

Пояснительная записка к диагностическим и тренировочным работам в формате ГИА (ЕГЭ):

Данная работа составлена в формате ГИА (ЕГЭ) в соответствии с демонстрационной версией, опубликованной на сайте ФИПИ (<http://www.fipi.ru>) и рассчитана на учеников 9 (11) класса, планирующих сдавать экзамен по данному предмету. Контрольные измерительные материалы (КИМ) могут содержать задания на темы, не пройденные на момент публикации.

Если образовательным учреждением решено использовать эту работу для оценки знаний ВСЕХ учащихся, необходимо предварительно выбрать из работы ТОЛЬКО те задания, которые соответствуют поставленной цели. Продолжительность написания работы в данном случае определяется образовательным учреждением. Обращаем Ваше внимание, что если обучаемые пишут работу не в полном объеме, оценивание работ образовательное учреждение проводит самостоятельно. При заполнении формы отчета используйте специальный символ, которым необходимо отметить задание, исключенное учителем из работы (см. инструкцию по заполнению формы отчета).

Инструкция по выполнению работы

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

Часть 1 содержит 21 задание (А1–А21). К каждому заданию даётся четыре варианта ответа, из которых только один правильный.

Часть 2 содержит четыре задания (В1–В4), на которые надо дать краткий ответ в виде последовательности цифр.

Часть 3 содержит десять задач: А22–А25 с выбором одного верного ответа и С1–С6, для которых требуется дать развёрнутые решения.

При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

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!

Диагностическая работа

в формате ЕГЭ

по ФИЗИКЕ

1 апреля 2014 года

11 класс

Вариант ФИ10603

Район.

Город (населённый пункт)

Школа.

Класс.

Фамилия

Имя

Отчество.

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

Десятичные приставки

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

Константы

число π	$\pi = 3,14$
ускорение свободного падения на Земле	$g = 10 \text{ м/с}^2$
гравитационная постоянная	$G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{кг}^2$
универсальная газовая постоянная	$R = 8,31 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$
постоянная Больцмана	$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К}$
постоянная Авогадро	$N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$
скорость света в вакууме	$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$
коэффициент пропорциональности в законе Кулона	$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{Кл}^2$
модуль заряда электрона (элементарный 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	$0 \text{ К} = -273 \text{ }^\circ\text{С}$
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	$1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$

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^3	подсолнечного масла	900 кг/м^3
древесины (сосна)	400 кг/м^3	алюминия	2700 кг/м^3
керосина	800 кг/м^3	железа	7800 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 Па , температура: $0 \text{ }^\circ\text{С}$

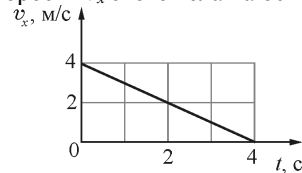
Молярная масса

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	$44 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$

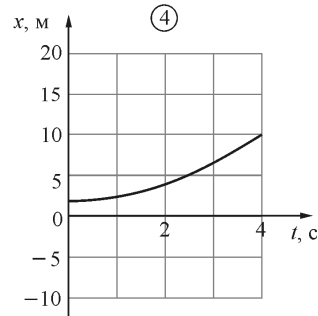
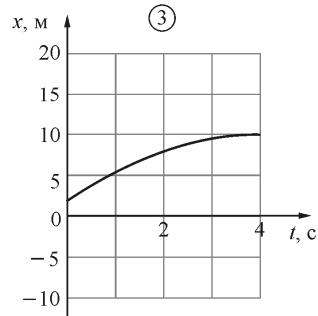
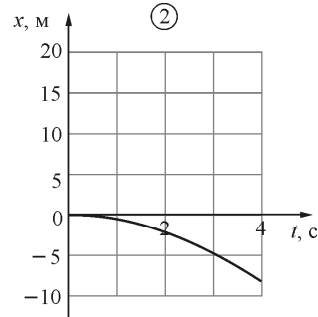
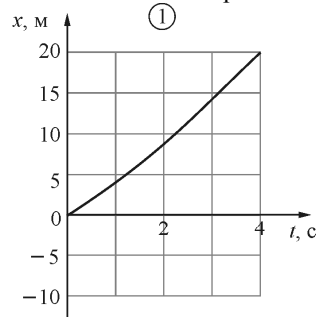
Часть 1

К каждому из заданий А1–А21 даны четыре варианта ответа, из которых только один правильный. Номер этого ответа обведите кружком.

А1 Небольшое тело движется вдоль горизонтальной оси OX . В момент времени $t=0$ координата этого тела равна $x_0=2$ м. На рисунке приведена зависимость проекции скорости v_x этого тела на ось OX от времени t .

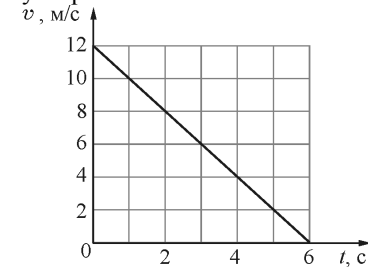


На каком из следующих рисунков правильно показана зависимость координаты x этого тела от времени?



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

А2 Материальная точка движется по окружности радиусом 4 м. На графике показана зависимость модуля её скорости v от времени t . Чему равен модуль центростремительного ускорения точки в момент $t=5$ с?

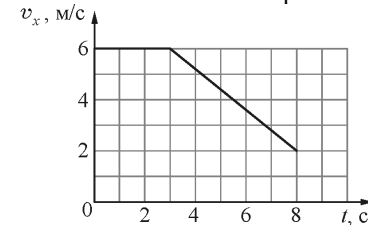


- 1) 1 м/с^2 2) 2 м/с^2 3) 9 м/с^2 4) 16 м/с^2

А3 Имеется два суждения об условии нахождения тела в состоянии невесомости.
А. Тело может находиться в состоянии невесомости, если оно равномерно движется по круговой орбите вокруг планеты.
Б. Тело находится в состоянии невесомости, если оно падает в однородном поле силы тяжести в отсутствие силы трения.
 Какое суждение верно?

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

А4 Тело массой 2 кг движется вдоль оси OX . На графике показана зависимость проекции скорости v_x этого тела на ось OX от времени t .



За первые 8 секунд движения тела модуль его импульса

- 1) уменьшился на $4 \text{ кг}\cdot\text{м/с}$ 3) уменьшился на $12 \text{ кг}\cdot\text{м/с}$
 2) уменьшился на $8 \text{ кг}\cdot\text{м/с}$ 4) не изменился

A5 Тяжёлый ящик равномерно перемещают по горизонтальному шероховатому полу. Два школьника сделали по этому поводу следующие утверждения.

A. Так как ящик перемещается равномерно и по горизонтальной поверхности, то изменение его кинетической энергии равно нулю и изменение его потенциальной энергии равно нулю.

Б. Так как изменение механической энергии ящика равно нулю, то в данном случае сила трения, действующая на ящик, не совершает работу.

Какое утверждение верно?

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

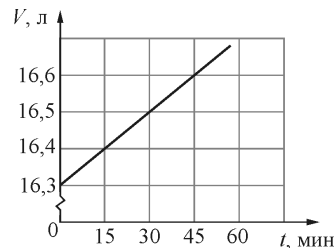
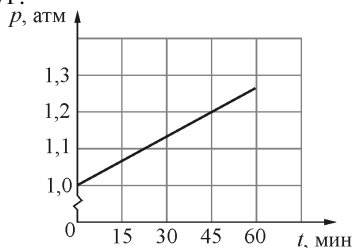
A6 Маятники 1 и 2 совершают гармонические колебания по законам $x_1(t) = 6 \cos 3t$ и $x_2(t) = 12 \sin 3t$. Фазы колебаний этих маятников

- 1) одинаковые 3) отличаются в 4 раза
2) отличаются в 2 раза 4) отличаются на $\pi/2$

A7 Давление идеального газа прямо пропорционально

- 1) средней скорости его молекул
2) среднеквадратичной скорости его молекул
3) среднему квадрату скорости его молекул
4) квадрату средней скорости его молекул

A8 На графиках приведены зависимости давления p и объёма V от времени t для 0,4 моль идеального газа. Чему равна температура газа в момент $t = 45$ минут?



- 1) 120 К 2) 600 К 3) 1,2 К 4) 60000 К

A9 В состоянии теплового равновесия в термодинамической системе не прекращается

A) изменение температуры частей этой системы.
Б) обмен энергией между молекулами.

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

A10 Какое из перечисленных ниже действий при прочих неизменных условиях ведёт к уменьшению КПД идеального теплового двигателя?

- 1) повышение температуры нагревателя
2) повышение температуры холодильника
3) уменьшение трения в механизме тепловой машины
4) замена рабочего тела

A11 Два ученика изобразили силовые линии, создаваемые системой двух одинаковых по модулю точечных электрических зарядов. Какой из этих рисунков правильный?

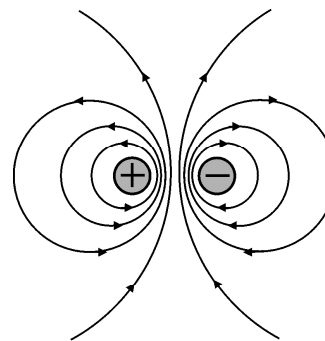


рис. 1

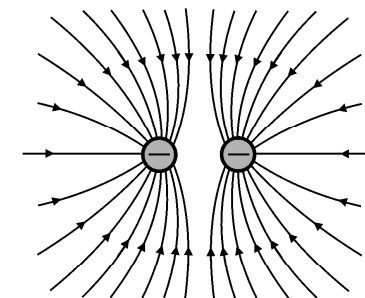


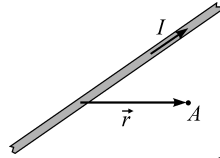
рис. 2

- 1) только рис. 1 3) оба рисунка
2) только рис. 2 4) ни один из рисунков

A12 В распоряжении ученика имеются 3 резистора сопротивлениями 4 Ом, 6 Ом и 12 Ом. Пробуя соединять эти резисторы различными способами, ученик может получить участки цепи, минимальное и максимальное сопротивление которых равны

- 1) 4 Ом и 2 Ом 3) 2 Ом и 22 Ом
2) 4 Ом и 14,4 Ом 4) 4 Ом и 18 Ом

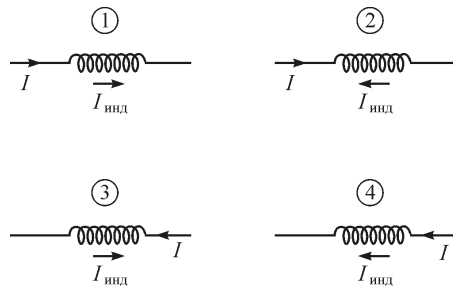
A13 На рисунке изображён участок длинного прямого провода, по которому протекает ток силой I . Провод лежит в плоскости рисунка.



В точке A вектор индукции магнитного поля \vec{B} , созданного этим проводом, направлен

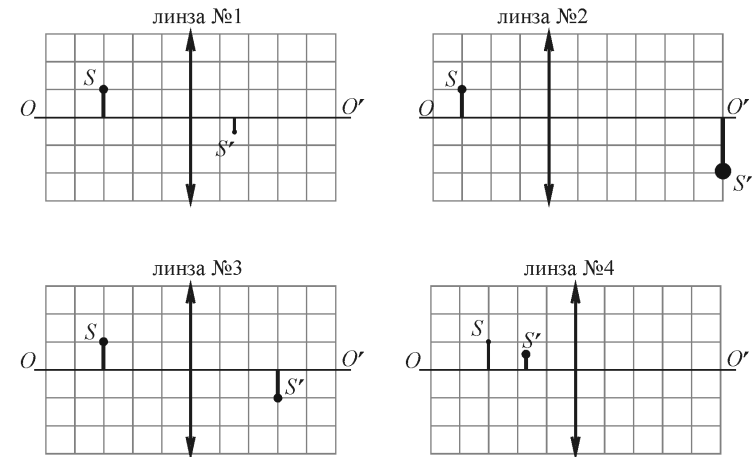
- 1) перпендикулярно вектору \vec{r} (вверх)
- 2) перпендикулярно вектору \vec{r} (вниз)
- 3) за плоскость чертежа (от нас)
- 4) из плоскости чертежа (на нас)

A14 Сила тока I , текущего через катушку, убывает. На каком рисунке правильно показано направление протекания индукционного тока $I_{\text{инд}}$ (по отношению к току I) в этой катушке?



- 1) на 1 и 4
- 2) на 2 и 3
- 3) только на 2
- 4) только на 4

A15 На рисунках представлены предмет S и его изображение S' , полученное с помощью четырёх различных собирающих тонких линз.



Максимальной оптической силой обладает линза

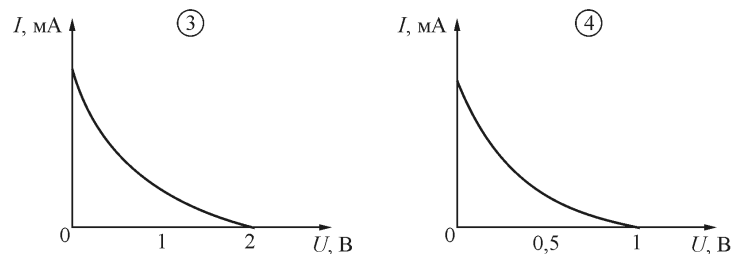
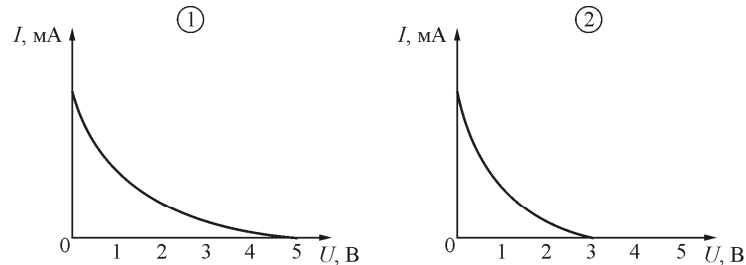
- 1) № 1
- 2) № 2
- 3) № 3
- 4) № 4

A16 На дифракционную решётку нормально падает монохроматический свет. В таблице приведена зависимость синуса угла ϕ , под которым наблюдается дифракционный максимум третьего порядка, от длины волны λ падающего света. Чему равен период дифракционной решётки?

λ , мкм	0,4	0,5	0,6	0,7
$\sin \phi$	0,300	0,375	0,450	0,525

- 1) 4 мкм
- 2) 0,4 мкм
- 3) 1,3 мкм
- 4) 0,12 мкм

A17 Работа выхода для некоторого металла равна 2 эВ. На пластинку из этого металла падает свет с энергией фотона 3 эВ. На каком из следующих рисунков правильно показана зависимость силы I фототока от приложенного обратного напряжения U ?



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

A18 Спектр какого типа наблюдается у излучения атомарного гелия?

- 1) линейчатый
- 2) полосатый
- 3) сплошной
- 4) ответ зависит от разрешающей силы используемого спектрографа

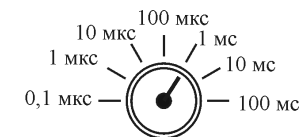
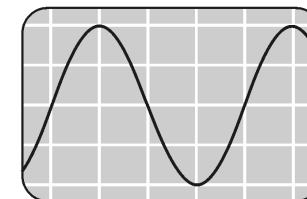
A19 На основании приведённой ниже таблицы можно сделать вывод, что при протекании ядерной реакции ${}^6_3\text{Li} + {}^2_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^4_2\text{He}$

Ядро	Масса, а. е. м.
${}^1_1\text{H}$	1,00783
${}^2_1\text{H}$	2,01410
${}^4_2\text{He}$	4,00260
${}^1_0\text{n}$	1,00866

Ядро	Масса, а. е. м.
${}^6_3\text{Li}$	6,01513
${}^7_3\text{Li}$	7,01601
${}^7_4\text{Be}$	7,01693

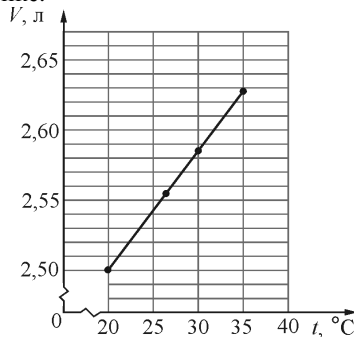
- 1) выделяется энергия, равная $\approx 22,4$ МэВ
- 2) выделяется энергия, равная $\approx 21,6$ ГДж
- 3) поглощается энергия, равная $\approx 22,4$ МэВ
- 4) поглощается энергия, равная $\approx 21,6$ ГДж

A20 Ученик при помощи осциллографа изучал вынужденные колебания в колебательном контуре, состоящем из последовательно соединенных проволочной катушки, конденсатора и резистора с очень маленьким сопротивлением. Ёмкость конденсатора равна 16 мкФ. На рисунке показан вид экрана осциллографа при подключении его щупов к выводам конденсатора для случая резонанса. Также на рисунке изображён переключатель осциллографа, который позволяет изменять масштаб изображения вдоль горизонтальной оси: поворачивая этот переключатель, можно устанавливать, какому промежутку времени соответствует одно деление экрана осциллографа. Определите, чему равна индуктивность используемой в колебательном контуре катушки.



- 1) 1 Гн 2) 25 мГн 3) $\approx 0,17$ Гн 4) 64 мкГн

A21 Один моль идеального одноатомного газа участвует в некотором процессе, изображённом на рисунке.



При увеличении температуры этого газа от 20 °С до 30 °С этим газом

- 1) было получено количество теплоты, равное ≈ 210 Дж
- 2) было отдано количество теплоты, равное ≈ 125 Дж
- 3) было получено количество теплоты, равное ≈ 165 Дж
- 4) было отдано количество теплоты, равное ≈ 85 Дж

Часть 2

При выполнении заданий с кратким ответом (задания В1–В4) необходимо записать ответ в указанном в тексте задания месте.

В1 Маленький шарик массой m находится на краю горизонтальной платформы на высоте 100 м над уровнем Земли. Шарик сообщают начальную скорость, направленную вертикально вверх, модуль которой равен 20 м/с, и отодвигают платформу в сторону, от линии движения шарика. Как изменятся следующие физические величины через 3 секунды после начала движения шарика: его кинетическая энергия, его потенциальная энергия, модуль его импульса?

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) кинетическая энергия шарика | 1) увеличится |
| Б) потенциальная энергия шарика | 2) уменьшится |
| В) модуль импульса шарика | 3) не изменится |

Ответ:

А	Б	В

В2 Одному килограмму воды, находящейся в твёрдом состоянии при температуре 0 °С, сообщают количество теплоты 330 кДж. Как в результате этого изменяются следующие физические величины: температура воды, объём воды, внутренняя энергия воды?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА **ЕЁ ИЗМЕНЕНИЕ**

- | | |
|----------------------------|-----------------|
| А) температура воды | 1) увеличится |
| Б) объём воды | 2) уменьшится |
| В) внутренняя энергия воды | 3) не изменится |

Ответ:

А	Б	В

В3 Плоский воздушный конденсатор ёмкостью 5,9 пФ имеет две металлические пластины. Пластины несут заряды 0,25 нКл и $-0,25$ нКл, между ними существует электрическое поле напряжённостью 2,8 кВ/м.

Установите соответствие между физическими величинами и их значениями в единицах СИ. К каждой позиции из первого столбца подберите соответствующую позицию из второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА **ЗНАЧЕНИЕ ФИЗИЧЕСКОЙ ВЕЛИЧИНЫ В ЕДИНИЦАХ СИ**

- | | |
|--------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| А) модуль разности потенциалов между пластинами конденсатора | 1) $\approx 3,5 \cdot 10^{-13}$ |
| Б) расстояние между пластинами конденсатора | 2) $\approx 7,1$ |
| | 3) ≈ 42 |
| | 4) $\approx 1,5 \cdot 10^{-2}$ |

Ответ:

А	Б

- B4** Прямоугольная рамка из N витков одинаковой площадью S вращается с частотой ν вокруг одной из своих сторон в однородном магнитном поле с индукцией B . Линии индукции перпендикулярны оси вращения, сопротивление рамки равно R . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно определить. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ	ФОРМУЛЫ
А) амплитуда ЭДС индукции в рамке	1) $\frac{\nu BNS}{\sqrt{2}R}$
Б) эффективное (действующее) значение силы тока, протекающего через рамку	2) $\frac{\sqrt{2}\pi\nu BNS}{R}$
	3) $2\pi\nu BNS$
	4) νBNS

Ответ:

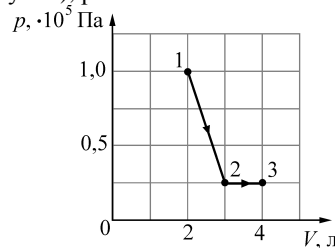
А	Б

Часть 3

Задания части 3 представляют собой задачи. Рекомендуется провести их предварительное решение на черновике. При выполнении заданий A22–A25 обведите кружком номер выбранного Вами ответа.

- A22** Камень бросили под углом к горизонту. Сопротивление воздуха пренебрежимо мало. В верхней точке траектории кинетическая энергия камня в 3 раза больше его потенциальной энергии (относительно поверхности Земли). Под каким углом к горизонту бросили камень?
- 1) 15° 2) 30° 3) 45° 4) 60°

- A23** Работа, совершаемая идеальным одноатомным газом при реализации процесса 1–2–3 (см. рисунок), равна



- 1) 12,5 Дж 2) 25 Дж 3) 37,5 Дж 4) 87,5 Дж

- A24** Колебательный контур настроен на частоту 97,6 МГц. Из конденсатора контура удалили диэлектрик, а из катушки вынули сердечник. В результате этого ёмкость конденсатора изменилась в 2 раза, а индуктивность катушки – в 8 раз. На какую частоту стал в результате настроен колебательный контур?

- 1) 24,4 МГц 2) 1561,6 МГц 3) 390,4 МГц 4) 6,1 МГц

- A25** На дифракционную решетку с периодом 1,2 мкм падает по нормали монохроматический свет с длиной волны 500 нм. Каков наибольший порядок дифракционного максимума, который можно получить в данной системе?

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

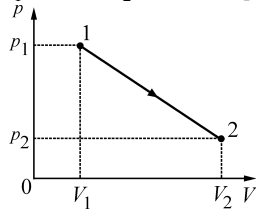
Полное решение задач C1–C6 необходимо записать на отдельном листе. При оформлении решения запишите сначала номер задания (C1, C2 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

- C1** На кухне во время приготовления пищи могут случаться разные неприятности. Например, если сильно перегреть растительное масло на сковороде, поставленной на газовую плиту, то его пары могут воспламениться от газовой горелки, масло в сковороде тоже начнёт гореть, и его надо будет потушить. Спрашивается чем? Оказывается, что при обычной попытке тушения масла вылитой на него водой возникает столб огня, который может поджечь весь дом. Опишите, основываясь на известных физических законах и закономерностях, процессы, происходящие при такой попытке его «тушения».

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.

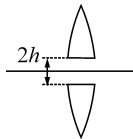
- C2** По горизонтальной плоскости скользит стержень АВ, причём точка О – его середина – обладает в данный момент времени скоростью \vec{V}_O , равной по модулю 4 м/с и направленной вдоль стержня от точки А к точке В. Точка А стержня при этом имеет скорость \vec{V}_A , равную по модулю 5 м/с. Чему равна и как направлена относительно стержня скорость \vec{V}_B точки В в этот момент времени?

- C3** Найдите суммарное количество теплоты ΔQ , полученное и отданное одним молем идеального одноатомного газа при его переводе из состояния 1 в состояние 2 при помощи процесса, который изображается на pV -диаграмме прямой линией (см. рис.). Известны следующие параметры начального и конечного состояний газа: $V_1 = 10$ л, $V_2 = 41,6$ л, $p_1 = 4,15 \cdot 10^5$ Па, $T_2 = 500$ К.

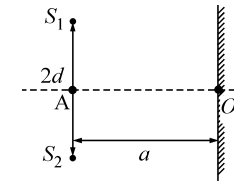


- C4** Для измерения индукции постоянного магнитного поля иногда используют магнитометры с вращающейся катушкой, которая при помощи скользящих контактов присоединена к чувствительному вольтметру переменного тока. Какое минимальное значение индукции может зафиксировать такой магнитометр, если катушка, вращающаяся равномерно с частотой $\nu = 20$ Гц, состоит из $N = 100$ витков тонкого провода, площадь каждого витка $S = 1$ см², а вольтметр, имеющий очень большое входное сопротивление, обладает чувствительностью по действующему (эффективному) значению напряжения $U_0 = 1$ мкВ?

- C5** Из собирающей линзы с фокусным расстоянием $f = 20$ см вырезали центральную часть шириной $2h = 1$ см (см. рис.), а затем симметрично сдвинули оставшиеся части до соприкосновения, изготовив так называемую билинзу. Точечный источник света поместили на расстоянии $a = 40$ см от билинзы на её оси симметрии. На каком расстоянии $2d$ друг от друга находятся изображения, даваемые билинзой?



- C6** Расстояние между двумя точечными монохроматическими когерентными источниками света S_1 и S_2 равно $2d = 2$ мм. Мысленно соединим источники отрезком S_1S_2 и восстановим срединный перпендикуляр к этому отрезку (он пересечет S_1S_2 в точке A). Расположим плоский экран так, чтобы его середина O лежала на указанном срединном перпендикуляре, а сам экран был перпендикулярен отрезку AO (на рисунке экран показан линией со штриховкой). Каков будет период интерференционных полос вблизи точки O , если $|AO| = a = 40$ см, а длина волны света источников равна $\lambda = 500$ нм. Угол ϕ падения интерферирующих лучей на экран можно считать малым, так что $\sin \phi \approx \phi$.



Диагностическая работа**в формате ЕГЭ****по ФИЗИКЕ****1 апреля 2014 года****11 класс****Вариант ФИ10604****Район.****Город (населённый пункт)****Школа.****Класс.****Фамилия****Имя****Отчество.****Инструкция по выполнению работы**

На выполнение работы по физике отводится 235 минут. Работа состоит из трёх 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 четыре задания (B1–B4), на которые надо дать краткий ответ в виде последовательности цифр.

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

При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

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!

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

Десятичные приставки

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

Константы

число π	$\pi = 3,14$
ускорение свободного падения на Земле	$g = 10 \text{ м/с}^2$
гравитационная постоянная	$G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{кг}^2$
универсальная газовая постоянная	$R = 8,31 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$
постоянная Больцмана	$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К}$
постоянная Авогадро	$N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$
скорость света в вакууме	$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$
коэффициент пропорциональности в законе Кулона	$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{Кл}^2$
модуль заряда электрона (элементарный 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	$0 \text{ К} = -273 \text{ }^\circ\text{С}$
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	$1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$

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

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 Па , температура: $0 \text{ }^\circ\text{С}$

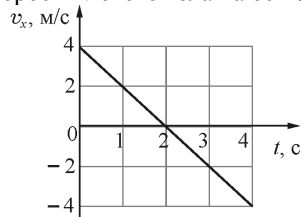
Молярная масса

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	$44 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$

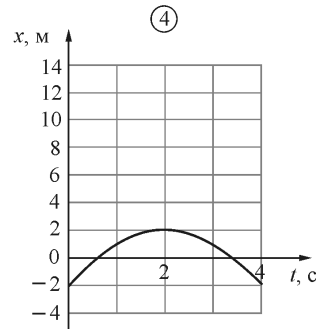
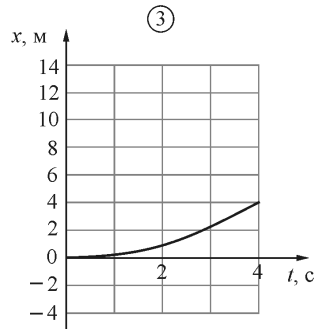
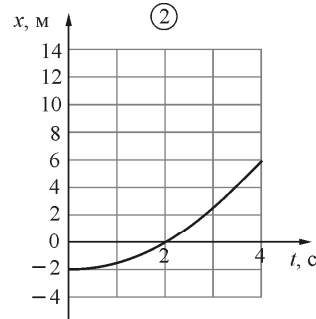
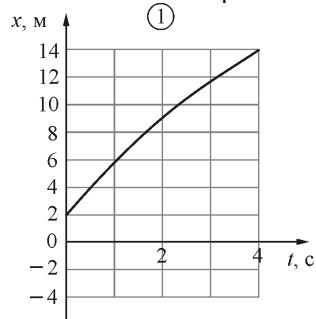
Часть 1

К каждому из заданий А1–А21 даны четыре варианта ответа, из которых только один правильный. Номер этого ответа обведите кружком.

А1 Небольшое тело движется вдоль горизонтальной оси OX . В момент времени $t=0$ координата этого тела равна $x_0 = -2$ м. На рисунке приведена зависимость проекции скорости v этого тела на ось OX от времени t .

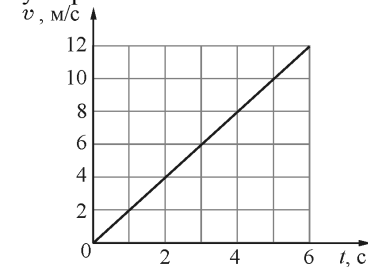


На каком из следующих рисунков правильно показана зависимость координаты x этого тела от времени?



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

А2 Материальная точка движется по окружности радиусом 4 м. На графике показана зависимость модуля её скорости v от времени t . Чему равен модуль центростремительного ускорения точки в момент $t = 3$ с?



- 1) 2 м/с^2 2) 4 м/с^2 3) 9 м/с^2 4) 16 м/с^2

А3 Имеется два суждения об условии, при котором человек может испытывать перегрузки.

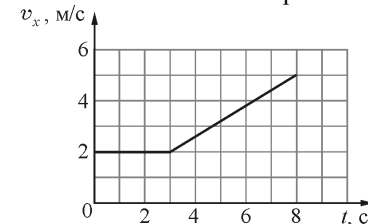
А. Человек может испытывать перегрузки, если он равномерно летит в космической станции с выключенными двигателями по круговой орбите вокруг планеты.

Б. Человек может испытывать перегрузки, если он свободно падает в однородном поле силы тяжести при пренебрежимо малом сопротивлении воздуха.

Какое суждение верно?

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

А4 Тело массой 2 кг движется вдоль оси OX . На графике показана зависимость проекции скорости v_x этого тела на ось OX от времени t .



За первые 8 секунд движения тела модуль его импульса

- 1) увеличился на $10 \text{ кг}\cdot\text{м/с}$ 3) увеличился на $4 \text{ кг}\cdot\text{м/с}$
 2) увеличился на $6 \text{ кг}\cdot\text{м/с}$ 4) не изменился

A5 Тяжёлый ящик неподвижно стоит на наклонной плоскости. Два школьника сделали по этому поводу следующие утверждения.

A. Так как ящик неподвижен, то изменение его кинетической энергии равно нулю и изменение его потенциальной энергии равно нулю.

Б. В этой системе действует сила трения, но полная механическая энергия ящика сохраняется.

Какое утверждение верно?

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

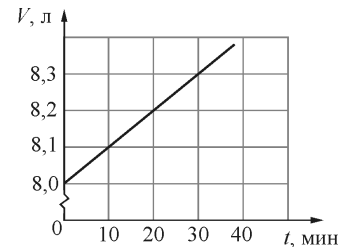
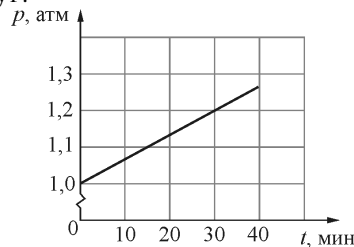
A6 Два маятника 1 и 2 совершают гармонические колебания по законам $x_1(t) = 9 \sin 2t$ и $x_2(t) = 3 \cos 2t$. Фазы колебаний этих маятников

- 1) одинаковые 2) отличаются в 3 раза
3) отличаются в 4,5 раза 4) отличаются на $\pi/2$

A7 Средняя кинетическая энергия поступательного движения молекул идеального газа прямо пропорциональна

- 1) среднему квадрату скорости его молекул
2) квадрату средней скорости его молекул
3) средней скорости его молекул
4) среднеквадратичной скорости его молекул

A8 На графиках приведены зависимости давления p и объёма V от времени t для 0,2 молей идеального газа. Чему равна температура газа в момент $t = 30$ минут?



- 1) 120 К 2) 600 К 3) 1,2 К 4) 60000 К

A9 В состоянии теплового равновесия в термодинамической системе прекращается

A) изменение температуры частей этой системы.

Б) обмен энергией между молекулами.

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

A10 Какое из перечисленных ниже действий при прочих неизменных условиях ведёт к увеличению КПД идеального теплового двигателя?

- 1) повышение температуры нагревателя
2) повышение температуры холодильника
3) увеличение трения в механизме тепловой машины
4) замена рабочего тела

A11 Два ученика изобразили силовые линии, создаваемые системой двух тел с одинаковыми по модулю электрическими зарядами. Какой из этих рисунков правильный?

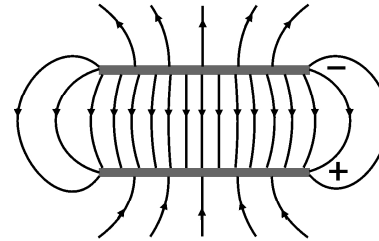


рис. 1

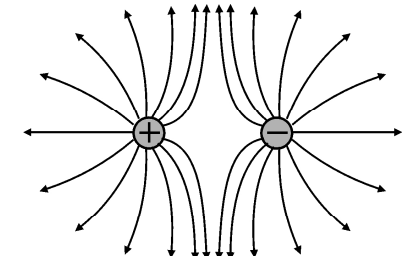


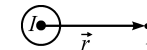
рис. 2

- 1) только рис. 1 2) только рис. 2
3) оба рисунка 4) ни один из рисунков

A12 В распоряжении ученика имеются 3 резистора сопротивлениями 2 Ом, 3 Ом и 6 Ом. Пробуя соединять эти резисторы различными способами, ученик может получить участки цепи, минимальное и максимальное сопротивление которых равны

- 1) 2 Ом и 6 Ом 2) 2 Ом и 7,2 Ом
3) 2 Ом и 9 Ом 4) 1 Ом и 11 Ом

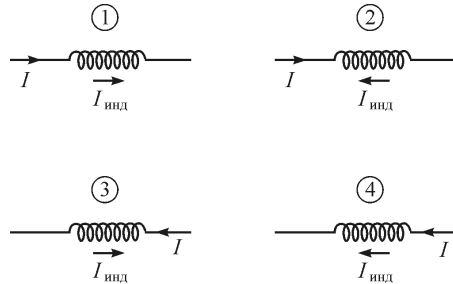
A13 На рисунке изображено сечение длинного прямого цилиндрического провода, по которому протекает ток силой I . Провод перпендикулярен плоскости рисунка.



В точке А вектор индукции магнитного поля \vec{B} , созданного этим проводом, направлен

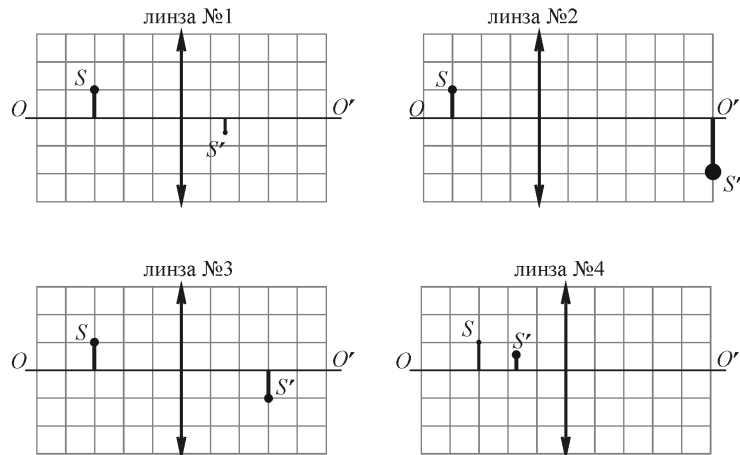
- 1) перпендикулярно вектору \vec{r} (вверх)
2) перпендикулярно вектору \vec{r} (вниз)
3) за плоскость чертежа (от нас)
4) из плоскости чертежа (на нас)

A14 Сила тока I , текущего через катушку, возрастает. На каком рисунке правильно показано направление протекания индукционного тока $I_{\text{инд}}$ (по отношению к току I) в этой катушке?



- 1) на 1 и 4 2) только на 1 3) на 2 и 3 4) только на 2

A15 На рисунках представлены предмет S и его изображение S' , полученное с помощью четырёх различных собирающих тонких линз.



Минимальной оптической силой обладает линза

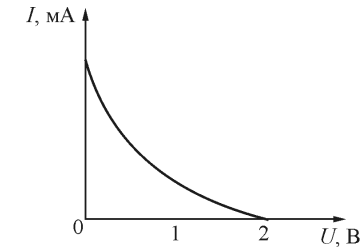
- 1) № 1 2) № 2 3) № 3 4) № 4

A16 На дифракционную решетку нормально падает монохроматический свет. В таблице приведена зависимость синуса угла ϕ , под которым наблюдается дифракционный максимум второго порядка, от длины волны λ падающего света. Чему равен период дифракционной решётки?

λ , мкм	0,4	0,5	0,6	0,7
$\sin \phi$	0,16	0,20	0,24	0,28

- 1) 5 мкм 2) 0,128 мкм 3) 2,5 мкм 4) 5 нм

A17 Работа выхода для некоторого металла равна 3 эВ. На пластинку из этого металла падает свет. На рисунке показана зависимость силы I фототока от приложенного обратного напряжения U . Энергия фотона светового излучения, падающего на эту пластинку, равна



- 1) 1 эВ 2) 1,5 эВ 3) 5 эВ 4) 6 эВ

A18 Спектр какого типа наблюдается у излучения атомарного водорода?

- 1) линейчатый
2) полосатый
3) сплошной
4) ответ зависит от разрешающей силы используемого спектрографа

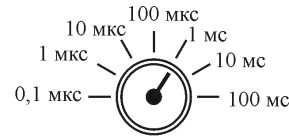
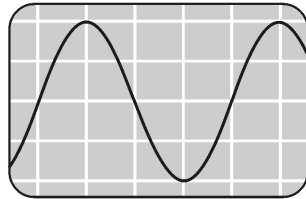
A19 На основании приведённой ниже таблицы можно сделать вывод, что при протекании ядерной реакции ${}^7_3\text{Li} + {}^1_1\text{H} \rightarrow {}^7_4\text{Be} + {}^1_0\text{n}$

Ядро	Масса, а. е. м.
${}^1_1\text{H}$	1,00783
${}^2_1\text{H}$	2,01410
${}^4_2\text{He}$	4,00260
${}^1_0\text{n}$	1,00866

Ядро	Масса, а. е. м.
${}^6_3\text{Li}$	6,01513
${}^7_3\text{Li}$	7,01601
${}^7_4\text{Be}$	7,01693

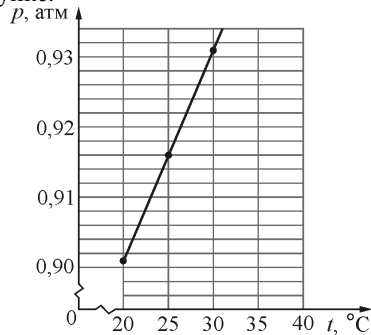
- 1) выделяется энергия, равная $\approx 1,63$ МэВ
2) выделяется энергия, равная $\approx 15,8$ МДж
3) поглощается энергия, равная $\approx 1,63$ МэВ
4) поглощается энергия, равная $\approx 15,8$ МДж

A20 Ученик при помощи осциллографа изучал вынужденные колебания в колебательном контуре, состоящем из последовательно соединенных проволочной катушки, конденсатора и резистора с небольшим сопротивлением. Индуктивность катушки равна 5 мГн. На рисунке показан вид экрана осциллографа при подключении его щупов к выводам конденсатора для случая резонанса. Также на рисунке изображён переключатель осциллографа, который позволяет изменять масштаб изображения вдоль горизонтальной оси: поворачивая этот переключатель, можно устанавливать, какому промежутку времени соответствует одно деление экрана осциллографа. Определите, чему равна ёмкость используемого в колебательном контуре конденсатора?



- 1) 20 мкФ 2) ≈ 64 мФ 3) ≈ 80 мкФ 4) 80 Ф

A21 Один моль идеального одноатомного газа участвует в некотором процессе, изображённом на рисунке.



При увеличении температуры этого газа от 20 °С до 30 °С этим газом

- 1) было получено количество теплоты, равное ≈ 212 Дж
 2) было получено количество теплоты, равное ≈ 125 Дж
 3) было отдано количество теплоты, равное ≈ 166 Дж
 4) было отдано количество теплоты, равное ≈ 83 Дж

Часть 2

При выполнении заданий с кратким ответом (задания В1–В4) необходимо записать ответ в указанном в тексте задания месте.

В1 Маленький шарик массой m находится на краю горизонтальной платформы на высоте 100 м над уровнем Земли. Шарику сообщают начальную скорость, направленную вертикально вверх, модуль которой равен 20 м/с, и отодвигают платформу в сторону, от линии движения шарика. Сопротивление воздуха пренебрежимо мало. Как изменятся следующие физические величины через 5 секунд после начала движения шарика: его кинетическая энергия, его потенциальная энергия, модуль его импульса?

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) кинетическая энергия шарика | 1) увеличится |
| Б) потенциальная энергия шарика | 2) уменьшится |
| В) модуль импульса шарика | 3) не изменится |

Ответ:

А	Б	В

В2 От одного килограмма воды, находящейся в жидком состоянии при температуре 0 °С, отводят количество теплоты 330 кДж. Как в результате этого изменяются следующие физические величины: температура воды, объём воды, внутренняя энергия воды?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА

ЕЁ ИЗМЕНЕНИЕ

- | | |
|----------------------------|-----------------|
| А) температура воды | 1) увеличится |
| Б) объём воды | 2) уменьшится |
| В) внутренняя энергия воды | 3) не изменится |

Ответ:

А	Б	В

В3 Плоский воздушный конденсатор ёмкостью 5,9 пФ имеет две металлические пластины, находящиеся на расстоянии 1,5 см друг от друга. Пластины несут заряды 0,25 нКл и -0,25 нКл.

Установите соответствие между физическими величинами и их значениями в единицах СИ. К каждой позиции из первого столбца подберите соответствующую позицию из второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА	ЗНАЧЕНИЕ ФИЗИЧЕСКОЙ ВЕЛИЧИНЫ В ЕДИНИЦАХ СИ
А) напряжённость поля между пластинами	1) $\approx 3,5 \cdot 10^4$
Б) энергия, запасённая в конденсаторе	2) $\approx 2,8 \cdot 10^3$
	3) $\approx 5,3 \cdot 10^{-9}$
	4) $\approx 2,4 \cdot 10^{-13}$

Ответ:

А	Б

В4 Прямоугольная рамка из N витков одинаковой площадью S вращается с частотой ν вокруг одной из своих сторон в однородном магнитном поле с индукцией B . Линии индукции перпендикулярны оси вращения, сопротивление рамки равно R . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно определить. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ	ФОРМУЛЫ
А) эффективное (действующее) значение ЭДС индукции в рамке	1) $\frac{2\pi^2\nu^2 B^2 N^2 S^2}{R}$
Б) среднее значение выделяющейся в рамке мощности,	2) $\sqrt{2}\pi\nu BNS$
	3) νBNS
	4) $\frac{\nu^2 B^2 N^2 S^2}{2R}$

Ответ:

А	Б

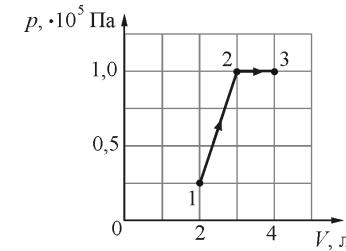
Часть 3

Задания части 3 представляют собой задачи. Рекомендуется провести их предварительное решение на черновике. При выполнении заданий А22–А25 обведите кружком номер выбранного Вами ответа.

А22 Камень бросили под углом к горизонту. Сопротивление воздуха пренебрежимо мало. В верхней точке траектории кинетическая энергия камня равна его потенциальной энергии (относительно поверхности Земли). Под каким углом к горизонту бросили камень?

- 1) 15° 2) 30° 3) 45° 4) 60°

А23 Работа, совершаемая идеальным одноатомным газом при реализации процесса 1–2–3 (см. рисунок), равна



- 1) 162,5 Дж 2) 100 Дж 3) 62,5 Дж 4) 37,5 Дж

А24 Колебательный контур настроен на частоту 97,6 МГц. В конденсатор контура поместили диэлектрик, а в катушку вставили сердечник. В результате этого ёмкость конденсатора изменилась в 2 раза, а индуктивность катушки – в 8 раз. На какую частоту стал в результате настроен колебательный контур?

- 1) 24,4 МГц 2) 1561,6 МГц 3) 390,4 МГц 4) 6,1 МГц

А25 На дифракционную решётку с периодом 1,2 мкм падает по нормали монохроматический свет с длиной волны 380 нм. Каков наибольший порядок дифракционного максимума, который можно получить в данной системе?

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

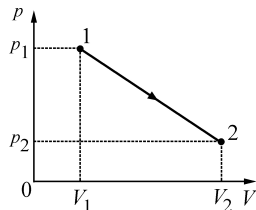
Полное решение задач С1–С6 необходимо записать на отдельном листе. При оформлении решения запишите сначала номер задания (С1, С2 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

- С1** В телепередаче «Разоблачители мифов» проверялось, можно ли при тушении горящего масла водой получить столб огня высотой 9 метров. Оказалось, что при некоторых условиях – можно! Если сильно перегреть масло (например, растительное) на сковороде, поставленной на газовую плиту (обычная жизненная ситуация), то его пары могут воспламениться от газовой горелки, масло в сковороде тоже начинает гореть, и его надо потушить. При попытке тушения масла вылитой на него водой возникает столб огня, который может поджечь весь дом. Опишите, основываясь на известных физических законах и закономерностях, процессы, происходящие при такой попытке его «тушения».

Полное правильное решение каждой из задач С2–С6 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.

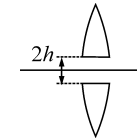
- С2** По горизонтальной плоскости скользит стержень АВ, причём точка О – его середина – обладает в данный момент времени скоростью \vec{V}_O , равной по модулю 3 м/с и направленной вдоль стержня от точки А к точке В. Точка В стержня при этом имеет скорость \vec{V}_B , равную по модулю 5 м/с. Чему равна и как направлена относительно стержня скорость \vec{V}_A точки А в этот момент времени?

- С3** Найдите суммарное количество теплоты ΔQ , полученное и отданное идеальным одноатомным газом в количестве $\nu = 0,1$ моля при его переводе из состояния 1 в состояние 2 при помощи процесса, который изображается на pV -диаграмме прямой линией (см. рис.). Известны следующие параметры начального и конечного состояний газа: $V_1 = 1$ л, $V_2 = 4,16$ л, $p_1 = 4,15 \cdot 10^5$ Па, $T_2 = +227$ °С.



- С4** Для измерения индукции постоянного магнитного поля иногда используют магнитометры с вращающейся катушкой, которая при помощи скользящих контактов присоединена к вольтметру переменного тока. Какой чувствительностью по действующему (эффективному) значению напряжения должен обладать такой вольтметр, имеющий очень большое входное сопротивление, чтобы минимальное значение индукции, которое может зафиксировать такой магнитометр, равнялось $B_{\min} = 1$ мкТл? Катушка вращается равномерно с частотой $\nu = 100$ Гц, состоит из $N = 20$ витков тонкого провода, площадь каждого витка равна $S = 1$ см².

- С5** Из собирающей линзы с фокусным расстоянием $f = 15$ см вырезали центральную часть шириной $2h = 2$ см (см. рис.), а затем симметрично сдвинули оставшиеся части до соприкосновения, изготовив так называемую билинзу. Точечный источник света поместили на расстоянии $a = 20$ см от билинзы на её оси симметрии. На каком расстоянии $2d$ друг от друга находятся изображения, даваемые билинзой?



- С6** Расстояние между двумя точечными монохроматическими когерентными источниками света S_1 и S_2 равно $2d = 1$ мм. Мысленно соединим источники отрезком S_1S_2 и восстановим срединный перпендикуляр к этому отрезку (он пересечет S_1S_2 в точке А). Расположим плоский экран так, чтобы его середина О лежала на указанном срединном перпендикуляре, а сам экран был перпендикулярен отрезку АО (на рисунке экран показан линией со штриховкой). Каков будет период интерференционных полос вблизи точки О, если $|AO| = a = 1$ м, а длина волны света источников равна $\lambda = 600$ нм. Угол ϕ падения интерферирующих лучей на экран можно считать малым, так что $\sin \phi \approx \phi$.

