

# Тренировочная работа №1 по ФИЗИКЕ

11 класс

Вариант № 1

Район \_\_\_\_\_

Город (населенный пункт) \_\_\_\_\_

Школа \_\_\_\_\_

Класс \_\_\_\_\_

Фамилия \_\_\_\_\_

Имя \_\_\_\_\_

Отчество \_\_\_\_\_

## Инструкция

На выполнение экзаменационной работы по физике отводится 3,5 часа (210 минут). Работа состоит из 3 частей, включающих 36 заданий.

Часть 1 содержит 25 заданий (A1–A25). К каждому заданию дается 4 варианта ответа, из которых правильный только один.

Часть 2 содержит 5 заданий (B1–B5), на которые следует дать краткий ответ. Для заданий B1 и B2 ответ необходимо записать в виде набора цифр, а для заданий B3–B5 в виде числа.

Часть 3 состоит из 6 заданий (C1–C6), на которые требуется дать развернутый ответ.

При выполнении заданий B3–B5 части 2 значение искомой величины следует выразить в тех единицах физических величин, которые указаны в условии задания. Если такого указания нет, то значение величины следует записать в Международной системе единиц (СИ). При вычислении разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Внимательно прочитайте каждое задание и предлагаемые варианты ответа, если они имеются. Отвечайте только после того, как вы поняли вопрос и проанализировали все варианты ответа. Выполняйте задания в том порядке, в котором они даны. Если какое-то задание вызывает у вас затруднение, пропустите его. К пропущенным заданиям можно будет вернуться, если у вас останется время. За выполнение различных по сложности заданий дается один или более баллов. Баллы, полученные вами за выполненные задания, суммируются. Постарайтесь выполнить как можно больше заданий и набрать наибольшее количество баллов.

*Желаем успеха!*

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

### Десятичные приставки

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

**Константы**

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

**Соотношение между различными единицами**

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

**Масса частиц**

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

<b>Плотность</b>		подсолнечного масла	$900 \text{ кг/м}^3$
воды	$1000 \text{ кг/м}^3$	алюминия	$2700 \text{ кг/м}^3$
древесины (сосна)	$400 \text{ кг/м}^3$	железа	$7800 \text{ кг/м}^3$
керосина	$800 \text{ кг/м}^3$	ртути	$13600 \text{ кг/м}^3$

**Удельная теплоемкость**

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

**Удельная теплота**

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

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

**Молярная масса**

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

## Часть 1

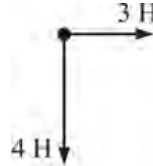
При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого вами задания (A1 – A25) поставьте знак «X» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

**A1** Тело равномерно движется по окружности. Куда может быть направлен вектор скорости тела в точке 1?



- 1) ↑
- 2) ↓
- 3) ← или →
- 4) вектор скорости может быть направлен произвольным образом

**A2** К телу приложены силы 3 Н и 4 Н, направленные перпендикулярно друг другу, как показано на рисунке. При этом тело движется с ускорением  $5 \text{ м/с}^2$ . Чему равна масса этого тела?



- 1) 0,6 кг
- 2) 0,8 кг
- 3) 1 кг
- 4) 1,4 кг

**A3** Ракета с космонавтом летит вертикально вверх с постоянным ускорением  $5g$ , и выходит далеко за пределы земной атмосферы. Во время такого полета

- 1) вес космонавта больше его веса на Земле, а действующая на космонавта сила тяжести постепенно уменьшается
- 2) вес космонавта больше его веса на Земле, а действующая на космонавта сила тяжести не изменяется
- 3) вес космонавта не изменяется, а действующая на него сила тяжести постепенно уменьшается
- 4) вес космонавта меньше его веса на Земле, а действующая на космонавта сила тяжести не изменяется

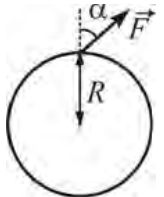
**A4** Снаряд, вылетевший из орудия, полетел по параболе и разорвался в верхней точке траектории на два осколка. Первый осколок полетел обратно по траектории снаряда и попал в орудие. Скорость второго осколка сразу после разрыва была направлена

- 1) вверх
- 2) вниз
- 3) противоположно скорости, которую имел снаряд непосредственно перед разрывом
- 4) в ту же сторону, куда была направлена скорость снаряда непосредственно перед разрывом

**A5** Тело двигалось по горизонтальной поверхности равномерно и прямолинейно, имея кинетическую энергию 5 Дж. На тело начала действовать направленная вдоль плоскости сила, которая совершила положительную работу 2 Дж. Чему после этого стала равна кинетическая энергия тела?

- 1) 3 Дж
- 2) 7 Дж
- 3) 2 Дж
- 4) –3 Дж

**A6** Колесо радиусом  $R = 0,5 \text{ м}$  насажено на неподвижную ось. К ободу колеса приложена сила  $F = 4 \text{ Н}$ , направленная в плоскости колеса под углом  $\alpha = 30^\circ$  к его радиусу. Чему равен момент этой силы относительно оси колеса?



- 1) 4 Н·м
- 2) 2 Н·м
- 3) 1 Н·м
- 4)  $\approx 1,7 \text{ Н·м}$

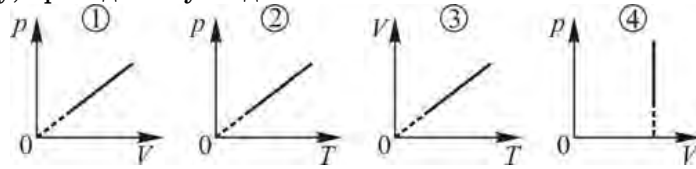
**A7** Тело начало равноускоренно двигаться по прямой линии с нулевой начальной скоростью. За первую секунду движения оно прошло путь 1 м. Какой путь пройдет это тело за вторую секунду движения?

- 1) 1 м
- 2) 2 м
- 3) 3 м
- 4) 4 м

**A8** Физическая модель, согласно которой молекулы можно рассматривать как маленькие упругие шарики, которые хаотически движутся и взаимодействуют друг с другом и со стенками сосуда только при соударениях, точнее всего описывает поведение

- 1) некоторых жидкостей
- 2) некоторых разреженных газов
- 3) кристаллических твердых тел
- 4) аморфных твердых тел

**A9** На каких рисунках приведен график, соответствующий изохорному процессу, проводимому с идеальным газом?



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

**A10** Идеальный одноатомный газ расширяется при постоянном давлении. В момент, когда объем газа равен  $0,1 \text{ м}^3$ , его внутренняя энергия составляет  $30 \text{ кДж}$ . Чему равно давление газа?

- 1)  $1 \cdot 10^5 \text{ Па}$       2)  $2 \cdot 10^5 \text{ Па}$       3)  $3 \cdot 10^5 \text{ Па}$       4)  $4 \cdot 10^5 \text{ Па}$

**A11** Над идеальным газом был проведен процесс, в ходе которого он получил от нагревателя некоторое количество теплоты и совершил работу. Температура газа в результате такого процесса

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) могла и увеличиться, и уменьшиться, и остаться неизменной
- 4) не изменилась

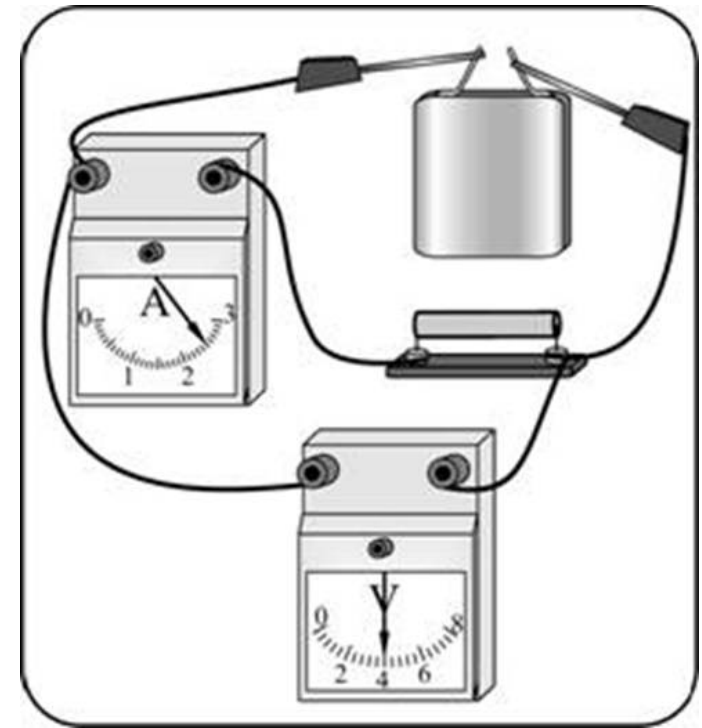
**A12** В топке тепловой машины за  $0,5$  часа полностью сгорает  $10 \text{ кг}$  каменного угля. Найдите механическую мощность этой тепловой машины, если ее КПД равен  $30\%$ , а при сгорании  $1 \text{ кг}$  каменного угля выделяется количество теплоты  $30 \text{ МДж}$ .

- 1)  $0,05 \text{ Вт}$       2)  $180 \text{ Вт}$       3)  $50 \text{ кВт}$       4)  $180 \text{ МВт}$

**A13** Точечный заряд  $+0,1 \text{ нКл}$  находится в электростатическом поле. Заряд переносят из точки с потенциалом  $30 \text{ В}$  в точку с потенциалом  $50 \text{ В}$ . При этом действующая на заряд электростатическая сила

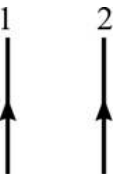
- 1) совершает отрицательную работу
- 2) совершает положительную работу
- 3) не совершает работы
- 4) может совершать как положительную, так и отрицательную работу

**A14** В цепи, изображенной на рисунке, ЭДС батареи равна  $9 \text{ В}$ . Используя показания идеальных измерительных приборов, найдите внутреннее сопротивление батареи.



- 1)  $3,6 \text{ Ом}$       2)  $1,6 \text{ Ом}$       3)  $2 \text{ Ом}$       4)  $5,2 \text{ Ом}$

**A15** На рисунке изображены два длинных тонких прямых провода, по которым течет постоянный электрический ток. Направление протекания тока показано стрелками. Как направлена сила Ампера, действующая на проводник 1?

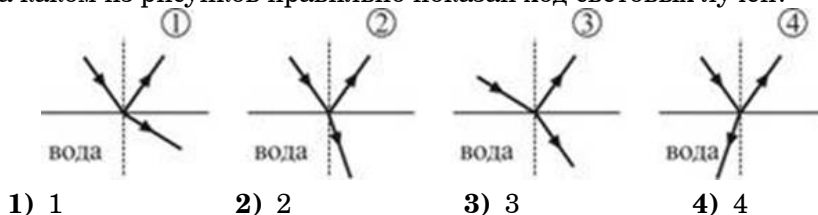


- 1) вправо ( $\rightarrow$ )
- 2) влево ( $\leftarrow$ )
- 3) перпендикулярно плоскости рисунка «на нас» ( $\odot$ )
- 4) перпендикулярно плоскости рисунка «от нас» ( $\otimes$ )

**A16** Какой из перечисленных способов генерации переменного электрического тока является более эффективным и применяется на практике?

- 1) проводящую рамку вращают в гравитационном поле Земли
- 2) проводящую рамку вращают в электрическом поле
- 3) проводящую рамку вращают в магнитном поле
- 4) диэлектрическую рамку вращают в магнитном поле

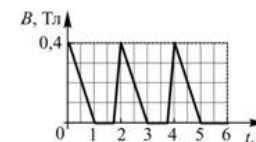
**A17** Луч света падает из воздуха на поверхность воды. При этом часть света отражается от границы воздух – вода, а часть проходит в воду. На каком из рисунков правильно показан ход световых лучей?



**A18** Белый свет падает на дифракционную решетку. На экране, установленном за решеткой, наблюдается дифракционная картина. В этой картине

- 1) в центре находится белая (неокрашенная) полоса, а при удалении от центра чередуются различные цвета от красного до фиолетового
- 2) в центре находится белая (неокрашенная) полоса, а при удалении от центра чередуются различные цвета от фиолетового до красного
- 3) в центре находится ярко окрашенная радужная полоса
- 4) все дифракционные максимумы являются неокрашенными

**A19** Из тонкой проволоки сделана рамка площадью  $100 \text{ см}^2$  и сопротивлением  $0,2 \text{ Ом}$ . Рамку помещают в однородное магнитное поле, линии индукции которого перпендикулярны плоскости рамки. Модуль индукции магнитного поля изменяется так, как показано на графике. Чему равна сила тока, который течет в рамке в момент времени  $t = 2,7 \text{ с}$ ?



- 1) 0 мА      2) 5 мА      3) 10 мА      4) 20 мА

**A20** Волновые свойства света доказываются опытами

- 1) по изучению дифракции света
- 2) по изучению отражения света
- 3) по изучению преломления света
- 4) по изучению фотоэффекта

**A21** Согласно квантовым постулатам Бора атом водорода

- 1) не излучает и не поглощает фотоны при переходе из одного энергетического состояния в другое
- 2) поглощает фотон при переходе электрона с более удаленной от ядра стационарной орбиты на менее удаленную от ядра стационарную орбиту
- 3) излучает фотон при переходе электрона с менее удаленной от ядра стационарной орбиты на более удаленную от ядра стационарную орбиту
- 4) излучает фотон при переходе электрона с более удаленной от ядра стационарной орбиты на менее удаленную от ядра стационарную орбиту

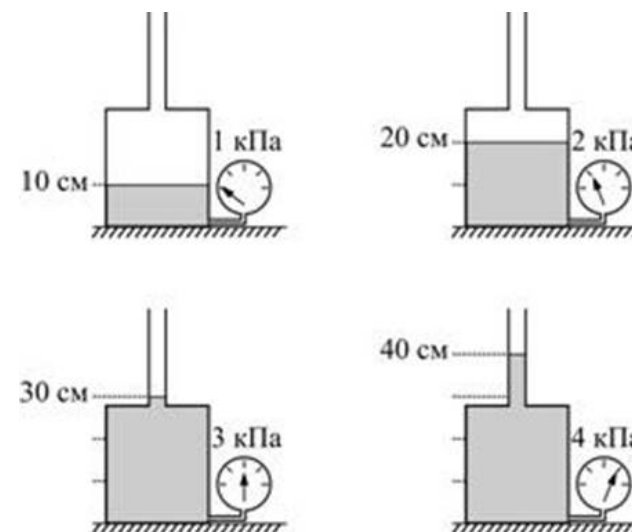
**A22** Какое из описанных ниже явлений можно отнести к радиоактивному распаду ядра?

- 1) образование ядра гелия при попадании протона в ядро трития
- 2) распад тяжелого ядра атома на более легкие осколки при попадании в него быстро движущегося тяжелого иона
- 3) самопроизвольное испускание атомным ядром альфа- или бета-частицы, сопровождающееся изменением заряда и массового числа ядра
- 4) испускание атомом фотона

**A23** Период полураспада первого элемента в 2 раза меньше периода полураспада второго элемента. За некоторое время число атомов первого элемента уменьшилось в 16 раз. Во сколько раз за это же время уменьшилось число атомов второго элемента?

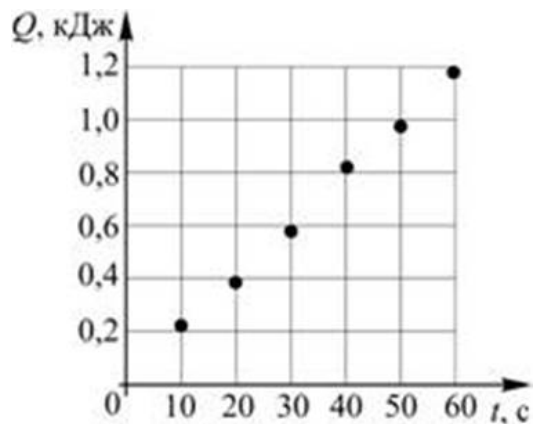
- 1) в 2 раза
- 2) в 4 раза
- 3) в 8 раз
- 4) в 256 раз

**A24** Для экспериментального изучения законов гидростатики ученик собрал в школьной лаборатории прибор, состоящий из мерной мензурки с присоединенным к ней манометром. Школьник несколько раз доливал в сосуд воду, после чего наблюдал за показаниями манометра. Какое заключение мог сделать школьник на основании результатов четырех проведенных им экспериментов?



- 1) гидростатическое давление столба жидкости увеличивается с ростом высоты столба жидкости
- 2) гидростатическое давление столба жидкости прямо пропорционально высоте столба жидкости
- 3) гидростатическое давление столба жидкости не зависит от площади поперечного сечения этого столба, а зависит только от его высоты
- 4) из проделанных опытов следуют все три приведенных выше заключения

**A25** Через резистор сопротивлением 5 Ом течет постоянный ток. На рисунке представлен экспериментально полученный график зависимости количества теплоты, выделившейся в резисторе, от времени протекания тока. Чему примерно равна сила тока, текущего через резистор?



- 1) 60 мА      2) 0,1 А      3) 2 А      4) 3,2 А

**Часть 2**

*Ответом к каждому из заданий В1 – В2 будет некоторая последовательность цифр. Эту последовательность надо записать в бланк ответов № 1 справа от номера соответствующего задания без пробелов и каких-либо символов начиная с первой клеточки. Каждую цифру пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами.*

**В1** На шероховатой наклонной плоскости покоится брусок. Угол наклона плоскости медленно уменьшают. Как при этом изменяются действующие на брусок силы, перечисленные в первом столбце?

**ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ    ИХ ИЗМЕНЕНИЕ**

- |                       |                  |
|-----------------------|------------------|
| А) сила трения        | 1) увеличивается |
| Б) сила реакции опоры | 2) уменьшается   |
| В) сила тяжести       | 3) не изменяется |

Ответ: 

А	Б	В

**В2** Установите соответствие между физическими явлениями и физическими законами, которые используются для описания этих явлений (для каждого физического явления укажите один соответствующий номер закона).

**ФИЗИЧЕСКОЕ ЯВЛЕНИЕ                      ФИЗИЧЕСКИЙ ЗАКОН**

- |                                                  |                  |                                       |
|--------------------------------------------------|------------------|---------------------------------------|
| А) Притяжение заряженных тел                     | электрически     | 1) Закон Ома                          |
| Б) Протекание электрического тока через резистор | постоянного тока | 2) Закон всемирного тяготения Ньютона |
|                                                  | через            | 3) Закон Кулона                       |
|                                                  |                  | 4) Закон Фарадея                      |

Ответ: 

А	Б

*Ответом к каждому из заданий В3 – В5 будет некоторое число. Это число надо записать в бланк ответов № 1 справа от номера соответствующего задания начиная с первой клеточки. Каждый символ (цифру, запятую, знак минус) пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы физических величин писать не нужно.*

**В3** Автомобиль и мотоцикл, стоявшие перед светофором, одновременно поехали по дороге. Автомобиль двигался с постоянным ускорением  $2 \text{ м/с}^2$ , а мотоцикл –  $5 \text{ м/с}^2$ . Чему будет равно расстояние между мотоциклом и автомобилем через 4 с после начала их движения? Ответ выразите в метрах.

Ответ:

**В4** По цилиндрической проволоке с площадью поперечного сечения  $1 \text{ мм}^2$  течет постоянный ток силой 0,2 А. Средняя скорость упорядоченного движения носителей заряда (электронов) при этом равна 0,015 мм/с. Чему равна концентрация электронов в проволоке? Ответ выразите в  $1 / \text{м}^3$ , умножьте на  $10^{-28}$  и округлите до десятых долей.

Ответ:

**В5** Протон влетает в постоянное однородное магнитное поле перпендикулярно линиям его индукции. Индукция магнитного поля равна 1 Тл. Через какое время вектор скорости протона повернется на угол  $90^\circ$ ? Ответ выразите в нс и округлите до целых.

Ответ:

### Часть 3

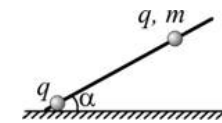
**Задания С1 – С6 представляют собой задачи, полное решение которых необходимо записать в бланке ответов № 2. Рекомендуется провести предварительное решение на черновике. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (С1 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи.**

**С1** В незаряженной проводящей сфере имеется очень маленькое отверстие. Через это отверстие в центр сферы на непроводящей тонкой палочке помещают маленький шарик, несущий положительный заряд. Какие (по знаку и по модулю) заряды появятся при этом на внешней и на внутренней поверхности сферы и почему? Считать, что отверстие в сфере и палочка не искажают картину силовых линий электрического поля.

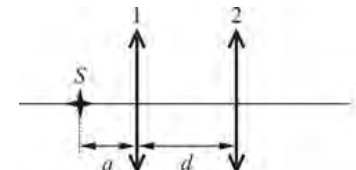
**С2** Шар,двигающийся с постоянной скоростью вдоль гладкой горизонтальной плоскости, налетает на покоящийся шар такой же массы, и ударяется об него. После лобового удара шары слипаются. Определите, какая часть начальной механической энергии системы шаров выделится в виде теплоты.

**С3** Цилиндрический сосуд радиусом  $R = 10$  см, в котором находится идеальный газ под поршнем массой  $M = 12,7$  кг, закреплен на наклонной плоскости с углом наклона  $\alpha = 30^\circ$ . Поршень может скользить без трения вдоль стенок сосуда. Газу сообщают количество теплоты  $Q = 100$  Дж. При этом поршень перемещается на расстояние  $l = 2$  см. Определите изменение внутренней энергии газа. Атмосферное давление  $p_0 = 10^5$  Па.

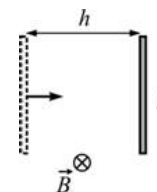
**С4** В стол воткнута нижним заостренным концом спица, наклоненная под углом  $\alpha = 30^\circ$  к горизонту. У ее нижнего конца закреплена маленькая заряженная бусинка. На спицу надета другая такая же заряженная бусинка, которая может скользить по спице без трения. Заряды бусинок одинаковы и равны  $q = 1$  мкКл, масса бусинки  $m = 20$  г. Определите расстояние  $l$  между бусинками, если они находятся в равновесии.



**С5** Оптическая система состоит из двух собирающих линз 1 и 2 (см. рисунок). Известно, что расстояние от источника до первой линзы  $a = 50$  см, расстояние между линзами  $d = 1,5$  м, и оптическая сила первой линзы равна  $D_1 = 4$  дптр. Наблюдатель 3 видит изображение источника в месте нахождения самого источника. Какова оптическая сила второй линзы?



**С6** Тонкий стержень длиной  $L = 50$  см начинает двигаться из состояния покоя с постоянным ускорением. Движение происходит в однородном магнитном поле индукцией  $B = 2$  Тл, линии которого перпендикулярны стержню и направлению его скорости. К моменту, когда стержень сместился от исходного положения на расстояние  $h = 20$  м, разность потенциалов между концами стержня была равна  $U = 0,5$  В. Найдите ускорение стержня.





# Тренировочная работа №1 по ФИЗИКЕ

11 класс

Вариант № 2

Район \_\_\_\_\_

Город (населенный пункт) \_\_\_\_\_

Школа \_\_\_\_\_

Класс \_\_\_\_\_

Фамилия \_\_\_\_\_

Имя \_\_\_\_\_

Отчество \_\_\_\_\_

## Инструкция

На выполнение экзаменационной работы по физике отводится 3,5 часа (210 минут). Работа состоит из 3 частей, включающих 36 заданий.

Часть 1 содержит 25 заданий (А1–А25). К каждому заданию дается 4 варианта ответа, из которых правильный только один.

Часть 2 содержит 5 заданий (В1–В5), на которые следует дать краткий ответ. Для заданий В1 и В2 ответ необходимо записать в виде набора цифр, а для заданий В3–В5 в виде числа.

Часть 3 состоит из 6 заданий (С1–С6), на которые требуется дать развернутый ответ.

При выполнении заданий В3–В5 части 2 значение искомой величины следует выразить в тех единицах физических величин, которые указаны в условии задания. Если такого указания нет, то значение величины следует записать в Международной системе единиц (СИ). При вычислении разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Внимательно прочитайте каждое задание и предлагаемые варианты ответа, если они имеются. Отвечайте только после того, как вы поняли вопрос и проанализировали все варианты ответа. Выполняйте задания в том порядке, в котором они даны. Если какое-то задание вызывает у вас затруднение, пропустите его. К пропущенным заданиям можно будет вернуться, если у вас останется время. За выполнение различных по сложности заданий дается один или более баллов. Баллы, полученные вами за выполненные задания, суммируются. Постарайтесь выполнить как можно больше заданий и набрать наибольшее количество баллов.

***Желаем успеха!***

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

### Десятичные приставки

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

**Константы**

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

**Соотношение между различными единицами**

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

**Масса частиц**

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

<b>Плотность</b>		подсолнечного масла	$900 \text{ кг/м}^3$
воды	$1000 \text{ кг/м}^3$	алюминия	$2700 \text{ кг/м}^3$
древесины (сосна)	$400 \text{ кг/м}^3$	железа	$7800 \text{ кг/м}^3$
керосина	$800 \text{ кг/м}^3$	ртути	$13600 \text{ кг/м}^3$

**Удельная теплоемкость**

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

**Удельная теплота**

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

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

**Молярная масса**

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

**Часть 1**

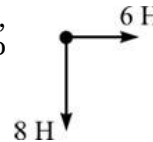
*При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого вами задания (A1 – A25) поставьте знак «X» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.*

**A1** Тело равномерно движется по окружности. Куда направлен вектор ускорения тела в точке 1?



- 1) ↑
- 2) ↓
- 3) ← или →
- 4) вектор ускорения может быть направлен произвольным образом

**A2** К телу массой 2 кг приложены силы 6 Н и 8 Н, направленные перпендикулярно друг другу, как показано на рисунке. Чему равен модуль ускорения этого тела?



- 1)  $7 \text{ м/с}^2$
- 2)  $5 \text{ м/с}^2$
- 3)  $4 \text{ м/с}^2$
- 4)  $3 \text{ м/с}^2$

**A3** Состояние невесомости тела – это

- 1) состояние, при котором на тело не действует сила тяжести
- 2) состояние, при котором тело не действует на опору или на подвес
- 3) состояние, при котором массой тела можно пренебречь
- 4) состояние, при котором вес тела уравновешивается силой реакции опоры или подвеса

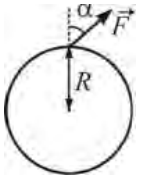
**A4** Снаряд, вылетевший из орудия, полетел вертикально вверх и разорвался в верхней точке траектории на два осколка. Первый осколок полетел обратно вниз и попал в орудие. Скорость второго осколка сразу после разрыва была направлена

- 1) вверх
- 2) вниз
- 3) горизонтально
- 4) под некоторым углом к горизонту

**A5** Тело двигалось по горизонтальной поверхности равномерно и прямолинейно. На тело начала действовать направленная вдоль плоскости сила, которая совершила отрицательную работу 2 Дж. После этого кинетическая энергия тела стала равна 5 Дж. Чему была равна начальная кинетическая энергия тела?

- 1) 3 Дж
- 2) 7 Дж
- 3) 2 Дж
- 4) –3 Дж

**A6** Колесо радиусом  $R = 0,5 \text{ м}$  насажено на неподвижную ось. К ободу колеса приложена сила, направленная в плоскости колеса под углом  $\alpha = 30^\circ$  к его радиусу. Момент этой силы относительно оси колеса равен  $M = 4 \text{ Н}\cdot\text{м}$ . Чему равен модуль  $F$  этой силы?



- 1)  $\approx 9,2 \text{ Н}$
- 2) 4 Н
- 3) 16 Н
- 4) 1 Н

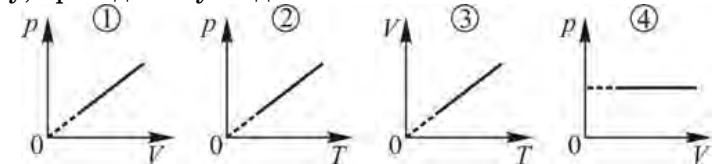
**A7** Тело начало равноускоренно двигаться по прямой линии с нулевой начальной скоростью. За вторую секунду движения оно прошло путь 6 м. Какой путь прошло это тело за первую секунду движения?

- 1) 1,5 м
- 2) 2 м
- 3) 3 м
- 4) 4 м

**A8** Физическую модель, согласно которой молекулы можно рассматривать как маленькие шарики, которые расположены в строгом порядке и могут совершать колебательное движение вокруг положения равновесия, можно использовать для описания поведения

- 1) жидкостей
- 2) разреженных газов
- 3) кристаллических твердых тел
- 4) аморфных твердых тел

**A9** На каких рисунках приведен график, соответствующий изобарному процессу, проводимому с идеальным газом?



- 1) 2
- 2) 4
- 3) 3 и 4
- 4) 1 и 4

**A10** Идеальный одноатомный газ нагревается при постоянном объеме. В момент, когда давление газа равно  $10^5 \text{ Па}$ , его внутренняя энергия составляет 75 кДж. Чему равен объем газа?

- 1)  $0,25 \text{ м}^3$
- 2)  $0,5 \text{ м}^3$
- 3)  $0,75 \text{ м}^3$
- 4)  $1,5 \text{ м}^3$

**A11** Над идеальным газом был проведен некоторый процесс. В ходе этого процесса внешние силы совершили над газом работу, и газ отдал окружающей среде некоторое количество теплоты. Температура газа в результате такого процесса

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) могла и увеличиться, и уменьшиться, и остаться неизменной
- 4) не изменилась

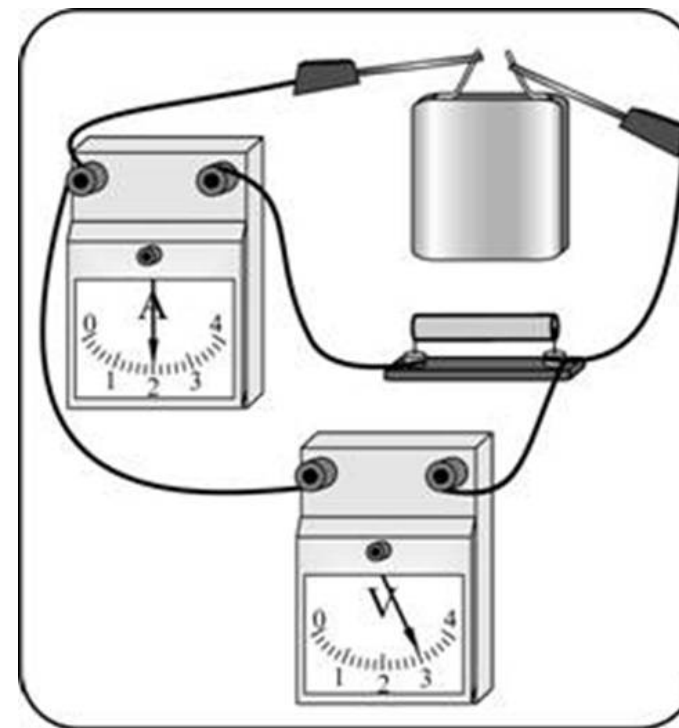
**A12** В топке тепловой машины за 2 часа полностью сгорает 100 кг торфа. Найдите КПД этой тепловой машины, если ее механическая мощность равна 60 кВт, а при сгорании 1 кг торфа выделяется количество теплоты, равное 24 МДж.

- 1) 5%
- 2) 12%
- 3) 18%
- 4) 50%

**A13** Точечный заряд  $+0,2$  нКл находится в электростатическом поле. Заряд медленно переносят из точки с потенциалом 50 В в точку с потенциалом 30 В. При этом действующая на заряд внешняя сила

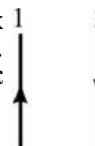
- 1) совершает положительную работу
- 2) совершает отрицательную работу
- 3) не совершает работы
- 4) может совершать как положительную, так и отрицательную работу

**A14** В цепи, изображенной на рисунке, внутреннее сопротивление батареи равно 3 Ом. Используя показания идеальных измерительных приборов, найдите ЭДС батареи.



- 1) 3 В
- 2) 4,5 В
- 3) 6 В
- 4) 9 В

**A15** На рисунке изображены два длинных тонких прямых провода, по которым течет постоянный электрический ток. Направление протекания тока показано стрелками. Как направлена сила Ампера, действующая на проводник 2?

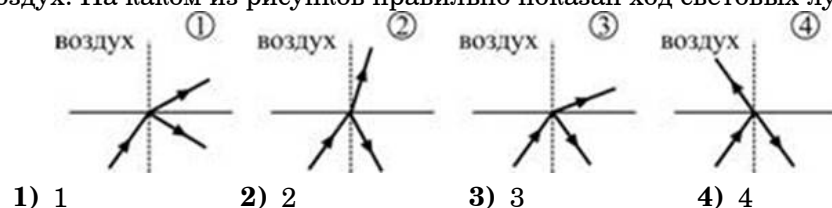


- 1) вправо ( $\rightarrow$ )
- 2) влево ( $\leftarrow$ )
- 3) перпендикулярно плоскости рисунка «на нас» ( $\odot$ )
- 4) перпендикулярно плоскости рисунка «от нас» ( $\otimes$ )

**A16** При вращении проводящей рамки в магнитном поле в ней

- 1) протекает переменный электрический ток
- 2) протекает постоянный электрический ток
- 3) происходит разделение электрических зарядов и возникает постоянное электрическое поле
- 4) ничего не происходит

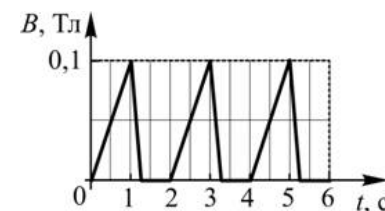
**A17** Луч света идет в воде и падает на границу раздела воды и воздуха. При этом часть света отражается от этой границы, а часть выходит в воздух. На каком из рисунков правильно показан ход световых лучей?



**A18** Пучок белого света падает на стеклянную призму. На экране, расположенном за призмой, наблюдается окрашенный спектр. Сильнее всего от направления распространения исходного пучка отклоняется свет, соответствующий

- 1) красной части спектра
- 2) фиолетовой части спектра
- 3) желтой части спектра
- 4) зеленой части спектра

**A19** Из тонкой проволоки сделана рамка площадью  $400 \text{ см}^2$  и сопротивлением  $0,1 \text{ Ом}$ . Рамку помещают в однородное магнитное поле, линии индукции которого перпендикулярны плоскости рамки. Модуль индукции магнитного поля изменяется так, как показано на графике. Чему равна сила тока, который течет в рамке в момент времени  $t = 4,3 \text{ с}$ ?



- 1) 0 мА                      2) 20 мА                      3) 40 мА                      4) 80 мА

**A20** Корпускулярные свойства света доказываются опытами

- 1) по изучению дисперсии света
- 2) по изучению отражения света
- 3) по изучению преломления света
- 4) по изучению фотоэффекта

**A21** Согласно квантовым постулатам Бора атом водорода

- 1) не излучает и не поглощает фотоны при переходе из одного энергетического состояния в другое
- 2) не излучает и не поглощает фотоны при движении электрона по стационарной орбите
- 3) излучает фотон при переходе электрона с менее удаленной от ядра стационарной орбиты на более удаленную от ядра стационарную орбиту
- 4) поглощает фотон при переходе электрона с более удаленной от ядра стационарной орбиты на менее удаленную от ядра стационарную орбиту

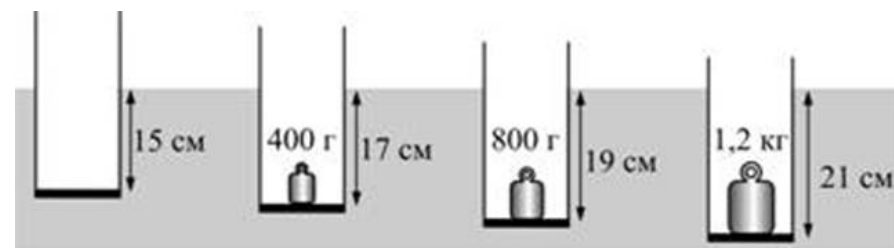
**A22** Протоны, входящие в состав атомных ядер, заряжены положительно. Стабильные ядра не распадаются под действием сил электростатического отталкивания потому, что

- 1) расстояния между протонами в атомных ядрах очень мало, а на таких малых расстояниях силы электростатического отталкивания не действуют
- 2) в состав атомных ядер, помимо протонов, входят незаряженные нейтроны, которые нейтрализуют действие сил электростатического отталкивания протонов
- 3) между протонами действуют ядерные силы, которые носят характер притяжения и удерживают протоны в составе ядра
- 4) действие сил электростатического отталкивания положительно заряженных протонов компенсируется противодействием отрицательно заряженных электронов, обращающихся вокруг атомного ядра

**A23** Период полураспада первого элемента в 2 раза больше периода полураспада второго элемента. За некоторое время число атомов первого элемента уменьшилось в 32 раза. Во сколько раз за это же время уменьшилось число атомов второго элемента?

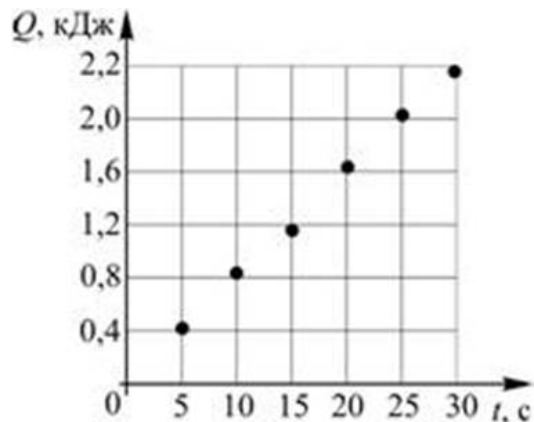
- 1) в 5,7 раза
- 2) в 16 раз
- 3) в 256 раз
- 4) в 1024 раза

**A24** Для экспериментального изучения законов гидростатики ученик погрузил в аквариум цилиндрический мерный стакан с утяжеленным дном. После этого он ставил на дно стакана гири различной массы и наблюдал за установившейся глубиной погружения стакана. Какое заключение мог сделать школьник на основании результатов четырех проведенных им экспериментов?



- 1) действующая на стакан выталкивающая сила возрастает при увеличении объема части стакана, погруженной в воду
- 2) действующая на стакан выталкивающая сила линейно зависит от объема части стакана, погруженной в воду
- 3) действующая на стакан выталкивающая сила направлена вертикально вверх
- 4) из проделанных опытов следуют все три приведенных выше заключения

**A25** Через резистор течет постоянный ток силой 4 А. На рисунке представлен экспериментально полученный график зависимости количества теплоты, выделившейся в резисторе, от времени протекания тока. Чему примерно равно сопротивление резистора?



- 1) 0,8 мОм      2) 5 мОм      3) 0,8 Ом      4) 5 Ом

**Часть 2**

*Ответом к каждому из заданий В1 – В2 будет некоторая последовательность цифр. Эту последовательность надо записать в бланк ответов № 1 справа от номера соответствующего задания без пробелов и каких-либо символов начиная с первой клеточки. Каждую цифру пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами.*

**В1** На шероховатой наклонной плоскости покоится брусок. Угол наклона плоскости медленно увеличивают (брусок при этом не скользит). Как при этом изменяются действующие на брусок силы, перечисленные в первом столбце?

**ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ ИХ ИЗМЕНЕНИЕ**

- |                       |                  |
|-----------------------|------------------|
| А) сила реакции опоры | 1) увеличивается |
| Б) сила трения        | 2) уменьшается   |
| В) сила тяжести       | 3) не изменяется |

Ответ:

А	Б	В
□	□	□

**В2** Установите соответствие между физическими явлениями и физическими законами, которые используются для описания этих явлений (для каждого физического явления укажите один соответствующий номер закона).

**ФИЗИЧЕСКОЕ ЯВЛЕНИЕ**

**ФИЗИЧЕСКИЙ ЗАКОН**

- |                                                                                       |                               |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| А) Увеличение давления идеального газа при его нагревании в сосуде постоянного объема | 1) Закон Гей-Люссака          |
| Б) Увеличение температуры идеального газа при его быстром сжатии                      | 2) Закон Шарля                |
|                                                                                       | 3) Первый закон термодинамики |
|                                                                                       | 4) Второй закон термодинамики |

Ответ:

А	Б
□	□

**Ответом к каждому из заданий В3 – В5 будет некоторое число. Это число надо записать в бланк ответов № 1 справа от номера соответствующего задания начиная с первой клеточки. Каждый символ (цифру, запятую, знак минус) пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы физических величин писать не нужно.**

**В3** Автомобиль и мотоцикл, стоявшие перед светофором, одновременно поехали по дороге. Автомобиль двигался с постоянным ускорением  $3 \text{ м/с}^2$ , мотоцикл также двигался равноускоренно. Через 6 с после начала движения мотоцикл оказался впереди автомобиля на расстоянии 54 м от него. Чему равно ускорение мотоцикла? Ответ выразите в  $\text{м/с}^2$ .

Ответ:

**В4** По цилиндрической проволоке с площадью поперечного сечения  $2 \text{ мм}^2$  течет постоянный ток силой 0,4 А. Концентрация носителей заряда (электронов) в проволоке равна  $8,5 \cdot 10^{28} \text{ м}^{-3}$ . Чему при этом равна средняя скорость упорядоченного движения электронов в проволоке? Ответ выразите в  $\text{мкм/с}$  и округлите до целых.

Ответ:

**В5** Электрон влетает в постоянное однородное магнитное поле перпендикулярно линиям его индукции. Через 9 пс вектор скорости электрона поворачивается на угол  $180^\circ$ . Чему равна индукция магнитного поля? Ответ выразите в Тл и округлите до целых.

Ответ:

### Часть 3

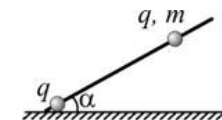
**Задания С1 – С6 представляют собой задачи, полное решение которых необходимо записать в бланке ответов № 2. Рекомендуется провести предварительное решение на черновике. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (С1 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи.**

**С1** В незаряженной проводящей сфере имеется очень маленькое отверстие. Через это отверстие в центр сферы на непроводящей тонкой палочке помещают маленький шарик, несущий положительный заряд. Какие (по знаку и по модулю) заряды появятся при этом на внешней и на внутренней поверхности сферы и почему? Считать, что отверстие в сфере и палочка не искажают картину силовых линий электрического поля.

**С2** Шар,двигающийся с постоянной скоростью вдоль гладкой горизонтальной плоскости, налетает на покоящийся шар такой же массы, и ударяется об него. После лобового удара шары слипаются. Определите, какая часть начальной механической энергии системы шаров выделится в виде теплоты.

**С3** Цилиндрический сосуд радиусом  $R = 10 \text{ см}$ , в котором находится идеальный газ под поршнем массой  $M = 12,7 \text{ кг}$ , закреплен на наклонной плоскости с углом наклона  $\alpha = 30^\circ$ . Поршень может скользить без трения вдоль стенок сосуда. Газу сообщают количество теплоты  $Q = 100 \text{ Дж}$ . При этом поршень перемещается на расстояние  $l = 2 \text{ см}$ . Определите изменение внутренней энергии газа. Атмосферное давление  $p_0 = 10^5 \text{ Па}$ .

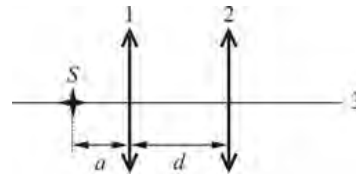
**С4** В стол воткнута нижним заостренным концом спица, наклоненная под углом  $\alpha = 30^\circ$  к горизонту. У ее нижнего конца закреплена маленькая заряженная бусинка. На спицу надета другая такая же заряженная бусинка, которая может скользить по спице без трения. Заряды бусинок одинаковы и равны  $q = 1 \text{ мкКл}$ , масса бусинки  $m = 20 \text{ г}$ . Определите расстояние  $l$  между бусинками, если они находятся в равновесии.





С5

Оптическая система состоит из двух собирающих линз 1 и 2 (см. рисунок). Известно, что расстояние от источника до первой линзы  $a = 50$  см, расстояние между линзами  $d = 1,5$  м, и оптическая сила первой линзы равна  $D_1 = 4$  дптр.



Наблюдатель 3 видит изображение источника в месте нахождения самого источника. Какова оптическая сила второй линзы?

С6

Тонкий стержень длиной  $L = 50$  см начинает двигаться из состояния покоя с постоянным ускорением. Движение происходит в однородном магнитном поле индукцией  $B = 2$  Тл, линии которого перпендикулярны стержню и направлению его скорости. К моменту, когда стержень сместился от исходного положения на расстояние  $h = 20$  м, разность потенциалов между концами стержня была равна  $U = 0,5$  В. Найдите ускорение стержня.

