

# Тренировочная работа № 3

по ФИЗИКЕ  
11 апреля 2013 года

11 класс

Вариант ФИ1503

Район \_\_\_\_\_

Город (населённый пункт) \_\_\_\_\_

Школа \_\_\_\_\_

Класс \_\_\_\_\_

Фамилия \_\_\_\_\_

Имя \_\_\_\_\_

Отчество \_\_\_\_\_

## Инструкция по выполнению работы

На выполнение экзаменационной работы по физике отводится 235 минут. Работа состоит из 3 частей, включающих в себя 35 заданий.

Часть 1 содержит 21 задание (A1–A21). К каждому заданию даётся четыре варианта ответа, из которых только один правильный.

Часть 2 содержит 4 задания (B1–B4), на которые надо дать краткий ответ в виде последовательности цифр.

Часть 3 содержит 10 задач: A22–A25 с выбором одного верного ответа и C1–C6, для которых требуется дать развёрнутые решения.

При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Все бланки ЕГЭ заполняются яркими чёрными чернилами. Допускается использование гелевой, капиллярной или перьевой ручек.

При выполнении заданий Вы можете пользоваться черновиком. Обращаем Ваше внимание на то, что записи в черновике не будут учитываться при оценивании работы.

Советуем выполнять задания в том порядке, в котором они даны. Для экономии времени пропускайте задание, которое не удаётся выполнить сразу, и переходите к следующему. Если после выполнения всей работы у Вас останется время, Вы сможете вернуться к пропущенным заданиям.

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

**Желаем успеха!**

**Внимание! Видеоразбор данной работы пройдёт на сайте [www.statgrad.cde.ru](http://www.statgrad.cde.ru)**

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	$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$

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

### Массы частиц

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

### Плотность

воды	$1000 \text{ кг/м}^3$	подсолнечного масла	$900 \text{ кг/м}^3$
древесины (сосна)	$400 \text{ кг/м}^3$	алюминия	$2700 \text{ кг/м}^3$
керосина	$800 \text{ кг/м}^3$	железа	$7800 \text{ кг/м}^3$
		ртути	$13\,600 \text{ кг/м}^3$

### Удельная теплоёмкость

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

Часть 1

При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого Вами задания (A1–A21) поставьте знак «x» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного Вами ответа.

**A1** Какое из перечисленных движений можно считать поступательным относительно системы отсчёта, связанной с автомобильной дорогой Москва–Санкт-Петербург?

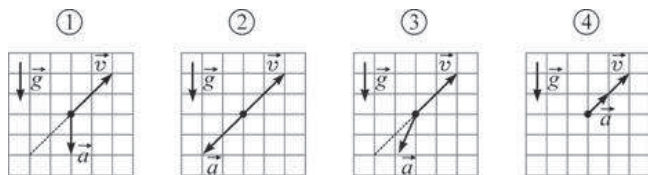
- 1) движение фары автомобиля, едущего из Москвы в Санкт-Петербург
- 2) движение комка грязи на шине автомобиля, едущего из Москвы в Санкт-Петербург
- 3) движение шатуна в двигателе внутреннего сгорания автомобиля, едущего из Москвы в Санкт-Петербург
- 4) все три перечисленных движения

**A2** Точечное тело начинает движение из состояния покоя и движется равноускоренно вдоль оси  $OX$  по гладкой горизонтальной поверхности. Используя таблицу, определите значение проекции на ось  $OX$  ускорения этого тела.

Момент времени $t, c$	Координата тела $x, м$
0	1
3	10
4	17

- 1)  $0 м/с^2$       2)  $2 м/с^2$       3)  $3,5 м/с^2$       4)  $7 м/с^2$

**A3** Камень брошен с поверхности земли и летит в воздухе, поднимаясь вверх. Со стороны воздуха на камень действует сила трения, направленная противоположно вектору скорости  $\vec{v}$  камня. Скорость камня в некоторый момент времени направлена под углом к горизонту. На каком рисунке правильно показано направление вектора ускорения  $\vec{a}$  камня в этот же момент?



- 1) 1      2) 2      3) 3      4) 4

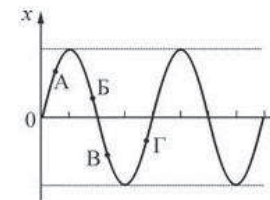
**A4** На горизонтальной поверхности находится тележка массой 30 кг, на которой стоит человек массой 60 кг. Человек начинает двигаться вдоль тележки с постоянной скоростью, тележка при этом начинает катиться без трения. Модуль импульса тележки относительно поверхности

- 1) больше модуля импульса человека относительно поверхности
- 2) меньше модуля импульса человека относительно поверхности
- 3) равен модулю импульса человека относительно поверхности
- 4) может быть как больше, так и меньше модуля импульса человека относительно поверхности

**A5** Механическая энергия системы изменилась от величины 5 Дж до величины  $-3$  (минус 3) Дж. Это означает, что на данную механическую систему действовали внешние силы, которые совершили работу

- 1)  $-2$  Дж      2) 8 Дж      3) 2 Дж      4)  $-8$  Дж

**A6** Точечное тело совершает гармонические колебания вдоль оси  $OX$ . На рисунке изображена зависимость смещения  $x$  этого тела от времени  $t$ . Проекция скорости тела на ось  $OX$  отрицательна в точках



- 1) А и Б      2) В и Г      3) А и Г      4) Б и В

**A7** Модель, служащая для демонстрации внутреннего строения тел, устроена следующим образом: в дно прямоугольной коробки воткнуты одинаковые упругие вертикальные стерженьки, на каждый из которых насажен магнетик в виде плоской таблетки. После приведения одного из магнетиков в колебательное движение вскоре начинают хаотически колебаться на стерженьках и все остальные магнетики, отталкиваясь друг от друга. Эта модель лучше всего иллюстрирует поведение молекул

- 1) идеального газа
- 2) жидкости
- 3) твёрдого тела
- 4) идеального газа и жидкости

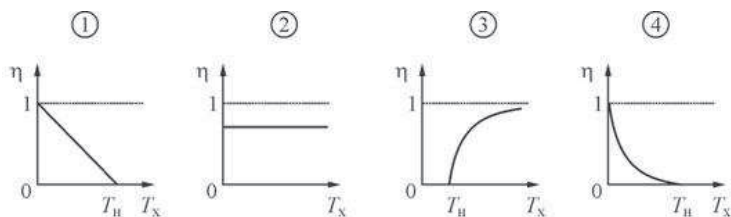
**A8** Средняя кинетическая энергия поступательного движения молекул одноатомного идеального газа, находящихся при температуре  $+27^\circ C$ , равна  $E_1$ . В три раза большая средняя кинетическая энергия поступательного движения молекул этого газа будет при температуре

- 1)  $81^\circ C$       2) 627 К      3)  $627^\circ C$       4) 354 К

**A9** Тела А и Б имеют разные температуры, большие, чем у тела В. Тела А и Б привели в тепловой контакт друг с другом и дождались установления теплового равновесия. Если после этого привести тело А в тепловой контакт с телом В, то тело В

- 1) будет получать теплоту
- 2) будет отдавать теплоту
- 3) может как получать, так и отдавать теплоту
- 4) сразу же окажется в состоянии теплового равновесия с телом А

**A10** На каком из рисунков правильно изображена зависимость КПД  $\eta$  идеальной тепловой машины от температуры  $T_x$  холодильника при неизменной температуре нагревателя  $T_H$ ?



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

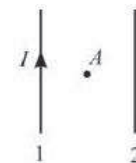
**A11** Металлический шар имеет заряд  $+Q$ . Если сообщить этому шару дополнительный заряд, равный  $-\frac{Q}{2}$ , то модуль потенциала поверхности шара

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится
- 4) станет равен нулю

**A12** Электрический ток осуществляется посредством ионной проводимости в  
 А) электролитах  
 Б) полупроводниках

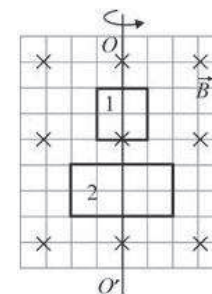
- 1) только А
- 2) только Б
- 3) и А, и Б
- 4) ни А, ни Б

**A13** Два очень длинных тонких провода расположены параллельно друг другу. По проводу 1 течёт постоянный ток силой  $I$  в направлении, показанном на рисунке. Точка А расположена в плоскости проводов точно посередине между ними. Если, не меняя ток в проводе 1, начать пропускать по проводу 2 постоянный ток силой  $I$ , направленный так же, как и в проводе 1, то вектор индукции магнитного поля в точке А



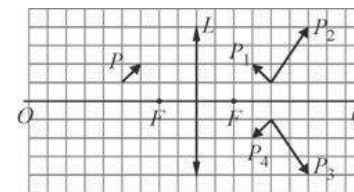
- 1) увеличится по модулю в 2 раза, не меняя направления
- 2) уменьшится по модулю в 2 раза, не меняя направления
- 3) изменит направление на противоположное, не изменившись по модулю
- 4) станет равным нулю

**A14** Две медные рамки находятся в однородном магнитном поле с индукцией  $\vec{B}$  и могут равномерно вращаться вокруг оси  $OO'$ . Рамку 2 вращают с частотой  $n$  оборотов в секунду. С какой частотой надо вращать рамку 1, чтобы амплитудные значения ЭДС индукции были одинаковыми?



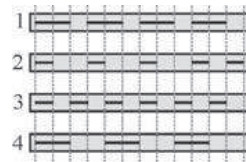
- 1)  $n$
- 2)  $2n$
- 3)  $\frac{n}{2}$
- 4)  $\frac{n}{4}$

**A15** На рисунке показаны тонкая собирающая линза  $L$ , её фокусы  $F$ , главная оптическая ось линзы  $OO'$  и предмет  $P$ , имеющий вид направленного отрезка, наклонённого к оси  $OO'$ . Какой из направленных отрезков ( $P_1$ ,  $P_2$ ,  $P_3$  или  $P_4$ ) является изображением предмета  $P$  в этой линзе?



- 1)  $P_1$
- 2)  $P_2$
- 3)  $P_3$
- 4)  $P_4$

**A16** На рисунке изображены четыре дифракционные решётки. Минимальный период имеет дифракционная решётка под номером

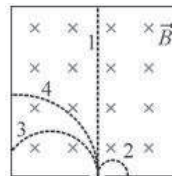


- 1) 1                      2) 2                      3) 3                      4) 4

**A17** Атом массой  $m$  испустил фотон с частотой  $\nu$ . Этот фотон имеет энергию

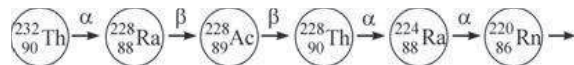
- 1)  $mc^2$                       2)  $\frac{mc^2}{2}$                       3)  $\frac{h\nu}{2}$                       4)  $h\nu$

**A18** В камере Вильсона создано однородное магнитное поле, перпендикулярное плоскости рисунка и направленное «от нас». В камеру влетают с одинаковой скоростью электрон, протон, нейтрон,  $\alpha$ -частица. Трек, соответствующий протону, отмечен цифрой



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

**A19** На рисунке схематически показан процесс радиоактивного распада ядра тория  ${}^{232}_{90}\text{Th}$  с образованием ряда промежуточных ядер. Можно утверждать, что



- 1) заряд каждого следующего ядра ряда не может быть больше, чем у предыдущего
- 2) заряд каждого следующего ядра ряда строго меньше, чем у предыдущего
- 3) каждое следующее ядро ряда имеет массовое число меньше предыдущего
- 4) массовое число ядра в приведённом ряду не может возрастать

**A20** Имеется набор грузов массой 20 г, 40 г, 60 г и 80 г и пружина, прикрепленная к опоре в вертикальном положении. Грузы поочередно аккуратно подвешивают к пружине (см. рисунок 1). Зависимость удлинения  $\Delta l$  пружины от массы  $m$  груза, прикрепляемого к пружине, показана на рисунке 2.

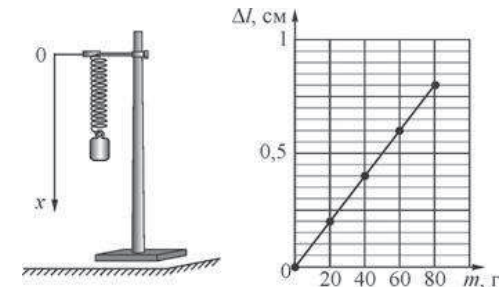


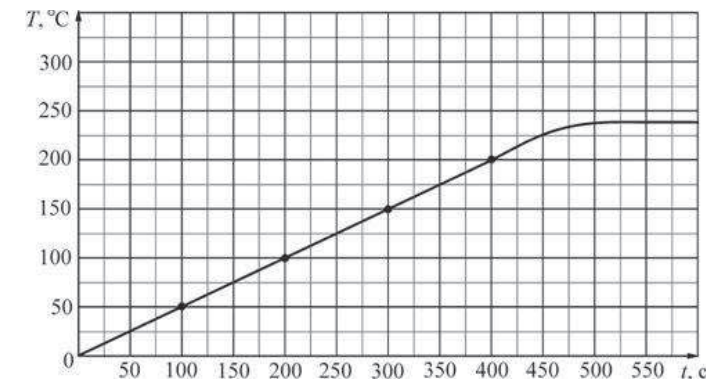
рис. 1

рис. 2

Груз какой массы, будучи прикрепленным к этой пружине, может совершать малые колебания вдоль оси  $x$  с угловой частотой  $\omega = 100$  рад/с?

- 1) 10 г                      2) 40 г                      3) 60 г                      4) 100 г

**A21** Олово массой 200 г с начальной температурой  $0^\circ\text{C}$  нагревают в тигле на электропечи мощностью 23 Вт. На рисунке приведён экспериментально полученный график зависимости температуры  $T$  олова от времени  $t$ . Считая, что вся теплота, поступающая от электропечи, идёт на нагрев олова, определите его удельную теплоёмкость.



- 1) 230 Дж/(кг·°C)                      2) 57,5 Дж/(кг·°C)  
 3) 2 Дж/(кг·°C)                      4) 0,23 Дж/(кг·°C)

**Часть 2**

*Ответом к заданиям этой части (В1–В4) является последовательность цифр. Впишите ответы сначала в текст работы, а затем перенесите их в бланк ответов № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки, без запятых, пробелов и каких-либо дополнительных символов. Каждую цифру пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами.*

**В1** Школьник скатывается на санках со склона оврага. Сначала он едет по шероховатому снегу, а потом въезжает на очень гладкий обледеневший участок склона. Угол наклона склона оврага к горизонту всюду одинаков. Как при этом изменятся следующие физические величины: модуль действующей на санки силы трения, модуль ускорения санок, модуль работы силы тяжести при перемещении санок вдоль склона на 1 метр?

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.

**ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ**

**ИХ ИЗМЕНЕНИЕ**

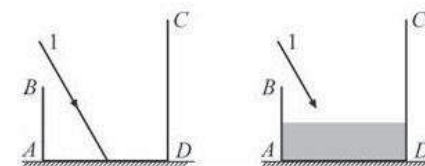
- |                                                                            |                  |
|----------------------------------------------------------------------------|------------------|
| А) модуль действующей на санки силы трения                                 | 1) увеличивается |
| Б) модуль ускорения санок                                                  | 2) уменьшается   |
| В) модуль работы силы тяжести при перемещении санок вдоль склона на 1 метр | 3) не изменяется |

Ответ:

А	Б	В

**В2**

На столе стоит сосуд с зеркальным дном и матовыми стенками. На дно пустого сосуда падает луч света 1. На стенке CD сосуда при этом можно наблюдать «зайчик» – блик отражённого луча. В сосуд наливают некоторое количество воды. Как при этом изменяются следующие физические величины: угол падения луча на дно, высота точки нахождения «зайчика», расстояние от точки отражения луча от дна сосуда до стенки CD? Отражением луча от поверхности жидкости пренебречь.



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.

**ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ**

**ИХ ИЗМЕНЕНИЕ**

- |                                                                  |                 |
|------------------------------------------------------------------|-----------------|
| А) угол падения луча на дно                                      | 1) увеличится   |
| Б) высота точки нахождения «зайчика»                             | 2) уменьшится   |
| В) расстояние от точки отражения луча от дна сосуда до стенки CD | 3) не изменится |

Ответ:

А	Б	В



**В3** Искусственный спутник движется вокруг Земли, всё время находясь на расстоянии  $R$  от её центра ( $R$  заметно превышает радиус Земли). Установите соответствие между зависимостями, описывающими движение спутника по орбите (см. левый столбец), и выражающими эти зависимости уравнениями, приведёнными в правом столбце (константа  $A$  выражена в соответствующих единицах СИ без кратных и дольных множителей).  
К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

**ГРАФИКИ**

- А) зависимость модуля ускорения спутника от радиуса его орбиты
- Б) зависимость угловой скорости спутника от радиуса его орбиты

**ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ**

- 1)  $f(R) = \frac{A}{R^{3/2}}$ , где  $A$  – некоторая постоянная величина
- 2)  $f(R) = \frac{B}{R^2}$ , где  $B$  – некоторая постоянная величина
- 3)  $f(R) = C\sqrt{R}$ , где  $C$  – некоторая постоянная величина
- 4)  $f(R) = \frac{D}{R}$ , где  $D$  – некоторая постоянная величина

Ответ:

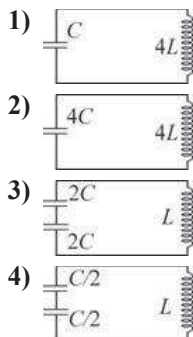
А	Б
□	□

**В4** Период свободных колебаний в колебательном контуре, состоящем из конденсатора ёмкостью  $C$  и катушки индуктивностью  $L$ , равен  $T_0$ . Установите соответствие между периодами колебаний и схемами колебательных контуров. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

**ПЕРИОД КОЛЕБАНИЙ**

- А)  $T_0$
- Б)  $4T_0$

**СХЕМА КОЛЕБАТЕЛЬНОГО КОНТУРА**



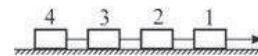
Ответ:

А	Б
□	□

**Часть 3**

*Задания части 3 представляют собой задачи. Рекомендуется провести их предварительное решение на черновике. При выполнении заданий А22–А25 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого Вами задания поставьте знак «х» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного Вами ответа.*

**А22** Четыре бруска массой 2 кг каждый скреплены с помощью невесомых нерастяжимых нитей. К первому бруску также прикреплена нить, за которую тянут сцепку из четырех брусков. При этом бруски перемещаются по горизонтальной поверхности с постоянным ускорением, равным по модулю  $0,5 \text{ м/с}^2$ . Коэффициент трения между брусками и поверхностью равен  $0,4$ . Сила натяжения нити между первым и вторым брусками равна



- 1) 27 Н
- 2) 9 Н
- 3) 2 Н
- 4) 1 Н

**А23** Идеальная тепловая машина с температурой холодильника  $300 \text{ К}$  и температурой нагревателя  $400 \text{ К}$  за один цикл своей работы получает от нагревателя количество теплоты  $10 \text{ Дж}$ . За счёт совершаемой машиной работы груз массой  $10 \text{ кг}$  поднимается вверх с поверхности земли. На какую высоту над землёй поднимется этот груз через  $100$  циклов работы машины?

- 1) 7,5 м
- 2) 10 м
- 3) 0,1 м
- 4) 2,5 м

**А24** Плоский заряженный воздушный конденсатор, отключённый от источника напряжения, заполняют диэлектриком с диэлектрической проницаемостью  $4$ . Определите соотношение между напряжённостью  $E_1$  электрического поля между пластинами незаполненного конденсатора и напряжённостью  $E_2$  электрического поля в диэлектрике заполненного конденсатора.

- 1)  $E_2 = E_1$
- 2)  $E_2 = 0,25E_1$
- 3)  $E_2 = 0,5E_1$
- 4)  $E_2 = 0,75E_1$

**А25** В пробирке содержатся атомы радиоактивных изотопов кислорода и азота. Период полураспада ядер кислорода  $124 \text{ с}$ , период полураспада ядер азота  $10 \text{ мин}$ . Через  $30 \text{ мин}$ . число атомов кислорода и азота сравнялось. Во сколько раз вначале число атомов кислорода превышало число атомов азота?

- 1)  $\approx 2930$  раз
- 2)  $\approx 1,2$  раза
- 3)  $\approx 4,8$  раза
- 4)  $\approx 14,5$  раза

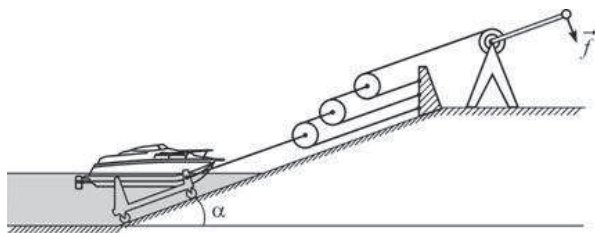
*Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1.*

**Полное решение задач C1–C6 необходимо записать в бланке ответов № 2. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (C1, C2 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.**

**C1** Зимой школьник решил поставить опыт: налил в две тонкие пластиковые бутылки с практически нерастяжимыми стенками горячую воду (почти кипяток) до самого горлышка, одну плотно закрыл крышкой, а из другой сначала вылил воду и потом сразу же плотно закрыл крышкой, и выставил обе бутылки на мороз на всю ночь. В результате одна бутылка лопнула, а другая сплюснулась. Объясните, основываясь на известных физических законах и закономерностях, какая из бутылок сплюснулась и почему.

**Полное правильное решение каждой из задач C2–C6 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.**

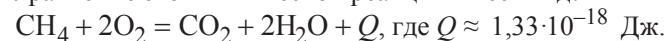
**C2** На зиму в подмосковном яхт-клубе катера и яхты вытаскивают на берег по бетонному «слипу», то есть наклонной плоскости, уходящей под воду. Под плавающее судно помещают под водой лёгкую тележку, которая практически без трения может кататься по слипу, и при помощи лебёдки и системы блоков вытаскивают судно, поднимая его над уровнем воды.



Найдите максимальное водоизмещение судна, которое можно медленно вытащить из воды при помощи показанной на рисунке системы простых механизмов, если лебёдка даёт выигрыш в силе в  $n = 5$  раз, к её ручке прикладывают максимальную силу  $f = 250$  Н, а угол наклона слипа к горизонту равен  $\alpha = 0,1$  рад. Трением можно пренебречь.

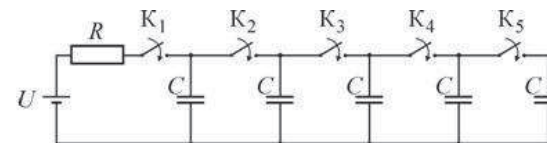
*Примечания:* водоизмещением называется масса воды, вытесняемой судном (измеряется обычно в тоннах); при углах  $\alpha \leq 0,1$  рад можно считать  $\sin \alpha \approx \alpha$ .

**C3** Для отопления московской квартиры площадью  $S = 63$  м<sup>2</sup> в месяц требуется при сильных морозах, судя по квитанциям ЖКХ, примерно 1 гигакалория теплоты (1 кал  $\approx 4,2$  Дж). Теплота получается в основном при сжигании на московских теплоэлектростанциях природного газа – метана с КПД  $\eta$  преобразования энергии экзотермической реакции в теплоту около 50%. Уравнение этой химической реакции имеет вид:

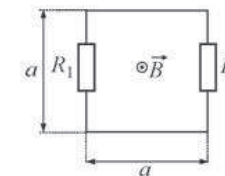


Представим себе, что пары воды, получившиеся в результате сжигания метана, сконденсировались, замёрзли на морозе и выпали в виде снега на площади, в шесть раз большей площади квартиры. Будем считать плотность такого снега равной 100 кг/м<sup>3</sup>. Какова будет толщина  $h$  слоя снега, выпавшего за месяц в результате этого процесса?

**C4** В цепи, схема которой изображена на рисунке, по очереди замыкают ключи  $K_1$ – $K_5$ , выжидая каждый раз достаточно длительное время до окончания процессов зарядки конденсаторов. Какое количество теплоты выделится в резисторе после замыкания ключа  $K_5$ ? До его замыкания все остальные ключи уже были замкнуты. Параметры цепи:  $R = 100$  Ом,  $C = 2$  мкФ,  $U = 10$  В.



**C5** В плоской электрической цепи квадратной формы со стороной  $a = 1$  м, схема которой изображена на рисунке, сопротивления резисторов равны  $R_1 = 0,5$  Ом и  $R_2 = 9,5$  Ом. Цепь в некоторый момент помещают в однородное магнитное поле с вектором индукции, перпендикулярным плоскости цепи, проекция которого на нормаль к квадрату изменяется с течением времени  $t$  по закону  $B = B_0 - kt$ , где  $k = 0,1$  Тл/с. Какая тепловая мощность будет выделяться в резисторе  $R_2$ ? Сопротивлением проводников и индуктивностью цепи можно пренебречь.



**C6** Радиоактивные источники излучения могут использоваться в космосе для обогрева оборудования космических аппаратов. Например, на советских «Луноходах» были установлены тепловыделяющие капсулы на основе полония-210. Реакция распада этого изотопа имеет вид:  ${}_{84}^{210}\text{Po} \rightarrow {}_{82}^{206}\text{Pb} + \alpha$ , где получающиеся  $\alpha$ -частицы обладают кинетической энергией  $E = 5,3$  МэВ. Сколько атомов полония должно распасться в тепловыделяющей капсуле, чтобы с её помощью можно было вскипятить стакан воды объёмом  $V = 250$  мл? Начальная температура воды 20 °С, теплоёмкостью стакана и капсулы, а также потерями теплоты можно пренебречь.



# Тренировочная работа № 3

по ФИЗИКЕ

11 апреля 2013 года

11 класс

Вариант ФИ1504

Район \_\_\_\_\_

Город (населённый пункт) \_\_\_\_\_

Школа \_\_\_\_\_

Класс \_\_\_\_\_

Фамилия \_\_\_\_\_

Имя \_\_\_\_\_

Отчество \_\_\_\_\_

Физика. 11 класс. Вариант ФИ1504

Видеоразбор на сайте [www.statgrad.cde.ru](http://www.statgrad.cde.ru) 2

## Инструкция по выполнению работы

На выполнение экзаменационной работы по физике отводится 235 минут. Работа состоит из 3 частей, включающих в себя 35 заданий.

Часть 1 содержит 21 задание (A1–A21). К каждому заданию даётся четыре варианта ответа, из которых только один правильный.

Часть 2 содержит 4 задания (B1–B4), на которые надо дать краткий ответ в виде последовательности цифр.

Часть 3 содержит 10 задач: A22–A25 с выбором одного верного ответа и C1–C6, для которых требуется дать развёрнутые решения.

При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Все бланки ЕГЭ заполняются яркими чёрными чернилами. Допускается использование гелевой, капиллярной или перьевой ручек.

При выполнении заданий Вы можете пользоваться черновиком. Обращаем Ваше внимание на то, что записи в черновике не будут учитываться при оценивании работы.

Советуем выполнять задания в том порядке, в котором они даны. Для экономии времени пропускайте задание, которое не удаётся выполнить сразу, и переходите к следующему. Если после выполнения всей работы у Вас останется время, Вы сможете вернуться к пропущенным заданиям.

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

**Желаем успеха!**

**Внимание! Видеоразбор данной работы пройдёт на сайте [www.statgrad.cde.ru](http://www.statgrad.cde.ru)**

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	$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$

### Соотношения между различными единицами

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

### Массы частиц

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

### Плотность

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

### Удельная теплоёмкость

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

### Удельная теплота

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

### Нормальные условия

давление:  $10^5 \text{ Па}$ , температура:  $0 \text{ }^\circ\text{C}$

### Молярная масса

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

Часть 1

При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого Вами задания (A1–A21) поставьте знак «x» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного Вами ответа.

**A1** Какое из перечисленных движений можно считать вращательным в системе отсчёта, связанной с автомобилем, едущим из Москвы в Санкт-Петербург?

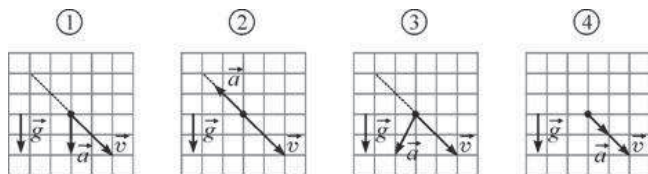
- 1) движение рулевого колеса автомобиля, едущего из Москвы в Санкт-Петербург
- 2) движение комка грязи на шине автомобиля, едущего из Москвы в Санкт-Петербург
- 3) движение вала двигателя автомобиля, едущего из Москвы в Санкт-Петербург
- 4) все три перечисленных движения

**A2** Точечное тело начинает движение из состояния покоя и движется равноускоренно вдоль оси  $OX$  по гладкой горизонтальной поверхности. Используя таблицу, определите значение проекции на ось  $OX$  ускорения этого тела.

Момент времени $t, c$	Координата тела $x, м$
0	2
3	6,5
4	10

- 1)  $0 м/с^2$       2)  $1 м/с^2$       3)  $3,5 м/с^2$       4)  $7 м/с^2$

**A3** Камень брошен с поверхности земли и летит в воздухе, опускаясь вниз. Со стороны воздуха на камень действует сила трения, направленная противоположно вектору скорости  $\vec{v}$  камня. Скорость камня в некоторый момент времени направлена под углом к горизонту. На каком рисунке правильно показано направление вектора ускорения  $\vec{a}$  камня в этот же момент?



- 1) 1      2) 2      3) 3      4) 4

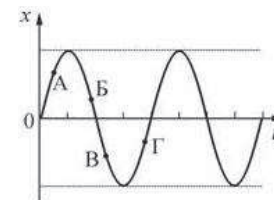
**A4** На горизонтальной поверхности находится тележка массой 20 кг, на которой стоит человек массой 60 кг. Человек начинает двигаться вдоль тележки с постоянной скоростью, тележка при этом начинает катиться без трения. Модуль скорости тележки относительно поверхности

- 1) больше модуля скорости человека относительно поверхности
- 2) меньше модуля скорости человека относительно поверхности
- 3) равен модулю скорости человека относительно поверхности
- 4) может быть как больше, так и меньше модуля скорости человека относительно поверхности

**A5** Механическая энергия системы изменилась от величины  $-5$  Дж до величины 3 Дж. Это означает, что на данную механическую систему действовали внешние силы, которые совершили работу

- 1)  $-2$  Дж      2) 8 Дж      3) 2 Дж      4)  $-8$  Дж

**A6** Точечное тело совершает гармонические колебания вдоль оси  $OX$ . На рисунке изображена зависимость смещения  $x$  этого тела от времени  $t$ . Проекция скорости тела на ось  $OX$  положительна в точках



- 1) А и Б      2) В и Г      3) А и Г      4) Б и В

**A7** Модель, служащая для демонстрации внутреннего строения тел, устроена следующим образом. На дне коробки лежат маленькие стальные шарики. Внутри стенок коробки встроены электромагниты. При пропускании через них переменного электрического тока стенки коробки начинают часто вибрировать, ударяя по шарикам, в результате чего шарики начинают хаотически перемещаться по дну коробки, сталкиваясь со стенками и друг с другом. Эта модель лучше всего иллюстрирует поведение молекул

- 1) идеального газа
- 2) жидкости
- 3) твёрдого тела
- 4) твёрдого тела и жидкости

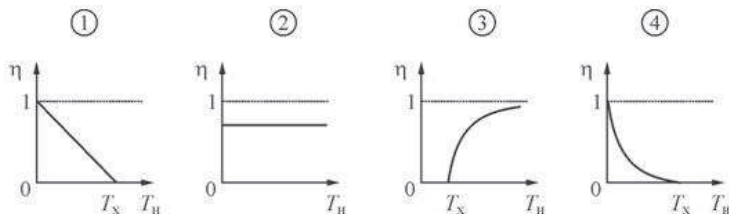
**A8** Средняя кинетическая энергия поступательного движения молекул одноатомного идеального газа, находящихся при температуре  $+27^\circ C$ , равна  $E_1$ . Средняя кинетическая энергия поступательного движения молекул одноатомного идеального газа, находящихся при температуре  $+327^\circ C$ , равна

- 1)  $\frac{3}{2} E_1$       2)  $2 E_1$       3)  $13,625 \cdot E_1$       4)  $E_1$

**A9** Тела А и Б имеют разные температуры, меньшие, чем у тела В. Тела А и Б привели в тепловой контакт друг с другом и дождались установления теплового равновесия. Если после этого привести тело А в тепловой контакт с телом В, то тело В

- 1) будет получать теплоту
- 2) будет отдавать теплоту
- 3) может как получать, так и отдавать теплоту
- 4) сразу же окажется в состоянии теплового равновесия с телом А

**A10** На каком из рисунков правильно изображена зависимость КПД  $\eta$  идеальной тепловой машины от температуры  $T_H$  нагревателя при неизменной температуре холодильника  $T_X$ ?



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

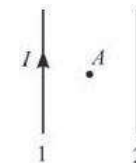
**A11** Металлический шар имеет заряд  $-Q$ . Если сообщить этому шару дополнительный заряд, равный  $+\frac{Q}{2}$ , то модуль потенциала поверхности шара

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится
- 4) станет равен нулю

**A12** Электрический ток осуществляется посредством ионной проводимости в  
 А) металлах  
 Б) газах

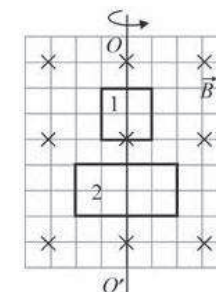
- 1) только А
- 2) только Б
- 3) и А, и Б
- 4) ни А, ни Б

**A13** Два очень длинных тонких провода расположены параллельно друг другу. По проводу 1 течёт постоянный ток силой  $I$  в направлении, показанном на рисунке. Точка А расположена в плоскости проводов точно посередине между ними. Если, не меняя ток в проводе 1, начать пропускать по проводу 2 постоянный ток силой  $I$ , направленный противоположно току в проводе 1, то вектор индукции магнитного поля в точке А



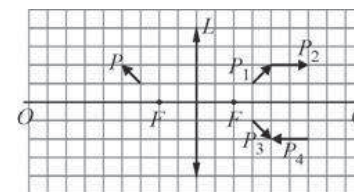
- 1) увеличится по модулю в 2 раза, не меняя направления
- 2) уменьшится по модулю в 2 раза, не меняя направления
- 3) изменит направление на противоположное, не изменившись по модулю
- 4) станет равным нулю

**A14** Две медные рамки находятся в однородном магнитном поле с индукцией  $\vec{B}$  и могут равномерно вращаться вокруг оси  $OO'$ . Рамку 1 вращают с частотой  $n$  оборотов в секунду. С какой частотой надо вращать рамку 2, чтобы амплитудные значения ЭДС индукции были одинаковыми?



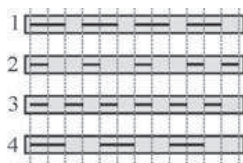
- 1)  $n$
- 2)  $2n$
- 3)  $\frac{n}{2}$
- 4)  $\frac{n}{4}$

**A15** На рисунке показаны тонкая собирающая линза  $L$ , её фокусы  $F$ , главная оптическая ось линзы  $OO'$  и предмет  $P$ , имеющий вид направленного отрезка, наклонённого к оси  $OO'$ . Какой из направленных отрезков ( $P_1, P_2, P_3$  или  $P_4$ ) является изображением предмета  $P$  в этой линзе?



- 1)  $P_1$
- 2)  $P_2$
- 3)  $P_3$
- 4)  $P_4$

**A16** На рисунке изображены четыре дифракционные решётки. Максимальный период имеет дифракционная решётка под номером

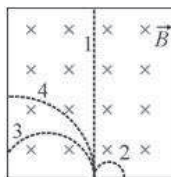


- 1) 1                      2) 2                      3) 3                      4) 4

**A17** Атом массой  $m$  испустил фотон с частотой  $\nu$ . Этот фотон имеет модуль импульса

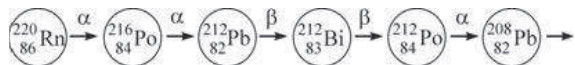
- 1)  $mc$                       2)  $h\nu$                       3)  $\frac{h\nu}{c}$                       4)  $\frac{hc}{\nu}$

**A18** В камере Вильсона создано однородное магнитное поле, перпендикулярное плоскости рисунка и направленное «от нас». В камеру влетают с одинаковой скоростью электрон, протон, нейтрон,  $\alpha$ -частица. Трек, соответствующий электрону, отмечен цифрой



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

**A19** На рисунке схематически показан процесс радиоактивного распада ядра радона  ${}^{220}_{86}\text{Rn}$  с образованием ряда промежуточных ядер. Можно утверждать, что



- 1) заряд каждого следующего ядра ряда не может быть больше, чем у предыдущего
- 2) заряд каждого следующего ядра ряда строго меньше, чем у предыдущего
- 3) каждое следующее ядро ряда имеет массовое число меньше предыдущего
- 4) массовое число ядра в приведённом ряду не может возрастать

**A20** Имеется набор грузов массой 20 г, 40 г, 60 г и 80 г и пружина, прикреплённая к опоре в вертикальном положении. Грузы поочередно аккуратно подвешивают к пружине (см. рисунок 1). Зависимость удлинения  $\Delta l$  пружины от массы  $m$  груза, прикрепляемого к пружине, показана на рисунке 2.

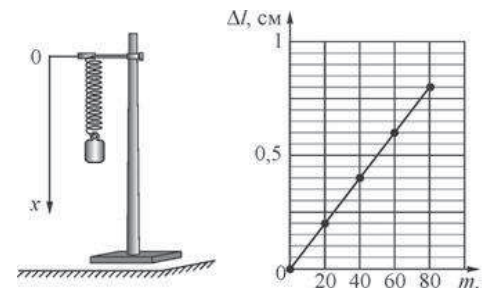


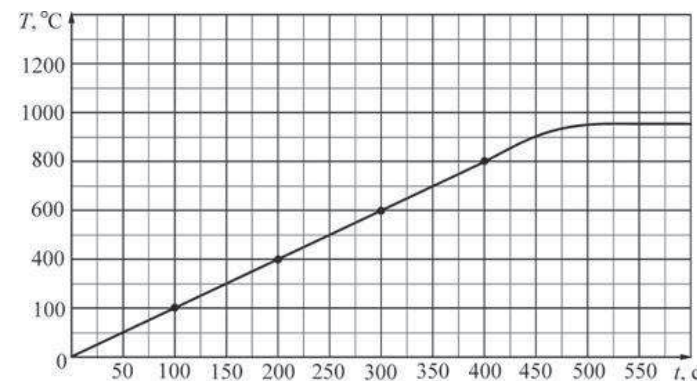
рис. 1

рис. 2

Груз какой массы, будучи прикреплённым к этой пружине, может совершать малые колебания вдоль оси  $x$  с угловой частотой  $\omega = 50$  рад/с?

- 1) 20 г                      2) 40 г                      3) 50 г                      4) 80 г

**A21** Серебро массой 100 г с начальной температурой  $0^\circ\text{C}$  нагревают в тигле на электропечи мощностью 50 Вт. На рисунке приведён экспериментально полученный график зависимости температуры  $T$  серебра от времени  $t$ . Считая, что вся теплота, поступающая от электропечи, идёт на нагрев серебра, определите его удельную теплоёмкость.



- 1) 1000 Дж/(кг·°C)                      2) 250 Дж/(кг·°C)  
3) 2 Дж/(кг·°C)                      4) 0,25 Дж/(кг·°C)



Часть 2

**Ответом к заданиям этой части (В1–В4) является последовательность цифр. Впишите ответы сначала в текст работы, а затем перенесите их в бланк ответов № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки, без запятых, пробелов и каких-либо дополнительных символов. Каждую цифру пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами.**

**В1** Школьник скатывается на санках со склона широкого оврага и затем с разгона сразу же начинает заезжать на санках вверх, на противоположный склон оврага. Коэффициент трения полозьев санок о снег всюду одинаков, углы наклона склонов оврага к горизонту всюду одинаковы. Как в результате переезда с одного склона на другой изменятся следующие физические величины: модуль действующей на санки силы трения, модуль ускорения санок, модуль работы силы тяжести при перемещении санок вдоль склона на 1 метр?

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.

**ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ**

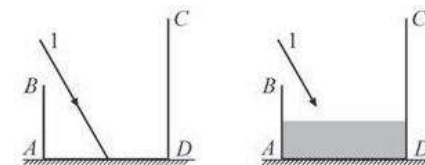
**ИХ ИЗМЕНЕНИЕ**

- |                                                                            |                  |
|----------------------------------------------------------------------------|------------------|
| А) модуль действующей на санки силы трения                                 | 1) увеличивается |
| Б) модуль ускорения санок                                                  | 2) уменьшается   |
| В) модуль работы силы тяжести при перемещении санок вдоль склона на 1 метр | 3) не изменяется |

Ответ:

А	Б	В

**В2** На столе стоит сосуд с зеркальным дном и матовыми стенками. На дно пустого сосуда падает луч света 1. На стенке  $CD$  сосуда при этом можно наблюдать «зайчик» – блик отраженного луча. В сосуд наливают некоторое количество воды. Как при этом изменяются следующие физические величины: угол падения луча на стенку  $CD$ , расстояние от стенки  $AB$  до точки отражения луча от дна сосуда, угол отражения луча от зеркала? Отражением луча от поверхности жидкости пренебречь.



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.

**ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ**

**ИХ ИЗМЕНЕНИЕ**

- |                                                                    |                 |
|--------------------------------------------------------------------|-----------------|
| А) угол падения луча на стенку $CD$                                | 1) увеличится   |
| Б) расстояние от стенки $AB$ до точки отражения луча от дна сосуда | 2) уменьшится   |
| В) угол отражения луча от зеркала                                  | 3) не изменится |

Ответ:

А	Б	В

**В3** Искусственный спутник движется вокруг Земли, всё время находясь на расстоянии  $R$  от её центра ( $R$  заметно превышает радиус Земли). Установите соответствие между зависимостями, описывающими движение спутника по орбите (см. левый столбец), и выражающими эти зависимости уравнениями, приведёнными в правом столбце (константа  $A$  выражена в соответствующих единицах СИ без кратных и дольных множителей).  
К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

**ГРАФИКИ**

- А) зависимость периода обращения спутника вокруг Земли от радиуса его орбиты
- Б) зависимость модуля скорости спутника от радиуса его орбиты

**ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ**

- 1)  $f(R) = \frac{A}{\sqrt{R}}$ , где  $A$  – некоторая постоянная величина
- 2)  $f(R) = \frac{B}{R^{3/2}}$ , где  $B$  – некоторая постоянная величина
- 3)  $f(R) = C\sqrt{R}$ , где  $C$  – некоторая постоянная величина
- 4)  $f(R) = DR^{3/2}$ , где  $D$  – некоторая постоянная величина

Ответ:

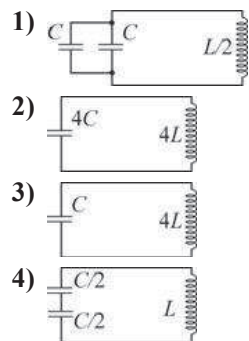
А	Б
□	□

**В4** Частота свободных колебаний в колебательном контуре, состоящем из конденсатора ёмкостью  $C$  и катушки индуктивностью  $L$ , равна  $\omega_0$ . Установите соответствие между частотами колебаний и схемами колебательных контуров. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

**ЧАСТОТА КОЛЕБАНИЙ**

**СХЕМА КОЛЕБАТЕЛЬНОГО КОНТУРА**

- А)  $\omega_0$
- Б)  $\frac{\omega_0}{2}$



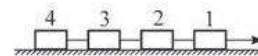
Ответ:

А	Б
□	□

**Часть 3**

**Задания части 3 представляют собой задачи. Рекомендуется провести их предварительное решение на черновике. При выполнении заданий А22–А25 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого Вами задания поставьте знак «х» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного Вами ответа.**

**А22** Четыре бруска массой 2 кг каждый скреплены с помощью невесомых нерастяжимых нитей. К первому бруску также прикреплена нить, за которую тянут цепку из четырёх брусков. При этом бруски перемещаются по горизонтальной поверхности с постоянным ускорением, равным по модулю  $0,5 \text{ м/с}^2$ . Коэффициент трения между брусками и поверхностью равен 0,4. Сила натяжения нити между вторым и третьим брусками равна



- 1) 2 Н
- 2) 9 Н
- 3) 10 Н
- 4) 18 Н

**А23** Идеальная тепловая машина с температурой холодильника 300 К и температурой нагревателя 500 К за один цикл своей работы получает от нагревателя количество теплоты 8 Дж. За счёт совершаемой машиной работы груз массой 16 кг втаскивается вверх по гладкой наклонной плоскости, стоящей на земле. На какую высоту над уровнем земли поднимется этот груз через 100 циклов работы машины?

- 1) 0,05 м
- 2) 5 м
- 3) 2 м
- 4) 3 м

**А24** Плоский заряженный воздушный конденсатор, отключённый от источника напряжения, заполняют диэлектриком. Какова диэлектрическая проницаемость диэлектрика, если напряжённость электрического поля в диэлектрике между пластинами заполненного конденсатора меньше напряжённости электрического поля незаполненного конденсатора в 1,25 раза?

- 1) 0,2
- 2) 0,8
- 3) 1,25
- 4) 5

**А25** В пробирке содержатся атомы радиоактивных изотопов ванадия и хрома. Период полураспада ядер ванадия 16,1 суток, период полураспада ядер хрома 27,8 суток. Через 80 суток число атомов ванадия и хрома сравнялось. Во сколько раз вначале число атомов ванадия превышало число атомов хрома?

- 1)  $\approx 4,3$  раза
- 2)  $\approx 1,7$  раза
- 3)  $\approx 5$  раза
- 4)  $\approx 2,9$  раза

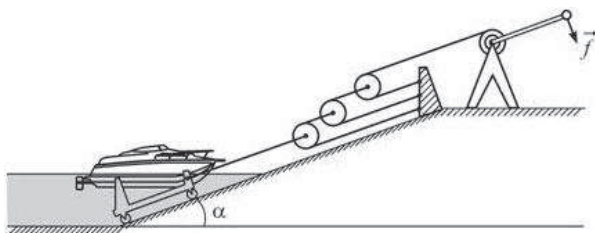
**Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1.**

**Полное решение задач C1–C6 необходимо записать в бланке ответов № 2. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (C1, C2 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.**

**C1** Зимой школьник решил поставить опыт: полностью заполнил две тонкие пластиковые бутылки с практически нерастяжимыми стенками горячей водой (почти кипятком), потом из одной вылил воду, сразу же обе плотно закрыл крышками и выставил бутылки на мороз на всю ночь. В результате одна бутылка лопнула, а другая сплюснулась. Объясните, основываясь на известных физических законах и закономерностях, какая из бутылок лопнула и почему.

**Полное правильное решение каждой из задач C2–C6 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.**

**C2** На зиму в подмосковном яхт-клубе катера и яхты вытаскивают на берег по бетонному «слипу», то есть по наклонной плоскости, уходящей под воду. Под плавающее судно помещают под водой лёгкую тележку, которая практически без трения может кататься по слипу, и при помощи лебёдки и системы блоков вытаскивают судно, поднимая его над уровнем воды (см. рисунок).

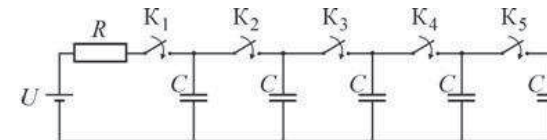


Найдите максимальную силу  $f$ , которую необходимо прикладывать к ручке лебёдки, чтобы медленно вытащить из воды судно водоизмещением 10 т при помощи показанной на рисунке системы простых механизмов, если лебёдка дает выигрыш в силе в  $n = 5$  раз, а угол наклона слипа к горизонту равен  $\alpha = 0,1$  рад. Трением можно пренебречь.

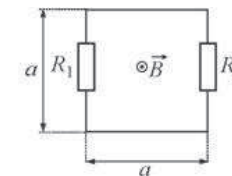
*Примечания:* водоизмещением называется масса воды, вытесняемой судном (измеряется обычно в тоннах); при углах  $\alpha \leq 0,1$  рад можно считать  $\sin \alpha \approx \alpha$ .

**C3** Для отопления обычной московской квартиры площадью  $S = 60 \text{ м}^2$  в месяц требуется при сильных морозах, судя по квитанциям ЖКХ, примерно 1 гигакалория теплоты ( $1 \text{ кал} \approx 4,2 \text{ Дж}$ ). Она получается в основном при сжигании на московских теплоэлектростанциях природного газа – метана с КПД  $\eta$  преобразования энергии экзотермической реакции в теплоту около 50 %. Уравнение этой химической реакции имеет вид:  $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 = \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + Q$ , где  $Q \approx 1,33 \cdot 10^{18} \text{ Дж}$ . Представим себе, что пары воды, получившиеся в результате сжигания метана, сконденсировались, замёрзли на морозе и выпали в виде снега на крыше дома, равной по площади квартире. Будем считать плотность такого снега равной  $100 \text{ кг/м}^3$ . Какова будет толщина  $h$  слоя снега, выпавшего за месяц в результате этого процесса?

**C4** В цепи, схема которой изображена на рисунке, по очереди замыкают ключи  $K_1$ – $K_5$ , выжидая каждый раз достаточно длительное время до окончания процессов зарядки конденсаторов. Какое количество теплоты выделится в этой цепи после замыкания всех ключей? Параметры цепи:  $R = 100 \text{ Ом}$ ,  $C = 2 \text{ мкФ}$ ,  $U = 10 \text{ В}$ .



**C5** В плоской электрической цепи квадратной формы со стороной  $a = 1 \text{ м}$ , схема которой изображена на рисунке, сопротивления резисторов равны  $R_1 = 0,5 \text{ Ом}$  и  $R_2 = 9,5 \text{ Ом}$ . Цепь в некоторый момент помещают в однородное магнитное поле с вектором индукции, перпендикулярным плоскости цепи, модуль которого возрастает с течением времени  $t$  по закону  $B = kt$ , где  $k = 0,1 \text{ Тл/с}$ . Какая тепловая мощность будет выделяться в резисторе  $R_1$ ? Сопротивлением проводников и индуктивностью цепи можно пренебречь.



**C6** Радиоактивные источники излучения могут использоваться в космосе для обогрева оборудования космических аппаратов. Например, на советских «Луноходах» были установлены тепловыделяющие капсулы на основе полония-210. Реакция распада этого изотопа имеет вид:  ${}_{84}^{210}\text{Po} \rightarrow {}_{82}^{206}\text{Pb} + \alpha$ , где получающиеся  $\alpha$ -частицы обладают кинетической энергией  $E = 5,3 \text{ МэВ}$ . Сколько атомов полония должно распасться в тепловыделяющей капсуле, чтобы с её помощью можно было превратить в воду лёд объёмом  $V = 10 \text{ см}^3$ , находящийся при температуре  $0 \text{ }^\circ\text{C}$ ? Плотность льда  $\rho = 900 \text{ кг/м}^3$ , теплоёмкостью стакана и капсулы, а также потерями теплоты можно пренебречь.