

# Тренировочная работа № 5

по ФИЗИКЕ

11 класс

Вариант №1

Район \_\_\_\_\_

Город (населенный пункт) \_\_\_\_\_

Школа \_\_\_\_\_

Класс \_\_\_\_\_

Фамилия \_\_\_\_\_

Имя \_\_\_\_\_

Отчество \_\_\_\_\_

## Инструкция по выполнению работы

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	$931,5 \text{ МэВ}$
1 электронвольт	$1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$

**Масса частиц**

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

<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  $0^\circ\text{С}$

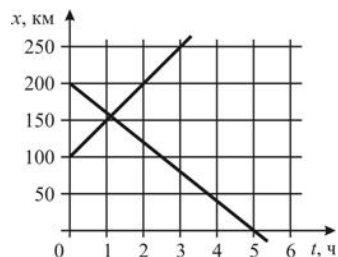
**Молярная масса**

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

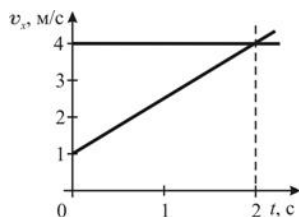
При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого вами задания (A1 – A25) поставьте знак «X» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

A1 Два автомобиля (1 и 2) движутся по прямой дороге. На графике для каждого автомобиля приведена зависимость координаты от времени движения. Автомобиль 1 начал движение из точки с координатой 100 км, а автомобиль 2 – из точки с координатой 200 км. У какого автомобиля модуль скорости больше?



- 1) у автомобиля 1
- 2) у автомобиля 2
- 3) модуль скорости у автомобилей 1 и 2 одинаковый
- 4) однозначного ответа дать нельзя

A2 Две материальные точки одновременно начинают двигаться вдоль оси OX. На рисунке для каждой из точек приведен график зависимости проекции скорости на ось OX от времени. В момент времени  $t = 2$  с у этих материальных точек одинаковы



- 1) координаты
- 2) проекции скорости на ось OX
- 3) проекции ускорения на ось OX
- 4) пройденные пути

A3 Координата тела массой 2 кг, движущегося вдоль оси OX, изменяется с течением времени  $t$  по закону  $x = 3 + 2t - 0,5t^2$  (координата измеряется в м). Найдите проекцию на ось OX равнодействующей всех сил, приложенных к телу.

- 1) -1 Н
- 2) +1 Н
- 3) -2 Н
- 4) +2 Н

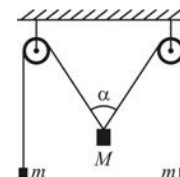
A4 Веревка выдерживает на разрыв силу 1500 Н. С каким максимальным ускорением можно поднимать на ней вертикально вверх груз массой 100 кг?

- 1)  $2,5 \text{ м/с}^2$
- 2)  $5 \text{ м/с}^2$
- 3)  $10 \text{ м/с}^2$
- 4)  $15 \text{ м/с}^2$

A5 Тело массой 500 г бросили вертикально вверх с начальной скоростью 10 м/с. В конце полета, при его ударе о землю, выделилось количество теплоты 15 Дж. Какую работу совершила сила трения о воздух за все время полета тела?

- 1) -10 Дж
- 2) 10 Дж
- 3) 25 Дж
- 4) -25 Дж

A6 Система, изображенная на рисунке, находится в равновесии. Трения нет,  $m = 10$  кг,  $\alpha = 120^\circ$ . Чему равна масса груза  $M$ ?



- 1) 5 кг
- 2) 10 кг
- 3)  $\approx 17$  кг
- 4) 20 кг

A7 Прямоугольный плот постоянной толщины плавает по реке. Как изменится глубина погружения плота в воду при переходе из реки в спокойное море? Плотности воды в реке и в море равны  $1000 \text{ кг/м}^3$  и  $1030 \text{ кг/м}^3$ , соответственно.

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится
- 4) однозначно ответить нельзя

A8 Давление идеального газа составляет 200 кПа, а концентрация его молекул равна  $4 \cdot 10^{19} \text{ см}^{-3}$ . Чему равна масса молекулы газа, если среднеквадратичная скорость молекул  $1,5 \text{ км/с}$ ?

- 1)  $\approx 0,33 \cdot 10^{-26} \text{ кг}$
- 2)  $\approx 0,67 \cdot 10^{-26} \text{ кг}$
- 3)  $\approx 0,33 \cdot 10^{-20} \text{ кг}$
- 4)  $\approx 0,67 \cdot 10^{-20} \text{ кг}$

A9 Давление идеального газа в некотором процессе возросло в 3 раза, а температура уменьшилась от  $427^\circ\text{C}$  до  $77^\circ\text{C}$ . Как и во сколько раз изменилась в этом процессе плотность газа?

- 1) увеличилась в 6 раз
- 2) уменьшилась в 6 раз
- 3) увеличилась в 16,6 раза
- 4) уменьшилась в 1,8 раза

A10 Чай в стакане имеет массу 200 г и температуру  $80^\circ\text{C}$ . Сколько алюминиевых чайных ложек массой 10 г, находящихся при температуре  $20^\circ\text{C}$ , достаточно опустить в чай для того, чтобы его температура упала ниже  $77^\circ\text{C}$ ? Считать, что чай обменивается теплотой только с алюминием.

- 1) 3
- 2) 4
- 3) 5
- 4) 6

**A11** В закрытом сосуде находятся воздух и водяной пар при температуре  $70^\circ\text{C}$ . Найдите парциальное давление паров воды, если относительная влажность воздуха равна 50%. Давление насыщенных паров воды при данной температуре 31 кПа.

- 1) 10,5 кПа      2) 15,5 кПа      3) 31 кПа      4) 62 кПа

**A12** Кондиционер, работающий в режиме обогрева комнаты, за некоторое время сообщает ей количество теплоты 10 кДж. Кондиционер передает теплоту от улицы в комнату. Температура на улице  $-20^\circ\text{C}$ , температура в комнате  $+20^\circ\text{C}$ . Какую работу совершает за это время двигатель кондиционера, если его можно считать идеальной тепловой машиной?

- 1)  $\approx 10$  кДж      2)  $\approx 5$  кДж      3)  $\approx 1365$  Дж      4)  $\approx 18635$  Дж

**A13** Металлический шар имеет заряд  $q$ . К этому шару прикоснулись вторым таким же незаряженным шаром, после чего удалили второй шар на очень большое расстояние от первого. Как изменилась напряженность электростатического поля вблизи поверхности первого шара?

- 1) уменьшилась в 2 раза  
2) увеличилась в 2 раза  
3) не изменилась  
4) стала равной нулю

**A14** К источнику постоянного напряжения подключен резистор сопротивлением 1 Ом. Если подключить к этому источнику последовательно два таких резистора, то сила тока в цепи изменится в 1,5 раза. Чему равно внутреннее сопротивление источника напряжения?

- 1) 1 Ом      2) 2 Ом      3) 3 Ом      4) 5 Ом

**A15** При протекании постоянного тока через катушку запасенная в ней энергия равна 0,05 Дж, а магнитный поток через катушку равен 0,01 Вб. Найдите индуктивность этой катушки.

- 1) 0,1 мГн      2) 0,5 мГн      3) 1 мГн      4) 2 мГн

**A16** Колебательный контур состоит из катушки индуктивности и плоского конденсатора. Пространство между обкладками конденсатора заполнили диэлектриком с диэлектрической проницаемостью, равной 4. Как и во сколько раз изменилась в результате этого частота электромагнитных колебаний в контуре?

- 1) увеличилась в 2 раза  
2) уменьшилась в 2 раза  
3) увеличилась в 4 раза  
4) уменьшилась в 4 раза

**A17** Луч света, распространяющийся в воздухе, падает на границу раздела воздуха и стекла с показателем преломления, равным  $\sqrt{3}$ . Угол падения света в 2 раза превышает угол преломления. Чему равен угол падения?

- 1)  $30^\circ$       2)  $40^\circ$       3)  $45^\circ$       4)  $60^\circ$

**A18** Свет с длиной волны 450 нм нормально падает на дифракционную решетку с периодом  $d = 1$  мкм. Максимумы какого максимального порядка можно будет наблюдать в возникающей за решеткой дифракционной картине?

- 1) 6      2) 4      3) 3      4) 2

**A19** Сила электрического тока, текущего через катушку индуктивности, равномерно возрастает с течением времени. В таблице указаны значения  $I$  силы тока, измеренные в разные моменты времени  $t$ . При этом в катушке возникает ЭДС индукции, равная по модулю 75 мВ. Чему равна индуктивность катушки?

$t, \text{c}$	0	1	2	3	4
$I, \text{A}$	0	0,75	1,50	2,25	3,00

- 1) 0,01 Гн      2) 0,1 Гн      3) 0,5 Гн      4) 0,75 Гн

**A20** С какой скоростью должен двигаться электрон для того, чтобы его кинетическая энергия была равна энергии фотона с частотой  $1,7 \cdot 10^{15}$  Гц?

- 1) 1000 км/с  
2) 1500 км/с  
3) 2000 км/с  
4) 2300 км/с

**A21** Постулаты Бора позволяют

- 1) получить законы фотоэффекта  
2) объяснить спектр излучения атома водорода  
3) объяснить результаты опытов по дифракции электронов  
4) объяснить наличие светового давления

**A22** Ядро дейтерия  ${}^2_1\text{D}$  состоит из

- 1) одного протона и двух нейтронов  
2) одного протона и одного нейтрона  
3) двух протонов  
4) двух протонов и одного нейтрона

**A23** Волновые свойства присущи

- 1) свету  
2) звуку  
3) элементарным частицам  
4) всему перечисленному

**A24** В Международной системе единиц СИ одной из основных единиц является

- 1) Вольт      2) Ампер      3) Кулон      4) Ом

**A25** Представление о квантовой природе электромагнитного излучения ввел

- 1) А. Эйнштейн
- 2) М. Планк
- 3) Г. Лоренц
- 4) А. Майкельсон

### 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** Пластилиновый шарик, движущийся с некоторой скоростью, сталкивается со вторым покоящимся шариком такой же массы и прилипает к нему. Как после этого изменятся следующие физические величины, перечисленные в первом столбце?

#### ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

#### ИХ ИЗМЕНЕНИЕ

- |   |                 |
|---|-----------------|
| А) суммарный импульс шариков              | 1) увеличится   |
| Б) суммарная кинетическая энергия шариков | 2) уменьшится   |
| В) скорость первого шарика                | 3) не изменится |

Ответ:

А	Б	В

**В2** Кусок льда помещают в стакан с горячей водой, в результате чего весь лед тает. При этом физические величины, перечисленные в первом столбце, меняются следующим образом:

- |                            |                  |
|----------------------------|------------------|
| А) внутренняя энергия льда | 1) уменьшается   |
| Б) внутренняя энергия воды | 2) увеличивается |
| В) температура воды        | 3) не изменяется |

Ответ:

А	Б	В

*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) пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы физических величин писать не нужно.*

**В3** Тело равномерно втаскивают вверх по наклонной плоскости, наклоненной под углом  $45^\circ$  к горизонту. Коэффициент трения тела о плоскость равен  $1/3$ . Найдите КПД этой наклонной плоскости. Ответ выразите в процентах.

Ответ:

**В4** В вертикальном цилиндрическом сосуде под тяжелым горизонтальным поршнем находится идеальный газ, имеющий температуру  $27^\circ\text{C}$ . Расстояние от дна сосуда до поршня равно 60 см. В результате нагревания газа его температура увеличилась на  $50^\circ\text{C}$ . На какое расстояние переместился поршень? Ответ выразите в см.

Ответ:

**В5** На картонный цилиндрический каркас плотно намотаны 100 витков тонкого провода, концы которого соединены друг с другом. Получившаяся катушка находится в однородном постоянном магнитном поле и расположена так, что ось цилиндра горизонтальна. Индукция магнитного поля равна  $0,02$  Тл, линии индукции направлены горизонтально, вдоль оси цилиндра. Сопротивление катушки  $0,3$  Ом, площадь каждого ее витка  $100\text{ см}^2$ . Какой заряд протечет через катушку, если ее повернуть вокруг вертикального диаметра каркаса на угол  $120^\circ$ ? Ответ выразите в Кл.

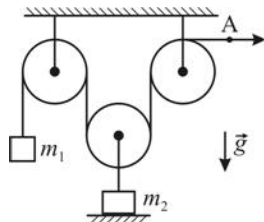
Ответ:

### Часть 3

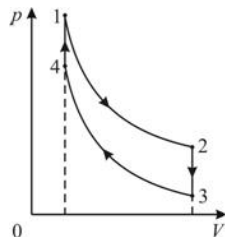
*Задания С1 – С6 представляют собой задачи, полное решение которых необходимо записать в бланке ответов № 2. Рекомендуется провести предварительное решение на черновике. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (С1 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи.*

**С1** Пассажир автобуса на остановке привязал к ручке сиденья за нитку легкий воздушный шарик, заполненный гелием. Автобус тронулся вдоль по прямому горизонтальному шоссе, и некоторое время двигался вперед с постоянным ускорением, затем ехал с постоянной скоростью, а на подъезде к следующей остановке двигался равнозамедленно, пока не остановился. Опишите, как менялся угол наклона нити шарика к вертикали в течение всего времени перемещения автобуса от одной остановки до другой.

**С2** Конец А нити в системе, изображенной на рисунке, двигают в горизонтальном направлении вправо с некоторым ускорением  $a$ . При каком максимальном значении ускорения  $a$  груз массой  $m_2 = 3$  кг не будет отрываться от подставки, а нить, к другому концу которой прикреплен груз массой  $m_1 = 1$  кг, будет оставаться натянутой? Нить невесома и нерастяжима, блоки невесома, трение отсутствует.



**С3** Цикл теплового двигателя (см. рисунок), проводимый с некоторым количеством идеального одноатомного газа, состоит из двух адиабат (1-2, 3-4) и двух изохор (2-3, 4-1). Найдите КПД  $\eta$  этого цикла, если температуры в точках 1, 2, 3 и 4 равны, соответственно,  $T_1 = 1000$  К,  $T_2 = 500$  К,  $T_3 = 300$  К и  $T_4 = 600$  К.



**С4** В вакууме, вдали от других тел, расположены параллельно друг над другом на расстоянии  $d = 1$  см две одинаковые металлические пластины площадью  $S = 1$  м<sup>2</sup>. Одна из них заряжена зарядом  $q = +1$  мкКл, а другая – зарядом  $2q = +2$  мкКл. Чему равна разность потенциалов  $V$  между ними?

**С5** Школьника с нормальным зрением (расстояние наилучшего зрения  $L = 25$  см) укусила в лоб над глазом пчела. Посмотревшись в плоское зеркало, он не смог разглядеть, не осталось ли жало в месте укуса. Тогда он взял маленькую лупу оптической силой  $D = 16$  дптр, и при помощи того же зеркала увидел, что жала нет. Как он это сделал? Нарисуйте возможную оптическую схему, примененную школьником, и найдите расстояние от зеркала до лупы в этой схеме. Все углы падения лучей считать малыми.

**С6** На большом адронном коллайдере (БАК) в конце 2009 года проведены первые эксперименты по ускорению протонных пучков, содержащих  $N = 20$  миллиардов частиц, до энергии  $E_p = 1,18$  ТэВ = 1180 ГэВ, приходящейся на каждый протон. Представим себе, что такой пучок полностью поглощается шариком массой  $m = 1$  г и теплоемкостью  $C = 5 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$ . Какую скорость приобретет после этого шарик и на сколько градусов он нагреется?

# Тренировочная работа № 5

по ФИЗИКЕ

11 класс

Вариант №2

Район \_\_\_\_\_

Город (населенный пункт) \_\_\_\_\_

Школа \_\_\_\_\_

Класс \_\_\_\_\_

Фамилия \_\_\_\_\_

Имя \_\_\_\_\_

Отчество \_\_\_\_\_

## Инструкция по выполнению работы

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	$10^9$	санτι	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	$0 \text{ К} = -273^\circ\text{C}$
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  $0^\circ\text{C}$

**Молярная масса**

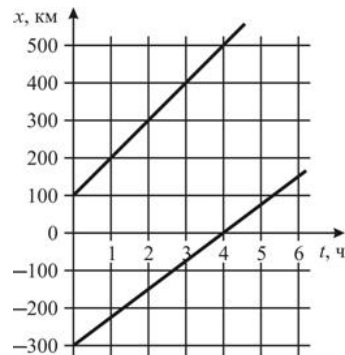
азота	$28 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	кислорода	$32 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
аргона	$40 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	лития	$6 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
водорода	$2 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	молибдена	$96 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
воздуха	$29 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	неона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



Часть 1

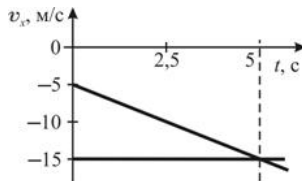
При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого вами задания (A1 – A25) поставьте знак «X» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

**A1** Два автомобиля (1 и 2) движутся по прямой дороге. На графике для каждого автомобиля приведена зависимость координаты от времени движения. Автомобиль 1 начал движение из точки с координатой 100 км, а автомобиль 2 – из точки с координатой –300 км. У какого автомобиля модуль скорости больше?



- 1) у автомобиля 1
- 2) у автомобиля 2
- 3) модуль скорости у автомобилей 1 и 2 одинаковый
- 4) однозначного ответа дать нельзя

**A2** Две материальные точки одновременно начинают двигаться вдоль оси  $OX$ . На рисунке для каждой из точек приведен график зависимости проекции скорости на ось  $OX$  от времени. В момент времени  $t = 2$  с у этих материальных точек одинаковы



- 1) координаты
- 2) проекции скорости на ось  $OX$
- 3) проекции ускорения на ось  $OX$
- 4) пройденные пути

**A3** Координата тела, движущегося вдоль оси  $OX$ , изменяется с течением времени  $t$  по закону  $x = 5 - 2t + 1,5t^2$  (координата измеряется в м). Проекция на ось  $OX$  равнодействующей всех сил, приложенных к телу, равна 9 Н. Чему равна масса тела?

- 1) 1 кг
- 2) 1,5 кг
- 3) 3 кг
- 4) 4,5 кг

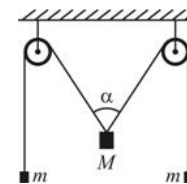
**A4** Груз массой 50 кг поднимают на веревке с постоянным ускорением, направленным вертикально вверх. При ускорении, равном по модулю  $3 \text{ м/с}^2$ , веревка рвется. Какую силу натяжения выдерживает веревка?

- 1) 350 Н
- 2) 650 Н
- 3) 150 Н
- 4) 500 Н

**A5** Тело массой 500 г бросили вертикально вверх с начальной скоростью 10 м/с. Оно поднялось на высоту 4 м. Какую работу совершила сила трения о воздух за время подъема тела?

- 1) 5 Дж
- 2) –5 Дж
- 3) –20 Дж
- 4) 25 Дж

**A6** Система, изображенная на рисунке, находится в равновесии. Трения нет,  $M = 30 \text{ кг}$ ,  $\alpha = 120^\circ$ . Чему равна масса каждого из грузов  $m$ ?



- 1) 15 кг
- 2) 30 кг
- 3)  $\approx 52$  кг
- 4) 60 кг

**A7** Прямоугольный плот постоянной толщины плывет по спокойному морю. Как изменится глубина погружения плов в воду при переходе из моря в реку? Плотности воды в море и в реке равны  $1025 \text{ кг/м}^3$  и  $1000 \text{ кг/м}^3$ , соответственно.

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится
- 4) однозначно ответить нельзя

**A8** Давление идеального одноатомного газа составляет 250 кПа, а средняя кинетическая энергия его молекул равна  $7,5 \cdot 10^{-21} \text{ Дж}$ . Чему равна концентрация молекул газа?

- 1)  $5 \cdot 10^{25} \text{ м}^{-3}$
- 2)  $5 \cdot 10^{16} \text{ см}^{-3}$
- 3)  $10^{17} \text{ мм}^{-3}$
- 4)  $10^{11} \text{ мм}^{-3}$

**A9** Давление идеального газа в некотором процессе возросло в 2 раза, а плотность увеличилась в 3 раза. Как и на сколько изменилась в этом процессе температура газа, если его начальная температура была равна 300 К?

- 1) увеличилась на 100 К
- 2) уменьшилась на 100 К
- 3) увеличилась на 250 К
- 4) уменьшилась на 150 К

**A10** Чай массой 200 г, имеющий температуру  $80^\circ \text{C}$ , переливают в медную кружку массой 200 г, находящуюся при температуре  $20^\circ \text{C}$ . Чему будет равна установившаяся температура кружки с чаем? Считать, что чай обменивается теплотой только с медью.

- 1)  $71^\circ \text{C}$
- 2)  $73^\circ \text{C}$
- 3)  $75^\circ \text{C}$
- 4)  $77^\circ \text{C}$

**A11** В закрытом сосуде находятся воздух и водяной пар при температуре  $24\text{ }^\circ\text{C}$ . Давление насыщенных паров воды при данной температуре  $3\text{ кПа}$ . Каким может быть парциальное давление паров воды в этом сосуде?

- 1) меньше  $3\text{ кПа}$
- 2) меньше или равно  $3\text{ кПа}$
- 3) больше или равно  $3\text{ кПа}$
- 4) любым

**A12** Кондиционер, работающий в режиме обогрева комнаты, за некоторое время сообщает ей количество теплоты  $10\text{ кДж}$ . Кондиционер передает теплоту от улицы в комнату, его можно считать идеальной тепловой машиной. Двигатель кондиционера за это время совершает работу  $1,5\text{ кДж}$ . Температура в комнате равна  $+27\text{ }^\circ\text{C}$ . На сколько градусов Цельсия ниже нее температура на улице?

- 1) 4
- 2) 27
- 3) 35
- 4) 45

**A13** Металлический шар имеет заряд  $q$ . К этому шару прикоснулись вторым таким же шаром, имеющим заряд  $-q$ , после чего удалили второй шар на очень большое расстояние от первого. Как изменилась напряженность электростатического поля вблизи поверхности первого шара?

- 1) уменьшилась в 2 раза
- 2) увеличилась в 2 раза
- 3) не изменилась
- 4) стала равной нулю

**A14** К источнику постоянного напряжения подключен резистор сопротивлением  $1\text{ Ом}$ . Если подключить к этому резистору параллельно еще один такой резистор, то сила тока, текущего через источник, изменится в 1,6 раз. Чему равно внутреннее сопротивление источника напряжения?

- 1)  $1/3\text{ Ом}$
- 2)  $2/3\text{ Ом}$
- 3)  $1\text{ Ом}$
- 4)  $4/3\text{ Ом}$

**A15** При протекании постоянного тока  $0,1\text{ А}$  через катушку магнитный поток через нее равен  $0,02\text{ Вб}$ . Найдите энергию, запасенную в этой катушке.

- 1)  $0,5\text{ мДж}$
- 2)  $1\text{ мДж}$
- 3)  $2\text{ мДж}$
- 4)  $1\text{ Дж}$

**A16** Колебательный контур состоит из катушки индуктивности и плоского конденсатора. Индуктивность катушки уменьшили от  $36\text{ мГн}$  до  $4\text{ мГн}$ . Как и во сколько раз изменилась в результате этого частота электромагнитных колебаний в контуре?

- 1) увеличилась в 9 раз
- 2) уменьшилась в 9 раз
- 3) увеличилась в 3 раз
- 4) уменьшилась в 3 раз

**A17** Луч света, распространяющийся в стекле, падает на границу раздела стекла и воздуха. Показатель преломления стекла равен  $\sqrt{3}$ . При выходе из стекла луч поворачивается на угол  $30^\circ$ . Чему равен угол падения луча на границу стекло-воздух?

- 1)  $45^\circ$
- 2)  $55^\circ$
- 3)  $60^\circ$
- 4)  $75^\circ$

**A18** Свет с длиной волны  $0,5\text{ мкм}$  нормально падает на дифракционную решетку. В возникающей за решеткой дифракционной картине наблюдаются 7 максимумов интенсивности (считая центральный максимум). Чему может быть равен период дифракционной решетки?

- 1)  $0,1\text{ мкм}$
- 2)  $0,5\text{ мкм}$
- 3)  $1,5\text{ мкм}$
- 4)  $3,5\text{ мкм}$

**A19** Сила электрического тока, текущего через катушку индуктивностью  $200\text{ мГн}$ , равномерно убывает с течением времени. В таблице указаны значения  $I$  силы тока, измеренные в разные моменты времени  $t$ . Чему равен модуль ЭДС индукции, возникающей в этой катушке?

$t, \text{ с}$	0	1	2	3	4
$I, \text{ А}$	0,4	0,3	0,2	0,1	0

- 1)  $0,32\text{ В}$
- 2)  $0,2\text{ В}$
- 3)  $0,02\text{ В}$
- 4)  $20\text{ В}$

**A20** Найти частоту фотона, при которой его импульс равен импульсу электрона, движущегося со скоростью  $12\text{ км/с}$ .

- 1)  $\approx 10^{15}\text{ Гц}$
- 2)  $\approx 2 \cdot 10^{15}\text{ Гц}$
- 3)  $\approx 5 \cdot 10^{15}\text{ Гц}$
- 4)  $\approx 10^{16}\text{ Гц}$

**A21** Линейчатый спектр излучения создается

- 1) атомами водорода
- 2) молекулами различных газов
- 3) Солнцем
- 4) всеми этими объектами

**A22** Ядро трития  ${}^3_1\text{T}$  состоит из

- 1) двух протонов и двух нейтронов
- 2) одного протона и трех нейтронов
- 3) трех протонов и одного нейтрона
- 4) одного протона и двух нейтронов

**A23** Свет оказывает давление на

- 1) твердые тела
- 2) жидкости
- 3) газы
- 4) на все перечисленные объекты

**A24** Какая из перечисленных единиц не является единицей Международной системы единиц СИ?

- 1) Вебер                      2) Тесла                      3) Генри                      4) Гаусс

**A25** Постулат о том, что скорость света во всех инерциальных системах отсчета одинакова, сформулировал

- 1) А. Майкельсон  
2) А. Эйнштейн  
3) Г. Лоренц  
4) М. Планк

### 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** Стальной шарик, движущийся с некоторой скоростью, сталкивается со вторым покоящимся шариком такой же массы. Происходит абсолютно упругий лобовой удар. Как после этого изменятся следующие физические величины, перечисленные в первом столбце?

#### ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) Суммарный импульс шариков  
Б) Суммарная кинетическая энергия шариков  
В) Скорость первого шарика

#### ИХ ИЗМЕНЕНИЕ

- 1) увеличится  
2) уменьшится  
3) не изменится

Ответ:

А	Б	В
---	---	---

--	--	--

**В2** Водяной пар впускают в сосуд с холодной водой, в результате чего весь пар конденсируется. При этом физические величины, перечисленные в первом столбце, меняются следующим образом:

- А) внутренняя энергия пара      1) уменьшается  
Б) внутренняя энергия воды      2) увеличивается  
В) температура воды              3) не изменяется

Ответ:

А	Б	В
---	---	---

--	--	--

*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) пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы физических величин писать не нужно.*

**В3** Тело равномерно втаскивают вверх по наклонной плоскости, наклоненной под углом  $30^\circ$  к горизонту. КПД этой наклонной плоскости равен 58%. Найдите коэффициент трения тела о плоскость. Ответ округлите до сотых долей.

Ответ:

--

**В4** В вертикальном цилиндрическом сосуде под тяжелым горизонтальным поршнем находится идеальный газ, имеющий температуру  $127^\circ\text{C}$ . Расстояние от дна сосуда до поршня равно 1 м. В результате охлаждения газа его температура уменьшилась на  $80^\circ\text{C}$ . На какое расстояние переместился поршень? Ответ выразите в см.

Ответ:

--

**В5** На картонный цилиндрический каркас плотно намотаны 200 витков тонкого провода, концы которого соединены друг с другом. Получившаяся катушка находится в однородном постоянном магнитном поле и расположена так, что ось цилиндра горизонтальна. Индукция магнитного поля равна  $0,05\text{ Тл}$ , линии индукции направлены горизонтально, вдоль оси цилиндра. Площадь каждого витка катушки  $50\text{ см}^2$ . Если повернуть катушку вокруг вертикального диаметра каркаса на угол  $150^\circ$ , то через нее протечет заряд  $37\text{ мКл}$ . Чему равно сопротивление катушки? Ответ выразите в Ом и округлите до десятых долей.

Ответ:

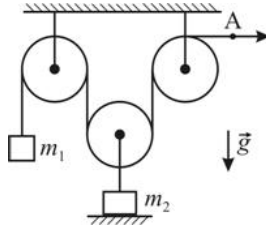
--

### Часть 3

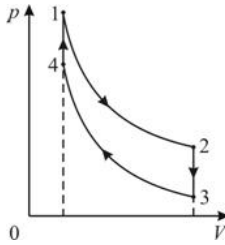
*Задания С1 – С6 представляют собой задачи, полное решение которых необходимо записать в бланк ответов № 2. Рекомендуется провести предварительное решение на черновике. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (С1 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи.*

**С1** Пассажир автобуса на остановке привязал к ручке сиденья за нитку легкий воздушный шарик, заполненный гелием. Автобус тронулся вдоль по прямому горизонтальному шоссе, и некоторое время двигался вперед с постоянным ускорением, затем ехал с постоянной скоростью, а на подъезде к следующей остановке двигался равнозамедленно, пока не остановился. Опишите, как менялся угол наклона нити шарика к вертикали в течение всего времени перемещения автобуса от одной остановки до другой.

- С2** Конец А нити в системе, изображенной на рисунке, двигают в горизонтальном направлении вправо с некоторым ускорением  $a$ . При каком максимальном значении ускорения  $a$  груз массой  $m_2 = 3$  кг не будет отрываться от подставки, а нить, к другому концу которой прикреплен груз массой  $m_1 = 1$  кг, будет оставаться натянутой? Нить невесома и нерастяжима, блоки невесома, трение отсутствует.



- С3** Цикл теплового двигателя (см. рисунок), проводимый с некоторым количеством идеального одноатомного газа, состоит из двух адиабат (1-2, 3-4) и двух изохор (2-3, 4-1). Найдите КПД  $\eta$  этого цикла, если температуры в точках 1, 2, 3 и 4 равны, соответственно,  $T_1 = 1000$  К,  $T_2 = 500$  К,  $T_3 = 300$  К и  $T_4 = 600$  К.



- С4** В вакууме, вдали от других тел, расположены параллельно друг над другом на расстоянии  $d = 1$  см две одинаковые металлические пластины площадью  $S = 1$  м<sup>2</sup>. Одна из них заряжена зарядом  $q = +1$  мкКл, а другая – зарядом  $2q = +2$  мкКл. Чему равна разность потенциалов  $V$  между ними?

- С5** Школьника с нормальным зрением (расстояние наилучшего зрения  $L = 25$  см) укусила в лоб над глазом пчела. Посмотревшись в плоское зеркало, он не смог разглядеть, не осталось ли жало в месте укуса. Тогда он взял маленькую лупу оптической силой  $D = 16$  дптр, и при помощи того же зеркала увидел, что жала нет. Как он это сделал? Нарисуйте возможную оптическую схему, примененную школьником, и найдите расстояние от зеркала до лупы в этой схеме. Все углы падения лучей считать малыми.

- С6** На большом адронном коллайдере (БАК) в конце 2009 года проведены первые эксперименты по ускорению протонных сгустков, содержащих  $N = 20$  миллиардов частиц, до энергии  $E_p = 1,18$  ТэВ = 1180 ГэВ, приходящейся на каждый протон. Представим себе, что такой сгусток полностью поглощается шариком массой  $m = 1$  г и теплоемкостью  $C = 5 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$ . Какую скорость приобретет после этого шарик и на сколько градусов он нагреется?