Диагностическая работа №2
по ФИЗИКЕ

12 апреля 2011 года

11 класс

Вариант № 1

Район _____

Город (населенный пункт) _____

Школа _____

Класс _____

Фамилия _____

Имя _____

Отчество _____

© МИОО, 2011 г.

Инструкция по выполнению работы

Для выполнения экзаменационной работы по физике отводится 4 часа (240 минут). Работа состоит из 3 частей, включающих 35 заданий.

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

Часть 2 содержит 4 задания (В1–В4), в которых ответ необходимо записать в виде набора цифр.

Часть 3 состоит из 6 задач (С1–С6), для которых требуется дать развернутые решения.

При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Внимательно прочитайте каждое задание и предлагаемые варианты ответа, если они имеются. Отвечайте только после того, как вы поняли вопрос и проанализировали все варианты ответа.

Выполняйте задания в том порядке, в котором они даны. Если какое-то задание вызывает у вас затруднение, пропустите его. К пропущенным заданиям можно будет вернуться, если у вас останется время.

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

Желаем успеха!

© МИОО, 2011 г.

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	$g = 10$ м/с^2
гравитационная постоянная	$G = 6{,}7 \cdot 10^{-11}$ Н·м^2/кг^2
универсальная газовая постоянная	$R = 8{,}31$ Дж/(моль·К)
постоянная Больцмана	$k = 1{,}38 \cdot 10^{-23}$ Дж/К
постоянная Авогадро	$N_A = 6 \cdot 10^{23}$ моль$^{-1}$
скорость света в вакууме	$c = 3 \cdot 10^8$ м/с
коэффициент пропорциональности в законе Кулона	$k = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} = 9 \cdot 10^9$ Н·м^2/Кл^2
модуль заряда электрона (элементарный электрический заряд)	$e = 1{,}6 \cdot 10^{-19}$ Кл
постоянная Планка	$h = 6{,}6 \cdot 10^{-34}$ Дж·с

© МИОО, 2011 г.

Соотношение между различными единицами

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

Масса частиц

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

Плотность		подсолнечного масла	900 кг/м^3
воды	1000 кг/м^3	алюминия	2700 кг/м^3
древесины (сосна)	400 кг/м^3	железа	7800 кг/м^3
керосина	800 кг/м^3	ртути	13600 кг/м^3

Удельная теплоемкость

воды	$4{,}2 \cdot 10^3$ Дж/(кг·К)	алюминия	900 Дж/(кг·К)
льда	$2{,}1 \cdot 10^3$ Дж/(кг·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	$2{,}3 \cdot 10^6$ Дж/кг
плавления свинца	$2{,}5 \cdot 10^4$ Дж/кг
плавления льда	$3{,}3 \cdot 10^5$ Дж/кг

© МИОО, 2011 г.

Нормальные условия: давление 10^5 Па, температура 0°C

Молярная масса

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

© МИОО, 2011 г.

Часть 1

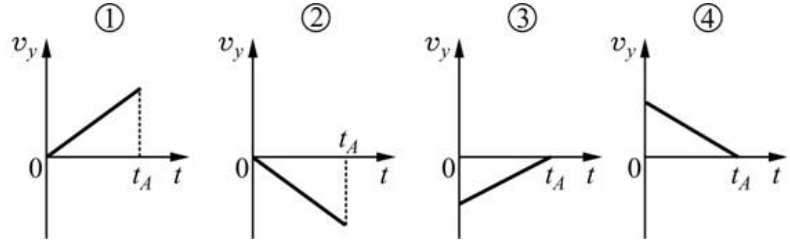
При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого вами задания (А1–А25) поставьте знак «X» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

А1 Материальная точка движется вдоль оси OX. Проекция скорости этой точки на ось OX изменяется по закону $v_x(t) = -10 + 2t$, точка в начальный момент времени имела координату $x = 0$. Зависимость координаты материальной точки от времени имеет вид

1) $x(t) = -10t + t^2$ **2)** $x(t) = 10t - t^2$

3) $x(t) = 2t + 5t^2$ **4)** $x(t) = -10t + 2t^2$

А2 Камень брошен вертикально вверх и достигает наивысшей точки траектории в момент времени t_A. На каком из приведенных графиков правильно показана зависимость проекции скорости камня на ось OY, направленную вертикально вверх, с момента броска до момента времени t_A?



1) 1 **2)** 2 **3)** 3 **4)** 4

А3 Тело, находящееся над поверхностью Земли на высоте, равной радиусу Земли, начнет свободно падать с ускорением, модуль которого

1) равен модулю ускорения свободного падения вблизи поверхности Земли.

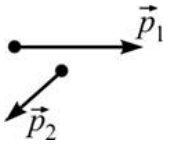
2) больше модуля ускорения свободного падения вблизи поверхности Земли.

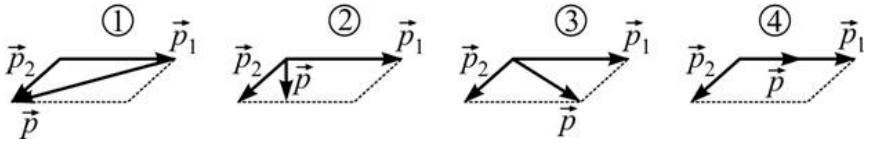
3) меньше модуля ускорения свободного падения вблизи поверхности Земли.

4) равен нулю.

© МИОО, 2011 г.

A4 Система состоит из двух материальных точек, векторы импульсов которых $\vec{p}_1$ и $\vec{p}_2$ изображены на рисунке. На каком из следующих рисунков правильно изображен вектор полного импульса $\vec{p}$ этой системы?





1) 1 **2)** 2 **3)** 3 **4)** 4

A5 С наклонной плоскости соскальзывает брусок. Сила тяжести $m\vec{g}$, действующая на этот брусок

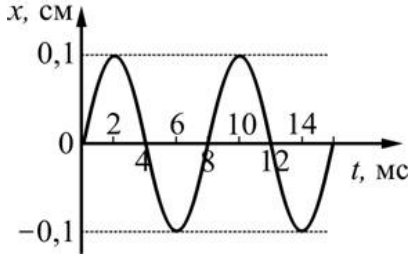
1) совершает положительную работу.

2) совершает отрицательную работу.

3) не совершает работу.

4) может совершать как положительную, так и отрицательную работу.

A6 На рисунке изображен график зависимости от времени координаты тела, совершающего гармонические колебания. Период колебаний этого тела равен



1) 0,1 мс **2)** 4 мс **3)** 8 мс **4)** 0,2 мс

A7 Изменение импульса изначально покоившегося тела массой 2 кг составляет 1 кг·м/с. Изменение кинетической энергии этого тела равно

1) 0,25 Дж **2)** 4 Дж **3)** 1 Дж **4)** 0,5 Дж

© МИОО, 2011 г.

A8 Тепловым движением называется

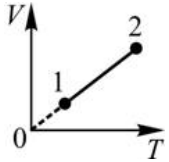
1) хаотическое движение молекул и атомов вещества.

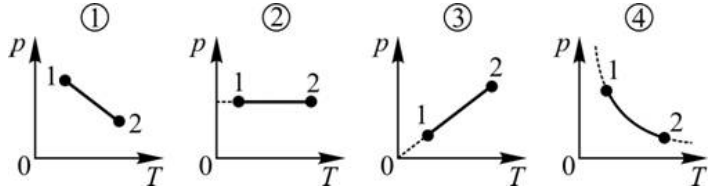
2) движение молекул, при котором происходит изменение температуры вещества.

3) движение молекул, которое возникает при передаче веществу некоторого количества теплоты.

4) направленный поток энергии при теплообмене между телами.

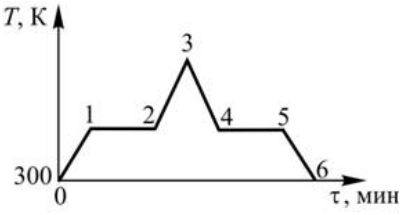
A9 На VT –диаграмме показан процесс изменения состояния идеального газа. На каком из приведенных рисунков этот процесс правильно изображен на pT – диаграмме?





1) 1 **2)** 2 **3)** 3 **4)** 4

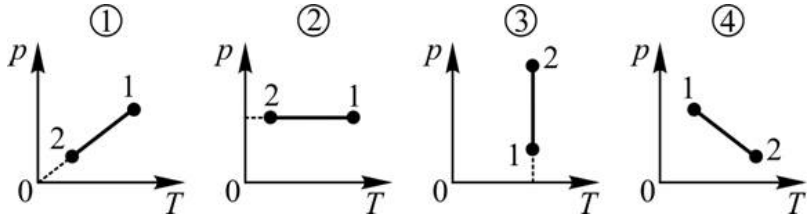
A10 На рисунке изображен график изменения температуры некоторого вещества от времени при его нагревании или охлаждении. В момент времени $\tau = 0$ данное вещество находилось в жидком состоянии. Процессу кипения этого вещества на графике соответствует участок



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

© МИОО, 2011 г.

A11 Идеальный газ находится в сосуде, закрытом подвижным поршнем. На каком из приведенных ниже графиков показан процесс, в котором работа, совершаемая внешними силами над газом, равна количеству теплоты, отданному этим газом?

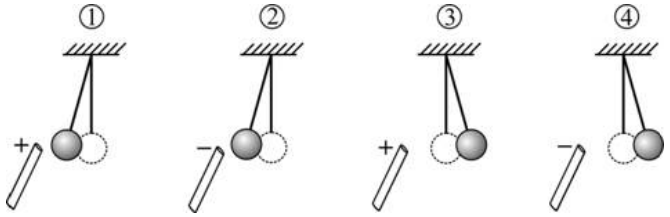


1) 1 **2)** 2 **3)** 3 **4)** 4

A12 Идеальная тепловая машина, КПД которой равен 60%, отдает за один цикл холодильнику количество теплоты 40 кДж. При этом машина совершает работу, равную

1) 24 кДж **2)** 60 кДж **3)** ≈27 кДж **4)** ≈67 кДж

A13 На непроводящей нити подвешен маленький незаряженный металлический шарик. К шарику, не касаясь его, подносят заряженную палочку. На каком из следующих рисунков правильно изображено новое положение этого шарика?

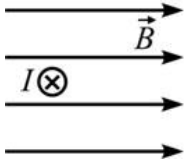


1) 1 **2)** 4 **3)** 1 и 2 **4)** 3 и 4

A14 С помощью трех резисторов сопротивлением 6 Ом каждый можно получить минимальное сопротивление, равное

1) 0,5 Ом **2)** 2 Ом **3)** 3 Ом **4)** 6 Ом

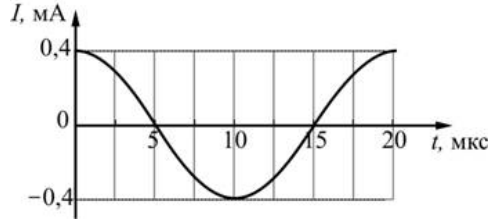
A15 Прямой проводник с током силой I находится в однородном магнитном поле с индукцией $\vec{B}$ (см. рисунок). Сила Ампера, действующая на этот проводник, направлена



1) направо (→) **2)** налево (←) **3)** вниз (↓) **4)** вверх (↑)

© МИОО, 2011 г.

A16 Сила тока I в колебательном контуре изменяется со временем t согласно зависимости, изображенной на рисунке. Модуль разности потенциалов между обкладками конденсатора уменьшается в интервале времени



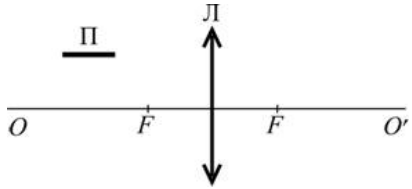
1) от 0 мкс до 5 мкс и от 10 мкс до 15 мкс

2) от 0 мкс до 10 мкс

3) от 10 мкс до 20 мкс

4) от 5 мкс до 10 мкс и от 15 мкс до 20 мкс

A17 Предмет П в виде отрезка расположен параллельно главной оптической оси OO' собирающей линзы Л, фокусное расстояние которой равно F (см. рисунок). Изображение предмета



1) действительное и представляет собой отрезок, параллельный оси OO'.

2) мнимое и представляет собой отрезок, параллельный оси OO'.

3) действительное и представляет собой отрезок, длина которого больше, чем длина предмета.

4) мнимое и представляет собой отрезок, длина которого меньше, чем длина предмета.

A18 Скорость ракеты относительно Земли равна $0,8c$, где c – скорость света в вакууме. Скорость распространения луча прожектора, включенного на этой ракете и направленного вдоль движения ракеты, относительно Земли равна

1) $0,2c$ **2)** $0,4c$ **3)** $0,8c$ **4)** c

© МИОО, 2011 г.

А19 Длина световой волны при ее распространении в стекле с показателем преломления $n = 1{,}5$ равна 400 нм. Волна переходит из стекла в воздух. Чему после этого становится равной частота световой волны?

1) $2{,}5 \cdot 10^{14}$ Гц **2)** $5 \cdot 10^{14}$ Гц

3) $7{,}5 \cdot 10^{14}$ Гц **4)** $11{,}25 \cdot 10^{14}$ Гц

А20 Если энергия фотона равна E, то длина световой волны равна

1) $\frac{E}{hc}$ **2)** $\frac{hc}{E}$ **3)** $\frac{hc}{E^2}$ **4)** $\frac{hE}{c}$

А21 На рисунке приведены спектры излучения смеси нескольких газов X, а также известных газов 1 и 2. Можно утверждать, что смесь газов

1) содержит газ 1, но не содержит газ 2

2) содержит газ 2, но не содержит газ 1

3) содержит и газ 1, и газ 2

4) не содержит ни газа 1, ни газа 2

А22 Ядерные силы притяжения действуют между

1) протонами и электронами.

2) нейтронами и электронами.

3) протонами, нейтронами и электронами.

4) протонами и нейтронами.

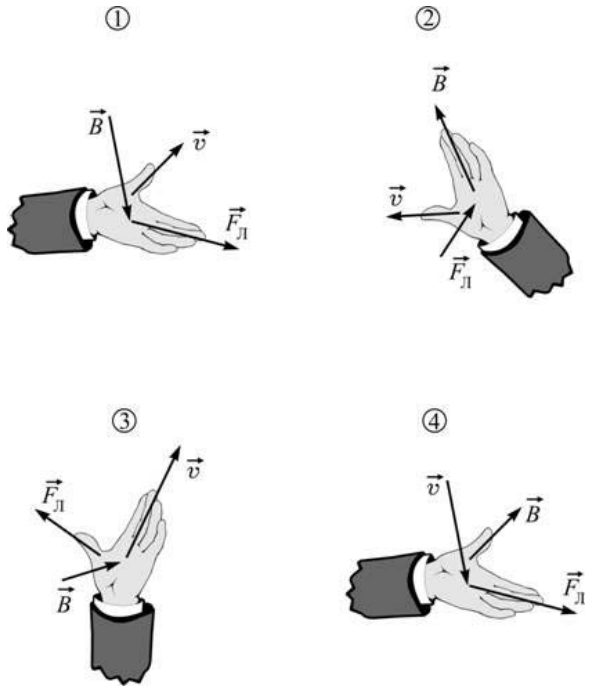
А23 Во сколько раз масса ядра $^{26}_{12}\mathrm{Mg}$ больше массы ядра $^{10}_{5}\mathrm{B}$?

1) в 0,38 раза **2)** в 0,42 раза

3) в 2,4 раза **4)** в 2,6 раза

© МИОО, 2011 г.

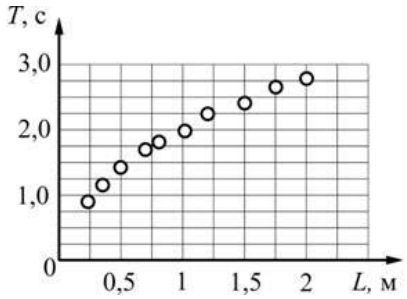
А24 Для определения направления магнитной силы, действующей на точечный положительный заряд, движущийся со скоростью $\vec{v}$ в однородном магнитном поле с индукцией $\vec{B}$, четыре ученика поразному пытались применить правило левой руки. Результат изображен на рисунке. На каком из приведенных рисунков верно использовано это правило?



1) 1 **2)** 2 **3)** 3 **4)** 4

© МИОО, 2011 г.

А25 Для экспериментального определения зависимости периода колебаний T математического маятника от его длины L ученик измерял время, за которое маятник совершал 10 колебаний. Результаты десяти таких измерений он занес в таблицу. Вычислив период колебаний для каждого случая, он построил график зависимости $T(L)$ (см. рисунок).



Какое(-ие) из утверждений соответствует(-ют) результатам эксперимента?

А. С уменьшением длины математического маятника период его колебаний уменьшается.

Б. Период колебаний T маятника прямо пропорционален его длине L.

1) только А

2) только Б

3) и А, и Б

4) ни А, ни Б

© МИОО, 2011 г.

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 пробелов и каких-либо дополнительных символов. Каждую цифру пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами.

В1 Плоский воздушный конденсатор образован двумя пластинами, несущими заряды $+q$ и $-q$ и находящимися на расстоянии d друг от друга. Не изменяя заряда на пластинах конденсатора и площади его пластин, расстояние между пластинами уменьшают в 2 раза. Как изменяются при этом следующие физические величины: емкость конденсатора, модуль разности потенциалов между пластинами конденсатора, модуль напряженности электрического поля внутри конденсатора?

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) емкость конденсатора	**1)** увеличивается
Б) модуль разности потенциалов между пластинами конденсатора	**2)** уменьшается
В) модуль напряженности электрического поля внутри конденсатора	**3)** не изменяется

Ответ:

А	Б	В

© МИОО, 2011 г.

B2 По дуге окружности радиусом R с постоянной скоростью V движется автомобиль. К потолку его кабины на легкой нерастяжимой нити подвешен грузик, который покоится относительно автомобиля. Как изменятся следующие физические величины, если скорость движения автомобиля будет в 2 раза больше: угол отклонения нити от вертикали; модуль действующей на груз силы тяжести; модуль силы натяжения нити?

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 отклонения нити от вертикали	**1)** увеличится
Б) модуль действующей на груз силы тяжести	**2)** уменьшится
В) модуль силы натяжения нити	**3)** не изменится

Ответ:

А	Б	В

© МИОО, 2011 г.

B3 Заряженная частица массой m, несущая положительный заряд q, движется перпендикулярно линиям индукции однородного магнитного поля $\vec{B}$ по окружности радиусом R со скоростью v.

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

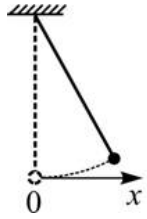
ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ	**ФОРМУЛЫ**
А) модуль магнитной силы, действующей на частицу	**1)** $\frac{v}{RB}$
Б) радиус окружности, по которой движется частица	**2)** $\frac{mv}{qB}$
	3) $\frac{2\pi R}{v}$
	4) qvB

Ответ:

А	Б

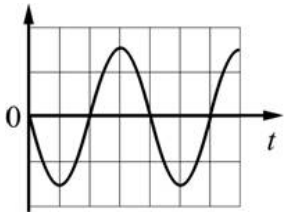
© МИОО, 2011 г.

B4 Маленький шарик, подвешенный на тонкой нерастяжимой нити, выводят из положения равновесия, отклонив в сторону на малый угол, и отпускают без начальной скорости в момент времени $t = 0$. Графики А и Б представляют изменения физических величин, характеризующих колебания шарика, в зависимости от времени t. Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

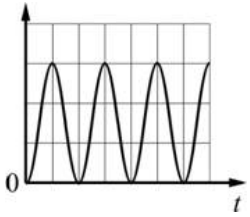


ГРАФИКИ

А)



Б)



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

1) Проекция скорости шарика на ось x

2) Координата шарика

3) Кинетическая энергия шарика

4) Изменение потенциальной энергии шарика относительно его положения равновесия

Ответ:

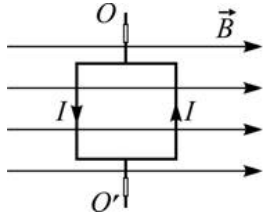
А	Б

© МИОО, 2011 г.

Часть 3

Задания С1–С6 представляют собой задачи, полное решение которых необходимо записать в бланке ответов № 2. Рекомендуется провести предварительное решение на черновике. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (С1 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво. Полное правильное решение каждой из задач С2–С6 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

С1 Медная прямоугольная рамка, по которой протекает постоянный электрический ток силой I, может вращаться вокруг вертикальной оси OO', закрепленной в подшипниках. При вращении рамки на нее со стороны подшипников действуют силы вязкого трения. Опираясь на законы электродинамики и механики, опишите и объясните движение этой рамки после включения однородного магнитного поля с индукцией $\vec{B}$ (см. рисунок).

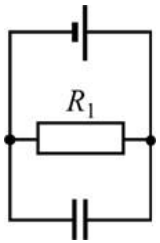


С2 На горизонтальном столе лежит деревянный брусок. Коэффициент трения между поверхностью стола и бруском $\mu = 0{,}1$. Если приложить к бруску силу, направленную вверх под углом $\alpha = 45°$ к горизонту, то брусок будет двигаться по столу равномерно. С каким ускорением будет двигаться этот брусок по столу, если приложить к нему такую же по модулю силу, направленную вверх под углом $\beta = 30°$ к горизонту?

С3 В бутылке объемом $V = 1$ л находится гелий при нормальном атмосферном давлении. Горлышко бутылки площадью $S = 2$ см^2 заткнуто короткой пробкой, имеющей массу $m = 20$ г. Если бутылка лежит горизонтально, то для того, чтобы медленно вытащить из ее горлышка пробку, нужно приложить к пробке горизонтально направленную силу $F = 1$ Н. Бутылку поставили на стол вертикально горлышком вверх. Какое количество теплоты нужно сообщить гелию в бутылке для того, чтобы он выдавил пробку из горлышка?

© МИОО, 2011 г.

C4 В электрической цепи, схема которой изображена на рисунке, сопротивление резистора равно $R_1 = 4$ Ом. После того, как этот резистор заменили на другой, имеющий сопротивление $R_2 = 1$ Ом, модуль напряженности электрического поля между пластинами плоского конденсатора уменьшился в $n = 2$ раза. Найдите внутреннее сопротивление батареи.



C5 Карандаш расположен перпендикулярно главной оптической оси тонкой собирающей линзы. При помощи этой линзы на экране, параллельном плоскости линзы, получено четкое изображение карандаша. Не трогая карандаш и экран, линзу переместили таким образом, что на экране вновь получилось четкое изображение карандаша. При исходном положении линзы длина изображения была равна $H_1 = 4$ см, а при конечном положении линзы длина изображения стала равна $H_2 = 9$ см. Чему равна длина карандаша? Линзу перемещают, не поворачивая, вдоль ее главной оптической оси.

C6 На поверхность водяной капли объемом $V = 1$ мм^3 ежесекундно падает $N = 10^{16}$ фотонов с длиной волны $\lambda = 500$ нм. Все фотоны поглощаются водой. За какое время капля нагреется на $\Delta T = 47$ К?

© МИОО, 2011 г.

Диагностическая работа №2
по ФИЗИКЕ

12 апреля 2011 года

11 класс

Вариант № 2

Район _____

Город (населенный пункт) _____

Школа _____

Класс _____

Фамилия _____

Имя _____

Отчество _____

© МИОО, 2011 г.

Инструкция по выполнению работы

Для выполнения экзаменационной работы по физике отводится 4 часа (240 минут). Работа состоит из 3 частей, включающих 35 заданий.

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

Часть 2 содержит 4 задания (В1–В4), в которых ответ необходимо записать в виде набора цифр.

Часть 3 состоит из 6 задач (С1–С6), для которых требуется дать развернутые решения.

При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Внимательно прочитайте каждое задание и предлагаемые варианты ответа, если они имеются. Отвечайте только после того, как вы поняли вопрос и проанализировали все варианты ответа.

Выполняйте задания в том порядке, в котором они даны. Если какое-то задание вызывает у вас затруднение, пропустите его. К пропущенным заданиям можно будет вернуться, если у вас останется время.

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

Желаем успеха!

© МИОО, 2011 г.

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	$g = 10$ м/с^2
гравитационная постоянная	$G = 6{,}7\cdot10^{-11}$ Н·м^2/кг^2
универсальная газовая постоянная	$R = 8{,}31$ Дж/(моль·К)
постоянная Больцмана	$k = 1{,}38\cdot10^{-23}$ Дж/К
постоянная Авогадро	$N_A = 6\cdot10^{23}$ моль$^{-1}$
скорость света в вакууме	$c = 3\cdot10^8$ м/с
коэффициент пропорциональности в законе Кулона	$k = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} = 9\cdot10^9$ Н·м^2/Кл^2
модуль заряда электрона (элементарный электрический заряд)	$e = 1{,}6\cdot10^{-19}$ Кл
постоянная Планка	$h = 6{,}6\cdot10^{-34}$ Дж·с

© МИОО, 2011 г.

Соотношение между различными единицами

температура	0 К = – 273°С
атомная единица массы	1 а.е.м. = $1{,}66\cdot10^{-27}$ кг
1 атомная единица массы эквивалентна	931,5 МэВ
1 электронвольт	1 эВ = $1{,}6\cdot10^{-19}$ Дж

Масса частиц

электрона	$9{,}1\cdot10^{-31}$ кг ≈ $5{,}5\cdot10^{-4}$ а.е.м.
протона	$1{,}673\cdot10^{-27}$ кг ≈ 1,007 а.е.м.
нейтрона	$1{,}675\cdot10^{-27}$ кг ≈ 1,008 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	13600 кг/м^3

Удельная теплоемкость

воды	$4{,}2\cdot10^3$ Дж/(кг·К)	алюминия	900 Дж/(кг·К)
льда	$2{,}1\cdot10^3$ Дж/(кг·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	$2{,}3\cdot10^6$ Дж/кг
плавления свинца	$2{,}5\cdot10^4$ Дж/кг
плавления льда	$3{,}3\cdot10^5$ Дж/кг

© МИОО, 2011 г.

Нормальные условия: давление 10^5 Па, температура 0°C

Молярная масса

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

© МИОО, 2011 г.

Часть 1

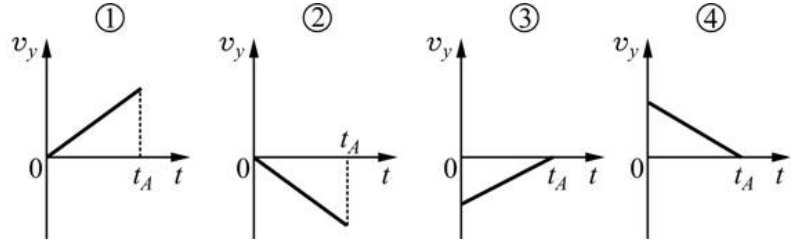
При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого вами задания (А1–А25) поставьте знак «X» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

А1 Материальная точка движется вдоль оси OX. Зависимость координаты этой точки от времени имеет вид: $x(t) = 10 + 5t - 2t^2$. Проекция скорости этой материальной точки на ось OX изменяется со временем по закону

1) $v_x(t) = 5t - 2t^2$ **2)** $v_x(t) = 5 - 4t$

3) $v_x(t) = 10 + 5t$ **4)** $v_x(t) = 5 - 2t$

А2 С некоторой высоты начинает свободно падать камень. Он достигает поверхности Земли в момент времени t_A. На каком из приведенных графиков правильно показана зависимость проекции скорости камня на ось OY, направленную вертикально вверх, с момента начала его движения до момента времени t_A?



1) 1 **2)** 2 **3)** 3 **4)** 4

А3 На околоземной орбитальной станции

1) действующая на космонавта сила тяжести примерно равна силе тяжести, действующей на него на поверхности Земли.

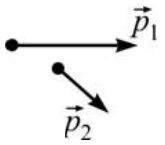
2) действующая на космонавта сила тяжести равна нулю.

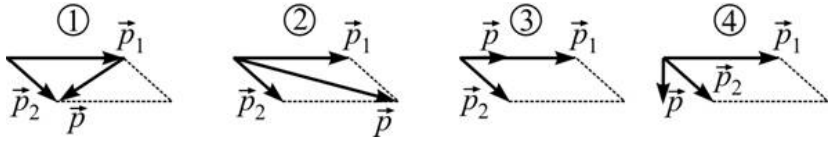
3) вес космонавта примерно равен его весу на поверхности Земли.

4) вес космонавта больше, чем на поверхности Земли.

© МИОО, 2011 г.

A4 Система состоит из двух материальных точек, векторы импульсов которых $\vec{p}_1$ и $\vec{p}_2$ изображены на рисунке. На каком из следующих рисунков правильно изображен вектор полного импульса $\vec{p}$ этой системы?





1) 1 **2)** 2 **3)** 3 **4)** 4

A5 С наклонной плоскости соскальзывает брусок. Сила нормальной реакции опоры $\vec{N}$, действующая на этот брусок

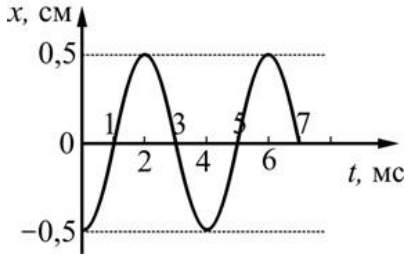
1) совершает положительную работу

2) совершает отрицательную работу

3) не совершает работу

4) может совершать как положительную, так и отрицательную работу

A6 На рисунке изображен график зависимости от времени координаты тела, совершающего гармонические колебания. Амплитуда колебаний этого тела равна



1) 0 см **2)** 0,5 см **3)** 1 см **4)** 4 см

A7 Изменение кинетической энергии изначально покоившегося тела массой 2 кг составляет 4 Дж. Изменение импульса этого тела равно

1) 4 кг·м/с **2)** 2 кг·м/с **3)** 8 кг·м/с **4)** 16 кг·м/с

© МИОО, 2011 г.

A8 Темп хаотического движения броуновских частиц при прочих равных условиях в среднем

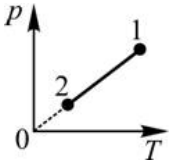
1) не изменяется ни с течением времени, ни при нагревании.

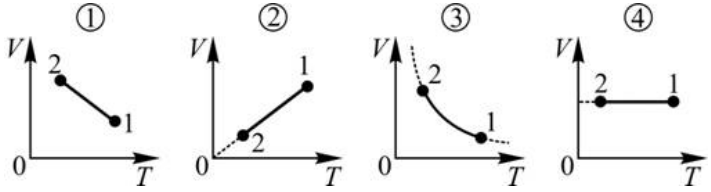
2) увеличивается с течением времени и при нагревании.

3) с течением времени не изменяется, а при нагревании увеличивается.

4) с течением времени увеличивается, а при нагревании не изменяется.

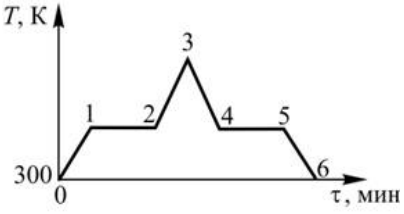
A9 На pT – диаграмме показан процесс изменения состояния идеального газа. На каком из приведенных рисунков этот процесс правильно изображен на VT – диаграмме?





1) 1 **2)** 2 **3)** 3 **4)** 4

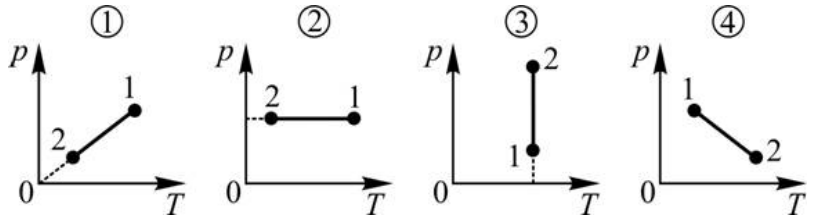
A10 На рисунке изображен график изменения температуры некоторого вещества от времени при его нагревании или охлаждении. В момент времени $\tau = 0$ данное вещество находилось в твердом состоянии. Процессу кристаллизации этого вещества на графике соответствует участок



1) 1-2 и 4-5 **2)** 2-3-4 **3)** 1-2 **4)** 4-5

© МИОО, 2011 г.

А11 Идеальный газ находится в сосуде, закрытом подвижным поршнем. На каком из приведенных ниже графиков показан процесс, в котором изменение внутренней энергии газа равно количеству теплоты, отданному этим газом?

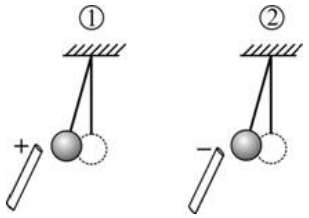


1) 1 **2)** 2 **3)** 3 **4)** 4

А12 Идеальная тепловая машина, КПД которой равен 80%, за один цикл совершает работу 50 кДж. При этом машина отдает холодильнику количество теплоты, равное

1) 12500 Дж **2)** 40000 Дж **3)** 62500 Дж **4)** 200000 Дж

А13 К маленькому металлическому шарику, подвешенному на непроводящей нити, подносят сначала положительно заряженную палочку, а затем – отрицательно заряженную палочку, не касаясь шарика. Согласно изменению положения шарика (см. рисунок) можно утверждать, что



1) шарик заряжен положительно.

2) шарик заряжен отрицательно.

3) шарик не заряжен.

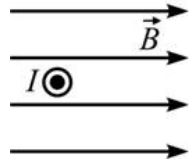
4) шарик при проведении этого эксперимента изменяет свой заряд.

А14 С помощью трех резисторов сопротивлением 6 Ом каждый можно получить максимальное сопротивление, равное

1) 6 Ом **2)** 12 Ом **3)** 18 Ом **4)** 216 Ом

© МИОО, 2011 г.

А15 Прямой проводник с током силой I находится в однородном магнитном поле с индукцией $\vec{B}$ (см. рисунок). Сила Ампера, действующая на этот проводник, направлена



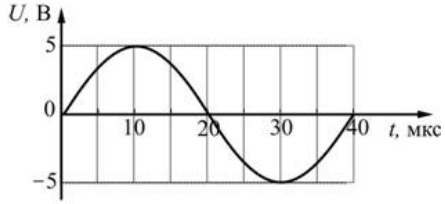
1) вверх (↑)

2) вниз (↓)

3) перпендикулярно плоскости рисунка «на нас» (⊙)

4) перпендикулярно плоскости рисунка «от нас» (⊗)

А16 Напряжение U между обкладками конденсатора в колебательном контуре изменяется со временем t согласно зависимости, изображенной на рисунке. Сила тока (по модулю) в этом контуре увеличивается от нулевого до максимального значения в интервале времени



1) от 10 мкс до 30 мкс

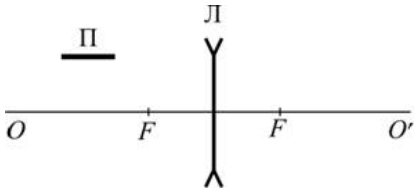
2) от 10 мкс до 20 мкс и от 30 мкс до 40 мкс

3) от 20 мкс до 40 мкс

4) от 0 мкс до 10 мкс и от 20 мкс до 30 мкс

© МИОО, 2011 г.

А17 Предмет П в виде отрезка расположен параллельно главной оптической оси OO' рассеивающей линзы Л, фокусное расстояние которой равно F (см. рисунок). Изображение предмета



1) действительное и представляет собой отрезок, параллельный оси OO'.

2) мнимое и представляет собой отрезок, параллельный оси OO'.

3) действительное и представляет собой отрезок, длина которого больше, чем длина предмета.

4) мнимое и представляет собой отрезок, длина которого меньше, чем длина предмета.

А18 Скорость ракеты относительно Земли равна $0,8c$, где c – скорость света в вакууме. Скорость распространения луча прожектора, включенного на этой ракете и направленного против движения ракеты, относительно Земли равна

1) $0,2c$ **2)** $0,4c$ **3)** $0,8c$ **4)** c

А19 Световая волна с частотой $4,286 \cdot 10^{14}$ Гц переходит из воздуха в воду с показателем преломления $n = 1{,}4$. Чему после этого становится равна длина световой волны?

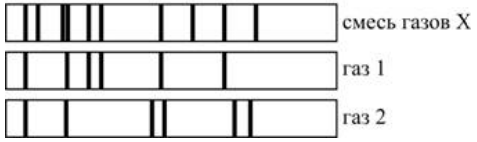
1) 500 нм **2)** 700 нм **3)** 980 нм **4)** 1100 нм

А20 Если частота световой волны равна ν, то импульс фотона равен

1) $\frac{h}{\nu c^2}$ **2)** $\frac{h\nu}{c^2}$ **3)** $\frac{hc}{\nu}$ **4)** $\frac{h\nu}{c}$

© МИОО, 2011 г.

А21 На рисунке приведены спектры поглощения смеси нескольких газов X, а также известных газов 1 и 2. Можно утверждать, что смесь газов



1) содержит газ 1, но не содержит газ 2

2) содержит газ 2, но не содержит газ 1

3) содержит и газ 1, и газ 2

4) не содержит ни газа 1, ни газа 2

А22 При β-распаде из ядра вылетает электрон. При этом в ядре сохраняется

1) число протонов

2) число нейтронов

3) суммарное число протонов и нейтронов

4) ни одно из указанных чисел не сохраняется

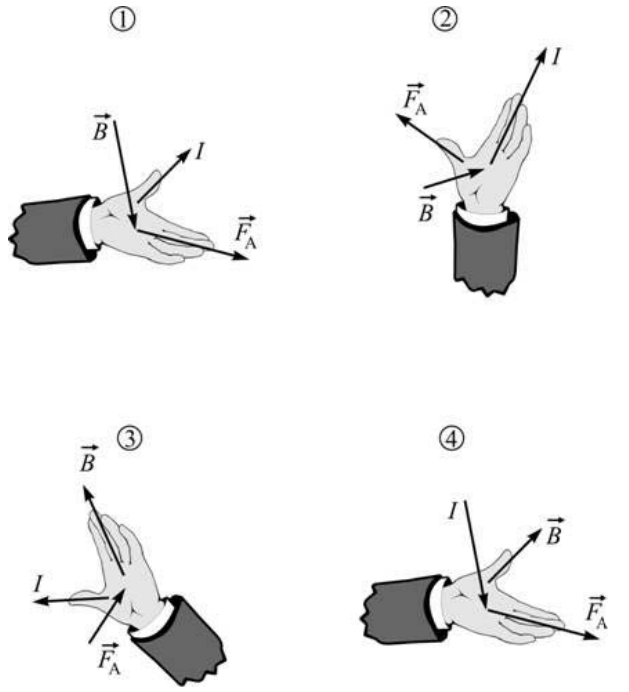
А23 Во сколько раз масса ядра $^{15}_{8}\mathrm{O}$ больше массы ядра $^{12}_{6}\mathrm{C}$?

1) в 1,33 раза **2)** в 1,25 раза

3) в 0,8 раза **4)** в 0,75 раза

© МИОО, 2011 г.

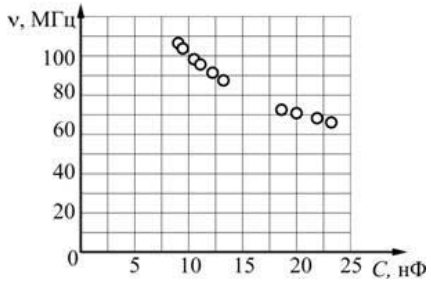
А24 Для определения направления магнитной силы, действующей на прямолинейный проводник с током силой I, помещенный в однородное магнитное поле с индукцией $\vec{B}$, четыре ученика по-разному пытались применить правило левой руки. Результат изображен на рисунке. На каком из приведенных рисунков верно использовано это правило?



1) 1 **2)** 2 **3)** 3 **4)** 4

© МИОО, 2011 г.

А25 Для экспериментального изучения электромагнитных колебаний школьник собирал колебательный контур из единственной имеющейся у него катушки индуктивности, подсоединяя к ней конденсаторы таких емкостей, чтобы колебательный контур оказывался настроенным на частоты его любимых радиостанций. В результате у школьника получилась следующая зависимость частоты электромагнитных колебаний в контуре от значения емкости конденсатора:



Какое(-ие) вывод(-ы) мог сделать школьник на основании этого графика?

А. Увеличение емкости конденсатора приводит к уменьшению частоты и увеличению периода электромагнитных колебаний в контуре.
Б. Частота электромагнитных колебаний в контуре линейно зависит от емкости конденсатора.

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

© МИОО, 2011 г.

Часть 2

Ответом к заданиям этой части (B1–B4) 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 пробелов и каких-либо дополнительных символов. Каждую цифру пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами.

B1 Плоский воздушный конденсатор образован двумя пластинами, несущими заряды $+q$ и $-q$ и находящимися на расстоянии d друг от друга. Не изменяя заряда на пластинах конденсатора и расстояния между пластинами, площадь его обкладок увеличивают в 2 раза.

Как изменяются при этом следующие физические величины: емкость конденсатора, модуль разности потенциалов между пластинами конденсатора, модуль напряженности электрического поля внутри конденсатора?

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) емкость конденсатора	**1)** увеличивается
Б) модуль разности потенциалов между пластинами конденсатора	**2)** уменьшается
В) модуль напряженности электрического поля внутри конденсатора	**3)** не изменяется

Ответ:

А	Б	В

© МИОО, 2011 г.

B2 По дуге окружности радиусом R с постоянной скоростью V движется автомобиль. К потолку его кабины на легкой нерастяжимой нити подвешен грузик, который покоится относительно автомобиля. Как изменятся следующие физические величины, если радиус дуги окружности, по которой движется автомобиль, будет в 2 раза больше: угол отклонения нити от вертикали; модуль действующей на груз силы тяжести; модуль силы натяжения нити?

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 отклонения нити от вертикали	**1)** увеличивается
Б) модуль действующей на груз силы тяжести	**2)** уменьшается
В) модуль силы натяжения нити	**3)** не изменяется

Ответ:

А	Б	В

© МИОО, 2011 г.

B3 Заряженная частица массой m, несущая положительный заряд q, движется перпендикулярно линиям индукции однородного магнитного поля $\vec{B}$ по окружности радиусом R со скоростью v. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

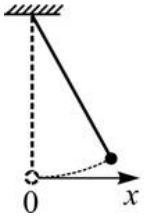
ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ	ФОРМУЛЫ
А) модуль ускорения частицы	**1)** $\frac{qvB}{m}$
Б) период обращения частицы	**2)** $\frac{2\pi R}{qvB}$
	3) $\frac{2\pi m}{qB}$
	4) qvB

Ответ:

А	Б

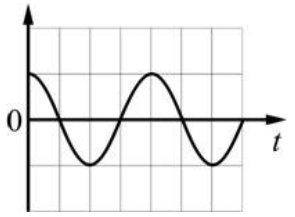
© МИОО, 2011 г.

B4 Маленький шарик, подвешенный на тонкой нерастяжимой нити, выводят из положения равновесия, отклонив в сторону на малый угол, и отпускают без начальной скорости в момент времени $t = 0$. Графики А и Б представляют изменения физических величин, характеризующих колебания шарика, в зависимости от времени t. Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

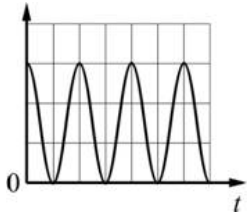


ГРАФИКИ

А)



Б)



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

1) Проекция скорости шарика на ось x

2) Координата шарика

3) Кинетическая энергия шарика

4) Изменение потенциальной энергии шарика относительно его положения равновесия

Ответ:

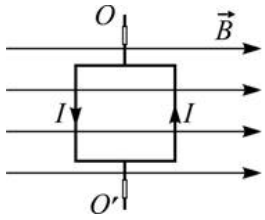
А	Б

© МИОО, 2011 г.

Часть 3

Задания С1–С6 представляют собой задачи, полное решение которых необходимо записать в бланке ответов № 2. Рекомендуется провести предварительное решение на черновике. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (С1 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво. Полное правильное решение каждой из задач С2–С6 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

С1 Медная прямоугольная рамка, по которой протекает постоянный электрический ток силой I, может вращаться вокруг вертикальной оси OO', закрепленной в подшипниках. При вращении рамки на нее со стороны подшипников действуют силы вязкого трения. Опираясь на законы электродинамики и механики, опишите и объясните движение этой рамки после включения однородного магнитного поля с индукцией $\vec{B}$ (см. рисунок).

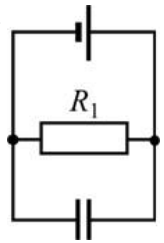


С2 На горизонтальном столе лежит деревянный брусок. Коэффициент трения между поверхностью стола и бруском $\mu = 0{,}1$. Если приложить к бруску силу, направленную вверх под углом $\alpha = 45°$ к горизонту, то брусок будет двигаться по столу равномерно. С каким ускорением будет двигаться этот брусок по столу, если приложить к нему такую же по модулю силу, направленную вверх под углом $\beta = 30°$ к горизонту?

С3 В бутылке объемом $V = 1$ л находится гелий при нормальном атмосферном давлении. Горлышко бутылки площадью $S = 2\ \text{см}^2$ заткнуто короткой пробкой, имеющей массу $m = 20$ г. Если бутылка лежит горизонтально, то для того, чтобы медленно вытащить из ее горлышка пробку, нужно приложить к пробке горизонтально направленную силу $F = 1$ Н. Бутылку поставили на стол вертикально горлышком вверх. Какое количество теплоты нужно сообщить гелию в бутылке для того, чтобы он выдавил пробку из горлышка?

© МИОО, 2011 г.

С4 В электрической цепи, схема которой изображена на рисунке, сопротивление резистора равно $R_1 = 4$ Ом. После того, как этот резистор заменили на другой, имеющий сопротивление $R_2 = 1$ Ом, модуль напряженности электрического поля между пластинами плоского конденсатора уменьшился в $n = 2$ раза. Найдите внутреннее сопротивление батареи.



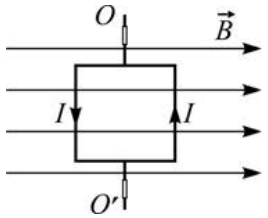
С5 Карандаш расположен перпендикулярно главной оптической оси тонкой собирающей линзы. При помощи этой линзы на экране, параллельном плоскости линзы, получено четкое изображение карандаша. Не трогая карандаш и экран, линзу переместили таким образом, что на экране вновь получилось четкое изображение карандаша. При исходном положении линзы длина изображения была равна $H_1 = 4$ см, а при конечном положении линзы длина изображения стала равна $H_2 = 9$ см. Чему равна длина карандаша? Линзу перемещают, не поворачивая, вдоль ее главной оптической оси.

С6 На поверхность водяной капли объемом $V = 1\ \text{мм}^3$ ежесекундно падает $N = 10^{16}$ фотонов с длиной волны $\lambda = 500$ нм. Все фотоны поглощаются водой. За какое время капля нагреется на $\Delta T = 47$ К?

© МИОО, 2011 г.

Критерии оценивания заданий с развёрнутым ответом

С1 Медная прямоугольная рамка, по которой протекает постоянный электрический ток силой I, может вращаться вокруг вертикальной оси OO', закрепленной в подшипниках. При вращении рамки на нее со стороны подшипников действуют силы вязкого трения. Опираясь на законы электродинамики и механики, опишите и объясните движение этой рамки после включения однородного магнитного поля с индукцией $\vec{B}$ (см. рисунок).



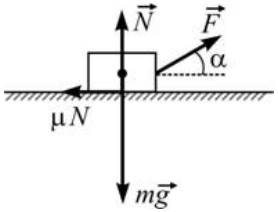
Решение: В однородном магнитном поле на правую и левую стороны рамки начнут действовать равные по модулю, но противоположно направленные силы Ампера. Сила, действующая на правую сторону рамки, будет направлена перпендикулярно плоскости рисунка "от нас"; сила, действующая на левую сторону рамки, будет направлена перпендикулярно плоскости рисунка "на нас". На верхнюю и нижнюю стороны рамки магнитные силы действовать не будут. Силы, действующие на правую и левую стороны рамки, будут поворачивать рамку, стремясь установить ее плоскость перпендикулярно линиям индукции магнитного поля. Поворачиваясь под действием этих сил, рамка будет разгоняться, и поэтому, повернувшись на угол 90°, она будет обладать некоторой скоростью. По этой причине рамка не остановится, а по инерции продолжит вращаться в том же направлении. Но теперь силы Ампера будут замедлять вращение рамки и она, в конце концов, остановится и под действием сил Ампера начнет вращаться в обратном направлении. Таким образом, возникнут колебания рамки. Из-за действия сил вязкого трения эти колебания будут постепенно затухать. В итоге, когда они окончательно затухнут, рамка окажется в положении устойчивого равновесия, при котором плоскость рамки будет перпендикулярна вектору $\vec{B}$.

© МИОО, 2011 г.

Указания по оцениванию	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ (в данном случае – *указано, что будут происходить затухающие колебания рамки, в результате которых она остановится в положении устойчивого равновесия, при котором плоскость рамки будет перпендикулярна вектору $\vec{B}$)*, и полное верное объяснение с указанием наблюдаемых явлений (в данном случае – указано, *что силы Ампера, действующие на рамку, стремятся повернуть ее в состояние устойчивого равновесия, что из-за явления инерции возникнут колебания рамки, которые из-за действия сил трения затухнут*).	3
Приведено решение и дан верный ответ, но имеется один из следующих недостатков: – в объяснении содержатся лишь общие рассуждения без привязки к конкретной ситуации задачи, хотя указаны все необходимые физические явления и законы; ИЛИ – рассуждения, приводящие к ответу, представлены не в полном объеме или в них содержатся логические недочеты; ИЛИ – указаны не все физические явления и законы, необходимые для полного правильного решения.	2
Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев: – приведены рассуждения с указанием на физические явления и законы, но дан неверный или неполный ответ; ИЛИ – приведены рассуждения с указанием на физические явления и законы, но ответ не дан; ИЛИ – представлен только правильный ответ без обоснований.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.	0
Максимальный балл	3

© МИОО, 2011 г.

C2 На горизонтальном столе лежит деревянный брусок. Коэффициент трения между поверхностью стола и бруском $\mu = 0{,}1$. Если приложить к бруску силу, направленную вверх под углом $\alpha = 45°$ к горизонту, то брусок будет двигаться по столу равномерно. С каким ускорением будет двигаться этот брусок по столу, если приложить к нему такую же по модулю силу, направленную вверх под углом $\beta = 30°$ к горизонту?



Решение: Обозначим массу бруска m, а модуль прикладываемой к нему силы F. На брусок при его движении, помимо силы $\vec{F}$, действуют сила тяжести $m\vec{g}$, сила реакции опоры $\vec{N}$ и сила сухого трения μN. Запишем второй закон Ньютона, спроецировав все действующие на брусок силы на направление движения бруска и на нормаль к столу. При равномерном движении бруска получаем:

$$F\cos\alpha = \mu N, \qquad mg = F\sin\alpha + N.$$

Отсюда находим: $N = mg - F\sin\alpha$ и $F = \dfrac{\mu mg}{\cos\alpha + \mu\sin\alpha}$.

При равноускоренном движении бруска система уравнений имеет следующий вид:

$$ma = F\cos\beta - \mu N_1, \qquad mg = F\sin\beta + N_1,$$

где N_1 – модуль силы реакции стола во втором случае. Из этих уравнений имеем:

$$N_1 = mg - F\sin\beta \text{ и } a = \frac{F(\cos\beta + \mu\sin\beta)}{m} - \mu g.$$

Подставляя сюда выражение для F, найдем:

$$a = \frac{\mu g(\cos\beta + \mu\sin\beta)}{\cos\alpha + \mu\sin\alpha} - \mu g = \mu g\left(\frac{\cos\beta + \mu\sin\beta}{\cos\alpha + \mu\sin\alpha} - 1\right).$$

Подставляя числовые данные и проверяя размерность, окончательно получим: $a \approx 0,18$ м/с^2.

Ответ: $a = \mu g\left(\dfrac{\cos\beta + \mu\sin\beta}{\cos\alpha + \mu\sin\alpha} - 1\right) \approx 0,18$ м/с^2.

© МИОО, 2011 г.

Указания по оцениванию	**Баллы**
Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы: 1) правильно сделан чертеж и записаны формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном решении – *записан второй закон Ньютона в проекциях на вертикальную и горизонтальную оси для обоих случаев движения доски, применен закон Амонтона-Кулона для определения модуля силы трения скольжения*); 2) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу, и представлен ответ; при этом допускается решение «по частям» (с промежуточными вычислениями).	3
Приведено решение и дан верный ответ, но имеется один из следующих недостатков: – в объяснении содержатся лишь общие рассуждения без привязки к конкретной ситуации задачи, хотя указаны все необходимые физические явления и законы; ИЛИ – рассуждения, приводящие к ответу, представлены не в полном объеме или в них содержатся логические недочеты; ИЛИ – указаны не все физические явления и законы, необходимые для полного правильного решения.	2
Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев: – приведены рассуждения с указанием на физические явления и законы, но дан неверный или неполный ответ; ИЛИ – приведены рассуждения с указанием на физические явления и законы, но ответ не дан; ИЛИ – представлен только правильный ответ без обоснований.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.	0
Максимальный балл	3

© МИОО, 2011 г.

С3 В бутылке объемом $V = 1$ л находится гелий при нормальном атмосферном давлении. Горлышко бутылки площадью $S = 2\,\text{см}^2$ заткнуто короткой пробкой, имеющей массу $m = 20$ г. Если бутылка лежит горизонтально, то для того, чтобы медленно вытащить из ее горлышка пробку, нужно приложить к пробке горизонтально направленную силу $F = 1$ Н. Бутылку поставили на стол вертикально горлышком вверх. Какое количество теплоты нужно сообщить гелию в бутылке для того, чтобы он выдавил пробку из горлышка?

Решение: Пусть в результате сообщения теплоты гелий в бутылке нагрелся, и его давление повысилось до величины p. Так как нагревание происходит при постоянном объеме, то, в соответствии с первым законом термодинамики, сообщенное гелию количество теплоты равно приращению его внутренней энергии: $\Delta Q = \Delta U = \frac{3}{2}V(p - p_0)$, где p_0 – нормальное атмосферное давление. Из второго закона Ньютона следует, что для выдавливания пробки из горлышка необходимо, чтобы сумма действующих на пробку в вертикальном направлении сил стала равна по модулю величине F, то есть $pS - p_0S - mg = F$. Отсюда

$$p - p_0 = \frac{F + mg}{S} \text{ и } \Delta Q = \frac{3}{2}V(p - p_0) = \frac{3V(F + mg)}{2S}.$$

Подставляя числовые данные и проверяя размерность, окончательно получим: $\Delta Q = 9$ Дж.

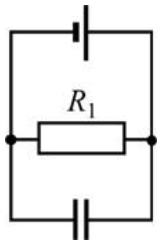
Ответ: $\Delta Q = \frac{3V(F + mg)}{2S} = 9$ Дж.

© МИОО, 2011 г.

Указания по оцениванию	**Баллы**
Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы: 1) правильно записаны формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном решении – *первый закон термодинамики, второй закон Ньютона*); 2) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу, и представлен ответ; при этом допускается решение «по частям» (с промежуточными вычислениями).	3
Приведено решение и дан верный ответ, но имеется один из следующих недостатков: – в объяснении содержатся лишь общие рассуждения без привязки к конкретной ситуации задачи, хотя указаны все необходимые физические явления и законы; ИЛИ – рассуждения, приводящие к ответу, представлены не в полном объеме или в них содержатся логические недочеты; ИЛИ – указаны не все физические явления и законы, необходимые для полного правильного решения.	2
Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев: – приведены рассуждения с указанием на физические явления и законы, но дан неверный или неполный ответ; ИЛИ – приведены рассуждения с указанием на физические явления и законы, но ответ не дан; ИЛИ – представлен только правильный ответ без обоснований.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.	0
Максимальный балл	3

© МИОО, 2011 г.

C4 В электрической цепи, схема которой изображена на рисунке, сопротивление резистора равно $R_1 = 4$ Ом. После того, как этот резистор заменили на другой, имеющий сопротивление $R_2 = 1$ Ом, модуль напряженности электрического поля между пластинами плоского конденсатора уменьшился в $n = 2$ раза. Найдите внутреннее сопротивление батареи.



Решение: В соответствии с законом Ома для полной цепи сила тока, текущего в цепи, равна $I_1 = \dfrac{\mathcal{E}}{r + R_1}$, где $\mathcal{E}$ и r – ЭДС и внутреннее сопротивление батареи. По закону Ома для участка цепи напряжение на резисторе R_1 равно $U_1 = I_1 R_1 = \dfrac{\mathcal{E} R_1}{r + R_1}$. Так как конденсатор подключен параллельно резистору, то напряжение между его пластинами также равно U_1. Модуль напряженности электрического поля между пластинами плоского конденсатора равен $E_1 = \dfrac{U_1}{d} = \dfrac{\mathcal{E} R_1}{d(r + R_1)}$, где d – расстояние между пластинами конденсатора.

Аналогичные рассуждения можно провести и для случая, когда в цепь вместо резистора R_1 включен резистор R_2. При этом для модуля напряженности электрического поля между пластинами конденсатора получится аналогичное выражение: $E_2 = \dfrac{\mathcal{E} R_2}{d(r + R_2)}$. Так как по условию задачи $E_1 = nE_2$, то получаем уравнение: $\dfrac{R_1}{r + R_1} = \dfrac{nR_2}{r + R_2}$. Отсюда $r = \dfrac{R_1 R_2 (n - 1)}{R_1 - nR_2}$.

Подставляя числовые данные и проверяя размерность, окончательно получим: $r = 2$ Ом.

Ответ: $r = \dfrac{R_1 R_2 (n - 1)}{R_1 - nR_2} = 2$ Ом.

© МИОО, 2011 г.

Указания по оцениванию	**Баллы**
Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы: 1) правильно записаны формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном решении – *закон Ома для полной цепи, закон Ома для участка цепи, связь между модулем напряженности электрического поля и напряжением между пластинами плоского конденсатора*); 2) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу, и представлен ответ; при этом допускается решение «по частям» (с промежуточными вычислениями).	3
Приведено решение и дан верный ответ, но имеется один из следующих недостатков: – в объяснении содержатся лишь общие рассуждения без привязки к конкретной ситуации задачи, хотя указаны все необходимые физические явления и законы; ИЛИ – рассуждения, приводящие к ответу, представлены не в полном объеме или в них содержатся логические недочеты; ИЛИ – указаны не все физические явления и законы, необходимые для полного правильного решения.	2
Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев: – приведены рассуждения с указанием на физические явления и законы, но дан неверный или неполный ответ; ИЛИ – приведены рассуждения с указанием на физические явления и законы, но ответ не дан; ИЛИ – представлен только правильный ответ без обоснований.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.	0
Максимальный балл	3

© МИОО, 2011 г.

С5 Карандаш расположен перпендикулярно главной оптической оси тонкой собирающей линзы. При помощи этой линзы на экране, параллельном плоскости линзы, получено четкое изображение карандаша. Не трогая карандаш и экран, линзу переместили таким образом, что на экране вновь получилось четкое изображение карандаша. При исходном положении линзы длина изображения была равна $H_1 = 4$ см, а при конечном положении линзы длина изображения стала равна $H_2 = 9$ см. Чему равна длина карандаша? Линзу перемещают, не поворачивая, вдоль ее главной оптической оси.

Решение: Пусть в исходном положении карандаш находился на расстоянии a_1 от линзы, а экран – на расстоянии b_1 от нее. После перемещения линзы расстояния от карандаша до линзы и от экрана до линзы стали равны a_2 и b_2, соответственно. Применим формулу тонкой линзы для начального и для конечного положения линзы:

$$\frac{1}{a_1} + \frac{1}{b_1} = \frac{1}{F}, \qquad \frac{1}{a_2} + \frac{1}{b_2} = \frac{1}{F}.$$

Здесь F – фокусное расстояние линзы.

Так как расстояние между карандашом и экраном не изменяется, то $a_1 + b_1 = a_2 + b_2$. Кроме того, связь между размером предмета и размером его изображения, даваемого тонкой собирающей линзой, дается формулами: $\frac{H_1}{h} = \frac{b_1}{a_1}$ и $\frac{H_2}{h} = \frac{b_2}{a_2}$, где h – искомая длина карандаш.

Выразим величины a_1 и a_2 через h: $a_1 = \frac{hb_1}{H_1}$ и $a_2 = \frac{hb_2}{H_2}$. Тогда остальные уравнения можно переписать в виде: $\frac{H_1}{hb_1} + \frac{1}{b_1} = \frac{H_2}{hb_2} + \frac{1}{b_2}$ и $\frac{hb_1}{H_1} + b_1 = \frac{hb_2}{H_2} + b_2$. Исключая из них отношение b_1 / b_2, получим: $h = \sqrt{H_1 H_2}$.

Подставляя числовые значения и проверяя размерность, найдем окончательный ответ: $h = \sqrt{H_1 H_2} = 6$ см.

Ответ: $h = \sqrt{H_1 H_2} = 6$ см.

© МИОО, 2011 г.

Указания по оцениванию	**Баллы**
Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы: 1) правильно записаны формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном решении – *формула тонкой линзы для двух положений линзы, формула для связи между размерами предмета и изображения*); 2) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу, и представлен ответ; при этом допускается решение «по частям» (с промежуточными вычислениями).	3
Приведено решение и дан верный ответ, но имеется один из следующих недостатков: – в объяснении содержатся лишь общие рассуждения без привязки к конкретной ситуации задачи, хотя указаны все необходимые физические явления и законы; ИЛИ – рассуждения, приводящие к ответу, представлены не в полном объеме или в них содержатся логические недочеты; ИЛИ – указаны не все физические явления и законы, необходимые для полного правильного решения.	2
Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев: – приведены рассуждения с указанием на физические явления и законы, но дан неверный или неполный ответ; ИЛИ – приведены рассуждения с указанием на физические явления и законы, но ответ не дан; ИЛИ – представлен только правильный ответ без обоснований.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.	0
Максимальный балл	3

© МИОО, 2011 г.

С6 На поверхность водяной капли объемом $V = 1$ мм^3 ежесекундно падает $N = 10^{16}$ фотонов с длиной волны $\lambda = 500$ нм. Все фотоны поглощаются водой. За какое время капля нагреется на $\Delta T = 47$ К?

Решение: Так как вся энергия фотонов идет на нагревание воды, то из уравнения теплового баланса получим: $Cm\Delta T = NEt$, где C – удельная теплоемкость воды, m – масса капли, E – энергия одного фотона, t – искомое время. Для энергии фотона имеем: $E = h\nu$. Учитывая, что частота световой волны связана с ее длиной формулой $\nu = \frac{c}{\lambda}$, и что $m = \rho V$, где ρ – плотность воды, получим: $C\rho V\Delta T = N\frac{hc}{\lambda}t$. Отсюда $t = \frac{C\rho V\lambda\Delta T}{Nhc}$. Подставляя числовые значения и проверяя размерность, получим: $t \approx 59,8$ с ≈ 1 мин.

Ответ: $t = \frac{C\rho V\lambda\Delta T}{Nhc} \approx 59,8$ с ≈ 1 мин.

© МИОО, 2011 г.

Указания по оцениванию	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы: 1) правильно записаны формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном решении – *уравнение теплового баланса, выражение для энергии фотона, связь частоты световой волны с ее длиной, связь массы с плотностью и объемом*); 2) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу, и представлен ответ; при этом допускается решение «по частям» (с промежуточными вычислениями).	3
Приведено решение и дан верный ответ, но имеется один из следующих недостатков: – в объяснении содержатся лишь общие рассуждения без привязки к конкретной ситуации задачи, хотя указаны все необходимые физические явления и законы; ИЛИ – рассуждения, приводящие к ответу, представлены не в полном объеме или в них содержатся логические недочеты; ИЛИ – указаны не все физические явления и законы, необходимые для полного правильного решения.	2
Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев: – приведены рассуждения с указанием на физические явления и законы, но дан неверный или неполный ответ; ИЛИ – приведены рассуждения с указанием на физические явления и законы, но ответ не дан; ИЛИ – представлен только правильный ответ без обоснований.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.	0
Максимальный балл	3

© МИОО, 2011 г.

Ответы к заданиям с выбором ответа

№ задания	Ответ
A1	1
A2	4
A3	3
A4	3
A5	1
A6	3
A7	1
A8	1
A9	2
A10	1
A11	3
A12	2
A13	3

№ задания	Ответ
A14	2
A15	3
A16	4
A17	3
A18	4
A19	2
A20	2
A21	2
A22	4
A23	4
A24	3
A25	1

Ответы к заданиям с кратким ответом

№ задания	Ответ
B1	123
B2	131

№ задания	Ответ
B3	42
B4	13

© МИОО, 2011 г.

Ответы к заданиям с выбором ответа

№ задания	Ответ
A1	2
A2	2
A3	1
A4	2
A5	3
A6	2
A7	1
A8	3
A9	4
A10	4
A11	1
A12	1
A13	3

№ задания	Ответ
A14	3
A15	1
A16	2
A17	4
A18	4
A19	1
A20	4
A21	1
A22	3
A23	2
A24	2
A25	1

Ответы к заданиям с кратким ответом

№ задания	Ответ
B1	122
B2	232

№ задания	Ответ
B3	13
B4	24

© МИОО, 2011 г.