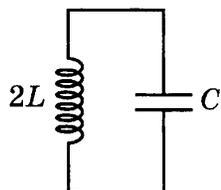


В бланк ответов № 1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.

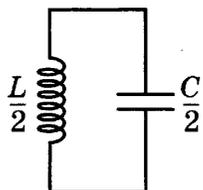
23

Необходимо обнаружить зависимость частоты свободных электромагнитных колебаний в колебательном контуре от индуктивности катушки. Какие *два* колебательных контура надо выбрать для проведения такого опыта?

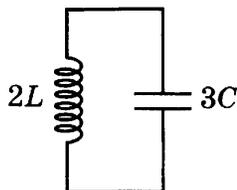
1)



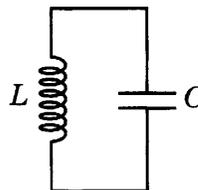
2)



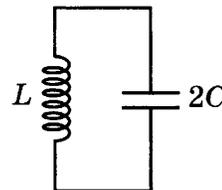
3)



4)



5)



Запишите в таблицу номера колебательных контуров.

Ответ:

--	--

24

Рассмотрите таблицу, содержащую сведения о ярких звёздах.

Название звезды	Температура поверхности, К	Масса (в массах Солнца)	Радиус (в радиусах Солнца)	Плотность по отношению к плотности воды
Альдебаран	3600	5,0	45	$5 \cdot 10^{-5}$
ϵ Возничего	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	$2 \cdot 10^{-2}$	$1,75 \cdot 10^6$
Солнце	6000	1,0	1,0	1,4
α Центавра	5730	1,02	1,2	0,80

Выберите *два* утверждения, которые соответствуют характеристикам звёзд.

- 1) Звезда Сириус В относится к белым карликам.
- 2) Звёзды Ригель и ϵ Возничего имеют температуру, соответствующую звёздам спектрального класса М.
- 3) Звезда ϵ Возничего относится к звёздам главной последовательности на диаграмме Герцшпрунга-Рассела.
- 4) Звезда Альдебаран относится к звёздам главной последовательности на диаграмме Герцшпрунга-Рассела.
- 5) Наше Солнце имеет среднюю плотность, сравнимую со средней плотностью белых карликов.

Ответ:

--	--

Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

- 25** Тело массой 2 кг, брошенное с некоторой высоты вертикально вверх, упало на землю со скоростью 6 м/с. Потенциальная энергия тела относительно поверхности земли в момент броска была равна 20 Дж. С какой начальной скоростью бросили тело? Сопротивлением воздуха пренебречь.

Ответ: _____ м/с.

- 26** Электрическая цепь состоит из аккумулятора с ЭДС 12 В и внутренним сопротивлением 1 Ом, лампочки, ключа и соединительных проводов. Каково напряжение на лампочке, если сила тока в цепи 2 А? Сопротивлением проводов пренебречь.

Ответ: _____ В.

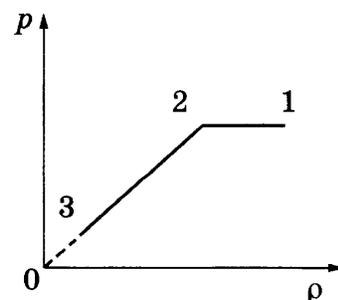
- 27** Действительное изображение предмета, полученное с помощью тонкой собирающей линзы, находится на расстоянии 12 см от линзы. Оптическая сила линзы 15 дптр. Определите расстояние от линзы до предмета.

Ответ: _____ см.

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

Для записи ответов на задания 28–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

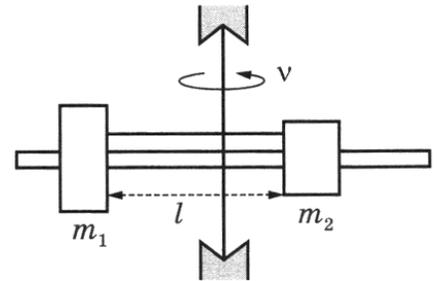
- 27** На графике представлена зависимость давления неизменной массы идеального газа от его плотности. Опишите, как изменяются в зависимости от плотности температура и объём газа в процессах 1–2 и 2–3.



Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

29

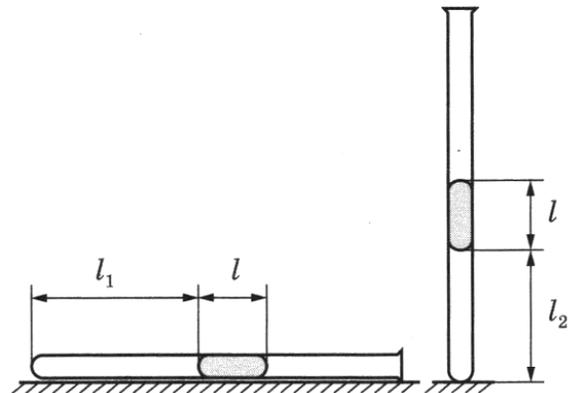
На вертикальной оси укреплена гладкая горизонтальная штанга, по которой могут перемещаться два груза массами $m_1 = 100$ г и $m_2 = 400$ г, связанные нерастяжимой невесомой нитью длиной l . Нить закрепили на оси так, что грузы располагаются по разные стороны от оси и натяжение нити с обеих сторон от оси при вращении штанги одинаково (см. рисунок).



При вращении штанги с частотой 900 об/мин модуль силы натяжения нити, соединяющей грузы, $T = 150$ Н. Определите длину нити l .

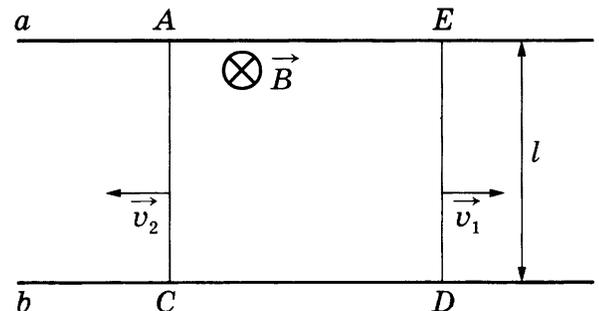
30

В запаянной с одного конца длинной горизонтальной стеклянной трубке постоянного сечения (см. рисунок) находится столбик воздуха длиной $l_1 = 30$ см, запёртый столбиком ртути. Если трубку поставить вертикально отверстием вверх, то длина воздушного столбика под ртутью будет равна $l_2 = 25$ см. Какова длина ртутного столбика? Атмосферное давление 750 мм рт. ст. Температуру воздуха в трубке считать постоянной.



31

На горизонтальном столе лежат два параллельных друг другу рельса: a и b , замкнутых двумя одинаковыми металлическими проводниками: AC и ED (см. рисунок). Вся система проводников находится в однородном магнитном поле, направленном вертикально вниз. Модуль индукции магнитного поля равен B , расстояние между рельсами l , скорости проводников v_1 и v_2 . Чему равно сопротивление каждого из проводников, если сила тока в цепи равна I ? Сопротивлением рельсов пренебречь



32

На плоскую металлическую пластинку падает электромагнитное излучение длиной волны 150 нм. Фотоэлектроны удаляются от поверхности пластинки на расстояние не более 4 см в задерживающем однородном электрическом поле, перпендикулярном пластинке. Напряжённость поля 120 В/м. Определите работу выхода электрона с поверхности этого металла.

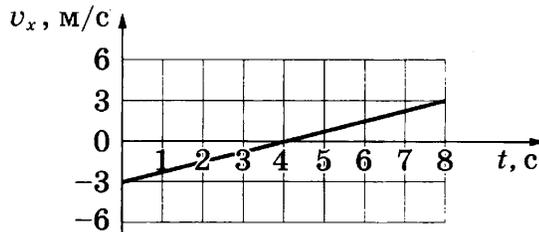
ВАРИАНТ 6

Часть 1

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

1

На рисунке приведён график зависимости проекции скорости v_x от времени t для тела, движущегося прямолинейно по оси x . Определите проекцию ускорения тела a_x .



Ответ: _____ м/с².

2

Сила притяжения Венеры к Солнцу в 1,56 раза больше, чем сила притяжения Земли к Солнцу. Найдите отношение расстояния между Землёй и Солнцем к расстоянию между Венерой и Солнцем, если масса Земли в 1,23 раз больше массы Венеры. Ответ округлите до десятых.

Ответ: _____.

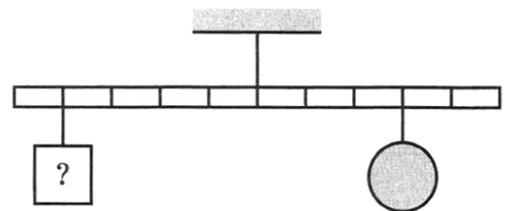
3

Девочка бросила мяч массой 0,3 кг вертикально вниз с высоты 1,3 м над поверхностью Земли. Мяч ударился о Землю и поднялся на высоту 2,5 м от поверхности Земли. Каково изменение потенциальной энергии мяча при переходе из начального положения в конечное?

Ответ: _____ Дж.

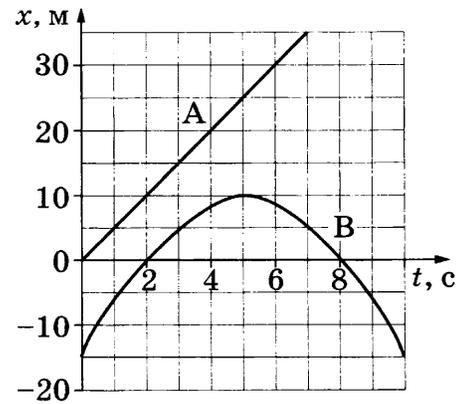
4

Тело массой 0,8 кг подвешено к правому плечу невесомого рычага (см. рисунок). Груз какой массы надо подвесить к четвёртому делению левого плеча рычага для достижения равновесия?



Ответ: _____ кг.

5 На рисунке приведены графики зависимости координаты x от времени t для двух тел: А и В, движущихся по прямой, вдоль которой направлена ось Ox . Выберите **два** верных утверждения о характере движения тел.



- 1) Тело А движется равномерно.
- 2) В момент $t = 2$ с тело В покоится.
- 3) Ускорение тела А в момент времени $t = 5$ с равна 5 м/с^2 .
- 4) В тот момент, когда скорость тела В обратилась в нуль, расстояние между телами А и В составляло 15 м .
- 5) Тело В меняет направление движения в моменты времени $t_1 = 2$ с и $t_2 = 8$ с.

Ответ:

6 В результате перехода искусственного спутника Земли с одной круговой орбиты на другую его центростремительное ускорение увеличивается. Как изменяются в результате этого перехода скорость движения спутника по орбите 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.

Скорость движения спутника по орбите	Период обращения спутника вокруг Земли

7 Верхний конец пружины идеального пружинного маятника неподвижно закреплён. Масса груза маятника равна m , жёсткость пружины равна k . Груз оттянули вниз на расстояние x от положения равновесия и отпустили с начальной скоростью, равной нулю. Формулы А и Б позволяют рассчитать значения физических величин, характеризующих возникшие свободные колебания маятника.



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) $x\sqrt{km}$

1) максимальный импульс груза

Б) $\frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m}}$

2) частота колебаний

3) максимальная кинетическая энергия груза

4) период колебаний

Ответ:

А	Б

8 При температуре T_0 и давлении p_0 1 моль разреженного азота занимает объём $2V_0$. Сколько моль разреженного кислорода при температуре $2T_0$ и давлении $2p_0$ занимают объём V_0 ?

Ответ: _____ моль.

9 Рабочее тело тепловой машины с КПД 10 % совершает за один цикл работу 50 кДж. Какое количество теплоты отдаёт рабочее тело холодильнику за цикл?

Ответ: _____ кДж.

10 Относительная влажность воздуха в сосуде, закрытом поршнем, равна 30 %. Какой станет относительная влажность воздуха в сосуде, если его объём при неизменной температуре увеличить в 2 раза?

Ответ: _____ %.

11 Свинцовая заготовка в твёрдом агрегатном состоянии медленно нагревается в плавильной печи так, что подводимая к ней тепловая мощность постоянна. В таблице приведены результаты измерений температуры свинца с течением времени.

Время, мин.	0	5	10	15	20	25	30	35
Температура, °С	305	314	323	327	327	327	329	334

Выберите из предложенного перечня *два* утверждения, которые соответствуют результатам проведённого экспериментального исследования.

- 1) Теплоёмкость свинца в твёрдом и жидком состояниях одинакова.
- 2) Процесс плавления образца продолжался более 20 мин.
- 3) Через 8 мин. после начала измерений свинец частично расплавился.
- 4) Через 30 мин. после начала измерений свинец полностью расплавился.
- 5) Температура плавления свинца в данных условиях равна 327 °С.

Ответ:

12 В цилиндре под поршнем находится идеальный одноатомный газ. Формулы А и Б позволяют рассчитать значения физических величин, характеризующих состояние газа. Обозначения: p — давление; T — абсолютная температура; N — число атомов газа; k — постоянная Больцмана.

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) $\frac{3}{2}NkT$

Б) $\frac{p}{kT}$

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

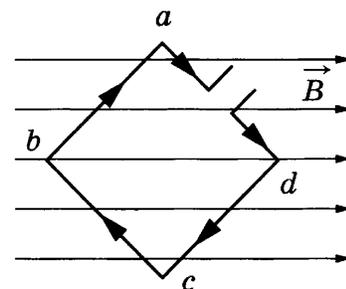
- 1) концентрация молекул
- 2) давление
- 3) внутренняя энергия
- 4) объём газа

Ответ:

А	Б

13

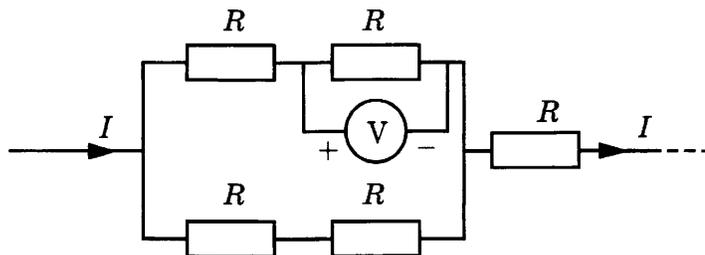
Квадратная проволочная рамка расположена в однородном магнитном поле так, как показано на рисунке. Направление тока в рамке показано стрелками. Как направлена относительно рисунка (*вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя*) сила, действующая на сторону *cd* рамки со стороны внешнего магнитного поля \vec{B} ? *Ответ запишите словом (словами).*



Ответ: _____.

14

Пять одинаковых резисторов с сопротивлением 25 Ом каждый соединены в электрическую цепь, через которую течёт ток I (см. рисунок). Идеальный вольтметр показывает напряжение 75 В. Определите силу тока в цепи I .



Ответ: _____ А.

15

При равномерном уменьшении силы тока в катушке индуктивностью $0,4 \text{ Гн}$ за $0,05 \text{ с}$ в ней возникает ЭДС самоиндукции, равная 80 В . На сколько уменьшилась сила тока в катушке?

Ответ: на _____ А.

16

Ученик, изучая законы геометрической оптики, провёл опыт по преломлению света (см. рисунок). Для этого он направил узкий пучок света на стеклянную пластину. Пользуясь приведённой таблицей, выберите из приведённого ниже списка **два** правильных утверждения, описывающих наблюдаемое явление.



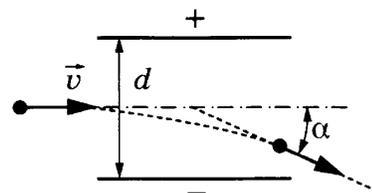
угол α	20°	40°	50°	70°
$\sin \alpha$	0,34	0,64	0,78	0,94

- 1) Угол падения равен 20° .
- 2) Наблюдается полное внутреннее отражение.
- 3) Угол преломления равен 40° .
- 4) Показатель преломления стекла примерно равен 2,3.
- 5) Угол отражения равен 70° .

Ответ:

17

α -частица, движущийся в вакууме со скоростью $v \ll c$, пролетает между пластинами заряженного конденсатора так, как показано на рисунке. Как изменится импульс вылетевшей частицы и время пролёта конденсатора, если уменьшить напряжение между пластинами конденсатора?



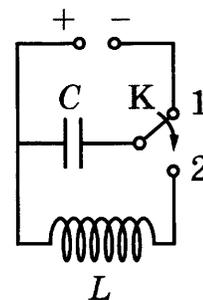
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Импульс вылетевшей частицы	Время пролёта конденсатора

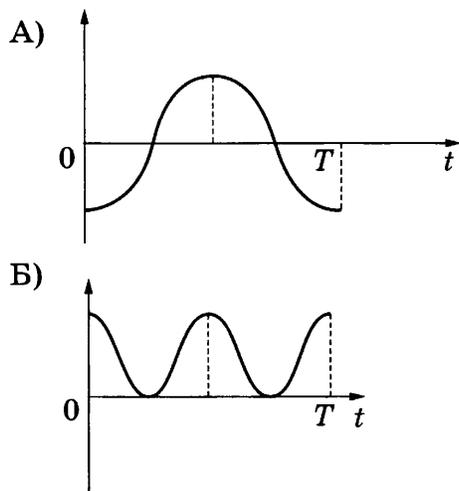
18 Конденсатор колебательного контура полностью заряжён от источника постоянного напряжения (см. рисунок). В момент $t = 0$ переключатель K переводят из положения 1 в положение 2. Графики А и Б представляют изменения физических величин, характеризующих колебания в контуре после этого. T — период электромагнитных колебаний.



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

Ответ:

А	Б

19 Сколько протонов и сколько нейтронов содержится в ядре нептуния $^{237}_{93}\text{Np}$?

Число протонов	Число нейтронов

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

20 Частота оранжевого света примерно в 1,3 раза меньше частоты синего света. Во сколько раз энергия фотона синего света больше энергии фотона оранжевого света?

Ответ: в _____ раз(а).

21

На установке, представленной на photographиях (рис. а — общий вид; рис. б — фотоэлемент), исследовали зависимость кинетической энергии фотоэлектронов от частоты падающего света. Для этого в прорезь осветителя помещали различные светофильтры и измеряли запирающее напряжение. В первой серии опытов использовался светофильтр, пропускающий только синий свет, а во второй — пропускающий только зелёный свет.

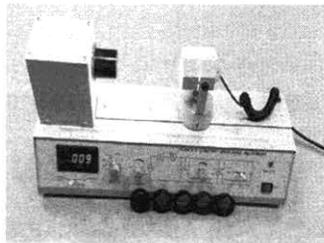


Рис. а

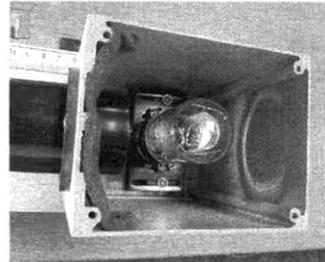


Рис. б

Как изменяются частота световой волны и работа выхода при переходе от первой серии опытов ко второй? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения.

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

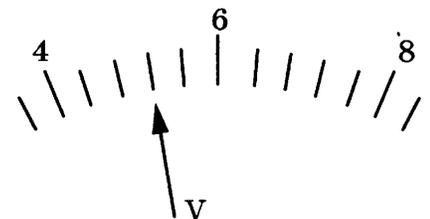
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждого ответа. Цифры в ответе могут повторяться.

Частота световой волны, падающей на фотоэлемент	Работа выхода материала катода фотоэлемента

22

Определите показания вольтметра (см. рисунок), если погрешность прямого измерения напряжения равна цене деления вольтметра.

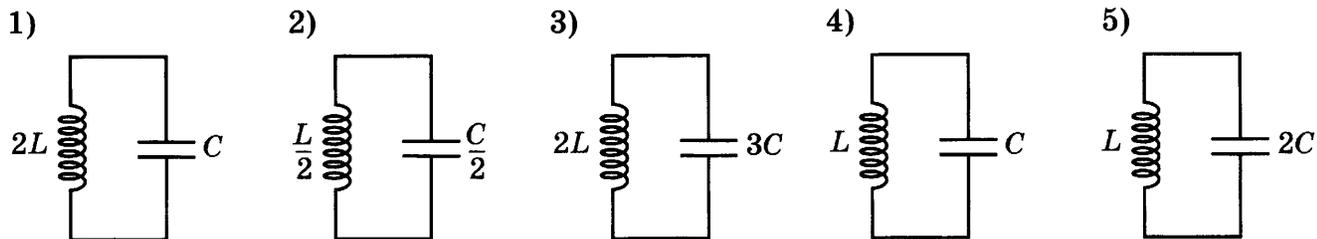
Ответ: (_____ ± _____) В.



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

23

Необходимо обнаружить зависимость частоты свободных электромагнитных колебаний в колебательном контуре от индуктивности катушки. Какие **два** колебательных контура надо выбрать для проведения такого опыта?



Запишите в таблицу номера колебательных контуров.

Ответ:

--	--

24

Рассмотрите таблицу, содержащую сведения о ярких звёздах.

Название звезды	Температура поверхности, К	Масса (в массах Солнца)	Радиус (в радиусах Солнца)	Плотность по отношению к плотности воды
Альдебаран	3600	5,0	45	$5 \cdot 10^{-5}$
ϵ Возничего	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	$2 \cdot 10^{-2}$	$1,75 \cdot 10^6$
Солнце	6000	1,0	1,0	1,4
α Центавра	5730	1,02	1,2	0,80

Выберите **два** утверждения, которые соответствуют характеристикам звёзд.

- 1) Наше Солнце имеет максимальную массу для звёзд главной последовательности на диаграмме Герцшпрунга-Рассела.
- 2) Звезда Альдебаран относится к гигантам спектрального класса G.
- 3) Звезда Сириус А относится к звёздам главной последовательности на диаграмме Герцшпрунга-Рассела.
- 4) Звезда Ригель относится к белым карликам.
- 5) Звезда Сириус В относится к звёздам главной последовательности на диаграмме Герцшпрунга-Рассела.

Ответ:

--	--

Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

- 25 Тело массой 2 кг, брошенное с некоторой высоты вертикально вверх с начальной скоростью v_0 , упало на землю со скоростью $2v_0$. Потенциальная энергия тела относительно поверхности земли в момент броска была равна 75 Дж. С какой начальной скоростью бросили тело? Сопротивлением воздуха пренебречь.

Ответ: _____ м/с.

- 26 Электрическая цепь состоит из аккумулятора с ЭДС 9 В и внутренним сопротивлением 2 Ом, лампочки, ключа и соединительных проводов. Какова сила тока в цепи, если напряжение на аккумуляторе равно 7,5 В? Сопротивлением проводов пренебречь.

Ответ: _____ А.

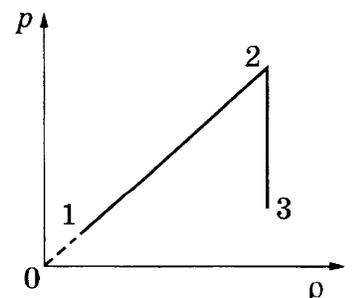
- 27 Предмет находится на расстоянии 25 см от тонкой собирающей линзы с оптической силой 5 дптр. На каком расстоянии от линзы находится изображение предмета?

Ответ: _____ см.

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

Для записи ответов на задания 28–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

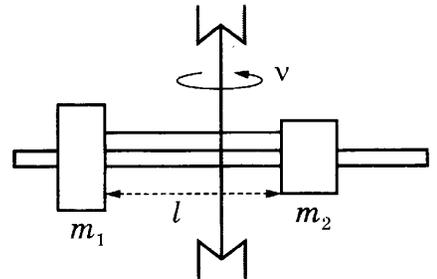
- 28 На графике представлена зависимость давления неизменной массы идеального газа от его плотности. Опишите, как изменяются в зависимости от плотности температура и объём газа в процессах 1–2 и 2–3.



Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

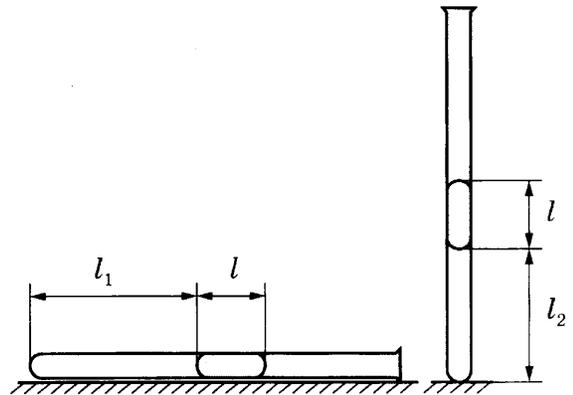
29

На вертикальной оси укреплена гладкая горизонтальная штанга, по которой могут перемещаться два груза массами $m_1 = 100$ г и $m_2 = 400$ г, связанные нерастяжимой невесомой нитью длиной $l = 30$ см. Нить закрепили на оси так, что грузы располагаются по разные стороны от оси и натяжение нити с обеих сторон от оси при вращении штанги одинаково (см. рисунок). С какой частотой необходимо вращать штангу, чтобы модуль силы натяжения нити, соединяющей грузы, составлял $T = 95$ Н?



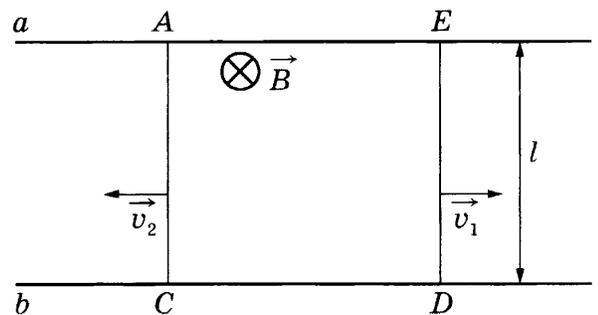
30

В запаянной с одного конца длинной горизонтальной стеклянной трубке постоянного сечения (см. рисунок) находится столбик воздуха длиной $l_1 = 36$ см, запёртый столбиком ртути длиной $l = 15$ см. Определите длину l_2 воздушного столбика под ртутью, если трубку поставить вертикально отверстием вверх. Атмосферное давление 750 мм рт. ст. Температуру воздуха в трубке считать постоянной.



31

На горизонтальном столе лежат два параллельных друг другу рельса: a и b , замкнутых двумя одинаковыми металлическими проводниками: AC и ED (см. рисунок). Вся система проводников находится в однородном магнитном поле, направленном вертикально вниз. Модуль индукции магнитного поля равен B , расстояние между рельсами l , скорости проводников v_1 и v_2 , сопротивление каждого из проводников R . Какова сила тока в цепи? Сопротивлением рельсов пренебречь.



32

На плоскую алюминиевую пластинку падает электромагнитное излучение. Фотоэлектроны удаляются от поверхности пластинки на расстояние не более 2 см в задерживающем однородном электрическом поле, перпендикулярном пластинке. Напряжённость поля 120 В/м. Работа выхода электрона с поверхности цинка 4,2 эВ. Какова длина волны падающего излучения?

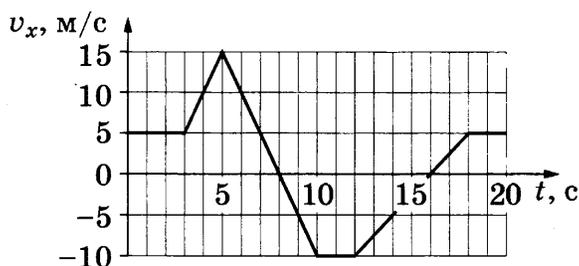
ВАРИАНТ 7

Часть 1

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

1

На рисунке приведён график зависимости проекции скорости v_x тела от времени t .

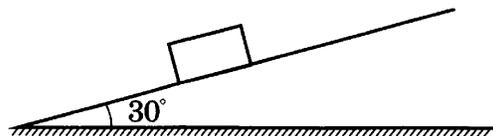


Определите проекцию ускорения этого тела a_x в интервале времени от 5 до 10 с.

Ответ: _____ м/с².

2

Брусok покоится на наклонной плоскости, образующей угол 30° с горизонтом. Сила трения покоя равна 0,5 Н. Определите силу тяжести, действующую на брусok.



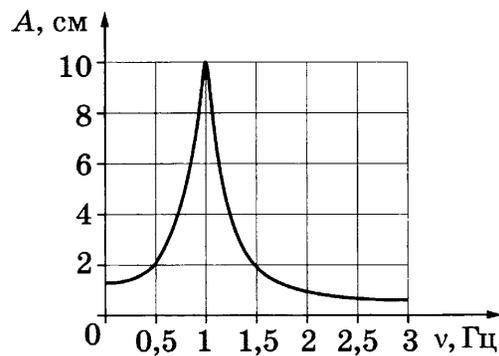
Ответ: _____ Н.

3

Отношение импульса автокрана к импульсу легкового автомобиля $\frac{p_1}{p_2} = 1,8$. Каково отношение их масс $\frac{m_1}{m_2}$, если отношение скорости автокрана к скорости легкового автомобиля $\frac{v_1}{v_2} = 0,3$?

Ответ: _____.

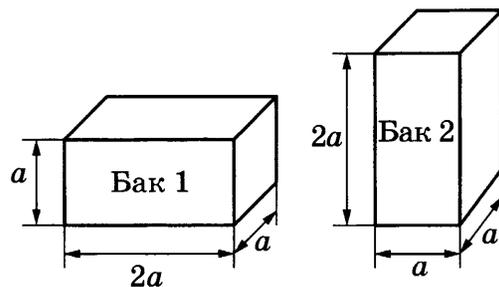
4 На рисунке изображена зависимость амплитуды установившихся колебаний маятника от частоты вынуждающей силы (резонансная кривая). Частота вынуждающей силы вначале была равна 0,5 Гц, а затем стала равна 1,0 Гц.



Во сколько раз изменилась при этом амплитуда установившихся вынужденных колебаний маятника?

Ответ: в _____ раз(а).

5 На полу лифта расположены два одинаковых металлических бака, в которые доверху налито подсолнечное масло (см. рисунок).



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

- 1) Давление масла на дно первого бака в 2 раза меньше, чем у второго.
- 2) Оба бака давят на пол лифта с одинаковой силой.
- 3) Сила давления масла на дно первого бака в 2 раза больше, чем у второго.
- 4) Оба бака оказывают на пол лифта одинаковое давление.
- 5) Если лифт начнёт движение вверх с ускорением 4 м/с^2 , давление масла на дно баков уменьшится на 40%.

Ответ:

6 Мальчик бросил стальной шарик вверх под углом к горизонту. Пренебрегая сопротивлением воздуха, определите, как меняются по мере приближения к земле полная механическая энергия шарика и модуль вертикальной составляющей его скорости.

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.

Полная механическая энергия шарика	Модуль вертикальной составляющей скорости шарика

7 Один конец лёгкой пружины жёсткостью k прикреплен к бруску, а другой закреплён неподвижно. Брусок скользит по горизонтальной направляющей так, что его координата изменяется со временем по закону $x(t) = A \sin \omega t$.

Установите соответствие между физическими величинами и формулами, выражающими их зависимость 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 бруска $E_k(t)$

Б) проекция $a_x(t)$ ускорения бруска ось x

ФОРМУЛЫ

1) $-kA \sin \omega t$

2) $\frac{kA^2}{2} \cos^2 \omega t$

3) $-A\omega^2 \sin \omega t$

4) $\frac{kA^2}{2} \sin^2 \omega t$

Ответ:

А	Б

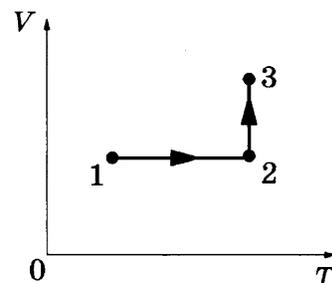
8 В сосуде содержится гелий под давлением 150 кПа. Концентрацию гелия увеличили в 2 раза, а среднюю кинетическую энергию теплового движения его молекул уменьшили в 3 раза. Определите установившееся давление газа.

Ответ: _____ кПа.

9 Кусок металла удельной теплоёмкостью 500 Дж/(кг · К) нагрели от 20 °С до 100 °С, затратив количество теплоты, равное 160 кДж. Чему равна масса этого куска металла?

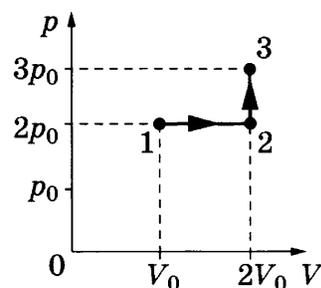
Ответ: _____ кг.

10 Идеальный одноатомный газ участвует в процессе 1–2–3, график которого приведён на рисунке (V — объём газа, T — абсолютная температура газа). Масса газа в ходе процесса не меняется. В процессе 1–2 газу сообщают количество теплоты, равное 15 кДж. Определите изменение внутренней энергии в процессе 1–2.



Ответ: _____ кДж.

11 Идеальный газ перевели из состояния 1 в состояние 3 так, как показано на графике зависимости давления p газа от объёма V . Количество вещества газа при этом не менялось.



Из приведённого ниже списка выберите *два* правильных утверждения, характеризующие процессы на графике.

- 1) Абсолютная температура газа максимальна в состоянии 3.
- 2) В процессе 1–2 абсолютная температура газа увеличилась в 2 раза.
- 3) В процессе 2–3 абсолютная температура газа уменьшилась в 1,5 раза.
- 4) Плотность газа минимальна в состоянии 1.
- 5) В ходе процесса 1–2–3 среднеквадратичная скорость теплового движения молекул газа увеличилась в 3 раза.

Ответ:

12 Температуру нагревателя тепловой машины Карно уменьшили, оставив температуру холодильника прежней. Количество теплоты, отданное газом холодильнику за цикл, не изменилось. Как изменились при этом КПД тепловой машины и количество теплоты, полученное газом за цикл от нагревателя?

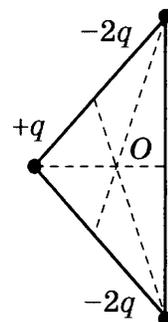
Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

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

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

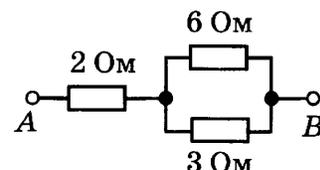
КПД тепловой машины	Работа тепловой машины за цикл

13 В вершинах равнобедренного треугольника расположены точечные заряды $-2q$, $+q > 0$ и $-2q$ (см. рисунок). Куда направлен относительно рисунка (*вверх, вниз, влево, вправо, от наблюдателя, к наблюдателю*) вектор напряженности результирующего электростатического поля в точке O — точке пересечения медиан треугольника?



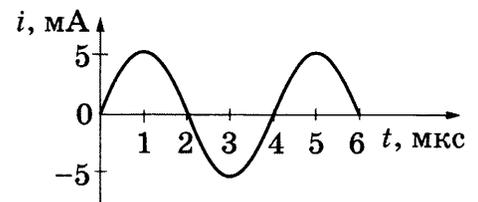
Ответ: _____.

14 Определите сопротивление участка цепи, изображённого на схеме, между точками A и B .



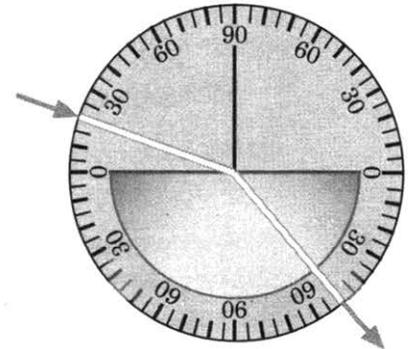
Ответ: _____ Ом.

- 15 На рисунке приведён график зависимости силы тока i от времени t при свободных гармонических колебаниях в колебательном контуре. Каким станет период свободных колебаний в контуре, если конденсатор в этом контуре заменить на другой конденсатор, ёмкость которого в 4 раза меньше?



Ответ: _____ мкс.

- 16 Школьник, изучая законы геометрической оптики, провёл опыт по преломлению света (см. рисунок). Для этого он направил узкий пучок света на стеклянную пластину. Пользуясь приведённой таблицей, выберите из приведённого ниже списка **два** правильных утверждения, описывающих наблюдаемое явление.



угол α	20°	40°	50°	70°
$\sin \alpha$	0,34	0,64	0,78	0,94

- Угол падения равен 70° .
- Показатель преломления стекла равен примерно 1,47.
- Угол преломления равен 50° .
- В стекле скорость света больше, чем в воздухе.
- Угол отражения равен 20° .

Ответ:

- 17 Неразветвлённая электрическая цепь постоянного тока состоит из источника тока и подключённого к его выводам внешнего резистора. Как изменятся при уменьшении сопротивления резистора сила тока в цепи и ЭДС источника?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- увеличится
- уменьшится
- не изменится

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

Сила тока в цепи	ЭДС источника

- 18 Протон массой m и зарядом q движется перпендикулярно линиям индукции однородного магнитного поля \vec{B} по окружности со скоростью v . Действием силы тяжести пренебречь.

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.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) период обращения протона по окружности
- Б) модуль ускорения протона

ФОРМУЛЫ

- 1) $\frac{2\pi m}{qB}$
- 2) qvB
- 3) $\frac{mv}{qB}$
- 4) $\frac{qvB}{m}$

Ответ:

А	Б

19 Радиоактивный изотоп висмута ${}_{83}^{212}\text{Bi}$ претерпевает α -распад. Укажите число протонов и число нейтронов в образовавшемся ядре.

Число протонов	Число нейтронов

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

20 Зелёный свет ($\lambda = 550$ нм) переходит из воздуха в стекло с показателем преломления 1,5. Определите отношение энергии фотона в воздухе к его энергии в стекле.

Ответ: _____.

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

Как изменяются длина световой волны и запирающее напряжение при переходе от первой серии опытов ко второй? Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

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

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

Длина световой волны, падающей на фотоэлемент	Запирающее напряжение

22

Ученик измерял температуру воздуха в классе. Показания термометра приведены на фотографии. Погрешность измерения температуры равна цене деления термометра. Чему равна температура воздуха в классе по результатам этих измерений?

Запишите в ответ показания термометра с учётом погрешности измерений.

Ответ: (_____ ± _____) °С.



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

23

Ученик изучает силу Архимеда, действующую на тела, полностью погружённые в жидкость. В его распоряжении имеются пять установок, состоящие из ёмкостей с различными жидкостями и сплошных шариков разного объёма, сделанных из разного материала (см. таблицу). Какие две установки необходимо использовать ученику для того, чтобы на опыте обнаружить зависимость силы Архимеда от объёма тела?

№ установки	Жидкость, налитая в ёмкость	Объём шарика, см ³	Материал, из которого сделан шарик
1	керосин	30	сталь
2	вода	20	алюминий
3	керосин	20	алюминий
4	подсолнечное масло	30	сталь
5	вода	30	алюминий

В ответ запишите номера выбранных установок.

Ответ:

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

Название спутника	Радиус спутника, км	Радиус орбиты, тыс. км	Средняя плотность, г/см ³	Вторая космическая скорость, м/с	Планета
Луна	1737	384,4	3,35	2038	Земля
Фобос	около 12	9,38	2,20	11	Марс
Ио	1815	422,6	3,57	2560	Юпитер
Европа	1569	670,9	2,97	2040	Юпитер
Каллисто	2400	1883	1,86	2420	Юпитер
Титан	2575	1221,9	1,88	2640	Сатурн
Оберон	761	587,0	1,50	770	Уран
Тритон	1350	355,0	2,08	1450	Нептун

Выберите *два* утверждения, которые соответствуют характеристикам спутников планет.

- 1) Ускорение свободного падения на Обероне равно $7,7 \text{ м/с}^2$.
- 2) Масса Луны меньше массы Ио.
- 3) Объём Титана почти в 2 раза больше объёма Тритона.
- 4) Ио находится дальше от поверхности Юпитера, чем Каллисто.
- 5) Первая космическая скорость для Тритона составляет примерно $1,03 \text{ км/с}$.

Ответ:

Часть 2

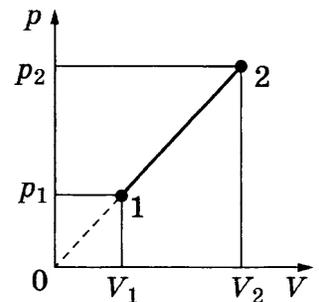
Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

- 25 Груз подвешен на пружине жёсткостью 100 Н/м к потолку лифта. Лифт из состояния покоя равноускоренно опускается вниз на расстояние 5 м в течение 2 с . Какова масса груза, если удлинение пружины при неподвижном относительно лифта грузе равно $1,5 \text{ см}$?

Ответ: _____ кг.

- 26 На рисунке изображён процесс, происходящий с 1 моль гелия. Минимальное давление газа $p_1 = 100 \text{ кПа}$, минимальный объём $V_1 = 10 \text{ л}$, а максимальный $V_2 = 30 \text{ л}$. Какую работу совершает гелий при переходе из состояния 1 в состояние 2?

Ответ: _____ кДж.



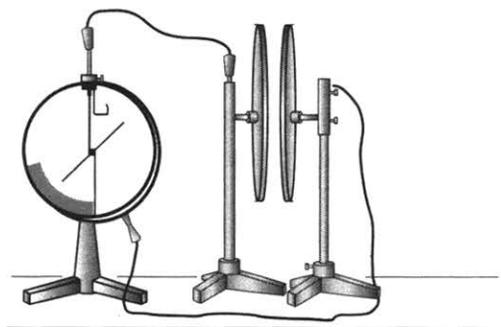
- 27 Максимальная кинетическая энергия электронов, вылетающих из металла под действием света, равна 1,2 эВ. Если уменьшить длину волны падающего света в 2 раза, то максимальная кинетическая энергия электронов, вылетающих из этого же металла, станет равной 3,95 эВ. Определите энергию падающих фотонов в первом случае.

Ответ: _____ эВ.

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

Для записи ответов на задания (28–32) используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

- 28 Две плоские металлические пластины конденсатора, закреплённые на изолирующих штативах, расположили на небольшом расстоянии друг от друга и соединили одну пластину с заземлённым корпусом, а другую со стержнем электрометра (см. рисунок). Затем пластину, соединённую со стержнем электрометра, зарядили. Объясните, опираясь на известные Вам законы, как изменяются показания электрометра при внесении между пластинами диэлектрической пластины. Отклонение стрелки электрометра пропорционально разности потенциалов между пластинами.

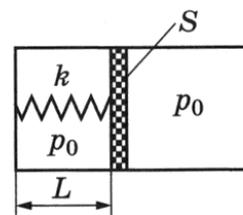


Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

- 29 Пластилиновый шарик в момент $t = 0$ бросают с горизонтальной поверхности земли с начальной скоростью \vec{v}_0 под углом α к горизонту. Одновременно с некоторой высоты над поверхностью земли начинает падать из состояния покоя другой такой же шарик. Шарик абсолютно неупруго сталкиваются в воздухе. Сразу после столкновения скорость шариков направлена горизонтально. В какой момент времени τ шарик упадут на землю? Сопротивлением воздуха пренебречь.

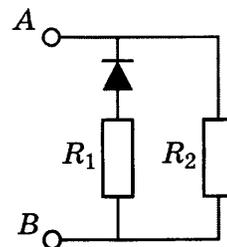
30

В горизонтальном цилиндре с гладкими стенками под массивным поршнем с площадью S находится одноатомный идеальный газ. Поршень соединён с основанием цилиндра пружиной с жёсткостью k . В начальном состоянии расстояние между поршнем и основанием цилиндра равно L , а давление газа в цилиндре равно внешнему атмосферному давлению p_0 (см. рисунок). Какое количество теплоты Q передано затем газу, если в результате поршень медленно переместился вправо на расстояние b ?



31

В цепи, изображённой на рисунке, сопротивление диода в прямом направлении пренебрежимо мало, а в обратном многократно превышает сопротивление резисторов. При подключении к точке A положительного полюса, а к точке B отрицательного полюса батареи с ЭДС 12 В и пренебрежимо малым внутренним сопротивлением потребляемая мощность равна 14,4 Вт. При изменении полярности подключения батареи потребляемая мощность оказалась равной 21,6 Вт. Укажите, как течёт ток через диод и резисторы в обоих случаях, и определите сопротивления резисторов в этой цепи.



32

Колебательный контур радиоприёмника настроен на длину волны $\lambda = 2000$ м. Индуктивность катушки контура $L = 6$ мкГн, максимальный ток в ней $I_{\max} = 1,6$ мА. В контуре используется плоский воздушный конденсатор, расстояние между пластинами которого $d = 2$ мм. Чему равно максимальное значение напряжённости электрического поля в конденсаторе в процессе колебаний?

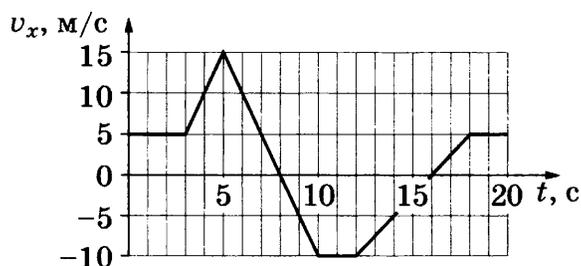
ВАРИАНТ 8

Часть 1

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

1

На рисунке приведён график зависимости проекции скорости тела v_x от времени t .

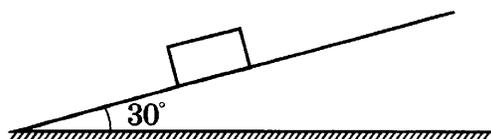


Определите проекцию ускорения этого тела a_x в момент времени 15 с.

Ответ: _____ м/с².

2

Брусок массой 1 кг покоится на наклонной плоскости, образующей угол 30° с горизонтом. Определите силу трения покоя, действующую на брусок.



Ответ: _____ Н.

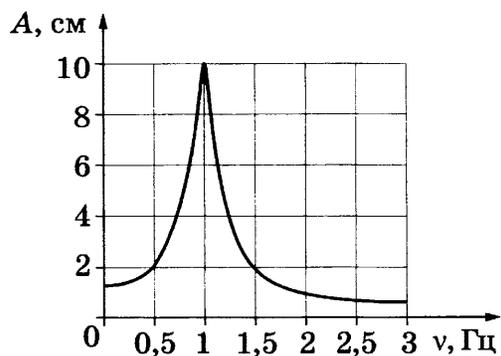
3

Отношение импульса самосвала к импульсу легкового автомобиля $\frac{p_1}{p_2} = 2$. Каково отношение их скоростей $\frac{v_1}{v_2}$, если отношение массы самосвала к массе легкового автомобиля $\frac{m_1}{m_2} = 12,5$?

Ответ: _____.

4 На рисунке изображена зависимость амплитуды установившихся колебаний маятника от частоты вынуждающей силы (резонансная кривая).

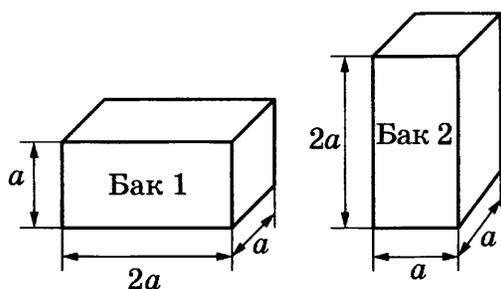
Определите амплитуду установившихся вынужденных колебаний маятника при резонансе.



Ответ: _____ см.

5 На полу лифта расположены два одинаковых металлических бака, в которые доверху налита вода (см. рисунок).

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



- 1) Давление воды на дно первого бака в 2 раза больше, чем у второго.
- 2) Первый бак давит на пол лифта с силой, в 2 раза большей, чем второй.
- 3) Силы давления воды на дно первого и второго баков одинаковы.
- 4) Первый бак оказывает на пол лифта в 2 раза меньшее давление, чем второй.
- 5) Если лифт начнёт движение вверх с ускорением 1 м/с^2 , давление воды на дно баков уменьшится на 10%.

Ответ:

6 Мальчик бросил стальной шарик вверх под углом к горизонту. Пренебрегая сопротивлением воздуха, определите, как меняются по мере приближения к земле модуль ускорения шарика и горизонтальная составляющая его скорости.

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.

Модуль ускорения шарика	Горизонтальная составляющая скорости шарика

7

Один конец лёгкой пружины жёсткостью k прикреплен к бруску, а другой закреплён неподвижно. Брусок скользит по горизонтальной направляющей так, что его координата изменяется со временем по закону $x(t) = A \sin \omega t$.

Установите соответствие между физическими величинами и формулами, выражающими их зависимость 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) проекция $F_x(t)$ равнодействующей силы на ось x

ФОРМУЛЫ

- 1) $-kA \sin \omega t$
 2) $-kA^2 \sin^2 \omega t$
 3) $kA^2 \sin \omega t$
 4) $\frac{kA^2}{2} \sin^2 \omega t$

Ответ:

А	Б

8

В сосуде содержится аргон под давлением 200 кПа. Концентрацию аргона уменьшили в 2 раза, а среднюю кинетическую энергию его молекул увеличили в 5 раз. Определите установившееся давление газа.

Ответ: _____ кПа.

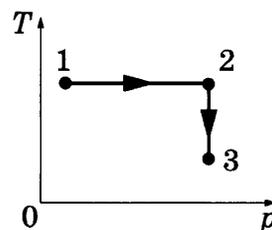
9

Кусок алюминия массой 5 кг нагрели от 20 °С до 100 °С. Какое количество теплоты было затрачено на его нагрев?

Ответ: _____ кДж.

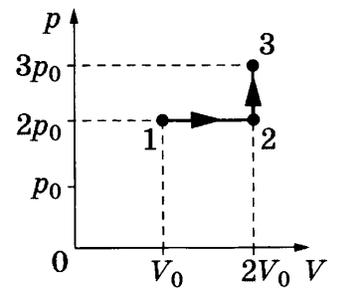
10

Идеальный одноатомный газ участвует в процессе 1–2–3, показанном на рисунке (T — абсолютная температура газа, p — давление газа). Масса газа в ходе процесса не меняется. В процессе 1–2 газ отдает количество теплоты, равное 20 кДж. Какую работу совершают над газом в процессе 1–2 внешние силы?



Ответ: _____ кДж.

11 Идеальный газ перевели из состояния 1 в состояние 3 так, как показано на графике зависимости давления p газа от объёма V . Количество вещества газа при этом не менялось.



Из приведённого ниже списка выберите *два* правильных утверждения, характеризующие процессы на графике.

- 1) Абсолютная температура газа минимальна в состоянии 2.
- 2) В процессе 1–2 абсолютная температура газа уменьшилась в 2 раза.
- 3) В процессе 2–3 абсолютная температура газа уменьшилась в 1,5 раза.
- 4) Плотность газа максимальна в состоянии 1.
- 5) В ходе процесса 1–2–3 среднеквадратичная скорость теплового движения молекул газа увеличилась в $\sqrt{3}$ раза.

Ответ:

12 Температуру нагревателя тепловой машины Карно увеличили, оставив температуру холодильника прежней. Количество теплоты, отданное газом холодильнику за цикл, не изменилось. Как изменились при этом КПД тепловой машины и количество теплоты, полученное газом за цикл от нагревателя?

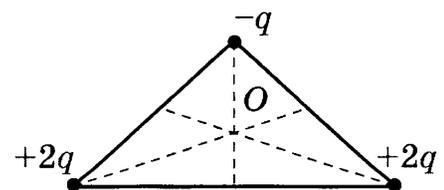
Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

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

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

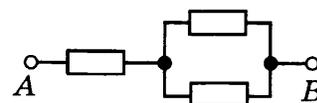
КПД тепловой машины	Количество теплоты, полученное газом от нагревателя за цикл работы

13 В вершинах равнобедренного треугольника расположены точечные заряды $+2q > 0$, $-q$ и $+2q$ (см. рисунок). Куда направлен относительно рисунка (*вверх, вниз, влево, вправо, от наблюдателя, к наблюдателю*) вектор напряженности результирующего электростатического поля в точке O — точке пересечения медиан треугольника?



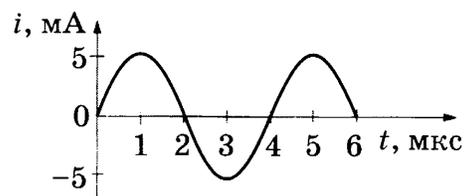
Ответ: _____.

- 14 Определите сопротивление участка цепи, изображённого на схеме, между точками A и B , если сопротивление каждого резистора равно $10\ \text{Ом}$.



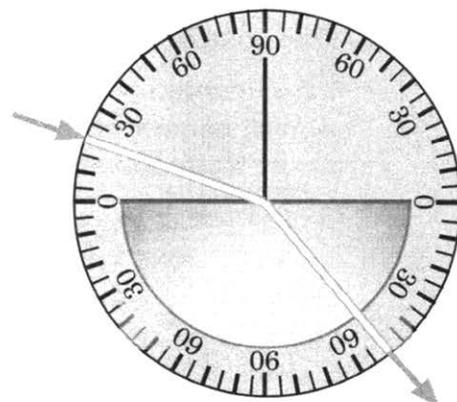
Ответ: _____ Ом.

- 15 На рисунке приведён график зависимости силы тока i от времени t при свободных гармонических колебаниях в колебательном контуре. Каким станет период свободных колебаний в контуре, если катушку индуктивности в этом контуре заменить на другую катушку, индуктивность которой в 9 раз больше?



Ответ: _____ мкс.

- 16 Школьник, изучая законы геометрической оптики, провёл опыт по преломлению света (см. рисунок). Для этого он направил узкий пучок света на стеклянную пластину. Пользуясь приведённой таблицей, выберите из приведённого ниже списка **два** правильных утверждения, описывающих наблюдаемое явление.



угол α	20°	40°	50°	70°
$\sin \alpha$	0,34	0,64	0,78	0,94

- 1) Угол падения равен 20° .
- 2) Показатель преломления стекла равен примерно $1,88$.
- 3) Угол преломления равен 40° .
- 4) В стекле скорость света меньше, чем в воздухе.
- 5) Угол отражения равен 20° .

Ответ:

- 17 Неразветвлённая электрическая цепь постоянного тока состоит из источника тока и подключённого к его выводам внешнего резистора. Как изменятся при увеличении сопротивления резистора внутреннее сопротивление источника ЭДС и напряжение на клеммах источника?

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.

Внутреннее сопротивление источника ЭДС	Напряжение на клеммах источника

18

Протон массой m и зарядом q движется перпендикулярно линиям индукции однородного магнитного поля \vec{B} по окружности со скоростью v . Действием силы тяжести пренебречь.

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.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) модуль силы Лоренца, действующей на протон
- Б) радиус окружности, по которой движется протон

ФОРМУЛЫ

- 1) $\frac{2\pi m}{qB}$
- 2) qvB
- 3) $\frac{mv}{qB}$
- 4) $\frac{qvB}{m}$

Ответ:

А	Б

19

Радиоактивный изотоп висмута ${}_{83}^{212}\text{Bi}$ претерпевает электронный β -распад. Укажите число протонов и число нейтронов в образовавшемся ядре.

Число протонов	Число нейтронов

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

- 20 Фиолетовый свет ($\lambda = 400 \text{ нм}$) переходит из воздуха в воду с показателем преломления 1,33. Определите отношение энергии фотона в воздухе к его энергии в воде.

Ответ: _____.

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

Как изменяются длина световой волны и запирающее напряжение при переходе от первой серии опытов ко второй? Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

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

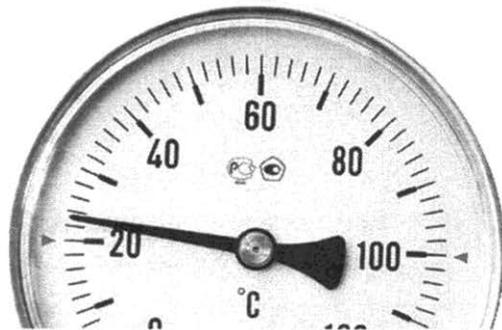
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Длина световой волны, падающей на фотоэлемент	Запирающее напряжение

- 22 На производстве измеряли температуру воды. Показания термометра приведены на фотографии. Погрешность измерения температуры равна цене деления термометра. Чему равна температура воды по результатам этих измерений?

Запишите в ответ показания термометра с учётом погрешности измерений.

Ответ: (_____ \pm _____) °С.



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

23

Ученик изучает силу Архимеда, действующую на тела, полностью погружённые в жидкость. В его распоряжении имеются пять установок, состоящие из ёмкостей с различными жидкостями и сплошных шариков разного объёма, сделанных из разного материала (см. таблицу). Какие две установки необходимо использовать ученику для того, чтобы на опыте обнаружить зависимость силы Архимеда от плотности жидкости, в которую погружено тело?

№ установки	Жидкость, налитая в ёмкость	Объём шарика, см ³	Материал, из которого сделан шарик
1	керосин	30	сталь
2	вода	20	сталь
3	керосин	20	алюминий
4	подсолнечное масло	30	сталь
5	вода	30	алюминий

В ответ запишите номера выбранных установок.

Ответ:

24

Рассмотрите таблицу, содержащую характеристики некоторых спутников планет Солнечной системы.

Название спутника	Радиус спутника, км	Радиус орбиты, тыс. км	Средняя плотность, г/см ³	Вторая космическая скорость, м/с	Планета
Луна	1737	384,4	3,35	2038	Земля
Фобос	около 12	9,38	2,20	11	Марс
Ио	1815	422,6	3,57	2560	Юпитер
Европа	1569	670,9	2,97	2040	Юпитер
Каллисто	2400	1883	1,86	2420	Юпитер
Титан	2575	1221,9	1,88	2640	Сатурн
Оберон	761	587,0	1,50	770	Уран
Тритон	1350	355,0	2,08	1450	Нептун

Выберите **два** утверждения, которые соответствуют характеристикам спутников планет.

- 1) Первая космическая скорость для Оберона составляет примерно 0,54 км/с.
- 2) Ускорение свободного падения на Каллисто равно 24,20 м/с².
- 3) Масса Тритона меньше массы Европы.
- 4) Оберон находится на таком же расстоянии от поверхности Урана, как и Фобос — от поверхности Марса.
- 5) Объём Оберона в 2 раза меньше объёма Тритона.

Ответ:

Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25

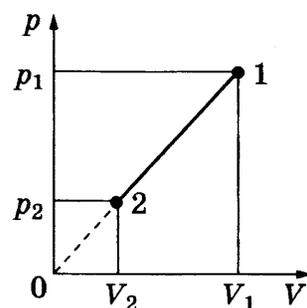
Груз массой 0,4 кг подвешен на пружине жёсткостью 100 Н/м к потолку лифта. Лифт из состояния покоя равноускоренно поднимается вверх на расстояние 5 м в течение 2 с. Каково удлинение пружины при неподвижном относительно лифта грузе?

Ответ: _____ см.

26

На рисунке изображён процесс, происходящий с 1 моль гелия. Максимальное давление газа $p_1 = 450$ кПа, максимальный объём $V_1 = 30$ л, а минимальный $V_1 = 10$ л. Какую работу совершают внешние силы над гелием при переходе из состояния 1 в состояние 2?

Ответ: _____ кДж.



27

Максимальная кинетическая энергия электронов, вылетающих из металла под действием света, равна 1,2 эВ. Если увеличить частоту падающего света в 2 раза, то максимальная кинетическая энергия электронов, вылетающих из этого же металла, станет равной 3,95 эВ. Определите работу выхода электронов с поверхности металла.

Ответ: _____ эВ.

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

Для записи ответов на задания (28–32) используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

28

Воспользовавшись оборудованием, представленным на рис. 1, учитель собрал модель плоского конденсатора (рис. 2), зарядил нижнюю пластину положительным зарядом, а корпус электрометра заземлил. Соединённая с корпусом электрометра верхняя пластина конденсатора приобрела отрицательный заряд, равный по модулю заряду нижней пластины. После этого учитель сместил одну пластину относительно другой, не изменяя расстояния между ними (рис. 3). Как изменились при этом показания электрометра (увеличились, уменьшились, остались прежними)? Ответ поясните, указав, какие явления и закономерности Вы использовали для объяснения. Показания электрометра в данном опыте прямо пропорциональны разности потенциалов между пластинами конденсатора.

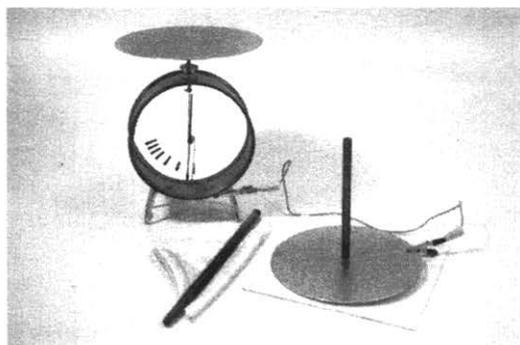


Рис. 1



Рис. 2



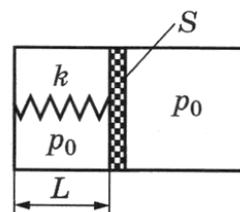
Рис. 3

Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

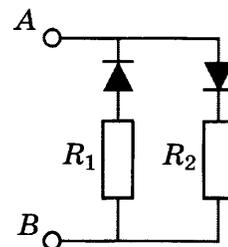
29

Пластиковый шарик в момент $t = 0$ бросают с горизонтальной поверхности земли с некоторой начальной скоростью под углом α к горизонту. Одновременно с некоторой высоты над поверхностью земли начинает падать из состояния покоя другой такой же шарик. Шарик абсолютно неупруго сталкиваются в воздухе. Сразу после столкновения скорость шариков направлена горизонтально. В момент времени τ шарик падает на землю. Какова начальная скорость \vec{v}_0 шарика, брошенного под углом к горизонту? Сопротивлением воздуха пренебречь.

- 30** В горизонтальном цилиндре с гладкими стенками под массивным поршнем с площадью S находится одноатомный идеальный газ. Поршень соединён с основанием цилиндра пружиной с жёсткостью k . В начальном состоянии давление газа в цилиндре равно внешнему атмосферному давлению p_0 (см. рисунок). После того, как газу было передано количество теплоты Q , поршень медленно переместился вправо на расстояние b . Определите расстояние L между поршнем и основанием цилиндра в начальном состоянии.



- 31** В цепи, изображённой на рисунке, сопротивление диодов в прямом направлении пренебрежимо мало, а в обратном многократно превышает сопротивление резисторов. При подключении к точке A положительного, а к точке B отрицательного полюса батареи с ЭДС 12 В и пренебрежимо малым внутренним сопротивлением, потребляемая мощность равна 7,2 Вт. При изменении полярности подключения батареи потребляемая мощность оказалась равной 14,4 Вт.



Укажите условия протекания тока через диоды и резисторы в обоих случаях и определите сопротивление резисторов в этой цепи.

- 32** Колебательный контур радиоприёмника настроен на длину волны $\lambda = 500$ м. Индуктивность катушки контура $L = 3$ мкГн. В контуре используется плоский воздушный конденсатор, расстояние между пластинами которого $d = 1$ мм. Максимальная напряжённость электрического поля конденсатора в ходе колебаний $E_{\max} = 3$ В/м. Каков максимальный ток в катушке индуктивности?

ВАРИАНТ 9

Часть 1

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

1 Координата тела x меняется с течением t времени согласно закону $x = 4 + 3t - 5t^2$, где все величины выражены в СИ. Определите проекцию ускорения a_x этого тела.

Ответ: _____ м/с².

2 Камень массой 200 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 Шарик массой 100 г падает с высоты 10 м с нулевой начальной скоростью. К моменту падения на землю потеря полной механической энергии за счёт сопротивления воздуха составила 10%. Какова кинетическая энергия шарика в этот момент?

Ответ: _____ Дж.

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

Ответ: _____ Н.

5 В таблице представлены данные о положении шарика, колеблющегося вдоль оси Ox , в различные моменты времени.

t , с	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	2	5	10	13	15	13	10	5	2	0	-2	-5	-10	-13	-15	-13

Из приведённого ниже списка выберите **два** правильных утверждения, описывающих наблюдаемое явление.

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

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:

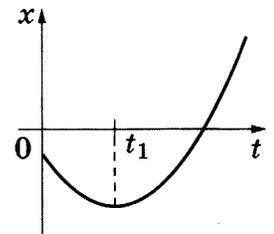
- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

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

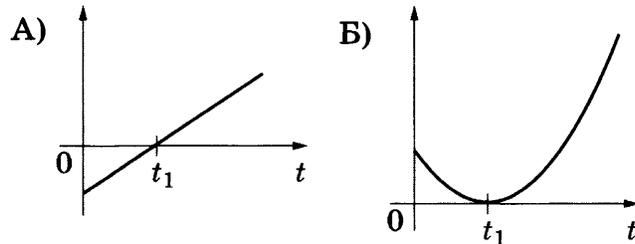
Центростремительное ускорение	Период обращения вокруг Земли

7

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

Температура гелия увеличилась с $27\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $327\text{ }^{\circ}\text{C}$. Во сколько раз увеличилась средняя кинетическая энергия теплового движения его молекул?

Ответ: в _____ раз(а).

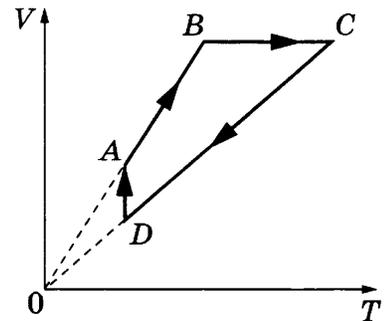
9 Относительная влажность воздуха при температуре $100\text{ }^\circ\text{C}$ равна 60% . Определите парциальное давление водяных паров, содержащихся в воздухе.

Ответ: _____ кПа.

10 Тепловая машина с КПД 30% за цикл работы отдаёт холодильнику количество теплоты, равное 70 Дж . Какое количество теплоты машина получает за цикл от нагревателя?

Ответ: _____ Дж.

11 На рисунке показан график циклического процесса, проведённого с одноатомным идеальным газом, в координатах $V-T$, где V — объём газа, T — абсолютная температура газа. Количество вещества газа постоянно.

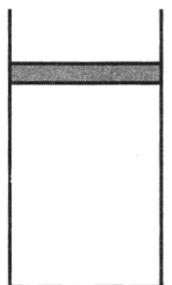


Из приведённого ниже списка выберите **два** правильных утверждения, характеризующие процессы на графике.

- 1) Газ за цикл не совершает работу.
- 2) Давление газа в процесс AB постоянно, при этом внешние силы над газом совершают 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 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 объём газа и сила, действующая на поршень со стороны газа?



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

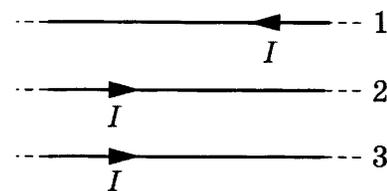
- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

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

Объём газа	Сила, действующая на поршень со стороны газа

13

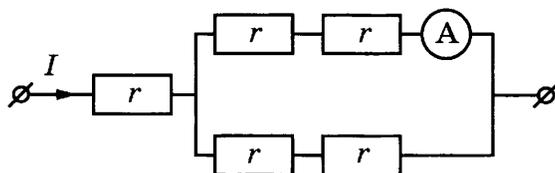
Как направлена относительно рисунка (*вверх, вниз, влево, вправо, от наблюдателя, к наблюдателю*) сила Ампера, действующая на проводник № 2 со стороны двух других (см. рисунок), если все проводники тонкие, длинные, прямые, лежат в одной плоскости, параллельны друг другу и расстояния между соседними проводниками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



Ответ: _____.

14

Через участок цепи (см. рисунок) течёт постоянный ток $I = 6$ А. Чему равна сила тока, которую показывает амперметр? Сопротивлением амперметра пренебречь.



Ответ: _____ А.

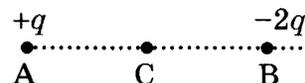
15

Луч света падает на плоское зеркало. Угол падения равен 30° . Чему равен угол между падающим и отражённым лучами?

Ответ: _____ градусов.

16

Две маленькие закреплённые бусинки, расположенные в точках А и В, несут на себе заряды $+q > 0$ и $-2q$ соответственно (см. рисунок).



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

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

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 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) $1 \cdot \cos\left(5000t + \frac{\pi}{2}\right)$
- 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

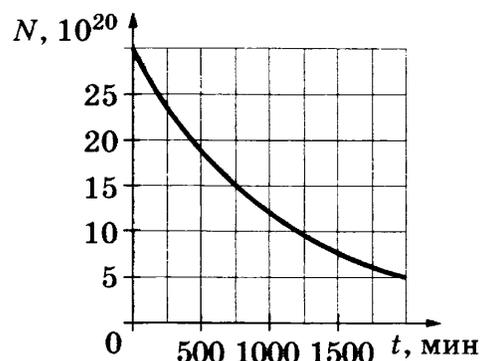
19

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

Число протонов	Число нейтронов

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

- 20 Дан график зависимости числа нераспавшихся ядер висмута $^{203}_{83}\text{Bi}$ от времени. Чему равен период полураспада этого изотопа висмута?



Ответ: _____ мин.

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

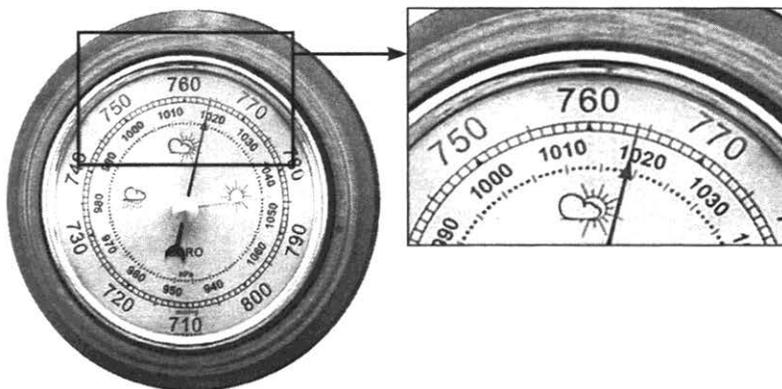
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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



Запишите в ответ показания барометра с учётом погрешности измерений.

Ответ: (_____ \pm _____) кПа.

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

23

Необходимо собрать экспериментальную установку, с помощью которой можно определить плотность алюминия. Для этого школьник взял стакан с водой и алюминиевый цилиндр с крючком. Какие *две* позиции из приведённого ниже перечня оборудования необходимо дополнительно использовать для проведения этого эксперимента?

- 1) электронные весы
- 2) мензурка
- 3) секундомер
- 4) термометр
- 5) пружина

В ответ запишите номера выбранного оборудования.

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	2,37	3,63	0,091	$3,0 \cdot 10^{20}$
Эвномия	136	2,65	4,30	0,185	$8,3 \cdot 10^{18}$
Церера	466	2,78	4,60	0,077	$8,7 \cdot 10^{20}$
Паллада	261	2,78	4,61	0,235	$3,2 \cdot 10^{20}$
Юнона	123	2,68	4,36	0,256	$2,8 \cdot 10^{19}$
Геба	100	2,42	3,76	0,202	$1,4 \cdot 10^{19}$
Аквитания	54	2,79	4,53	0,238	$1,1 \cdot 10^{18}$

* 1 а.е. составляет 150 млн км.

** 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 *два* утверждения, которые соответствуют характеристикам астероидов.

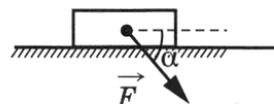
- 1) Астероид Геба вращается по более «вытянутой» орбите, чем астероид Веста.
- 2) Большие полуоси орбит астероидов Церера и Паллада одинаковы, значит, они движутся по одной орбите друг за другом.
- 3) Средняя плотность астероида Церера составляет 400 кг/м^3 .
- 4) Первая космическая скорость для астероида Юнона составляет более 8 км/с .
- 5) Орбита астероида Аквитания находится между орбитами Марса и Юпитера.

Ответ:

Часть 2

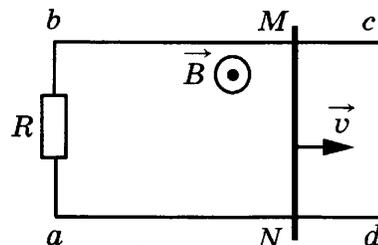
Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

- 25 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 $F = 2,7 \text{ Н}$? Ответ округлите до десятых.



Ответ: _____ кг.

- 26 По параллельным проводникам bc и ad , находящимся в магнитном поле с индукцией $B = 0,4 \text{ Тл}$, скользит проводящий стержень MN , который находится в контакте с проводниками (см. рисунок). Расстояние между проводниками $l = 20 \text{ см}$. Слева проводники замкнуты резистором с сопротивлением $R = 2 \text{ Ом}$. Сопротивление стержня и проводников пренебрежимо мало. При движении стержня через резистор R протекает ток $I = 40 \text{ мА}$. С какой скоростью движется проводник? Считать, что вектор \vec{B} перпендикулярен плоскости рисунка.



Ответ: _____ м/с.

- 27 В двух идеальных колебательных контурах с одинаковой индуктивностью происходят свободные электромагнитные колебания, причём период колебаний в первом контуре $9 \cdot 10^{-8} \text{ с}$, во втором $3 \cdot 10^{-8} \text{ с}$. Во сколько раз амплитудное значение силы тока во втором контуре больше, чем в первом, если максимальный заряд конденсаторов в обоих случаях одинаков?

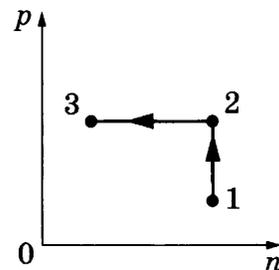
Ответ: в _____ раз(а).

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

Для записи ответов на задания (28–32) используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

28

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



Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

29

От груза, неподвижно висящего на невесомой пружине жёсткостью $k = 400$ Н/м, отделился с начальной скоростью, равной нулю, его фрагмент. После этого при возникших колебаниях оставшаяся часть груза поднималась на максимальную высоту $h = 3$ см относительно первоначального положения. Какова масса m отделившегося от груза фрагмента?

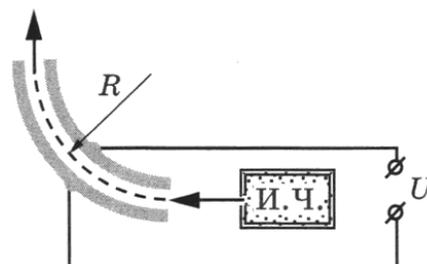


30

Давление влажного воздуха в сосуде под поршнем при температуре $t = 100$ °С равно $p_1 = 1,8 \cdot 10^5$ Па. Объём 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.

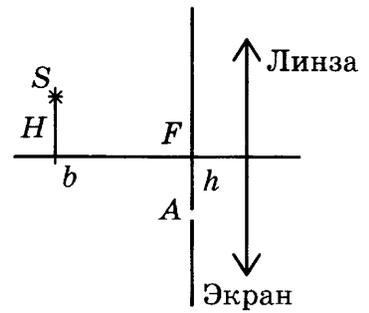
31

На рисунке показана схема устройства для предварительного отбора заряженных частиц из источника частиц (и.ч.) для последующего детального исследования. Устройство представляет собой конденсатор, пластины которого изогнуты дугой радиусом R . Предположим, что в промежутке между обкладками конденсатора, не касаясь их, пролетают молекулы интересующего нас вещества, потерявшие один электрон. Во сколько раз нужно изменить напряжение на обкладках конденсатора, чтобы сквозь него могли пролетать такие же ионы, но имеющие в 2 раза большую кинетическую энергию? Считать, что расстояние между обкладками конденсатора мало, напряжённость электрического поля в конденсаторе всюду одинакова по модулю, а вне конденсатора электрическое поле отсутствует. Влиянием силы тяжести пренебречь.



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 $b = 70$ см от плоскости линзы и на расстоянии $H = 5$ см от её главной оптической оси. В левой фокальной плоскости линзы находится 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 её главную оптическую ось? Дифракцией света пренебречь. Постройте рисунок, показывающий ход луча через линзу.



ВАРИАНТ 10

Часть 1

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

1

Координата тела x меняется с течением времени t согласно закону $x = 15 - 5t + 3t^2$, где все величины выражены в СИ. Определите проекцию ускорения a_x этого тела.

Ответ: _____ м/с².

2

Мячик массой 500 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

Мячик массой 200 г падает с некоторой высоты с нулевой начальной скоростью. К моменту падения на землю его кинетическая энергия равна 24 Дж. С какой высоты падал мячик, если потеря полной механической энергии за счёт сопротивления воздуха составила 20%?

Ответ: _____ м.

4

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

Ответ: _____ Н.

5

В таблице представлены данные о положении шарика, колеблющегося вдоль оси Ox , в различные моменты времени.

$t, \text{ с}$	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
$x, \text{ мм}$	0	2	5	10	13	15	13	10	5	2	0	-2	-5	-10	-13	-15	-13

Из приведённого ниже списка выберите *два* правильных утверждения, описывающих наблюдаемое явление.

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

Ответ:

- 6 В результате перехода 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?

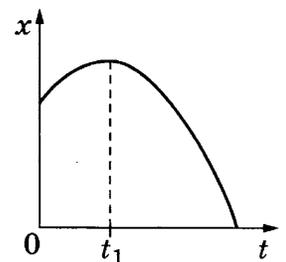
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

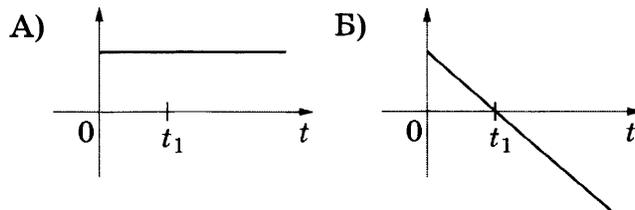
Радиус орбиты	Потенциальная энергия

- 7 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 Температура неона уменьшилась с $127\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $-23\text{ }^{\circ}\text{C}$. Во сколько раз уменьшилась средняя кинетическая энергия теплового движения его молекул?

Ответ: в _____ раз(а).

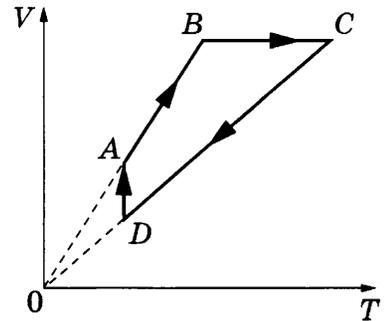
- 9 Парциальное давление водяных паров, содержащихся в воздухе при температуре $100\text{ }^{\circ}\text{C}$, равно 65 кПа . Определите относительную влажность воздуха.

Ответ: _____ %.

10 Тепловая машина с КПД 20% за цикл работы получает от нагревателя количество теплоты, равное 15 кДж. Какое количество теплоты машина отдаёт за цикл холодильнику?

Ответ: _____ кДж.

11 На рисунке показан график циклического процесса, проведённого с одноатомным идеальным газом, в координатах $V-T$, где V — объём газа, T — абсолютная температура газа. Количество вещества газа постоянно.

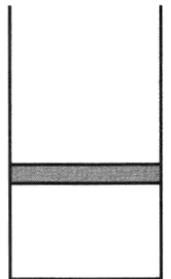


Из приведённого ниже списка выберите **два** правильных утверждения, характеризующие процессы на графике.

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

Ответ:

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



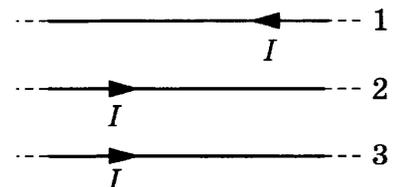
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 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

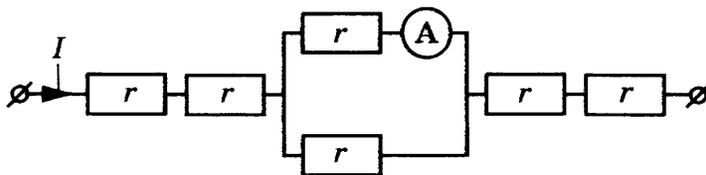
13 Как направлена относительно рисунка (*вверх, вниз, влево, вправо, от наблюдателя, к наблюдателю*) сила Ампера, действующая на проводник № 1 со стороны двух других (см. рисунок), если все проводники тонкие, длинные, прямые, лежат в одной плоскости, параллельны друг другу и расстояния между соседними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



Ответ: _____.

14

Через участок электрической цепи (см. рисунок) течёт постоянный ток $I = 5$ А. Что показывает амперметр, если сопротивление $r = 1$ Ом? Сопротивлением амперметра пренебречь.



Ответ: _____ А.

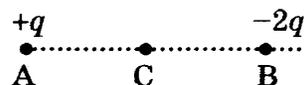
15

Луч света падает на плоское зеркало. Угол отражения равен 20° . Чему равен угол между отражённым лучом и плоскостью зеркала?

Ответ: _____ градусов.

16

Две маленькие закрепленные бусинки, расположенные в точках А и В, несут на себе заряды $+q > 0$ и $-2q$ соответственно (см. рисунок).



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

- 1) На бусинку А со стороны бусинки В действует сила Кулона, направленная горизонтально влево.
- 2) Напряженность результирующего электростатического поля в точке С направлена горизонтально влево.
- 3) Модуль силы Кулона, действующей на бусинку В, в 2 раза меньше, чем модуль силы Кулона, действующей на бусинку А.
- 4) Если бусинки соединить медной проволокой, они будут отталкиваться друг от друга.
- 5) Если бусинки соединить незаряженной стеклянной палочкой, их заряды не изменятся.

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 кинетической энергией. 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 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) напряжение $u(t)$ на конденсаторе
- Б) энергия $W_C(t)$ электрического поля конденсатора

ФОРМУЛЫ

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

Ответ:

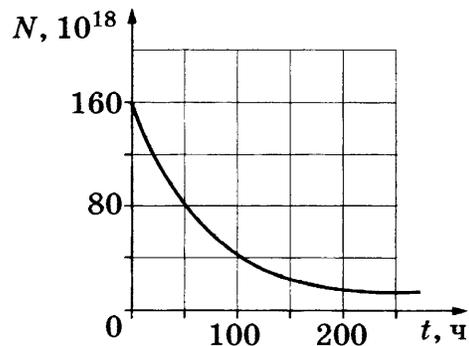
А	Б

19 Укажите число протонов и число нейтронов в ядре изотопа кремния $^{30}_{14}\text{Si}$.

Число протонов	Число нейтронов

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

20 Дан график зависимости числа нераспавшихся ядер эрбия $^{172}_{68}\text{Er}$ от времени. Чему равен период полураспада этого изотопа эрбия?



Ответ: _____ ч.

- 21 Ядро испытывает позитронный β -распад (среди продуктов распада есть позитрон ${}_{+1}^0e$). Как при этом изменяются заряд ядра и число нейтронов в ядре?

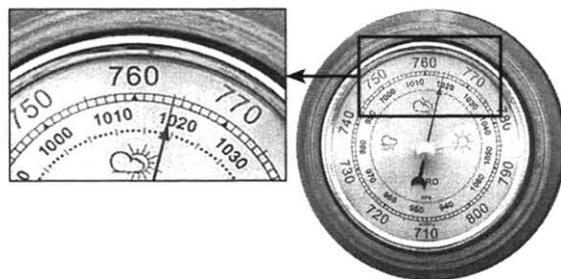
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 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 С помощью барометра проводились измерения атмосферного давления. Верхняя шкала барометра проградуирована в мм рт. ст., а нижняя шкала — в гектопаскалях (гПа). Погрешность измерений давления равна цене деления шкалы барометра. Чему равно атмосферное давление по результатам этих измерений (в мм рт. ст.)?



Запишите в ответ показания барометра с учётом погрешности измерений.

Ответ: (_____ \pm _____) мм рт. ст.

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

- 23 Необходимо собрать экспериментальную установку, с помощью которой можно определить плотность меди. Для этого школьник взял стакан с водой и медный цилиндр с крючком. Какие **две** позиции из приведённого ниже перечня оборудования необходимо дополнительно использовать для проведения этого эксперимента?

- 1) пружина
- 2) мензурка
- 3) динамометр
- 4) термометр
- 5) секундомер

В ответ запишите номера выбранного оборудования.

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	2,37	3,63	0,091	$3,0 \cdot 10^{20}$
Эвномия	136	2,65	4,30	0,185	$8,3 \cdot 10^{18}$
Церера	466	2,78	4,60	0,077	$8,7 \cdot 10^{20}$
Паллада	261	2,78	4,61	0,235	$3,2 \cdot 10^{20}$
Юнона	123	2,68	4,36	0,256	$2,8 \cdot 10^{19}$
Геба	100	2,42	3,76	0,202	$1,4 \cdot 10^{19}$
Аквитания	54	2,79	4,53	0,238	$1,1 \cdot 10^{18}$

* 1 а.е. составляет 150 млн км.

** 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 **два** утверждения, которые соответствуют характеристикам астероидов.

- 1) Вторая космическая скорость для астероида Веста составляет больше 11 км/с.
- 2) Орбита астероида Паллада находится между орбитами Марса и Юпитера.
- 3) Астероид Юнона вращается по более «вытянутой» орбите, чем астероид Церера.
- 4) Астероид Геба движется по орбите Земли и представляет астероидную опасность.
- 5) Средняя плотность астероида Аквитания составляет 700 кг/м^3 .

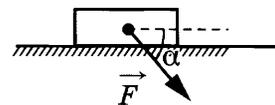
Ответ:

Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25

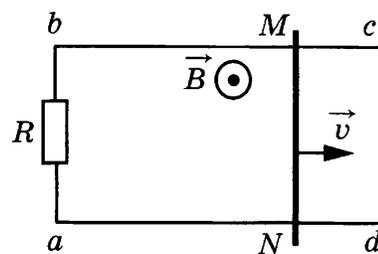
Брусок массой $0,5 \text{ кг}$ движется по горизонтальной плоскости прямолинейно с постоянным ускорением 1 м/с^2 под действием постоянной силы \vec{F} , равной по модулю 2 Н и направленной вниз под углом 30° к горизонту (см. рисунок). Определите коэффициент трения бруска о плоскость. Ответ округлите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



Ответ: _____.

26

По параллельным проводникам bc и ad , находящимся в магнитном поле с индукцией $B = 0,5$ Тл, скользит с постоянной скоростью $v = 2$ м/с проводящий стержень MN , который находится в контакте с проводниками (см. рисунок). Расстояние между проводниками $l = 20$ см. Слева проводники замкнуты резистором с сопротивлением $R = 2$ Ом. Сопротивление стержня и проводников пренебрежимо мало. Какова сила тока через резистор R при движении стержня? Считать, что вектор \vec{B} перпендикулярен плоскости рисунка.



Ответ: _____ А.

27

В двух идеальных колебательных контурах с одинаковыми конденсаторами происходят свободные электромагнитные колебания, причём период колебаний в первом контуре $8 \cdot 10^{-8}$ с, во втором $2 \cdot 10^{-8}$ с. Во сколько раз амплитудное значение напряжения на конденсаторе во втором контуре меньше, чем в первом, если максимальная сила тока в обоих случаях одинакова?

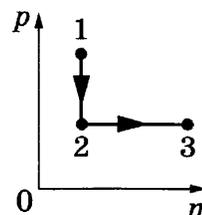
Ответ: в _____ раз(а).

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

Для записи ответов на задания (28–32) используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

28

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



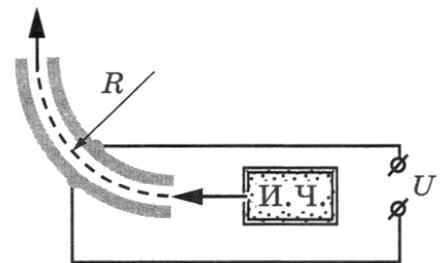
Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

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

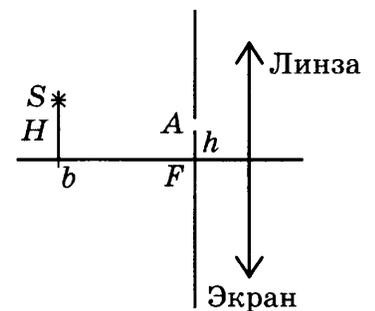


30 Давление влажного воздуха в сосуде под поршнем при температуре $t = 100$ °С равно $p_1 = 1,7 \cdot 10^5$ Па. Объём под поршнем изотермически уменьшили в $k = 3$ раза. При этом давление в сосуде увеличилось в $n = 2$ раза. Найдите относительную влажность φ воздуха в первоначальном состоянии. Утечкой вещества из сосуда пренебречь.

31 На рисунке показана схема устройства для предварительного отбора заряженных частиц для последующего детального исследования. Устройство представляет собой конденсатор, пластины которого изогнуты дугой радиусом $R \approx 50$ см. Предположим, что в промежуток между обкладками конденсатора из источника заряженных частиц (и.ч.) влетают ионы, как показано на рисунке. Напряжённость электрического поля в конденсаторе по модулю равна 5 кВ/м. Скорость ионов равна 10^5 м/с. При каком значении отношения заряда к массе ионы пролетят сквозь конденсатор, не коснувшись его пластин? Считать, что расстояние между обкладками конденсатора мало, напряжённость электрического поля в конденсаторе всюду одинакова по модулю, а вне конденсатора электрическое поле отсутствует. Влиянием силы тяжести пренебречь.



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 её главной оптической оси. В левой фокальной плоскости линзы находится 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 её главную оптическую ось на расстоянии $x = 16$ см от плоскости линзы. Найдите величину H . Дифракцией света пренебречь. Постройте рисунок, показывающий ход луча через линзу.



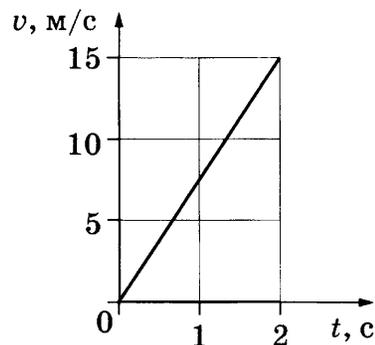
ВАРИАНТ 11

Часть 1

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

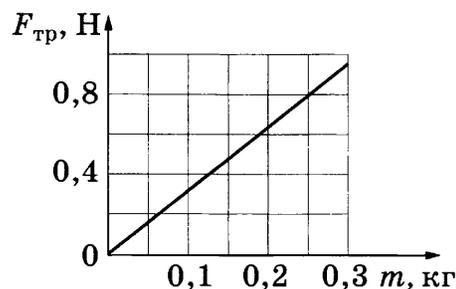
- 1 Используя график зависимости модуля скорости тела от времени (см. рисунок), определите ускорение прямолинейно движущегося тела в момент времени $t = 1$ с.

Ответ: _____ м/с².



- 2 При исследовании зависимости силы трения скольжения $F_{\text{тр}}$ деревянного бруска по горизонтальной поверхности стола от массы m бруска получен график, представленный на рисунке. Чему равен коэффициент трения бруска по поверхности стола?

Ответ: _____.



- 3 Легковой автомобиль и грузовик движутся по мосту. Масса легкового автомобиля $m = 1000$ кг. Какова масса грузовика, если отношение значений потенциальной энергии грузовика и легкового автомобиля относительно уровня воды равно 4?

Ответ: _____ кг.

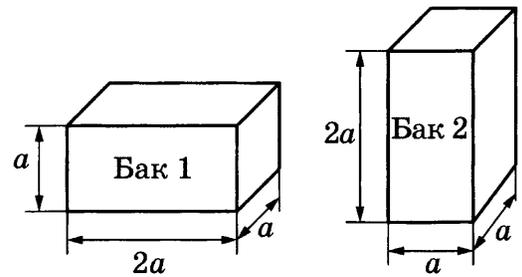
- 4 Груз массой 200 г, подвешенный на пружине, совершает свободные вертикальные колебания с частотой 4 Гц. С какой частотой будет совершать такие колебания груз 50 г, если его подвесить на ту же пружину?

Ответ: _____ Гц.

5

На полу лифта расположены два одинаковых металлических бака, в которых доверху налито подсолнечное масло (см. рисунок).

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



- 1) Давление масла на дно первого бака в 2 раза больше, чем на дно второго.
- 2) Оба бака давят на пол лифта с одинаковой силой.
- 3) Силы давления масла на дно первого и второго баков одинаковы.
- 4) Оба бака оказывают на пол лифта одинаковое давление.
- 5) Если лифт начнёт движение вниз с ускорением 3 м/с^2 , давление масла на дно баков увеличится на 30 %.

Ответ:

--	--

6

Высота полёта по круговой орбите искусственного спутника над Землёй уменьшилась с 400 до 300 км. Как изменились в результате этого кинетическая энергия спутника и период его обращения?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

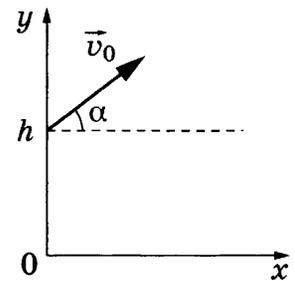
- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

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

Кинетическая энергия	Период обращения

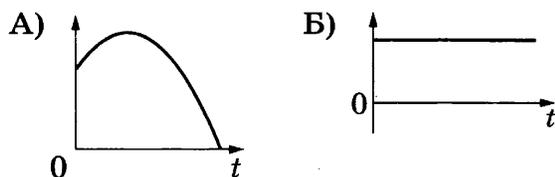
7

В момент $t = 0$ мячик бросают с начальной скоростью \vec{v}_0 под углом α к горизонту с балкона высотой h (см. рисунок). Сопротивлением воздуха пренебречь. Графики А и Б представляют собой зависимости физических величин, характеризующих движение мячика, 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 второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) координата x мячика
- 2) проекция скорости мячика на ось x
- 3) проекция ускорения мячика на ось y
- 4) координата y мячика

Ответ:

А	Б

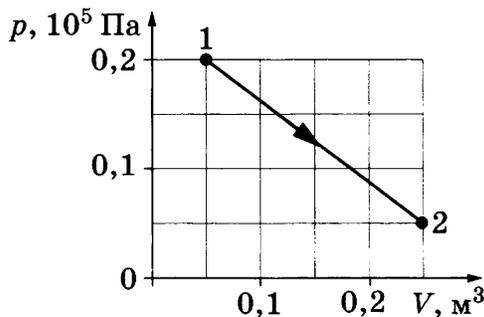
8

При уменьшении абсолютной температуры на 600 К среднеквадратичная скорость теплового движения молекул неона уменьшилась в 2 раза. Какова начальная температура газа?

Ответ: _____ К.

9

Какую работу совершил газ в процессе, изображённом на pV -диаграмме (см. рисунок)?



Ответ: _____ кДж.

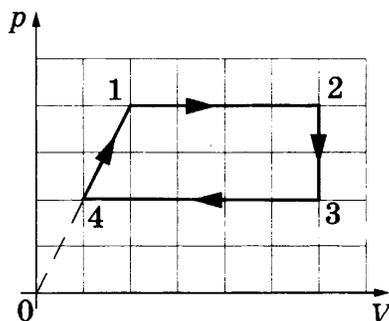
10

Определите, каково должно быть примерное отношение масс $\frac{m_{\text{Fe}}}{m_{\text{Al}}}$ железного и алюминиевого тел, чтобы при получении одного и того же количества теплоты они нагрелись на одно и то же число градусов. Ответ округлите до целых.

Ответ: _____.

11

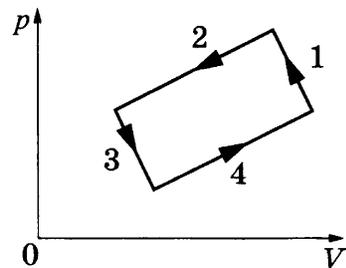
Один моль идеального одноатомного газа совершает циклический процесс 1–2–3–4–1, график которого показан на рисунке в координатах p – V . Из предложенного ниже списка выберите *два* правильных утверждения, описывающих этот процесс.



- 1) В процессе 1–2 газ совершает отрицательную работу.
- 2) В процессе 2–3 газу сообщают положительное количество теплоты.
- 3) В процессе 3–4 газ отдаёт положительное количество теплоты в окружающую среду.
- 4) В процессе 4–1 внутренняя энергия газа остаётся неизменной.
- 5) Работа, совершённая газом в процессе 1–2, в 1,6 раза больше работы, совершённой над газом в процессе 3–4.

Ответ:

12 На рисунке изображена диаграмма четырёх последовательных изменений состояния 2 моль идеального газа. Какие процессы связаны с наименьшими положительными значениями работы газа и работы внешних сил? Установите соответствие между такими процессами и номерами процессов на диаграмме.



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

ПРОЦЕССЫ

- А) работа газа положительна и минимальна
- Б) работа внешних сил положительна и минимальна

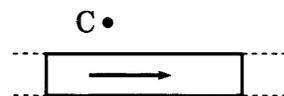
НОМЕРА ПРОЦЕССОВ

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

Ответ:

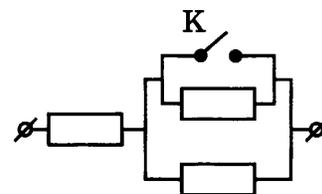
А	Б

13 На рисунке изображён длинный прямой цилиндрический проводник, по которому течёт электрический ток. Направление тока указано стрелкой. Как направлен относительно рисунка (*вверх, вниз, влево, вправо, от наблюдателя, к наблюдателю*) вектор магнитной индукции поля этого тока в точке С? Ответ запишите словом (словами).



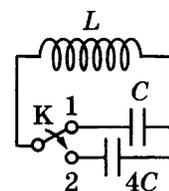
Ответ: _____.

14 Каждый из резисторов в схеме, изображённой на рисунке, имеет сопротивление 150 Ом. Каким будет сопротивление участка цепи, если ключ К замкнуть?



Ответ: _____ Ом.

15 Если ключ К находится в положении 1, то период собственных электромагнитных колебаний в контуре (см. рисунок) равен 3 мс. Насколько увеличится период собственных электромагнитных колебаний в контуре, если ключ перевести из положения 1 в положение 2?

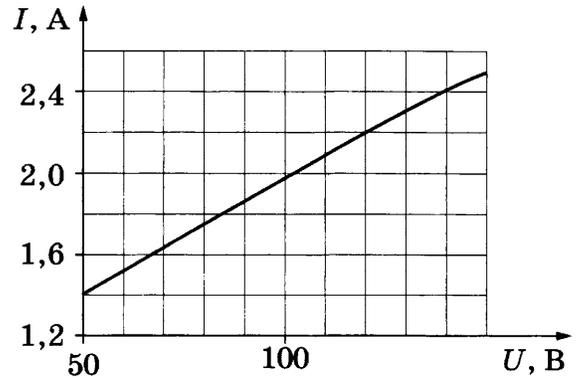
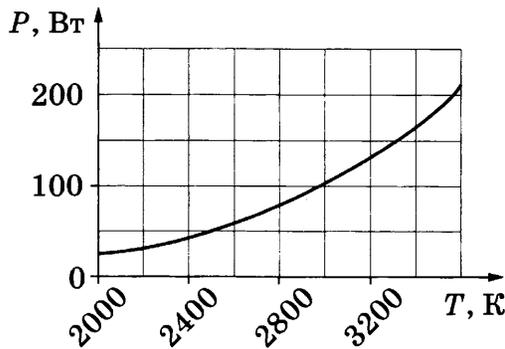


Ответ: на _____ мс.

16

При нагревании спирали лампы накаливания протекающим по ней электрическим током основная часть подводимой энергии теряется в виде теплового излучения. На рисунке изображены графики зависимости мощности тепловых потерь лампы от температуры спирали $P = P(T)$ и силы тока от приложенного напряжения $I = I(U)$.

Выберите *два* верных утверждения о физических величинах, характеризующих этот процесс.



- 1) При напряжении на лампе 80 В тепловая мощность, выделяемая на лампе, равна 80 Вт.
- 2) При мощности тепловых потерь 150 Вт температура нити накала лампы менее 3000 К.
- 3) При силе тока через лампу 2 А температура нити накала составляет около 3600 К.
- 4) С увеличением силы тока через лампу температура её спирали увеличивается.
- 5) При мощности тепловых потерь 100 Вт напряжение на лампе составляет 100 В.

Ответ:

--	--

17

Плоский конденсатор зарядили и отключили от гальванического элемента. Как изменятся при уменьшении зазора между обкладками конденсатора ёмкость конденсатора и величина заряда на его обкладках?

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

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

Ёмкость конденсатора	Величина заряда конденсатора

18 В первой экспериментальной установке отрицательно заряженная частица влетает в однородное магнитное поле так, что вектор скорости \vec{v}_0 перпендикулярен индукции магнитного поля (рис. 1). Во второй экспериментальной установке вектор скорости \vec{v}_0 такой же частицы параллелен напряжённости электрического поля (рис. 2).

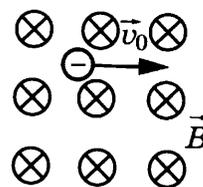


Рис. 1

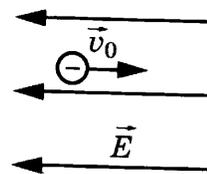


Рис. 2

Установите соответствие между экспериментальными установками и траекториями движения частиц в них.

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

ДВИЖЕНИЕ ЧАСТИЦЫ

- А) в первой установке
- Б) во второй установке

ТРАЕКТОРИЯ

- 1) прямая линия
- 2) окружность
- 3) спираль
- 4) парабола

Ответ:

А	Б

19 Определите число протонов и число нейтронов в ядре изотопа криптона $^{88}_{36}\text{Kr}$.

Ответ:

Число протонов	Число нейтронов

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

20 Какова длина волны электромагнитного излучения, в котором импульс фотонов равен $1 \cdot 10^{-27}$ кг · м/с?

Ответ: _____ нм.

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 зелёный. В каждом опыте наблюдали явление фотоэффекта и измеряли запирающее напряжение.

Как изменились частота световой волны и запирающее напряжение при переходе от первой серии опытов ко второй? 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.

Частота волны света, падающего на фотоэлемент	Запирающее напряжение

22 Ученик измерял силу тяжести, действующую на груз. Показания динамометра приведены на фотографии. Погрешность измерения равна цене деления динамометра.

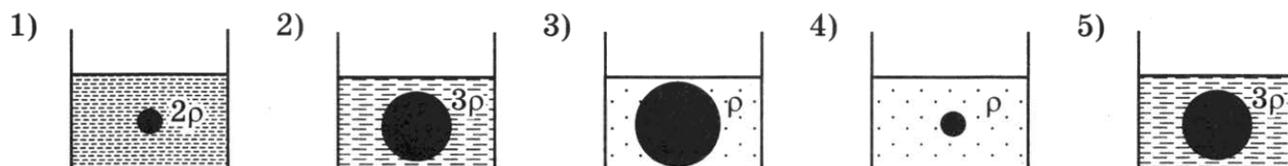
Запишите показания динамометра с учётом погрешности измерений.

Ответ: (_____ \pm _____) Н.



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

23 Ученик изучает закон Архимеда, изменяя в опытах объём погружённого в жидкость тела и плотность жидкости. Какие два опыта он должен выбрать, чтобы обнаружить зависимость архимедовой силы от объёма погружённого тела? (На рисунках указана плотность жидкости.)



Запишите в таблицу номера выбранных установок.

Ответ:

--	--

24 Используя таблицу, содержащую сведения о ярких звёздах, выполните задание.

Название звезды	Температура поверхности, К	Масса (в массах Солнца)	Радиус (в радиусах Солнца)	Созвездие, в котором находится звезда
Капелла	5200	3	2,5	Возничий
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
Эльнат	14 000	5	4,2	Телец

Выберите *два* утверждения, которые соответствуют характеристикам звёзд.

- 1) Звёзды Капелла и Менкалинан относятся к одному созвездию, значит, находятся на одинаковом расстоянии от Солнца.
- 2) Звезда Денеб является сверхгигантом.
- 3) Звёзды Альдебаран и Эльнат имеют одинаковую массу, значит, они относятся к одному и тому же спектральному классу.
- 4) Звезда Бетельгейзе относится к красным звёздам спектрального класса М.
- 5) Температура на поверхности Ригеля в 2 раза ниже, чем на поверхности Солнца.

Ответ:

Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25 Снаряд массой 2 кг, летящий со скоростью 100 м/с, разрывается на два осколка. Один из осколков летит под углом 90° к первоначальному направлению. Под каким углом к этому направлению полетит второй осколок, если его масса 1 кг, а скорость 400 м/с?

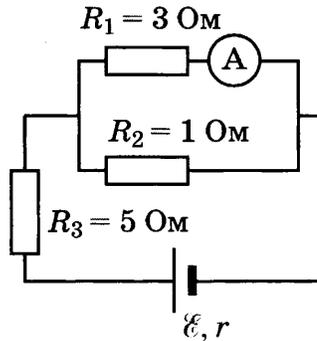
Ответ: _____ градусов.

26 При уменьшении абсолютной температуры на 600 К средняя кинетическая энергия теплового движения молекул неона уменьшилась в 4 раза. Какова начальная температура газа?

Ответ: _____ К.

27

В цепи, изображённой на рисунке, идеальный амперметр показывает 1 А. Найдите напряжение на резисторе R_3 .



Ответ: _____ В.

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

Для записи ответов на задания 28–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

28

При изучении давления света проведены два опыта с одним и тем же лазером. В первом опыте свет лазера направляется на пластинку, покрытую сажей, а во втором — на зеркальную пластинку такой же площади. В обоих опытах пластинки находятся на одинаковом расстоянии от лазера и свет падает перпендикулярно поверхности пластинок.

Как изменится сила давления света на пластинку во втором опыте по сравнению с первым? Ответ поясните, указав, какие физические закономерности Вы использовали для объяснения.

Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

29

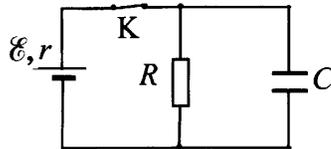
Снаряд, движущийся со скоростью \vec{v}_0 , разрывается на две равные части, одна из которых продолжает движение по направлению движения снаряда, а другая движется в противоположную сторону. В момент разрыва суммарная кинетическая энергия осколков увеличивается за счёт энергии взрыва на величину ΔE . Скорость осколка, движущегося вперёд по направлению движения снаряда, равна v_1 . Найдите массу m осколка.

30

Газонепроницаемая оболочка воздушного шара имеет массу 400 кг. Шар заполнен гелием. Он может удерживать груз массой 225 кг в воздухе на высоте, где температура воздуха 17°C , а давление 10^5 Па. Какова масса гелия в оболочке шара? Оболочка шара не оказывает сопротивления изменению объёма шара, объём груза пренебрежимо мал по сравнению с объёмом шара.

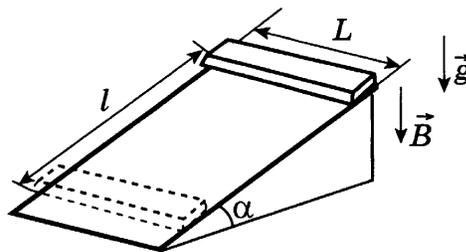
31

В электрической схеме, показанной на рисунке, ключ K замкнут. ЭДС батарейки $\mathcal{E} = 12$ В, ёмкость конденсатора $C = 0,2$ мкФ. После размыкания ключа K в результате разряда конденсатора на резисторе выделяется количество теплоты $Q = 10$ мкДж. Найдите отношение внутреннего сопротивления батарейки к сопротивлению резистора $\frac{r}{R}$.



32

Тонкий алюминиевый брусок прямоугольного сечения, имеющий длину $L = 0,5$ м, соскальзывает из состояния покоя по гладкой наклонной плоскости из диэлектрика в вертикальном магнитном поле индукцией $B = 0,1$ Тл (см. рисунок). Плоскость наклонена к горизонту под углом $\alpha = 30^\circ$. Продольная ось бруска при движении сохраняет горизонтальное направление. Найдите величину ЭДС индукции на концах бруска в момент, когда брусок пройдёт по наклонной плоскости расстояние $l = 1,6$ м.



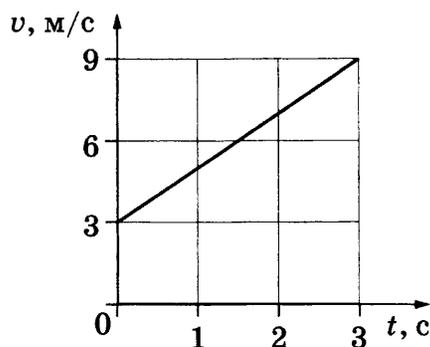
ВАРИАНТ 12

Часть 1

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

1

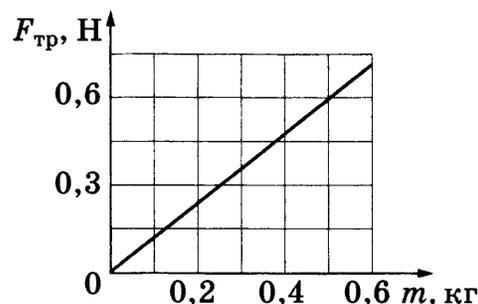
По графику зависимости модуля скорости тела от времени (см. рисунок) определите ускорение прямолинейно движущегося тела в момент времени 2 с.



Ответ: _____ м/с².

2

При исследовании зависимости силы трения скольжения $F_{\text{тр}}$ деревянного бруска по горизонтальной поверхности стола от массы m бруска получен график, представленный на рисунке. Чему равен коэффициент трения бруска по поверхности стола?



Ответ: _____.

3

Легковой автомобиль и грузовик движутся по мосту. Каково отношение массы грузовика к массе легкового автомобиля, если отношение значений их потенциальной энергии относительно уровня воды равно 3?

Ответ: _____.

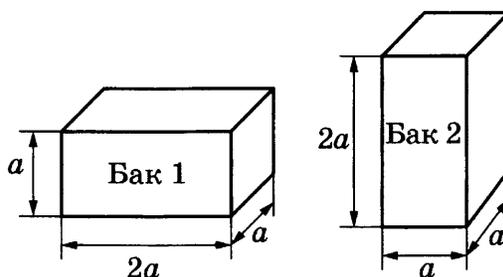
4

Груз, подвешенный на пружине жёсткостью 50 Н/м , совершает свободные вертикальные колебания с частотой 4 Гц . С какой частотой будет совершать свободные вертикальные колебания этот же груз, если его подвесить на пружину жёсткостью 200 Н/м ?

Ответ: _____ Гц.

5

На полу лифта расположены два одинаковых металлических бака, в которых доверху налита вода (см. рисунок).



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

- 1) Давление воды на дно первого бака в 4 раза меньше, чем на дно второго.
- 2) Первый бак давит на пол лифта с силой, в 2 раза меньшей, чем второй.
- 3) Сила давления воды на дно первого бака в 2 раза меньше, чем на дно второго.
- 4) Первый бак оказывает на пол лифта в 2 раза меньшее давление, чем второй.
- 5) Если лифт начнёт движение вниз с ускорением 2 м/с^2 , давление воды на дно баков уменьшится на 25 %.

Ответ:

6

Высота полёта по круговой орбите искусственного спутника над Землёй уменьшилась с 400 до 300 км . Как изменились в результате этого скорость спутника и его центростремительное ускорение?

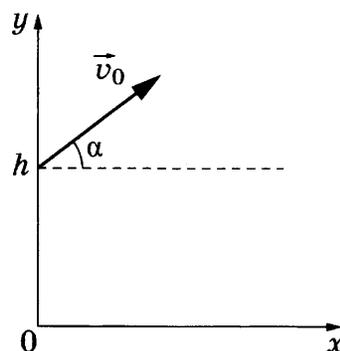
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Скорость спутника	Центростремительное ускорение спутника

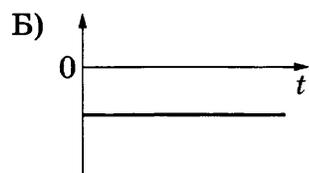
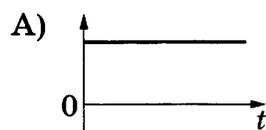
7 В момент $t = 0$ мячик бросают с начальной скоростью \vec{v}_0 под углом α к горизонту с балкона высотой h (см. рисунок). Сопротивлением воздуха пренебречь. Графики А и Б представляют собой зависимости физических величин, характеризующих движение мячика, от времени t .



Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять. (Потенциальная энергия мячика отсчитывается от уровня $y = 0$.)

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

ГРАФИКИ



Ответ:

А	Б

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

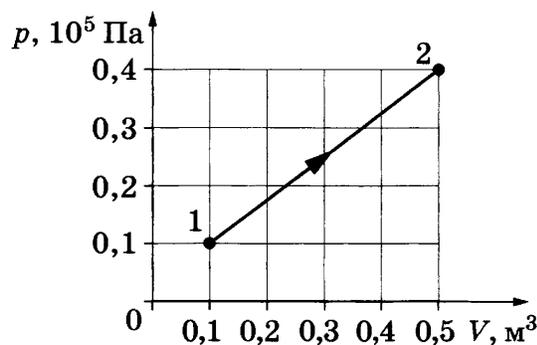
- 1) потенциальная энергия мячика
- 2) полная механическая энергия мячика
- 3) кинетическая энергия мячика
- 4) проекция ускорения мячика на ось y

8 При увеличении абсолютной температуры на 600 К среднеквадратичная скорость теплового движения молекул гелия увеличилась в 2 раза. Какова конечная температура газа?

Ответ: _____ К.

9 Какую работу совершил газ в процессе, изображённом на pV -диаграмме?

Ответ: _____ кДж.

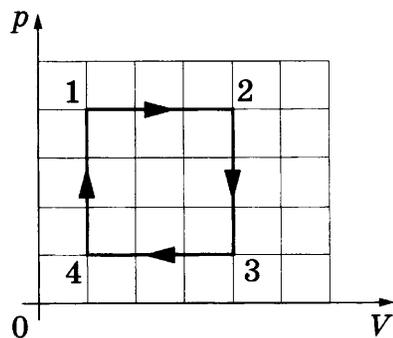


10 Алюминиевому и железному цилиндрам одинаковой массы сообщили одинаковое количество теплоты. Определите примерное отношение изменения температур этих цилиндров $\frac{\Delta t_{Al}}{\Delta t_{Fe}}$. Ответ округлите до десятых.

Ответ: _____.

11

Один моль идеального одноатомного газа совершает циклический процесс 1–2–3–4–1, график которого показан на рисунке в координатах p – V . Из предложенного ниже списка выберите **два** правильных утверждения, описывающих этот процесс.



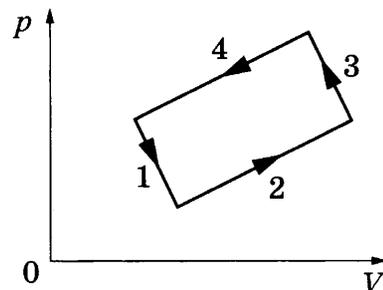
- 1) В процессе 1–2 внутренняя энергия газа увеличивается.
- 2) В процессе 2–3 газ совершает положительную работу.
- 3) В процессе 3–4 газу сообщают положительное количество теплоты.
- 4) В процессе 4–1 температура газа увеличивается в 4 раза.
- 5) Работа, совершённая газом в процессе 1–2, в 3 раза больше работы, совершённой над газом в процессе 3–4.

Ответ:

--	--

12

На рисунке изображена диаграмма четырёх последовательных изменений состояния 2 моль идеального газа. Какие процессы связаны с наименьшим положительным значением работы газа и наибольшим положительным значением работы внешних сил?



Установите соответствие между такими процессами и номерами процессов на диаграмме.

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

ПРОЦЕССЫ

- А) работа газа положительна и минимальна
- Б) работа внешних сил положительна и максимальна

НОМЕРА ПРОЦЕССОВ

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

Ответ:

А	Б

13

На рисунке изображён длинный прямой цилиндрический проводник, по которому течёт электрический ток. Направление тока указано стрелкой. Как направлен относительно рисунка (*вверх, вниз, влево, вправо, от наблюдателя, к наблюдателю*) вектор магнитной индукции поля этого тока в точке С? Ответ запишите словом (словами).

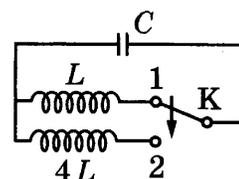


Ответ: _____.

- 14 Участок цепи состоит из четырёх последовательно соединённых резисторов, сопротивления которых равны 10 Ом, 20 Ом, 30 Ом и 40 Ом. Каким должно быть сопротивление пятого резистора, добавленного в этот участок последовательно к первым четырём, чтобы суммарное сопротивление участка увеличилось в 3 раза?

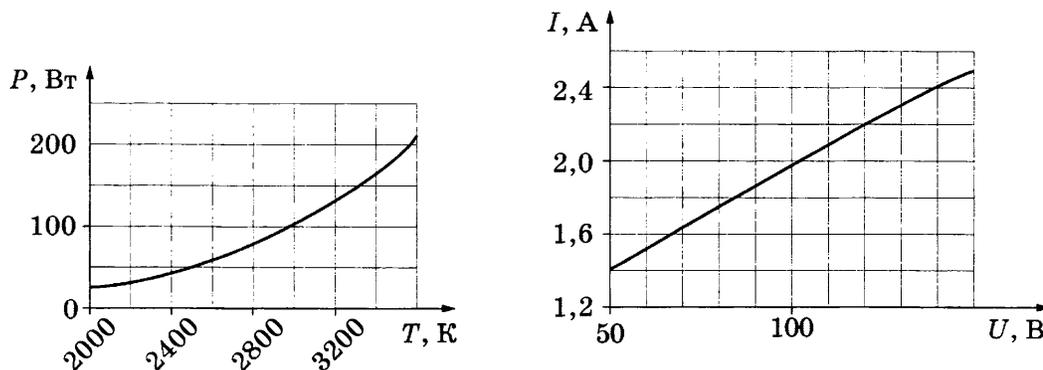
Ответ: _____ Ом.

- 15 Если ключ К находится в положении 1, то частота собственных электромагнитных колебаний в контуре (см. рисунок) равна 4 кГц. Насколько уменьшится частота собственных электромагнитных колебаний в контуре, если ключ перевести из положения 1 в положение 2?



Ответ: на _____ кГц.

- 16 При нагревании спирали лампы накаливания протекающим по ней электрическим током основная часть подводимой энергии теряется в виде теплового излучения. На рисунках изображены графики зависимости мощности тепловых потерь лампы от температуры спирали $P = P(T)$ и силы тока от приложенного напряжения $I = I(U)$.



Выберите *два* верных утверждения о физических величинах, характеризующих этот процесс.

- 1) С увеличением напряжения на лампе температура её спирали увеличивается.
- 2) При мощности тепловых потерь 50 Вт температура нити накала лампы более 2800 К.
- 3) При силе тока через лампу 1,5 А температура нити накала составляет менее 3000 К.
- 4) При напряжении на лампе 100 В тепловая мощность, выделяемая на лампе, равна 80 Вт.
- 5) При мощности тепловых потерь 150 Вт напряжение на лампе составляет 100 В.

Ответ:

17

Плоский воздушный конденсатор с диэлектриком между пластинами подключён к аккумулятору. Не отключая конденсатор от аккумулятора, диэлектрик удалили из конденсатора. Как изменятся при этом ёмкость конденсатора и разность потенциалов между его обкладками?

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

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

Ёмкость конденсатора	Разность потенциалов между обкладками конденсатора

18

В первой экспериментальной установке положительно заряженная частица влетает в однородное магнитное поле так, что вектор \vec{v}_0 перпендикулярен индукции магнитного поля (рис. 1). Во второй экспериментальной установке вектор \vec{v}_0 той же частицы параллелен напряжённости электрического поля (рис. 2).

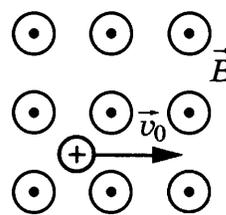


Рис. 1

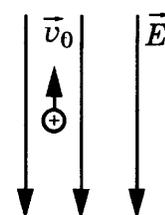


Рис. 2

Установите соответствие между экспериментальной установкой и траекторией движения частицы в ней.

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

ДВИЖЕНИЕ ЧАСТИЦЫ

- А) в первой установке
- Б) во второй установке

Ответ:

А	Б

ТРАЕКТОРИЯ

- 1) спираль
- 2) прямая линия
- 3) окружность
- 4) парабола

19

Определите число протонов и число нейтронов в ядре изотопа циркония $^{92}_{40}\text{Zn}$.

Ответ:

Число протонов	Число нейтронов

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

20

Какова длина волны электромагнитного излучения, в котором импульс фотонов равен $3 \cdot 10^{-26}$ кг · м/с?

Ответ: _____ нм.

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 зелёный. В каждом опыте наблюдали явление фотоэффекта. Как изменились длина световой волны и работа выхода при переходе от первой серии опытов ко второй? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Длина волны света, падающего на фотоэлемент	Работа выхода

22

Ученик измерял силу тяжести, действующую на груз. Показания динамометра приведены на фотографии. Погрешность измерения равна цене деления динамометра.

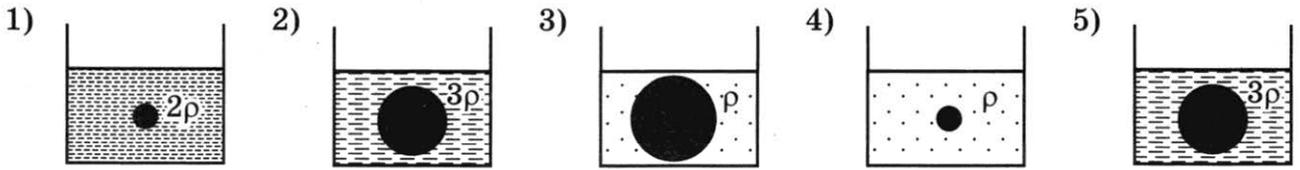
Запишите показания динамометра с учётом погрешности измерений.

Ответ: (_____ ± _____) Н.



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

23 Ученик изучает закон Архимеда, изменяя в опытах объём погружённого в жидкость тела и плотность жидкости. Какие два опыта он должен выбрать, чтобы обнаружить зависимость архимедовой силы от плотности жидкости? (На рисунках указана плотность жидкости.)



Запишите в таблицу номера выбранных установок.

Ответ:

24 Используя таблицу, содержащую сведения о ярких звёздах, выполните задание.

Название звезды	Температура поверхности, К	Масса (в массах Солнца)	Радиус (в радиусах Солнца)	Созвездие, в котором находится звезда
Капелла	5200	3	2,5	Возничий
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
Эльнат	14 000	5	4,2	Телец

Выберите **два** утверждения, которые соответствуют характеристикам звёзд.

- 1) Звезда Садр относится к желтоватым звёздам спектрального класса F.
- 2) Звёзды Денеб и Садр относятся к одному созвездию, значит, находятся на одинаковом расстоянии от Солнца.
- 3) Звезда Бетельгейзе является сверхгигантом.
- 4) Звёзды Капелла и Менкалинан имеют почти одинаковые размеры, значит, относятся к одному спектральному классу.
- 5) Температура на поверхности Альдебарана примерно равна температуре на поверхности Солнца.

Ответ:

Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

- 25 Снаряд массой 2 кг, летящий со скоростью 100 м/с, разбивается на два осколка. Один из осколков летит под углом 90° к первоначальному направлению, а второй — под углом 60° . Какова масса второго осколка, если его скорость равна 400 м/с?

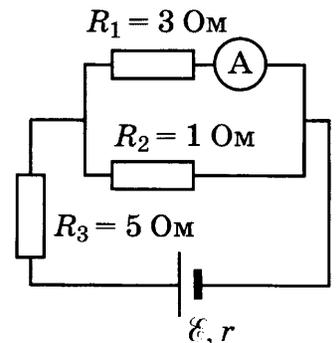
Ответ: _____ кг.

- 26 При увеличении абсолютной температуры на 600 К средняя кинетическая энергия теплового движения молекул гелия увеличилась в 4 раза. Какова конечная температура газа?

Ответ: _____ К.

- 27 В цепи, изображённой на рисунке, идеальный амперметр показывает 1 А. Найдите ЭДС источника, если его внутреннее сопротивление 1 Ом.

Ответ: _____ В.



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

Для записи ответов на задания (28–32) используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

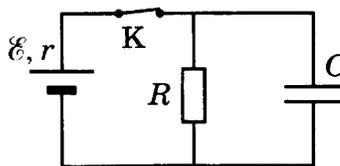
- 28 На площадку падает зелёный свет от лазера. Лазер заменяют на другой, который генерирует красный свет. Мощность излучения, падающего на площадку, в обоих случаях одна и та же. Как меняется в результате такой замены число фотонов, падающих на площадку в единицу времени? Укажите закономерности, которые Вы использовали при обосновании своего ответа.

Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

29 Снаряд массой $2m$ разрывается в полёте на две равные части, одна из которых продолжает движение по направлению движения снаряда, а другая — в противоположную сторону. В момент разрыва суммарная кинетическая энергия осколков увеличивается за счёт энергии взрыва на величину ΔE . Модуль скорости осколка, движущегося по направлению движения снаряда, равен v_1 , а модуль скорости второго осколка равен v_2 . Найдите ΔE .

30 Газонепроницаемая оболочка воздушного шара заполнена гелием массой 100 кг. Он может удерживать груз массой 225 кг в воздухе на высоте, где температура воздуха 17°C , а давление 10^5 Па. Какова масса оболочки шара? Оболочка шара не оказывает сопротивления изменению объёма шара, объём груза пренебрежимо мал по сравнению с объёмом шара.

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



32 Плоская горизонтальная фигура площадью $0,1$ м², ограниченная проводящим контуром, имеющим сопротивление 5 Ом, находится в однородном магнитном поле. Проекция вектора магнитной индукции на вертикальную ось Oz медленно и равномерно возрастает от некоторого начального значения B_{1z} до конечного значения $B_{2z}=4,7$ Тл. За это время по контуру протекает заряд $\Delta q=0,08$ Кл. Найдите B_{1z} .

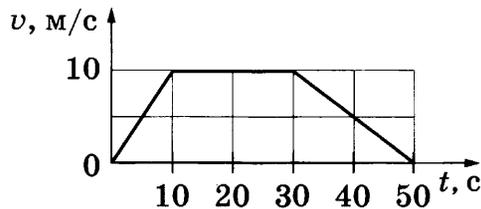
ВАРИАНТ 13

Часть 1

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

1

На рисунке представлен график зависимости модуля скорости v автомобиля от времени t . Определите по графику путь, пройденный автомобилем в интервале времени от 0 до 30 с.



Ответ: _____ м.

2

При исследовании зависимости силы трения скольжения $F_{\text{тр}}$ от силы нормального давления $F_{\text{д}}$ были получены следующие данные:

$F_{\text{тр}}$, Н	1,0	2,0	3,0	4,0
$F_{\text{д}}$, Н	2,0	4,0	6,0	8,0

Чему равен коэффициент трения скольжения?

Ответ: _____.

3

Тело движется по прямой. Начальный импульс тела равен $60 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$. Под действием постоянной силы величиной 10 Н , направленной вдоль этой прямой, за 5 с импульс тела уменьшился. Определите импульс тела в конце указанного промежутка времени.

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

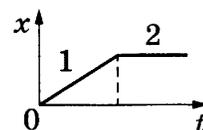
4

Подвешенный на нити алюминиевый кубик целиком погружён в воду и не касается дна сосуда. Длина ребра кубика равна 10 см . Чему равна выталкивающая (архимедова) сила, действующая на кубик?

Ответ: _____ Н.

5

Бусинка может свободно скользить по неподвижной горизонтальной спице. На графике изображена зависимость её координаты от времени. Выберите **два** утверждения, которые можно сделать на основании графика.



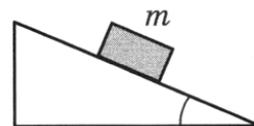
- 1) Скорость бусинки на участке 1 постоянна, а на участке 2 равна нулю.
- 2) Проекция ускорения бусинки на участке 1 положительна, а на участке 2 — отрицательна.
- 3) Участок 1 соответствует равномерному движению бусинки, а на участке 2 бусинка неподвижна.
- 4) Участок 1 соответствует равноускоренному движению бусинки, а участок 2 — равномерному.
- 5) Проекция ускорения бусинки на участке 1 отрицательна, а на участке 2 — положительна.

Ответ:

--	--

6

С вершины наклонной плоскости из состояния покоя скользит с ускорением брусок массой m (см. рисунок). Как изменится ускорение бруска и сила трения, действующая на брусок, если с той же наклонной плоскости будет скользить брусок из того же материала массой $3m$?



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	Сила трения

7

Тело, брошенное с горизонтальной поверхности Земли со скоростью v под углом α к горизонту, в течение времени t поднимается на максимальную высоту h над горизонтом. Сопротивление воздуха пренебрежимо мало.

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

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

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) время подъёма t на максимальную высоту
- Б) максимальная высота h над горизонтом

ФОРМУЛЫ

- 1) $\frac{v^2 \sin^2 \alpha}{2g}$
- 2) $\frac{v \cos \alpha}{g}$
- 3) $\frac{v^2 \sin 2\alpha}{2g}$
- 4) $\frac{v \sin \alpha}{g}$

Ответ:

А	Б

8 Какова абсолютная температура кипения воды при нормальном атмосферном давлении?

Ответ: _____ К.

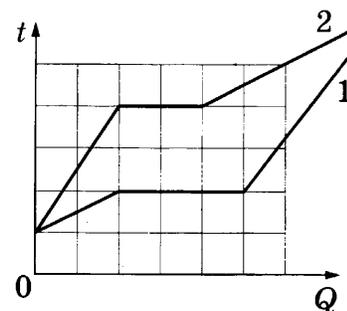
9 Находясь в цилиндре двигателя, газ получил от нагревателя количество теплоты, равное 10 кДж. При том он расширился, совершив работу 15 кДж. На сколько при этом уменьшилась внутренняя энергия газа?

Ответ: на _____ кДж.

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

Ответ: _____ %.

11 На рисунке представлены графики зависимости температуры t двух тел одинаковой массы от сообщённого количества теплоты Q . Первоначально тела находились в жидком агрегатном состоянии.



Используя данные графиков, выберите из предложенного перечня **два** верных утверждения и укажите их номера.

- 1) Температура кипения у первого тела в 2 раза меньше, чем у второго.
- 2) Тела имеют одинаковую удельную теплоёмкость в жидком агрегатном состоянии.
- 3) Удельная теплоёмкость в жидком агрегатном состоянии первого тела в 3 раза больше, чем второго.
- 4) Оба тела имеют одинаковую удельную теплоту парообразования.
- 5) Температура плавления второго тела больше, чем первого.

Ответ:

12 Температура нагревателя идеального теплового двигателя, работающего по циклу Карно, равна T_1 , а температура холодильника равна T_2 . За цикл двигатель получает от нагревателя количество теплоты Q_1 . 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) КПД двигателя
Б) работа, совершаемая двигателем за цикл

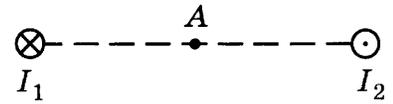
ФОРМУЛЫ

- 1) $1 - \frac{T_2}{T_1}$
- 2) $\frac{Q_1(T_1 - T_2)}{T_1}$
- 3) $\frac{T_1 - T_2}{T_2}$
- 4) $\frac{Q_1 T_2}{T_1}$

Ответ:

А	Б

- 13 Магнитное поле $\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2$ создано в точке A двумя параллельными длинными прямыми проводниками с токами I_1 и I_2 , расположенными перпендикулярно плоскости чертежа. Как направлен относительно рисунка (*вверх, вниз, влево, вправо, от наблюдателя, к наблюдателю*) вектор \vec{B} в точке A ? Ответ запишите словом (словами).

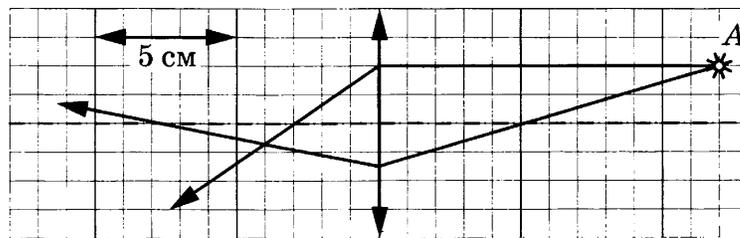


Ответ: _____.

- 14 Силы электростатического взаимодействия между двумя точечными заряженными телами равны по модулю 20 мН. Каким станет модуль этих сил, если заряд каждого тела увеличить в 3 раза?

Ответ: _____ мН.

- 15 На рисунке показан ход двух лучей от точечного источника света A через тонкую линзу.



Какова оптическая сила этой линзы? Ответ округлите до целых.

Ответ: _____ дптр.

- 16 В первом опыте по проволочному резистору течёт ток. Во втором опыте его заменили на другой резистор из проволоки того же сечения из того же металла, но вдвое большей длины. Через второй резистор пропустили вдвое меньший ток.

Выберите *два* верных утверждения о физических величинах, характеризующих эти опыты.

- 1) Тепловая мощность, выделяемая на резисторе, во втором опыте осталась прежней.
- 2) Сопротивление второго резистора в 2 раза больше, чем первого.
- 3) Сопротивление второго резистора в 2 раза меньше, чем первого.
- 4) Напряжение на резисторе во втором опыте в 2 раза уменьшилось.
- 5) Тепловая мощность, выделяемая на резисторе, во втором опыте уменьшилась в 2 раза.

Ответ:

17

В прозрачном сосуде, заполненном водой, находится дифракционная решётка. Решётка освещается лучом света лазерной указки, падающим перпендикулярно её поверхности через боковую стенку сосуда. Как изменятся частота световой волны, падающей на решётку, и угол между нормалью к решётке и направлением на первый дифракционный максимум при удалении воды из сосуда?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Частота волны света, достигающего решётки	Угол между нормалью к решётке и направлением на первый дифракционный максимум

18

Пучок монохроматического света переходит из воды в воздух. Частота световой волны — ν , длина световой волны в воде — λ , показатель преломления воды относительно воздуха — n .

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) скорость света в воздухе
- Б) длина световой волны в воздухе

Ответ:

А	Б

ФОРМУЛЫ

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

19

Определите число электронов в электронной оболочке нейтрального атома бериллия ${}^7_4\text{Be}$ и число нейтронов в его ядре.

Ответ:

Число электронов	Число нейтронов

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

20

Какова длина волны электромагнитного излучения, в котором энергия фотонов равна $2,2 \cdot 10^{-19}$ Дж?

Ответ: _____ нм.

21 В ядерном реакторе цепочка ядерных реакций начинается с захвата ядром быстрого нейтрона.

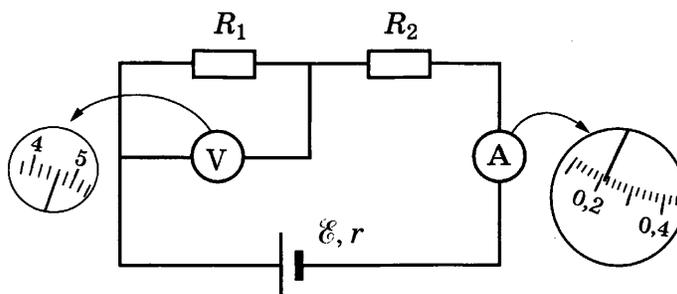
Как изменятся при захвате нейтрона заряд ядра и число нуклонов в ядре? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Заряд ядра	Число нуклонов в ядре

22 При проведении лабораторной работы ученик собрал электрическую цепь по схеме на рисунке. Погрешности измерения силы тока в цепи и напряжения на резисторе равны цене деления амперметра и вольтметра.

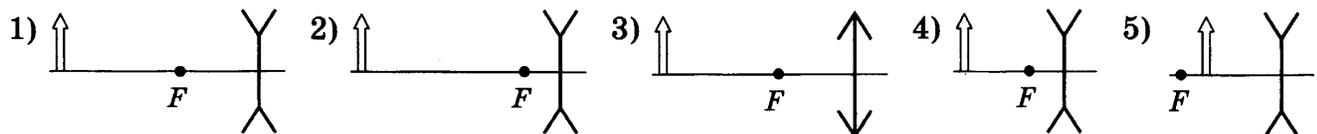


Определите показания вольтметра с учётом погрешности измерений.

Ответ: (_____ ± _____) В.

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

23 Была выдвинута гипотеза, что размер мнимого изображения предмета, создаваемого рассеивающей линзой, зависит от оптической силы линзы. Необходимо экспериментально проверить эту гипотезу. Какие два опыта можно провести для такого исследования?



Запишите в таблицу номера выбранных опытов.

Ответ:

--	--

24

Выберите *два* верных утверждения о пространственных масштабах во Вселенной.

- 1) Расстояние от Земли до Луны 384 000 км.
- 2) Расстояние от Земли до Солнца 300 000 000 км.
- 3) Радиус Солнечной системы примерно 40 астрономических единиц.
- 4) Расстояние от Солнца до ближайшей звезды Проксима Центавра составляет 150 млрд км.
- 5) Диаметр диска Галактики составляет примерно 10 000 световых лет.

Ответ:

Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25

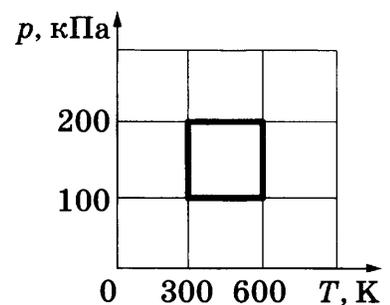
Невесомая недеформированная пружина лежит на горизонтальном столе. Один её конец закреплён, а другой касается бруска массой $M = 0,1$ кг, находящегося на том же столе. Брусок сдвигают вдоль оси пружины, сжимая пружину на $\Delta x = 1$ см, и отпускают. При последующем движении брусок приобретает максимальную скорость, равную 1 м/с. Определите жёсткость пружины. Трение не учитывать.

Ответ: _____ Н/м.

26

С идеальным газом происходит циклический процесс, pT -диаграмма которого представлена на рисунке. Наименьший объём, который занимает газ в этом процессе, составляет 60 л. Определите количество вещества этого газа. Ответ округлите до целых.

Ответ: _____ моль.



27

Предмет высотой 6 см расположен на горизонтальной главной оптической оси тонкой собирающей линзы на расстоянии 30 см от её оптического центра. Высота изображения предмета 12 см. Найдите фокусное расстояние линзы.

Ответ: _____ см.

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

Для записи ответов на задания (28–32) используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

28

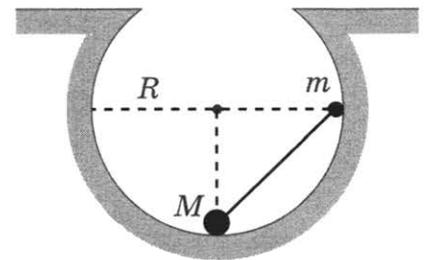
Маленькая шайба движется из состояния покоя по неподвижной гладкой сферической поверхности радиусом R . Начальное положение шайбы находится на высоте $\frac{R}{2}$ относительно нижней точки поверхности. Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на шайбу в момент, когда она движется вправо вверх, 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 29–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

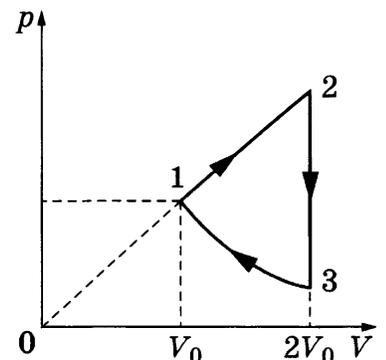
29

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



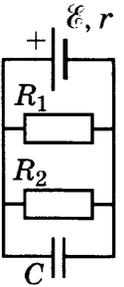
30

Над одноатомным идеальным газом проводится циклический процесс, показанный на рисунке. На участке 1–2 газ совершает работу $A_{12} = 1000$ Дж. На адиабате 3–1 внешние силы сжимают газ, совершая работу $|A_{31}| = 370$ Дж. Количество вещества газа в ходе процесса не меняется. Найдите количество теплоты $|Q_{хол}|$, отданное газом за цикл холодильнику.



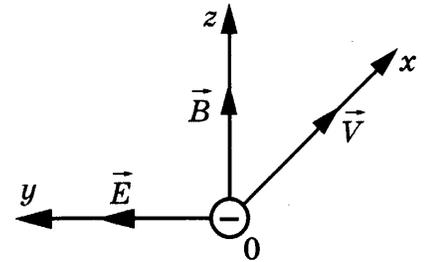
31

Источник постоянного тока с ЭДС $\mathcal{E} = 10$ В и внутренним сопротивлением $r_1 = 0,4$ Ом подсоединён к параллельно соединённым резисторам $R_1 = 4$ Ом, $R_2 = 6$ Ом и конденсатору. Определите ёмкость конденсатора C , если энергия электрического поля конденсатора равна $W = 60$ мкДж.



32

Электроны, вылетевшие в положительном направлении оси Ox под действием света с катода фотоэлемента, попадают в электрическое и магнитное поля (см. рисунок). Какой должна быть частота падающего света ν , чтобы в момент попадания самых быстрых электронов в область полей действующая на них сила была направлена против оси Oy ? Работа выхода для вещества катода $2,39$ эВ, напряжённость электрического поля $3 \cdot 10^2$ В/м, индукция магнитного поля 10^{-3} Тл. Оси Ox , Oy и Oz взаимно перпендикулярны.

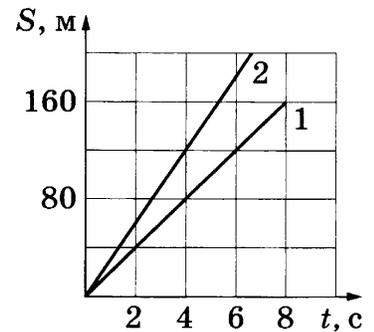


ВАРИАНТ 14

Часть 1

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

- 1** На рисунке представлены графики зависимости пройденного пути от времени для двух тел. Определите, во сколько раз скорость второго тела v_2 больше скорости первого тела v_1 .



Ответ: в _____ раз(а).

- 2** При исследовании зависимости силы трения скольжения $F_{тр}$ от силы нормального давления F_d были получены следующие данные:

$F_{тр}$, Н	0,60	0,75	0,90	1,05
F_d , Н	2,0	2,5	3,0	3,5

Чему равен коэффициент трения скольжения?

Ответ: _____.

- 3** Тело движется по прямой в одном направлении под действием постоянной силы, равной по модулю 10 Н и направленной вдоль этой прямой. Сколько времени потребуется для того, чтобы под действием этой силы импульс тела изменился на 50 кг·м/с?

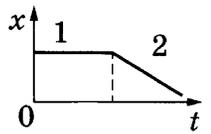
Ответ: _____ с.

- 4** Сосновый брус объёмом 0,06 м³ плавает в воде, погружившись на 0,4 своего объёма. Чему равна выталкивающая (архимедова) сила, действующая на брус?

Ответ: _____ Н.

5

Бусинка может свободно скользить по неподвижной горизонтальной спице. На графике изображена зависимость её координаты от времени. Выберите *два* утверждения, которые можно сделать на основании графика.



- 1) Проекция ускорения бусинки на участке 1 отрицательна, а на участке 2 — положительна.
- 2) Проекция ускорения бусинки на участке 1 равна нулю, а на участке 2 — отрицательна.
- 3) На участке 1 бусинка неподвижна, а участок 2 соответствует равномерному движению бусинки.
- 4) Участок 1 соответствует равномерному движению бусинки, а участок 2 — равноускоренному.
- 5) Скорость бусинки на участке 1 равна нулю, а на участке 2 постоянна.

Ответ:

6

В результате перехода спутника Земли с одной круговой орбиты на другую его центростремительное ускорение уменьшается. Как изменяются в результате этого перехода потенциальная энергия спутника в поле силы тяжести Земли и скорость его движения по орбите?

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.

Потенциальная энергия спутника в поле силы тяжести Земли	Скорость движения спутника по орбите

7

Тело, брошенное с горизонтальной поверхности Земли со скоростью v под углом α к горизонту, поднимается над горизонтом на максимальную высоту h , а затем падает на расстоянии S от точки броска. Сопротивление воздуха пренебрежимо мало.

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

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

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) максимальная высота h над горизонтом
 Б) расстояние S от точки броска до точки падения

ФОРМУЛЫ

- 1) $\frac{v^2 \sin^2 \alpha}{2g}$
- 2) $\frac{v^2 \cos^2 \alpha}{g}$
- 3) $\frac{v^2 \sin 2\alpha}{g}$
- 4) $\frac{v^2 \sin \alpha}{g}$

Ответ:

А	Б

8 Температура газа в сосуде равна 2 °С. Какова абсолютная температура газа?

Ответ: _____ К.

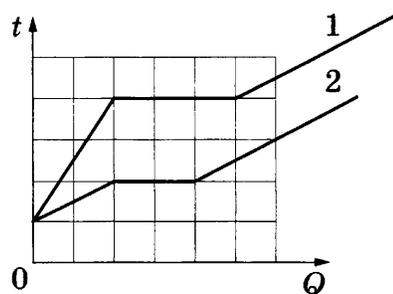
9 Находясь в цилиндре двигателя, газ получил от нагревателя количество теплоты, равное 30 кДж, при этом его внутренняя энергия увеличилась на 20 кДж. Какую работу при этом совершил газ?

Ответ: _____ кДж.

10 Относительная влажность воздуха в сосуде, закрытом поршнем, равна 50 %. Какой станет относительная влажность воздуха в сосуде, если объём сосуда при неизменной температуре уменьшить в 3 раза?

Ответ: _____ %.

11 На рисунке представлены графики зависимости температуры t двух тел одинаковой массы от сообщённого количества теплоты Q . Первоначально тела находились в твёрдом агрегатном состоянии. Используя данные графиков, выберите из предложенного перечня *два* верных утверждения и укажите их номера.



- 1) Температура плавления первого тела в 4 раза больше, чем у второго.
- 2) Тела имеют одинаковую удельную теплоёмкость в твёрдом агрегатном состоянии.
- 3) Удельная теплоёмкость второго тела в твёрдом агрегатном состоянии в 3 раза больше, чем у первого.
- 4) Оба тела имеют одинаковую удельную теплоту плавления.
- 5) Тела имеют одинаковую удельную теплоёмкость в жидком агрегатном состоянии.

Ответ:

12 Температура нагревателя идеального теплового двигателя, работающего по циклу Карно, равна T_1 , а температура холодильника равна T_2 . За цикл двигатель получает от нагревателя количество теплоты Q_1 . 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

ФОРМУЛЫ

- А) количество теплоты, отдаваемое двигателем за цикл холодильнику
- Б) КПД двигателя

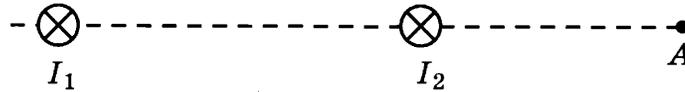
- 1) $1 - \frac{T_2}{T_1}$
- 2) $\frac{Q_1(T_1 - T_2)}{T_1}$
- 3) $\frac{T_1 - T_2}{T_2}$
- 4) $\frac{Q_1 T_2}{T_1}$

Ответ:

А	Б

13

Магнитное поле $\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2$ создано в точке A двумя параллельными длинными прямыми проводниками с токами I_1 и I_2 , расположенными перпендикулярно плоскости чертежа. Как направлен относительно рисунка (*вверх, вниз, влево, вправо, от наблюдателя, к наблюдателю*) вектор \vec{B} в точке A ? Ответ запишите словом (словами).



Ответ: _____.

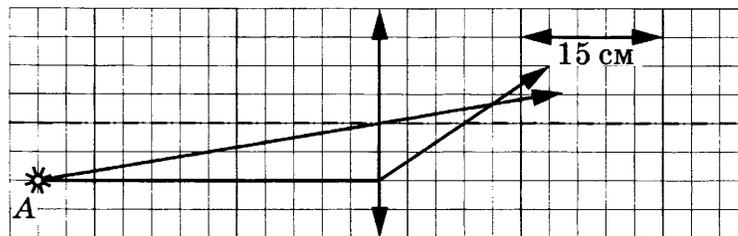
14

Силы электростатического взаимодействия между двумя точечными заряженными телами равны по модулю 80 мН. Каким станет модуль этих сил, если расстояние между телами увеличить в 2 раза?

Ответ: _____ мН.

15

На рисунке показан ход двух лучей от точечного источника света A через тонкую линзу.



Какова оптическая сила этой линзы? Ответ округлите до целых.

Ответ: _____ дптр.

16

По проволочному резистору течёт ток. Резистор заменили на другой, с проволокой из того же металла и той же длины, но имеющей вдвое меньшую площадь поперечного сечения, и пропустили через него вдвое меньший ток.

Выберите *два* верных утверждения о физических величинах, характеризующих эти опыты.

- 1) Сопротивление второго резистора в 2 раза больше, чем первого.
- 2) Тепловая мощность, выделяемая на резисторе, во втором опыте осталась прежней.
- 3) Сопротивление второго резистора в 2 раза меньше, чем первого.
- 4) Напряжение на резисторе во втором опыте не изменилось.
- 5) Тепловая мощность, выделяемая на резисторе, во втором опыте увеличилась в 2 раза.

Ответ:

17

В прозрачном сосуде, заполненном водой, находится дифракционная решётка. Решётка освещается параллельным пучком монохроматического света, падающим перпендикулярно её поверхности через боковую стенку сосуда. Как изменится длина световой волны, падающей на решётку, и угол между нормалью к решётке и направлением на первый дифракционный максимум при замене воды в сосуде прозрачной жидкостью с бóльшим показателем преломления?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Длина волны света, достигающего решётки	Угол между нормалью к решётке и направлением на первый дифракционный максимум

18

Пучок монохроматического света переходит из воздуха в воду. Скорость света в воздухе — c , длина световой волны в воздухе — λ , показатель преломления воды относительно воздуха — n . 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) длина световой волны в воде
- Б) частота световой волны в воде

Ответ:

А	Б

ФОРМУЛЫ

- 1) $\lambda \cdot c$
- 2) $\frac{c}{\lambda}$
- 3) $\lambda \cdot c \cdot n$
- 4) $\frac{\lambda}{n}$

19

Определите число электронов в электронной оболочке нейтрального атома кислорода $^{21}_8\text{O}$ и число нейтронов в его ядре.

Ответ:

Число электронов	Число нейтронов

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

20

Какова длина волны электромагнитного излучения, в котором энергия фотонов равна $6 \cdot 10^{-18}$ Дж?

Ответ: _____ нм.

21 В ядерном реакторе цепочка ядерных реакций начинается с захвата ядром быстрого нейтрона.

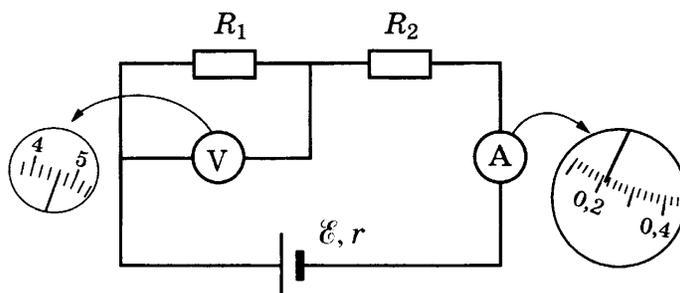
Как изменятся при захвате нейтрона массовое число ядра и число протонов в ядре? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Массовое число ядра	Число протонов в ядре

22 При проведении лабораторной работы ученик собрал электрическую цепь по схеме на рисунке. Погрешности измерения силы тока в цепи и напряжения на резисторе равны цене деления амперметра и вольтметра.

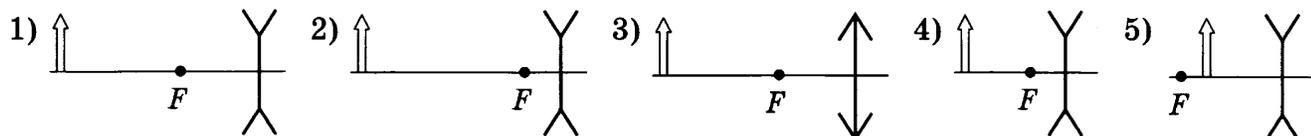


Определите показания амперметра с учётом погрешности измерений.

Ответ: (_____ ± _____) А.

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

23 Была выдвинута гипотеза, что размер мнимого изображения предмета, создаваемого рассеивающей линзой, зависит от расстояния между предметом и линзой. Необходимо экспериментально проверить эту гипотезу. Какие два опыта можно провести для такого исследования?



Запишите в таблицу номера выбранных опытов.

Ответ:

--	--

24

Выберите *два* верных утверждения о пространственных масштабах во Вселенной.

- 1) Расстояние от Земли до Луны 20 000 км.
- 2) Расстояние от Земли до Солнца 150 млн км.
- 3) Радиус Солнечной системы примерно 2 световых года.
- 4) Расстояние от Солнца до ближайшей звезды Проксима Центавра составляет 300 000 000 км.
- 5) Диаметр диска Галактики составляет примерно 100 000 световых лет.

Ответ:

Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

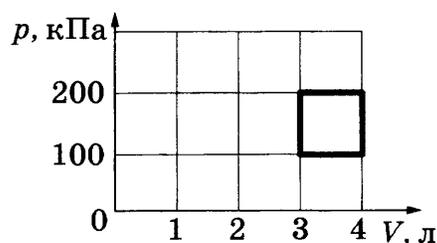
25

Невесомая недеформированная пружина с жёсткостью $k = 1000$ Н/м лежит на горизонтальном столе. Один её конец закреплён, а другой касается бруска массой $M = 0,1$ кг, находящегося на том же столе. Брусок сдвигают, сжимая пружину, и отпускают. На какую длину Δx была сжата пружина, если после отпуска бруска его скорость достигла величины $v = 1$ м/с? Трение не учитывать.

Ответ: _____ см.

26

С идеальным газом происходит циклический процесс, диаграмма p – V которого представлена на рисунке. Наинизшая температура, достигаемая газом в этом процессе, составляет 360 К. Определите количество вещества этого газа. Ответ округлите до десятых.



Ответ: _____ моль.

27

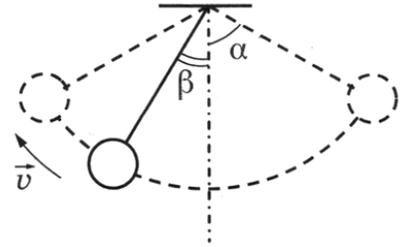
Предмет расположен на горизонтальной главной оптической оси тонкой собирающей линзы. Оптическая сила линзы $D = 5$ дптр. Изображение предмета действительное, увеличение (отношение высоты изображения предмета к высоте самого предмета) $k = 2$. Найдите расстояние от изображения предмета до линзы.

Ответ: _____ см.

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

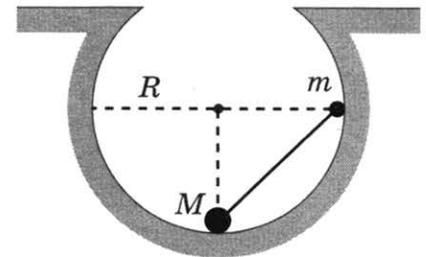
Для записи ответов на задания (28–32) используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

- 28 Маленький шарик, подвешенный к потолку на лёгкой нерастяжимой нити, совершает колебания в вертикальной плоскости. Максимальное отклонение нити от вертикали составляет угол $\alpha = 60^\circ$. Сделайте рисунок с указанием сил, приложенных к шарiku в тот момент, когда шарик движется влево вверх, а нить образует угол $\beta = 30^\circ$ с вертикалью (см. рисунок). Покажите на этом рисунке, куда направлено в этот момент ускорение шарика (по нити, перпендикулярно нити, внутрь траектории, наружу от траектории). Ответ обоснуйте. Сопротивление воздуха не учитывать.

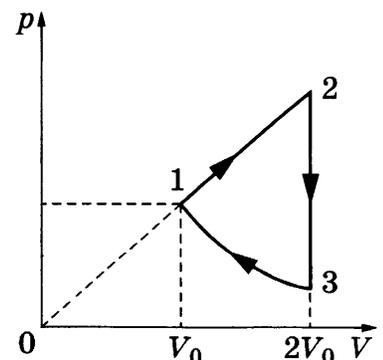


Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

- 29 Небольшие шарики, массы которых m и M , соединены лёгким стержнем и помещены в гладкую сферическую выемку радиусом $R = 20$ см. В начальный момент шарики удерживаются в положении, изображённом на рисунке. Когда их отпустили без толчка, шарики стали скользить по поверхности выемки. Минимальная высота, на которой оказался шарик m в процессе движения, равна 4 см от нижней точки выемки. Определите отношение масс M и m .

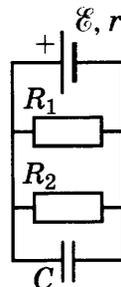


- 30 Над одноатомным идеальным газом проводится циклический процесс, показанный на рисунке. На участке 1–2 газ совершает работу $A_{12} = 1000$ Дж. Участок 3–1 — адиабата. Количество теплоты, отданное газом за цикл холодильнику, равно $|Q_{\text{хол}}| = 3370$ Дж. Количество вещества газа в ходе процесса не меняется. Найдите работу $|A_{31}|$ внешних сил на адиабате.



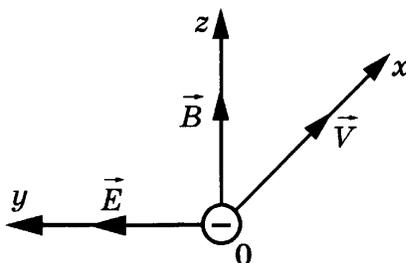
31

Источник постоянного тока с внутренним сопротивлением $r = 0,4$ Ом подсоединён к параллельно соединённым резисторам $R_1 = 10$ Ом, $R_2 = 2$ Ом и конденсатору ёмкости $C = 5$ мкФ. Определите ЭДС источника \mathcal{E} , если энергия электрического поля конденсатора $W = 10$ мкДж.



32

Электроны, вылетевшие в положительном направлении оси Ox с катода фотоэлемента под действием света, попадают в электрическое и магнитное поля (см. рисунок). Какой должна быть напряжённость электрического поля E , чтобы самые быстрые электроны отклонялись в положительном направлении оси Oy ? Работа выхода для вещества катода $2,39$ эВ, частота света $6,4 \cdot 10^{14}$ Гц, индукция магнитного поля 10^{-3} Тл. Оси Ox , Oy и Oz взаимно перпендикулярны.



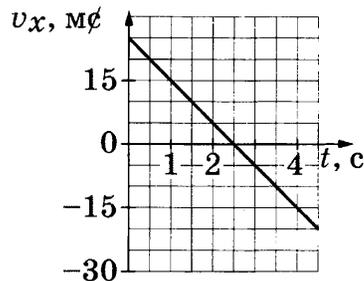
ВАРИАНТ 15

Часть 1

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

1

На графике приведена зависимость проекции скорости тела от времени при прямолинейном движении по оси x . Определите модуль ускорения тела.



Ответ: _____ м/с².

2

Две звезды одинаковой массы притягиваются друг к другу с силами, равными по модулю F . Во сколько раз увеличился бы модуль сил притяжения между звёздами, если расстояние между их центрами уменьшить в 2 раза, а массу каждой звезды увеличить в 3 раза?

Ответ: в _____ раз(а).

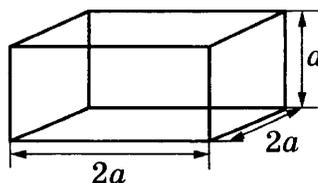
3

Координата тела массой 8 кг, движущегося вдоль оси x , изменяется по закону $x = x_0 + v_x t$, где $x_0 = 6$ м; $v_x = 8$ м/с. Чему равна кинетическая энергия тела в момент времени $t = 2$ с?

Ответ: _____ Дж.

4

Аквариум, изображённый на рисунке, доверху наполнили водой. Найдите силу давления воды на дно аквариума, если величина $a = 20$ см. Атмосферное давление не учитывать.



Ответ: _____ Н.

5

В лабораторных опытах по изучению закона Гука две пружины с различной жёсткостью прикрепили к штативу, поочерёдно подвешивали к ним грузы разной массы и измеряли линейкой удлинение пружин. Результаты опытов с учётом погрешностей представлены в таблице.

№ опыта	№ пружины	Масса груза m , г	Удлинение пружины Δl , см
1	пружина № 1	100	$1,9 \pm 0,1$
2	пружина № 1	200	$4,1 \pm 0,1$
3	пружина № 1	300	$6,0 \pm 0,1$
4	пружина № 2	200	$1,9 \pm 0,1$
5	пружина № 2	300	$2,9 \pm 0,1$
6	пружина № 2	400	$4,1 \pm 0,1$

Выберите *два* утверждения, соответствующих результатам этих опытов.

- 1) Закон Гука выполняется только для пружины № 1.
- 2) Жёсткость пружины № 1 в 2 раза меньше, чем у пружины № 2.
- 3) Жёсткость пружины № 1 равна 500 Н/м.
- 4) Жёсткость пружины № 2 равна 10 Н/м.
- 5) Если к пружине № 2 подвесить груз 500 г, то её удлинение составит $5,0 \pm 0,1$ см.

Ответ:

--	--

6

Массивный груз, подвешенный к потолку на пружине, совершает вертикальные свободные колебания. Пружина всё время остаётся растянутой. Как ведёт себя кинетическая энергия груза и его потенциальная энергия в поле тяжести, когда груз движется вниз от положения равновесия?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Кинетическая энергия груза	Потенциальная энергия груза в поле тяжести

7

Установите соответствие между зависимостью проекции скорости тела от времени и зависимостью проекции перемещения этого тела от времени для одного и того же движения (все величины выражены в СИ).

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

ПРОЕКЦИЯ СКОРОСТИ

А) $v_x = 3 - 2t$

Б) $v_x = 5 + 4t$

Ответ:

А	Б

ПРОЕКЦИЯ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ

1) $s_x = 5t + 2t^2$

2) $s_x = 5t + 4t^2$

3) $s_x = 3t - 2t^2$

4) $s_x = 3t - t^2$

8

Газ в цилиндре переводится из состояния А в состояние В так, что его масса при этом не изменяется. Параметры, определяющие состояния идеального газа, приведены в таблице:

Состояние	$p, 10^5 \text{ Па}$	$V, 10^{-3} \text{ м}^3$	$T, \text{ К}$
А	1,0	4	
В	1,5	8	900

Какое число следует внести в свободную клетку таблицы?

Ответ: _____ К.

9

Газ в сосуде сжали, совершив работу, равную 30 Дж. Внутренняя энергия газа при этом увеличилась на 25 Дж. Какое количество теплоты отдал газ окружающей среде?

Ответ: _____ Дж.

10

Относительная влажность воздуха при температуре 12°C равна 40%. Чему равно парциальное давление водяного пара, если давление насыщенных водяных паров при этой температуре равно 1400 Па?

Ответ: _____ Па.

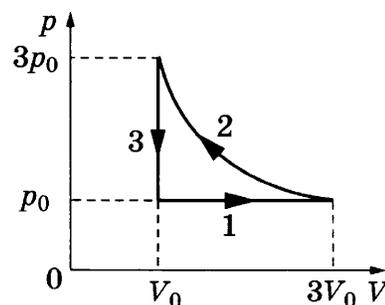
11

На pV -диаграмме отображена последовательность трёх процессов (1 \rightarrow 2 \rightarrow 3) изменения состояния 2 моль идеального газа. Выберите **два** правильных утверждения, описывающих эти процессы.

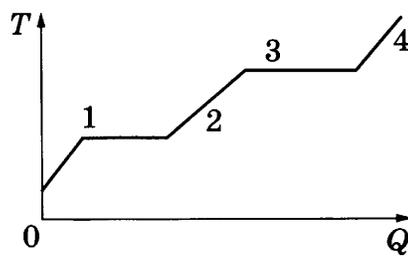
- 1) В процессе 1 газ нагревают.
- 2) Процесс 1 является изотермическим.
- 3) В процессе 3 газ совершает работу.
- 4) В процессе 2 происходит сжатие газа при постоянной температуре.
- 5) Процесс 3 является изобарным.

Ответ:

--	--



12 В цилиндре под поршнем находится твёрдое вещество. Цилиндр поместили в раскалённую печь. На рисунке показан график изменения температуры T вещества по мере поглощения им количества теплоты Q . Какие участки графика соответствуют нагреванию вещества в газообразном состоянии и кипению жидкости? Установите соответствие между тепловыми процессами и участками графика.



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

ПРОЦЕССЫ

- А) нагревание вещества в газообразном состоянии
- Б) кипение жидкости

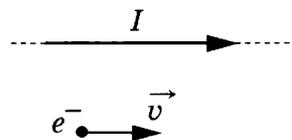
УЧАСТКИ ГРАФИКА

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

Ответ:

А	Б

13 Электрон e^- имеет горизонтальную скорость \vec{v} , направленную вдоль прямого длинного проводника с током I (см. рисунок). Куда направлена относительно рисунка (*вверх, вниз, влево, вправо, от наблюдателя, к наблюдателю*) действующая на электрон сила Лоренца \vec{F} ? Ответ запишите словом (словами).

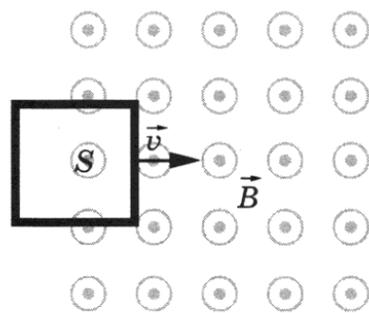


Ответ: _____.

14 По участку цепи, состоящему из резистора $R = 4$ кОм, течёт постоянный ток $I = 100$ мА. За какое время на этом участке выделится количество теплоты $Q = 2,4$ кДж?

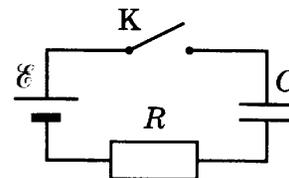
Ответ: _____ с.

15 В некоторой области пространства создано вертикальное однородное магнитное поле с индукцией 40 мТл (см. рисунок). Горизонтальная квадратная металлическая рамка со стороной 20 см движется через границу этой области с постоянной скоростью \vec{v} . Определите ЭДС индукции, возникающую при этом в рамке, если скорость движения рамки равна 2 м/с.



Ответ: _____ мВ.

- 16 Конденсатор подключён к источнику тока последовательно с резистором $R = 20$ кОм (см. рисунок). В момент времени $t = 0$ ключ замыкают. В этот момент конденсатор полностью разряжен. Результаты измерений силы тока в цепи, выполненных с погрешностью ± 1 мкА, представлены в таблице.



$t, \text{ с}$	0	1	2	3	4	5	6
$I, \text{ мкА}$	300	110	40	15	5	2	1

Выберите *два* утверждения, соответствующих результатам этого опыта. Внутренним сопротивлением источника и сопротивлением проводов пренебречь.

- 1) В течение первой секунды ток через резистор не течёт.
- 2) В момент времени $t = 2$ с напряжение на резисторе равно 5,2 В.
- 3) В течение всего времени наблюдения конденсатор заряжается.
- 4) ЭДС источника тока равна 12 В.
- 5) В момент времени $t = 4$ с напряжение на конденсаторе равно 4,9 В.

Ответ:

- 17 Неразветвлённая электрическая цепь состоит из источника постоянного напряжения и резистора. Как изменятся при увеличении внутреннего сопротивления источника сила тока в цепи и напряжение на резисторе?

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 в цепи	Напряжение на резисторе

- 18 Колебательный контур состоит из конденсатора ёмкостью C и катушки индуктивностью L . При свободных электромагнитных колебаниях, происходящих в этом контуре, максимальный заряд пластины конденсатора равен q . 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. Сопротивлением контура пренебречь.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) максимальная энергия электрического поля конденсатора
- Б) максимальная сила тока, протекающего через катушку

ФОРМУЛЫ

- 1) $\frac{q^2}{2C}$
- 2) $q\sqrt{\frac{C}{L}}$
- 3) $\frac{q}{\sqrt{LC}}$
- 4) $\frac{Cq^2}{2}$

Ответ:

А	Б

19

Элемент менделевий был получен при бомбардировке α -частицами ядер элемента X в соответствии с реакцией $X + {}^4_2\text{He} \longrightarrow {}^{256}_{101}\text{Md} + {}^1_0\text{n}$.

Определите зарядовое число и массовое число элемента X.

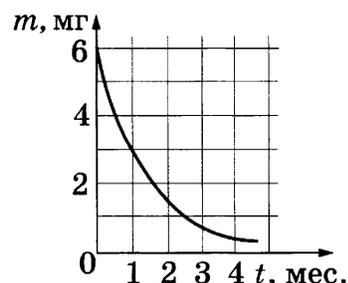
Ответ:

Зарядовое число	Массовое число

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

20

На рисунке показан график изменения массы находящегося в пробирке радиоактивного изотопа с течением времени. Определите период полураспада этого изотопа.



Ответ: _____ месяц(-а, -ев).

21

На металлическую пластинку направили пучок света от лазера, вызвав фотоэффект. Интенсивность лазерного излучения плавно увеличивают, не меняя его частоты. Как меняются в результате этого число вылетающих в единицу времени фотоэлектронов и максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

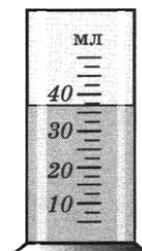
- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

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

Число фотоэлектронов в единицу времени	Максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов

22

Ученик измерял объём жидкости при помощи мензурки (см. рисунок). Погрешность измерения объёма равна цене деления мензурки. Запишите в ответ объём жидкости с учётом погрешности измерений.



Ответ: (_____ \pm _____) см³.

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

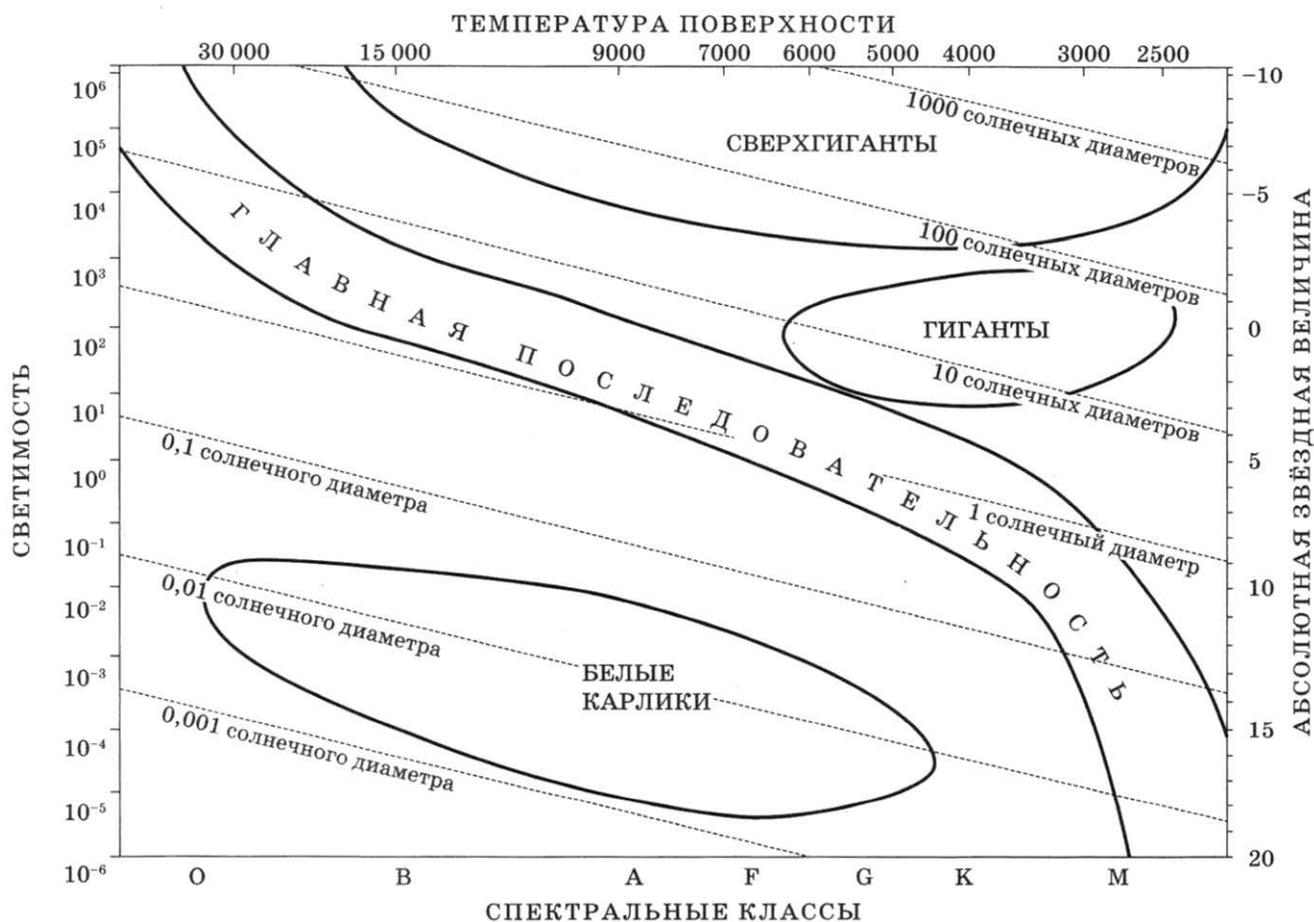
- 23 Для проведения опыта по обнаружению зависимости сопротивления проводника от его диаметра ученику выдали пять проводников, параметры которых указаны в таблице. Какие два проводника из предложенных ниже необходимо взять ученику, чтобы провести данное исследование?

№ проводника	Длина проводника	Диаметр проводника	Материал
1	5 м	1,0 мм	медь
2	10 м	0,5 мм	медь
3	20 м	1,0 мм	алюминий
4	10 м	0,5 мм	алюминий
5	10 м	1,0 мм	медь

В ответ запишите номера выбранных проводников.

Ответ:

- 24 На рисунке представлена диаграмма Герцшпрунга — Рассела.



Выберите *два* утверждения о звёздах, которые соответствуют диаграмме.

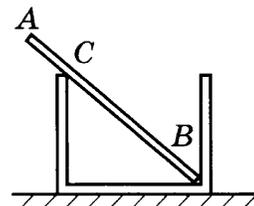
- 1) Температура поверхности звёзд спектрального класса G в 2 раза выше температуры поверхности звёзд спектрального класса A.
- 2) Звезда Бетельгейзе относится к сверхгигантам, поскольку её радиус почти в 1000 раз превышает радиус Солнца.
- 3) Плотность белых карликов существенно меньше средней плотности гигантов.
- 4) Звезда Антарес имеет температуру поверхности 3300 К и относится к звёздам спектрального класса A.
- 5) «Жизненный цикл» звезды спектрального класса K главной последовательности более длительный, чем звезды спектрального класса B главной последовательности.

Ответ:

Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

- 25) Однородный стержень AB массой 100 г покоится, упираясь в стык дна и стенки банки концом B и опираясь на край банки в точке C (см. рисунок). Модуль силы, с которой стержень давит на стенку сосуда в точке C , равен 0,5 Н. Чему равен модуль горизонтальной составляющей силы, с которой стержень давит на сосуд в точке B , если модуль вертикальной составляющей этой силы равен 0,6 Н? Трением пренебречь.



Ответ: _____ Н.

- 26) Кусок льда опустили в термос с водой. Начальная температура льда $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, начальная температура воды $30\text{ }^{\circ}\text{C}$. Теплоёмкостью термоса можно пренебречь. При переходе к тепловому равновесию часть льда массой 210 г растаяла. Чему равна исходная масса воды в термосе?

Ответ: _____ г.

- 27) Поток фотонов выбивает из металла фотоэлектроны, максимальная кинетическая энергия которых 10 эВ. Энергия фотонов в 3 раза больше работы выхода фотоэлектронов. Какова энергия фотонов?

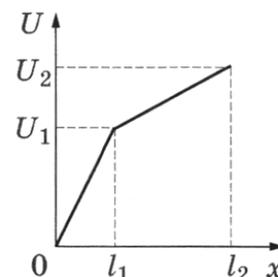
Ответ: _____ эВ.

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

Для записи ответов на задания (28–32) используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

28

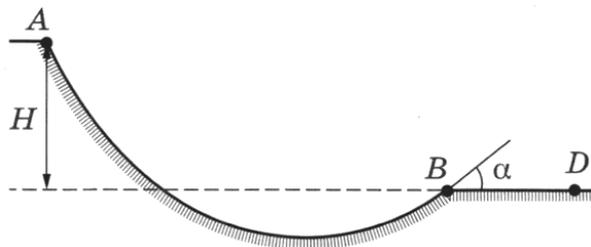
Нихромовый проводник длиной $l = l_2$ включён в цепь постоянного тока. К нему подключают вольтметр таким образом, что одна из клемм вольтметра всё время подключена к началу проводника, а вторая может перемещаться вдоль проводника. На рисунке приведена зависимость показаний вольтметра U от расстояния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



Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

29

Шайба массой $m = 100$ г начинает движение по желобу AB из точки A из состояния покоя. Точка A расположена выше точки B на высоте $H = 6$ м. В процессе движения по желобу механическая энергия шайбы из-за трения уменьшается на величину ΔE . В точке B шайба вылетает из желоба под углом $\alpha = 15^\circ$ к горизонту и падает на землю в точке D , находящейся на одной горизонтали с точкой B (см. рисунок). $BD = 4$ м. Найдите величину ΔE . Сопротивлением воздуха пренебречь.

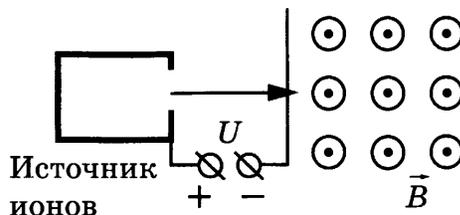


30

Один моль аргона, находящийся в цилиндре при температуре $T_1 = 600$ К и давлении $p_1 = 4 \cdot 10^5$ Па, расширяется и одновременно охлаждается так, что его температура при расширении обратно пропорциональна объёму. Конечное давление газа $p_2 = 10^5$ Па. Какое количество теплоты газ отдал при расширении, если при этом он совершил работу $A = 2493$ Дж?

31

Ион ускоряется в электрическом поле с разностью потенциалов $U = 10$ кВ и попадает в однородное магнитное поле перпендикулярно к вектору его индукции \vec{B} (см. рисунок). Радиус траектории движения иона в магнитном поле $R = 0,2$ м, отношение массы иона к его электрическому заряду $\frac{m}{q} = 5 \cdot 10^{-7}$ кг/Кл. Определите значение модуля индукции магнитного поля. Кинетической энергией иона при его вылете из источника пренебрегите.



32

В открытый контейнер поместили 1,5 г изотопа полония-210 ${}_{84}^{210}\text{Po}$. 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 $1,4 \cdot 10^5$ Па. Определите объём контейнера. Температура внутри контейнера поддерживается постоянной и равна 45 °С. Атмосферное давление равно 10^5 Па.