

ГОСУДАРСТВЕННАЯ ИТОГОВАЯ АТТЕСТАЦИЯ

ЕГЭ-2021



Н.С. ПУРЫШЕВА, Е.Э. РАТБИЛЬ

ФИЗИКА

**10 ТРЕНИРОВОЧНЫХ ВАРИАНТОВ
ЭКЗАМЕНАЦИОННЫХ РАБОТ
ДЛЯ ПОДГОТОВКИ
К ЕДИНОМУ
ГОСУДАРСТВЕННОМУ ЭКЗАМЕНУ**



**ЕГЭ – ШКОЛЬНИКАМ
И УЧИТЕЛЯМ**

**100
БАЛЛОВ**

ЕГЭ-2021

Н.С. Пурышева, Е.Э. Ратбиль

ФИЗИКА

10

**ТРЕНИРОВОЧНЫХ
ВАРИАНТОВ
ЭКЗАМЕНАЦИОННЫХ РАБОТ
ДЛЯ ПОДГОТОВКИ
К ЕДИНОМУ
ГОСУДАРСТВЕННОМУ ЭКЗАМЕНУ**

МОСКВА
ИЗДАТЕЛЬСТВО АСТ
2020

УДК 373:53
ББК 22.3я721
П88

Пурышева, Наталия Сергеевна.
П88 ЕГЭ-2021. Физика : 10 тренировочных вариантов экзаменационных работ для подготовки к единому государственному экзамену / Н.С. Пурышева, Е.Э. Ратбиль. — Москва : Издательство АСТ, 2020. — 128 с. — (ЕГЭ-2021. Это будет на экзамене).

ISBN 978-5-17-127129-9

Вниманию школьников и абитуриентов предлагается учебное пособие для подготовки к ЕГЭ, которое содержит 10 вариантов экзаменационных работ для проведения государственной итоговой аттестации по физике. Каждый вариант составлен в соответствии с требованиями единого государственного экзамена, включает задания разных типов и уровней сложности.

В конце книги даны ответы для самопроверки на все задания.

УДК 373:53
ББК 22.3я721

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	4
Вариант 1	6
Вариант 2	16
Вариант 3	26
Вариант 4	36
Вариант 5	46
Вариант 6	55
Вариант 7	63
Вариант 8	73
Вариант 9	83
Вариант 10	92
Ответы	101
Справочные материалы	126

ПРЕДИСЛОВИЕ

Предлагаемый сборник содержит 10 тренировочных экзаменационных вариантов для подготовки к ЕГЭ по физике.

Тренировочные экзаменационные варианты по содержанию заданий соответствуют реальным вариантам, которые используются при проведении Государственной итоговой аттестации (ЕГЭ) по физике в 11 классе.

Каждый вариант контрольных измерительных материалов (КИМ) состоит из двух частей и включает в себя задания, различающиеся формой и уровнем сложности.

Часть 1 содержит задания с кратким ответом. Среди них присутствуют задания с записью числа, слова или двух чисел, задания на установление соответствия и множественный выбор, в которых ответы необходимо записать в виде последовательности цифр.

Часть 2 содержит задания, объединенные общим видом деятельности — решение задач. Среди них есть задания с кратким ответом и задания, для которых необходимо привести развёрнутый ответ.

В части 1 для обеспечения более доступного восприятия информации задания группируются, исходя из тематической принадлежности заданий: механика, молекулярная физика, электродинамика, квантовая физика. В части 2 задания группируются в зависимости от формы представления заданий и в соответствии с тематической принадлежностью.

В экзаменационной работе контролируются элементы содержания из следующих разделов (тем) курса физики и астрономии.

Механика (кинематика, динамика, статика, законы сохранения в механике, механические колебания и волны).

Молекулярная физика (молекулярно-кинетическая теория, термодинамика).

Электродинамика и основы СТО (электрическое поле, постоянный ток, магнитное поле, электромагнитная индукция, электромагнитные колебания и волны, оптика, основы СТО).

Квантовая физика (корпускулярно-волновой дуализм, физика атома, физика атомного ядра).

Астрономия (небесная механика, строение Солнечной системы, астрофизика, строение и эволюция Вселенной).

Общее количество заданий в варианте КИМ по каждому из разделов приблизительно пропорционально его содержательному наполнению и учебному времени, отводимому на изучение данного раздела в школьном курсе физики.

Задания части 2 проверяют, как правило, комплексное использование знаний и умений из различных разделов курса физики.

КИМ включают задания, проверяющие владение учащимися следующими знаниями, умениями и способами действий: знание/понимание смысла физических понятий, величин, законов, принципов, постулатов; умение описывать и объяснять физические явления и свойства тел, результаты экспериментов; приводить примеры практического использования физических знаний; умение отличать гипотезы от научной теории, делать выводы на основе эксперимента и т. д.; умение применять полученные знания при решении физиче-

ских задач; использовать приобретённые знания и умения в практической деятельности и повседневной жизни.

КИМ содержат задания разных уровней сложности: базового, повышенного и высокого.

Задания базового уровня включены в часть 1 работы (задания с кратким ответом, из которых часть с записью ответа в виде числа или слова и задания на соответствие или изменение физических величин с записью ответа в виде последовательности цифр). Это простые задания, проверяющие усвоение наиболее важных физических понятий, моделей, явлений и законов.

Задания повышенного уровня распределены между первой и второй частями экзаменационной работы: задания с кратким ответом в части 1, задания с кратким ответом и задание с развёрнутым ответом в части 2. Эти задания направлены на проверку умения использовать понятия и законы физики для анализа различных процессов и явлений, а также умения решать задачи на применение одного-двух законов (формул) по какой-либо из тем школьного курса физики.

Завершающие задания части 2 являются заданиями высокого уровня сложности и проверяют умение использовать законы и теории физики в измененной или новой ситуации. Выполнение таких заданий требует применения знаний сразу из двух-трех разделов физики, т. е. высокого уровня подготовки. Включение в часть 2 работы сложных заданий разной трудности позволяет дифференцировать учащихся при отборе в вузы с различными требованиями к уровню подготовки.

При выполнении заданий могут использоваться непрограммируемый калькулятор с возможностью вычисления тригонометрических функций (\cos , \sin , tg) и линейка.

Критерии оценки выполнения учащимися заданий зависят от их типа и уровня сложности.

Сборник КИМ имеет следующую структуру: справочные материалы, включающие основные физические постоянные, которые используются при выполнении заданий, варианты заданий и ответы к ним.

Возможны изменения формы представления некоторых заданий части 1 КИМ: замена заданий с выбором одного верного ответа на задания с кратким ответом (6 заданий с записью ответа в виде числа и одно задание с множественным выбором). При этом сохраняются общие концептуальные подходы к оценке учебных достижений учащихся, остаётся без изменений суммарный балл за выполнение всех заданий экзаменационной работы, сохраняется распределение максимальных баллов за задания разных уровней сложности и примерное распределение числа заданий по разделам школьного курса физики и способам деятельности.

В связи с возможными изменениями в структуре заданий рекомендуем в процессе подготовки к экзамену обращаться к материалам сайта официального разработчика экзаменационных заданий — Федерального института педагогических измерений: www/fipi.ru.

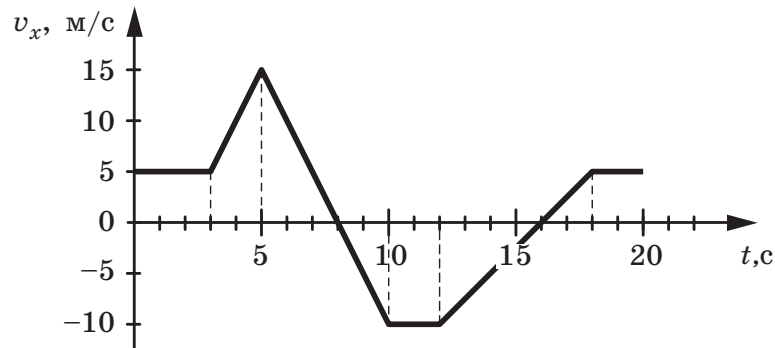
ВАРИАНТ 1

Часть 1

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

1

На рисунке приведён график зависимости проекции скорости тела от времени.

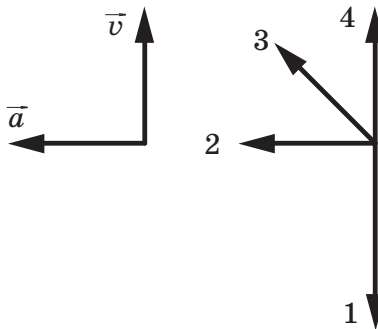


Чему равна проекция ускорения в промежуток времени от 12 до 16 с?

Ответ: _____ м/с².

2

На левом рисунке представлены векторы скорости и ускорения тела. Какой из четырёх векторов на правом рисунке указывает направление вектора равнодействующей всех сил, действующих на это тело?



Ответ: _____ .

3

При движении по горизонтальной поверхности на тело массой 40 кг действует сила трения скольжения 10 Н. Какой станет сила трения скольжения после уменьшения массы тела в 5 раз, если коэффициент трения не изменится?

Ответ: _____ Н.

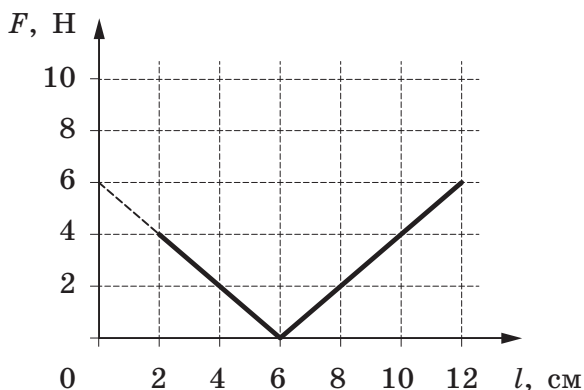
4

Шарик массой m движется со скоростью v . После упругого соударения со стенкой он стал двигаться в противоположном направлении, но с такой же по модулю скоростью. Чему равна работа силы упругости, которая подействовала на шарик со стороны стенки?

Ответ: _____ Дж.

5

Ученик проводит опыт, исследуя зависимость модуля силы упругости пружины от длины пружины. Эта зависимость выражается формулой $F(l) = k|l - l_0|$, где l_0 — длина пружины в недеформированном состоянии. График полученной зависимости приведён на рисунке.



Выберите **два** утверждения, которые соответствуют результатам опыта.

- 1) Под действием силы, равной 6 Н, пружина разрушается.
- 2) Жёсткость пружины равна 200 Н/м.
- 3) Длина пружины в недеформированном состоянии равна 6 см.
- 4) При деформации, равной 2 см, в пружине возникает сила упругости 2 Н.
- 5) В процессе опыта жёсткость пружины сначала уменьшается, а затем увеличивается.

Ответ:

--	--

6

С балкона бросают мячик вниз под углом к горизонту. Сопротивление воздуха пренебрежимо мало. Как меняются в процессе движения модуль ускорения мячика и его кинетическая 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.

Ответ:

Модуль ускорения мячика	Кинетическая энергия мячика

7

Установите соответствие между зависимостью координаты тела от времени (все величины выражены в СИ) и значениями проекций его начальной скорости и ускорения.

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

КООРДИНАТА

А) $x = 3t - 2t^2$

Б) $x = 4 + t^2$

НАЧАЛЬНАЯ СКОРОСТЬ, УСКОРЕНИЕ

1) $v_{0x} = 3 \text{ м/с}$, $a_x = -4 \text{ м/с}^2$

2) $v_{0x} = 3 \text{ м/с}$, $a_x = 2 \text{ м/с}^2$

3) $v_{0x} = 4 \text{ м/с}$, $a_x = 2 \text{ м/с}^2$

4) $v_{0x} = 0$, $a_x = 2 \text{ м/с}^2$

Ответ:

А	Б

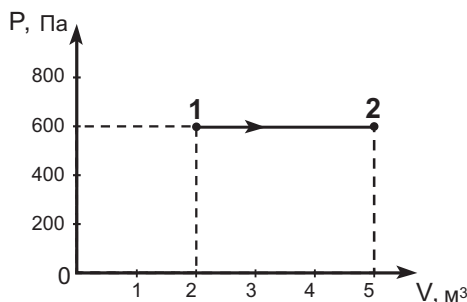
8

Давление идеального газа в сосуде с жёсткими стенками при температуре $t_1 = 127^\circ\text{C}$ 100 кПа. Каким будет давление в сосуде, если газ нагреть до температуры 227°C ?

Ответ: _____ кПа.

9

Чему равна работа, совершённая газом при переходе из состояния 1 в состояние 2 (см. рисунок)?



Ответ: _____ Дж.

10

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

Ответ: _____ %.

11

Воздух в сосуде состоит из смеси газов водорода, азота, углекислого газа. Из приведённого списка выберите **два** верных утверждения.

1) При тепловом равновесии все макроскопические параметры у этих газов (парциальное давление P , температура T , объём V) всегда одинаковы.

2) При тепловом равновесии температура во всех точках сосуда одинакова.

3) Средняя кинетическая энергия поступательного движения одной молекулы водорода больше, чем у других газов.

4) Концентрация частиц наименьшая у газа меньшей массы.

5) При увеличении температуры парциальные давления газов возрастут в одно и то же число раз.

Ответ:

--	--

12

В калориметр с водой, имеющей комнатную температуру, положили кусок льда при 0°C . Как изменятся в результате установления теплового равновесия следующие две величины: удельная теплоёмкость льда и масса воды?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличится

2) уменьшится

3) не изменится

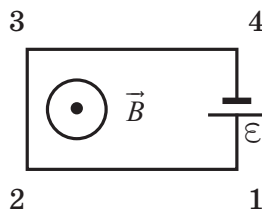
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Ответ:

Удельная теплоёмкость льда	Масса воды

13

Электрическая цепь, состоящая из четырёх прямолинейных горизонтальных проводников (1–2, 2–3, 3–4, 4–1) и источника постоянного тока, находится в однородном магнитном поле, вектор магнитной индукции которого \vec{B} направлен вертикально вниз (см. рисунок, вид сверху). Куда направлена (*вправо, влево, вверх, вниз*) вызванная этим полем сила Ампера, действующая на проводник 2–3? *Ответ запишите словом.*



Ответ: _____ .

14

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

Ответ: _____ .

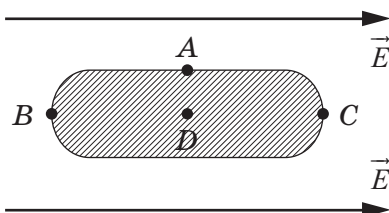
15

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

Ответ: _____ м.

16

Металлическое тело, продольное сечение которого показано на рисунке, поместили в однородное электрическое поле напряжённостью \vec{E} .



Из приведённого ниже списка выберите два правильных утверждения, описывающие результаты воздействия этого поля на металлическое тело, и укажите их номера.

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

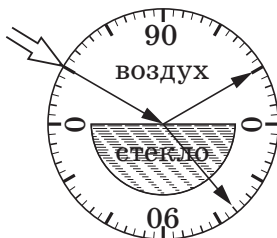
Ответ:

--	--

17

Ученик провёл опыт по преломлению света, представленный на рисунке.

Как изменятся при уменьшении угла падения угол преломления света, распространяющегося в стекле, и показатель преломления стекла?



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

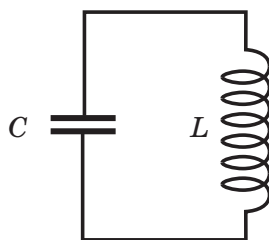
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждого ответа. Цифры в ответе могут повторяться.

Ответ:

Угол преломления	Показатель преломления стекла

18

Зависимость силы тока от времени в идеальном колебательном контуре описывается выражением $I(t) = I_{\max} \sin \frac{2\pi}{T} t$, где T — период колебаний. В момент τ_1 энергия катушки с током равна энергии конденсатора: $W_L = W_C$, а напряжение на конденсаторе равно U . Каковы напряжение на конденсаторе в момент $\tau_2 = \frac{3}{8}T$ и амплитуда напряжения на конденсаторе? 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) напряжение на конденсаторе в момент $\tau_2 = \frac{3}{8}T$
 Б) амплитуда напряжения на конденсаторе

ФОРМУЛЫ
ДЛЯ ИХ ВЫЧИСЛЕНИЯ

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

Ответ:

А	Б

19

Определить число протонов и нейтронов в ядре, которое образовалось из ядра радиоактивного полония ${}_{84}^{215}\text{Po}$ после одного α -распада и двух электронных β -распадов.

Ответ:

Число протонов	Число нейтронов

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

20

Модуль импульса фотона в первом пучке света в 2 раза больше, чем во втором пучке. Определите отношение частоты света первого пучка к частоте второго.

Ответ: _____ .

21

Одним из примеров ядерных превращений является захват ядром одного из ближайших к нему электронов из электронной оболочки атома. Как меняются при этом число протонов и число нейтронов в ядре?

Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

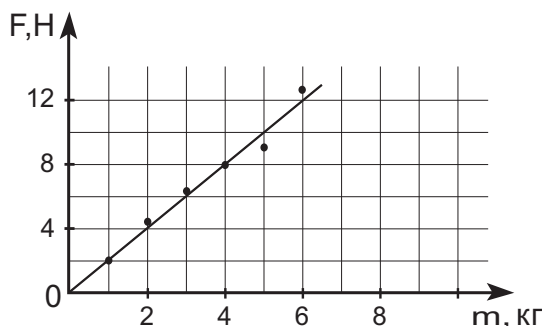
- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

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

Ответ:	Число протонов в ядре	Число нейтронов в ядре

22

Ученики исследовали зависимость силы трения скольжения от массы груза. Результаты измерений представлены в виде графика на рисунке. Погрешность измерения массы равна 0,1 кг, силы — 1 Н.



Чему равна с учётом погрешности измерений сила трения, действующая на груз массой 1 кг?

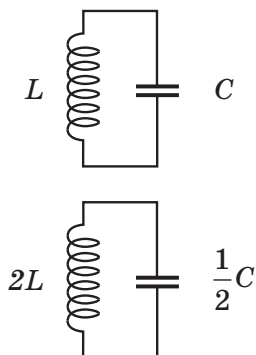
Ответ: (____ ± ____) Н.

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

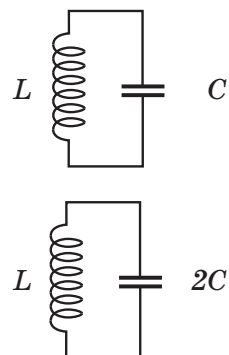
23

Ученик изучает зависимость периода свободных электромагнитных колебаний в контуре от ёмкости конденсатора. Какие два контура он должен выбрать для этого исследования?

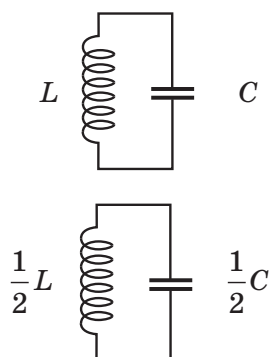
1)



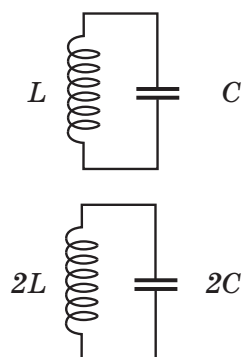
2)



3)



4)


 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	12104	224,7 суток	243 суток 3 часа 50 минут	10,36	5,25
Земля	12756	365,3 суток	23 часа 56 минут	11,18	5,52
Марс	6794	687 суток	24 часа 37 минут	5,02	3,93
Юпитер	142800	11 лет 314 суток	9 часов 55,5 минут	59,54	1,33
Сатурн	119900	29 лет 168 суток	10 часов 40 минут	35,49	0,71
Уран	51108	83 года 273 суток	17 часов 14 минут	21,29	1,24
Нептун	49493	164 года 292 суток	17 часов 15 минут	23,71	1,67

 Выберите все утверждения, которые соответствуют характеристикам планет.

- 1) Средняя плотность планет земной группы значительно ниже, чем планет-гигантов.
- 2) За один оборот обращения Марса вокруг Солнца на нём проходит 687 суток.
- 3) Первая космическая скорость вблизи Юпитера составляет 42,53 км/с.
- 4) Угловая скорость вращения Меркурия вокруг оси в 2 раза меньше, чем Нептуна.
- 5) Ускорение свободного падения на Венере примерно равно 7,8 м/с².

Ответ: _____ .



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

Часть 2

Ответом на каждое из заданий 25 и 26 является число. Это число запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25

С идеальным газом происходит изотермический процесс, в котором в результате уменьшения объёма газа на 150 дм^3 давление газа возросло в 2 раза. Каким был первоначальный объём газа?

Ответ: _____ дм^3 .

26

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.

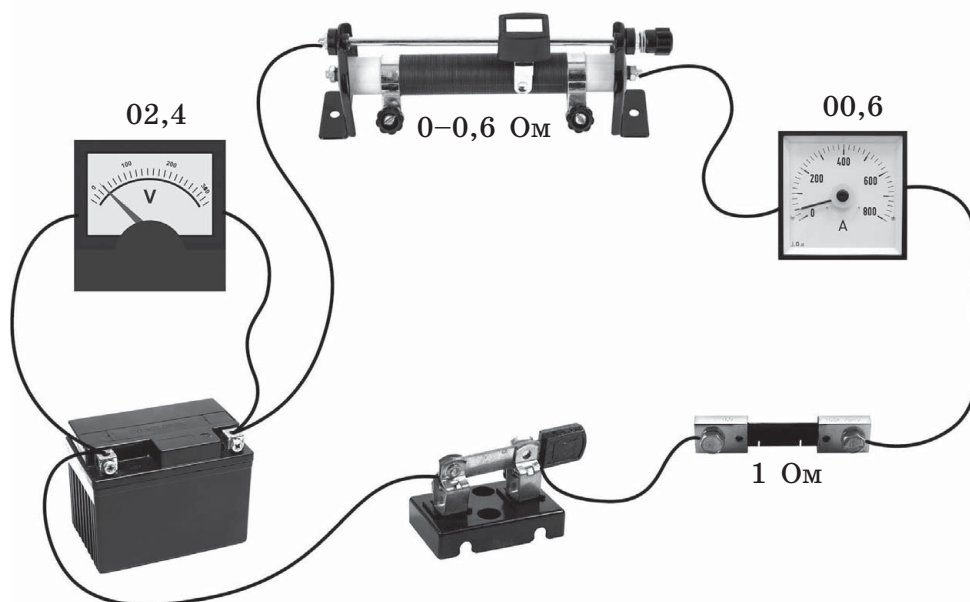


Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы. Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.

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

27

На фотографии изображена электрическая цепь, состоящая из резистора, реостата, ключа, цифрового вольтметра, подключённого к батарее, и цифрового амперметра.



Составьте принципиальную электрическую схему этой цепи и, используя законы постоянного тока, объясните, как изменятся (увеличится или уменьшится) сила тока в цепи и напряжение на батарее при перемещении движка реостата в крайнее правое положение.

Полное правильное решение каждой из задач 28–32 должно включать 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.

- 28 Груз массой 2 кг, закреплённый на пружине жёсткостью 200 Н/м, совершает гармонические колебания с амплитудой 10 см. Какова максимальная скорость груза?

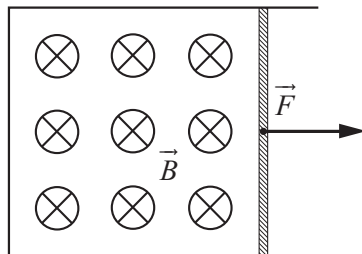
Ответ: _____ м/с.

- 29 Пуля летит горизонтально со скоростью $v_0 = 150$ м/с, пробивает стоящий на горизонтальной поверхности льда брусок и продолжает движение в прежнем направлении со скоростью $v_0/3$. Масса бруска в 10 раз больше массы пули. Коэффициент трения скольжения между бруском и льдом $\mu = 0,1$. На какое расстояние S сместится брусок к моменту, когда его скорость уменьшится на 10%?

- 30 В сосуде с небольшой трещиной находится газ, который может просачиваться сквозь трещину. Во время опыта давление газа уменьшилось в 8 раз, а его абсолютная температура уменьшилась в 4 раза при неизменном объёме. Во сколько раз изменилась внутренняя энергия газа в сосуде? (Газ считать идеальным.)

- 31 В идеальном колебательном контуре амплитуда колебаний силы тока в катушке индуктивности $I_m = 5$ мА, а амплитуда напряжения на конденсаторе $U_m = 2,0$ В. В момент времени t напряжение на конденсаторе равно 1,2 В. Найдите силу тока в катушке в этот момент.

- 32 Металлический стержень, согнутый в виде буквы П, закреплён в горизонтальной плоскости. На параллельные стороны стержня опирается концами перпендикулярная перемычка массой 92 г и длиной 1 м. Сопротивление перемычки равно 0,1 Ом. Вся система находится в однородном вертикальном магнитном поле с индукцией 0,15 Тл. С какой установившейся скоростью будет двигаться перемычка, если к ней приложить постоянную горизонтальную силу $F = 1,13$ Н? Коэффициент трения между стержнем и перемычкой равен 0,25. Сопротивлением стержня пренебречь. Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на перемычку.



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

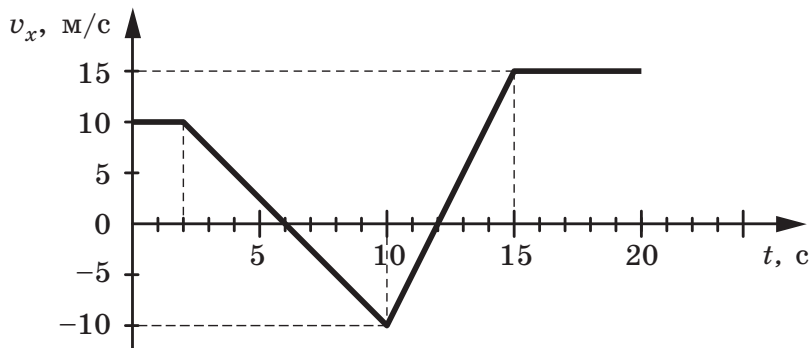
ВАРИАНТ 2

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 приведён график зависимости проекции скорости тела от времени.

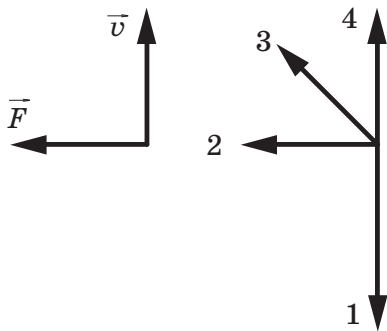


Чему равна проекция ускорения в промежуток времени от 10 до 15 с?

Ответ: _____ м/с².

2

На левом рисунке представлены вектор скорости и вектор равнодействующей всех сил, действующих на тело. Какой из четырёх векторов на правом рисунке указывает направление вектора ускорения этого тела в инерциальных системах отсчёта?



Ответ: _____ .

3

На горизонтальном полу стоит ящик массой 10 кг. Коэффициент трения между полом и ящиком равен 0,25. К ящику в горизонтальном направлении прикладывают силу 16 Н, и он остаётся в покое. Какова сила трения между ящиком и полом?

Ответ: _____ Н.

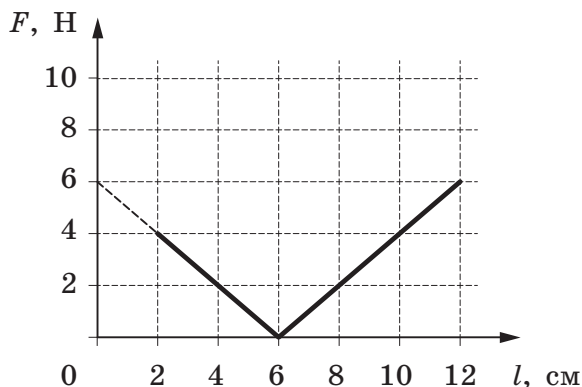
4

Тело массой 1 кг бросили с поверхности Земли со скоростью 20 м/с под углом 45° к горизонту. Какую работу совершила сила тяжести за время полёта тела (от броска до падения на землю)? Сопротивлением воздуха пренебречь.

Ответ: _____ Дж.

5

Ученик проводит опыт, исследуя зависимость модуля силы упругости пружины от длины пружины. Эта зависимость выражается формулой пружины в недеформированном состоянии. График полученной зависимости приведён на рисунке.



Выберите два утверждения, которые соответствуют результатам опыта?

- 1) Под действием силы, равной 6 Н, пружина разрушается.
- 2) Жёсткость пружины равна 100 Н/м.
- 3) Длина пружины в недеформированном состоянии равна 6 см.
- 4) При деформации, равной 4 см, в пружине возникает сила упругости 2 Н.
- 5) В процессе опыта жёсткость пружины сначала увеличивается, а затем уменьшается.

Ответ:

--	--

6

С балкона бросают мячик вниз под углом к горизонту. Сопротивление воздуха пренебрежимо мало. Как меняются в процессе движения модуль ускорения мячика и проекция его скорости на вертикальную ось координат?

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.

Ответ:

Модуль ускорения мячика	Проекция скорости мяча на вертикальную ось координат

7

Установите соответствие между зависимостью координаты тела от времени (все величины выражены в СИ) и значениями проекций его начальной скорости и ускорения.

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

КООРДИНАТА

А) $x = t^2$

Б) $x = 4 - t$

НАЧАЛЬНАЯ СКОРОСТЬ, УСКОРЕНИЕ

1) $v_{0x} = 0, a_x = 1 \text{ м/с}^2$

2) $v_{0x} = 0, a_x = 2 \text{ м/с}^2$

3) $v_{0x} = -1 \text{ м/с}, a_x = 0$

4) $v_{0x} = 1 \text{ м/с}, a_x = 1 \text{ м/с}^2$

Ответ:

А	Б

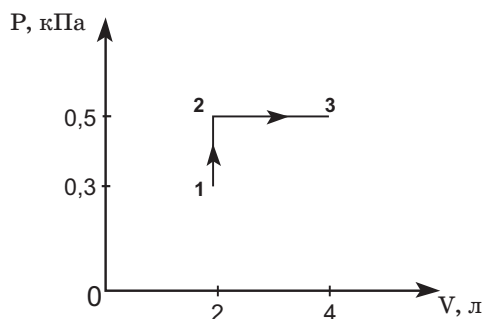
8

Давление идеального газа в сосуде объёмом $V = 0,6$ л равно $P = 30$ кПа. Каким будет давление в сосуде, если объём сосуда изотермически уменьшить в 3 раза?

Ответ _____ кПа.

9

Найдите работу при переходе из состояния 1 в состояние 3 (см. рисунок).



Ответ _____ Дж.

10

Относительная влажность воздуха при 18°C равна 80%. Чему равно парциальное давление водяного пара, если давление насыщенного пара при этой температуре равно 2,06 кПа?

Ответ _____ кПа.

11

Идеальный газ сжимают таким образом, что выполняется соотношение $PV^2 = \text{const}$.

Из приведённого списка выберите **два** верных утверждения.

1) Давление газа в этом процессе остаётся неизменным.

2) Внутренняя энергия газа в этом процессе не меняется.

3) Температура газа в этом процессе уменьшается при увеличении объёма.

4) Плотность газа в этом процессе уменьшается при увеличении давления.

5) Концентрация молекул газа в этом процессе уменьшается при уменьшении давления.

Ответ:

--	--

12

В калориметр с водой, имеющей комнатную температуру, положили кусок льда при $0\text{ }^{\circ}\text{C}$. Как изменятся в результате установления теплового равновесия следующие две величины: удельная теплоёмкость тающего льда и его масса?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

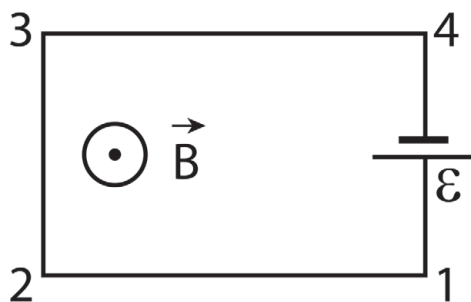
- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

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

Ответ:	Удельная теплоёмкость тающего льда	Масса льда

13

Электрическая цепь, состоящая из четырёх прямолинейных горизонтальных проводников (1–2, 2–3, 3–4, 4–1) и источника постоянного тока, находится в однородном магнитном поле, вектор магнитной индукции которого \vec{B} направлен вертикально вниз (см. рисунок, вид сверху). Куда направлена (*вправо, влево, вверх, вниз*) вызванная этим полем сила Ампера, действующая на проводник 3–4? Ответ запишите словом.



Ответ: _____ .

14

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

Ответ: _____ .

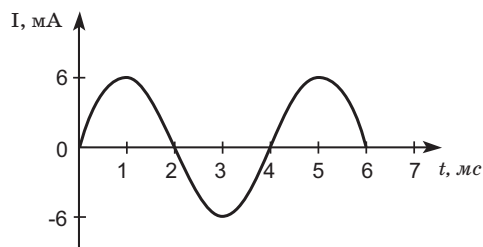
15

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

Ответ: _____ м.

16

На рисунке приведён график зависимости силы тока от времени в колебательном контуре, образованном конденсатором и катушкой, индуктивность которой равна $0,3 \text{ Гн}$.



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

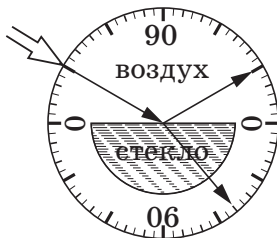
- 1) Период электромагнитных колебаний равен 4 мс .
- 2) Максимальное значение энергии электрического поля конденсатора равно $5,4 \text{ мкДж}$.
- 3) В момент времени 4 мс заряд конденсатора равен нулю.
- 4) В момент времени 3 мс энергия магнитного поля катушки достигнет своего минимума.
- 5) За первые 6 мс энергия магнитного поля катушки достигла своего максимума 2 раза.

Ответ:

--	--

17

Ученик провёл опыт по преломлению света, представленный на рисунке. Как изменятся при увеличении угла падения угол преломления света, распространяющегося в стекле, и показатель преломления стекла?



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

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

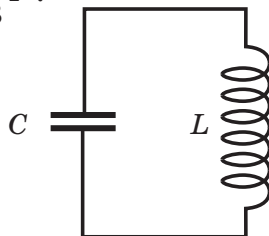
Ответ:

Угол преломления света	Показатель преломления стекла

18

Зависимость силы тока от времени в идеальном колебательном контуре описывается выражением $I(t) = I_{\max} \sin \frac{2\pi}{T} t$, где T — период колебаний.

В момент τ_1 энергия катушки с током равна энергии конденсатора: $W_L = W_C$, а сила тока в контуре равна I . Каковы заряд конденсатора и амплитуда заряда конденсатора в момент $\tau_2 = \frac{5}{8}T$?



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

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

ФОРМУЛЫ ДЛЯ ИХ ВЫЧИСЛЕНИЯ

А) заряд конденсатора в момент $\tau_2 = \frac{5}{8}T$

1) $\frac{IT\sqrt{2}}{2\pi}$

Б) амплитуда заряда конденсатора

2) $\frac{IT}{\sqrt{2}}$

3) $\frac{IT}{2\pi\sqrt{2}}$

4) $\frac{IT}{2\pi}$

Ответ:

А	Б

19

Определить число протонов и нейтронов в ядре, которое образовалось из ядра радиоактивного ${}^{24}_{11}\text{Na}$ после одного электронного β -распада.

Ответ:

Число протонов	Число нейтронов

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

20

Отношение импульсов двух фотонов $\frac{p_1}{p_2} = 2$. Определите отношение длин волн этих фотонов $\frac{\lambda_1}{\lambda_2}$.

Ответ: _____.

21

Одним из примеров ядерных превращений является захват ядром свободного нейтрона. Как меняются при этом массовое число и заряд ядра?

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.

Ответ:

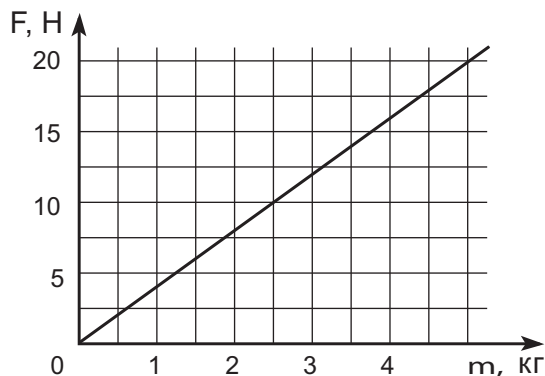
Массовое число ядра	Заряд ядра

22

Космонавты исследовали зависимость силы тяжести от массы тела на открытой ими планете. Результаты измерений представлены в виде графика на рисунке.

Погрешность измерения массы равна 0,1 кг, силы — 1,5 Н.

Чему равна с учётом погрешности измерений масса тела, на которое действует сила тяжести, равная 12,5 Н?



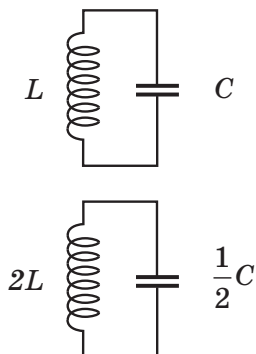
Ответ: (_____ ± _____) кг.

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

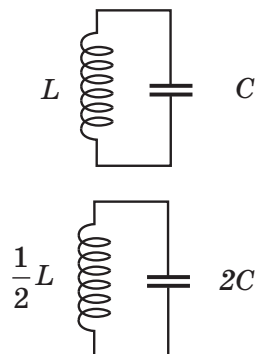
23

Ученик изучает зависимость периода свободных электромагнитных колебаний в контуре от индуктивности катушки. Какие два контура он должен выбрать для этого исследования?

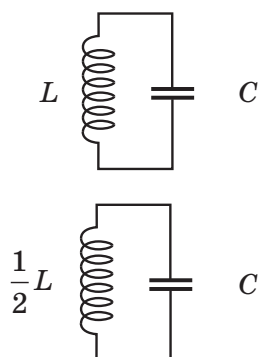
1)



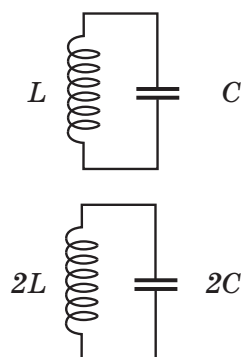
2)



3)



4)



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	12104	224,7 суток	243 суток 3 часа 50 минут	10,36	5,25
Земля	12756	365,3 суток	23 часа 56 минут	11,18	5,52
Марс	6794	687 суток	24 часа 37 минут	5,02	3,93
Юпитер	142800	11 лет 314 суток	9 часов 55,5 минут	59,54	1,33
Сатурн	119900	29 лет 168 суток	10 часов 40 минут	35,49	0,71
Уран	51108	83 года 273 суток	17 часов 14 минут	21,29	1,24
Нептун	49493	164 года 292 суток	17 часов 15 минут	23,71	1,67

Выберите все утверждения, которые соответствуют характеристикам планет.

- 1) Средняя плотность планет земной группы примерно такая же, что и планет-гигантов.
- 2) За один оборот обращения Венеры вокруг Солнца на ней проходят одни венерианские сутки.
- 3) Первая космическая скорость вблизи Марса составляет 5,02 км/с.
- 4) Угловая скорость вращения Земли вокруг своей оси примерно в 4 раза больше, чем вращения Меркурия.
- 5) Ускорение свободного падения на Сатурне примерно равно 11,8 м/с².

Ответ: _____ .



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

Часть 2

Ответом на каждое из заданий 25 и 26 является число. Это число запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25

Идеальный газ изотермически сжали из состояния с объёмом 6 л так, что давление газа изменилось в $n = 3$ раза. На сколько уменьшился объём газа в этом процессе?

Ответ: _____ л.

26

Поток фотонов выбивает фотоэлектроны из металла с работой выхода 5 эВ. Энергия фотонов в 1,5 раза больше максимальной кинетической энергии фотоэлектронов. Какова максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов?

Ответ: _____ эВ.

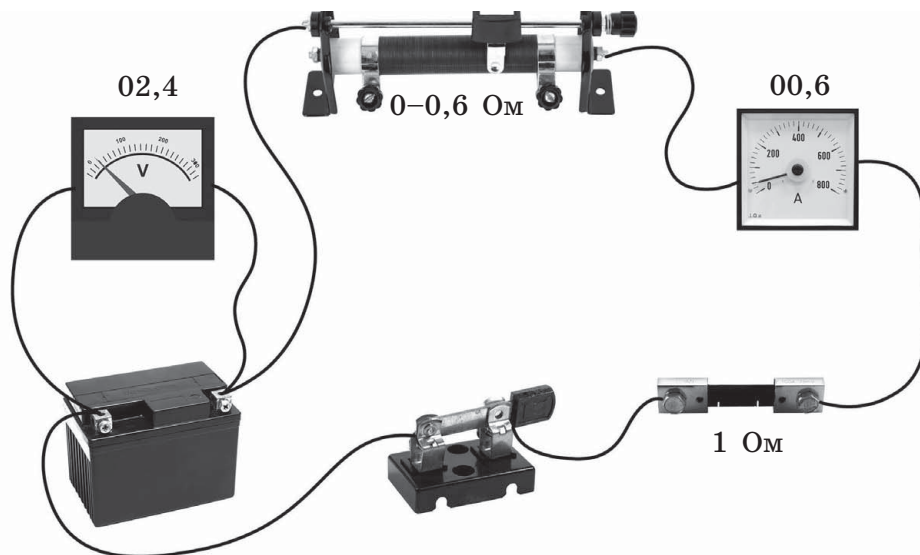


Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы. Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.

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

27

На фотографии изображена электрическая цепь, состоящая из резистора, реостата, ключа, цифрового вольтметра, подключённого к батарее, и цифрового амперметра.



Составьте принципиальную электрическую схему этой цепи и, используя законы постоянного тока, объясните, как изменятся (увеличится или уменьшится) сила тока в цепи и напряжение на батарее при перемещении движка реостата в крайнее правое положение.

Полное правильное решение каждой из задач 28–32 должно включать 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.

- 28** Груз массой 2 кг, закреплённый на пружине жёсткостью 200 Н/м, совершает гармонические колебания. Максимальное ускорение груза при этом равно 10 м/с^2 . Какова максимальная скорость груза?

Ответ: _____ м/с.

- 29** Пуля летит горизонтально со скоростью $v_0 = 160 \text{ м/с}$, пробивает стоящую на горизонтальной шероховатой поверхности коробку и продолжает движение в прежнем направлении со скоростью $0,25 \text{ м/с}$. Масса коробки в 12 раз больше массы пули. Коэффициент трения скольжения между коробкой и поверхностью $\mu = 0,3$. На какое расстояние S переместится коробка к моменту, когда её скорость уменьшится на 20%?

- 30** В сосуде с небольшой трещиной находится воздух, который может просачиваться сквозь трещину. Во время опыта давление воздуха в сосуде возросло в 2 раза, а его абсолютная температура уменьшилась в 4 раза при неизменном объёме. Во сколько раз изменилась внутренняя энергия газа в сосуде? (Газ считать идеальным.)

- 31** В идеальном колебательном контуре амплитуда напряжения на конденсаторе $U_m = 2,0 \text{ В}$. В момент времени t напряжение на конденсаторе равно $1,2 \text{ В}$, а сила тока в катушке в этот момент равна $4,0 \text{ мА}$. Найдите амплитуду колебаний силы тока в катушке индуктивности I_m .

- 32** Плоская горизонтальная фигура площадью $S = 0,1 \text{ м}^2$, ограниченная проводящим контуром сопротивления 5 Ом , находится в однородном магнитном поле. Проекция вектора магнитной индукции на вертикальную ось Oz медленно и равномерно возрастает от начального значения $B_{1z} = 0,7 \text{ Тл}$ до конечного значения $B_{2z} = 4,7 \text{ Тл}$. Какой заряд за это время протекает по контуру?



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

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 пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1

Координата тела меняется с течением времени согласно закону $x = 5 - 2,5t$, где все величины выражены в СИ. Определите проекцию скорости этого тела.

Ответ: _____ м/с.

2

Брусек массой 4 кг покоится на наклонной плоскости, образующей угол 30° с горизонтом. Определите силу трения покоя, действующую на брусок.

Ответ: _____ Н.

3

Исследуя зависимость силы упругости пружины F от её деформации x , ученик получил следующую таблицу.

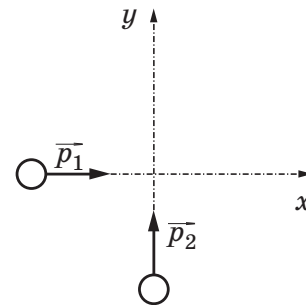
F , Н	0	1,0	2,0	3,0	4,0	4,5	5,0	5,0	5,0
x , см	0	1	2	3	4	5	6	7	8

Укажите максимальное значение деформации (по данным таблицы), при котором закон Гука ещё выполняется.

Ответ: _____ см.

4

По гладкой горизонтальной плоскости вдоль осей x и y движутся две шайбы с импульсами, равными по модулю $p_1 = 2,5$ кг·м/с и $p_2 = 2$ кг·м/с (см. рисунок). После их соударения первая шайба продолжает двигаться по оси x в прежнем направлении с импульсом, равным по модулю $p'_1 = 1$ кг·м/с. Модуль импульса второй шайбы после удара равен



Ответ: _____ кг·м /с.

5

Искусственный спутник обращается вокруг Земли по эллиптической орбите. Спутник находится в точке минимального удаления от Земли.

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

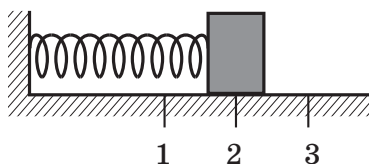
- 1) Потенциальная энергия спутника в этом положении минимальна.
- 2) Сила притяжения спутника к Земле в этом положении максимальна.
- 3) Полная энергия спутника в этом положении максимальна.
- 4) Скорость спутника в этом положении максимальна.
- 5) Ускорение спутника в этом положении равно 0.

Ответ:

--	--

6

Груз изображённого на рисунке пружинного маятника совершает гармонические колебания между точками 1 и 3. Как меняются кинетическая энергия груза маятника и жёсткость пружины при движении груза маятника от точки 2 к точке 1?



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

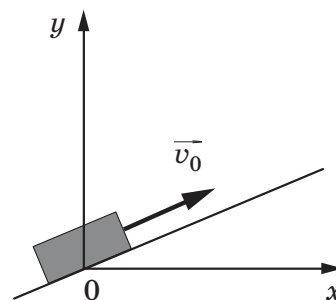
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Ответ:

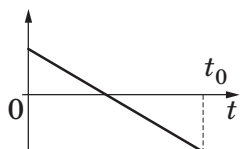
Кинетическая энергия груза маятника	Жёсткость пружины

7

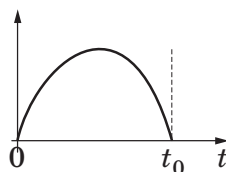
После удара в момент $t=0$ шайба начала скользить вверх по гладкой наклонной плоскости со скоростью \vec{v}_0 , как показано на рисунке, и в момент времени $t=t_0$ возвращается в исходное положение. Графики А и Б отображают изменение с течением времени физических величин, характеризующих движение шайбы.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



ГРАФИКИ



А)



Б)

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) проекция скорости шайбы на ось y
- 2) координата x
- 3) потенциальная энергия $E_{\text{п}}$
- 4) координата y

Ответ:

А	Б

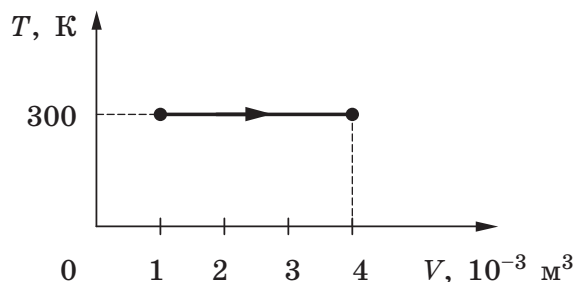
8

Масса воздуха в цилиндре при нагревании изменилась, так как крышка, закрывшая цилиндр была негерметична. Найдите отношение масс воздуха в конечном и начальном состояниях m_2/m_1 , если при увеличении температуры воздуха в 4 раза давление увеличилось в 2,5 раза.

Ответ: _____ .

9

На рисунке показан график изотермического расширения идеального одноатомного газа. Газ совершает работу, равную 3 кДж. Чему равно количество теплоты, полученное газом?



Ответ: _____ кДж.

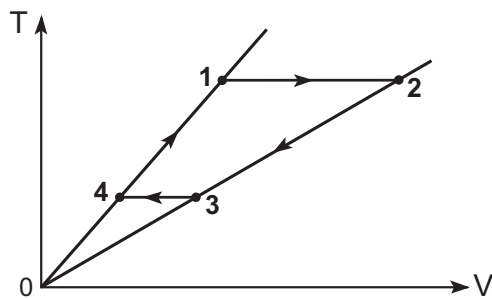
10

Относительная влажность воздуха при температуре 12 °С равна 40%. Чему равно парциальное давление водяного пара, если давление насыщенных водяных паров при этой температуре равно 1,4 кПа?

Ответ: _____ кПа.

11

На рисунке приведён циклический процесс, проводимый с газом постоянной массы.



Из приведённого списка выберите два верных утверждения, характеризующие процессы на графике и укажите их номера

- 1) Цикл состоит из двух изобар и двух изохор.
- 2) Цикл состоит из двух изотерм и двух изобар.

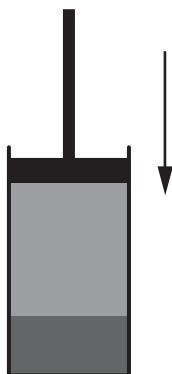
- 3) На участке 1—2 давление увеличивается.
 4) На участке 3—4 давление уменьшается.
 5) На участке 2—3 плотность газа увеличивается.

Ответ:

--	--

12

В цилиндре под поршнем находятся жидкость и её насыщенный пар (см. рисунок). Как будут изменяться давление пара и масса жидкости при медленном перемещении поршня вниз при постоянной температуре, пока поршень не коснётся поверхности жидкости?



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
 2) уменьшается
 3) не изменяется

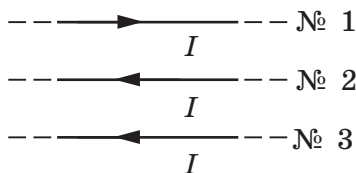
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Ответ:

	Давление пара	Масса жидкости

13

Как направлена сила Ампера, действующая на проводник 3 со стороны двух других (см. рисунок) (*к нам, от нас, вверх, вниз*)? Расстояние между соседними проводниками одинаково. Ответ запишите словом (словами).



Ответ: _____ .

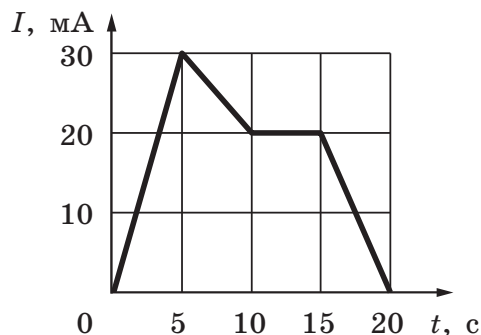
14

Два неподвижных точечных заряда действуют друг на друга с силами, модуль которых равен F . Во сколько раз увеличится модуль этих сил, если один заряд увеличить в 3 раза, другой заряд уменьшить в 2 раза, а расстояние между ними оставить прежним?

Ответ: в _____ раз(а).

15

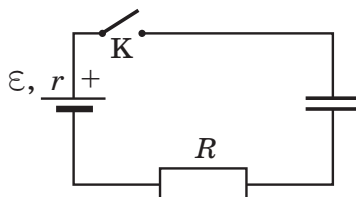
На рисунке приведён график зависимости силы тока от времени в электрической цепи, индуктивность которой 1 мГн. Определите модуль ЭДС самоиндукции в интервале времени от 5 до 10 с.



Ответ: _____ мкВ.

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 точностью ± 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 этим результатам.

Внутренним сопротивлением источника и сопротивлением проводов пренебречь.

- 1) Сила тока в цепи убывает прямо пропорционально времени.
- 2) ЭДС источника тока равна 6,0 В.
- 3) Напряжение на конденсаторе в любой момент времени равно ЭДС источника.
- 4) В момент времени $t = 3$ с напряжение на конденсаторе равно 0,3 В.
- 5) В момент времени $t = 3$ с напряжение на конденсаторе равно 5,7 В.

Ответ:

--	--

17

При настройке колебательного контура радиопередатчика его индуктивность уменьшили. Как при этом изменились период колебаний тока в контуре и длина волны излучения?

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.

Ответ:	Период колебаний тока в контуре	Длина волны излучения

18

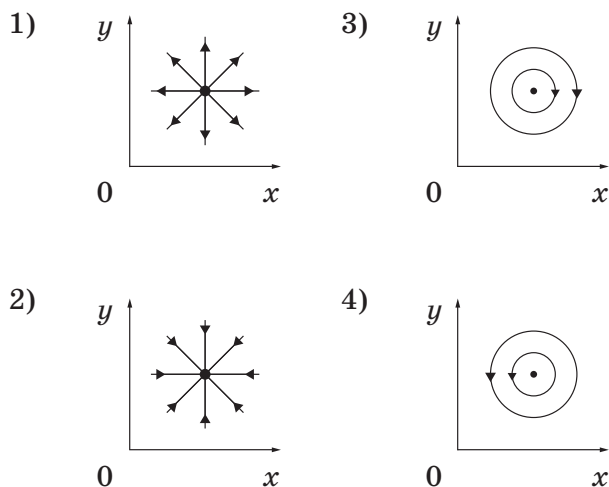
При подключении проводника к полюсам гальванического элемента на поверхности проводника появляются заряды: положительные вблизи положительного полюса, отрицательные вблизи отрицательного полюса — и возникает электрический ток. Заряды на поверхности проводника создают в пространстве электрическое поле,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

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

ВИДЫ ПОЛЯ

- А) электрическое поле
Б) магнитное поле

ИЗОБРАЖЕНИЯ ЛИНИЙ ПОЛЯ



Ответ:

А	Б

19

Каково строение ядра атома изотопа кислорода $^{18}_8\text{O}$?

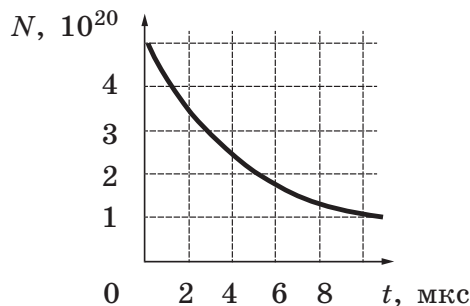
Ответ:

Число протонов	Число нейтронов

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

20

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



Ответ: _____ мкс.

21

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

Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

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

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

Ответ:

Длина световой волны	Энергия фотона

22

При определении массы масла плотностью $0,8 \text{ г/см}^3$ ученик измерил объём масла с использованием мерного цилиндра: $V = (15,0 \pm 0,5) \text{ см}^3$. Запишите в ответ массу масла с учётом погрешности измерений.

Ответ: (_____ \pm _____) г.

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

23

Ученик должен определить, как зависит ёмкость плоского конденсатора от вида диэлектрика, заполняющего конденсатор. В его распоряжении есть пять конденсаторов, имеющих разные параметры. Какие две установки необходимо использовать ученику, чтобы на опыте обнаружить зависимость ёмкости от вида диэлектрика, заполняющего конденсатор?

Номер установки	Расстояние между обкладками конденсатора	Площадь пластин конденсатора	Диэлектрик, заполняющий конденсатор
1	22 мм	2 см ²	воздух
2	3 мм	3 см ²	слюда
3	2 мм	5 см ²	бумага
4	3 мм	3 см ²	стекло
5	1 мм	2 см ²	воздух

В ответ запишите 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	12104	224,7 суток	243 суток 3 часа 50 минут	10,36	5,25
Земля	12756	365,3 суток	23 часа 56 минут	11,18	5,52
Марс	6794	687 суток	24 часа 37 минут	5,02	3,93
Юпитер	142800	11 лет 314 суток	9 часов 55,5 минут	59,54	1,33
Сатурн	119900	29 лет 168 суток	10 часов 40 минут	35,49	0,71
Уран	51108	83 года 273 суток	17 часов 14 минут	21,29	1,24
Нептун	49493	164 года 292 суток	17 часов 15 минут	23,71	1,67

Выберите все утверждения, которые соответствуют характеристикам планет.

- 1) Объём Венеры примерно в 1600 раз меньше объёма Юпитера.
- 2) Марсианский год больше меркурианского года в 5 раз.
- 3) Первая космическая скорость вблизи Нептуна составляет 17 км/с.
- 4) Масса Сатурна примерно в 1,25 раза больше массы Земли.
- 5) Ускорение свободного падения на Уране 40 м/с².

Ответ: _____ .



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

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

Часть 2

Ответом на каждое из заданий 25 и 26 является число. Это число запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

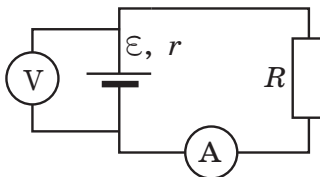
25

Цилиндрический сосуд разделён неподвижной теплоизолирующей перегородкой на две части: в одной части сосуда находится неон, в другой — гелий. Концентрация атомов газов одинакова. Средняя кинетическая энергия теплового движения атомов неона вдвое больше средней кинетической энергии теплового движения атомов гелия. Определите отношение давления неона к давлению гелия.

Ответ: _____ .

26

В цепи, изображённой на рисунке, ЭДС источника 5 В, а его внутреннее сопротивление 2 Ом. Источник нагружен на сопротивление 3 Ом. Какова сила тока в цепи?



Ответ: _____ А.

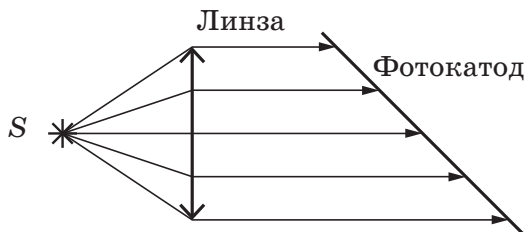


*Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.
Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.*

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

27

В установке по наблюдению фотоэффекта свет от точечного источника S , пройдя через собирающую линзу, падает на фотокатод параллельным пучком. В схему внесли изменение: на место первоначальной линзы поставили другую того же диаметра, но с большим фокусным расстоянием. Источник света переместили вдоль главной оптической оси линзы так, что на фотокатод свет снова стал падать параллельным пучком. Как изменился при этом (уменьшился или увеличился) фототок насыщения? Объясните, почему изменяется фототок насыщения, и укажите, какие физические закономерности вы использовали для объяснения.



Полное правильное решение каждой из задач 28–32 должно включать 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.

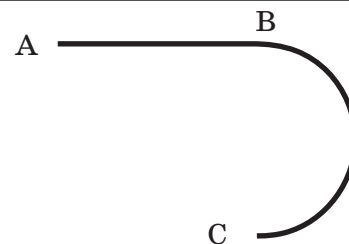
28

Небольшой камень, брошенный с ровной горизонтальной поверхности земли под углом к горизонту, упал обратно на землю в 20 м от места броска. Сколько времени прошло от броска до того момента, когда его скорость была направлена горизонтально и равна 10 м/с?

Ответ: _____ с.

29

Стартуя из точки А, спортсмен движется равноускоренно до точки В, после которой модуль скорости спортсмена остаётся постоянным вплоть до точки С. Во сколько раз время, затраченное спортсменом на участок ВС, больше, чем на участок АВ, если модуль ускорения на обоих участках одинаков? Траектория ВС – полуокружность.

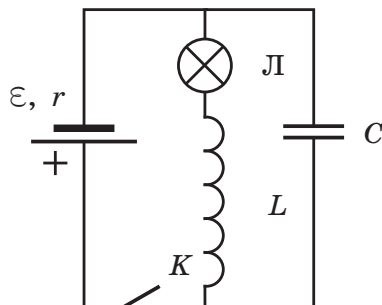


30

Воздушный шар имеет газонепроницаемую оболочку массой 400 кг и содержит 100 кг гелия. Какой груз он может удерживать в воздухе на высоте, где температура воздуха 17 °С, а давление 10^5 Па? Считать, что оболочка шара не оказывает сопротивления изменению объёма шара.

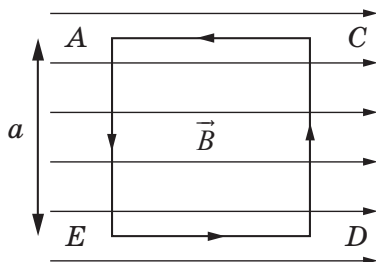
31

В электрической цепи, показанной на рисунке, ЭДС и внутреннее сопротивление источника тока равны соответственно 12 В и 1 Ом, индуктивность катушки 36 мГн и сопротивление лампы 5 Ом. В начальный момент времени ключ К замкнут. После размыкания ключа в лампе выделяется энергия $W = 0,172$ Дж. Чему равна ёмкость конденсатора С? Сопротивлением катушки и проводов пренебречь.



32

На непроводящей горизонтальной поверхности стола лежит жёсткая рамка массой m из однородной тонкой проволоки, согнутая в виде квадрата ACDE со стороной a (см. рисунок). Рамка находится в однородном горизонтальном магнитном поле, вектор индукции \vec{B} которого перпендикулярен сторонам AE и CD и равен по модулю B . По рамке течёт ток в направлении, указанном стрелками (см. рисунок). При какой минимальной силе тока рамка начнёт поворачиваться вокруг стороны CD?



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

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

Координата тела меняется с течением времени согласно закону $x = 1,5t - 2$, где все величины выражены в СИ. Определите проекцию скорости этого тела.

Ответ: _____ м/с.

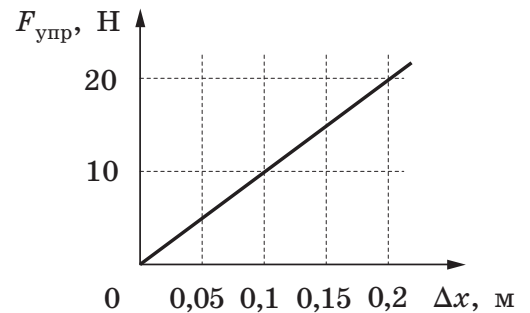
2

Тело массой 100 г брошено вертикально вверх с начальной скоростью 20 м/с. Чему равна сила сопротивления, действующая на тело, если через 1 с скорость равна 5 м/с?

Ответ: _____ Н.

3

На рисунке представлен график зависимости силы упругости пружины от величины её деформации. Жёсткость этой пружины равна



Ответ: _____ Н/м.

4

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: _____ $^\circ$.

5

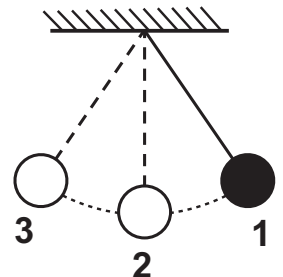
Математический маятник с частотой колебаний 0,5 Гц отклонили на небольшой угол от положения равновесия в положение 1 и отпустили из состояния покоя (см. рисунок). Сопротивлением воздуха пренебречь.

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

1) При движении из положения 2 в положение 3 модуль центростремительного ускорения груза маятника увеличатся.

2) Потенциальная энергия маятника во второй раз достигнет своего максимума через 4 с после начала движения.

3) Через 2 с маятник первый раз вернётся в положение 1.



4) Кинетическая энергия маятника в первый раз достигнет своего максимума через 0,5 с после начала движение.

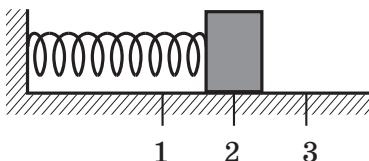
5) При движении из положения 2 в 3 полная механическая энергия маятника увеличивается.

Ответ:

--	--

6

Груз изображённого на рисунке пружинного маятника совершает гармонические колебания между точками 1 и 3. Как меняются кинетическая энергия груза маятника и потенциальная энергия пружины при движении груза маятника от точки 2 к точке 3?



Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

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

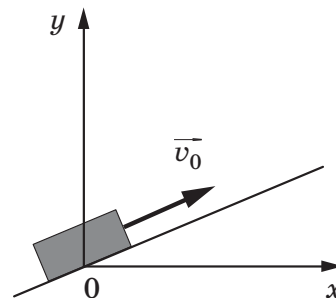
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Ответ:

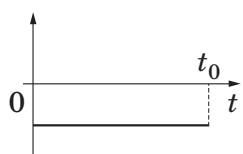
Кинетическая энергия груза маятника	Потенциальная энергия пружины маятника

7

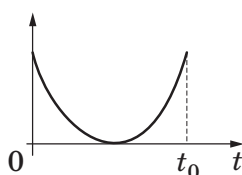
После удара в момент $t=0$ шайба начала скользить вверх по гладкой наклонной плоскости со скоростью \vec{v}_0 , как показано на рисунке, и в момент времени $t=t_0$ возвращается в исходное положение. Графики А и Б отображают изменение с течением времени физических величин, характеризующих движение шайбы.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



ГРАФИКИ



А)



Б)

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

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

Ответ:

А	Б

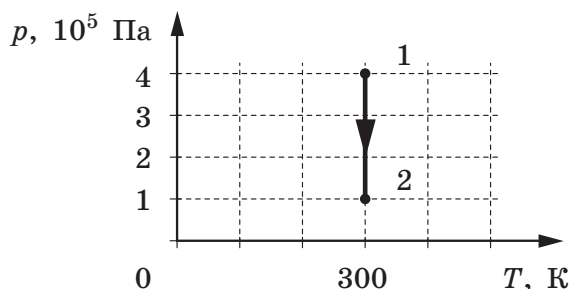
8

При уменьшении температуры воздуха в 2 раза давление уменьшилось в 1,5 раза. Во сколько раз изменился объём газа, если масса газа неизменна?

Ответ: _____ .

9

На pT -диаграмме показан процесс изменения состояния идеального неизменной массы одноатомного газа. Газ совершает работу, равную 5 кДж. Какое количество теплоты получил газ?



Ответ: _____ кДж.

10

Относительная влажность в сосуде, закрытом поршнем, равна 50%. Какой станет относительная влажность, если объём сосуда при неизменной температуре уменьшить в 3 раза?

Ответ: _____ %.

11

Идеальный газ расширяется при проведении различных процессов. Из приведённого списка выберите два верных утверждения.

- 1) При изотермическом расширении изменение внутренней энергии равно нулю.
- 2) При адиабатном расширении изменение внутренней энергии положительно.
- 3) При изобарном расширении изменение внутренней энергии положительно.
- 4) При изохорном процессе изменение внутренней энергии равно нулю.
- 5) При изобарном расширении работа газа отрицательна.

Ответ:

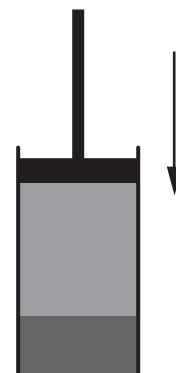
--	--

12

В цилиндре под поршнем находятся жидкость и её насыщенный пар (см. рисунок). Как будут изменяться давление пара и масса жидкости при медленном перемещении поршня вверх при постоянной температуре, пока поршень не дойдёт до краёв стакана?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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



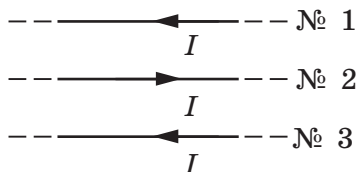
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Ответ:

Давление пара	Масса жидкости

13

Как направлена сила Ампера, действующая на проводник 3 со стороны двух других (см. рисунок) (*к нам, от нас, вверх, вниз*). Расстояние между соседними проводниками одинаково. Ответ запишите словом (словами).



Ответ: ____ .

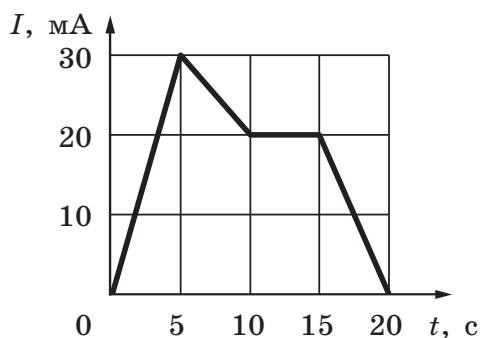
14

Два неподвижных точечных заряда действуют друг на друга с силами, модуль которых равен F . Во сколько раз уменьшится модуль этих сил, если один заряд уменьшить в 5 раз, другой заряд увеличить в 2 раза, а расстояние между ними оставить прежним?

Ответ: ____ раз(а).

15

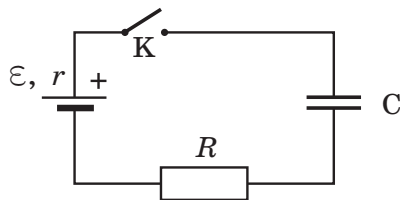
На рисунке приведён график зависимости силы тока от времени в электрической цепи, индуктивность которой 1 мГн. Определите модуль ЭДС самоиндукции в интервале времени от 10 до 15 с.



Ответ: ____ мкВ.

16

Конденсатор подключён к источнику тока последовательно с резистором $R = 40$ кОм (см. рисунок). В момент времени $t = 0$ ключ замыкают. В этот момент конденсатор полностью разряжен. Результаты измерений силы тока в цепи, выполненных с точностью ± 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, соответствующие этим результатам.

Внутренним сопротивлением источника и сопротивлением проводов пренебречь.

- 1) ЭДС источника тока равна 12 В.
- 2) Сила тока в цепи убывает прямо пропорционально времени.
- 3) Напряжение на конденсаторе в любой момент времени равно ЭДС источника.
- 4) В момент времени $t=2$ с напряжение на конденсаторе равно 10,4 В.
- 5) В момент времени $t=2$ с напряжение на конденсаторе равно 1,6 В.

Ответ:

--	--

17

При настройке колебательного контура радиопередатчика ёмкость входящего в него конденсатора увеличили. Как при этом изменились частота колебаний тока в контуре и длина волны излучения?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

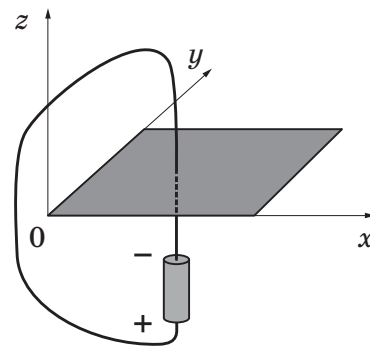
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Ответ:

Частота колебаний тока в контуре	Длина волны излучения

18

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



сверху). Установите соответствие между видами поля и рисунками, изображающими линии поля.

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

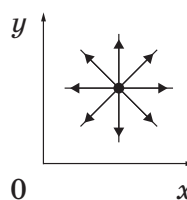
ВИДЫ ПОЛЯ

А) электрическое поле

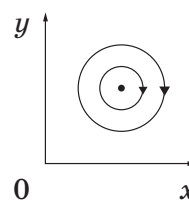
Б) магнитное поле

ИЗОБРАЖЕНИЯ ЛИНИЙ ПОЛЯ

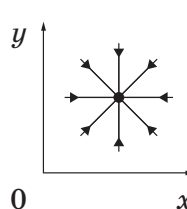
1)



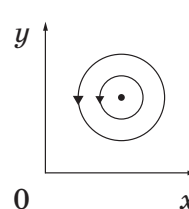
3)



2)



4)



Ответ:

А	Б

19

В результате серии α - и β -распадов радиоактивный изотоп полония $^{218}_{84}\text{Po}$ превратился в изотоп полония $^{214}_{84}\text{Po}$. Какое количество α - и β -распадов произошло?

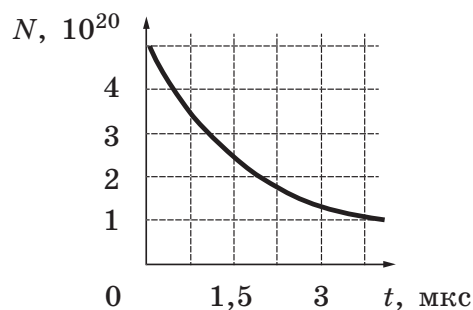
Ответ:

α -распады	β -распады

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

20

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



Ответ: _____ мкс.

21

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

Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

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

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

Ответ:

Длина световой волны	Энергия фотона

22

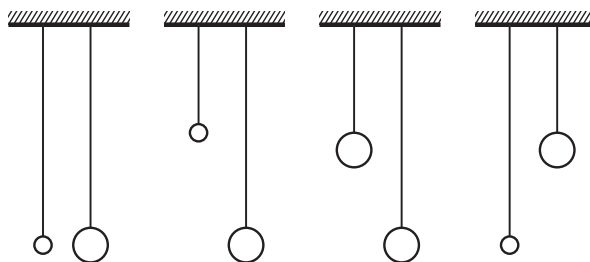
При определении скорости v равномерно прямолинейно движущейся тележки ученик измерил время движения по очень точному электронному секундомеру: $t = 10,00$ с. Пройденный тележкой за это время путь был измерен с помощью рулетки: $S = 150 \pm 1$ см. Запишите в ответ модуль скорости тележки с учётом погрешности измерений.

Ответ: (____ \pm ____) см/с.

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

23

Ученик изучает свойства математического маятника. Какую пару маятников (см. рисунок) он должен выбрать, чтобы на опыте обнаружить зависимость периода колебаний маятника от его длины? Шарик сплошные, из одинакового материала.



1)

2)

3)

4)

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 все утверждения, которые соответствуют характеристикам планет.

- 1) Объём Венеры примерно равен объёму Меркурия.
- 2) За один марсианский год на Меркурии проходит 7,8 лет.
- 3) Первая космическая скорость вблизи Нептуна в 2 раза больше, чем вблизи Урана.
- 4) Масса Урана примерно в 7,4 меньше массы Сатурна.
- 5) Ускорение свободного падения на Юпитере 59,54.

Ответ: _____ .



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

Часть 2

Ответом на каждое из заданий 25 и 26 является число. Это число запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

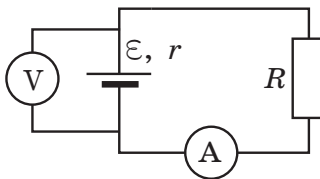
25

Цилиндрический сосуд разделён лёгким теплоизолирующим поршнем на две части. В одной части сосуда находится аргон, в другой — гелий. Концентрация атомов аргона в 2 раза больше, чем атомов гелия. Поршень может двигаться без трения. Определите отношение средней кинетической энергии теплового движения атома гелия к средней кинетической энергии теплового движения атома аргона при равновесии поршня.

Ответ: _____ .

26

В цепи, изображённой на рисунке, ЭДС источника 5 В. Источник нагружен на сопротивление 3 Ом. Сила тока в цепи равна 1 А. Определите внутреннее сопротивление источника тока.



Ответ: _____ Ом.

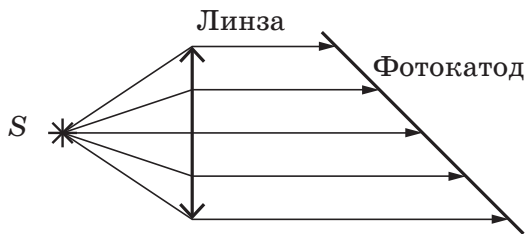


Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы. Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.

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

27

В установке по наблюдению фотоэффекта свет от точечного источника S , пройдя через собирающую линзу, падает на фотокатод параллельным пучком. В схему внесли изменение: на место первоначальной линзы поставили другую того же диаметра, но с меньшим фокусным расстоянием. Источник света переместили вдоль главной оптической оси линзы так, что на фотокатод свет снова стал падать параллельным пучком. Как изменился при этом (уменьшился или увеличился) фототок насыщения? Объясните, почему изменяется фототок насыщения, и укажите, какие физические закономерности вы использовали для объяснения.



Полное правильное решение каждой из задач 28–32 должно включать 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.

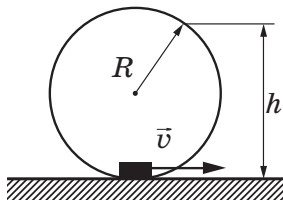
28

Небольшой камень брошен с ровной горизонтальной поверхности земли под углом к горизонту. На каком расстоянии от места броска камень упал на землю, если через 1 с после броска его скорость была направлена горизонтально и равна 10 м/с?

Ответ: _____ м.

29

Небольшая шайба после толчка приобретает скорость $v=2$ м/с и скользит по внутренней поверхности закреплённого вертикально гладкого кольца радиусом $R = 0,14$ м. На какой высоте h шайба отрывается от кольца и начинает свободно падать?

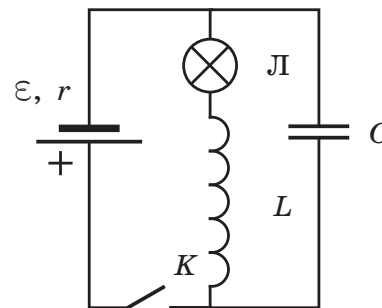


30

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.

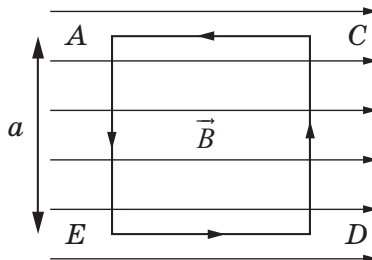
31

В электрической цепи, показанной на рисунке, ЭДС источника тока равна \mathcal{E} , его внутреннее сопротивление 1 Ом, ёмкость конденсатора 2 мФ, индуктивность катушки 36 мГн и сопротивление лампы 5 Ом. В начальный момент времени ключ K замкнут. После размыкания ключа в лампе выделяется энергия $W=0,172$ Дж. Чему равна ЭДС источника \mathcal{E} ? Сопротивлением катушки и проводов пренебречь.



32

На непроводящей горизонтальной поверхности стола лежит жёсткая рамка массой m из однородной тонкой проволоки, согнутая в виде квадрата $ACDE$ со стороной a (см. рисунок). Рамка находится в однородном горизонтальном магнитном поле, вектор индукции \vec{B} которого перпендикулярен сторонам AE и CD и равен по модулю B . По рамке течёт ток I в направлении, указанном стрелками (см. рисунок). При какой минимальной величине B рамка начнёт поворачиваться вокруг стороны CD ?



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

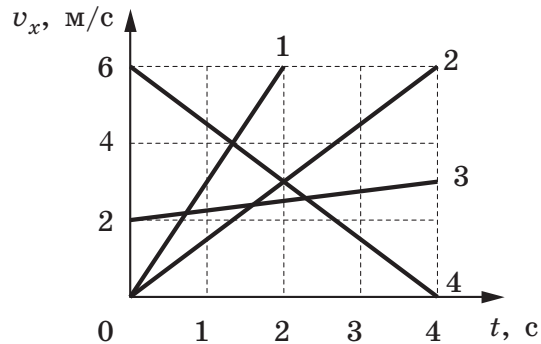
ВАРИАНТ 5

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

Четыре тела движутся вдоль оси Ox . На рисунке изображены графики зависимости проекций скоростей v_x от времени t для этих тел. Какое из тел движется с наименьшим по модулю ускорением?



Ответ: _____ .

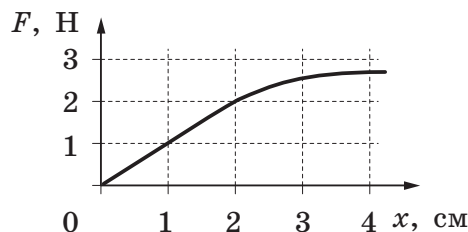
2

Чему равен импульс тела массой 200 г, брошенного под углом 60° к горизонту с начальной скоростью 16 м/с, в верхней точке траектории?

Ответ: _____ кг·м/с.

3

График построен по результатам экспериментального исследования зависимости силы упругости пружины от её деформации. Закон Гука выполняется до значения силы упругости, равной



Ответ: _____ Н.

4

Охотник массой 60 кг, стоящий на гладком льду, стреляет из ружья в горизонтальном направлении. Масса заряда 0,03 кг. Скорость дробинок при выстреле 300 м/с. Какова скорость охотника после выстрела?

Ответ: _____ м/с.

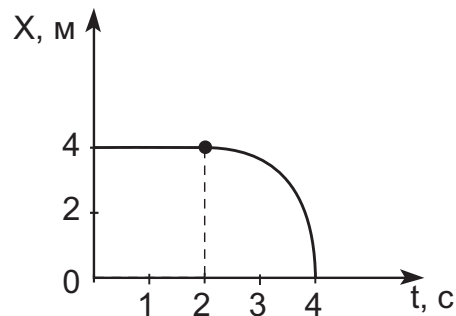
5

На графике показано изменение координаты тела с течением времени в инерциальной системе отсчёта. На основании этого графика выберите **два** верных утверждения о движении тела.

- 1) Первые 2 с скорость тела не менялась, а затем её модуль постепенно увеличивался.
- 2) Скорость тела всё время увеличивалась.
- 3) Первые 2 с сумма сил, действовавших на тело, была равна 0.
- 4) За первые 4 с тело переместилось на 3 м.
- 5) Скорость тела постоянно уменьшалась.

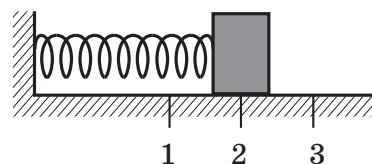
Ответ:

--	--



6

Груз изображённого на рисунке пружинного маятника совершает гармонические колебания между точками 1 и 3. Как меняются потенциальная энергия и жёсткость пружины при движении груза маятника от точки 2 к точке 1?



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.

Ответ:

Потенциальная энергия пружины маятника	Жёсткость пружины

7

Тело, брошенное 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.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

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

ФОРМУЛЫ

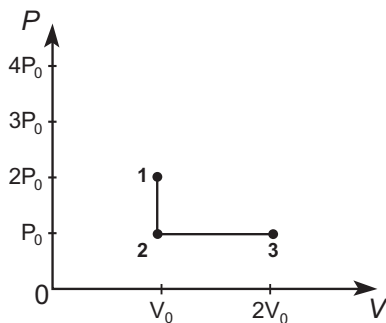
- 1) $v^2 \sin^2 \alpha / 2g$
- 2) $v \cos^2 \alpha g$
- 3) $v^2 \sin 2\alpha / 2g$
- 4) $v \sin \alpha / g$

Ответ:

А	Б

8

Газ переводят из состояния 1 в состояние 3 так, как показано на диаграмме PV . Чему равна температура газа в состоянии 2, если в состоянии 1 температура равна 400 К?



Ответ: _____ К.

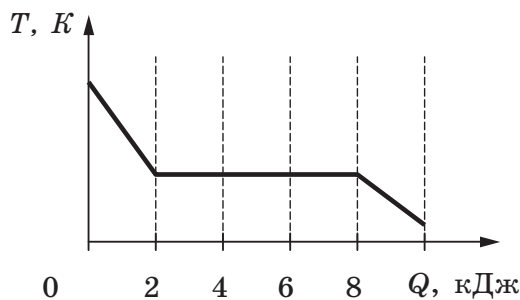
9

Один моль одноатомного газа совершил работу 20 Дж и получил количество теплоты 12 Дж. На сколько изменилась внутренняя энергия газа?

Ответ: _____ Дж.

10

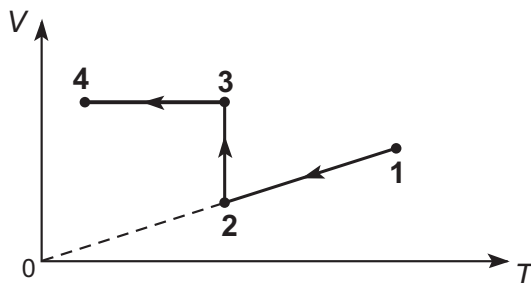
Зависимость температуры 0,2 кг первоначально газообразного вещества от количества выделенной им теплоты представлена на рисунке. Какова удельная теплота парообразования этого вещества?



Ответ: _____ кДж/кг.

11

Состояние идеального одноатомного газа изменяется согласно графику (см. рисунок).



Из приведённого списка выберите два верных утверждения, характеризующие процессы на графике, и укажите их номера.

- 1) На участке 1—2 внутренняя энергия не меняется.
- 2) На участке 2—3 внутренняя энергия не меняется.

- 3) На участке 3—4 работа газа положительна.
 4) На участке 1—2 работа газа отрицательна.
 5) На участке 1—2—3—4 внутренняя энергия газа не меняется.

Ответ:

--	--

12

Температуру холодильника тепловой машины уменьшили, 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

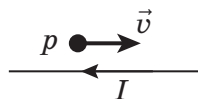
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Ответ:

КПД тепловой машины	Работа газа за цикл

13

Протон p имеет скорость \vec{v} , направленную горизонтально вдоль прямого длинного проводника с током I (см. рис.). Куда направлена (*к нам, вверх, влево, вниз*) действующая на протон сила Лоренца? *Ответ запишите словом (словами).*



Ответ: _____ .

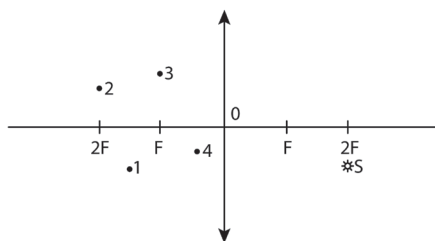
14

Комната освещается четырьмя одинаковыми параллельно включёнными лампочками. Расход электроэнергии за час равен 800 кДж. Каким будет расход электроэнергии в час, если число этих лампочек уменьшить вдвое?

Ответ: _____ кДж.

15

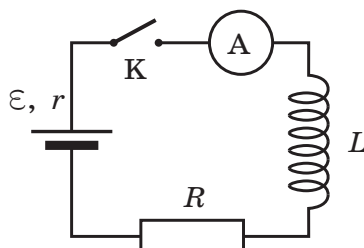
Какая из точек является изображением точки S (см. рис.), даваемым тонкой собирающей линзой с фокусным расстоянием F ?



Ответ: точка _____ .

16

В схеме, показанной на рисунке, ключ K замыкают в момент времени $t=0$. Показания амперметра в последовательные моменты времени приведены в таблице. Сопротивление резистора равно 100 Ом. Сопротивлением проводов и амперметра, активным сопротивлением катушки индуктивности и внутренним сопротивлением источника пренебречь.



t , мс	0	50	100	150	200	250	300	400	500	600	700
I , мА	0	23	38	47	52	55	57	59	59	60	60

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

- 1) В контуре происходят затухающие колебания силы тока.
- 2) Напряжение на резисторе не меняется с течением времени.
- 3) ЭДС источника равна 6 В.
- 4) Напряжение на катушке в момент времени 700 мс равно 0.
- 5) Напряжение на резисторе в момент времени 600 мс равно 0.

Ответ:

--	--

17

При настройке контура радиопередатчика его индуктивность увеличили. Как при этом изменятся период 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.

Ответ:

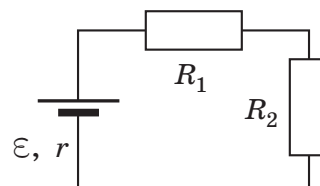
Период колебаний тока в контуре	Длина волны излучения

18

Два резистора подключены к источнику тока с ЭДС ε (см. рис.). Сопротивление первого резистора равно R_1 , напряжение на нём равно U_1 . Напряжение на втором резисторе равно U_2 .

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) сопротивление резистора R_2 Б) внутреннее сопротивление источника тока r

ФОРМУЛЫ

1) $R_1 \frac{U_1}{U_2}$

2) $R_1 \frac{U_2}{U_1}$

3) $R_1 \cdot \frac{\varepsilon - U_1 - U_2}{U_2}$

4) $R_1 \cdot \frac{\varepsilon - U_1 - U_2}{U_1}$

Ответ:

А	Б

19

Определите число протонов и число нейтронов в ядре, которое образовалось из ядра радиоактивного полония ${}_{84}^{214}\text{Po}$ после одного α -распада и двух электронных β -распадов?

Ответ:

Число протонов	Число нейтронов

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

20

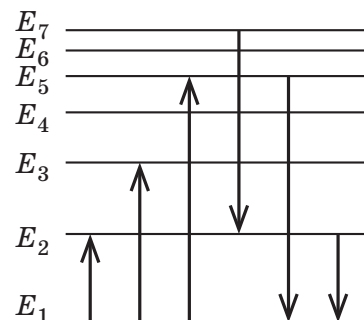
Поток фотонов с энергией 15 эВ выбивает из металла фотоэлектроны, максимальная кинетическая энергия которых 8 эВ. Какова работа выхода электронов с поверхности данного металла?

Ответ: _____ эВ.

21

На рисунке представлена диаграмма энергетических уровней атома. Установите соответствие между отмеченными стрелками переходами между энергетическими уровнями и происходящими при этом процессами.

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



ПРОЦЕССЫ

А) поглощение фотона максимальной частоты

Б) излучение фотона минимальной частоты

ПЕРЕХОДЫ

1) с уровня 1 на уровень 5

2) с уровня 1 на уровень 2

3) с уровня 5 на уровень 1

4) с уровня 2 на уровень 1

Ответ:

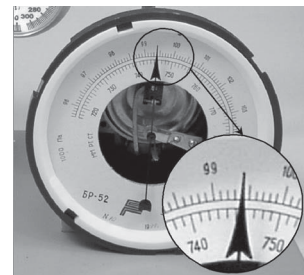
А	Б

22

С помощью барометра проводились измерения атмосферного давления. Верхняя шкала барометра проградуирована в кПа, а нижняя шкала — в мм рт. ст. Погрешность измерений давления равна цене деления шкалы барометра.

Запишите в ответ величину атмосферного давления, выраженного в кПа, с учётом погрешности измерений.

Ответ: (____ ± ____) кПа.



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

23

Необходимо собрать экспериментальную установку, с помощью которой требуется определить законы последовательного соединения резисторов. Для этого были использованы соединительные провода, аккумулятор, реостат, резистор величиной 2 Ом, два амперметра, три вольтметра. Какие две позиции из приведённого ниже списка необходимо дополнительно использовать для проведения этого эксперимента?

- | | |
|------------------|--------------|
| 1) лампочка | 4) вольтметр |
| 2) ключ | 5) реостат |
| 3) резистор 4 Ом | |

В ответ запишите номера выбранного оборудования.

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.=150 млн км

Выберите все утверждения, которые соответствуют характеристикам планет.

- 1) На Юпитере наблюдается смена времён года.
- 2) Масса Меркурия примерно равна массе Венеры.
- 3) Орбита Меркурия находится на расстоянии 39 млн км от Солнца.
- 4) Вторая космическая скорость вблизи Марса составляет 5,02 км/с.

- 5) Сила тяготения между Солнцем и Землёй примерно в 3,5 раза больше, чем между Солнцем и Меркурием.

Ответ: _____ .



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

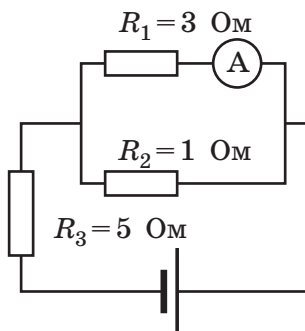
Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.

Часть 2

Ответом на каждое из заданий 25 и 26 является число. Это число запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25

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



Ответ: _____ В.

26

Линза с фокусным расстоянием $F = 2$ м даёт на экране изображение предмета, увеличенное в 4 раза. Каково расстояние от предмета до линзы?

Ответ: _____ м.



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

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

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

27

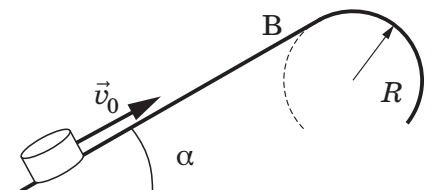
В вертикальном цилиндрическом сосуде под поршнем находится воздух, водяной пар и капли воды на стенках сосуда. Поршень начинают медленно поднимать, увеличивая объём сосуда. В середине процесса подъёма поршня капли воды в сосуде исчезают, температура пара остаётся неизменной в течение всего процесса подъёма поршня. Затем сосуд с паром нагревают при неизменном положении поршня. Как будет меняться при этих процессах влажность воздуха в сосуде? Ответ поясните, указав, какие физические явления и закономерности Вы использовали для объяснения.

Полное правильное решение каждой из задач 28–32 должно включать 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.

- 28 Груз массой 100 г свободно падает с высоты 10 м с нулевой начальной скоростью. Какова кинетическая энергия груза на высоте 6 м относительно поверхности земли? Сопротивлением воздуха пренебречь.

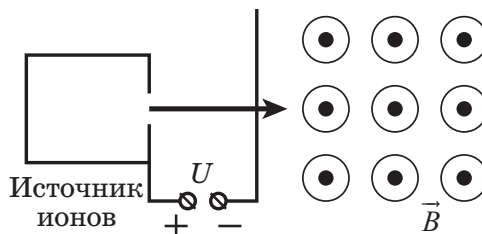
Ответ: _____ Дж.

- 29 Небольшая шайба после удара скользит вверх по наклонной плоскости из точки А (см. рисунок). В точке В наклонная плоскость без излома переходит в наружную поверхность горизонтальной трубы радиусом R . Если в точке А скорость шайбы превосходит $v_0 = 4$ м/с, то в точке В шайба отрывается от опоры. Длина наклонной плоскости $AB = L = 1$ м, угол $\alpha = 30^\circ$. Коэффициент трения между наклонной плоскостью и шайбой $\mu = 0,2$. Найдите внешний радиус трубы R .



- 30 Теплоизолированный горизонтальный сосуд разделён пористой перегородкой на две равные части. В начальный момент в левой части сосуда находится $\nu = 2$ моль гелия, а в правой — такое же количество моль аргона. Атомы гелия могут проникать через перегородку, а для атомов аргона перегородка непроницаема. Температура гелия равна температуре аргона: $T = 300$ К. Определите отношение внутренних энергий газов по разные стороны перегородки после установления термодинамического равновесия.

- 31 Ион ускоряется в электрическом поле с разностью потенциалов $U = 10$ кВ и влетает в однородное магнитное поле перпендикулярно вектору его индукции \vec{B} (см. рис.). 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 пренебречь.



- 32 Металлическая пластина облучается светом частотой $\nu = 1,6 \cdot 10^{15}$ Гц. Работа выхода электронов из данного металла равна 3,7 эВ. Вылетающие из пластины фотоэлектроны попадают в однородное электрическое поле напряжённостью 130 В/м, причём вектор \vec{E} направлен в сторону пластины и перпендикулярен её поверхности. Какова максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов на расстоянии 10 см от пластины?



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

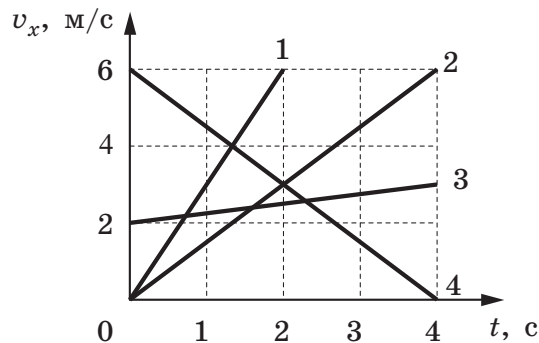
ВАРИАНТ 6

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 пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1

Четыре тела движутся вдоль оси Ox . На рисунке изображены графики зависимости проекций скоростей v_x от времени t для этих тел. Какое из тел движется с наибольшим по модулю ускорением?



Ответ: _____ .

2

Во сколько раз изменится сила тяготения, действующая между двумя сферами массами m_1 и m_2 , находящимися на некотором расстоянии, если массу 2-го шара увеличить в 4 раза, а расстояние уменьшить в 3 раза?

Ответ: _____ .

3

К пружине школьного динамометра длиной 5 см подвешен груз массой 0,1 кг. При этом пружина удлинилась на 2,5 см. Каким будет удлинение пружины при добавлении ещё двух грузов по 0,1 кг?

Ответ: _____ см.

4

На сани, стоящие на гладком льду, с некоторой высоты прыгает человек массой 50 кг. Проекция скорости человека на горизонтальное направление в момент соприкосновения с санями 4 м/с. Скорость саней с человеком после прыжка составила 0,8 м/с. Какова масса саней?

Ответ: _____ кг.

5

Шарик катится по желобу. Измерение координаты с течением времени в инерциальной системе отсчёта показано на графике.

Выберите два верных утверждения, которые соответствуют результатам опыта.

1) Проекция скорости шарика постоянно увеличивалась и оставалась отрицательной на всём пути.

2) Первые 2 с скорость шарика возрастала, а затем оставалась постоянной.

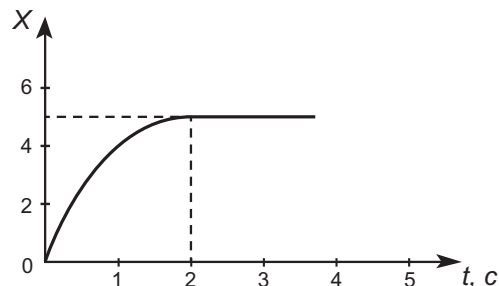
3) Первые 2 с шарик двигался с уменьшающейся скоростью, а затем покоился.

4) На шарик действовала всё увеличивающаяся сила.

5) Первые 2 с проекция ускорения не изменялась, а затем стала равной нулю.

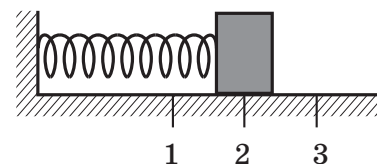
Ответ:

--	--



6

Груз изображённого на рисунке пружинного маятника совершает гармонические колебания между точками 1 и 3. Как меняются кинетическая энергия груза и жёсткость пружины при движении груза маятника от точки 1 к точке 2?



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.

Ответ:

Кинетическая энергия груза	Жёсткость пружины

7

Тело, брошенное 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.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

А) время t подъёма на максимальную высоту

Б) расстояние s от точки броска до точки падения

ФОРМУЛЫ

1) $v^2 \cos^2 \alpha / g$

2) $v \sin \alpha / g$

3) $v^2 \sin 2\alpha / g$

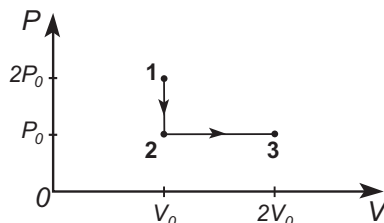
4) $v^2 \sin^2 \alpha / 2g$

Ответ:

А	Б

8

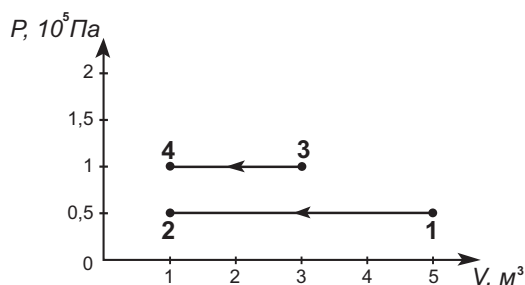
Чему равна температура газа в состоянии 3, если в состоянии 2 температура равна 100 К?



Ответ: _____ К.

9

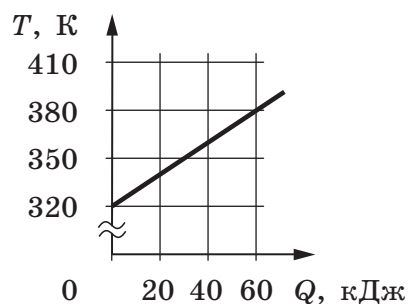
На рисунке показано сжатие водорода двумя способами 1—2 и 3—4. Найдите отношение работ A_{12}/A_{34} внешних сил при этих процессах.



Ответ: _____ .

10

На рисунке изображён график зависимости температуры тела от подводимого к нему количества теплоты. Удельная теплоёмкость вещества этого тела равна 500 Дж/(кг·К). Чему равна масса тела?



Ответ: _____ кг.

11

На рисунке приведена зависимость давления идеального газа постоянной массы от температуры.

Из приведённого списка выберите два верных утверждения, характеризующие процессы на графике, и укажите их номера.

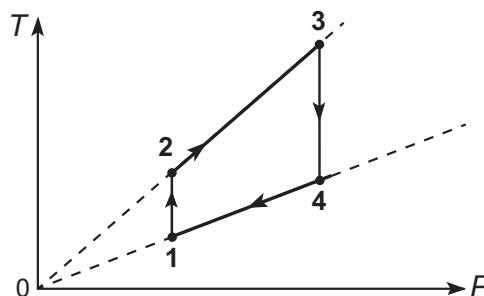
1) На участке 2—3 внутренняя энергия увеличивается.

2) На участке 3—4 работа газа положительна.

3) На участке 4—1 работа газа отрицательна.

4) На участке 1—2 внутренняя энергия газа увеличивается.

5) На участке 3—4 внутренняя энергия газа не меняется.



Ответ:

--	--

12

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

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

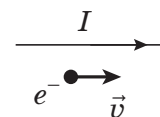
- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

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

Ответ:	Количество теплоты, отданное газом холодильнику за цикл работы	Работа газа за цикл

13

Электрон e^- имеет горизонтальную скорость \vec{v} , направленную вдоль прямого длинного проводника с током I (см. рис.). Куда направлена (от нас, вверх, влево, вниз) действующая на электрон сила Лоренца \vec{F} ? Ответ запишите словом (словами).



Ответ: _____ .

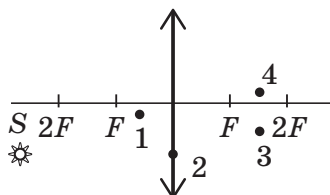
14

Комната освещается люстрой из четырёх одинаковых параллельно включённых лампочек. Расход электроэнергии за час равен 600 кДж. Каким будет расход электроэнергии в час, если включить ещё одну такую же люстру параллельно первой?

Ответ: _____ кДж.

15

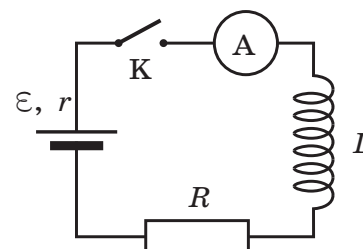
Какая из точек является изображением точки S , которое даёт тонкая собирающая линза с фокусным расстоянием F (см. рис.)?



Ответ: точка _____ .

16

В схеме, показанной на рисунке, ключ K замыкают в момент времени $t=0$. Показания амперметра в последовательные моменты времени приведены в таблице. Сопротивление резистора равно 100 Ом. Сопротивлением проводов и амперметра, активным сопротивлением катушки индуктивности и внутренним сопротивлением источника пренебречь.



t , мс	0	50	100	150	200	250	300	400	500	600	700
I , мА	0	23	38	47	52	55	57	59	59	60	60

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

- 1) Напряжение на резисторе сначала увеличивается, а затем не меняется.
- 2) Напряжение на резисторе не меняется с течением времени.
- 3) ЭДС источника равна 3,4 В.
- 4) Напряжение на катушке в момент времени 300 мс равно 0.
- 5) Напряжение на катушке в момент времени 0 мс максимально.

Ответ:

--	--

17

При настройке контура радиопередатчика его ёмкость увеличили. 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

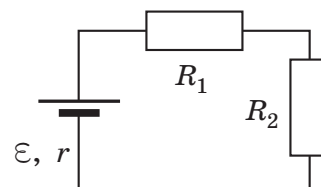
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Ответ:

Частота колебаний тока в контуре	Длина волны излучения

18

Два резистора подключены к источнику тока с ЭДС ε (см. рис.). Сопротивление второго резистора равно R_2 , напряжение на нём равно U_2 . Напряжение на первом резисторе равно U_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) сопротивление резистора R_1
- Б) мощность, выделяемая в цепи

- 1) $R_2 \frac{U_1}{U_2}$
- 2) $R_2 \frac{U_2}{U_1}$
- 3) $\frac{\varepsilon U_2}{R_2}$
- 4) $\frac{U_2^2 (U_1 + U_2)}{U_1 R_2}$

Ответ:

А	Б

19

В какой изотоп превратился свинец $^{212}_{82}\text{Pb}$ после одного α - и двух β -распадов?

Ответ: _____ .

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

20

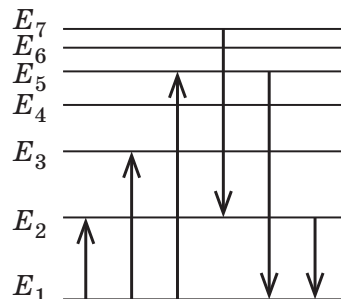
Поток фотонов с энергией 10 эВ выбивает из металла фотоэлектроны. Какова максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов, если работа выхода электронов с поверхности данного металла равна 6 эВ?

Ответ: _____ эВ.

21

На рисунке представлена диаграмма энергетических уровней атома. Установите соответствие между отмеченными стрелками переходами между энергетическими уровнями и происходящими при этом процессами.

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



ПРОЦЕССЫ

- А) поглощение фотона с максимальным импульсом
Б) излучение фотона с максимальной длиной волны

ПЕРЕХОДЫ

- 1) с уровня 1 на уровень 5
2) с уровня 1 на уровень 3
3) с уровня 7 на уровень 2
4) с уровня 2 на уровень 1

Ответ:

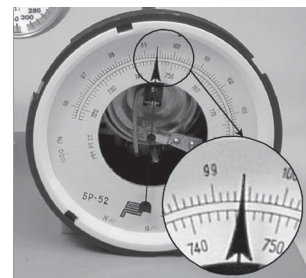
А	Б

22

С помощью барометра проводились измерения атмосферного давления. Верхняя шкала барометра проградуирована в кПа, а нижняя шкала — в мм рт. ст. Погрешность измерений давления равна цене деления шкалы барометра.

Запишите в ответ величину атмосферного давления, выраженного в мм рт. ст., с учётом погрешности измерений.

Ответ: (_____ ± _____) мм рт. ст.



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

23

Необходимо собрать экспериментальную установку, с помощью которой требуется определить законы параллельного соединения резисторов. Для этого были использованы соединительные провода, аккумулятор, реостат, резисторы, сопротивление которых 2 и 4 Ом, два амперметра, вольтметр. Какие две позиции из приведённого ниже списка необходимо дополнительно использовать для проведения этого эксперимента?

- 1) лампочка
2) ключ
3) амперметр
4) аккумулятор
5) реостат

В ответ запишите номера выбранного оборудования.

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

Выберите все утверждения, которые соответствуют характеристикам планет.

- 1) На Уране смена времён года происходит в 4 раза чаще, чем на Земле.
- 2) Масса Марса в 3 раза больше массы Юпитера.
- 3) Орбита Сатурна находится на расстоянии примерно 1430 млн км от Солнца.
- 4) Вторая космическая скорость вблизи Урана почти в 2 раза больше, чем вблизи Земли.
- 5) Сила тяготения между Солнцем и Ураном равна силе тяготения между Солнцем и Нептуном.

Ответ: _____ .



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

Часть 2

Ответом на каждое из заданий 25 и 26 является число. Это число запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25

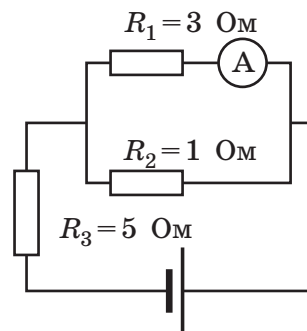
В цепи, изображённой на рисунке, идеальный амперметр показывает 1 А. Найдите ЭДС источника, если его внутреннее сопротивление 1 Ом.

Ответ: _____ В.

26

Линза с фокусным расстоянием $F=1$ м даёт на экране изображение предмета, увеличенное в 4 раза. Каково расстояние от предмета до линзы?

Ответ: _____ м.



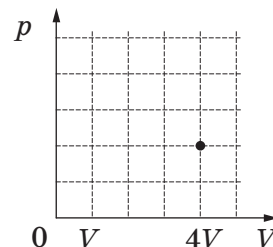
*Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.
Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.*

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

27

В стеклянном цилиндре под поршнем при комнатной температуре T_0 находится только водяной пар. Первоначальное состояние системы показано точкой на pV -диаграмме. Медленно перемещая поршень, объём V под поршнем изотермически

уменьшают от $4V_0$ до V_0 . Когда объём V достигает значения $2V_0$, на внутренней стороне стенок цилиндра выпадает роса. Постройте график зависимости давления p в цилиндре от объёма V на отрезке от V_0 до $4V_0$. Укажите, какими закономерностями Вы при этом воспользовались.



Полное правильное решение каждой из задач 28–32 должно включать 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.

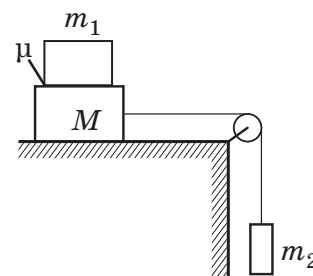
28

Груз массой 100 г свободно падает с высоты 10 м с нулевой начальной скоростью. Какова потенциальная энергия груза в тот момент времени, когда его скорость равна 8 м/с? Принять, что потенциальная энергия груза равна нулю на поверхности земли. Сопротивлением воздуха пренебречь.

Ответ: _____ Дж.

29

Система грузов M , m_1 и m_2 , показанная на рисунке, движется из состояния покоя. Поверхность стола – горизонтальная и гладкая. Коэффициент трения между грузами M и m_1 равен $\mu = 0,2$. Грузы M и m_2 связаны лёгкой нерастяжимой нитью, которая скользит по блоку без трения. Пусть $M = 1,2$ кг, $m_1 = m_2 = m$. При каких значениях m грузы M и m_1 движутся как одно целое?

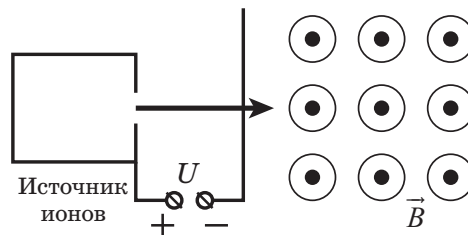


30

Теплоизолированный горизонтальный сосуд объёмом 2 м^3 разделён пористой перегородкой на две равные части. В начальный момент в левой части сосуда находится гелий массой $m = 1$ кг, а в правой – такой же массы аргон. Атомы гелия могут проникать через перегородку, а для атомов аргона перегородка непроницаема. Начальная температура гелия равна начальной температуре аргона: $T = 300$ К. Определите внутреннюю энергию газа, оставшегося в той части сосуда, где первоначально находился гелий, после установления равновесия в системе.

31

Ион ускоряется в электрическом поле с разностью потенциалов $U = 10$ кВ и влетает в однородное магнитное поле перпендикулярно вектору его индукции \vec{B} (см. рисунок). Радиус траектории движения иона в магнитном поле $R = 0,2$ м, модуль индукции магнитного поля $B = 0,5$ Тл. Определите отношение массы иона к его



электрическому заряду $\frac{m}{q}$. Кинетической энергией

иона при его вылете из источника пренебречь.

32

Металлическая пластина облучается светом частотой $\nu = 1,6 \cdot 10^{15}$ Гц. Вылетающие из пластины фотоэлектроны попадают в однородное электрическое поле напряжённостью 130 В/м, причём вектор напряжённости \vec{E} поля направлен к пластине перпендикулярно её поверхности. Измерения показали, что на расстоянии $L = 10$ см от пластины максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов равна $E = 15,9$ эВ. Определите работу выхода электронов из данного металла.

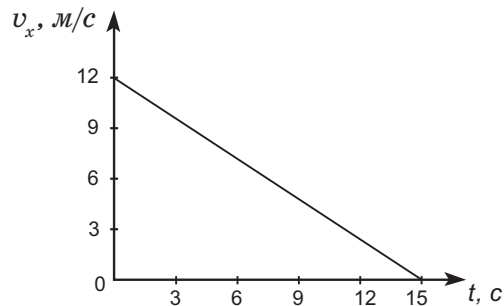
ВАРИАНТ 7

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 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 от времени при прямолинейном движении тела по оси ординат v_x .



Чему равна проекция его ускорения a_x ?

Ответ: _____ м/с².

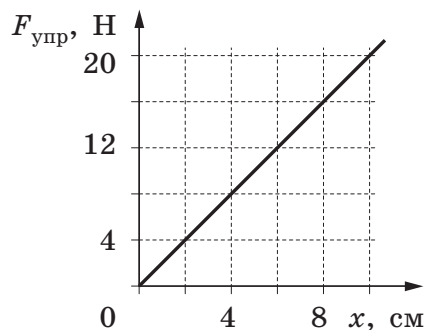
2

В ИСО сила F сообщает телу массой m ускорение a . Чему равно ускорение тела массой $1/3 m$ под действием силы $6F$?

Ответ: _____ м/с².

3

По результатам исследования построен график зависимости модуля силы упругости пружины от её деформации (см. рисунок). Каким будет удлинение пружины при подвешивании груза массой 2 кг?



Ответ: _____ см.

4

Шар массой 200 г падает с начальной скоростью 10 м/с на стоящую на горизонтальной площадке платформу с песком массой 20 кг под углом 45° к горизонту. Какой импульс приобретёт после этого платформа с шариком? Считать, что платформа может горизонтально двигаться без трения.

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

5

Ученик проводил опыты, проверяя зависимость выталкивающей силы от плотности жидкости и глубины погружения тела.

Выберите два верных утверждения, которые соответствуют результатам опытов.

1) Выталкивающая сила уменьшается при увеличении глубины погружения тела.

2) Выталкивающая сила сначала увеличивается, а затем уменьшается при уменьшении глубины погружения.

3) Выталкивающая сила не зависит от глубины погружения, а зависит только от плотности жидкости.

4) Выталкивающая сила увеличивается при увеличении плотности жидкости и не зависит от глубины погружения.

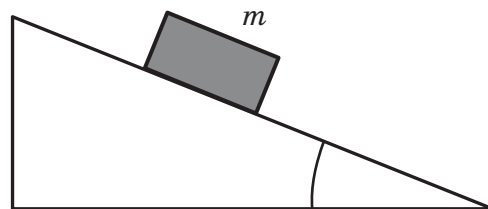
5) Выталкивающая сила зависит только от плотности материала, из которого сделано тело.

Ответ:

--	--

6

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



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличится

2) уменьшится

3) не изменится

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

Ответ:

Ускорение	Модуль работы силы трения

7

Установите соответствие между зависимостью проекции скорости тела от времени (все величины выражены в СИ) и зависимостью координаты этого тела от времени (начальная координата тела равна 0).

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

СКОРОСТЬ

А) $v_x = -2$

Б) $v_x = 5 - t$

КООРДИНАТА

1) $x = -2t$

2) $x = -2t^2$

3) $x = 5t - 0,5t^2$

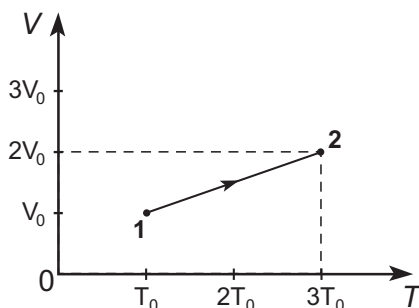
4) $x = 5t + 2t^2$

Ответ:

А	Б

8

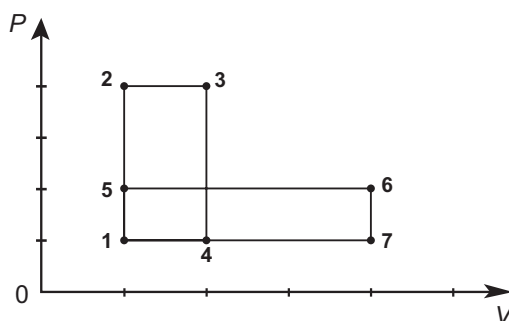
На VT -диаграмме изображён переход из состояния 1 в состояние 2 данной массы газа. В состоянии 1 давление газа $P=20$ кПа. Чему равно давление в состоянии 2?



Ответ: _____ кПа.

9

Сравните работу, совершённую идеальным газом, в циклах 1—2—3—4 и 1—5—6—7—1



Ответ: _____ .

10

Какое количество теплоты необходимо для нагревания 100 г свинца от 300 К до 320 К?

Ответ: _____ Дж.

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 перечня выберите два верных утверждения и укажите их номера.

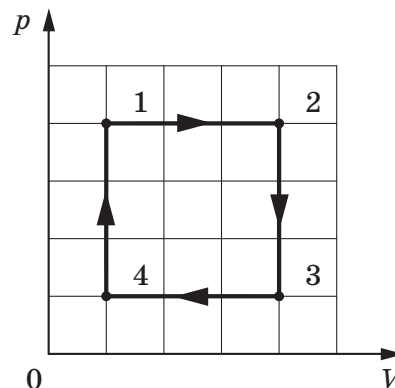
1) В процессе 1—2 внутренняя энергия газа не изменяется

2) В процессе 4—1 газ совершает положительную работу.

3) В процессе 3—4 газу сообщают некоторое количество теплоты.

4) В процессе 1—2 температура газа увеличивается в 4 раза.

5) Работа, совершённая над газом в процессе 3—4, в 4 раза меньше работы, совершённой газом в процессе 1—2.



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.

ФИЗИЧЕСКИ ВЕЛИЧИНЫ

- А) количество теплоты, отдаваемое двигателем за цикл холодильнику
Б) КПД двигателя

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

Во сколько раз увеличится энергия электростатического поля конденсатора, если заряд на его обкладках увеличить в 3 раза?

Ответ: _____ .

14

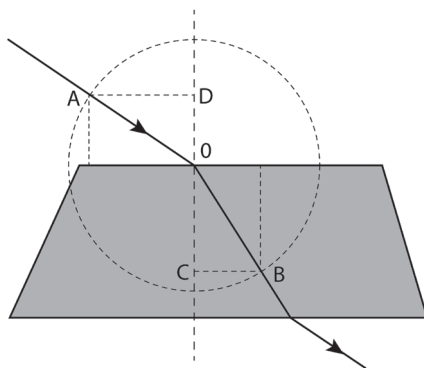
Участок цепи состоит из двух последовательно соединённых цилиндрических проводников, сопротивление первого из которых равно 2 Ом, а второго — 4 Ом. Каким станет общее сопротивление этого участка, если и длину и площадь поперечного сечения первого проводника уменьшить в 2 раза?

Ответ: _____ Ом.

15

На рисунке показан ход светового луча через стеклянную пластину, находящуюся в воздухе. Точка O — центр окружности. $AD = OC = 7$ см, $BC = OD = 5$ см.

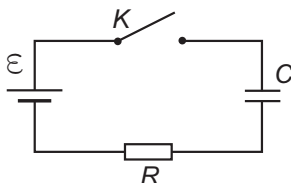
Чему равен показатель преломления стекла n ?



Ответ: _____ .

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 точностью ± 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, соответствующие результатам этого опыта, и укажите их номера. Внутренним сопротивлением источника и сопротивлением проводов можно пренебречь.

- 1) В течение первой секунды ток через резистор не течёт.
- 2) В момент времени $t=2$ с напряжение на конденсаторе 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

Плоский конденсатор подключён к источнику постоянного тока. Как изменятся ёмкость конденсатора и величина заряда на его обкладках, если увеличить зазор между обкладками 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.

Ответ:

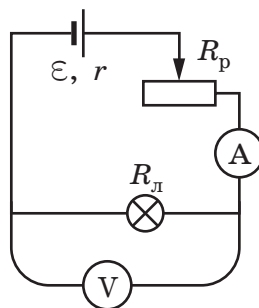
	Ёмкость конденсатора	Величина заряда на обкладках конденсатора

18

Исследуется электрическая цепь, собранная по схеме, представленной на рисунке.

Определите формулы, которые можно использовать для расчётов показаний амперметра и вольтметра. Измерительные приборы считать идеальными.

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



ПОКАЗАНИЯ
ПРИБОРОВ

А) показания амперметра

Б) показания вольтметра

ФОРМУЛЫ ДЛЯ РАСЧЁТОВ
ПОКАЗАНИЙ ПРИБОРОВ

1) $\frac{\varepsilon R_l}{R_l + R_p + r}$

2) $\varepsilon R_l - \varepsilon (R_p + r)$

3) $\varepsilon (R_l + R_p + r)$

4) $\frac{\varepsilon}{R_l + R_p + r}$

Ответ:

А	Б

19

В какой изотоп превратился ${}_{92}^{238}\text{U}$ после одного α - и двух β -распадов?

Ответ: _____ .

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

20

Энергия фотона в рентгеновском дефектоскопе в 2 раза больше энергии фотона в рентгеновском медицинском аппарате. Определите отношение частоты электромагнитных колебаний в первом пучке рентгеновских лучей к частоте во втором пучке.

Ответ: _____ .

21

Большое число N радиоактивных ядер ${}_{80}^{203}\text{Hg}$ распадаются, образуя стабильные дочерние ядра ${}_{81}^{203}\text{Tl}$. Период полураспада равен 46,6 суток. Какое количество исходных ядер останется через 139,8 суток, а дочерних появится за 93,2 суток после начала наблюдений?

Установите соответствие между величинами и их значениями.

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

ВЕЛИЧИНЫ

ИХ ЗНАЧЕНИЕ

А) количество ядер $^{203}_{80}\text{Hg}$ через 139,8 суток

1) $\frac{N}{8}$

Б) количество ядер $^{203}_{81}\text{Tl}$ через 93,2 суток

2) $\frac{N}{4}$

3) $\frac{3N}{4}$

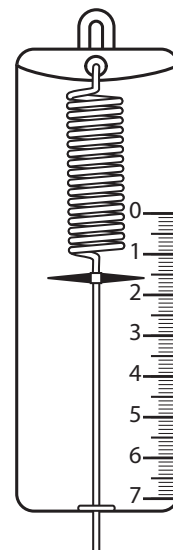
4) $\frac{7N}{8}$

Ответ:

А	Б

22

Ученик измерял силу тяжести, действующую на груз. Показания динамометра приведены на фотографии. Погрешность измерения равна цене деления динамометра. Запишите в ответ величину силы тяжести, действующей на груз, с учётом погрешности измерений.

Ответ: (_____ \pm _____) Н.

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

23

Ученик должен определить, как зависит ширина интерференционной полосы от длины световой волны. В его распоряжении есть 5 установок, повторяющих опыт Юнга по интерференции. Какие две установки надо использовать ученику, чтобы на опыте обнаружить зависимость ширины интерференционной полосы от длины волны.

Номер установки	Цвет фильтра	Расстояние между источниками	Расстояние от источников до экрана
1	красный	2 см	1 м
2	жёлтый	1,5 см	1 м
3	зелёный	2 см	2 м
4	синий	2 см	1 м
5	жёлтый	2 см	0,5 м

В ответ запишите номера выбранных установок.

Ответ:

--	--

24

Рассмотрите таблицу, содержащую характеристики планет Солнечной системы.

Название планеты	Среднее расстояние от Солнца (в а.е.*)	Период обращения вокруг Солнца	Диаметр в районе экватора, км	Первая космическая скорость, км/с	Масса 10^{24} кг
Меркурий	0,39	87,97 суток	4878	2,97	0,33
Венера	0,72	224,7 суток	12104	7,25	4,87
Земля	1,00	365,3 суток	12756	7,89	5,97
Марс	1,52	687 суток	6794	3,55	0,64
Юпитер	5,20	11 лет 314 суток	142800	42,1	1898,8
Сатурн	9,54	29 лет 168 суток	119900	25,0	568,50
Уран	19,19	83 года 273 суток	51108	15,7	86,625
Нептун	30,52	164 года 292 суток	49493	17,5	102,78

1 а.е. = 150 млн км

Выберите все утверждения, которые соответствуют характеристикам планет.

- 1) Средняя плотность Сатурна примерно в 5 раза больше, чем Венеры.
- 2) Скорость движения Нептуна по орбите приблизительно равна 5,5 км/с.
- 3) Радиосигнал, посланный с Земли, достигнет поверхности Урана через 2,5 часа.
- 4) Ускорение свободного падения на Марсе равно примерно 20 м/с^2 .
- 5) За один год на Сатурне Венера делает 30 оборотов вокруг Солнца.

Ответ: _____ .



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

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

Часть 2

Ответом на каждое из заданий 25 и 26 является число. Это число запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25

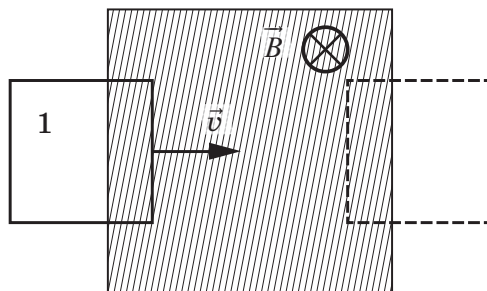
В цилиндре при 20°C находится 2 кг воздуха под давлением $9,8 \cdot 10^5$ Па. Какова работа воздуха при его изобарном нагревании на 100°C ? Ответ выразите в килоджоулях и округлите до целых.

Ответ: _____ кДж.

26

В заштрихованной области на рисунке действует однородное магнитное поле, направленное перпендикулярно плоскости рисунка, $B = 0,1$ Тл. Проволочную квадратную рамку сопротивлением $R = 10$ Ом и стороной $l = 10$ см перемещают в пло-

скости рисунка поступательно со скоростью $v = 1$ м/с. Чему равен индукционный ток в рамке в состоянии 1?



Ответ: _____ мА.

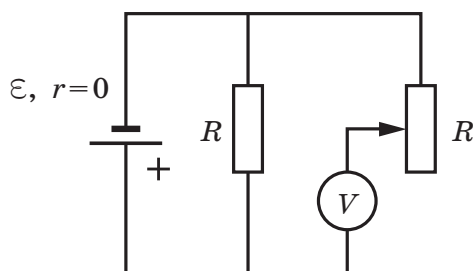


Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы. Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.

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

27

В схеме на рисунке сопротивление резистора и полное сопротивление реостата равны R , ЭДС батарейки равна \mathcal{E} , её внутреннее сопротивление ничтожно мало ($r=0$). Как ведут себя (увеличиваются, уменьшаются, остаются постоянными) показания идеального вольтметра при перемещении движка реостата из крайнего верхнего в крайнее нижнее положение? Ответ поясните, указав, какие физические закономерности вы использовали для объяснения.



Полное правильное решение каждой из задач 28–32 должно включать 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.

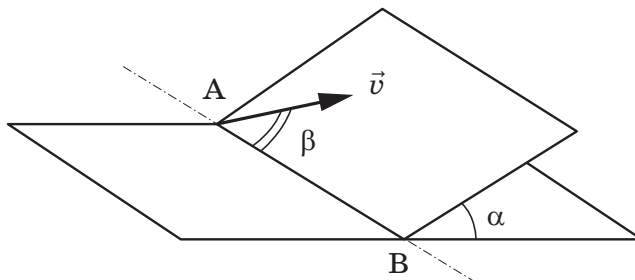
28

Мальчик на санках спустился с ледяной горы высотой 10 м и проехал по горизонтали до остановки 50 м. Сила трения при его движении по горизонтальной поверхности равна 80 Н. Чему равна общая масса мальчика с санками? Считать, что по склону горы санки скользили без трения.

Ответ: _____ кг.

29

Наклонная плоскость пересекается с горизонтальной плоскостью по прямой АВ. Угол между плоскостями $\alpha = 30^\circ$. Маленькая шайба начинает движение вверх по наклонной плоскости из точки А с начальной скоростью $v_0 = 2$ м/с под углом $\beta = 60^\circ$ к прямой АВ. В ходе движения шайба съезжает на прямую АВ в точке В. Пренебрегая трением между шайбой и наклонной плоскостью, найдите расстояние АВ.



30

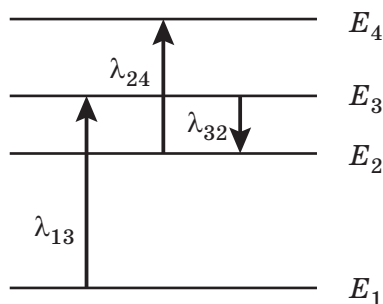
В калориметре находился лёд при температуре $t_1 = -5^\circ\text{C}$. Какой была масса m_1 льда, если после добавления в калориметр $m_2 = 4$ кг воды, имеющей температуру $t_2 = 20^\circ\text{C}$, и установления теплового равновесия температура содержимого калориметра оказалась равной $t = 0^\circ\text{C}$, причём в калориметре была только вода?

31

Замкнутый контур из тонкой проволоки помещён в магнитное поле. Плоскость контура перпендикулярна вектору магнитной индукции. Площадь контура $S = 2 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2$. Если магнитная индукция поля меняется с течением времени в соответствии с выражением $B = a \cos(bt)$, где $a = 6 \cdot 10^{-3} \text{ Тл}$, $b = 3500 \text{ с}^{-1}$, то в контуре возникают колебания тока с амплитудой $I_m = 35 \text{ мА}$. Чему равно электрическое сопротивление контура R ?

32

На рисунке изображены энергетические уровни атома и указаны длины волн фотонов, излучаемых и поглощаемых при переходах с одного уровня на другой. Экспериментально установлено, что минимальная длина волны для фотонов, излучаемых при переходах между этими уровнями, равна $\lambda_0 = 250 \text{ нм}$. Какова величина λ_{13} , если $\lambda_{32} = 545 \text{ нм}$, $\lambda_{24} = 400 \text{ нм}$?



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

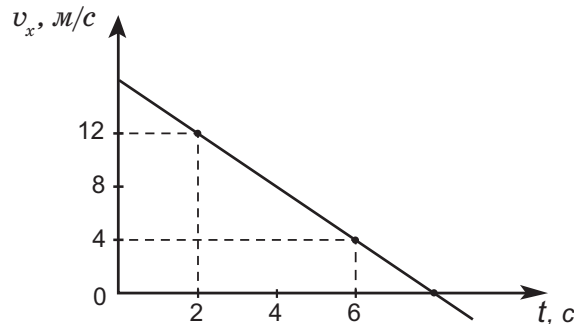
ВАРИАНТ 8

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 пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1

Тело движется прямолинейно с постоянным ускорением вдоль оси Ox . График зависимости проекции скорости от времени $v_x(t)$.



Определите проекцию вектора перемещения этого тела в интервале времени от 2 до 4 с.

Ответ: _____ м.

2

Координата тела массой 10 кг меняется по закону $x = 3 + 2t - 6t^2$. Чему равна проекция на ось Ox равнодействующей всех сил, действующих на это тело?

Ответ: _____ Н.

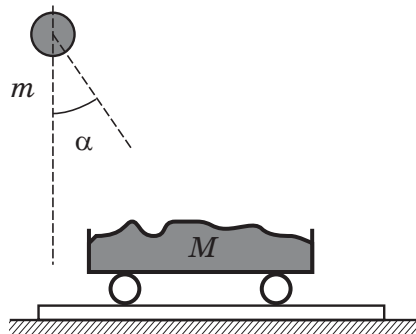
3

Чему равно растяжение пружины жёсткостью 10^4 Н/м под действием силы 1000 Н?

Ответ: _____ м.

4

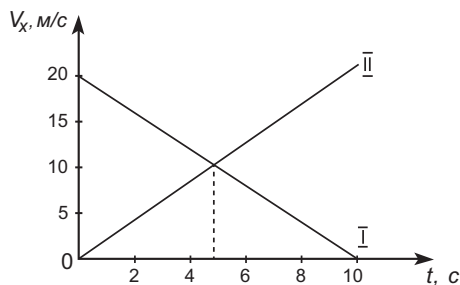
Камень массой $m = 4$ кг падает под углом $\alpha = 30^\circ$ к вертикали со скоростью 10 м/с в тележку с песком общей массой $M = 16$ кг, покоящуюся на горизонтальных рельсах. Чему равна скорость тележки с камнем?



Ответ: _____ м/с.

5

Два тела движутся по оси Ox . На рисунке приведены графики зависимости проекции их скоростей от времени t .



На основании графика выберите два верных утверждения о движении тел.

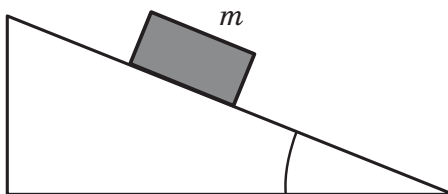
- 1) Проекция ускорений этих двух тел равны.
- 2) Два тела двигаются равномерно навстречу друг другу.
- 3) Модули ускорений этих двух тел равны.
- 4) Первое тело остановилось в момент времени $t = 10$ с.
- 5) В момент времени $t = 5$ с проекции скоростей двух тел равны.

Ответ:

--	--

6

С вершины наклонной плоскости из состояния покоя скользит с ускорением брусок массой m (см. рисунок). Как изменятся 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 её изменения:

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

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

Ответ:

Ускорение	Сила трения

7

Установите соответствие между зависимостью координаты тела от времени (все величины выражены в СИ) и зависимостью проекции скорости от времени для того же тела.

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

КООРДИНАТА

А) $x = 10 - 5t + 2t^2$

Б) $x = 5 - 4t^2$

СКОРОСТЬ

1) $v_x = 5 + 4t$

2) $v_x = 4t - 5$

3) $v_x = -4t^2$

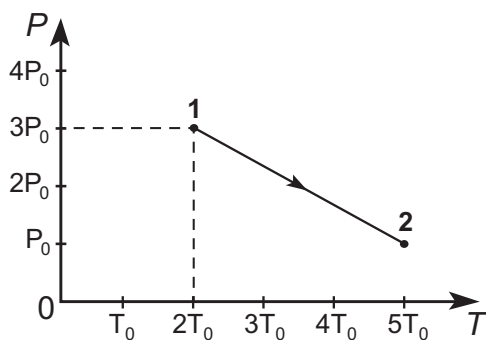
4) $v_x = -8t$

Ответ:

А	Б

8

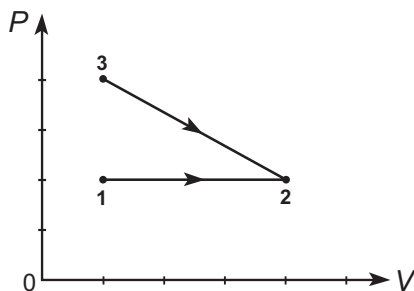
На PT -диаграмме изображён переход из состояния 1 в состояние 2 данной массы газа. В состоянии 1 объём данной массы газа $V = 2$ л. Чему равен объём газа в состоянии 2?



Ответ: _____ (л).

9

На рисунке показано расширение водорода двумя способами 1—2 и 3—2. Во сколько раз работа в процессе 3—2 больше работы в процессе 1—2?



Ответ: _____ раза.

10

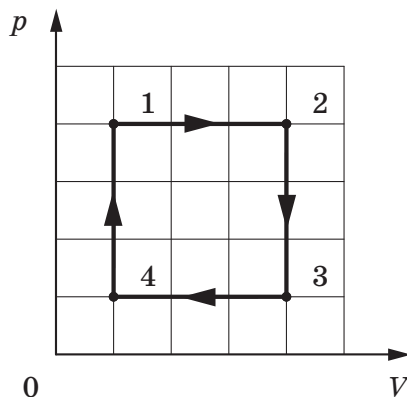
Чтобы нагреть 96 г молибдена на 1 К, нужно передать ему количество теплоты, равное 24 Дж. Чему равна удельная теплоёмкость этого вещества?

Ответ: _____ Дж/(кг·К).

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 перечня выберите два верных утверждения и укажите их номера.



- 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 некоторое 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

Температура нагревателя идеального теплового двигателя, работающего по циклу Карно, равна T_1 , а температура холодильника равна T_2 . За цикл двигатель отдаёт холодильнику количество теплоты Q_2 . 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) количество теплоты, получаемое за цикл от нагревателя

ФОРМУЛЫ

1) $\frac{T_1 - T_2}{T_2}$

2) $\frac{(T_1 - T_2)}{T_1}$

3) $\frac{Q_2}{T_2} T_1$

4) $\left(\frac{T_1}{T_1 - T_2} \right) Q_2$

Ответ:

А	Б

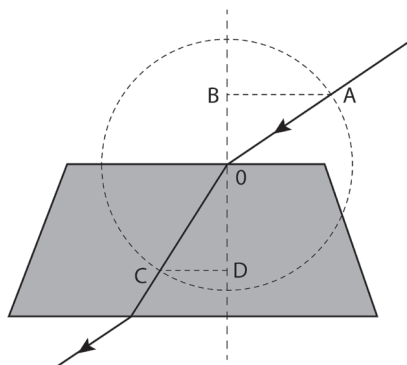
- 13** Во сколько раз уменьшится энергия электростатического поля конденсатора, если напряжение на его обкладках уменьшить в 2,5 раза?

Ответ: _____ .

- 14** Участок цепи состоит из двух последовательно соединённых цилиндрических проводников, сопротивление первого из которых равно 2 Ом, а второго — 5 Ом. Каким станет общее сопротивление этого участка, если удельное сопротивление и площадь поперечного сечения первого проводника увеличить вдвое?

Ответ: _____ Ом.

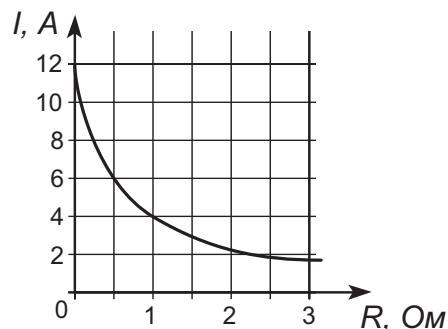
- 15** На рисунке показан ход луча света через стеклянную призму, находящуюся в воздухе. Точка O — центр окружности. $AB=OD=15$ см, $OB=CD=10$ см. Чему равен показатель преломления стекла n ?



Ответ: _____ .

- 16** К аккумулятору подключили реостат. На рисунке показан график изменения силы тока в реостате в зависимости от его сопротивления. Выберите из предложенных утверждений два, которые верно отражают результаты этого опыта.

- 1) Внутреннее сопротивление аккумулятора равно 0,5 Ом.
- 2) ЭДС аккумулятора равна 12 В.
- 3) Мощность, выделяемая в реостате увеличивается при увеличении его сопротивления.
- 4) Напряжение на реостате при силе тока 6 А равно 3 В.
- 5) Напряжение на источнике не зависит от силы тока через реостат.



Ответ:

--	--

17

Плоский конденсатор подключён к источнику постоянного тока. Расстояние между обкладками конденсатора уменьшают. Как изменятся при этом ёмкость конденсатора и разность потенциалов между его обкладками?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

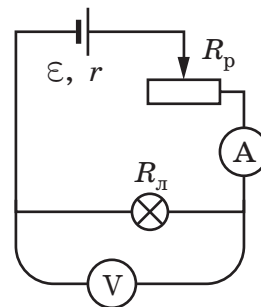
Ответ:	Ёмкость конденсатора	Разность потенциалов между обкладками конденсатора

18

Ученик собрал электрическую цепь по схеме, представленной на рисунке.

Определите формулы, которые можно использовать для расчётов показаний амперметра и напряжения на источнике тока. Измерительные приборы считать идеальными. Вольтметр показывает напряжение U .

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



ПОКАЗАНИЯ
ПРИБОРОВ

- А) показания амперметра
- Б) напряжение на источнике тока

ФОРМУЛЫ ДЛЯ РАСЧЁТОВ
ПОКАЗАНИЙ ПРИБОРОВ

- 1) $\frac{U}{R_л}$
- 2) $\frac{U}{R_л + r}$
- 3) $\frac{\varepsilon R_л - Ur}{R_л}$
- 4) $\frac{\varepsilon R_л + Ur}{R_л}$

Ответ:

А	Б

19

В результате серии радиоактивных распадов уран ${}^{238}_{92}\text{U}$ превращается в свинец ${}^{206}_{82}\text{Pb}$. Какое количество α - и β -распадов он испытывает при этом?

Ответ:

α -распады	β -распады

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

20

Длина волны рентгеновского излучения равна 10^{-10} м. Во сколько раз энергия одного фотона этого излучения превосходит энергию фотона видимого света длиной волны $4 \cdot 10^{-7}$ м?

Ответ: _____ .

21

Большое число N радиоактивных ядер ${}^{203}_{80}\text{Hg}$ распадается, образуя стабильные дочерние ядра ${}^{203}_{81}\text{Tl}$. Период полураспада равен 46,6 суток. Какое количество исходных ядер останется через 93,2 суток, а дочерних появится за 139,8 суток после начала наблюдений?

Установите соответствие между величинами и их значениями.

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

ВЕЛИЧИНЫ

ИХ ЗНАЧЕНИЕ

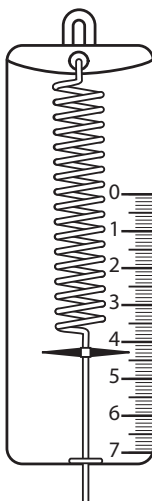
А) количество ядер ${}^{203}_{80}\text{Hg}$ через 93,2 суток1) $\frac{N}{8}$ Б) количество ядер ${}^{203}_{81}\text{Tl}$ через 139,8 суток2) $\frac{N}{4}$ 3) $\frac{3N}{4}$ 4) $\frac{7N}{8}$

Ответ:

А	Б

22

Ученик измерял силу тяжести, действующую на груз. Показания динамометра приведены на фотографии. Погрешность измерения равна цене деления динамометра. Запишите в ответ величину силы тяжести, действующей на груз, с учётом погрешности измерений.



Ответ: (____ ± ____) Н.

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

23

Ученик должен определить, как зависит ширина интерференционной полосы от расстояния от источников до экрана. В его распоряжении есть 5 установок, повторяющих опыт Юнга по интерференции. Какие две установки надо использовать ученику, чтобы на опыте обнаружить зависимость ширины интерференционной полосы от расстояния от источников до экрана.

Номер установки	Цвет фильтра	Расстояние между источниками	Расстояние от источников до экрана
1	красный	2 см	2,5 м
2	жёлтый	1,5 см	1 м
3	зелёный	2 см	2 м
4	синий	2 см	1 м
5	жёлтый	1,5 см	0,5 м

В ответ запишите номера выбранных установок.

Ответ:

24

Рассмотрите таблицу, содержащую характеристики планет Солнечной системы.

Название планеты	Среднее расстояние от Солнца (в а.е.*)	Период обращения вокруг Солнца	Диаметр в районе экватора, км	Первая космическая скорость, км/с	Масса 10^{24} кг
Меркурий	0,39	87,97 суток	4878	2,97	0,33
Венера	0,72	224,7 суток	12104	7,25	4,87
Земля	1,00	365,3 суток	12756	7,89	5,97
Марс	1,52	687 суток	6794	3,55	0,64
Юпитер	5,20	11 лет 314 суток	142800	42,1	1898,8
Сатурн	9,54	29 лет 168 суток	119900	25,0	568,50
Уран	19,19	83 года 273 суток	51108	15,7	86,625
Нептун	30,52	164 года 292 суток	49493	17,5	102,78

* 1 а.е. = 150 млн км

Выберите все утверждения, которые соответствуют характеристикам планет.

- 1) Средняя плотность Марса составляет примерно 0,7 средней плотности Земли.
- 2) Скорость движения Урана по орбите приблизительно равна 163 км/с.
- 3) Радиосигнал, посланный с Земли, достигнет поверхности Венеры через 0,1 часа.
- 4) Ускорение свободного падения на Сатурне равно примерно $10,5 \text{ м/с}^2$.
- 5) За один год на Нептуне Меркурий делает 87,97 оборотов вокруг Солнца.

Ответ: _____ .



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

Часть 2

Ответом на каждое из заданий 25 и 26 является число. Это число запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

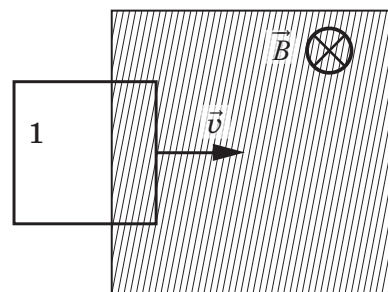
25

Давление идеального одноатомного газа уменьшилось на $5 \cdot 10^4$ Па. Газ находится в закрытом сосуде при постоянном объёме $0,3 \text{ м}^3$. Какое количество теплоты было отдано газом? Ответ выразите в килоджоулях (кДж) и округлите до десятых.

Ответ: _____ кДж.

26

В заштрихованной области на рисунке действует однородное магнитное поле, перпендикулярное плоскости рисунка, с индукцией $B = 0,1$ Тл. Квадратную проволочную рамку, сопротивление которой 10 Ом и длина стороны 10 см, перемещают в этом поле в плоскости рисунка поступательно равномерно с некоторой скоростью v_0 . При попадании рамки в магнитное поле в положении 1 в ней возникает индукционный ток, равный 1 мА. Какова скорость движения рамки?



Ответ: _____ мА.



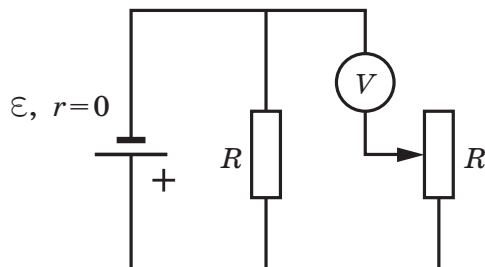
Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

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

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

27

В схеме на рисунке сопротивление резистора и полное сопротивление реостата равны R , ЭДС батарейки равна \mathcal{E} , её внутреннее сопротивление ничтожно ($r = 0$). Как ведут себя (увеличиваются, уменьшаются, остаются постоянными) показания идеального вольтметра при перемещении движка реостата?



Полное правильное решение каждой из задач 28–32 должно включать 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.

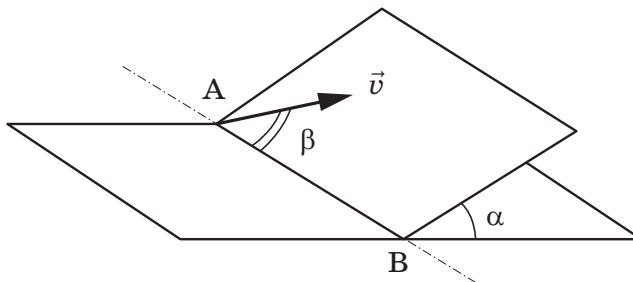
28

Мальчик на санках с общей массой 60 кг спускается с ледяной горы и останавливается, проехав 40 м по горизонтальной поверхности после спуска. Какова высота горы, если сила сопротивления движению на горизонтальном участке равна 60 Н? Считать, что по склону горы санки скользили без трения.

Ответ: _____ м.

29

Наклонная плоскость пересекается с горизонтальной плоскостью по прямой АВ. Угол между плоскостями $\alpha = 30^\circ$. Маленькая шайба скользит вверх по наклонной плоскости из точки А с начальной скоростью $v_0 = 2$ м/с, направленной под углом $\beta = 60^\circ$ к прямой АВ. Найдите максимальное расстояние, на которое шайба удалится от прямой АВ в ходе подъёма по наклонной плоскости. Трением между шайбой и наклонной плоскостью пренебречь.



30

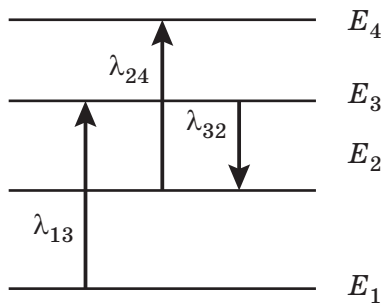
В калориметре находился 1 кг льда. Какой была температура льда, если после добавления в калориметр 15 г воды, имеющей температуру $t_2 = 20^\circ\text{C}$, в калориметре установилось тепловое равновесие при -2°C . Теплообменом с окружающей средой и теплоёмкостью калориметра пренебречь.

31

Замкнутый контур площадью S из тонкой проволоки помещён в магнитное поле. Плоскость контура перпендикулярна вектору магнитной индукции поля. В контуре возникают колебания тока амплитудой $I_m = 35$ мА, если магнитная индукция поля меняется с течением времени в соответствии с формулой $B = a \cos(bt)$, где $a = 6 \cdot 10^{-3}$ Тл, $b = 3500$ с $^{-1}$. Электрическое сопротивление контура $R = 1,2$ Ом. Чему равна площадь контура?

32

На рисунке изображены энергетические уровни атома и указаны длины волн фотонов, излучаемых и поглощаемых при переходах с одного уровня на другой. Экспериментально установлено, что минимальная длина волны для фотонов, излучаемых при переходах между этими уровнями, равна $\lambda_0 = 200$ нм. Какова величина λ_{24} , если $\lambda_{32} = 500$ нм, $\lambda_{13} = 250$ нм?



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

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 пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1

Координата тела меняется с течением времени согласно закону $x = 5t - 3$, где все величины выражены в СИ. Чему равна проекция скорости этого тела?

Ответ: _____ м/с.

2

Координата тела массой 10 кг меняется по закону $x = 3 - 4t + 2t^2$. Чему равен модуль силы, действующей на тело в момент времени 5 с?

Ответ: _____ Н.

3

Во сколько раз сила притяжения Земли к Солнцу больше силы притяжения Меркурия к Солнцу? Масса Меркурия в 18 раз меньше массы Земли, а расположен он в 2,5 раза ближе к Солнцу, чем Земля.

Ответ: _____ раз.

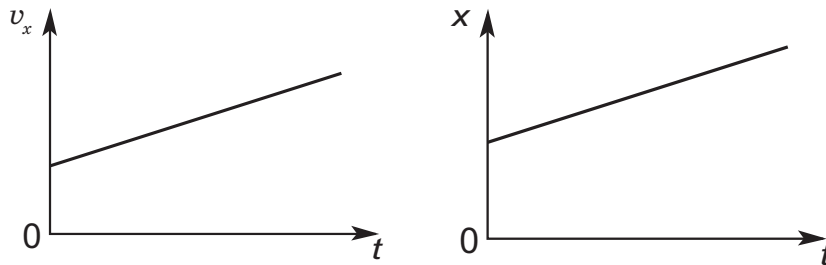
4

Недеформированную пружину жёсткостью 30 Н/м растянули на 0,04 м. Потенциальная энергия растянутой пружины равна

Ответ: _____ Дж.

5

На рисунке приведены графики зависимости от времени проекции скорости первого тела и координаты второго тела



На основании графиков выберите два верных утверждения.

- 1) Оба тела движутся равноускоренно.
- 2) Тела двигаются в одном направлении.
- 3) Первое тело движется равномерно, а второе — равноускоренно.
- 4) Первое тело движется равноускоренно, второе — равномерно.
- 5) Скорость второго тела остаётся постоянной, а скорость первого тела увеличивается.

Ответ:

--	--

6

На шероховатой наклонной плоскости покоится деревянный брусок. Угол наклона плоскости увеличили, но брусок относительно плоскости остался в покое. Как изменились при этом сила трения покоя, действующая на брусок, и коэффициент трения бруска о плоскость?

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.

Ответ:	Сила трения покоя, действующая на брусок	Коэффициент трения бруска о плоскость

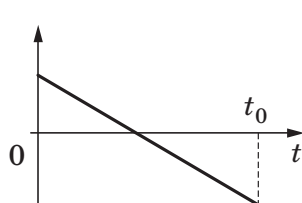
7

Шарик брошен с балкона вертикально вверх с начальной скоростью \vec{v} (см. рисунок) и через некоторое время упал на землю. Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять (t_0 — время полёта).

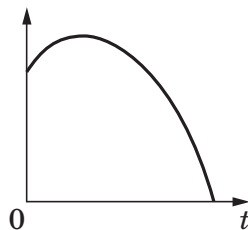
К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



ГРАФИКИ



А)



Б)

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

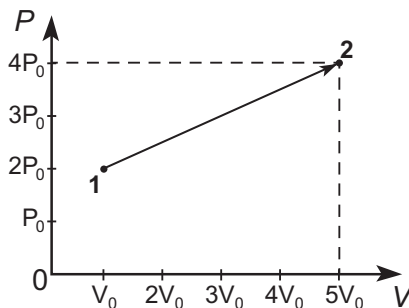
- 1) координата шарика y
- 2) проекция скорости шарика v_y
- 3) проекция ускорения шарика a_y
- 4) проекция F_y силы тяжести, действующей на шарик

Ответ:

А	Б

8

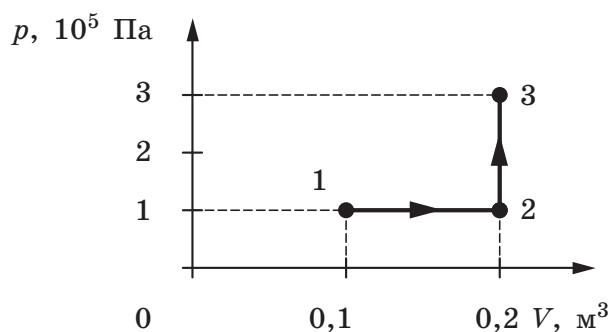
Газ переводят из состояния 1 в состояние 2 так, как показано на диаграмме P - V . Чему равна температура газа в состоянии 2, если в состоянии 1 температура равна 250 К?



Ответ: _____ К.

9

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



Ответ: _____ кДж.

10

Кусок алюминия массой 10 кг нагрели от 15 до 85 °С. Какое количество теплоты было затрачено на его нагрев?

Ответ: _____ кДж.

11

В таблице представлены результаты измерений массы m , изменения температуры Δt и количества теплоты Q , выделяющейся при охлаждении цилиндров, изготовленных из меди, алюминия и олова.

Номер цилиндра	Вещество, из которого изготовлен цилиндр	m , г	$ \Delta t $, °С	Q , кДж
1	Медь	200	50	4
2	Медь	400	100	16
3	Алюминий	200	50	4,5
4	Олово	400	50	4,6

Какие утверждения соответствуют результатам проведённого эксперимента? Из предложенного перечня выберите два правильных. Укажите их номера.

На основании проведённых измерений можно утверждать, что

1) количество теплоты, выделяющееся при охлаждении, зависит от вещества, из которого изготовлен цилиндр.

2) количество теплоты, выделяющееся при охлаждении, не зависит от вещества, из которого изготовлен цилиндр.

3) удельная теплоёмкость алюминия в 2 раза больше, чем удельная теплоёмкость олова.

4) количество теплоты, выделяющееся при охлаждении, увеличивается при увеличении разности температур.

5) количество теплоты, выделяющееся при охлаждении, увеличивается при увеличении массы цилиндра.

Ответ:

--	--

12

В цилиндре под поршнем находится идеальный газ. Газ сжимают, один раз передвигая поршень в цилиндре медленно, а другой раз — при резком движении поршня.

Установите соответствие между характером изменения состояния газа в цилиндре и названием процесса изменения состояния газа.

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

ХАРАКТЕР ИЗМЕНЕНИЯ
СОСТОЯНИЯ ГАЗА

- А) медленное сжатие газа
Б) быстрое сжатие газа

НАЗВАНИЕ ПРОЦЕССА

- 1) изобарный
2) изохорный
3) адиабатный
4) изотермический

Ответ:

А	Б

13

На рисунке изображён проводник, по которому протекает электрический ток. Направление тока указано стрелкой. Как направлен (*вверх, вниз, от нас, к нам*) вектор индукции магнитного поля проводника в точке С? Ответ запишите словом (словами).



Ответ: _____ .

14

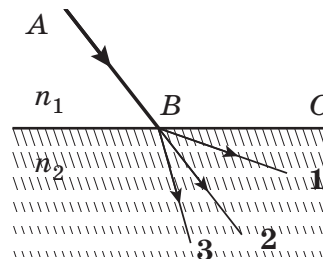
По участку цепи, состоящему из резисторов $R_1 = 1$ кОм и $R_2 = 3$ кОм (см. рисунок), протекает постоянный ток $I = 10$ мА. Какое количество теплоты выделится на этом участке за время $t = 1$ мин?



Ответ: _____ Дж.

15

Луч АВ преломляется в точке В на границе раздела двух сред с показателями преломления $n_1 > n_2$ и идёт вдоль границы раздела сред по пути ВС (см. рисунок). Каким будет направление распространения преломлённого луча, если показатель преломления первой среды n_1 уменьшить, сохранив условие $n_1 > n_2$?

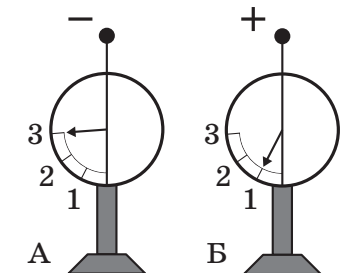


Ответ: _____ .

16

На рисунке изображены два одинаковых электрометра: А и Б, шары которых имеют заряды противоположных знаков. В первом опыте электрометры соединяют проволокой, а во втором — деревянной линейкой. Выберите два утверждения, соответствующие данным этих опытов.

1) В первом опыте показание электрометра А станет равным 1, а показание электрометра Б — равным 3.



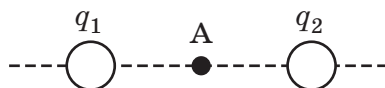
- 2) В первом опыте показания обоих электрометров станут равными.
- 3) В первом опыте электрометр Б полностью разрядится.
- 4) Во втором опыте показания электрометров не изменятся.
- 5) Во втором опыте показания электрометров станут одинаковыми.

Ответ:

--	--

17

Два небольших металлических шарика одинакового диаметра имеют заряды $q_1 = +5$ нКл и $q_2 = -3$ нКл и находятся на некотором расстоянии друг от друга (см. рисунок). Шарики привели в соприкосновение и раздвинули на прежнее расстояние. Как изменятся при этом модуль силы взаимодействия шариков и модуль напряжённости электрического поля в точке А?



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.

Ответ:

Модуль силы взаимодействия шариков	Модуль напряжённости электрического поля в точке А

18

Колебательный контур состоит из конденсатора ёмкостью C и катушки индуктивностью L . При 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

Сколько нейтронов и электронов содержит нейтральный атом титана ${}^{48}_{22}\text{Ti}$?

Ответ:

Число электронов	Число нейтронов

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

20

Фотоны с энергией 2,1 эВ вызывают фотоэффект с поверхности цезия, для которого работа выхода равна 1,9 эВ.

Насколько нужно увеличить энергию фотона, чтобы максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов увеличилась в 2 раза?

Ответ: _____ эВ.

21

В камере прибора создано магнитное поле (см. рисунок), направленное перпендикулярно плоскости рисунка от нас. В прибор влетают с одинаковыми скоростями разные частицы, являющиеся продуктами различных ядерных реакций (электроны ${}^0_{-1}e$, позитроны ${}^0_{+1}e$, протоны 1_1p , нейтроны 1_0n и α -частицы ${}^4_2\text{He}$). Установите соответствие между вспышками на экране и частицей, попавшей в данное место экрана.

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

ЧАСТИЦА

ВСПЫШКА

А) позитрон

1) 1

Б) протон

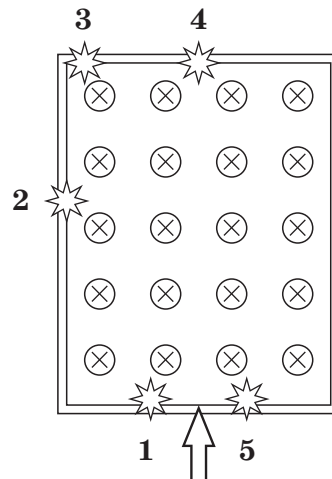
2) 2

3) 3

4) 4

Ответ:

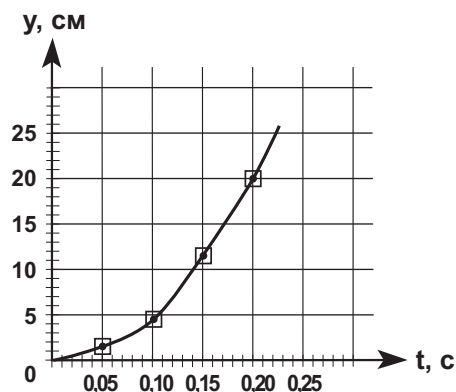
А	Б



22

Ученик исследовал движение шарка, брошенного горизонтально. Для этого он измерил координаты летящего шарика в разные моменты времени его движения. По результатам исследования он заполнил таблицу и построил график зависимости координаты шарика y от времени t :

t , с	0	0,05	0,10	0,15	0,20
x , см	0	5,5	13,5	17,5	24
y , см	0	1,5	4,5	11,5	20



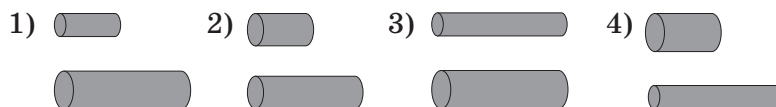
Погрешность измерения координат равна 1 см, а промежутков времени — 0,01 с. Чему равна y -координата шарика в момент времени 0,18 с? Запишите в ответ значение координаты y с учётом погрешности измерений.

Ответ: (____ \pm ____) см.

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

23

Проводники изготовлены из одного и того же материала. Какую пару проводников нужно выбрать, чтобы на опыте обнаружить зависимость сопротивления проволоки от её диаметра?



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	2,10	11	Марс
Деймос	78	23,5	2,10	60	Марс
Ио	1815	422,6	3,57	2560	Юпитер
Европа	1569	670,9	2,97	2040	Юпитер
Ганимед	2634	1070	1,86	1896	Юпитер
Каллисто	2400	1883	1,83	2420	Юпитер
Тритон	1350	355,0	2,08	1450	Нептун

Выберите все утверждения, которые соответствуют характеристикам спутников планет.

- 1) Ускорение свободного падения на Деймосе равно 60 м/с^2 .
- 2) Масса Европы меньше массы Ио.
- 3) Объём Ганимеда почти в 1,5 раза больше объёма Ио.
- 4) Деймос находится ближе к поверхности Марса, чем Фобос.
- 5) Первая космическая скорость для Ганимеда составляет примерно 1354 м/с .

Ответ: _____ .



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

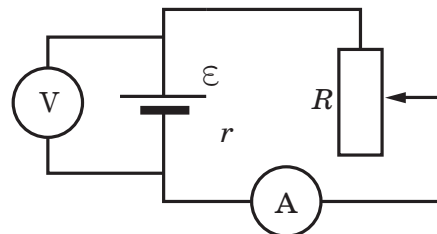
Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.

Часть 2

Ответом на каждое из заданий 25 и 26 является число. Это число запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25

При одном сопротивлении реостата вольтметр показывает 6 В, амперметр — 1 А (см. рисунок). При другом сопротивлении реостата показания приборов: 4 В и 2 А. Чему равно внутреннее сопротивление источника тока? Амперметр и вольтметр считать идеальными.



Ответ: _____ Ом.

26

Кольцо площадью 10 см^2 из тонкой проволоки с сопротивлением 1 мОм находится в однородном магнитном поле, линии индукции которого составляют угол 30° с плоскостью кольца. За какое время в кольце выделится количество теплоты 32 мкДж, если магнитная индукция возрастает со скоростью $0,08 \text{ Тл/с}$?

Ответ: _____ с.



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

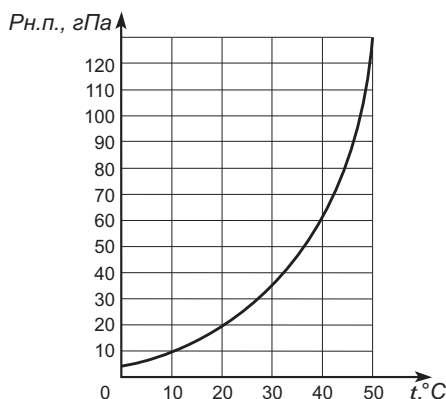
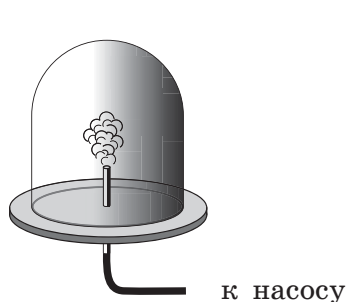
Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.

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

27

В опыте, иллюстрирующем зависимость температуры кипения от давления воздуха (рис. а), кипение воды под колоколом воздушного насоса происходит уже при комнатной температуре, если давление достаточно мало.

Используя график зависимости давления насыщенного пара от температуры (рис. б), укажите, какое давление воздуха нужно создать под колоколом насоса, чтобы вода закипела при 40°С . Ответ поясните, указав, какие явления и закономерности Вы использовали для объяснения.



Полное правильное решение каждой из задач 28–32 должно включать 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.

28

Снаряд массой 4 кг, летящий со скоростью 400 м/с, разрывается на две равные части, одна из которых летит в направлении движения снаряда, а другая — в противоположную сторону. Скорость осколка, летящего по направлению движения снаряда, равна 900 м/с. Чему равна скорость второго осколка?

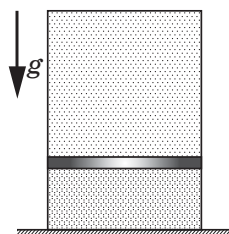
Ответ: _____ м/с.

29

Шарик скользит без трения по наклонному желобу, а затем движется по «мёртвой петле» радиуса R . С какой силой давит шарик на желоб в верхней точке петли, если масса шарика 100 г, а высота, с которой его отпускают, равна $4R$, считая от нижней точки петли?

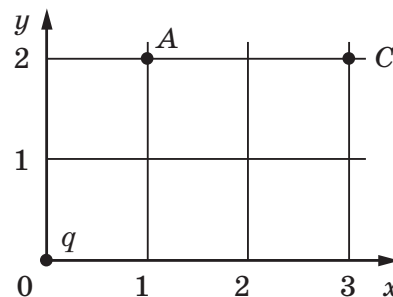
30

Вертикально расположенный замкнутый цилиндрический сосуд высотой 50 см разделён подвижным поршнем массой 11 кг на две части, в каждой из которых содержится одинаковое количество идеального газа при температуре 361 К. Сколько молей газа находится в каждой части цилиндра, если поршень находится на высоте 20 см от дна сосуда? Толщиной поршня пренебречь.



31

Точечный заряд q , помещённый в начало координат, создаёт в точке A (см. рис.) электростатическое поле напряжённостью $E_1 = 65$ В/м. Какова напряжённость поля E_2 в точке C ?



32

Фотокатод, покрытый кальцием (работа выхода $A = 4,42 \cdot 10^{-19}$ Дж), освещается светом с длиной волны $\lambda = 300$ нм. Вылетевшие из катода электроны попадают в однородное магнитное поле с индукцией $B = 8,3 \cdot 10^{-4}$ Тл перпендикулярно линиям индукции этого поля. Каков максимальный радиус окружности R , по которой движутся электроны?



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

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 пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

- 1 Координата тела меняется с течением времени согласно закону $x = 4t - 5$, где все величины выражены в СИ. Определите проекцию скорости этого тела.

Ответ: _____ м/с.

- 2 Ледяная градинка массой 10 г падает в воздухе с ускорением 8 м/с^2 . Найдите силу сопротивления воздуха.

Ответ: _____ Н.

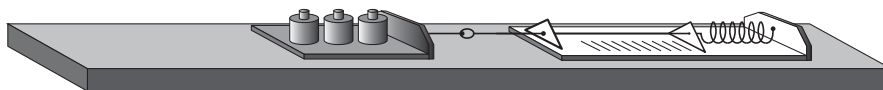
- 3 Космонавт на Земле притягивается к ней с силой 700 Н. С какой приблизительно силой он будет притягиваться к Марсу, находясь на его поверхности, если радиус Марса в 2 раза, а масса — в 10 раз меньше, чем у Земли?

Ответ: _____ Н.

- 4 Первоначальное удлинение пружины равно Δl . Во сколько раз изменится потенциальная энергия пружины, если её удлинение станет вдвое больше?

Ответ: _____ раз.

- 5 Ученик провёл эксперимент по изучению силы трения скольжения, перемещая брусок с грузами равномерно по горизонтальным поверхностям с помощью динамометра (см. рисунок).



Результаты экспериментальных измерений массы бруска с грузами m , площади соприкосновения бруска и поверхности S и приложенной силы F представлены в таблице.

Номер опыта	Поверхность	m , г	S , см^2	F , Н
1	деревянная рейка	200	30	$0,8 \pm 0,1$
2	пластиковая рейка	200	30	$0,4 \pm 0,1$
3	деревянная рейка	100	20	$0,4 \pm 0,1$
4	пластиковая рейка	400	20	$0,8 \pm 0,1$

Какие утверждения соответствуют результатам проведённых экспериментальных измерений?

Из предложенного перечня утверждений выберите два правильных. Укажите их номера.

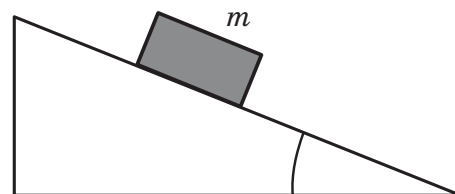
- 1) Коэффициенты трения скольжения во втором и третьем опытах равны.
- 2) Коэффициент трения скольжения между бруском и деревянной рейкой больше коэффициента трения скольжения между бруском и пластиковой рейкой.
- 3) Сила трения скольжения зависит от площади соприкосновения бруска и поверхности.
- 4) При увеличении массы бруска с грузами сила трения скольжения увеличивается.
- 5) Сила трения скольжения зависит от рода соприкасающихся поверхностей.

Ответ:

--	--

6

С вершины наклонной плоскости из состояния покоя скользит с ускорением лёгкая коробочка, в которой находится груз массой m (см. рисунок). Как изменятся время движения коробочки и действующая на неё сила трения, если с той же наклонной плоскости будет скользить та же коробочка с грузом массой $2m$?



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Ответ:

Время движения коробочки	Сила трения

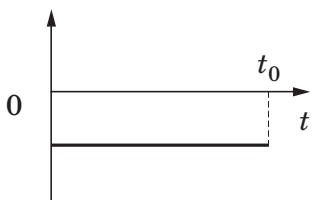
7

Шарик брошен с балкона вертикально вверх с начальной скоростью \vec{v} (см. рисунок) и через некоторое время упал на землю. Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять (t_0 — время полёта).

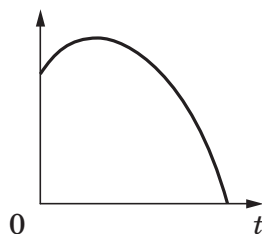
К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



ГРАФИКИ



А)



Б)

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

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

Ответ:

А	Б

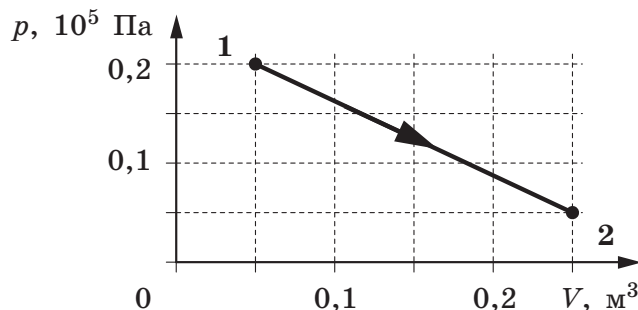
8

При сжатии идеального газа его объём и абсолютная температура уменьшились в 4 раза. Каким стало конечное давление, если начальное давление газа равно 120 кПа?

Ответ: _____ кПа.

9

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



Ответ: _____ кДж.

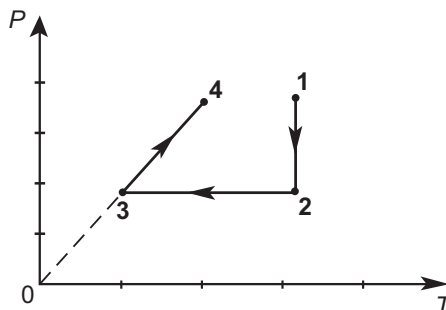
10

Какое количество теплоты потребуется для плавления 100 г свинца, нагретого до температуры плавления?

Ответ: _____ кДж.

11

На рисунке показано, как изменяется состояние идеального газа постоянной массы.



Из приведённого списка выберите два верных утверждения, характеризующие процессы на графике, и укажите их номера.

- 1) На участке 1—2 объём увеличивается, внутренняя энергия уменьшается.
- 2) На участке 2—3 объём и внутренняя энергия газа уменьшаются.
- 3) На участке 3—4 объём уменьшается, а внутренняя энергия увеличивается.
- 4) На участке 1—2 объём и внутренняя энергия увеличиваются.
- 5) На участке 3—4 внутренняя энергия увеличивается, а объём не меняется.

Ответ:

--	--

12

В цилиндре под поршнем находится идеальный газ. Газ расширяется один раз при медленном перемещении поршня, а другой раз — при резком перемещении поршня.

Установите соответствие между характером изменения состояния газа в цилиндре и названием процесса изменения состояния газа.

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

ХАРАКТЕР ИЗМЕНЕНИЯ
СОСТОЯНИЯ ГАЗА

НАЗВАНИЕ ПРОЦЕССА

- А) быстрое расширение газа
Б) медленное расширение газа

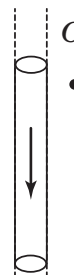
- 1) изотермический
2) изохорный
3) изобарный
4) адиабатный

Ответ:

А	Б

13

На рисунке изображён проводник, по которому протекает электрический ток. Направление тока указано стрелкой. Как направлен (*от нас, к нам, вверх, влево, вниз, вправо*) вектор магнитной индукции в точке C ? Ответ запишите словом (словами).



Ответ: _____ .

14

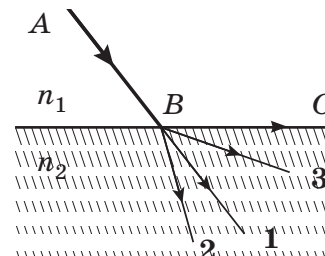
По участку цепи, состоящему из резисторов $R_1 = 2$ кОм и $R_2 = 4$ кОм (см. рисунок), протекает постоянный ток $I = 10$ мА. Какое количество теплоты выделится на этом участке за время $t = 1$ мин?



Ответ: _____ Дж.

15

Луч AB преломляется в точке B на границе раздела двух сред с показателями преломления $n_1 > n_2$ и идёт по пути BC (см. рисунок). Каким будет направление распространения преломлённого луча, если показатель преломления второй среды n_2 увеличить, сохранив условие $n_1 > n_2$?



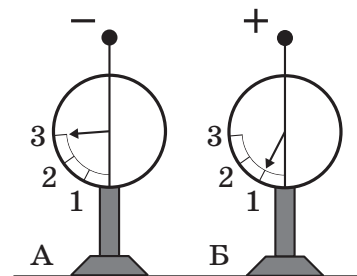
Ответ: _____ .

16

На рисунке изображены два одинаковых электрометра: A и B , шары которых заряжены положительно. В первом опыте электрометры соединяют проволокой, а во втором — деревянной линейкой.

Выберите два утверждения, соответствующие данным этих опытов.

- 1) В первом опыте показание электрометра A станет равным 1, а показание электрометра B — равным 3.
- 2) Во втором опыте показания электрометров станут одинаковыми.
- 3) Во втором опыте показания электрометров не изменятся.
- 4) В первом опыте электрометр B полностью разрядится.
- 5) В первом опыте показания обоих электрометров станут равными.

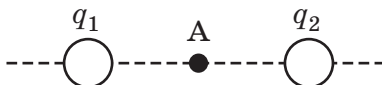


Ответ:

--	--

17

Два небольших металлических шарика одинакового диаметра имеют заряды $q_1 = +6$ нКл и $q_2 = +8$ нКл и находятся на некотором расстоянии друг от друга (см. рисунок). Шарики привели в соприкосновение и раздвинули на прежнее расстояние. Как изменятся при этом модуль силы взаимодействия шариков и модуль напряжённости электрического поля в точке А?



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.

Ответ:	Модуль силы взаимодействия шариков	Модуль напряжённости электрического поля в точке А
	<input type="text"/>	<input type="text"/>

18

Колебательный контур состоит из конденсатора ёмкостью C и катушки индуктивностью L . При электромагнитных колебаниях, происходящих в этом контуре, максимальная сила тока в контуре равна I .

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 магнитного поля катушки
 Б) максимальный заряд конденсатора

ФОРМУЛЫ

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

Ответ:	А	Б
	<input type="text"/>	<input type="text"/>

19

Ядро атома фтора ${}^{18}_9\text{F}$ захватило электрон. Определите число протонов и нуклонов в ядре, образовавшемся в результате такой реакции.

Ответ:	Число протонов	Число нуклонов
	<input type="text"/>	<input type="text"/>

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

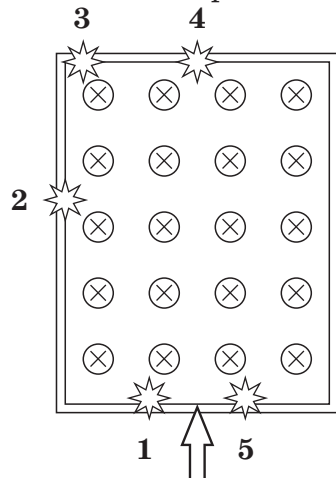
20

Фотоны с энергией 2,1 эВ вызывают фотоэффект с поверхности цезия, для которого работа выхода равна 1,9 эВ. На сколько надо увеличить энергию фотона, чтобы максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов увеличилась в 2 раза?

Ответ: _____ эВ.

21

В камере прибора создано магнитное поле (см. рисунок), направленное перпендикулярно плоскости рисунка от нас. В прибор влетают с одинаковыми скоростями разные частицы, являющиеся продуктами различных ядерных реакций (электроны ${}_{-1}^0e$, позитроны ${}_{+1}^0e$, протоны ${}_{1}^1p$, нейтроны ${}_{0}^1n$, α -частицы ${}_{2}^4\text{He}$ и γ -кванты). Установите соответствие между вспышками на экране и частицей, попавшей в данное место экрана.



ЧАСТИЦА

- А) нейтрон
Б) α -частица

ВСПЫШКА

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

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

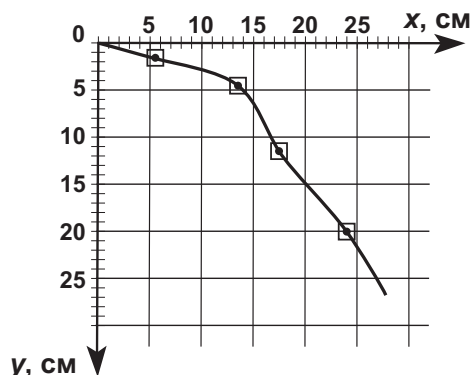
Ответ:

А	Б

22

Ученик исследовал движение шарика, брошенного горизонтально. Для этого он измерил координаты летящего шарика в разные моменты времени его движения. По результатам исследования он заполнил таблицу и построил график траектории движения шарика (зависимость координаты шарика y от координаты x):

t , с	0	0,05	0,10	0,15	0,20
x , см	0	5,5	13,5	17,5	24
y , см	0	1,5	4,5	11,5	20



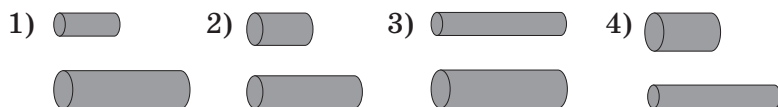
Погрешность измерения координат равна 1 см, а погрешность измерения промежутков времени 0,01 с. Чему равна y -координата шарика в тот момент, когда координата x равна 25 см? Запишите в ответ значение координаты y с учётом погрешности измерений.

Ответ: (_____ \pm _____) см.

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

23

Проводники изготовлены из одного и того же материала. Какую пару проводников нужно выбрать, чтобы на опыте обнаружить зависимость сопротивления проволоки от её длины?



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	2,10	11	Марс
Деймос	78	23,5	2,10	60	Марс
Ио	1815	422,6	3,57	2560	Юпитер
Европа	1569	670,9	2,97	2040	Юпитер
Ганимед	2634	1070	1,86	1896	Юпитер
Каллисто	2400	1883	1,83	2420	Юпитер
Тритон	1350	355,0	2,08	1450	Нептун

Выберите все утверждения, которые соответствуют характеристикам спутников планет.

- 1) Ускорение свободного падения на Фобосе равно 11 м/с².
- 2) Масса Фобоса меньше массы Ио.
- 3) Объём Ганимеда почти в 1,5 раза больше объёма Ио.

- 4) Деймос находится ближе к поверхности Марса, чем Фобос.
 5) Первая космическая скорость для Ганимеда составляет примерно 1354 м/с.

Ответ: _____.



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

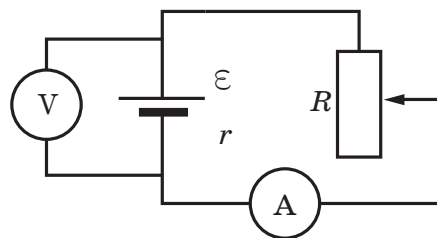
Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.

Часть 2

Ответом на каждое из заданий 25 и 26 является число. Это число запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25

При одном сопротивлении реостата вольтметр показывает 8 В, амперметр — 1 А (см. рисунок). При другом сопротивлении реостата показания приборов: 6 В и 2 А. Чему равна ЭДС источника тока? Амперметр и вольтметр считать идеальными.



Ответ: _____ В.

26

Кольцо площадью 10 см^2 из тонкой проволоки с сопротивлением 1 мОм находится в однородном магнитном поле, линии индукции которого составляют угол 30° с плоскостью кольца. Какое количество теплоты выделится в кольце за 100 с, если магнитная индукция возрастает со скоростью 0,06 Тл/с?

Ответ: _____ мкДж.



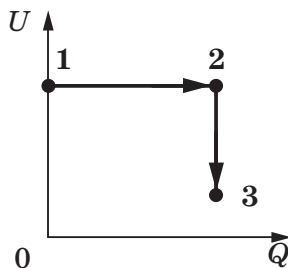
Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

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

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

27

В цилиндре, закрытом подвижным поршнем, находится идеальный газ. На рисунке показана диаграмма, иллюстрирующая изменение внутренней энергии U газа и передаваемое ему количество теплоты Q . Опишите изменение объёма газа при его переходе из состояния 1 в состояние 2, а затем в состояние 3. Свой ответ обоснуйте, указав, какие физические закономерности вы использовали для объяснения.



Полное правильное решение каждой из задач 28–32 должно включать 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.

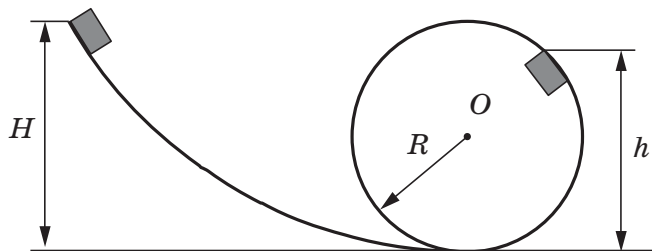
28

Снаряд массой 4 кг, летящий со скоростью 400 м/с, разбивается на две равные части, одна из которых летит в направлении движения снаряда, а другая — в противоположную сторону. Скорость осколка, летящего против направления движения снаряда, равна 100 м/с. Чему равна скорость первого осколка?

Ответ: _____ м/с.

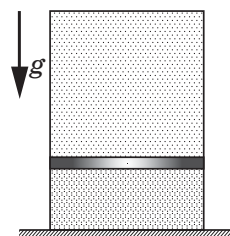
29

Небольшой кубик массой $m=1$ кг начинает соскальзывать с высоты $H=3$ м по гладкой горке, переходящей в мёртвую петлю (см. рисунок). Определите радиус петли R , если на высоте $h=2,5$ м от нижней точки петли кубик давит на её стенку с силой $F=4$ Н. Сделайте рисунок с указанием сил, поясняющий решение.



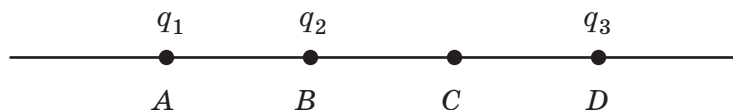
30

Вертикально расположенный замкнутый цилиндрический сосуд высотой 50 см разделён подвижным поршнем на две части, в каждой из которых содержится 0,022 моль идеального газа при температуре 361 К. Чему равна масса поршня, если он находится на высоте 20 см от дна сосуда? Толщиной поршня пренебречь.



31

Точки A , B , C и D расположены на прямой и разделены равными промежутками L (см. рисунок). В точке A помещён заряд $q_1=8 \cdot 10^{-12}$ Кл, в точке B — заряд $q_2=-5 \cdot 10^{-12}$ Кл. Какой заряд q_3 надо поместить в точку D , чтобы напряжённость поля в точке C была равна нулю?



32

Фотокатод, покрытый кальцием, освещается светом с длиной волны $\lambda=225$ нм. Работа выхода электронов из кальция равна $A=4,42 \cdot 10^{-19}$ Дж. Вылетевшие из катода электроны попадают в однородное магнитное поле перпендикулярно линиям индукции этого поля и движутся по окружности с максимальным радиусом $R=5$ мм. Каков модуль индукции магнитного поля B ?



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

ОТВЕТЫ

Часть 1

Вариант №	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Вариант 1	2,5	2	2	0	34	31	14	125	1800	100	25	31	вправо	3,6
Вариант 2	5	2	16	0	23	31	23	90	1	1,65	35	32	вверх	37,5
Вариант 3	-2,5	20	4	2,5	12	23	14	0,625	3	0,56	25	31	вверх	1,5
Вариант 4	1,5	0,5	100	60	34	21	31	0,75	5	100	13	32	вниз	2,5
Вариант 5	3	1,6	2	0,15	31	13	43	200	8	30	24	11	вверх	400
Вариант 6	1	36	7,5	200	53	13	23	200	1	2	14	21	вниз	1200
Вариант 7	-0,8	18a	10	1,4	34	31	13	30	1	260	45	41	9	6
Вариант 8	20	-120	0,1	1	35	31	24	15	1,5	250	14	23	6,25	7
Вариант 9	5	40	2,9	0,024	45	13	21	2500	10	644	13	43	от нас	24
Вариант 10	4	0,02	280	4	45	31	14	120	2,5	2,5	25	41	от нас	36

Вариант №	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	28
Вариант 1	0,6	45	23	32	84 127	2	21	21	2	23	300	15	1
Вариант 2	0,4	12	13	41	1212	0,5	13	3,00,1	3	25	4	10	1
Вариант 3	2	25	22	24	810	4	21	12,00,4	24	13	2	1	1
Вариант 4	6	14	21	23	12	1,5	12	15,00,1	3	24	2	2	20
Вариант 5	2	34	11	24	84 130	7	14	99,50,1	23	45	20	2,5	4
Вариант 6	4	51	21	13	82 208	4	14	7451	23	34	27	1,25	6,8
Вариант 7	1,4	23	22	41	92 234	2	13	1,50 0,1	14	23	57	1	40
Вариант 8	1,5	24	13	13	86	4000	24	4,20,0,1	2,5	14	2,5	1	4
Вариант 9	1	24	22	13	2226	0,2	12	151	3	25	2	20	100
Вариант 10	3	53	12	24	818	0,2	43	201	2	25	10	90	900

ВАРИАНТ 1

24. Образец возможного решения.

1) Средняя плотность планет земной группы (Земля, Меркурий, Венера, Марс) заметно выше, чем планет-гигантов (Сатурн, Юпитер, Нептун).

2) Период обращения Марса вокруг Солнца равен 687 суткам.

3) Первая и вторая космические скорости связаны выражением:

$$v_2 = \sqrt{2}v_1, \text{ откуда } v_1 = \frac{v_2}{\sqrt{2}} = \frac{59,54}{1,4} = 42,53 \text{ км/с.}$$

4) Период вращения Урана вокруг оси равен периоду вращения Нептуна, следовательно, они имеют примерно одинаковую угловую скорость вращения.

5) Ускорение свободного падения можно вычислить как

$$g = G \frac{M}{R^2},$$

где M – масса планеты; R – радиус планеты. Массу Венеры вычислим как

$$M = \rho V = \rho \frac{4}{3} \pi R^3,$$

где ρ – плотность Венеры. Объединяя формулы, имеем:

$$g = \frac{4}{3} \pi G \rho R$$

$$g \approx \frac{4 \cdot 3,14}{3} 6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 5,25 \cdot 10^3 \cdot \frac{12104 \cdot 10^3}{2} = 8,87 \text{ м/с}^2$$

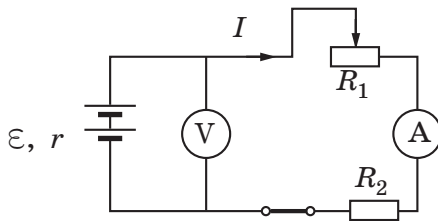
$$g = 8,87 \text{ м/с}^2$$

Ответ: 23.

27. Образец возможного решения.

1. Эквивалентная электрическая схема цепи, учитывающая внутреннее сопротивление батареи, изображена на рисунке, где I — сила тока в цепи.

Ток через вольтметр практически не течёт, а сопротивление амперметра пренебрежимо мало.



2. Сила тока в цепи определяется законом Ома для замкнутой (полной) цепи:

$$I = \frac{\varepsilon}{R_1 + R_2 + r}.$$

В соответствии с законом Ома для участка цепи напряжение, измеряемое вольтметром: $U = I(R_1 + R_2) = \varepsilon - Ir$.

3. При перемещении движка реостата вправо его сопротивление уменьшается, что приводит к уменьшению полного сопротивления цепи. Сила тока в цепи при этом растёт, а напряжение на батарее уменьшается.

29. Образец возможного решения.

В соответствии с законом сохранения импульса $m_{\text{п}}v_0 = m_{\text{п}}v_{\text{п}} + Mv_6$, где $m_{\text{п}}$ — масса пули, M — масса бруска, v_0 — скорость пули до взаимодействия с бруском, $v_{\text{п}}$ — скорость пули после взаимодействия с бруском, v_6 — скорость бруска после взаимодействия. Учитывая, что масса бруска в 10 раз больше массы пули, а скорость пули после взаимодействия в 3 раза меньше её скорости до взаимодействия, можно записать: $v_0 = v_0/3 + 10v_6$. Откуда $v_6 = 10$ м/с.

Ускорение, с которым движется брусок после взаимодействия, в соответствии со вторым законом Ньютона равно: $F = Ma, F = \mu Mg$, т.е. $Ma = -\mu Mg$, откуда $a = -\mu g$. Из равенства $v_1^2 - v_6^2 = 2aS$. Учитывая, что $v_1 = 0,9v_6$, получаем: $S = \frac{(0,9v_6)^2 - v_6^2}{-2\mu g} = 9,5$ м.

Ответ: $S = 9,5$ м.

30. Образец возможного решения.

Внутренняя энергия идеального газа $U = N \cdot E_0$, где E_0 — энергия одной молекулы газа, а N — их число в сосуде, $E_0 \sim kT$, а $N = \nu N_A$. Отсюда $U \sim \nu N_A kT = \nu RT$.

При этом $pV = \nu RT$. Следовательно, $U \sim pV$. Поскольку объём не изменился, а давление в 8 раз уменьшилось, то произведение pV уменьшилось в 8 раз. Внутренняя энергия газа в сосуде уменьшилась в 8 раз.

Ответ: 8 раз.

31. Образец возможного решения.

В идеальном контуре сохраняется энергия колебаний:

$$\frac{CU_m^2}{2} = \frac{LI_m^2}{2} \quad \text{или} \quad \frac{CU^2}{2} + \frac{LI_m^2}{2} = \frac{LI_m^2}{2}.$$

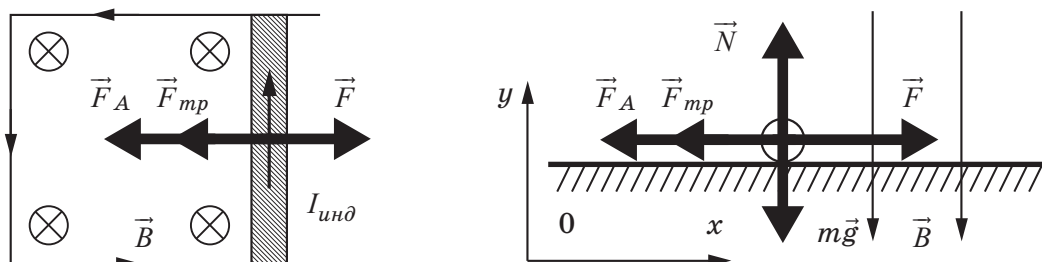
Из равенств следует: $I^2 = I_m^2 - \frac{C}{L}U^2$ и $\frac{C}{L} = \frac{I_m^2}{U_m^2}$.

В результате получаем: $I = I_m \sqrt{1 - \frac{U^2}{U_m^2}}$.

Ответ: $I = 4,0$ мА.

32. Образец возможного решения.

При движении перемычки в однородном магнитном поле на её концах возникает ЭДС электромагнитной индукции: $\mathcal{E} = Bvl$, где B — индукция магнитного поля; V и l — соответственно скорость и длина перемычки.



Согласно закону Ома для полной цепи в замкнутом контуре возникает индукционный ток: $I_{\text{инд}} = \frac{\mathcal{E}}{R} = \frac{BvL}{R}$, где R — сопротивление перемычки. Поскольку скорость перемычки постоянна, то ЭДС и индукционный ток также будут постоянными. Согласно правилу Ленца индукционный ток, возникающий в контуре, будет направлен так, чтобы своим магнитным полем препятствовать увеличению магнитного потока при движении перемычки, т.е. против часовой стрелки (см. рисунок слева). Благодаря появлению индукционного тока на перемычку со стороны магнитного поля начнёт действовать сила Ампера, направленная согласно правилу левой руки в противоположную движению сторону: $F_A = I_{\text{инд}}Bl = \frac{B^2l^2V}{R}$.

На перемычку действуют пять сил: сила тяжести $m\vec{g}$, нормальная составляющая силы реакции опоры \vec{N} , сила трения $\vec{F}_{\text{тр}}$, сила Ампера \vec{F}_A и сила \vec{F} , приложенная к перемычке (см. рисунок справа). Перемычка движется с постоянной скоростью, поэтому её ускорение равно нулю.

Второй закон Ньютона в проекциях на оси системы координат, показанной на рисунке справа, имеет вид: $O_x: 0 = F - F_{\text{тр}} - F_A$; $O_y: 0 = N - mg$.

Сила трения скольжения $F_{\text{тр}} = \mu N = \mu mg$. В итоге получаем:

$$V = \frac{(F - \mu mg)R}{(Bl)^2} = \frac{(1,13 - 0,25 \cdot 0,092 \cdot 10) \cdot 0,1}{(0,15 \cdot 1)^2} = 4 \text{ м/с.}$$

Ответ: $V = 4 \text{ м/с.}$

ВАРИАНТ 2

24. Образец возможного решения.

1) Средняя плотность планет земной группы (Земля, Меркурий, Венера, Марс) заметно выше, чем планет-гигантов (Сатурн, Юпитер, Нептун).

2) За один оборот обращения Венеры вокруг Солнца на ней проходят одни венерианские сутки.

3) Первая и вторая космические скорости связаны выражением:

$$v_2 = \sqrt{2}v_1, \text{ откуда } v_1 = \frac{v_2}{\sqrt{2}} = \frac{5,02}{1,4} = 3,6 \text{ км/с.}$$

4) Период вращения Земли меньше периода вращения Меркурия в 58,6 раз, следовательно, угловая скорость вращения Земли в 58,6 раз больше, чем Меркурия.

5) Ускорение свободного падения можно вычислить как

$$g = G \frac{M}{R^2},$$

где M — масса планеты; R — радиус планеты. Массу Венеры вычислим как

$$M = \rho V = \rho \frac{4}{3} \pi R^3,$$

где ρ — плотность Сатурна. Объединяя формулы, имеем:

$$g = \frac{4}{3} \pi G \rho R$$

$$g \approx \frac{4 \cdot 3,14}{3} 6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 0,71 \cdot 10^3 \cdot \frac{119900 \cdot 10^3}{2} = 11,8 \text{ м/с}^2$$

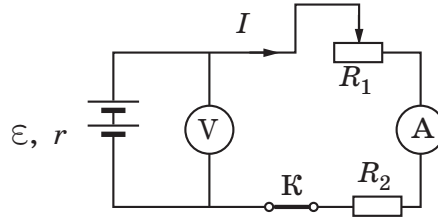
$$g = 11,8 \text{ м/с}^2$$

Ответ: 25.

27. Образец возможного решения.

1. Эквивалентная электрическая схема цепи, учитывающая внутреннее сопротивление батареи, изображена на рисунке, где I — сила тока в цепи.

Ток через вольтметр практически не течёт, а сопротивление амперметра пренебрежимо мало.



2. Сила тока в цепи определяется законом Ома для замкнутой (полной) цепи:

$$I = \frac{\varepsilon}{R_1 + R_2 + r}.$$

В соответствии с законом Ома для участка цепи напряжение, измеряемое вольтметром: $U = I(R_1 + R_2) = \varepsilon - Ir$.

3. При перемещении движка реостата влево его сопротивление увеличивается, что приводит к увеличению полного сопротивления цепи. Сила тока в цепи при этом уменьшается, а напряжение на батарее растёт.

29. Образец возможного решения.

В соответствии с законом сохранения импульса $m_{\text{п}}v_0 = m_{\text{п}}v_{\text{п}} + Mv_{\text{к}}$, где $m_{\text{п}}$ — масса пули, M — масса коробки, v_0 — скорость пули до взаимодействия с коробкой, $v_{\text{п}}$ — скорость пули после взаимодействия с коробкой, $v_{\text{к}}$ — скорость коробки после взаимодействия. Учитывая, что масса коробки в 12 раз больше массы пули, а скорость пули после взаимодействия составляет 0,25 её скорости до взаимодействия, можно записать: $v_0 = 0,25v_0 + 12v_{\text{к}}$, откуда $v_{\text{к}} = 10$ м/с.

Ускорение, с которым движется коробка после взаимодействия, в соответствии со вторым законом Ньютона равно: $F = Ma$, $F = -\mu Mg$, т.е. $Ma = -\mu Mg$, откуда $a = -\mu g$.

Из равенства $v_{\text{п}}^2 - v_{\text{к}}^2 = 2aS$. Учитывая, что $v_{\text{п}} = 0,8v_{\text{к}}$, получаем: $S = \frac{(0,8v_{\text{к}})^2 - v_{\text{к}}^2}{-2\mu g} = 6$ м.

Ответ: $S = 6$ м.

30. Образец возможного решения.

Внутренняя энергия идеального газа пропорциональна его температуре и количеству вещества газа $U \sim \nu \cdot T$. Уравнение Менделеева–Клапейрона $pV = \nu RT$, где p — давление газа, V — объём сосуда, R — газовая постоянная, T — температура газа, ν — количество вещества. Из уравнения следует, что νT пропорционально pV . Следовательно, $U \sim pV$. Поскольку объём не изменился, а давление в 2 раза возросло, то произведение pV увеличилось в 2 раза. Внутренняя энергия газа в сосуде увеличилась в 2 раза.

Ответ: 2 раза.

31. Образец возможного решения.

В идеальном контуре сохраняется энергия колебаний:

$$\frac{CU_m^2}{2} = \frac{LI_m^2}{2} \quad \text{или} \quad \frac{CU^2}{2} + \frac{LI^2}{2} = \frac{LI_m^2}{2}.$$

Из равенств следует: $I^2 = I_m^2 - \frac{C}{L}U^2$ и $\frac{C}{L} = \frac{I_m^2}{U_m^2}$, откуда $I_m = \frac{IU_m}{\sqrt{U_m^2 - U^2}} = 5,0 \text{ мА}.$

Ответ: $I_m = 5,0 \text{ мА}.$

32. Образец возможного решения.

Выражение для модуля ЭДС индукции в случае однородного поля: $|\mathcal{E}| = \left| \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \right| = \frac{S\Delta B_Z}{\Delta t}$, где S — площадь фигуры; $B_Z = B_{2Z} - B_{1Z}$.

Закон Ома: $\mathcal{E} = IR$, где R — сопротивление контура; $I = \frac{\Delta q}{\Delta t}$ — ток в контуре за время Δt изменения магнитного поля. Выражение для заряда, протекающего по цепи:

$$\Delta q = I\Delta t = \frac{S}{R}(B_{2Z} - B_{1Z}) = \frac{0,1(4,7 - 0,7)}{5} = 0,08 \text{ Кл}.$$

Ответ: $\Delta q = 0,08 \text{ Кл}.$

ВАРИАНТ 3

24. Образец возможного решения.

1) Объём пропорционален кубу радиуса планеты. Поскольку радиус Венеры 6052 км, а Юпитера 71400 км, т.е. радиус Венеры в 11,8 раз меньше радиуса Юпитера, то её объём меньше объёма Юпитера в 1643 раз.

2) Марсианский год больше меркурианского года в 7,8 раза.

3) Первая и вторая космические скорости связаны выражением:

$$v_2 = \sqrt{2}v_1, \quad \text{откуда} \quad v_1 = \frac{v_2}{\sqrt{2}} = \frac{23,71}{1,4} = 17 \text{ км/с}.$$

4) Масса Сатурна $M = \rho_c \frac{4}{3}\pi \frac{D_c^3}{2^3}$, а масса Земли $M = \rho_s \frac{4}{3}\pi \frac{D_s^3}{2^3}$. Отношение этих масс дает:

$$\frac{M}{m} = \frac{\rho_c D_c^3}{\rho_s D_s^3} = \frac{0,71 \cdot 119900^3}{5,32 \cdot 12756^3} \approx 110.$$

5) Ускорение свободного падения можно вычислить как

$$g = G \frac{M}{R^2},$$

где M — масса планеты; R — радиус планеты. Массу Урана вычислим как

$$M = \rho V = \rho \frac{4}{3}\pi R^3,$$

где ρ — плотность Урана. Объединяя формулы, имеем:

$$g = \frac{4}{3}\pi G \rho R$$

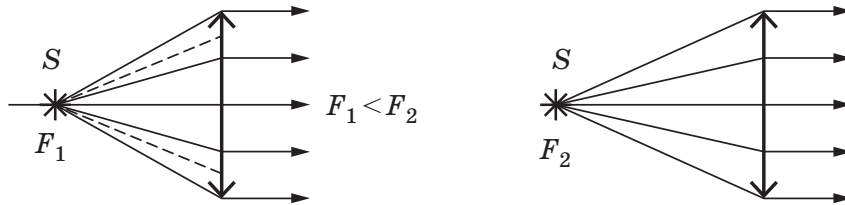
$$g \approx \frac{4 \cdot 3,14}{3} 6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 1,24 \cdot 10^3 \cdot \frac{51108 \cdot 10^3}{2} = 143 \text{ м/с}^2$$

$g = 143 \text{ м/с}^2$

Ответ: 13.

27. Образец возможного решения.

1. Фототок насыщения уменьшится.
2. Поскольку за линзой свет идёт параллельным пучком, точечный источник света находится в переднем фокусе линзы.
3. Поэтому в случае линзы с большим фокусным расстоянием источник света находится на большем расстоянии от линзы (см. рисунок).



4. В результате фотоны, попадающие на первую линзу близко к её краю (на левом рисунке это область от пунктира до края линзы), уже не попадают на вторую линзу. Поэтому число фотонов, падающих на вторую линзу в единицу времени, меньше, чем падающих на первую.
5. Фототок насыщения пропорционален числу фотонов, падающих на фотокатод в единицу времени. В предложенной установке на фотокатод падают все фотоны, прошедшие линзу, поэтому фототок насыщения при использовании второй линзы будет меньше, чем в первом случае.

29. Образец возможного решения.

Ускорение на прямолинейном участке определяется по формуле $a_1 = \frac{v}{t_1}$, где v — скорость в точке В, а t_1 — время движения по прямолинейной траектории. Ускорение движения по дуге окружности есть центростремительное ускорение и определяется по формуле $a_2 = \frac{v^2}{R}$, где R — радиус полуокружности. С учётом того, что $v = \frac{\pi R}{t_2}$, получим $a_2 = \frac{v\pi}{t_2}$. Приравнявая выражения для ускорений, получим $\frac{v}{t_1} = \frac{v\pi}{t_2}$. Откуда для искомого отношения имеем $\frac{t_1}{t_2} = \pi$.

Ответ: $\frac{t_1}{t_2} = \pi$.

30. Образец возможного решения.

Шар удерживается в равновесии при условии, что сумма сил, действующих на него, равна нулю: $(M + m)g + m_{\text{г}}g - m_{\text{в}}g = 0$, где M и m — масса оболочки и масса груза, $m_{\text{г}}$ — масса гелия в шаре, а $F = m_{\text{в}}g$ — сила Архимеда, действующая на шар. Из условия равновесия следует: $M + m = m_{\text{в}} - m_{\text{г}}$.

При нагревании воздуха в шаре его давление p и объём V не меняются.

Давление p гелия и его температура T равны давлению и температуре окружающего воздуха. Следовательно, согласно уравнению Менделеева–Клапейрона: $pV = \frac{m_{\text{г}}}{\mu_{\text{г}}}RT = \frac{m_{\text{в}}}{\mu_{\text{в}}}RT$,

где μ_r — молярная масса гелия, μ_b — средняя молярная масса воздуха, V — объём шара и T_b — его температура внутри и вне шара. Отсюда: $m_b = m_r \frac{\mu_b}{\mu_r}$
 $m_b - m_r = m_r \left(\frac{\mu_b}{\mu_r} - 1 \right) = 6,25 m_r$; следовательно, $m = 6,25 m_r - M = 225$ кг.

Ответ: $m = 225$ кг.

31. Образец возможного решения.

Пока ключ замкнут, через катушку L течёт ток I , определяемый внутренним сопротивлением источника и сопротивлением лампочки, $I = \frac{\mathcal{E}}{r+R}$, конденсатор заряжен до напряжения $U = IR = \frac{\mathcal{E}R}{r+R}$. Энергия электромагнитного поля в катушке L : $\frac{LI^2}{2} = \frac{L\mathcal{E}^2}{2(r+R)^2}$.
 Энергия электрического поля в конденсаторе: $\frac{C \left(\frac{\mathcal{E}R}{r+R} \right)^2}{2}$.

После замыкания ключа начинаются затухающие электромагнитные колебания, и вся энергия, запасённая в конденсаторе и катушке, выделится на лампе:

$$W = \frac{CU^2}{2} + \frac{LI^2}{2} = \frac{C(\mathcal{E}R)^2}{2(r+R)^2} + \frac{\mathcal{E}^2}{2(R+r)^2} L, \text{ откуда } C = \frac{2W}{\mathcal{E}^2} \left(1 + \frac{r}{R} \right)^2 - \frac{L}{R^2} = 2 \text{ мФ.}$$

Ответ: $C = 2$ мФ.

32. Образец возможного решения.

Пусть по рамке течёт ток I . На стороны AE и CD будут действовать силы Ампера: $F_{A1} = F_{A2} = IaB$.

Момент силы Ампера относительно оси, проходящей через сторону CD : $M_A = Ia^2B$.

Момент силы тяжести относительно оси CD : $M_{mg} = -\frac{1}{2} mga$.

Условие отрыва: $M_A + M_{mg} > 0$, $Ia^2B > \frac{mga}{2}$. Отсюда: $I > \frac{mg}{2aB}$.

Ответ: $I > \frac{mg}{2aB}$.

Допускается ответ в виде равенства.

ВАРИАНТ 4

24. Образец возможного решения

1) Объём Венеры равен $V_B = \frac{4}{3} R_B^3$, объём Меркурия $V_M = \frac{4}{3} R_M^3$. Отношение объёма Венеры к объёму Меркурия равно $\frac{V_B}{V_M} = \frac{R_B^3}{R_M^3} = \frac{6052}{2439} = 2,5$ км, т.е. объём Венеры в 2,5 раза больше объёма Меркурия.

2) За один марсианский год на Меркурии проходит 7,8 лет.

3) Первая и вторая космические скорости связаны выражением $v_2 = \sqrt{2}v_1$, откуда $v_1 = \frac{v_2}{\sqrt{2}}$. Отношение первой космической скорости вблизи Нептуна к средней первой космической скорости Урана равно: $\frac{v_{2H}}{v_{12U}} = \frac{23,71}{21,29} = 1,11$

4) Масса Сатурна $M = \rho_c \frac{4}{3} \pi \frac{D_c^3}{2^3}$, а масса Урана $m = \rho_u \frac{4}{3} \pi \frac{D_u^3}{2^3}$. Отношение этих масс дает: $\frac{M}{m} = \frac{\rho_c D_c^3}{\rho_u D_u^3} = \frac{0,71 \cdot 119900^3}{1,24 \cdot 51108^3} \approx 7,4$.

5) Ускорение свободного падения можно вычислить как

$$g = G \frac{M}{R^2},$$

где M – масса планеты; R – радиус планеты. Массу Юпитера вычислим как

$$M = \rho V = \rho \frac{4}{3} \pi R^3,$$

где ρ – плотность Юпитера. Объединяя формулы, имеем:

$$g = \frac{4}{3} \pi G \rho R$$

$$g \approx \frac{4 \cdot 3,14}{3} 6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 1,33 \cdot 10^3 \cdot \frac{142800 \cdot 10^3}{2} = 26,5 \text{ м/с}^2$$

$$g = 26,5 \text{ м/с}^2$$

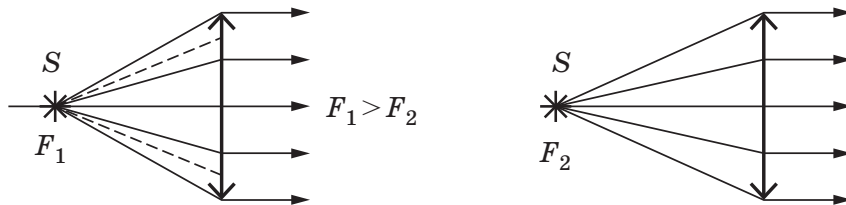
Ответ: 24.

27. Образец возможного решения.

1. Фототок насыщения увеличится.

2. Поскольку за линзой свет идёт параллельным пучком, точечный источник света находится в переднем фокусе линзы.

3. Поэтому в случае линзы с меньшим фокусным расстоянием источник света находится на меньшем расстоянии от линзы (см. рисунок).



4. В результате фотоны, попадающие на вторую линзу близко к её краю (на правом рисунке это область от пунктира до края линзы), не попадают на первую линзу. Поэтому число фотонов, падающих на вторую линзу в единицу времени, больше, чем падающих на первую.

5. Фототок насыщения пропорционален числу фотонов, падающих на фотокатод в единицу времени. В предложенной установке на фотокатод падают все фотоны, прошедшие линзу, поэтому фототок насыщения при использовании второй линзы будет больше, чем в первом случае.

29. Образец возможного решения.

В момент отрыва от кольца на высоте h шайба имела скорость u , определяемую из закона сохранения энергии:

$$\frac{mv^2}{2} = \frac{mu^2}{2} + mgh.$$

При этой скорости ее центростремительное ускорение $a_{\text{цс}} = \frac{u^2}{R}$ в инерциальной системе отсчёта Oxy , связанной с Землёй, в соответствии со вторым законом Ньютона обеспечивалось составляющей силы тяжести, действующей на шайбу и направленной к центру кольца:

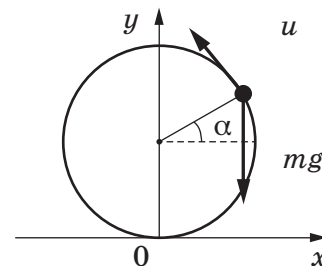
$$ma_{\text{цс}} = mg \sin \alpha.$$

Учитывая, что $\sin \alpha = \frac{h-R}{R}$, исключим из системы уравнений $a_{\text{цс}}$ и u :

$$v^2 = g(h-R) + 2gh.$$

$$\text{Отсюда } h = \frac{R}{3} + \frac{v^2}{3g} \approx 0,18 \text{ м.}$$

Ответ: $h \approx 0,18 \text{ м.}$



30. Образец возможного решения.

Шар удерживается в равновесии при условии, что сумма сил, действующих на него, равна нулю: $(M + m)g + m_{\text{г}}g - m_{\text{в}}g = 0$, где M и m — масса оболочки и масса груза, $m_{\text{г}}$ — масса гелия в шаре, а $F = m_{\text{в}}g$ — сила Архимеда, действующая на шар. Из условия равновесия следует: $M + m = m_{\text{в}} - m_{\text{г}}$.

При нагревании воздуха в шаре его давление p и объём V не меняются.

Давление p гелия и его температура T равны давлению и температуре окружающего воздуха. Следовательно, согласно уравнению Менделеева–Клапейрона: $pV = \frac{m_{\text{г}}}{\mu_{\text{г}}}RT = \frac{m_{\text{в}}}{\mu_{\text{в}}}RT$, где $\mu_{\text{г}}$ — молярная масса гелия, $\mu_{\text{в}}$ — средняя молярная масса воздуха, V — объём шара.

$$\text{Отсюда: } m_{\text{в}} = m_{\text{г}} \frac{\mu_{\text{в}}}{\mu_{\text{г}}}$$

$$m_{\text{в}} - m_{\text{г}} = m_{\text{г}} \left(\frac{\mu_{\text{в}}}{\mu_{\text{г}}} - 1 \right) = 6,25 m_{\text{г}}; \text{ следовательно, } M + m = 6,25 m_{\text{г}}. \text{ Следовательно, } m_{\text{г}} = 100 \text{ кг.}$$

Ответ: $m_{\text{г}} = 100 \text{ кг.}$

31. Образец возможного решения.

Пока ключ замкнут, через катушку L течёт ток I , определяемый внутренним сопротивлением источника и сопротивлением лампочки, $I = \frac{\mathcal{E}}{r + R}$, конденсатор заряжен до на-

пряжения $U = IR = \frac{\varepsilon R}{r+R}$. Энергия электромагнитного поля в катушке L : $\frac{LI^2}{2} = \frac{L\varepsilon^2}{2(r+R)^2}$.

Энергия электрического поля в конденсаторе: $\frac{C\left(\frac{\varepsilon R}{r+R}\right)^2}{2}$.

После замыкания ключа начинаются затухающие электромагнитные колебания и вся энергия, запасённая в конденсаторе и катушке, выделится на лампе:

$$W = \frac{CU^2}{2} + \frac{LI^2}{2} = \frac{\varepsilon^2}{2(r+R)^2}(CR^2 + L), \text{ откуда } \varepsilon = (r+R)\sqrt{\frac{2W}{CR^2 + L}} = 12 \text{ В.}$$

Ответ: $\varepsilon = 12 \text{ В}$.

32. Образец возможного решения.

Пусть по рамке течёт ток I . На стороны AE и CD будут действовать силы Ампера: $F_{A1} = F_{A2} = IaB$.

Момент силы Ампера относительно оси, проходящей через сторону CD : $M_A = Ia^2B$.

Момент силы тяжести относительно оси CD : $M_{mg} = -\frac{1}{2}mga$.

Условие отрыва: $M_A + M_{mg} > 0$, $Ia^2B > \frac{mga}{2}$. Отсюда $B > \frac{mg}{2aI}$.

Ответ: $B > \frac{mg}{2aI}$. Допускается ответ в виде равенства.

ВАРИАНТ 5

24. Образец возможного решения.

1) Смена времён года зависит от угла наклона оси вращения планеты к плоскости её вращения вокруг Солнца. Если он близок к нулю (или 180 градусам, или 90 градусам), то смены времён года не будет. Поэтому смена времён года возможна на всех планетах Солнечной системы, кроме Меркурия, Венеры и Юпитера. У Урана возможна очень незначительная смена времён года.

2) Масса Меркурия $M = \rho_M \frac{4}{3}\pi \frac{D_M^3}{2^3}$, а масса Венеры $m = \rho_B \frac{4}{3}\pi \frac{D_B^3}{2^3}$. Отношение этих масс дает:

$$\frac{M}{m} = \frac{\rho_M D_M^3}{\rho_B D_B^3} = \frac{5,43 \cdot 4878^3}{5,25 \cdot 12104^3} \approx 0,07.$$

3) Орбита Меркурия находится на расстоянии 58,5 млн км от Солнца.

4) Первая и вторая космические скорости связаны выражением: $v_2 = \sqrt{2}v_1$, откуда $v_2 = 3,55 \cdot 1,414 = 5,02 \text{ км/с}$.

5) Сила тяготения между Солнцем и Землёй $F_1 = G \frac{m_c m}{R_{c3}^2}$ между Солнцем и Меркурием $F_2 = G \frac{m_c m_M}{R_{cM}^2}$. Отношение силы тяготения между Солнцем и Землёй к силе тяготения между Солнцем и Меркурием $\frac{F_1}{F_2} = \frac{m_3 R_{cM}^2}{m_M R_{c3}^2}$.

$$m_3 = \rho_3 \frac{4}{3}\pi \frac{D_3^3}{2^3}; m_M = \rho_M \frac{4}{3}\pi \frac{D_M^3}{2^3}. \frac{F_1}{F_2} = \frac{\rho_3 D_3^3 R_{cM}^2}{\rho_M D_M^3 R_{c3}^2} = \frac{5,25 \cdot 12756^3 \cdot 0,39^2}{4,25 \cdot 4878^3 \cdot 1} \approx 3,5.$$

Ответ: 245.

27. Образец возможного решения.

1. Вода и водяной пар находятся в закрытом сосуде длительное время, поэтому водяной пар является насыщенным. Начальная влажность воздуха равна 100%.

2. При увеличении объёма сосуда сначала пар остаётся насыщенным, а затем (во второй половине процесса) переходит в ненасыщенное состояние и испытывает изотермическое расширение. Влажность воздуха, определяемая по формуле $\phi = \frac{\rho}{\rho_{\text{нас}}}$, уменьшается, так как при изотермическом расширении плотность пара уменьшается, а плотность насыщенных паров остаётся неизменной.

3. В процессе изохорного нагревания пара плотность пара остаётся неизменной. Плотность насыщенных паров при увеличении температуры увеличивается. Следовательно, при нагревании влажность воздуха уменьшается.

29. Образец возможного решения.

По закону сохранения энергии с учётом работы силы трения имеем:

$$\frac{mv_B^2}{2} + mgL \sin \alpha = \frac{mv_0^2}{2} - \mu mgL \cos \alpha.$$

В точке В условием отрыва будет равенство центростремительного ускорения нормальной составляющей ускорения свободного падения:

$$\frac{v_B^2}{R} = g \cos \alpha, v_B^2 = gR \cos \alpha.$$

Используя это равенство и закон сохранения энергии, находим внешний радиус трубы:

$$R = \frac{v_0^2}{g \cos \alpha} - 2L(\mu + \tan \alpha) = 0,3 \text{ м.}$$

Ответ: $R = 0,3 \text{ м.}$

30. Образец возможного решения.

Так как сосуд теплоизолирован и начальная температура газов одинакова, то после установления равновесия температура в сосуде будет равна первоначальной, а гелий равномерно распределится по всему сосуду. После установления равновесия в системе в каждой части сосуда окажется по 1 моль гелия $\nu_1 = 1$ моль. В результате в сосуде с аргоном окажется 3 моль смеси: $\nu_2 = \nu_1 + \nu = 3$.

Внутренняя энергия одноатомного идеального газа пропорциональна температуре и количеству вещества: $U = \frac{3}{2} \nu RT \Rightarrow U_1 = \frac{3}{2} \nu_1 RT_1, U_2 = \frac{3}{2} \nu_2 RT_2$.

Условие термодинамического равновесия: $T_1 = T_2$.

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{\nu_1}{\nu_2} = \frac{1}{3}.$$

Ответ: $\frac{U_1}{U_2} = \frac{1}{3}.$

31. Образец возможного решения.

При ускорении в электрическом поле ион приобретает кинетическую энергию $\frac{mv^2}{2} = qU$, где m , v и q — соответственно масса, скорость и заряд иона.

В магнитном поле на ион действует сила Лоренца $F_{\text{л}} = qvB$, сообщаящая ему центростремительное ускорение $a = \frac{v^2}{R}$. По второму закону Ньютона: $quB = m \frac{v^2}{R}$.

Решая систему уравнений, находим:

$$B = \frac{1}{R} \sqrt{2U \frac{m}{q}} = \frac{1}{0,2} \sqrt{2 \cdot 10^4 \cdot 5 \cdot 10^{-7}} = 0,5 \text{ Тл.}$$

$$\text{Ответ: } B = \frac{1}{R} \sqrt{\frac{2mU}{q}} = 0,5 \text{ Тл.}$$

32. Образец возможного решения.

Согласно уравнению Эйнштейна для фотоэффекта энергия поглощаемого фотона равна сумме работы выхода фотоэлектрона из металла и максимальной кинетической энергии фотоэлектрона:

$$h\nu = A + \frac{mv^2}{2}. \quad (1)$$

Электрическое поле ускоряет электроны, увеличивая их кинетическую энергию на $\Delta E = eU = eEL$, (2)
где U — разность потенциалов между поверхностью пластины и эквипотенциальной поверхностью на расстоянии $L = 10$ см от неё.

Объединяя (1) и (2), получим искомую кинетическую энергию:

$$\varepsilon = h\nu - A + eEL = \frac{6,6 \cdot 10^{-34} \cdot 1,6 \cdot 10^{15}}{1,6 \cdot 10^{-19}} - 3,7 + 130 \cdot 0,1 = 15,9 \text{ эВ.}$$

$$\text{Ответ: } \varepsilon = h\nu - A + eEL = 15,9 \text{ эВ.}$$

ВАРИАНТ 6

24. Образец возможного решения.

1) Смена времён года зависит от угла наклона оси вращения планеты к плоскости её вращения вокруг Солнца. Если он близок к нулю (или 180 градусам, или 90 градусам), то смены времён года не будет. Поэтому смена времён года возможна на всех планетах Солнечной системы, кроме Меркурия, Венеры и Юпитера. У Урана возможна очень незначительная смена времён года.

2) Масса Марса $M = \rho_M \frac{4}{3} \pi \frac{D_M^3}{2^3}$, а масса Юпитера $m = \rho_{\text{Ю}} \frac{4}{3} \pi \frac{D_{\text{Ю}}^3}{2^3}$. Отношение этих масс дает:

$$\frac{M}{m} = \frac{\rho_M D_M^3}{\rho_{Ю} D_{Ю}^3} = \frac{3,93 \cdot 6794^3}{1,33 \cdot 142800^3} \approx 0,00031.$$

3) Орбита Сатурна находится на расстоянии примерно 1430 млн км от Солнца.

4) Первая и вторая космические скорости связаны выражением: $v_2 = \sqrt{2v_1}$, откуда

$$\frac{v_{2Y}}{v_{23}} = \frac{v_{1Y}}{v_{13}} = \frac{15,7}{7,89} \approx 2.$$

5) Сила тяготения между Солнцем и Ураном $F_1 = G \frac{m_c m_y}{R_{CY}^2}$ между Солнцем и Нептуном

$F_2 = G \frac{m_c m_H}{R_{CH}^2}$ Отношение силы тяготения между Солнцем и Ураном к силе тяготения между

Солнцем и Нептуном $\frac{F_1}{F_2} = \frac{m_y R_{CH}^2}{m_H R_{CY}^2};$

$$m_y = \rho_y \frac{4}{3} \pi \frac{D_y^3}{2^3}; m_H = \rho_H \frac{4}{3} \pi \frac{D_H^3}{2^3} \cdot \frac{F_1}{F_2} = \frac{\rho_y D_y^3 R_{CH}^2}{\rho_H D_H^3 R_{CY}^2} = \frac{1,24 \cdot 51108^3 \cdot 30,52^2}{1,67 \cdot 49493^3 \cdot 19,19^2} \approx 2.$$

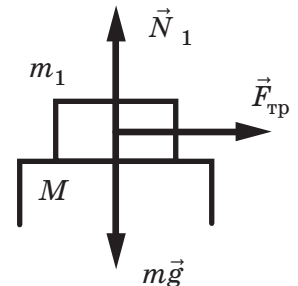
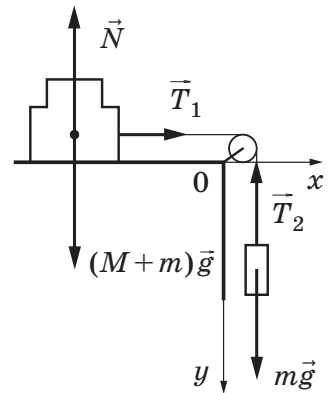
Ответ: 34.

27. Образец возможного решения.

1. На участке от $4V_0$ до $2V_0$ давление под поршнем при сжатии растёт, подчиняясь закону Бойля–Мариотта. На участке от $2V_0$ до V_0 давление под поршнем постоянно (давление насыщенного пара на изотерме). На участке от $4V_0$ до $2V_0$ график $p(V)$ — фрагмент гиперболы, на участке от $2V_0$ до V_0 — горизонтальный отрезок прямой.

2. В начальном состоянии $V=4V_0$ под поршнем находится ненасыщенный водяной пар, при сжатии число молекул пара неизменно, пока на стенках сосуда не появится роса. В момент появления росы пар становится насыщенным, его давление равно P_H . Поэтому на участке от $4V_0$ до $2V_0$ давление под поршнем растёт, подчиняясь закону Бойля–Мариотта: $pV = \text{const}$, т.е. $p \sim 1/V$. График зависимости $p(V)$ — фрагмент гиперболы.

3. После того как на стенках сосуда появилась роса, пар при медленном изотермическом сжатии остаётся насыщенным, в том числе при $V=V_0$. При этом количество вещества пара уменьшается, а количество вещества жидкости увеличивается (идёт конденсация пара). Поэтому график $p(V)$ на участке от $2V_0$ до V_0 будет графиком константы, т.е. отрезком горизонтальной прямой.



29. Образец возможного решения.

1. Пока грузы M и m_1 движутся как одно целое, будем считать их одним телом $M + m$ сложной формы. На рисунке показаны внешние силы, действующие на это тело и на груз m_2 .

2. Будем считать систему отсчёта, связанную со столом, инерциальной. Запишем второй закон Ньютона для каждого из тел в проекциях на оси Ox и Oy введённой системы координат:

$$\left. \begin{array}{l} O_x: (M+m)a_1 = T_1 \\ O_y: ma_2 = mg - T_2 \end{array} \right\}$$

Учтём, что

$T_1 = T_2 = T$ (нить лёгкая, скользит по блоку без трения),

$a_1 = a_2 = a$ (нить нерастяжима), и сложим уравнения.

Получим:

$$(M+2m)a = mg, \text{ откуда } a = g \frac{m}{M+2m}.$$

3. Рассмотрим груз m_1 отдельно. Запишем для него второй закон Ньютона в проекциях на оси Ox и Oy и учтём, что груз m_1 покоится относительно груза M :

$$\left. \begin{array}{l} O_x: ma = F_{\text{тр}} \\ O_y: mg - N_1 = 0 \\ F_{\text{тр}} \leq \mu N_1 \end{array} \right\}$$

Получим: $ma \leq \mu N_1 = \mu mg$, откуда $a = g \frac{m}{M+2m} \leq \mu g$.

Решая неравенство

$$\frac{m}{M+2m} \leq \mu$$

относительно m , получим:

$$m \leq \frac{\mu M}{1-2\mu} = 0,4 \text{ кг.}$$

Ответ: $m \leq 0,4$ кг.

30. Образец возможного решения.

После установления равновесия в системе гелий равномерно распределится по всему сосуду. В результате количество вещества газа, который останется в той части сосуда, где был гелий, станет равным $\nu_1 = \frac{m}{2M_{\text{He}}}$ молей гелия, где m — масса гелия.

Внутренняя энергия газа пропорциональна температуре и количеству вещества: $U = \nu_1 \frac{3}{2} RT = \frac{3}{4M_{\text{He}}} mRT$. Отсюда $U = 467$ Дж.

Ответ: 467 Дж.

31. Образец возможного решения.

При ускорении в электрическом поле ион приобретает кинетическую энергию $\frac{mv^2}{2} = qU$, где m , v и q — соответственно масса, скорость и заряд иона.

В магнитном поле на ион действует сила Лоренца $F_{\text{л}} = qvB$, сообщающая ему центростремительное ускорение $a = \frac{v^2}{R}$. По второму закону Ньютона: $quB = m \frac{v^2}{R}$.

Решая систему уравнений, находим:

$$\frac{m}{q} = \frac{R^2 B^2}{2U} = \frac{4 \cdot 10^{-2} \cdot 25 \cdot 10^{-2}}{2 \cdot 10^4} = 5 \cdot 10^{-7} \text{ кг/Кл.}$$

Ответ: $\frac{m}{q} = \frac{R^2 B^2}{2U} = 5 \cdot 10^{-7} \text{ кг/Кл.}$

32. Образец возможного решения.

Согласно уравнению Эйнштейна для фотоэффекта энергия поглощаемого фотона равна сумме работы выхода фотоэлектрона из металла и максимальной кинетической энергии фотоэлектрона:

$$h\nu = A + \frac{mv^2}{2}. \quad (1)$$

$$\Delta E = eU = eEL, \quad (2)$$

где U — разность потенциалов между поверхностью пластины и эквипотенциальной поверхностью на расстоянии L от неё.

Объединяя (1) и (2), получим искомую работу выхода фотоэлектронов:

$$A = h\nu - \varepsilon + eEL = \frac{6,6 \cdot 10^{-34} \cdot 1,6 \cdot 10^{15}}{1,6 \cdot 10^{-19}} - 15,9 + 130 \cdot 0,1 = 3,7 \text{ эВ.}$$

Ответ: $A = h\nu - \varepsilon + eEL = 3,7 \text{ эВ.}$

ВАРИАНТ 7

24. Образец возможного решения.

1) Плотность Сатурна рассчитывается по формуле $\rho_c = \frac{m_c}{V_c} = \frac{3 \cdot 2^3 \cdot m_c}{4\pi D_c^3}$,

плотность Венеры — $\rho_B = \frac{m_B}{V_B} = \frac{3 \cdot 2^3 \cdot m_B}{4\pi D_B^3}$.

Отношение плотности Сатурна к плотности Венеры: $\frac{\rho_B}{\rho_c} = \frac{m_B D_c^3}{m_c D_B^3} = \frac{4,87 \cdot 119900^3}{568,5 \cdot 12104^3} = 8,33$.

2) Скорость движения по орбите определяют по формуле $v = \frac{2\pi R}{T}$

где R — радиус орбиты, T — время полного оборота планеты. Соответственно, для Нептуна $v = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 30,53 \cdot 150000000}{(164 \cdot 365,3 + 292) \cdot 24 \cdot 3600} = 5,5 \text{ км/с.}$

3) Расстояние от земли до Урана равно 18,9 а.е., скорость радиосигнала 300000 км/с.

Подставив эти значения в формулу $t = \frac{R}{v} = \frac{18,9 \cdot 150000000}{300000} = 9095 \text{ с} = 2,5 \text{ час.}$

4) Ускорение свободного падения можно вычислить как $g = G \frac{M}{R^2}$,

где M — масса планеты; R — радиус планеты. Подставив в формулу значения массы и радиуса Марса, получим $g \approx 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{0,64 \cdot 10^{24}}{3397 \cdot 3397 \cdot 10^6} = 3,8 \text{ м/с}^2$.

5) Один год на Сатурне составляет 29·365,3 + 168 суток. Венера совершает один оборот вокруг Солнца за 224,7 суток. Соответственно, за год на Сатурне Венера совершит примерно 48 оборотов.

Ответ: 23.

27. Образец возможного решения.

Сопротивление идеального вольтметра считается бесконечно большим, поэтому ток через реостат при любом положении его движка равен нулю и, следовательно, напряжение на выводах равно 0. Таким образом, показания вольтметра при любом положении движка реостата равны напряжению на резисторе R .

Ток через резистор R определяется законом Ома для полной цепи: $I = \frac{\mathcal{E}}{R+r}$, а напряжение на резисторе — законом Ома для участка цепи: $U_R = IR$. Учитывая, что $r=0$, получаем: $I = \frac{\mathcal{E}}{R}$, $U_R = \mathcal{E}$.

Таким образом, при любом положении движка реостата показания вольтметра равны ЭДС источника \mathcal{E} .

Ответ: показания идеального вольтметра при перемещении движка реостата остаются неизменными.

29. Образец возможного решения.

Выберем систему координат: ось x направлена по прямой АВ, ось y — вверх по наклонной плоскости перпендикулярно линии АВ (см. рисунок на с. 72).

Проекция вектора ускорения свободного падения g :

$$g_x = 0, \quad g_y = -g \sin \alpha$$

Кинематика движения по наклонной плоскости эквивалентна кинематике движения тела, брошенного под углом β к горизонту, в поле тяжести с ускорением $g \sin \alpha$.

Запишем выражения для координат тела как функций времени (в известных выражениях для тела, брошенного под углом β к горизонту, делается замена g на $g \sin \alpha$):

$$x(t) = v_0 \cos \beta \cdot t,$$

$$y(t) = v_0 \sin \beta \cdot t - \frac{g \sin \alpha}{2} t^2.$$

Из условия $y=0$ находим время движения тела по наклонной плоскости $\tau = \frac{2v_0 \sin \beta}{g \sin \alpha}$ и расстояние $AB = x(\tau)$: $AB = \frac{2v_0^2 \sin \beta \cos \beta}{g \sin \alpha} = \frac{2\sqrt{3}}{5} \text{ (м)}$.

Ответ: $AB = \frac{2\sqrt{3}}{5} \text{ м} \approx 0,69 \text{ м}$.

30. Образец возможного решения.

Количество теплоты, полученное при нагревании льда, находящегося в калориметре, до температуры 0°C : $Q_1 = c_1 m_1 (0 - t_1)$. (1)

Количество теплоты, полученное льдом при его таянии при 0°C :

$$Q_2 = \lambda m_2. \quad (2)$$

Количество теплоты, выделяющееся при охлаждении воды до 0°C :

$$Q = c_2 m_2 (t_2 - 0). \quad (3)$$

Уравнение теплового баланса: $Q = Q_1 + Q_2$. (4)

Объединяя (1)–(4), получаем:

$$m_1 = \frac{m_2 c_2 (t_2 - 0)}{c_1 (0 - t_1) + \lambda} = 1 \text{ кг}$$

Ответ: 1 кг.

31. Образец возможного решения.

В соответствии с законом электромагнитной индукции при изменении пронизывающего контур магнитного поля в проводящем контуре возникает ЭДС электромагнитной индукции $\mathcal{E} = \frac{d\Phi}{dt}$.

В нашем случае $\Phi = BS$, следовательно, $\mathcal{E} = \frac{SdB}{dt} = Sab \sin(bt)$.

Согласно закону Ома сила тока в контуре $I = \frac{\mathcal{E}}{R} = \frac{Sab \sin(bt)}{R}$.

Таким образом, амплитуда колебаний силы тока в контуре равна $I_M = \frac{Sab}{R}$.

Следовательно, $R = \frac{Sab}{I_M} = 1,2 \text{ Ом}$.

Ответ: $R = \frac{Sab}{I_M} = 1,2 \text{ Ом}$.

32. Образец возможного решения.

Минимальная длина волны соответствует максимальной частоте и энергии фотона.

$$\lambda_0 = \lambda_{41}; \quad \nu_{14} = \frac{c}{\lambda_0}.$$

$$\nu_{24} = \frac{c}{\lambda_{24}}; \quad \nu_{32} = \frac{c}{\lambda_{32}}.$$

Частота фотона, испускаемого атомом при переходе с одного уровня энергии на другой, пропорциональна разности энергий этих уровней. Поэтому

$$\nu_{13} = \nu_{14} - \nu_{24} + \nu_{32} = c \left(\frac{1}{\lambda_{14}} - \frac{1}{\lambda_{24}} + \frac{1}{\lambda_{32}} \right)$$

$$\lambda_{13} = \frac{c}{\nu_{13}} = \frac{\lambda_{14}\lambda_{24}\lambda_{32}}{\lambda_{24}\lambda_{32} - \lambda_{14}\lambda_{32} + \lambda_{14}\lambda_{24}} \approx 3 \cdot 10^{-7} \text{ м.}$$

$$\text{Ответ: } \lambda_{13} = \frac{c}{\nu_{13}} = \frac{\lambda_{14}\lambda_{24}\lambda_{32}}{\lambda_{24}\lambda_{32} - \lambda_{14}\lambda_{32} + \lambda_{14}\lambda_{24}} \approx 300 \text{ нм.}$$

ВАРИАНТ 8

24. Образец возможного решения.

1) Плотность Марса рассчитывается по формуле $\rho_M = \frac{m_M}{V_M} = \frac{3 \cdot 2^3 \cdot m_M}{4\pi D_M^3}$,

плотность Земли — $\rho_3 = \frac{m_3}{V_3} = \frac{3 \cdot 2^3 \cdot m_3}{4\pi D_3^3}$.

Отношение плотности Марса к плотности Земли: $\frac{\rho_M}{\rho_3} = \frac{m_M D_3^3}{m_3 D_M^3} = \frac{0,64 \cdot 12756^3}{5,97 \cdot 6794^3} = 0,71$.

2) Скорость движения по орбите определяют по формуле $v = \frac{2\pi R}{T}$

где R — радиус орбиты, T — время полного оборота планеты. Соответственно, для Урана $v = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 19,19 \cdot 150000000}{(83 \cdot 365,3 + 273) \cdot 24 \cdot 3600} = 6,8 \text{ км/с}$.

3) Расстояние от Земли до Венеры равно 0,28 а.е., скорость радиосигнала 300000 км/с. Подставив эти значения в формулу $t = \frac{R}{v} = \frac{0,28 \cdot 150000000}{300000} = 140 \text{ с} = 0,04 \text{ час}$.

4) Ускорение свободного падения можно вычислить как $g = G \frac{M}{R^2}$,

где M — масса планеты; R — радиус планеты. Подставив в формулу значения массы и радиуса Сатурна, получим $g \approx 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{568,5 \cdot 10^{24}}{59950 \cdot 59950 \cdot 10^6} = 10,5 \text{ м/с}^2$.

5) Один год на Сатурне составляет $164 \cdot 365,3 + 292$ суток. Меркурий совершает один оборот вокруг Солнца за 87,97 суток. Соответственно, за год на Сатурне Венера совершит примерно 684 оборота.

Ответ: 14.

27. Образец возможного решения.

Сопrotивление идеального вольтметра считается бесконечно большим, поэтому ток через реостат при любом положении его движка равен нулю и, следовательно, напряжение на выводах реостата равно 0. Таким образом, показания вольтметра при любом положении движка реостата равны напряжению на резисторе R .

Ток через резистор R определяется законом Ома для полной цепи: $I = \frac{\mathcal{E}}{R+r}$, а напряжение на резисторе — законом Ома для участка цепи: $U_R = IR$. Учитывая, что $r=0$, получаем: $I = \frac{\mathcal{E}}{R}$, $U_R = \mathcal{E}$.

Таким образом, при любом положении движка реостата показания вольтметра равны ЭДС источника \mathcal{E} .

Ответ: показания идеального вольтметра при перемещении движка реостата остаются неизменными.

29. Образец возможного решения.

Выберем систему координат: ось x направлена по прямой АВ, ось y — вверх по наклонной плоскости перпендикулярно линии АВ (см. рисунок на с. 82).

Проекция вектора ускорения свободного падения g :

$$g_x = 0, \quad g_y = -g \sin \alpha$$

Кинематика движения по наклонной плоскости эквивалентна кинематике движения тела, брошенного под углом β к горизонту, в поле тяжести с ускорением $g \sin \alpha$.

Запишем выражения для координат и проекций скорости тела как функций времени (в известных выражениях для тела, брошенного под углом β к горизонту, делается замена g на $g \sin \alpha$):

$$x(t) = v_0 \cos \beta \cdot t, \quad v_x(t) = v_0 \cos \beta$$

$$y(t) = v_0 \sin \beta \cdot t - \frac{g \sin \alpha}{2} t^2, \quad v_y(t) = v_0 \sin \beta - g \sin \alpha \cdot t.$$

Из условия $v_y = 0$ находим время подъёма тела, а затем максимальное удаление прямой АВ на наклонной плоскости:

$$l = \frac{v_0^2 \sin^2 \beta}{2g \sin \alpha} = 0,3 \text{ м.}$$

Ответ: $l = 0,3 \text{ м.}$

30. Образец возможного решения.

Количество теплоты, необходимое для нагревания льда, находящегося в калориметре, до температуры t : $Q = c_1 m_1 (t - t_1)$. (1)

Количество теплоты, выделяющееся при охлаждении воды до 0°C :

$$Q_1 = c_2 m_2 (t_2 - 0). \quad (2)$$

Количество теплоты, выделяющееся при отвердевании воды при 0°C :

$$Q_2 = \lambda m_2. \quad (3)$$

Количество теплоты, отданное водой при охлаждении её до 0°C :

$$Q_3 = c_1 m_2 (0 - t). \quad (4)$$

Уравнение теплового баланса: $Q = Q_1 + Q_2 + Q_3$. (5)

Объединяя (1)–(5), получаем:

$$t_1 = \frac{m_1 c_1 t - m_2 (c_2 (t_2 - 0) + \lambda + c_1 (0 - t))}{m_1 c_1} \approx -5^\circ\text{C}.$$

Ответ: -5°C .

31. Образец возможного решения.

В соответствии с законом электромагнитной индукции при изменении пронизывающего контур магнитного поля в проводящем контуре возникает ЭДС электромагнитной индукции $\mathcal{E} = \frac{d\Phi}{dt}$.

В нашем случае $\Phi = BS$, следовательно, $\mathcal{E} = \frac{S dB}{dt} = Sab \sin(bt)$.

Согласно закону Ома сила тока в контуре $I = \frac{\mathcal{E}}{R} = \frac{Sab \sin(bt)}{R}$.

Таким образом, амплитуда колебаний силы тока в контуре равна $I_M = \frac{Sab}{R}$.

Следовательно, $S = \frac{I_M R}{ab} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2$.

Ответ: $S = \frac{I_M R}{ab} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2$.

32. Образец возможного решения.

Минимальная длина волны соответствует максимальной частоте и энергии фотона.

$$\lambda_0 = \lambda_{41}; \text{ и } \nu_{14} = \frac{c}{\lambda_0}.$$

$$\text{Имеем: } \nu_{13} = \frac{c}{\lambda_{13}}; \nu_{32} = \frac{c}{\lambda_{32}}.$$

Частота фотона, испускаемого атомом при переходе с одного уровня энергии на другой, пропорциональна разности энергий этих уровней. Поэтому

$$\nu_{24} = \nu_{14} - \nu_{13} + \nu_{32} = c \left(\frac{1}{\lambda_{14}} - \frac{1}{\lambda_{13}} + \frac{1}{\lambda_{32}} \right)$$

$$\lambda_{24} = \frac{\lambda_{13}\lambda_{14}\lambda_{32}}{\lambda_{13}\lambda_{32} - \lambda_{14}\lambda_{32} + \lambda_{14}\lambda_{13}} \approx 333 \cdot 10^{-9} \text{ м.}$$

$$\text{Ответ: } \lambda_{24} = \frac{\lambda_{13}\lambda_{14}\lambda_{32}}{\lambda_{13}\lambda_{32} - \lambda_{14}\lambda_{32} + \lambda_{14}\lambda_{13}} \approx 333 \text{ нм.}$$

ВАРИАНТ 9

24. Образец возможного решения.

1) Ускорение свободного падения можно вычислить как $g = G \frac{M}{R^2}$,

где M — масса планеты; R — радиус планеты. Массу Деймоса вычислим как

$$M = \rho V = \rho \frac{4}{3} \pi R^3,$$

где ρ — плотность Деймоса. Объединяя формулы, имеем: $g = \frac{4}{3} \pi G \rho R$

$$g = \frac{4 \cdot 3,14}{3} 6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 2,1 \cdot 10^3 \cdot 78 \cdot 10^3$$

$$g = 0,005 \text{ м/с}^2.$$

2) Масса планеты (спутника) равна $M = \rho \frac{4}{3} \pi R^3$. Европа имеет меньшую плотность и радиус, чем спутник Ио, т.е. масса Европы меньше Ио.

3) Объем планеты $V = \frac{4}{3} \pi R^3$. Радиус Ганимеда 2634 км, а радиус Ио 1815. Отношение их кубов (а, значит, и объемов) дает: $\frac{2634^3}{1815^3} = \left(\frac{2634}{1815} \right)^3 \approx 3$.

4) Радиус орбиты Деймоса составляет 23,5 тыс. км, а радиус орбиты Фобоса 9,38 тыс. км, т.е. Деймос находится дальше Фобоса.

5) Первая космическая скорость связана со второй космической скоростью выражением $v_2 = \sqrt{2}v_1$, откуда

$$v_1 = \frac{v_2}{\sqrt{2}} = \frac{1896}{1,4} = 1354 \text{ м/с.}$$

Ответ: 25.

27. Образец возможного решения.

1. Кипением называется процесс парообразования, который происходит не только с поверхности жидкости, граничащей с воздухом, но и с поверхности пузырьков насыщенного пара, образующихся в толще жидкости, что резко увеличивает количество испарившейся жидкости. Всплывающие пузырьки вызывают интенсивное перемешивание жидкости.

2. Образование пузырьков в жидкости возможно только в том случае, когда давление насыщенного пара p равно давлению снаружи пузырька на глубине h : $p = p_{\text{атм}} + \rho gh$. В сосуде $\rho gh \ll p_{\text{атм}}$, поэтому условие возникновения кипения $p = p_{\text{атм}}$. Следовательно, чтобы вода закипела при 40°C , в соответствии с графиком давления воздуха под колоколом необходимо снизить до 70 кПа.

29. Образец возможного решения.

Второй закон Ньютона для шарика, находящегося в верхней точке петли, в проекциях на вертикальное направление координатной оси: $ma = mg + N$, где m — масса шарика, a — центростремительное ускорение, N — сила реакции жёлоба. $|N| = |P|$, где P — давление шарика на жёлоб.

Центростремительное ускорение равно $a = \frac{v^2}{R}$. Можно записать $P = \frac{mv^2}{R} - mg$.

В соответствии с законом сохранения механической энергии можно записать: $mgH = mg2R + \frac{mv^2}{2}$, где $H = 4R$ — высота, с которой отпустили шарик. Откуда $v^2 = 4gR$. Подставив эту формулу в выражение для давления шарика на жёлоб, получим: $P = 3mg = 3H$.

Ответ: $P = 3H$.

30. Образец возможного решения.

Уравнения состояния идеального газа для верхней и нижней частей сосуда: $p_1 V_1 = \nu RT$, $p_2 V_2 = \nu RT$, где V_1 и V_2 — объёмы верхней и нижней частей сосуда. При этом $V_1 = S(H - h)$, $V_2 = Sh$, где S — площадь поперечного сечения поршня, H — высота сосуда, h — высота, на которой находится поршень.

Условие равновесия поршня: $pS + P - p_2 S = 0$, где P — вес поршня.

Подставив в это равенство уравнение состояния газа в верхней части сосуда, получим для количества вещества газа: $\nu = \frac{P}{RT \left(\frac{1}{h} - \frac{1}{H-h} \right)} = 0,022$ моль.

Ответ: $\nu = 0,022$ моль.

31. Образец возможного решения.

Модуль напряжённости поля точечного заряда равен $E = k \frac{q}{r^2}$, где r — расстояние от заряда до рассматриваемой точки. Тогда $E_1 = k \frac{q}{r_A^2}$, $E_2 = k \frac{q}{r_C^2}$. (1)

Из (1) получим: $E_2 = E_1 \frac{r_A^2}{r_C^2}$.

Из рисунка получим, что $\frac{r_A^2}{r_C^2} = \frac{5}{13}$, тогда $E_2 = \frac{5}{13} E_1 = 25 \text{ В/м}$.

Ответ: $E_2 = \frac{5}{13} E_1 = 25 \text{ В/м}$.

32. Образец возможного решения.

Согласно уравнению Эйнштейна для фотоэффекта $h \frac{c}{\lambda} = A + \frac{mv^2}{2}$.

В магнитном поле на электрон действует сила Лоренца, которая сообщает ему центростремительное ускорение: $evB = \frac{mv^2}{R}$.

Получим $R = \frac{\sqrt{2m \left(h \frac{c}{\lambda} - A \right)}}{eB} \approx 4,7 \cdot 10^{-3} \text{ м}$.

Ответ: $R = \frac{\sqrt{2m \left(h \frac{c}{\lambda} - A \right)}}{eB} \approx 4,7 \cdot 10^{-3} \text{ м}$.

ВАРИАНТ 10

24. Образец возможного решения.

1) Ускорение свободного падения можно вычислить как $g = G \frac{M}{R^2}$,

где M – масса планеты; R – радиус планеты. Массу Фобоса вычислим как

$$M = \rho V = \rho \frac{4}{3} \pi R^3,$$

где ρ – плотность Фобоса. Объединяя формулы, имеем: $g = \frac{4}{3} \pi G \rho R$

$$g = \frac{4 \cdot 3,14}{3} 6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 2,1 \cdot 10^3 \cdot 12 \cdot 10^3$$

$$g = 0,005 \text{ м/с}^2.$$

2) Масса планеты (спутника) равна $M = \rho \frac{4}{3} \pi R^3$. Европа имеет меньшую плотность и радиус, чем спутник Ио, т.е. масса Европы меньше Ио.

3) Объем планеты $V = \frac{4}{3} \pi R^3$. Радиус Ганимеда 2634 км, а радиус Ио 1815. Отношение их кубов (а, значит, и объемов) дает: $\frac{2634^3}{1815^3} = \left(\frac{2634}{1815} \right)^3 \approx 3$.

4) Радиус орбиты Деймоса составляет 23,5 тыс. км, а радиус орбиты Фобоса 9,38 тыс. км, т. е. Деймос находится дальше Фобоса.

5) Первая космическая скорость связана со второй космической скоростью выражением $v_2 = \sqrt{2}v_1$, откуда

$$v_1 = \frac{v_2}{\sqrt{2}} = \frac{1896}{1,4} = 1354 \text{ м/с.}$$

Ответ: 25.

27. Образец возможного решения.

1) В процессе $1 \rightarrow 2$ газ получает некоторое количество теплоты, но его внутренняя энергия не меняется. Следовательно, согласно первому началу термодинамики, газ отдаёт получаемую энергию, совершая работу, т.е. в данном процессе его объём увеличивается.

2) В процессе $2 \rightarrow 3$ теплообмена газа с внешней средой нет, но его внутренняя энергия уменьшается. Следовательно, и этот процесс связан с расширением газа, поскольку он совершает работу.

3) Переход газа из состояния 1 в состояние 3 всё время сопровождается увеличением его объёма.

29. Образец возможного решения.

Второй закон Ньютона для кубика, находящегося на высоте h : $ma = mg \cos \alpha + N$, где m — масса кубика, a — центростремительное ускорение, N — сила реакции жёлоба. $|N| = |F|$, где F — давление шарика на жёлоб. α — угол между силой тяжести и радиусом, соединяющим положение кубика и центр окружности. $\cos \alpha = \frac{h-R}{R}$.

Центростремительное ускорение равно $a = \frac{v^2}{R}$. В соответствии с законом сохранения механической энергии можно записать: $mgH = mgh + \frac{mv^2}{2}$, где $H = 4R$ — высота, с которой отпустили шарик. Откуда $v^2 = 2g(H-h)$.

Подставив эту формулу во второй закон Ньютона, получим: $m \frac{2g(H-h)}{R} = mg \frac{(h-R)}{R} + F$. Откуда $R = 2,5 \text{ м}$.

Ответ: 2,5 м.

30. Образец возможного решения.

Уравнения состояния идеального газа для верхней и нижней частей сосуда: $p_1 V_1 = \nu RT$, $p_2 V_2 = \nu RT$, где V_1 и V_2 — объёмы верхней и нижней частей сосуда. При этом $V_1 = S(H-h)$, $V_2 = Sh$, где S — площадь поперечного сечения поршня, H — высота сосуда, h — высота, на которой находится поршень.

Условие равновесия поршня: $pS + Mg - p_2 S = 0$, где M — масса поршня.

Подставив в это равенство уравнение состояния газа в верхней части сосуда, получим

$$\text{для массы поршня: } M = \frac{RT(\frac{1}{h} - \frac{1}{H-h})}{g} = 11 \text{ кг.}$$

Ответ: $M = 11 \text{ кг}$.

31. Образец возможного решения.

Модуль напряжённости поля точечного заряда равен $E = k \frac{|q|}{r^2}$, где r — расстояние от заряда q до рассматриваемой точки. Тогда $E_1 = k \frac{|q_1|}{(2L)^2}$, $E_2 = k \frac{|q_2|}{L^2}$, $E_3 = k \frac{|q_3|}{L^2}$.

Выберем ось X , направленную от A к D . Учитывая направления векторов напряжённости в точке C , получим: $E_{12} = k \frac{|q_1|}{(2L)^2} - k \frac{|q_2|}{L^2}$.

Чтобы напряжённость поля в точке C равнялась нулю, нужно, чтобы напряжённость поля третьего заряда была равна по модулю E_{12} и направлена в противоположную сторону.

$$\text{Тогда } q_3 = \left(\frac{|q_1|}{4} - |q_2| \right) = -3 \cdot 10^{-12} \text{ Кл.}$$

$$\text{Ответ: } q_3 = \left(\frac{|q_1|}{4} - |q_2| \right) = -3 \cdot 10^{-12} \text{ Кл.}$$

32. Образец возможного решения.

Согласно уравнению Эйнштейна для фотоэффекта

$$h \frac{c}{\lambda} = A + \frac{mv^2}{2}. \quad (1)$$

В магнитном поле на электрон действует сила Лоренца, которая сообщает ему центростремительное ускорение: $e\nu B = \frac{mv^2}{R}$.

(2)

$$\text{Объединяя (1) и (2), получим } B = \frac{\sqrt{2m \left(h \frac{c}{\lambda} - A \right)}}{eR} \approx 1,1 \cdot 10^{-3} \text{ Тл.}$$

$$\text{Ответ: } B = \frac{\sqrt{2m \left(h \frac{c}{\lambda} - A \right)}}{eR} \approx 1,1 \cdot 10^{-3} \text{ Тл.}$$

СПРАВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Справочные данные, которые могут понадобиться при выполнении работы.

Десятичные приставки		
Наименование	Обозначение	Множитель
гига	Г	10^9
мега	М	10^6
кило	к	10^3
гекто	г	10^2
санти	с	10^{-2}
милли	м	10^{-3}
микро	мк	10^{-6}
нано	н	10^{-9}

Константы	
ускорение свободного падения на Земле	$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$
гравитационная постоянная	$G = 6,7 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{кг}^2}$
скорость света в вакууме	$c = 3 \cdot 10^8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$
элементарный электрический заряд	$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$

Плотность			
бензин	$710 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	древесина (сосна)	$400 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$
спирт	$800 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	парафин	$900 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$
керосин	$800 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	алюминий	$2700 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$
масло машинное	$900 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	мрамор	$2700 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$
вода	$1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	цинк	$7100 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$
молоко цельное	$1030 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	сталь, железо	$7800 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$
вода морская	$1030 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	медь	$8900 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$
ртуть	$13\ 600 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	свинец	$11\ 350 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$

Удельная			
теплоёмкость воды	$4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$	теплота парообразования воды	$2,3 \cdot 10^6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$
теплоёмкость спирта	$2400 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$	теплота парообразования спирта	$9,0 \cdot 10^5 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$
теплоёмкость льда	$2100 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$	теплота плавления свинца	$2,5 \cdot 10^4 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$
теплоёмкость алюминия	$920 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$	теплота плавления стали	$7,8 \cdot 10^4 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$
теплоёмкость стали	$500 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$	теплота плавления олова	$5,9 \cdot 10^4 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$
теплоёмкость цинка	$400 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$	теплота плавления льда	$3,3 \cdot 10^5 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$
теплоёмкость меди	$400 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$	теплота сгорания спирта	$2,9 \cdot 10^7 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$
теплоёмкость олова	$230 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$	теплота сгорания керосина	$4,6 \cdot 10^7 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$
теплоёмкость свинца	$130 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$	теплота сгорания бензина	$4,6 \cdot 10^7 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$
теплоёмкость бронзы	$420 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$		

Температура плавления		Температура кипения	
свинца	327 °C	воды	100 °C
олова	232 °C	спирта	78 °C
льда	0 °C		

Удельное электрическое сопротивление, $\frac{\text{Ом} \cdot \text{м}^2}{\text{м}}$ (при 20 °C)			
серебро	0,016	никелин	0,4
медь	0,017	нихром (сплав)	1,1
алюминий	0,028	фехраль	1,2
железо	0,10		

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

Справочное издание

СЕРИЯ «ЕГЭ-2021. ЭТО БУДЕТ НА ЭКЗАМЕНЕ»

**Пурышева Наталия Сергеевна
Ратбиль Елена Эммануиловна**

ФИЗИКА

10

**тренировочных
вариантов
экзаменационных работ
для подготовки
к единому
государственному экзамену**

Редакция «Образовательные проекты»

Редактор *Е. Маталина*
Технический редактор *Г. Этманова*
Компьютерная верстка *Е. Коптевой*
Корректор *О. Ковальчук*

Подписано в печать 06.06.2020. Формат 60х84 ¹/₈
Гарнитура «SchoolBook». Усл. печ. л. 14,88.
Тираж . Заказ №

Общероссийский классификатор продукции
ОК-034-2014 (КПЕС 2008); 58.11.1 — книги, брошюры печатные
Произведено в Российской Федерации. Дата изготовления: июль 2020 г.
Изготовитель: ООО «Издательство АСТ»
Адрес места осуществления деятельности по изготовлению продукции:
123112, Москва, Пресненская наб., д. 6, стр. 2,
Деловой комплекс «Империя», 14, 15 этаж.

Изготовитель: ООО «Издательство АСТ»
129085, Российская Федерация, г. Москва,
Звездный бульвар, д. 21, стр. 1, комн. 705, пом. I, этаж 7
Наш электронный адрес: www.ast.ru; e-mail: stelliferovskiy@ast.ru



По вопросам приобретения книг обращаться по адресу:
123317, г. Москва. Пресненская наб., д. 6, стр. 2,
Деловой комплекс «Империя», а/я № 5

ГОСУДАРСТВЕННАЯ ИТОГОВАЯ АТТЕСТАЦИЯ

ЕГЭ-2021

Вниманию выпускников 11 классов общеобразовательных организаций предлагается новое учебное пособие для подготовки к единому государственному экзамену (ЕГЭ) по физике, которое содержит 10 тренировочных вариантов экзаменационных работ.

Материалы сборника могут быть использованы для планомерного повторения изученного материала и тренировки в выполнении заданий различного типа при подготовке к экзамену.

Каждый вариант составлен в полном соответствии с требованиями ЕГЭ, включает задания разных типов и уровней сложности по основным разделам курса физики:

«Механика», «Молекулярная физика. Термодинамика», «Электродинамика», «Оптика», «Основы специальной теории относительности», «Квантовая физика», «Физика атома», «Элементы астрофизики».

Структура вариантов едина. Каждый из них состоит из двух частей.

Часть 1 содержит задания с кратким ответом.

Часть 2 включает задания, требующие развёрнутого ответа.

В конце книги даны ответы на все задания и подробный анализ заданий с развёрнутым ответом. Ответы помогут в осуществлении контроля и оценки своих знаний.

