

Диагностическая работа

в формате ЕГЭ

по ФИЗИКЕ

10 декабря 2013 года

11 класс

Вариант ФИ10201

Район.

Город (населённый пункт)

Школа.

Класс.

Фамилия

Имя

Отчество.

Инструкция по выполнению работы

Для выполнения работы по физике отводится 235 минут. Работа состоит из 3 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 4 задания (В1–В4), на которые надо дать краткий ответ в виде последовательности цифр.

Часть 3 содержит 10 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!

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	$44 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$

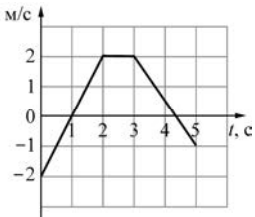
Часть 1

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

А1 Мотоцикл едет по прямой дороге с постоянной скоростью 50 км/ч. По той же дороге навстречу ему едет автомобиль с постоянной скоростью 70 км/ч. Модуль скорости движения мотоцикла относительно автомобиля равен

- 1) –20 км/ч 2) 20 км/ч 3) 120 км/ч 4) 50 км/ч

А2 Тело массой 2 кг движется вдоль оси Ox . На рисунке представлен график зависимости проекции скорости v_x этого тела от времени t . В течение первой секунды движения модуль проекции силы F_x , действующей на это тело, равен



- 1) 4 Н 2) 2 Н 3) 1 Н 4) 0 Н

А3 Алюминиевый и стальной бруски одинакового объёма неподвижно лежат на шероховатой поверхности наклонной плоскости. Выберите правильное утверждение.

- 1) Модуль силы трения, действующей на алюминиевый брусок, больше модуля силы трения, действующей на стальной брусок.
 2) Модуль силы трения, действующей на алюминиевый брусок, меньше модуля силы трения, действующей на стальной брусок.
 3) Модули сил трения, действующих на оба бруска, одинаковы.
 4) На оба бруска не действует сила трения.

А4 Небольшое тело массой 2 кг движется по столу вдоль оси Ox . Зависимость проекции импульса p_x этого тела от времени t имеет вид: $p_x = 1 + 2t$.

Выберите верное(-ые) утверждение(-ия), если таковое(-ые) имеет(-ют)ся:

А. Тело движется равномерно.

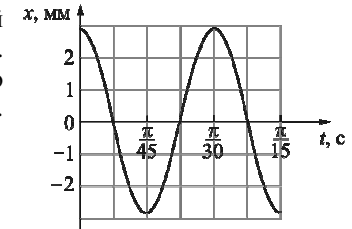
Б. В начальный момент времени (при $t = 0$) тело имело начальную скорость 1 м/с.

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

А5 Кинетическая энергия некоторого тела увеличилась, а потенциальная – уменьшилась. Полная механическая энергия этого тела

- 1) обязательно увеличилась
 2) обязательно уменьшилась
 3) осталась неизменной
 4) могла увеличиться, уменьшиться или остаться неизменной

А6 Груз массой 50 г, прикрепленный к лёгкой пружине, совершает свободные колебания. График зависимости координаты x этого груза от времени t показан на рисунке. Жёсткость пружины равна



- 1) 3 Н/м 2) 45 Н/м 3) 180 Н/м 4) 2400 Н/м

А7 Броуновское движение мелких частиц может наблюдаться

- 1) только в жидкостях
 2) только в газах
 3) только в жидкостях и в газах
 4) в жидкостях, газах и в твёрдых телах

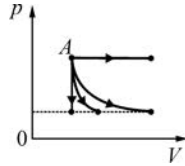
А8 При неизменной плотности одноатомного идеального газа давление этого газа увеличивают в 4 раза. При этом среднеквадратичная скорость движения его атомов

- 1) увеличивается в 2 раза 3) увеличивается в 16 раз
 2) увеличивается в 4 раза 4) уменьшается в 4 раза

А9 В сосуде под поршнем находятся вода и насыщенный водяной пар. Если, медленно двигая поршень, уменьшать объём насыщенного водяного пара при постоянной температуре, то

- 1) пар станет ненасыщенным
 2) будет происходить конденсация пара
 3) давление пара возрастёт
 4) плотность пара возрастёт

A10 1 моль идеального газа можно перевести из начального состояния A в различные конечные состояния путём различных процессов – изобарического, изотермического, адиабатического и изохорического (см. рисунок). Максимальная работа будет совершена газом в случае

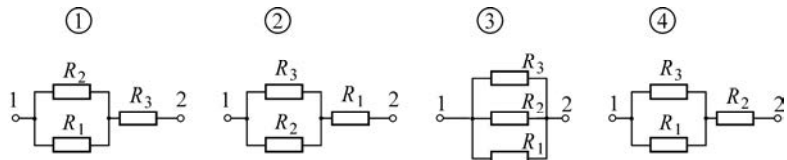
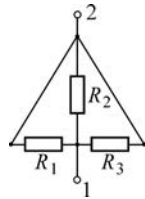


- 1) изобарического процесса
- 2) изотермического процесса
- 3) адиабатического процесса
- 4) изохорического процесса

A11 Возле первой клеммы батарейки нарисован знак «+», а возле второй клеммы – знак «-». Потенциал первой клеммы

- 1) выше потенциала второй клеммы
- 2) ниже потенциала второй клеммы
- 3) равен потенциалу второй клеммы
- 4) равен нулю

A12 На рисунке изображена схема участка электрической цепи, состоящего из трёх резисторов R_1, R_2, R_3 . На каком из следующих рисунков приведена электрическая схема этого участка цепи, эквивалентная заданной?



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

A13 Электрический ток может протекать как в металлических проводниках, так и в электролитах. При включении внешнего магнитного поля сила Лоренца

- 1) действует на свободные носители электрического заряда только в металлических проводниках
- 2) действует на свободные носители электрического заряда только в электролитах
- 3) действует на свободные носители электрического заряда и в металлических проводниках, и в электролитах
- 4) не действует на свободные носители электрического заряда ни в металлических проводниках, ни в электролитах

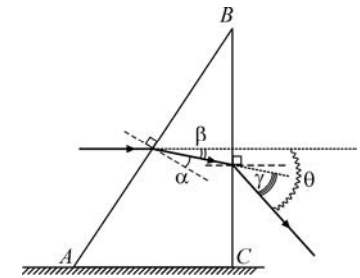
A14 Проволочную рамку равномерно вращают в однородном магнитном поле так, что зависимость магнитного потока Φ через рамку от времени t имеет вид: $\Phi = \frac{1}{2} \sin 3\pi t$. Максимальное значение модуля ЭДС индукции, возникающей в рамке, равно

- 1) 0,5
- 2) 1,5
- 3) $1,5\pi$
- 4) 3π

A15 По заданию учителя четыре ученика по очереди сформулировали закон отражения света. Начинаясь все четыре формулировки одинаково: «При падении луча света на плоское зеркало...», а продолжения формулировок отличались. Выберите правильное продолжение формулировки закона отражения света.

- 1) ...луч света отражается от него.
- 2) ...луч света отражается от него, угол падения луча больше угла его отражения от зеркала, при этом падающий и отражённый лучи, а также нормаль к зеркалу в точке падения лежат в одной плоскости.
- 3) ...луч света отражается от него, угол падения луча меньше угла его отражения от зеркала, при этом падающий и отражённый лучи, а также нормаль к зеркалу в точке падения лежат в одной плоскости.
- 4) ...луч света отражается от него, угол падения луча равен углу его отражения от зеркала, при этом падающий и отражённый лучи, а также нормаль к зеркалу в точке падения лежат в одной плоскости.

A16 Параллельно грани AC прямоугольной стеклянной призмы на грань AB падает луч монохроматического света, который затем выходит из неё через грань BC . На рисунке показан ход луча в призме. Какой угол из изображённых на рисунке является углом преломления на грани AB ?



- 1) угол α
- 2) угол β
- 3) угол γ
- 4) угол θ

A17 Согласно планетарной модели атома

- 1) протоны движутся по орбитам вокруг отрицательно заряженного ядра
- 2) протоны движутся по орбитам вокруг положительно заряженного ядра
- 3) электроны движутся по орбитам вокруг отрицательно заряженного ядра
- 4) электроны движутся по орбитам вокруг положительно заряженного ядра

A18 Альфа-частица представляет собой

- 1) протон 2) ядро атома гелия 3) ион гелия 4) ядро атома лития

A19 При ядерных реакциях может происходить

- 1) только деление ядер
2) только образование (синтез) ядер
3) и деление, и образование ядер
4) только взаимодействие ядер с альфа- и бета-частицами

A20 У ученика имеются четыре прямоугольных бруска – из парафина, пробки, резины, дерева – и три сосуда с различными жидкостями – нефтью, глицерином и водой. Плотности материалов брусков и жидкостей приведены в следующей таблице.

Вещество	Плотность, кг/м ³	Вещество	Плотность, кг/м ³
парафин	850	нефть	850
пробка	300	глицерин	1200
резина	900	вода	1000
дерево	500		

При погружении в сосуд будет плавать погружённым на четверть своего объёма

- 1) брусок из пробки в глицерине
2) брусок из дерева в глицерине
3) брусок из парафина в нефти
4) брусок из резины в глицерине

A21 В таблице представлены результаты измерения напряжения U между концами некоторого проводника и силы тока I , протекающего в этом проводнике.

U , В	0	1	2	3	4	5	6	7	8
I , мА	0	10	20	30	40	53	68	79	92

Закон Ома для данного проводника

- 1) не выполняется ни в каком интервале напряжений
2) выполняется в интервале напряжений от 4 В до 8 В
3) выполняется в интервале напряжений от 0 В до 8 В
4) выполняется в интервале напряжений от 0 В до 4 В

Часть 2

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

В1 Пружинный маятник представляет собой груз, склеенный из двух частей и прикреплённый к лёгкой пружине. Он совершает гармонические колебания вдоль поверхности гладкого горизонтального стола. В момент, когда груз находился в крайней точке своей траектории, одна из его частей отклеилась. Как изменились в результате этого частота колебаний пружинного маятника, амплитуда колебаний пружинного маятника, максимальная кинетическая энергия пружинного маятника?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
2) уменьшилась
3) не изменилась

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

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

ИХ ИЗМЕНЕНИЕ

- А) частота колебаний пружинного маятника 1) увеличилась
Б) амплитуда колебаний пружинного маятника 2) уменьшилась
В) максимальная кинетическая энергия пружинного маятника 3) не изменилась

Ответ:

А	Б	В

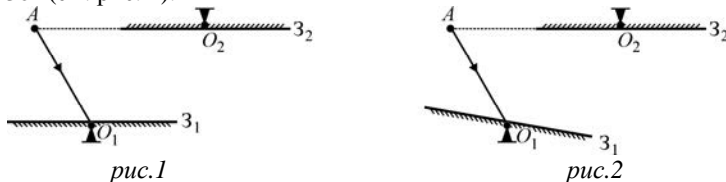
A23 В теплоизолированном сосуде под поршнем находится 1 моль гелия при температуре 300 К (обозначим это состояние системы номером 1). В сосуд через специальный патрубок с краном добавили ещё 2 моля гелия при температуре 450 К и дождались установления теплового равновесия. После этого, убрав теплоизоляцию, весь оказавшийся под поршнем газ медленно изобарически сжали, изменив его объём в 2 раза (обозначим это состояние системы номером 2). Как и во сколько раз изменилась внутренняя энергия системы при переходе из состояния 1 в состояние 2?

- 1) уменьшилась в 1,5 раза 3) уменьшилась в 2 раза
2) увеличилась в 1,5 раза 4) увеличилась в 2 раза

A24 Два одинаковых незаряженных конденсатора ёмкостью 2 мкФ каждый соединили параллельно и зарядили их до напряжения 3 В. Затем конденсаторы разъединили и замкнули выводы одного из них резистором с сопротивлением 100 кОм. Какое количество теплоты выделится в этом резисторе за достаточно большое время?

- 1) 9 мкДж 2) 4,5 мкДж 3) 0,2 Дж 4) 300 кДж

A25 Оптическая система состоит из двух зеркал Z_1 и Z_2 , способных вращаться вокруг горизонтальных осей, которые проходят через точки O_1 и O_2 соответственно. Изначально зеркала установлены горизонтально. Из точки А, лежащей в плоскости зеркала Z_2 , на зеркало Z_1 направлен луч света, идущий в плоскости рисунка. Угол падения луча света на зеркало Z_1 равен 30° (см. рис. 1).



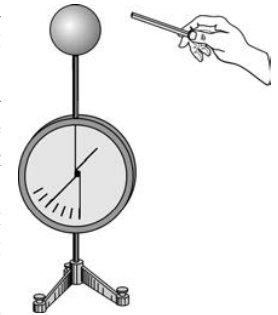
Затем зеркало Z_1 поворачивают на угол 10° по часовой стрелке (рис. 2). При этом отражённый от зеркала Z_1 луч попадает в точку O_2 зеркала Z_2 .

На какой угол требуется повернуть зеркало Z_2 , чтобы отражённый от него луч, минуя отражение от зеркала Z_1 , сразу попал обратно в точку А?

- 1) 10° 2) 20° 3) 50° 4) 70°

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 Если потереть шерстью эбонитовую палочку, то она электризуется, приобретая отрицательный заряд, и стрелка электрометра при поднесении палки к его шару отклоняется, а при удалении палки – возвращается к неотклонённому состоянию. Если же в момент поднесения наэлектризованной палки к электрометру коснуться рукой его металлического корпуса и сразу же убрать руку, то после удаления палки отклонение стрелки сохраняется, хотя и меньшее по величине.

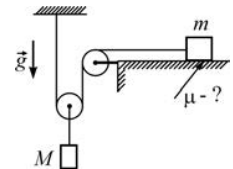


Объясните, основываясь на известных физических законах и закономерностях, почему это происходит.

Электрометр (см. рис.) представляет собой металлический цилиндрический корпус, передняя и задняя стенки которого стеклянные. Корпус закреплён на изолирующей подставке. Через изолирующую втулку внутрь корпуса сверху входит металлическая трубка, заканчивающаяся внизу стержнем с установленной на нём легкоподвижной стрелкой, отклонение которой определяется величиной заряда. Стрелка может вращаться вокруг горизонтальной оси. Внутри корпуса установлена шкала электрометра, по которой определяется отклонение стрелки. Снаружи корпуса, наверху трубки прикрепляется металлический шар или тарелка, к которой подносят заряженные тела.

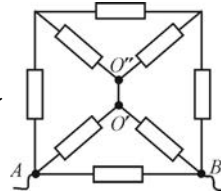
Полное правильное решение каждой из задач C2–C6 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

C2 В системе, изображённой на рисунке, масса груза, лежащего на шероховатой горизонтальной плоскости, равна $m = 2$ кг. При подвешивании к оси подвижного блока груза массой $M = 2,5$ кг он движется вниз с ускорением $a = 2$ м/с². Чему равен коэффициент трения μ между грузом массой m и плоскостью? Нити невесома и нерастяжимы, блоки невесома, трение в осях блоков и о воздух отсутствует.

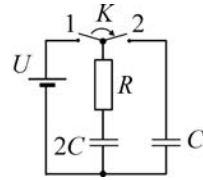


C3 В цилиндре под поршнем находится 1 моль гелия в объёме V_1 под некоторым давлением p , причём среднеквадратичная скорость движения атомов гелия равна $v_1 = 500$ м/с. Затем объём гелия увеличивают до V_2 таким образом, что при этом среднеквадратичная скорость движения атомов гелия увеличивается в $n = 2$ раза, а отношение $\frac{v^2}{V}$ в процессе остаётся постоянным (v – среднеквадратичная скорость газа, V – занимаемый им объём). Какое количество теплоты Q было подведено к гелию в этом процессе?

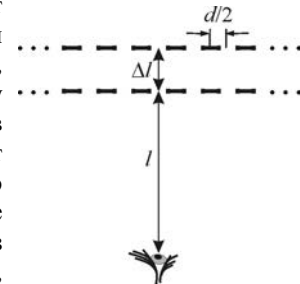
C4 Сопротивления всех резисторов в цепи, схема которой изображена на рисунке, одинаковы и равны $R = 15$ Ом. Найдите сопротивление цепи между точками A и B после того, как был удалён проводник, соединявший точки O' и O'' .



C5 В цепи, схема которой изображена на рисунке, вначале замыкают ключ K налево, в положение 1. Спустя некоторое время, достаточное для зарядки конденсатора ёмкостью $2C = 10$ мкФ от идеальной батареи с напряжением $U = 300$ В, ключ K замыкают направо, в положение 2, подсоединяя при этом к первому, заряженному, конденсатору второй, незаряженный, конденсатор ёмкостью $C = 5$ мкФ. Какое количество теплоты Q выделится в резисторе R в течение всех описанных процессов? Первый конденсатор сначала был незаряженным.



C6 Пассажир автобуса едет в нём по шоссе и смотрит вбок, на поле, огороженное двумя одинаковыми заборами – рядами тёмного штакетника, параллельными дороге. Зазор между вертикальными штакетинами в каждом из заборов равен их ширине $d/2 = 5$ см, расстояние от наблюдателя до первого забора равно $l = 50$ м, а до второго – на $\Delta l = 10$ м больше. Поле, наблюдаемое пассажиром через первый забор, видно через мелькающий штакетник достаточно хорошо, а то, что пассажир видит сквозь оба забора, пересечено периодическими темными вертикальными полосами. Найдите период D (по горизонтали) этих полос на уровне первого забора, считая, что наблюдение ведётся почти перпендикулярно к заборам.



Диагностическая работа

в формате ЕГЭ

по ФИЗИКЕ

10 декабря 2013 года

11 класс

Вариант ФИ10202

Район.

Город (населённый пункт)

Школа.

Класс.

Фамилия

Имя

Отчество.

Инструкция по выполнению работы

Для выполнения работы по физике отводится 235 минут. Работа состоит из 3 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 4 задания (В1–В4), на которые надо дать краткий ответ в виде последовательности цифр.

Часть 3 содержит 10 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!

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	$44 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$

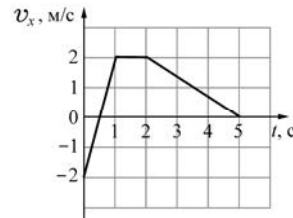
Часть 1

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

А1 Мотоцикл едет по прямой дороге с постоянной скоростью 50 км/ч. По той же дороге в том же направлении едет автомобиль с постоянной скоростью 70 км/ч. Модуль скорости движения мотоцикла относительно автомобиля равен

- 1) –20 км/ч 2) 20 км/ч 3) 120 км/ч 4) 50 км/ч

А2 Тело массой 2 кг движется вдоль оси Ox . На рисунке представлен график зависимости проекции скорости v_x этого тела от времени t . В течение первой секунды движения модуль проекции силы F_x , действующей на это тело, равен



- 1) 2 Н 2) 4 Н 3) 6 Н 4) 8 Н

А3 Алюминиевый и стальной бруски одинаковой массы неподвижно лежат на шероховатой поверхности наклонной плоскости. Выберите правильное утверждение.

- 1) Модуль силы трения, действующей на алюминиевый брусок, больше модуля силы трения, действующей на стальной брусок.
- 2) Модуль силы трения, действующей на алюминиевый брусок, меньше модуля силы трения, действующей на стальной брусок.
- 3) Модули сил трения, действующих на оба бруска, одинаковы.
- 4) На оба бруска не действует сила трения.

А4 Небольшое тело массой 2 кг движется по столу вдоль оси Ox . Зависимость проекции импульса p_x этого тела от времени t имеет вид: $p_x = 1 + 2t$.

Выберите верное(-ые) утверждение(-ия), если таковое(-ые) имее(-ю)тся:

А. Тело движется равноускоренно.

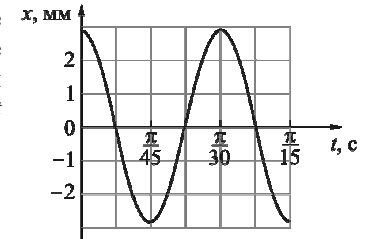
Б. В начальный момент времени тело имело начальную скорость 2 м/с.

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

А5 Кинетическая энергия некоторого тела уменьшилась, а потенциальная – увеличилась. Полная механическая энергия этого тела

- 1) обязательно увеличилась
- 2) обязательно уменьшилась
- 3) осталась неизменной
- 4) могла увеличиться, уменьшиться или остаться неизменной

А6 Груз, прикрепленный к лёгкой пружине жёсткостью 90 Н/м, совершает свободные колебания. График зависимости координаты x этого груза от времени t показан на рисунке. Масса груза равна



- 1) 25 г 2) 75 г 3) 0,1 кг 4) 0,4 кг

А7 Броуновское движение мелких частиц не может наблюдаться

- 1) в жидкостях
- 2) в газах
- 3) в жидкостях и в газах
- 4) в твёрдых телах

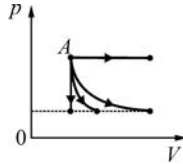
А8 При неизменном давлении одноатомного идеального газа среднеквадратичная скорость движения его атомов увеличилась в 4 раза. При этом плотность этого газа

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

А9 В сосуде под поршнем находятся вода и насыщенный водяной пар. Если, медленно двигая поршень, увеличивать объём насыщенного водяного пара при постоянной температуре, то

- 1) пар станет ненасыщенным
- 2) будет происходить испарение воды
- 3) давление пара уменьшится
- 4) плотность пара уменьшится

A10 1 моль идеального газа можно перевести из начального состояния A в различные конечные состояния путём различных процессов – изобарического, изотермического, адиабатического и изохорического (см. рисунок). Минимальная работа будет совершена газом в случае

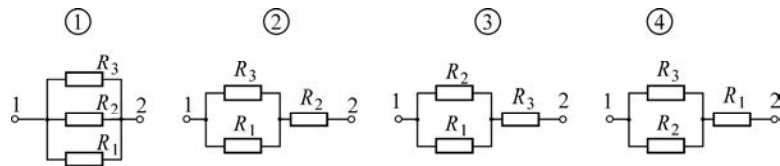
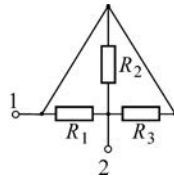


- 1) изобарического процесса
- 2) изотермического процесса
- 3) адиабатического процесса
- 4) изохорического процесса

A11 Возле первой клеммы батарейки нарисован знак «-», а возле второй клеммы – знак «+». Потенциал первой клеммы

- 1) выше потенциала второй клеммы
- 2) ниже потенциала второй клеммы
- 3) равен потенциалу второй клеммы
- 4) равен нулю

A12 На рисунке изображена схема участка электрической цепи, состоящего из трёх резисторов R_1 , R_2 , R_3 . На каком из следующих рисунков приведена электрическая схема этого участка цепи, эквивалентная заданной?



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

A13 Электрический ток может протекать как в металлических проводниках, так и в ионизованных газах. При включении внешнего магнитного поля сила Лоренца

- 1) действует на свободные носители электрического заряда только в металлических проводниках
- 2) действует на свободные носители электрического заряда только в ионизованных газах
- 3) действует на свободные носители электрического заряда и в металлических проводниках, и в ионизованных газах
- 4) не действует на свободные носители электрического заряда ни в металлических проводниках, ни в ионизованных газах

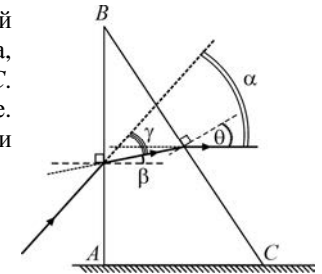
A14 Проволочную рамку равномерно вращают в однородном магнитном поле так, что зависимость магнитного потока Φ через рамку от времени t имеет вид: $\Phi = 5 \sin \frac{\pi t}{2}$. Максимальное значение модуля ЭДС индукции, возникающей в рамке, равно

- 1) 5π
- 2) $2,5\pi$
- 3) 5
- 4) 2,5

A15 По заданию учителя четыре ученика по очереди сформулировали закон преломления света. Начались все четыре формулировки одинаково: «При падении луча света на границу раздела двух прозрачных сред...», а продолжения формулировок отличались. Выберите правильное продолжение формулировки закона преломления света.

- 1) ...луч света преломляется.
- 2) ...луч света преломляется, при этом падающий и преломлённый лучи, а также нормаль к зеркалу в точке падения лежат в одной плоскости, а угол падения луча α , угол преломления луча β и относительный показатель преломления сред n связаны соотношением $\sin \alpha = \sin \beta / n$.
- 3) ...луч света преломляется, при этом падающий и преломлённый лучи, а также нормаль к зеркалу в точке падения лежат в одной плоскости, а угол падения луча α равен углу преломления луча β .
- 4) ...луч света преломляется, при этом падающий и преломлённый лучи, а также нормаль к зеркалу в точке падения лежат в одной плоскости, а угол падения луча α , угол преломления луча β и относительный показатель преломления сред n связаны соотношением $\sin \alpha = n \sin \beta$

A16 На грань AB прямоугольной стеклянной призмы падает луч монохроматического света, который затем выходит из нее через грань BC . На рисунке показан ход луча в призме. Углами преломления луча при прохождении поверхностей AB и BC являются



- 1) углы α и β
- 2) углы β и θ
- 3) углы γ и θ
- 4) углы α и γ

A17 Согласно планетарной модели атома

- 1) электроны движутся по орбитам вокруг незаряженного ядра, состоящего из нейтронов
- 2) нейтроны движутся по орбитам вокруг положительно заряженного ядра
- 3) нейтроны движутся по орбитам вокруг отрицательно заряженного ядра
- 4) электроны движутся по орбитам вокруг положительно заряженного ядра

A18 Бета-частица представляет собой

- 1) нейтрон 2) электрон 3) ядро гелия 4) ион гелия

A19 При ядерных реакциях

- 1) сохраняется только электрический заряд
 2) сохраняется только суммарное количество протонов и нейтронов
 3) сохраняется и электрический заряд, и суммарное количество протонов и нейтронов
 4) не сохраняется электрический заряд, но сохраняется суммарное количество протонов и нейтронов

A20 У ученика имеются четыре прямоугольных бруска – из парафина, пробки, резины, дерева – и три сосуда с различными жидкостями – нефтью, глицерином и водой. Плотности материалов брусков и жидкостей приведены в следующей таблице.

Вещество	Плотность, кг/м ³	Вещество	Плотность, кг/м ³
парафин	850	нефть	850
пробка	300	глицерин	1200
резина	900	вода	1000
дерево	500		

При погружении в сосуд будет плавать погружённым на три четверти своего объёма

- 1) брусок из пробки в воде
 2) брусок из дерева в глицерине
 3) брусок из резины в глицерине
 4) брусок из резины в нефти

A21 В таблице представлены результаты измерения напряжения U между концами некоторого проводника и силы тока I , протекающего в этом проводнике.

U , В	8	7	6	5	4	3	2	1	0
I , мА	54	39	32	25	20	15	10	5	0

Закон Ома для данного проводника

- 1) не выполняется ни в каком интервале напряжений
 2) выполняется в интервале напряжений от 5 В до 8 В
 3) выполняется в интервале напряжений от 0 В до 8 В
 4) выполняется в интервале напряжений от 0 В до 5 В

Часть 2

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

В1 Пружинный маятник представляет собой груз, прикрепленный к легкой пружине. Он совершает гармонические колебания вдоль поверхности гладкого горизонтального стола. В момент, когда груз находился в крайней точке своей траектории, к нему прилипла тяжелая дробинка, не имевшая в момент перед прилипанием скорости относительно груза. Как изменились в результате этого частота колебаний пружинного маятника, амплитуда колебаний пружинного маятника, максимальная кинетическая энергия пружинного маятника?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
 2) уменьшилась
 3) не изменилась

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

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

ИХ ИЗМЕНЕНИЕ

- А) частота колебаний пружинного маятника 1) увеличилась
 Б) амплитуда колебаний пружинного маятника 2) уменьшилась
 В) максимальная кинетическая энергия пружинного маятника 3) не изменилась

Ответ:

А	Б	В

В2 По длинному тонкому соленоиду течёт ток I . Как изменятся следующие физические величины, если уменьшить радиус соленоида, оставляя без изменений число его витков и длину: модуль вектора индукции магнитного поля на оси соленоида, поток вектора магнитной индукции через торец соленоида, индуктивность соленоида.

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) модуль вектора индукции магнитного поля на оси соленоида	1) увеличится 2) уменьшится
Б) поток вектора магнитной индукции через торец соленоида	3) не изменится
В) индуктивность соленоида	

Ответ:

А	Б	В

В3 Идеальный газ в количестве ν молей, имеющий концентрацию n и находящийся при давлении p , сначала изобарически расширяют в 2 раза, а затем изотермически сжимают в 4 раза. Чему будут равны объём и температура этого газа в конце процесса сжатия?

Установите соответствие между величинами и их значениями (k – постоянная Больцмана, N_A – число Авогадро).

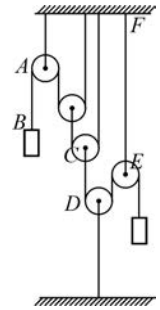
К каждой позиции из первого столбца подберите соответствующую позицию из второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ВЕЛИЧИНЫ	ИХ ЗНАЧЕНИЯ
А) объём газа в конце процесса сжатия	1) $\frac{\nu N_A}{2n}$
Б) температура газа в конце процесса сжатия	2) $\frac{p}{2nk}$
	3) $\frac{2\nu N_A}{n}$
	4) $\frac{2p}{nk}$

Ответ:

А	Б

В4 С помощью системы невесомых блоков на невесомых и нерастяжимых нитях уравновешены два груза (см. рисунок). Модуль силы натяжения участка нити AB равен T . Установите соответствие между модулями сил натяжения и участками нитей.



УЧАСТКИ НИТЕЙ	МОДУЛИ СИЛ НАТЯЖЕНИЯ
А) DC	1) T
Б) EF	2) $2T$
	3) $4T$
	4) $8T$

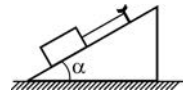
Ответ:

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 На горизонтальном столе находится гладкий клин, наклонная поверхность которого образует угол 30° с горизонтом. В наклонную поверхность клина вбит гвоздь, к которому привязан конец нерастяжимой нити. Ко второму концу нити прикреплен брусок, при этом нить располагается параллельно наклонной поверхности. С каким ускорением нужно двигать клин по столу для того, чтобы модуль силы реакции поверхности клина, действующей на брусок, стал равен нулю?



- 1) 5 м/с^2 2) $\approx 8,7 \text{ м/с}^2$ 3) $\approx 5,8 \text{ м/с}^2$ 4) $\approx 17,3 \text{ м/с}^2$

A23 В теплоизолированном сосуде под поршнем находится 1 моль гелия при температуре 450 К (обозначим это состояние системы номером 1). В сосуд через специальный патрубок с краном добавили еще 2 моля гелия при температуре 300 К, и дождались установления теплового равновесия. После этого, убрав теплоизоляцию, весь оказавшийся под поршнем газ медленно изобарически расширили, изменив его объём в 2 раза (обозначим это состояние системы номером 2). Как и во сколько раз изменилась внутренняя энергия системы при переходе из состояния 1 в состояние 2?

- 1) уменьшилась в 1,6 раза 3) уменьшилась в 5 раз
2) увеличилась в 1,6 раза 4) увеличилась в 14/3 раза

A24 Два одинаковых незаряженных конденсатора ёмкостью 4 мкФ каждый соединили параллельно и зарядили их до некоторого напряжения. Затем конденсаторы разъединили и замкнули выводы одного из них резистором с сопротивлением 100 кОм. После этого в резисторе за достаточно большое время выделилось количество теплоты, равное 50 мкДж. До какого напряжения были заряжены конденсаторы?

- 1) 1 В 2) 10 В 3) 2,5 В 4) 5 В

A25 Оптическая система состоит из двух зеркал Z_1 и Z_2 , способных вращаться вокруг горизонтальных осей, которые проходят через точки O_1 и O_2 соответственно. Изначально зеркала установлены горизонтально. Из точки A , лежащей в плоскости зеркала Z_2 , на зеркало Z_1 направлен луч света, идущий в плоскости рисунка. Угол падения луча света на зеркало Z_1 равен 30° (см. рис. 1).

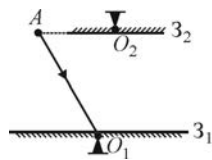


рис. 1

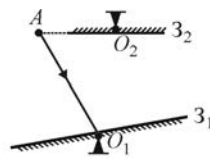


рис. 2

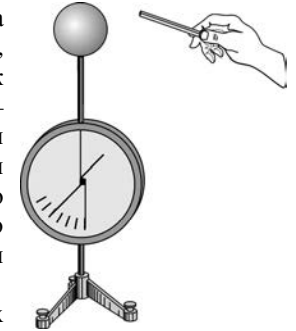
Затем Зеркало Z_1 поворачивают на угол 10° против часовой стрелки (рис. 2). При этом отражённый от зеркала Z_1 луч попадает в точку O_2 зеркала Z_2 . На какой угол требуется повернуть зеркало Z_2 , чтобы отражённый от него луч, минуя отражение от зеркала Z_1 , сразу попал обратно в точку A ?

- 1) 70° 2) 50° 3) 20° 4) 10°

Полное решение задач C1–С6 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

Если потереть стеклянную палочку шёлком, то она электризуется, приобретая положительный заряд, и стрелка электрометра при поднесении палки к его шару отклоняется, а при удалении палки – возвращается к неотклонённому состоянию. Если же в момент поднесения наэлектризованной палки к электрометру коснуться рукой его металлического корпуса и сразу же убрать руку, то после удаления палки отклонение стрелки сохраняется, хотя и меньшее по величине. Объясните, основываясь на известных физических законах и закономерностях, почему это происходит.

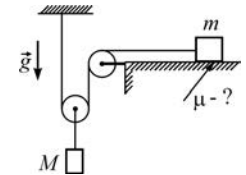


Электрометр (см. рис.) представляет собой металлический цилиндрический корпус, передняя и задняя стенки которого стеклянные. Корпус закреплён на изолирующей подставке. Через изолирующую втулку внутрь корпуса сверху входит металлическая трубка, заканчивающаяся внизу стержнем с установленной на нём легкоподвижной стрелкой, отклонение которой определяется величиной заряда. Стрелка может вращаться вокруг горизонтальной оси. Внутри корпуса установлена шкала электрометра, по которой определяется отклонение стрелки. Снаружи корпуса, наверху трубки прикрепляется металлический шар или тарелка, к которой подносят заряженные тела.

Полное правильное решение каждой из задач C2–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.

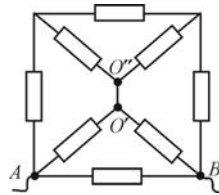
C2

В системе, изображённой на рисунке, масса груза, лежащего на шероховатой горизонтальной плоскости, равна $m = 3$ кг. При подвешивании к оси подвижного блока груза массой $M = 2$ кг он движется вниз с ускорением $a = 1$ м/с². Чему равен коэффициент трения μ между грузом массой m и плоскостью? Нити невесомаы и нерастяжимы, блоки невесомаы, трение в осях блоков и о воздух отсутствует.

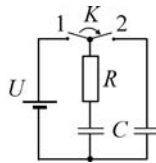


C3 В цилиндре под поршнем находится 1 моль гелия в объёме V_1 под некоторым давлением p , причем среднеквадратичная скорость движения атомов гелия равна $v_1 = 400$ м/с. Затем объем гелия увеличивают до $V_2 = 4V_1$ таким образом, что при этом отношение $\frac{v^2}{V}$ в процессе остаётся постоянным (v – среднеквадратичная скорость газа, V – занимаемый им объём). Какое количество теплоты Q было подведено к гелию в этом процессе?

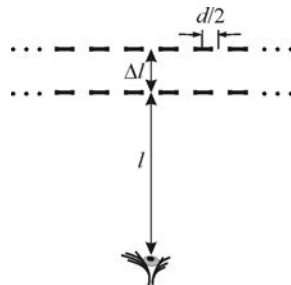
C4 На рисунке изображена схема электрической цепи. Сопротивления четырёх резисторов внутри схемы одинаковы и равны $R = 6$ Ом, а четырёх других, расположенных по периметру схемы, – одинаковы и равны $2R$. Найдите сопротивление схемы между точками A и B после того, как удалили проводник, соединявший точки O' и O'' .



C5 В цепи, схема которой изображена на рисунке, вначале замыкают ключ K налево, в положение 1. Затем, спустя некоторое время, достаточное для зарядки конденсатора $C = 5$ мкФ от идеальной батареи с напряжением $U = 600$ В, ключ K замыкают направо, в положение 2, подсоединяя к первому, заряженному, конденсатору второй такой же, незаряженный. Какое количество теплоты Q выделится в резисторе R в течение всех описанных процессов? Первый конденсатор сначала был незаряженным.



C6 Пассажир автобуса едет в нём по шоссе и смотрит вбок, на поле, огороженное двумя одинаковыми заборами – рядами тёмного штакетника, параллельными дороге. Зазор между вертикальными штакетинами в каждом из заборов равен их ширине $d/2 = 6$ см, расстояние от наблюдателя до первого забора равно $l = 60$ м, а до второго – на $\Delta l = 15$ м больше. Поле, наблюдаемое пассажиром через первый забор, видно через мелькающий штакетник достаточно хорошо, а то, что пассажир видит сквозь оба забора, пересечено периодическими тёмными вертикальными полосами. Найдите период D (по горизонтали) этих полос на уровне первого забора, считая, что наблюдение ведётся почти перпендикулярно к заборам.



Диагностическая работа

в формате ЕГЭ

по ФИЗИКЕ

10 декабря 2013 года

11 класс

Вариант ФИ10203

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	$44 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$

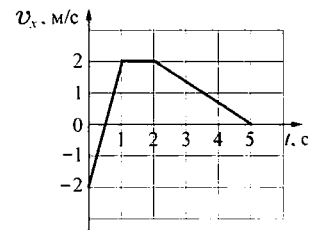
Часть 1

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

А1 Мотоцикл едет по прямой дороге с постоянной скоростью 50 км/ч. По той же дороге навстречу ему едет автомобиль с постоянной скоростью 70 км/ч. Модуль скорости движения мотоцикла относительно автомобиля равен

- 1) –20 км/ч 2) 20 км/ч 3) 120 км/ч 4) 50 км/ч

А2 Тело массой 2 кг движется вдоль оси Ox . На рисунке представлен график зависимости проекции скорости v_x этого тела от времени t . В течение первой секунды движения модуль проекции силы F_x , действующей на это тело, равен



- 1) 2 Н 2) 4 Н 3) 6 Н 4) 8 Н

А3 Алюминиевый и стальной бруски одинакового объема неподвижно лежат на шероховатой поверхности наклонной плоскости. Выберите правильное утверждение.

- 1) Модуль силы трения, действующей на алюминиевый брусок, больше модуля силы трения, действующей на стальной брусок.
- 2) Модуль силы трения, действующей на алюминиевый брусок, меньше модуля силы трения, действующей на стальной брусок.
- 3) Модули сил трения, действующих на оба бруска, одинаковы.
- 4) На оба бруска не действует сила трения.

А4 Небольшое тело массой 2 кг движется по столу вдоль оси Ox . Зависимость проекции импульса p_x этого тела от времени t имеет вид: $p_x = 1 + 2t$.

Выберите верное(-ые) утверждение(-ия), если таковое(-ые) имеет(-ют)ся:

А. Тело движется равноускоренно.

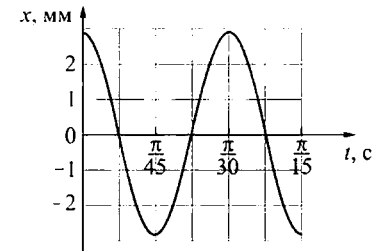
Б. В начальный момент времени тело имело начальную скорость 2 м/с.

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

А5 Кинетическая энергия некоторого тела увеличилась, а потенциальная – уменьшилась. Полная механическая энергия этого тела

- 1) обязательно увеличилась
- 2) обязательно уменьшилась
- 3) осталась неизменной
- 4) могла увеличиться, уменьшиться или остаться неизменной

А6 Груз, прикрепленный к лёгкой пружине жёсткостью 90 Н/м, совершает свободные колебания. График зависимости координаты x этого груза от времени t показан на рисунке. Масса груза равна



- 1) 25 г 2) 75 г 3) 0,1 кг 4) 0,4 кг

А7 Броуновское движение мелких частиц может наблюдаться

- 1) только в жидкостях
- 2) только в газах
- 3) только в жидкостях и в газах
- 4) в жидкостях, газах и в твёрдых телах

А8 При неизменном давлении одноатомного идеального газа среднеквадратичная скорость движения его атомов увеличилась в 4 раза. При этом плотность этого газа

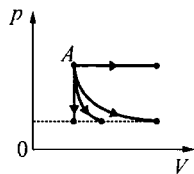
- 1) увеличилась в 4 раза 3) увеличилась в 16 раз
2) уменьшилась в 4 раза 4) уменьшилась в 16 раз

А9 В сосуде под поршнем находятся вода и насыщенный водяной пар. Если, медленно двигая поршень, уменьшать объём насыщенного водяного пара при постоянной температуре, то

- 1) пар станет ненасыщенным
- 2) будет происходить конденсация пара
- 3) давление пара возрастёт
- 4) плотность пара возрастёт

A10

1 моль идеального газа можно перевести из начального состояния A в различные конечные состояния путём различных процессов – изобарического, изотермического, адиабатического и изохорического (см. рисунок). Минимальная работа будет совершена газом в случае



- 1) изобарического процесса
- 2) изотермического процесса
- 3) адиабатического процесса
- 4) изохорического процесса

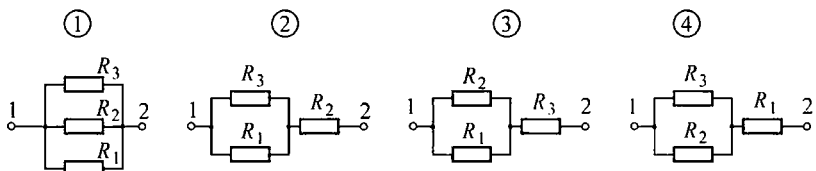
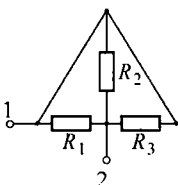
A11

Возле первой клеммы батарейки нарисован знак «+», а возле второй клеммы – знак «-». Потенциал первой клеммы

- 1) выше потенциала второй клеммы
- 2) ниже потенциала второй клеммы
- 3) равен потенциалу второй клеммы
- 4) равен нулю

A12

На рисунке изображена схема участка электрической цепи, состоящего из трёх резисторов R_1 , R_2 , R_3 . На каком из следующих рисунков приведена электрическая схема этого участка цепи, эквивалентная заданной?



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

A13

Электрический ток может протекать как в металлических проводниках, так и в электролитах. При включении внешнего магнитного поля сила Лоренца

- 1) действует на свободные носители электрического заряда только в металлических проводниках
- 2) действует на свободные носители электрического заряда только в электролитах
- 3) действует на свободные носители электрического заряда и в металлических проводниках, и в электролитах
- 4) не действует на свободные носители электрического заряда ни в металлических проводниках, ни в электролитах

A14

Проволочную рамку равномерно вращают в однородном магнитном поле так, что зависимость магнитного потока Φ через рамку от времени t имеет вид: $\Phi = 5 \sin \frac{\pi t}{2}$. Максимальное значение модуля ЭДС индукции, возникающей в рамке, равно

- 1) 5π
- 2) $2,5\pi$
- 3) 5
- 4) 2,5

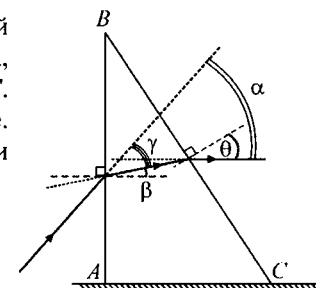
A15

По заданию учителя четыре ученика по очереди сформулировали закон отражения света. Начались все четыре формулировки одинаково: «При падении луча света на плоское зеркало...», а продолжения формулировок отличались. Выберите правильное продолжение формулировки закона отражения света.

- 1) ...луч света отражается от него.
- 2) ...луч света отражается от него, угол падения луча больше угла его отражения от зеркала, при этом падающий и отражённый лучи, а также нормаль к зеркалу в точке падения лежат в одной плоскости.
- 3) ... луч света отражается от него, угол падения луча меньше угла его отражения от зеркала, при этом падающий и отражённый лучи, а также нормаль к зеркалу в точке падения лежат в одной плоскости.
- 4) ... луч света отражается от него, угол падения луча равен углу его отражения от зеркала, при этом падающий и отражённый лучи, а также нормаль к зеркалу в точке падения лежат в одной плоскости.

A16

На грань AB прямоугольной стеклянной призмы падает луч монохроматического света, который затем выходит из нее через грань BC . На рисунке показан ход луча в призме. Углами преломления луча при прохождении поверхностей AB и BC являются



- 1) углы α и β
- 2) углы β и θ
- 3) углы γ и θ
- 4) углы α и γ

A17

Согласно планетарной модели атома

- 1) протоны движутся по орбитам вокруг отрицательно заряженного ядра
- 2) протоны движутся по орбитам вокруг положительно заряженного ядра
- 3) электроны движутся по орбитам вокруг отрицательно заряженного ядра
- 4) электроны движутся по орбитам вокруг положительно заряженного ядра

A18 Бета-частица представляет собой

- 1) нейтрон 2) электрон 3) ядро гелия 4) ион гелия

A19 При ядерных реакциях может происходить

- 1) только деление ядер
2) только образование (синтез) ядер
3) и деление, и образование ядер
4) только взаимодействие ядер с альфа- и бета-частицами

A20 У ученика имеются четыре прямоугольных бруска – из парафина, пробки, резины, дерева – и три сосуда с различными жидкостями – нефтью, глицерином и водой. Плотности материалов брусков и жидкостей приведены в следующей таблице.

Вещество	Плотность, кг/м ³	Вещество	Плотность, кг/м ³
парафин	850	нефть	850
пробка	300	глицерин	1200
резина	900	вода	1000
дерево	500		

При погружении в сосуд будет плавать погружённым на три четверти своего объёма

- 1) брусок из пробки в воде
2) брусок из дерева в глицерине
3) брусок из резины в глицерине
4) брусок из резины в нефти

A21 В таблице представлены результаты измерения напряжения U между концами некоторого проводника и силы тока I , протекающего в этом проводнике.

$U, В$	0	1	2	3	4	5	6	7	8
$I, мА$	0	10	20	30	40	53	68	79	92

Закон Ома для данного проводника

- 1) не выполняется ни в каком интервале напряжений
2) выполняется в интервале напряжений от 4 В до 8 В
3) выполняется в интервале напряжений от 0 В до 8 В
4) выполняется в интервале напряжений от 0 В до 4 В

Часть 2

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

В1 Пружинный маятник представляет собой груз, прикреплённый к легкой пружине. Он совершает гармонические колебания вдоль поверхности гладкого горизонтального стола. В момент, когда груз находился в крайней точке своей траектории, к нему прилипла тяжелая дробинка, не имевшая в момент перед прилипанием скорости относительно груза. Как изменились в результате этого частота колебаний пружинного маятника, амплитуда колебаний пружинного маятника, максимальная кинетическая энергия пружинного маятника?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
2) уменьшилась
3) не изменилась

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

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

ИХ ИЗМЕНЕНИЕ

- А) частота колебаний пружинного маятника 1) увеличилась
Б) амплитуда колебаний пружинного маятника 2) уменьшилась
В) максимальная кинетическая энергия пружинного маятника 3) не изменилась

Ответ:

А	Б	В

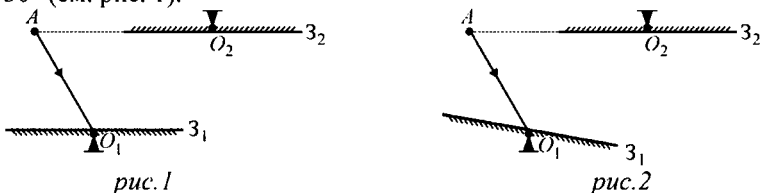
A23 В теплоизолированном сосуде под поршнем находится 1 моль гелия при температуре 300 К (обозначим это состояние системы номером 1). В сосуд через специальный патрубок с краном добавили ещё 2 моля гелия при температуре 450 К и дождались установления теплового равновесия. После этого, убрав теплоизоляцию, весь оказавшийся под поршнем газ медленно изобарически сжали, изменив его объём в 2 раза (обозначим это состояние системы номером 2). Как и во сколько раз изменилась внутренняя энергия системы при переходе из состояния 1 в состояние 2?

- 1) уменьшилась в 1,5 раза 3) уменьшилась в 2 раза
 2) увеличилась в 1,5 раза 4) увеличилась в 2 раза

A24 Два одинаковых незаряженных конденсатора ёмкостью 4 мкФ каждый соединили параллельно и зарядили их до некоторого напряжения. Затем конденсаторы разъединили и замкнули выводы одного из них резистором с сопротивлением 100 кОм. После этого в резисторе за достаточно большое время выделилось количество теплоты, равное 50 мкДж. До какого напряжения были заряжены конденсаторы?

- 1) 1 В 2) 10 В 3) 2,5 В 4) 5 В

A25 Оптическая система состоит из двух зеркал Z_1 и Z_2 , способных вращаться вокруг горизонтальных осей, которые проходят через точки O_1 и O_2 соответственно. Изначально зеркала установлены горизонтально. Из точки A , лежащей в плоскости зеркала Z_2 , на зеркало Z_1 направлен луч света, идущий в плоскости рисунка. Угол падения луча света на зеркало Z_1 равен 30° (см. рис. 1).

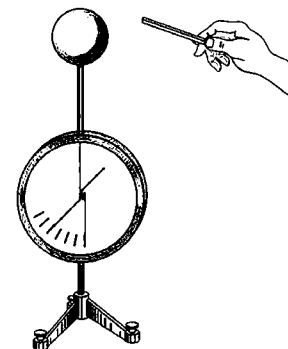


Затем зеркало Z_1 поворачивают на угол 10° по часовой стрелке (рис. 2). При этом отражённый от зеркала Z_1 луч попадает в точку O_2 зеркала Z_2 . На какой угол требуется повернуть зеркало Z_2 , чтобы отражённый от него луч, минуя отражение от зеркала Z_1 , сразу попал обратно в точку A ?

- 1) 10° 2) 20° 3) 50° 4) 70°

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.

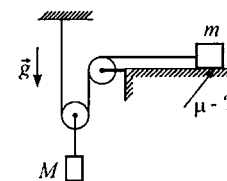
C1 Если потереть стеклянную палочку шёлком, то она электризуется, приобретая положительный заряд, и стрелка электрометра при поднесении палки к его шару отклоняется, а при удалении палки – возвращается к неотклонённому состоянию. Если же в момент поднесения наэлектризованной палки к электрометру коснуться рукой его металлического корпуса и сразу же убрать руку, то после удаления палки отклонение стрелки сохраняется, хотя и меньшее по величине. Объясните, основываясь на известных физических законах и закономерностях, почему это происходит.



Электрометр (см. рис.) представляет собой металлический цилиндрический корпус, передняя и задняя стенки которого стеклянные. Корпус закреплён на изолирующей подставке. Через изолирующую втулку внутрь корпуса сверху входит металлическая трубка, заканчивающаяся внизу стержнем с установленной на нём легкоподвижной стрелкой, отклонение которой определяется величиной заряда. Стрелка может вращаться вокруг горизонтальной оси. Внутри корпуса установлена шкала электрометра, по которой определяется отклонение стрелки. Снаружи корпуса, наверху трубки прикрепляется металлический шар или тарелка, к которой подносят заряженные тела.

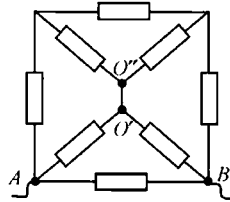
Полное правильное решение каждой из задач C2–C6 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

C2 В системе, изображённой на рисунке, масса груза, лежащего на шероховатой горизонтальной плоскости, равна $m = 2$ кг. При подвешивании к оси подвижного блока груза массой $M = 2,5$ кг он движется вниз с ускорением $a = 2$ м/с². Чему равен коэффициент трения μ между грузом массой m и плоскостью? Нити невесома и нерастяжимы, блоки невесома, трение в осях блоков и о воздух отсутствует.

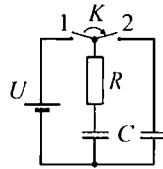


C3 В цилиндре под поршнем находится 1 моль гелия в объёме V_1 под некоторым давлением p , причем среднеквадратичная скорость движения атомов гелия равна $v_1 = 400$ м/с. Затем объем гелия увеличивают до $V_2 = 4V_1$ таким образом, что при этом отношение $\frac{v^2}{V}$ в процессе остаётся постоянным (v – среднеквадратичная скорость газа, V – занимаемый им объём). Какое количество теплоты Q было подведено к гелию в этом процессе?

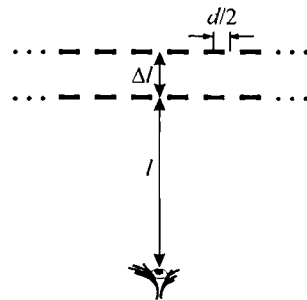
C4 Сопротивления всех резисторов в цепи, схема которой изображена на рисунке, одинаковы и равны $R = 15$ Ом. Найдите сопротивление цепи между точками A и B после того, как был удалён проводник, соединявший точки O' и O'' .



C5 В цепи, схема которой изображена на рисунке, вначале замыкают ключ K налево, в положение 1. Затем, некоторое время, достаточное для зарядки конденсатора ёмкостью $C = 5$ мкФ от идеальной батареи с напряжением $U = 600$ В, ключ K замыкают направо, в положение 2, подсоединяя к первому, заряженному, конденсатору второй такой же, незаряженный. Какое количество теплоты Q выделится в резисторе R в течение всех описанных процессов? Первый конденсатор сначала был незаряженным.



C6 Пассажир автобуса едет в нём по шоссе и смотрит вбок, на поле, огороженное двумя одинаковыми заборами – рядами тёмного штакетника, параллельными дороге. Зазор между вертикальными штакетинами в каждом из заборов равен их ширине $d/2 = 5$ см, расстояние от наблюдателя до первого забора равно $l = 50$ м, а до второго – на $\Delta l = 10$ м больше. Поле, наблюдаемое пассажиром через первый забор, видно через мелькающий штакетник достаточно хорошо, а то, что пассажир видит сквозь оба забора, пересечено периодическими темными вертикальными полосами. Найдите период D (по горизонтали) этих полос на уровне первого забора, считая, что наблюдение ведётся почти перпендикулярно к заборам.



Диагностическая работа

в формате ЕГЭ

по ФИЗИКЕ

10 декабря 2013 года

11 класс

Вариант ФИ10204

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	$44 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$

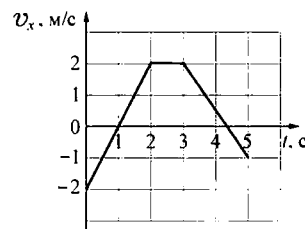
Часть 1

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

А1 Мотоцикл едет по прямой дороге с постоянной скоростью 50 км/ч. По той же дороге в том же направлении едет автомобиль с постоянной скоростью 70 км/ч. Модуль скорости движения мотоцикла относительно автомобиля равен

- 1) –20 км/ч 2) 20 км/ч 3) 120 км/ч 4) 50 км/ч

А2 Тело массой 2 кг движется вдоль оси Ox . На рисунке представлен график зависимости проекции скорости v_x этого тела от времени t . В течение первой секунды движения модуль проекции силы F_x , действующей на это тело, равен



- 1) 4 Н 2) 2 Н 3) 1 Н 4) 0 Н

А3 Алюминиевый и стальной бруски одинаковой массы неподвижно лежат на шероховатой поверхности наклонной плоскости. Выберите правильное утверждение.

- 1) Модуль силы трения, действующей на алюминиевый брусок, больше модуля силы трения, действующей на стальной брусок.
- 2) Модуль силы трения, действующей на алюминиевый брусок, меньше модуля силы трения, действующей на стальной брусок.
- 3) Модули сил трения, действующих на оба бруска, одинаковы.
- 4) На оба бруска не действует сила трения.

А4 Небольшое тело массой 2 кг движется по столу вдоль оси Ox . Зависимость проекции импульса p_x этого тела от времени t имеет вид: $p_x = 1 + 2t$.

Выберите верное(-ые) утверждение(-ия), если таковое(-ые) имеет(-ют)ся:

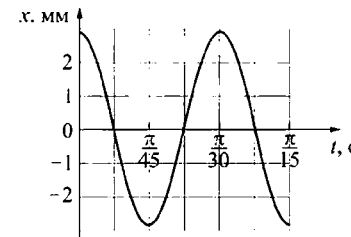
- А.** Тело движется равномерно.
Б. В начальный момент времени (при $t = 0$) тело имело начальную скорость 1 м/с.

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

А5 Кинетическая энергия некоторого тела уменьшилась, а потенциальная – увеличилась. Полная механическая энергия этого тела

- 1) обязательно увеличилась
- 2) обязательно уменьшилась
- 3) осталась неизменной
- 4) могла увеличиться, уменьшиться или остаться неизменной

А6 Груз массой 50 г, прикрепленный к лёгкой пружине, совершает свободные колебания. График зависимости координаты x этого груза от времени t показан на рисунке. Жёсткость пружины равна



- 1) 3 Н/м 2) 45 Н/м 3) 180 Н/м 4) 2400 Н/м

А7 Броуновское движение мелких частиц не может наблюдаться

- 1) в жидкостях
- 2) в газах
- 3) в жидкостях и в газах
- 4) в твёрдых телах

А8 При неизменной плотности одноатомного идеального газа давление этого газа увеличивают в 4 раза. При этом среднеквадратичная скорость движения его атомов

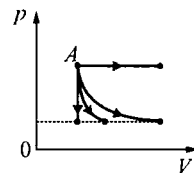
- 1) увеличивается в 2 раза
- 2) увеличивается в 4 раза
- 3) увеличивается 16 раз
- 4) уменьшается в 4 раза

А9 В сосуде под поршнем находятся вода и насыщенный водяной пар. Если, медленно двигая поршень, увеличивать объём насыщенного водяного пара при постоянной температуре, то

- 1) пар станет ненасыщенным
- 2) будет происходить испарение воды
- 3) давление пара уменьшится
- 4) плотность пара уменьшится

A10

1 моль идеального газа можно перевести из начального состояния A в различные конечные состояния путём различных процессов – изобарического, изотермического, адиабатического и изохорического (см. рисунок). Максимальная работа будет совершена газом в случае



- 1) изобарического процесса
- 2) изотермического процесса
- 3) адиабатического процесса
- 4) изохорического процесса

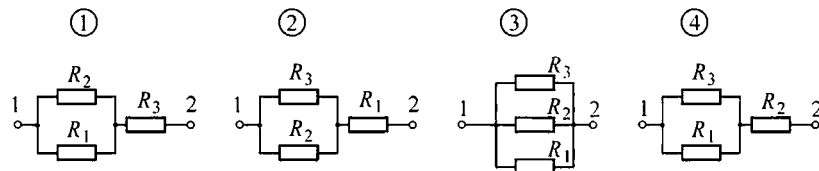
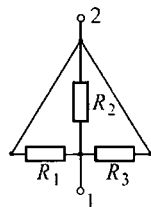
A11

Возле первой клеммы батарейки нарисован знак «-», а возле второй клеммы – знак «+». Потенциал первой клеммы

- 1) выше потенциала второй клеммы
- 2) ниже потенциала второй клеммы
- 3) равен потенциалу второй клеммы
- 4) равен нулю

A12

На рисунке изображена схема участка электрической цепи, состоящего из трёх резисторов R_1, R_2, R_3 . На каком из следующих рисунков приведена электрическая схема этого участка цепи, эквивалентная заданной?



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

A13

Электрический ток может протекать как в металлических проводниках, так и в ионизованных газах. При включении внешнего магнитного поля сила Лоренца

- 1) действует на свободные носители электрического заряда только в металлических проводниках
- 2) действует на свободные носители электрического заряда только в ионизованных газах
- 3) действует на свободные носители электрического заряда и в металлических проводниках, и в ионизованных газах
- 4) не действует на свободные носители электрического заряда ни в металлических проводниках, ни в ионизованных газах

A14

Проволочную рамку равномерно вращают в однородном магнитном поле так, что зависимость магнитного потока Φ через рамку от времени t имеет вид: $\Phi = \frac{1}{2} \sin 3\pi t$. Максимальное значение модуля ЭДС индукции, возникающей в рамке, равно

- 1) 0,5
- 2) 1,5
- 3) $1,5\pi$
- 4) 3π

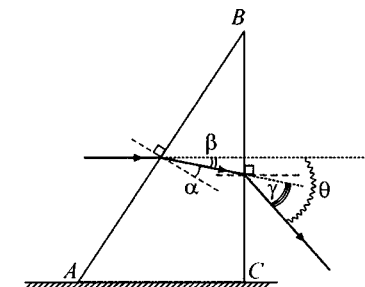
A15

По заданию учителя четыре ученика по очереди сформулировали закон преломления света. Начинались все четыре формулировки одинаково: «При падении луча света на границу раздела двух прозрачных сред...», а продолжения формулировок отличались. Выберите правильное продолжение формулировки закона преломления света.

- 1) ...луч света преломляется.
- 2) ...луч света преломляется, при этом падающий и преломлённый лучи, а также нормаль к зеркалу в точке падения лежат в одной плоскости, а угол падения луча α , угол преломления луча β и относительный показатель преломления сред n связаны соотношением $\sin \alpha = \sin \beta / n$.
- 3) ...луч света преломляется, при этом падающий и преломлённый лучи, а также нормаль к зеркалу в точке падения лежат в одной плоскости, а угол падения луча α равен углу преломления луча β .
- 4) ...луч света преломляется, при этом падающий и преломлённый лучи, а также нормаль к зеркалу в точке падения лежат в одной плоскости, а угол падения луча α , угол преломления луча β и относительный показатель преломления сред n связаны соотношением $\sin \alpha = n \sin \beta$

A16

Параллельно грани AC прямоугольной стеклянной призмы на грань AB падает луч монохроматического света, который затем выходит из неё через грань BC . На рисунке показан ход луча в призме. Какой угол из изображённых на рисунке является углом преломления на грани AB ?



- 1) угол α
- 2) угол β
- 3) угол γ
- 4) угол θ

A17 Согласно планетарной модели атома

- 1) электроны движутся по орбитам вокруг незаряженного ядра, состоящего из нейтронов
- 2) нейтроны движутся по орбитам вокруг положительно заряженного ядра
- 3) нейтроны движутся по орбитам вокруг отрицательно заряженного ядра
- 4) электроны движутся по орбитам вокруг положительно заряженного ядра

A18 Альфа-частица представляет собой

- 1) протон
- 2) ядро атома гелия
- 3) ион гелия
- 4) ядро атома лития

A19 При ядерных реакциях

- 1) сохраняется только электрический заряд
- 2) сохраняется только суммарное количество протонов и нейтронов
- 3) сохраняется и электрический заряд, и суммарное количество протонов и нейтронов
- 4) не сохраняется электрический заряд, но сохраняется суммарное количество протонов и нейтронов

A20 У ученика имеются четыре прямоугольных бруска – из парафина, пробки, резины, дерева – и три сосуда с различными жидкостями – нефтью, глицерином и водой. Плотности материалов брусков и жидкостей приведены в следующей таблице.

Вещество	Плотность, кг/м ³	Вещество	Плотность, кг/м ³
парафин	850	нефть	850
пробка	300	глицерин	1200
резина	900	вода	1000
дерево	500		

При погружении в сосуд будет плавать погружённым на четверть своего объёма

- 1) брусок из пробки в глицерине
- 2) брусок из дерева в глицерине
- 3) брусок из парафина в нефти
- 4) брусок из резины в глицерине

A21 В таблице представлены результаты измерения напряжения U между концами некоторого проводника и силы тока I , протекающего в этом проводнике.

U , В	8	7	6	5	4	3	2	1	0
I , мА	54	39	32	25	20	15	10	5	0

Закон Ома для данного проводника

- 1) не выполняется ни в каком интервале напряжений
- 2) выполняется в интервале напряжений от 5 В до 8 В
- 3) выполняется в интервале напряжений от 0 В до 8 В
- 4) выполняется в интервале напряжений от 0 В до 5 В

Часть 2

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

В1 Пружинный маятник представляет собой груз, склеенный из двух частей и прикрепленный к лёгкой пружине. Он совершает гармонические колебания вдоль поверхности гладкого горизонтального стола. В момент, когда груз находился в крайней точке своей траектории, одна из его частей отклеилась. Как изменились в результате этого частота колебаний пружинного маятника, амплитуда колебаний пружинного маятника, максимальная кинетическая энергия пружинного маятника?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

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

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

ИХ ИЗМЕНЕНИЕ

- | | |
|--|------------------|
| А) частота колебаний пружинного маятника | 1) увеличилась |
| Б) амплитуда колебаний пружинного маятника | 2) уменьшилась |
| В) максимальная кинетическая энергия пружинного маятника | 3) не изменилась |

Ответ:

А	Б	В

A23 В теплоизолированном сосуде под поршнем находится 1 моль гелия при температуре 450 К (обозначим это состояние системы номером 1). В сосуд через специальный патрубок с краном добавили еще 2 моля гелия при температуре 300 К, и дождались установления теплового равновесия. После этого, убрав теплоизоляцию, весь оказавшийся под поршнем газ медленно изобарически расширили, изменив его объём в 2 раза (обозначим это состояние системы номером 2). Как и во сколько раз изменилась внутренняя энергия системы при переходе из состояния 1 в состояние 2?

- 1) уменьшилась в 1,6 раза 3) уменьшилась в 5 раз
2) увеличилась в 1,6 раза 4) увеличилась в 14/3 раза

A24 Два одинаковых незаряженных конденсатора ёмкостью 2 мкФ каждый соединили параллельно и зарядили их до напряжения 3 В. Затем конденсаторы разъединили и замкнули выводы одного из них резистором с сопротивлением 100 кОм. Какое количество теплоты выделится в этом резисторе за достаточно большое время?

- 1) 9 мкДж 2) 4,5 мкДж 3) 0,2 Дж 4) 300 кДж

A25 Оптическая система состоит из двух зеркал Z_1 и Z_2 , способных вращаться вокруг горизонтальных осей, которые проходят через точки O_1 и O_2 соответственно. Изначально зеркала установлены горизонтально. Из точки A , лежащей в плоскости зеркала Z_2 , на зеркало Z_1 направлен луч света, идущий в плоскости рисунка. Угол падения луча света на зеркало Z_1 равен 30° (см. рис. 1).

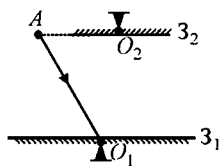


рис. 1

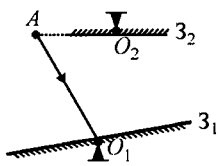


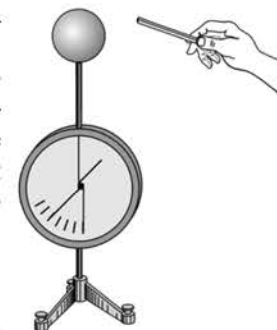
рис. 2

Затем Зеркало Z_1 поворачивают на угол 10° против часовой стрелки (рис. 2). При этом отражённый от зеркала Z_1 луч попадает в точку O_2 зеркала Z_2 . На какой угол требуется повернуть зеркало Z_2 , чтобы отражённый от него луч, минуя отражение от зеркала Z_1 , сразу попал обратно в точку A ?

- 1) 70° 2) 50° 3) 20° 4) 10°

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.

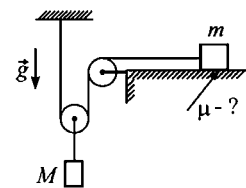
C1 Если потереть шерстью эбонитовую палочку, то она электризуется, приобретая отрицательный заряд, и стрелка электрометра при поднесении палки к его шару отклоняется, а при удалении палки – возвращается к неотклонённому состоянию. Если же в момент поднесения назлектризованной палки к электрометру коснуться рукой его металлического корпуса и сразу же убрать руку, то после удаления палки отклонение стрелки сохраняется, хотя и меньшее по величине.



Объясните, основываясь на известных физических законах и закономерностях, почему это происходит. Электрометр (см. рис.) представляет собой металлический цилиндрический корпус, передняя и задняя стенки которого стеклянные. Корпус закреплён на изолирующей подставке. Через изолирующую втулку внутрь корпуса сверху входит металлическая трубка, заканчивающаяся внизу стержнем с установленной на нём легкоподвижной стрелкой, отклонение которой определяется величиной заряда. Стрелка может вращаться вокруг горизонтальной оси. Внутри корпуса установлена шкала электрометра, по которой определяется отклонение стрелки. Снаружи корпуса, наверху трубки прикрепляется металлический шар или тарелка, к которой подносят заряженные тела.

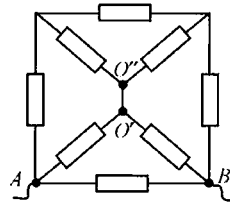
Полное правильное решение каждой из задач C2–C6 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

C2 В системе, изображённой на рисунке, масса груза, лежащего на шероховатой горизонтальной плоскости, равна $m = 3$ кг. При подвешивании к оси подвижного блока груза массой $M = 2$ кг он движется вниз с ускорением $a = 1$ м/с². Чему равен коэффициент трения μ между грузом массой m и плоскостью? Нити невесома и нерастяжимы, блоки невесома, трение в осях блоков и о воздух отсутствует.

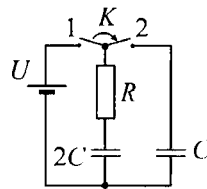


C3 В цилиндре под поршнем находится 1 моль гелия в объёме V_1 под некоторым давлением p , причём среднеквадратичная скорость движения атомов гелия равна $v_1 = 500$ м/с. Затем объём гелия увеличивают до V_2 таким образом, что при этом среднеквадратичная скорость движения атомов гелия увеличивается в $n = 2$ раза, а отношение $\frac{v^2}{V}$ в процессе остаётся постоянным (v – среднеквадратичная скорость газа, V – занимаемый им объём). Какое количество теплоты Q было подведено к гелию в этом процессе?

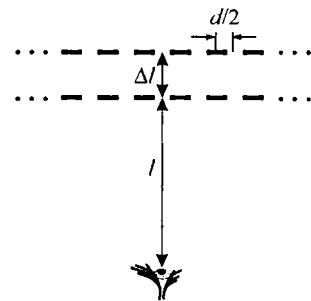
C4 На рисунке изображена схема электрической цепи. Сопротивления четырёх резисторов внутри схемы одинаковы и равны $R = 6$ Ом, а четырёх других, расположенных по периметру схемы, – одинаковы и равны $2R$. Найдите сопротивление схемы между точками A и B после того, как удалили проводник, соединявший точки O' и O'' .



C5 В цепи, схема которой изображена на рисунке, вначале замыкают ключ K налево, в положение 1. Спустя некоторое время, достаточное для зарядки конденсатора ёмкостью $2C = 10$ мкФ от идеальной батареи с напряжением $U = 300$ В, ключ K замыкают направо, в положение 2, подсоединяя при этом к первому, заряженному, конденсатору второй, незаряженный, конденсатор ёмкостью $C = 5$ мкФ. Какое количество теплоты Q выделится в резисторе R в течение всех описанных процессов? Первый конденсатор сначала был незаряженным.



C6 Пассажир автобуса едет в нём по шоссе и смотрит вбок, на поле, огороженное двумя одинаковыми заборами – рядами тёмного штакетника, параллельными дороге. Зазор между вертикальными штакетинами в каждом из заборов равен их ширине $d/2 = 6$ см, расстояние от наблюдателя до первого забора равно $l = 60$ м, а до второго – на $\Delta l = 15$ м больше. Поле, наблюдаемое пассажиром через первый забор, видно через мелькающий штакетник достаточно хорошо, а то, что пассажир видит сквозь оба забора, пересечено периодическими тёмными вертикальными полосами. Найдите период D (по горизонтали) этих полос на уровне первого забора, считая, что наблюдение ведётся почти перпендикулярно к заборам.



Ответы

Вар	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14	A15	A16	A17	A18	A19	A20	A21	A22	A23	A24	A25
201	3	1	2	4	4	3	3	1	2	1	1	3	3	3	4	1	4	2	3	1	4	3	4	1	4
202	2	4	3	1	4	1	4	4	2	4	2	1	3	2	4	2	4	2	3	3	4	4	4	4	2
203	3	4	2	1	4	1	3	4	2	4	1	1	3	2	4	2	4	2	3	3	4	4	4	4	4
204	2	1	3	4	4	3	4	1	2	1	2	3	3	3	4	1	4	2	3	1	4	3	4	1	2

Критерии оценивания заданий с развёрнутым ответом

С1

Если потереть шерстью эбонитовую палочку, то она электризуется, приобретая отрицательный заряд, и стрелка электрометра при поднесении палки к его шару отклоняется, а при удалении палки – возвращается к неотклонённому состоянию. Если же в момент поднесения наэлектризованной палки к электрометру коснуться рукой его металлического корпуса и сразу же убрать руку, то после удаления палки отклонение стрелки сохраняется, хотя и меньшее по величине.



Объясните, основываясь на известных физических законах и закономерностях, почему это происходит.

Электрометр (см. рис.) представляет собой металлический цилиндрический корпус, передняя и задняя стенки которого стеклянные. Корпус закреплён на изолирующей подставке. Через изолирующую втулку внутрь корпуса сверху входит металлическая трубка, заканчивающаяся внизу стержнем с установленной на нём легкоподвижной стрелкой, отклонение которой определяется величиной заряда. Стрелка может вращаться вокруг горизонтальной оси. Внутри корпуса установлена шкала электрометра, по которой определяется отклонение стрелки. Снаружи корпуса, наверху трубки прикрепляется металлический шар или тарелка, к которой подносят заряженные тела.

Возможное решение

- 1) При поднесении наэлектризованной отрицательным зарядом эбонитовой палки к шару электрометра, в силу явления электростатической индукции и закона сохранения заряда в изолированной системе тел, шар и стрелка электрометра заряжаются разноимёнными и равными по величине зарядами (шар – «+», стрелка – «-»). При этом часть металлического корпуса электрометра вблизи шкалы заряжается положительным зарядом в силу того же явления электростатической индукции, а остальная часть – равным ему по величине в силу закона сохранения заряда в изолированной системе тел отрицательным зарядом.
- 2) Стрелка электрометра отклоняется, так как одноимённые заряды на стрелке и на стержне отталкиваются, а разноимённые заряды на стрелке и на корпусе электрометра притягиваются, согласно закону взаимодействия зарядов.
- 3) При удалении наэлектризованной палки от электрометра одинаковые индуцированные заряды разных знаков на его шаре и на стрелке, а также меньшие по величине заряды на корпусе электрометра вблизи его шкалы и вдали от стрелки компенсируются, и отклонение стрелки прекращается.
- 4) Если коснуться корпуса электрометра рукой после поднесения к нему наэлектризованной палки и сразу убрать руку, то часть индуцированных на

корпусе зарядов (отрицательных) стечёт на прикоснувшегося к нему человека, и на корпусе электрометра останется нескомпенсированный положительный заряд.

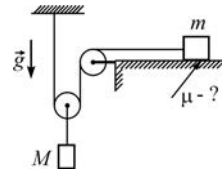
5) В силу явления электростатической индукции после удаления палки этот положительный нескомпенсированный заряд на корпусе электрометра вызовет появление отрицательного заряда на стрелке электрометра, расположенной вблизи шкалы, и положительного – на шаре электрометра, что и приведёт к отклонению стрелки, хотя и меньшему, чем при поднесении заряженной эбонитовой палки к электрометру.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ (в данном случае <i>п.п. 1–5</i>) и исчерпывающие верные рассуждения с указанием наблюдаемых явлений (в данном случае – <i>упоминание явления электростатической индукции, закона сохранения заряда в изолированной системе тел и закона взаимодействия зарядов</i>).	3
Дан правильный ответ, и приведено объяснение, но в решении имеются следующие недостатки. В объяснении не указано или не используется одно из физических явлений, свойств, определений или один из законов (формул), необходимых для полного верного объяснения. (Утверждение, лежащее в основе объяснения, не подкреплено соответствующим законом, свойством, явлением, определением и т. п.). ИЛИ Объяснения представлены не в полном объёме, или в них содержится один логический недочёт.	2
Представлено решение, соответствующее <u>одному</u> из следующих случаев. Дан правильный ответ на вопрос задания, и приведено объяснение, но в нём не указаны два явления или физических закона, необходимые для полного верного объяснения. ИЛИ Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, направленные на получение ответа на вопрос задания, не доведены до конца. ИЛИ Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, приводящие к ответу, содержат ошибки. ИЛИ Указаны не все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеются верные рассуждения, направленные на решение задачи.	1

Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.	0
--	---

C2

В системе, изображённой на рисунке, масса груза, лежащего на шероховатой горизонтальной плоскости, равна $m = 2$ кг. При подвешивании к оси подвижного блока груза массой $M = 2,5$ кг он движется вниз с ускорением $a = 2$ м/с². Чему равен коэффициент трения μ между грузом массой m и плоскостью? Нити невесомы и нерастяжимы, блоки невесомы, трение в осях блоков и о воздух отсутствует.



Возможное решение

Запишем уравнение движения груза массой M в проекции на вертикальную ось, направленную вниз: $Ma = Mg - 2T$, откуда сила натяжения нити, перекинутой через подвижный блок, равна $T = \frac{M}{2}(g - a)$.

Уравнение движения груза массой m в проекции на горизонтальную ось, направленную влево, имеет вид: $T - F_{\text{тр}} = ma_{\text{тр}}$.

Поскольку в силу нерастяжимости нити смещения грузов массой m и массой M отличаются, очевидно, в два раза, то $a_{\text{тр}} = 2a$.

По закону Амонтона–Кулона при скольжении груза массой m по горизонтальной плоскости $F_{\text{тр}} = \mu N$, где сила нормального давления груза на плоскость равна $N = mg$.

Из написанных уравнений получаем: $F_{\text{тр}} = \mu mg = T - ma_{\text{тр}} = \frac{M}{2}(g - a) - 2ma$ и

$$\mu = \frac{M}{2m} \left(1 - \frac{a}{g}\right) - \frac{2a}{g} = \frac{2,5}{2 \cdot 2} \left(1 - \frac{2}{10}\right) - \frac{2 \cdot 2}{10} = 0,5 - 0,4 = 0,1.$$

$$\text{Ответ: } \mu = \frac{M}{2m} \left(1 - \frac{a}{g}\right) - \frac{2a}{g} = 0,1.$$

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: 2-й закон Ньютона для движения обоих тел, закон Амонтона–Кулона для силы сухого трения, а также кинематическая связь ускорений обоих грузов); II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, и обозначений величин, используемых в условии задачи); III) проведены необходимые математические преобразования, приводящие к правильному ответу; IV) представлен правильный ответ.	3
Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются следующие недостатки. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют. ИЛИ В решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачёркнуты; не заключены в скобки, рамку и т. п.). ИЛИ В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) преобразования/вычисления не доведены до конца. ИЛИ Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка.	2

Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев. Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи, и ответа. ИЛИ В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи. ИЛИ В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.	0

С3

В цилиндре под поршнем находится 1 моль гелия в объёме V_1 под некоторым давлением p , причём среднеквадратичная скорость движения атомов гелия равна $v_1 = 500$ м/с. Затем объём гелия увеличивают до V_2 таким образом, что при этом среднеквадратичная скорость движения атомов гелия увеличивается в $n = 2$ раза, а отношение $\frac{v^2}{V}$ в процессе остаётся постоянным (v – среднеквадратичная скорость газа, V – занимаемый им объём). Какое количество теплоты Q было подведено к гелию в этом процессе?

Возможное решение

Среднеквадратичная скорость молекул (атомов) идеального газа, согласно основному уравнению молекулярно-кинетической теории газов и определению температуры, равна $v = \sqrt{\frac{3RT}{\mu}}$. Отсюда температура газа

$$T = \frac{\mu v^2}{3R}.$$

Давление 1 моля газа, согласно уравнению состояния идеального газа, то есть уравнению Клапейрона–Менделеева, равно $p = \frac{RT}{V} = \frac{\mu v^2}{3V}$.

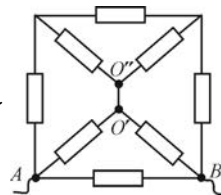
В данном процессе, согласно условию, отношение $\frac{v^2}{V} = \text{const}$, откуда следует, что $p = \text{const}$, то есть что процесс – изобарический.

Согласно первому началу термодинамики искомое количество теплоты $\Delta Q = \Delta U + \Delta A$, где изменение внутренней энергии гелия $\Delta U = \frac{3}{2} R \Delta T$, а работа 1 моля газа при $p = \text{const}$ $\Delta A = p \Delta V = R \Delta T$. Таким образом, $\Delta Q = \frac{5}{2} R \Delta T = \frac{5}{2} R \Delta \left(\frac{\mu v^2}{3R} \right) = \frac{5}{6} \mu \Delta (v^2) = \frac{5}{6} \mu v_1^2 (n^2 - 1) = \frac{5}{6} \cdot 0,004 \cdot 500^2 (2^2 - 1) = 2500 \text{ Дж}.$ <i>Ответ:</i> $\Delta Q = \frac{5}{6} \mu v_1^2 (n^2 - 1) = 2,5 \text{ кДж}.$

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <i>основное уравнение молекулярно-кинетической теории газов, определение температуры, уравнение Клапейрона–Менделеева, первое начало термодинамики, выражения для внутренней энергии идеального одноатомного газа и для работы газа при изобарическом процессе</i>); II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, и обозначений величин, используемых в условии задачи); III) проведены необходимые математические преобразования, приводящие к правильному ответу; IV) представлен правильный ответ.	3
Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются следующие недостатки. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют. ИЛИ В решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачёркнуты; не заключены в скобки, рамку и т.п.). ИЛИ В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) преобразования/вычисления не доведены до конца. ИЛИ Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка.	2

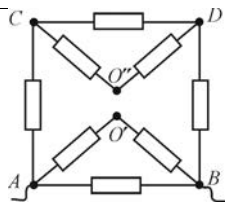
<p>Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев.</p> <p>Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи, и ответа.</p> <p>ИЛИ</p> <p>В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</p> <p>ИЛИ</p> <p>В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.</p>	0

C4 Сопротивления всех резисторов в цепи, схема которой изображена на рисунке, одинаковы и равны $R = 15$ Ом. Найдите сопротивление цепи между точками A и B после того, как был удалён проводник, соединявший точки O' и O'' .



Возможное решение

Решение задачи после удаления проводника, соединявшего точки O' и O'' , сводится к простому применению правил расчёта сопротивлений параллельно и последовательно соединённых резисторов (см. рисунок). Сопротивления нижней части схемы и середины верхней части одинаковы – это сопротивления параллельно соединённых резисторов R



и $2R$, так что $R_{AO'B} = R_{CO'D} = \frac{2R \cdot R}{2R + R} = \frac{2}{3}R$. Последовательно с $R_{CO'D}$ в верхней части схемы включено два резистора сопротивлениями по R , поэтому $R_{ACDB} = \frac{2}{3}R + 2R = \frac{8}{3}R$. Поскольку $R_{AO'B}$ и R_{ACDB} включены параллельно, то искомое сопротивление

$$R_{AB} = \frac{(2/3) \cdot (8/3)}{(2/3) + (8/3)} R = \frac{16}{30} R = \frac{8}{15} R = 8 \text{ Ом.}$$

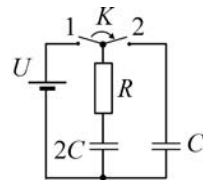
Ответ: $R_{AB} = \frac{8}{15} R = 8 \text{ Ом.}$

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <i>формулы для последовательного и параллельного соединения резисторов</i>);</p> <p>II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, и обозначений величин, используемых в условии задачи);</p> <p>III) проведены необходимые математические преобразования, приводящие к правильному ответу;</p> <p>IV) представлен правильный ответ.</p>	3
<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются следующие недостатки.</p> <p>Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p> <p>ИЛИ</p> <p>В решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачёркнуты; не заключены в скобки, рамку и т. п.).</p> <p>ИЛИ</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) преобразования/вычисления не доведены до конца.</p> <p>ИЛИ</p> <p>Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка.</p>	2

<p>Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев.</p> <p>Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи, и ответа.</p> <p>ИЛИ</p> <p>В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</p> <p>ИЛИ</p> <p>В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.</p>	0

C5

В цепи, схема которой изображена на рисунке, вначале замыкают ключ K налево, в положение 1. Спустя некоторое время, достаточное для зарядки конденсатора ёмкостью $2C = 10$ мкФ от идеальной батареи с напряжением $U = 300$ В, ключ K замыкают направо, в положение 2, подсоединяя при этом к первому, заряженному, конденсатору второй, незаряженный, конденсатор ёмкостью $C = 5$ мкФ. Какое количество теплоты Q выделится в резисторе R в течение всех описанных процессов? Первый конденсатор сначала был незаряженным.



Возможное решение
<p>В положении 1 ключа K конденсатор зарядится до напряжения U от батареи, и его заряд, согласно формуле для связи заряда и напряжения на конденсаторе, станет равным $q = 2CU$. При этом батарея совершит работу по перемещению этого заряда на конденсатор, равную $Uq = 2CU^2$, энергия заряженного конденсатора станет равной $2C \cdot U^2 / 2 = CU^2$, и в резисторе выделится, согласно закону сохранения энергии, количество теплоты $Q_1 = Uq - CU^2 = CU^2$.</p> <p>После переключения ключа K в положение 2 произойдёт перераспределение заряда $q = 2CU$ на оба параллельно соединённых конденсатора суммарной ёмкостью $3C$. Поэтому напряжение на конденсаторах станет равным</p>

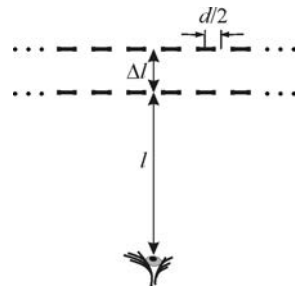
<p>$U_1 = \frac{q}{3C} = \frac{2}{3}U$, а энергия уменьшится от начальной, запасённой в первом конденсаторе и равной CU^2, до энергии двух заряженных конденсаторов, равной $\frac{3C \cdot (2U/3)^2}{2} = \frac{2CU^2}{3}$. При этом, согласно закону сохранения энергии, на втором этапе процесса, при перетекании заряда с первого конденсатора на второй, на резисторе выделится количество теплоты $Q_2 = CU^2 - 2CU^2/3 = CU^2/3$.</p> <p>Всего в течение обоих стадий процесса в резисторе выделится количество теплоты $Q = Q_1 + Q_2 = CU^2 + CU^2/3 = \frac{4}{3}CU^2 = \frac{4}{3} \cdot 5 \cdot 10^{-6} \cdot 300^2 = 0,6$ Дж.</p> <p>Ответ: $Q = \frac{4}{3}CU^2 = 0,6$ Дж.</p>
--

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <i>определение ёмкости конденсатора, формулы для энергии заряженного конденсатора, для работы источника напряжения, а также закон сохранения энергии для электрических цепей</i>);</p> <p>II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, и обозначений величин, используемых в условии задачи);</p> <p>III) проведены необходимые математические преобразования, приводящие к правильному ответу;</p> <p>IV) представлен правильный ответ.</p>	3
<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются следующие недостатки. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p> <p>ИЛИ</p> <p>В решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачёркнуты; не заключены в скобки, рамку и т. п.).</p> <p>ИЛИ</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) преобразования/вычисления не доведены до конца.</p> <p>ИЛИ</p> <p>Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка.</p>	2

<p>Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев.</p> <p>Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи, и ответа.</p> <p>ИЛИ</p> <p>В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</p> <p>ИЛИ</p> <p>В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.</p>	0

С6

Пассажир автобуса едет в нём по шоссе и смотрит вбок, на поле, огороженное двумя одинаковыми заборами – рядами тёмного штакетника, параллельными дороге. Зазор между вертикальными штакетинами в каждом из заборов равен их ширине $d/2 = 5$ см, расстояние от наблюдателя до первого забора равно $l = 50$ м, а до второго – на $\Delta l = 10$ м больше. Поле, наблюдаемое пассажиром через первый забор, видно через мелькающий штакетник достаточно хорошо, а то, что пассажир видит сквозь оба забора, пересечено периодическими темными вертикальными полосами. Найдите период D (по горизонтали) этих полос на уровне первого забора, считая, что наблюдение ведётся почти перпендикулярно к заборам.



Возможное решение

Согласно закону прямолинейного распространения света в однородной среде (воздухе), центры тёмных полос будут наблюдаться там, где центры штакетин первого забора проецируются на середины промежутков между штакетинами во втором заборе (см. рис.). Это будет наблюдаться в первый раз под углами $\pm \Delta\alpha = \frac{d/2}{\Delta l} \ll 1$ к нормали, проведённой к первому забору. Поэтому период тёмных полос на уровне первого забора вблизи к основанию перпендикуляра, проведённого от наблюдателя к забору, будет равен $D \approx l \cdot 2\Delta\alpha = \frac{d \cdot l}{\Delta l} = \frac{0,1 \cdot 50}{10} = 0,5$ м.

Наблюдаемое явление называется «муаровыми узорами».

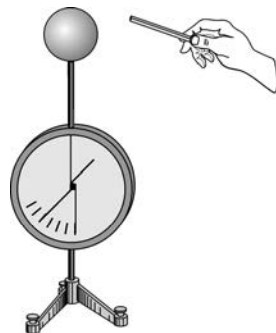
Ответ: $D \approx \frac{d \cdot l}{\Delta l} = 0,5$ м.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: закон прямолинейного распространения света в однородной среде и геометрические соотношения между l, d и Δl);</p> <p>II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, и обозначений величин, используемых в условии задачи);</p> <p>III) проведены необходимые математические преобразования, приводящие к правильному ответу;</p> <p>IV) представлен правильный ответ.</p>	3

<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются следующие недостатки. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют. ИЛИ В решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачёркнуты; не заключены в скобки, рамку и т. п.). ИЛИ В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) преобразования/вычисления не доведены до конца. ИЛИ Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка.</p>	2
<p>Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев. Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи, и ответа. ИЛИ В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи. ИЛИ В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.</p>	0

Критерии оценивания заданий с развёрнутым ответом**C1**

Если потереть стеклянную палочку шёлком, то она электризуется, приобретая положительный заряд, и стрелка электрометра при поднесении палки к его шару отклоняется, а при удалении палки – возвращается к неотклонённому состоянию. Если же в момент поднесения наэлектризованной палки к электрометру коснуться рукой его металлического корпуса и сразу же убрать руку, то после удаления палки отклонение стрелки сохраняется, хотя и меньшее по величине. Объясните, основываясь на известных физических законах и закономерностях, почему это происходит.



Электрометр (см. рис.) представляет собой металлический цилиндрический корпус, передняя и задняя стенки которого стеклянные. Корпус закреплён на изолирующей подставке. Через изолирующую втулку внутрь корпуса сверху входит металлическая трубка, заканчивающаяся внизу стержнем с установленной на нём легкоподвижной стрелкой, отклонение которой определяется величиной заряда. Стрелка может вращаться вокруг горизонтальной оси. Внутри корпуса установлена шкала электрометра, по которой определяется отклонение стрелки. Снаружи корпуса, наверху трубки прикрепляется металлический шар или тарелка, к которой подносят заряженные тела.

Возможное решение

- 1) При поднесении наэлектризованной положительным зарядом стеклянной палки к шару электрометра в силу явления электростатической индукции и закона сохранения заряда в изолированной системе тел шар и стрелка электрометра заряжаются разноимёнными и равными по величине зарядами (шар – «-», стрелка – «+»). При этом часть металлического корпуса электрометра вблизи шкалы заряжается отрицательным зарядом в силу того же явления электростатической индукции, а остальная часть – равным ему по величине в силу закона сохранения заряда в изолированной системе тел положительным зарядом.
- 2) Стрелка электрометра отклоняется, так как разноимённые заряды на стрелке и на корпусе электрометра притягиваются, согласно закону взаимодействия зарядов.
- 3) При удалении наэлектризованной палки от электрометра одинаковые индуцированные разноимённые заряды на его шаре и на стрелке, а также меньшие по величине заряды на корпусе электрометра вблизи его шкалы и вдали от стрелки компенсируются, и отклонение стрелки прекращается.
- 4) Если коснуться корпуса электрометра рукой после поднесения к нему наэлектризованной палки и сразу убрать руку, то часть индуцированных на

корпусе зарядов (положительных) стечёт на прикоснувшегося к нему человека, и на корпусе электрометра останется нескомпенсированный отрицательный заряд.

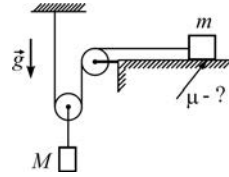
5) В силу явления электростатической индукции после удаления палки этот отрицательный нескомпенсированный заряд на корпусе электрометра вызовет появление положительного заряда на стрелке электрометра, расположенной вблизи шкалы, и отрицательного – на шаре электрометра, что и приведёт к отклонению стрелки, хотя и меньшему, чем при поднесении заряженной стеклянной палки к электрометру.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ (в данном случае <i>п.п. 1–5</i>) и исчерпывающие верные рассуждения с указанием наблюдаемых явлений (в данном случае – <i>упоминание явления электростатической индукции, закона сохранения заряда в изолированной системе тел и закона взаимодействия зарядов</i>).	3
Дан правильный ответ, и приведено объяснение, но в решении имеются следующие недостатки. В объяснении не указано или не используется одно из физических явлений, свойств, определений или один из законов (формул), необходимых для полного верного объяснения. (Утверждение, лежащее в основе объяснения, не подкреплено соответствующим законом, свойством, явлением, определением и т. п.). ИЛИ Объяснения представлены не в полном объёме, или в них содержится один логический недочёт.	2
Представлено решение, соответствующее одному из следующих случаев. Дан правильный ответ на вопрос задания, и приведено объяснение, но в нём не указаны два явления или физических закона, необходимые для полного верного объяснения. ИЛИ Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, направленные на получение ответа на вопрос задания, не доведены до конца. ИЛИ Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, приводящие к ответу, содержат ошибки. ИЛИ Указаны не все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеются верные рассуждения, направленные на решение задачи.	1

Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.	0
--	---

C2

В системе, изображённой на рисунке, масса груза, лежащего на шероховатой горизонтальной плоскости, равна $m = 3$ кг. При подвешивании к оси подвижного блока груза массой $M = 2$ кг он движется вниз с ускорением $a = 1$ м/с². Чему равен коэффициент трения μ между грузом массой m и плоскостью? Нити невесомы и нерастяжимы, блоки невесомы, трение в осях блоков и о воздух отсутствует.



Возможное решение

Запишем уравнение движения груза массой M в проекции на вертикальную ось, направленную вниз: $Ma = Mg - 2T$, откуда сила натяжения нити, перекинутой через подвижный блок, равна $T = \frac{M}{2}(g - a)$.

Уравнение движения груза массой m в проекции на горизонтальную ось, направленную влево, имеет вид: $T - F_{\text{тр}} = ma_{\text{тр}}$.

Поскольку в силу нерастяжимости нити смещения грузов массой m и массой M отличаются, очевидно, в два раза, то $a_{\text{тр}} = 2a$.

По закону Амонтона–Кулона при скольжении груза массой m по горизонтальной плоскости $F_{\text{тр}} = \mu N$, где сила нормального давления груза на плоскость равна $N = mg$.

Из написанных уравнений получаем: $F_{\text{тр}} = \mu mg = T - ma_{\text{тр}} = \frac{M}{2}(g - a) - 2ma$, и

$$\mu = \frac{M}{2m} \left(1 - \frac{a}{g}\right) - \frac{2a}{g} = \frac{2}{2 \cdot 3} \left(1 - \frac{1}{10}\right) - \frac{2 \cdot 1}{10} = 0,3 - 0,2 = 0,1.$$

$$\text{Ответ: } \mu = \frac{M}{2m} \left(1 - \frac{a}{g}\right) - \frac{2a}{g} = 0,1.$$

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: 2-й закон Ньютона для движения обоих тел, закон Амонтона–Кулона для силы сухого трения, а также кинематическая связь ускорений обоих грузов);</p> <p>II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, и обозначений величин, используемых в условии задачи);</p> <p>III) проведены необходимые математические преобразования, приводящие к правильному ответу;</p> <p>IV) представлен правильный ответ.</p>	3
<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются следующие недостатки.</p> <p>Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p> <p>ИЛИ</p> <p>В решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачёркнуты; не заключены в скобки, рамку и т. п.).</p> <p>ИЛИ</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) преобразования/вычисления не доведены до конца.</p> <p>ИЛИ</p> <p>Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка.</p>	2

<p>Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев.</p> <p>Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи, и ответа.</p> <p>ИЛИ</p> <p>В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</p> <p>ИЛИ</p> <p>В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</p> <p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.</p>	1
<p>Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев.</p> <p>Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи, и ответа.</p> <p>ИЛИ</p> <p>В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</p> <p>ИЛИ</p> <p>В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</p> <p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.</p>	0

C3

В цилиндре под поршнем находится 1 моль гелия в объёме V_1 под некоторым давлением p , причем среднеквадратичная скорость движения атомов гелия равна $v_1 = 400$ м/с. Затем объем гелия увеличивают до $V_2 = 4V_1$ таким образом, что при этом отношение $\frac{v^2}{V}$ в процессе остаётся постоянным (v – среднеквадратичная скорость газа, V – занимаемый им объём). Какое количество теплоты Q было подведено к гелию в этом процессе?

Возможное решение
<p>Среднеквадратичная скорость молекул (атомов) идеального газа, согласно основному уравнению молекулярно-кинетической теории газов и определению температуры, равна $v = \sqrt{\frac{3RT}{\mu}}$. Отсюда температура газа</p> $T = \frac{\mu v^2}{3R}.$ <p>Давление 1 моля газа, согласно уравнению состояния идеального газа, то есть уравнению Клапейрона–Менделеева, равно $p = \frac{RT}{V} = \frac{\mu v^2}{3V}$.</p> <p>В данном процессе, согласно условию, отношение $\frac{v^2}{V} = \text{const}$, откуда следует, что $p = \text{const}$, то есть что процесс – изобарический, причем $\frac{V_1^2}{V_1} = \frac{V_2^2}{V_2} = \frac{V_2^2}{4V_1}$, или $v_2^2 = 4v_1^2$.</p>

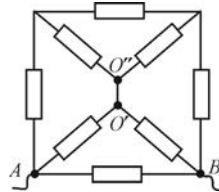
<p>Согласно первому началу термодинамики искомое количество теплоты $\Delta Q = \Delta U + \Delta A$, где изменение внутренней энергии гелия $\Delta U = \frac{3}{2} R \Delta T$, а работа 1 моля газа при $p = \text{const}$ $\Delta A = p \Delta V = R \Delta T$. Таким образом,</p> $\Delta Q = \frac{5}{2} R \Delta T = \frac{5}{2} R \Delta \left(\frac{\mu v^2}{3R} \right) = \frac{5}{6} \mu \Delta (v^2) = \frac{5}{6} \mu (v_2^2 - v_1^2) = \frac{5}{2} \mu \cdot v_1^2 = \frac{5}{2} \cdot 0,004 \cdot 400^2 = 1600 \text{ Дж}.$ <p>Ответ: $\Delta Q = \frac{5}{2} \mu v_1^2 = 1,6 \text{ кДж}$.</p>
--

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <i>основное уравнение молекулярно-кинетической теории газов, определение температуры, уравнение Клапейрона–Менделеева, первое начало термодинамики, выражения для внутренней энергии идеального одноатомного газа и для работы газа при изобарическом процессе</i>);</p> <p>II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, и обозначений величин, используемых в условии задачи);</p> <p>III) проведены необходимые математические преобразования, приводящие к правильному ответу;</p> <p>IV) представлен правильный ответ.</p>	3
<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются следующие недостатки. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p> <p>ИЛИ</p> <p>В решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачёркнуты; не заключены в скобки, рамку и т. п.).</p> <p>ИЛИ</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) преобразования/вычисления не доведены до конца.</p> <p>ИЛИ</p> <p>Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка.</p>	2

<p>Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев.</p> <p>Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи, и ответа.</p> <p>ИЛИ</p> <p>В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</p> <p>ИЛИ</p> <p>В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</p> <p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.</p>	1
<p>Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев.</p> <p>Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи, и ответа.</p> <p>ИЛИ</p> <p>В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</p> <p>ИЛИ</p> <p>В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</p> <p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.</p>	0

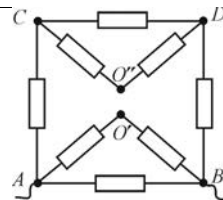
C4

На рисунке изображена схема электрической цепи. Сопротивления четырёх резисторов внутри схемы одинаковы и равны $R = 6$ Ом, а четырёх других, расположенных по периметру схемы, – одинаковы и равны $2R$. Найдите сопротивление схемы между точками A и B после того, как удалили проводник, соединявший точки O' и O'' .



Возможное решение

Решение задачи после удаления проводника, соединявшего точки O' и O'' , сводится к простому применению правил расчёта сопротивлений параллельно и последовательно соединённых резисторов (см. рисунок). Сопротивления нижней части схемы и середины верхней части одинаковы – это сопротивления параллельно соединённых резисторов



$2R$ и $2R$, так что $R_{AO'B} = R_{CO''D} = \frac{2R \cdot 2R}{2R + 2R} = R$. Последовательно с $R_{CO''D}$ в верхней части схемы включено два резистора сопротивлениями по $2R$, поэтому $R_{ACDB} = R + 4R = 5R$. Поскольку $R_{AO'B}$ и R_{ACDB} включены параллельно, то искомое сопротивление $R_{AB} = \frac{R \cdot 5R}{R + 5R} = \frac{5}{6}R = 5$ Ом.

Ответ: $R_{AB} = \frac{5}{6}R = 5$ Ом.

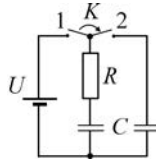
Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <i>формулы для последовательного и параллельного соединения резисторов</i>);</p> <p>II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (<i>за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, и обозначений величин, используемых в условии задачи</i>);</p> <p>III) проведены необходимые математические преобразования, приводящие к правильному ответу;</p> <p>IV) представлен правильный ответ.</p> <p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются следующие недостатки. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p> <p>ИЛИ</p> <p>В решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачёркнуты; не заключены в скобки, рамку и т. п.).</p> <p>ИЛИ</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) преобразования/вычисления не доведены до конца.</p> <p>ИЛИ</p> <p>Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка.</p>	3
<p>Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев.</p> <p>Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи, и ответа.</p> <p>ИЛИ</p> <p>В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</p> <p>ИЛИ</p> <p>В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</p>	2
<p>Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев.</p> <p>Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи, и ответа.</p> <p>ИЛИ</p> <p>В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</p> <p>ИЛИ</p> <p>В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</p>	1

Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.

0

C5

В цепи, схема которой изображена на рисунке, вначале замыкают ключ K налево, в положение 1. Затем, спустя некоторое время, достаточное для зарядки конденсатора $C = 5 \text{ мкФ}$ от идеальной батареи с напряжением $U = 600 \text{ В}$, ключ K замыкают направо, в положение 2, подсоединяя к первому, заряженному, конденсатору второй такой же, незаряженный. Какое количество теплоты Q выделится в резисторе R в течение всех описанных процессов? Первый конденсатор сначала был незаряженным.



Возможное решение

В положении 1 ключа K конденсатор зарядится до напряжения U от батареи, и его заряд, согласно формуле для связи заряда и напряжения на конденсаторе, станет равным $q = CU$. При этом батарея совершит работу по перемещению этого заряда на конденсатор, равную $Uq = CU^2$, энергия заряженного конденсатора станет равной $CU^2/2$, и в резисторе выделится, согласно закону сохранения энергии, количество теплоты $Q_1 = Uq - CU^2/2 = CU^2/2$.

После переключения ключа K в положение 2 произойдет перераспределение заряда q поровну, по $q/2$, на оба конденсатора. Поэтому напряжение на каждом из одинаковых конденсаторов станет равным $U/2$, а энергия уменьшится от начальной, запасенной в первом конденсаторе и равной $CU^2/2$, до энергии двух заряженных конденсаторов, равной $2 \cdot \frac{C \cdot (U/2)^2}{2} = \frac{CU^2}{4}$. Такое же количество энергии выделится в резисторе,

согласно закону сохранения энергии, на втором этапе процесса, при перетекании заряда с первого конденсатора на второй: $Q_2 = CU^2/2 - CU^2/4 = CU^2/4$.

Всего в течение обеих стадий процесса в резисторе выделится количество теплоты $Q = Q_1 + Q_2 = CU^2/2 + CU^2/4 = \frac{3}{4}CU^2 = \frac{3}{4} \cdot 5 \cdot 10^{-6} \cdot 600^2 = 1,35 \text{ Дж}$.

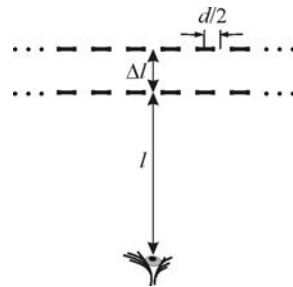
Ответ: $Q = \frac{3}{4}CU^2 = 1,35 \text{ Дж}$.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <i>определение ёмкости конденсатора, формулы для энергии заряженного конденсатора, для работы источника напряжения, а также закон сохранения энергии для электрических цепей</i>); II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, и обозначений величин, используемых в условии задачи); III) проведены необходимые математические преобразования, приводящие к правильному ответу; IV) представлен правильный ответ.</p>	3
<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются следующие недостатки. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют. ИЛИ В решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачёркнуты; не заключены в скобки, рамку и т.п.). ИЛИ В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) преобразования/вычисления не доведены до конца. ИЛИ Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка.</p>	2

<p>Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев.</p> <p>Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи, и ответа.</p> <p>ИЛИ</p> <p>В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</p> <p>ИЛИ</p> <p>В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.</p>	0

С6

Пассажир автобуса едет в нём по шоссе и смотрит вбок, на поле, огороженное двумя одинаковыми заборами – рядами тёмного штакетника, параллельными дороге. Зазор между вертикальными штакетинами в каждом из заборов равен их ширине $d/2 = 6$ см, расстояние от наблюдателя до первого забора равно $l = 60$ м, а до второго – на $\Delta l = 15$ м больше. Поле, наблюдаемое пассажиром через первый забор, видно через мелькающий штакетник достаточно хорошо, а то, что пассажир видит сквозь оба забора, пересечено периодическими тёмными вертикальными полосами. Найдите период D (по горизонтали) этих полос на уровне первого забора, считая, что наблюдение ведётся почти перпендикулярно к заборам.



Возможное решение	
<p>Согласно закону прямолинейного распространения света в однородной среде (воздухе), центры темных полос будут наблюдаться там, где центры штакетин первого забора проецируются на середины промежутков между штакетинами во втором заборе (см. рис.). Это будет наблюдаться в первый раз под углами $\pm \Delta\alpha = \frac{d/2}{\Delta l} \ll 1$ к нормали, проведенной к первому забору. Поэтому период темных полос на уровне первого забора вблизи к основанию перпендикуляра, проведенного от наблюдателя к забору, будет равен</p> $D \approx l \cdot 2\Delta\alpha = \frac{d \cdot l}{\Delta l} = \frac{0,12 \cdot 60}{15} = 0,48 \text{ м.}$ <p>Наблюдаемое явление называется «муаровыми узорами».</p> <p><i>Ответ:</i> $D \approx \frac{d \cdot l}{\Delta l} = 0,48 \text{ м.}$</p>	

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: закон прямолинейного распространения света в однородной среде и геометрические соотношения между l, d и Δl);</p> <p>II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, и обозначений величин, используемых в условии задачи);</p> <p>III) проведены необходимые математические преобразования, приводящие к правильному ответу;</p> <p>IV) представлен правильный ответ.</p>	3

<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются следующие недостатки. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют. ИЛИ В решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачёркнуты; не заключены в скобки, рамку и т. п.). ИЛИ В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) преобразования/вычисления не доведены до конца. ИЛИ Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка.</p>	2
<p>Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев. Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи, и ответа. ИЛИ В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи. ИЛИ В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.</p>	0

Ответы к заданиям с кратким ответом

№ задания	Ответ
В1	133
В2	311
В3	32
В4	32

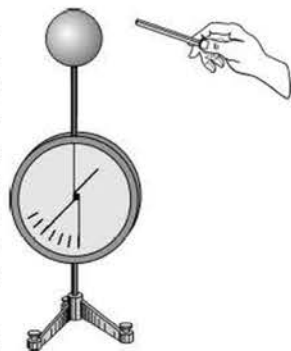
Ответы к заданиям с кратким ответом

№ задания	Ответ
В1	233
В2	322
В3	14
В4	34

Критерии оценивания заданий с развёрнутым ответом

C1

Если потереть стеклянную палочку шёлком, то она электризуется, приобретая положительный заряд, и стрелка электрометра при поднесении палки к его шару отклоняется, а при удалении палки – возвращается к неотклонённому состоянию. Если же в момент поднесения наэлектризованной палки к электрометру коснуться рукой его металлического корпуса и сразу же убрать руку, то после удаления палки отклонение стрелки сохраняется, хотя и меньшее по величине. Объясните, основываясь на известных физических законах и закономерностях, почему это происходит.



Электрометр (см. рис.) представляет собой металлический цилиндрический корпус, передняя и задняя стенки которого стеклянные. Корпус закреплён на изолирующей подставке. Через изолирующую втулку внутрь корпуса сверху входит металлическая трубка, заканчивающаяся внизу стержнем с установленной на нём легкоподвижной стрелкой, отклонение которой определяется величиной заряда. Стрелка может вращаться вокруг горизонтальной оси. Внутри корпуса установлена шкала электрометра, по которой определяется отклонение стрелки. Снаружи корпуса, наверху трубки прикрепляется металлический шар или тарелка, к которой подносят заряженные тела.

Возможное решение
<p>1) При поднесении наэлектризованной положительным зарядом стеклянной палки к шару электрометра в силу явления электростатической индукции и закона сохранения заряда в изолированной системе тел шар и стрелка электрометра заряжаются разноимёнными и равными по величине зарядами (шар – «-», стрелка – «+»). При этом часть металлического корпуса электрометра вблизи шкалы заряжается отрицательным зарядом в силу того же явления электростатической индукции, а остальная часть – равным ему по величине в силу закона сохранения заряда в изолированной системе тел положительным зарядом.</p> <p>2) Стрелка электрометра отклоняется, так как разноимённые заряды на стрелке и на корпусе электрометра притягиваются, согласно закону взаимодействия зарядов.</p> <p>3) При удалении наэлектризованной палки от электрометра одинаковые индуцированные заряды разных знаков на его шаре и на стрелке, а также меньшие по величине заряды на корпусе электрометра вблизи его шкалы и вдали от стрелки компенсируются, и отклонение стрелки прекращается.</p> <p>4) Если коснуться корпуса электрометра рукой после поднесения к нему наэлектризованной палки и сразу убрать руку, то часть индуцированных на</p>

корпусе зарядов (положительных) стечёт на прикоснувшегося к нему человека, и на корпусе электрометра останется нескомпенсированный отрицательный заряд.

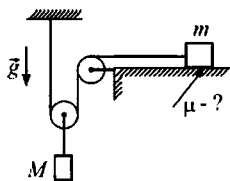
5) В силу явления электростатической индукции после удаления палки этот отрицательный нескомпенсированный заряд на корпусе электрометра вызовет появление положительного заряда на стрелке электрометра, расположенной вблизи шкалы, и отрицательного – на шаре электрометра, что и приведёт к отклонению стрелки, хотя и меньшему, чем при поднесении заряженной стеклянной палки к электрометру.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ (в данном случае <i>n.n.</i> 1–5) и исчерпывающие верные рассуждения с указанием наблюдаемых явлений (в данном случае – упоминание явления электростатической индукции, закона сохранения заряда в изолированной системе тел и закона взаимодействия зарядов).</p>	3
<p>Дан правильный ответ, и приведено объяснение, но в решении имеются следующие недостатки.</p> <p>В объяснении не указано или не используется одно из физических явлений, свойств, определений или один из законов (формул), необходимых для полного верного объяснения. (Утверждение, лежащее в основе объяснения, не подкреплено соответствующим законом, свойством, явлением, определением и т. п.).</p> <p>ИЛИ</p> <p>Объяснения представлены не в полном объёме, или в них содержится один логический недочёт.</p>	2
<p>Представлено решение, соответствующее одному из следующих случаев.</p> <p>Дан правильный ответ на вопрос задания, и приведено объяснение, но в нём не указаны два явления или физических закона, необходимые для полного верного объяснения.</p> <p>ИЛИ</p> <p>Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, направленные на получение ответа на вопрос задания, не доведены до конца.</p> <p>ИЛИ</p> <p>Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, приводящие к ответу, содержат ошибки.</p> <p>ИЛИ</p> <p>Указаны не все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеются верные рассуждения, направленные на решение задачи.</p>	1

решение задачи.	
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.	0

C2

В системе, изображённой на рисунке, масса груза, лежащего на шероховатой горизонтальной плоскости, равна $m = 2$ кг. При подвешивании к оси подвижного блока груза массой $M = 2,5$ кг он движется вниз с ускорением $a = 2$ м/с². Чему равен коэффициент трения μ между грузом массой m и плоскостью? Нити невесомы и нерастяжимы, блоки невесомы, трение в осях блоков и о воздух отсутствует.



Возможное решение

Запишем уравнение движения груза массой M в проекции на вертикальную ось, направленную вниз: $Ma = Mg - 2T$, откуда сила натяжения нити, перекинутой через подвижный блок, равна $T = \frac{M}{2}(g - a)$.

Уравнение движения груза массой m в проекции на горизонтальную ось, направленную влево, имеет вид: $T - F_{\text{тр}} = ma_{\text{п}}$.

Поскольку в силу нерастяжимости нити смещения грузов массой m и массой M отличаются, очевидно, в два раза, то $a_{\text{п}} = 2a$.

По закону Амонтона–Кулона при скольжении груза массой m по горизонтальной плоскости $F_{\text{тр}} = \mu N$, где сила нормального давления груза на плоскость равна $N = mg$.

Из написанных уравнений получаем: $F_{\text{тр}} = \mu mg = T - ma_{\text{п}} = \frac{M}{2}(g - a) - 2ma$ и

$$\mu = \frac{M}{2m} \left(1 - \frac{a}{g} \right) - \frac{2a}{g} = \frac{2,5}{2 \times 2} \left(1 - \frac{2}{10} \right) - \frac{2 \times 2}{10} = 0,5 - 0,4 = 0,1.$$

Ответ: $\mu = \frac{M}{2m} \left(1 - \frac{a}{g} \right) - \frac{2a}{g} = 0,1.$

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применённые необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: 2-й закон Ньютона для движения обоих тел, закон Амонтона–Кулона для силы сухого трения, а также кинематическая связь ускорений обоих грузов); II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, и обозначений величин, используемых в условии задачи); III) проведены необходимые математические преобразования, приводящие к правильному ответу; IV) представлен правильный ответ.</p>	3
<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются следующие недостатки. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют. ИЛИ В решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачёркнуты; не заключены в скобки, рамку и т. п.). ИЛИ В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) преобразования/вычисления не доведены до конца. ИЛИ Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка.</p>	2

<p>Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев. Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи, и ответа. ИЛИ В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи. ИЛИ В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.</p>	0

C3 В цилиндре под поршнем находится 1 моль гелия в объёме V_1 под некоторым давлением p , причем среднеквадратичная скорость движения атомов гелия равна $v_1 = 400$ м/с. Затем объем гелия увеличивают до $V_2 = 4V_1$ таким образом, что при этом отношение $\frac{v^2}{V}$ в процессе остаётся постоянным (v – среднеквадратичная скорость газа, V – занимаемый им объём). Какое количество теплоты Q было подведено к гелию в этом процессе?

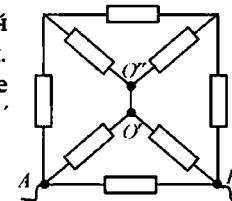
Возможное решение
<p>Среднеквадратичная скорость молекул (атомов) идеального газа, согласно основному уравнению молекулярно-кинетической теории газов и определению температуры, равна $v = \sqrt{\frac{3RT}{\mu}}$. Отсюда температура газа</p> $T = \frac{\mu v^2}{3R}.$ <p>Давление 1 моля газа, согласно уравнению состояния идеального газа, то есть уравнению Клапейрона–Менделеева, равно $p = \frac{RT}{V} = \frac{\mu v^2}{3V}$.</p> <p>В данном процессе, согласно условию, отношение $\frac{v^2}{V} = \text{const}$, откуда следует, что $p = \text{const}$, то есть что процесс – изобарический, причем $\frac{v_1^2}{V_1} = \frac{v_2^2}{V_2} = \frac{v_2^2}{4V_1}$, или $v_2^2 = 4v_1^2$.</p> <p>Согласно первому началу термодинамики искомое количество теплоты $\Delta Q = \Delta U + \Delta A$, где изменение внутренней энергии гелия $\Delta U = \frac{3}{2} R \Delta T$, а работа 1 моля газа при $p = \text{const}$ $\Delta A = p \Delta V = R \Delta T$. Таким образом,</p> $\Delta Q = \frac{5}{2} R \Delta T = \frac{5}{2} R \Delta \left(\frac{\mu v^2}{3R} \right) = \frac{5}{6} \mu \Delta (v^2) = \frac{5}{6} \mu (v_2^2 - v_1^2) = \frac{5}{2} \mu v_1^2 = \frac{5}{2} \cdot 0,004 \cdot 400^2 = 1600 \text{ Дж}.$ <p>Ответ: $\Delta Q = \frac{5}{2} \mu v_1^2 = 1,6 \text{ кДж}$.</p>

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <i>основное уравнение молекулярно-кинетической теории газов, определение температуры, уравнение Клапейрона–Менделеева, первое начало термодинамики, выражения для внутренней энергии идеального одноатомного газа и для работы газа при изобарическом процессе</i>); II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, и обозначений величин, используемых в условии задачи); III) проведены необходимые математические преобразования, приводящие к правильному ответу; IV) представлен правильный ответ.</p>	3

<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются следующие недостатки. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют. ИЛИ В решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачёркнуты; не заключены в скобки, рамку и т. п.). ИЛИ В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) преобразования/вычисления не доведены до конца. ИЛИ Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка.</p>	2
<p>Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев. Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи, и ответа. ИЛИ В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи. ИЛИ В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.</p>	0

C4

Сопротивления всех резисторов в цепи, схема которой изображена на рисунке, одинаковы и равны $R = 15$ Ом. Найдите сопротивление цепи между точками A и B после того, как был удалён проводник, соединявший точки O' и O'' .



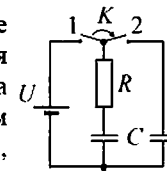
Возможное решение	
<p>Решение задачи после удаления проводника, соединявшего точки O' и O'', сводится к простому применению правил расчёта сопротивлений параллельно и последовательно соединённых резисторов (см. рисунок). Сопротивления нижней части схемы и середины верхней части одинаковы – это сопротивления параллельно соединённых резисторов R и $2R$, так что $R_{AO'B} = R_{CO'D} = \frac{2R \cdot R}{2R + R} = \frac{2}{3}R$. Последовательно с $R_{CO'D}$ в верхней части схемы включено два резистора сопротивлениями по R, поэтому $R_{ACDB} = \frac{2}{3}R + 2R = \frac{8}{3}R$. Поскольку $R_{AO'B}$ и R_{ACDB} включены параллельно, то искомое сопротивление</p> $R_{AB} = \frac{(\frac{2}{3}) \cdot (\frac{8}{3})}{(\frac{2}{3}) + (\frac{8}{3})} R = \frac{16}{30} R = \frac{8}{15} R = 8 \text{ Ом.}$ <p>Ответ: $R_{AB} = \frac{8}{15} R = 8 \text{ Ом.}$</p>	

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: формулы для последовательного и параллельного соединения резисторов); II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, и обозначений величин, используемых в условии задачи); III) проведены необходимые математические преобразования, приводящие к правильному ответу; IV) представлен правильный ответ.</p>	3

<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются следующие недостатки. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют. ИЛИ В решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачёркнуты; не заключены в скобки, рамку и т.п.). ИЛИ В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) преобразования/вычисления не доведены до конца. ИЛИ Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка.</p>	<p>2</p>
<p>Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев. Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи, и ответа. ИЛИ В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи. ИЛИ В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</p>	<p>1</p>
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.</p>	<p>0</p>

C5

В цепи, схема которой изображена на рисунке. вначале замыкают ключ K налево, в положение 1. Затем, спустя некоторое время, достаточное для зарядки конденсатора $C = 5 \text{ мкФ}$ от идеальной батареи с напряжением $U = 600 \text{ В}$, ключ K замыкают направо, в положение 2, подсоединяя к первому, заряженному, конденсатору второй такой же, незаряженный. Какое количество теплоты Q выделится в резисторе R в течение всех описанных процессов? Первый конденсатор сначала был незаряженным.



Возможное решение

В положении 1 ключа K конденсатор зарядится до напряжения U от батареи, и его заряд, согласно формуле для связи заряда и напряжения на конденсаторе, станет равным $q = CU$. При этом батарея совершит работу по перемещению этого заряда на конденсатор, равную $Uq = CU^2$, энергия заряженного конденсатора станет равной $CU^2/2$, и в резисторе выделится, согласно закону сохранения энергии, количество теплоты $Q_1 = Uq - CU^2/2 = CU^2/2$.

После переключения ключа K в положение 2 произойдет перераспределение заряда q поровну, по $q/2$, на оба конденсатора. Поэтому напряжение на каждом из одинаковых конденсаторов станет равным $U/2$, а энергия уменьшится от начальной, запасенной в первом конденсаторе и равной $CU^2/2$, до энергии двух заряженных конденсаторов, равной $2 \times \frac{C \times (U/2)^2}{2} = \frac{CU^2}{4}$. Такое же количество энергии выделится в резисторе, согласно закону сохранения энергии, на втором этапе процесса, при перетекании заряда с первого конденсатора на второй: $Q_2 = CU^2/2 - CU^2/4 = CU^2/4$.

Всего в течение обеих стадий процесса в резисторе выделится количество теплоты $Q = Q_1 + Q_2 = CU^2/2 + CU^2/4 = \frac{3}{4}CU^2 = \frac{3}{4} \times 5 \times 10^{-6} \times 600^2 = 1,35 \text{ Дж}$.

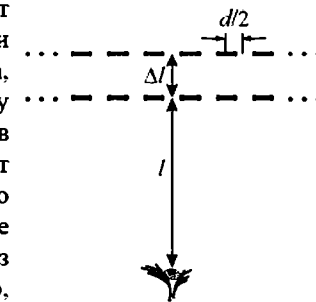
Ответ: $Q = \frac{3}{4}CU^2 = 1,35 \text{ Дж}$.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, примененные которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <i>определение ёмкости конденсатора, формулы для энергии заряженного конденсатора, для работы источника напряжения, а также закон сохранения энергии для электрических цепей</i>);</p> <p>II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, и обозначений величин, используемых в условии задачи);</p> <p>III) проведены необходимые математические преобразования, приводящие к правильному ответу;</p> <p>IV) представлен правильный ответ.</p>	3
<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются следующие недостатки. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p> <p>ИЛИ</p> <p>В решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачёркнуты, не заключены в скобки, рамку и т.п.).</p> <p>ИЛИ</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) преобразования/вычисления не доведены до конца.</p> <p>ИЛИ</p> <p>Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка.</p>	2

<p>Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев.</p> <p>Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи, и ответа.</p> <p>ИЛИ</p> <p>В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</p> <p>ИЛИ</p> <p>В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.</p>	0

С6

Пассажир автобуса едет в нём по шоссе и смотрит вбок, на поле, огороженное двумя одинаковыми заборами – рядами тёмного штакетника, параллельными дороге. Зазор между вертикальными штакетниками в каждом из заборов равен их ширине $d/2 = 5$ см, расстояние от наблюдателя до первого забора равно $l = 50$ м, а до второго – на $\Delta l = 10$ м больше. Поле, наблюдаемое пассажиром через первый забор, видно через мелькающий штакетник достаточно хорошо, а то, что пассажир видит сквозь оба забора, пересечено периодическими темными вертикальными полосами. Найдите период D (по горизонтали) этих полос на уровне первого забора, считая, что наблюдение ведётся почти перпендикулярно к заборам.



Возможное решение	
<p>Согласно закону прямолинейного распространения света в однородной среде (воздухе), центры тёмных полос будут наблюдаться там, где центры штакетин первого забора проецируются на середины промежутков между штакетинами во втором заборе (см. рис.). Это будет наблюдаться в первый раз под углами $\pm \Delta\alpha = \frac{d/2}{\Delta l} \ll 1$ к нормали, проведённой к</p> <p>первому забору. Поэтому период тёмных полос на уровне первого забора вблизи к основанию перпендикуляра, проведённого от наблюдателя к забору, будет равен $D \approx l \times 2\Delta\alpha = \frac{d \cdot l}{\Delta l} = \frac{0,1 \cdot 50}{10} = 0,5 \text{ м}$.</p> <p>Наблюдаемое явление называется «муаровыми узорами».</p> <p><i>Ответ:</i> $D \approx \frac{d \cdot l}{\Delta l} = 0,5 \text{ м}$.</p>	

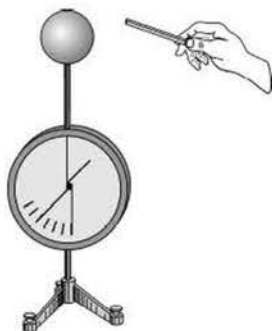
Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <i>закон прямолинейного распространения света в однородной среде и геометрические соотношения между l, d и Δl</i>);</p> <p>II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, и обозначений величин, используемых в условии задачи);</p> <p>III) проведены необходимые математические преобразования, приводящие к правильному ответу;</p> <p>IV) представлен правильный ответ.</p>	3

<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются следующие недостатки. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p> <p>ИЛИ</p> <p>В решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачёркнуты; не заключены в скобки, рамку и т. п.).</p> <p>ИЛИ</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) преобразования/вычисления не доведены до конца.</p> <p>ИЛИ</p> <p>Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка.</p>	2
<p>Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев.</p> <p>Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи, и ответа.</p> <p>ИЛИ</p> <p>В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</p> <p>ИЛИ</p> <p>В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.</p>	0

Критерии оценивания заданий с развёрнутым ответом

C1

Если потереть шерстью эбонитовую палочку, то она электризуется, приобретая отрицательный заряд, и стрелка электрометра при поднесении палки к его шару отклоняется, а при удалении палки – возвращается к неотклонённому состоянию. Если же в момент поднесения наэлектризованной палки к электрометру коснуться рукой его металлического корпуса и сразу же убрать руку, то после удаления палки отклонение стрелки сохраняется, хотя и меньшее по величине.



Объясните, основываясь на известных физических законах и закономерностях, почему это происходит.

Электрометр (см. рис.) представляет собой металлический цилиндрический корпус, передняя и задняя стенки которого стеклянные. Корпус закреплён на изолирующей подставке. Через изолирующую втулку внутрь корпуса сверху входит металлическая трубка, заканчивающаяся внизу стержнем с установленной на нём легкоподвижной стрелкой, отклонение которой определяется величиной заряда. Стрелка может вращаться вокруг горизонтальной оси. Внутри корпуса установлена шкала электрометра, по которой определяется отклонение стрелки. Снаружи корпуса, наверху трубки прикрепляется металлический шар или тарелка, к которой подносят заряженные тела.

Возможное решение
<p>1) При поднесении наэлектризованной отрицательным зарядом эбонитовой палки к шару электрометра, в силу явления электростатической индукции и закона сохранения заряда в изолированной системе тел, шар и стрелка электрометра заряжаются разноимёнными и равными по величине зарядами (шар – «+», стрелка – «-»). При этом часть металлического корпуса электрометра вблизи шкалы заряжается положительным зарядом в силу того же явления электростатической индукции, а остальная часть – равным ему по величине в силу закона сохранения заряда в изолированной системе тел отрицательным зарядом.</p> <p>2) Стрелка электрометра отклоняется, так как одноимённые заряды на стрелке и на стержне отталкиваются, а разноимённые заряды на стрелке и на корпусе электрометра притягиваются, согласно закону взаимодействия зарядов.</p> <p>3) При удалении наэлектризованной палки от электрометра одинаковые индуцированные заряды разных знаков на его шаре и на стрелке, а также меньшие по величине заряды на корпусе электрометра вблизи его шкалы и вдали от стрелки компенсируются, и отклонение стрелки прекращается.</p> <p>4) Если коснуться корпуса электрометра рукой после поднесения к нему</p>

наэлектризованной палки и сразу убрать руку, то часть индуцированных на корпусе зарядов (отрицательных) стечёт на прикоснувшегося к нему человека, и на корпусе электрометра останется нескомпенсированный положительный заряд.

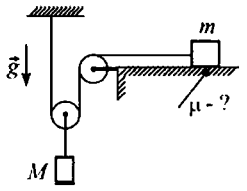
5) В силу явления электростатической индукции после удаления палки этот положительный нескомпенсированный заряд на корпусе электрометра вызовет появление отрицательного заряда на стрелке электрометра, расположенной вблизи шкалы, и положительного – на шаре электрометра, что и приведёт к отклонению стрелки, хотя и меньшему, чем при поднесении заряженной эбонитовой палки к электрометру.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ (в данном случае <i>п.п. 1–5</i>) и исчерпывающие верные рассуждения с указанием наблюдаемых явлений (в данном случае – <i>упоминание явления электростатической индукции, закона сохранения заряда в изолированной системе тел и закона взаимодействия зарядов</i>).</p>	3
<p>Дан правильный ответ, и приведено объяснение, но в решении имеются следующие недостатки. В объяснении не указано или не используется одно из физических явлений, свойств, определений или один из законов (формул), необходимых для полного верного объяснения. (Утверждение, лежащее в основе объяснения, не подкреплено соответствующим законом, свойством, явлением, определением и т.п.). ИЛИ Объяснения представлены не в полном объёме, или в них содержится один логический недочёт.</p>	2

<p>Представлено решение, соответствующее <u>одному</u> из следующих случаев. Дан правильный ответ на вопрос задания, и приведено объяснение, но в нём не указаны два явления или физических закона, необходимые для полного верного объяснения. ИЛИ Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, направленные на получение ответа на вопрос задания, не доведены до конца. ИЛИ Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, приводящие к ответу, содержат ошибки. ИЛИ Указаны не все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеются верные рассуждения, направленные на решение задачи.</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.</p>	0

C2

В системе, изображённой на рисунке, масса груза, лежащего на шероховатой горизонтальной плоскости, равна $m = 3$ кг. При подвешивании к оси подвижного блока груза массой $M = 2$ кг он движется вниз с ускорением $a = 1$ м/с². Чему равен коэффициент трения μ между грузом массой m и плоскостью? Нити невесомы и нерастяжимы, блоки невесомы, трение в осях блоков и о воздух отсутствует.



Возможное решение
<p>Запишем уравнение движения груза массой M в проекции на вертикальную ось, направленную вниз: $Ma = Mg - 2T$, откуда сила натяжения нити, перекинутой через подвижный блок, равна $T = \frac{M}{2}(g - a)$.</p> <p>Уравнение движения груза массой m в проекции на горизонтальную ось, направленную влево, имеет вид: $T - F_{\text{тр}} = ma_{\text{г}}$.</p> <p>Поскольку в силу нерастяжимости нити смещения грузов массой m и массой M отличаются, очевидно, в два раза, то $a_{\text{г}} = 2a$.</p> <p>По закону Амонтона-Кулона при скольжении груза массой m по горизонтальной плоскости $F_{\text{тр}} = \mu N$, где сила нормального давления груза на плоскость равна $N = mg$.</p>

Из написанных уравнений получаем: $F_{\text{тр}} = \mu mg = T - ma_{\text{г}} = \frac{M}{2}(g - a) - 2ma$, и $\mu = \frac{M}{2m} \left(1 - \frac{a}{g}\right) - \frac{2a}{g} = \frac{2}{2 \cdot 3} \left(1 - \frac{1}{10}\right) - \frac{2 \cdot 1}{10} = 0,3 - 0,2 = 0,1$.

Ответ: $\mu = \frac{M}{2m} \left(1 - \frac{a}{g}\right) - \frac{2a}{g} = 0,1$.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: 2-й закон Ньютона для движения обоих тел, закон Амонтона-Кулона для силы сухого трения, а также кинематическая связь ускорений обоих грузов); II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, и обозначений величин, используемых в условии задачи); III) проведены необходимые математические преобразования, приводящие к правильному ответу; IV) представлен правильный ответ.</p>	3
<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются следующие недостатки. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют. ИЛИ В решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачёркнуты; не заключены в скобки, рамку и т. п.). ИЛИ В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) преобразования/вычисления не доведены до конца. ИЛИ Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка.</p>	2

<p>Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев.</p> <p>Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи, и ответа.</p> <p>ИЛИ</p> <p>В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</p> <p>ИЛИ</p> <p>В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.</p>	0

С3 В цилиндре под поршнем находится 1 моль гелия в объёме V_1 под некоторым давлением p , причём среднеквадратичная скорость движения атомов гелия равна $v_1 = 500 \text{ м/с}$. Затем объём гелия увеличивают до V_2 , таким образом, что при этом среднеквадратичная скорость движения атомов гелия увеличивается в $n = 2$ раза, а отношение $\frac{v^2}{V}$ в процессе остаётся постоянным (v – среднеквадратичная скорость газа, V – занимаемый им объём). Какое количество теплоты Q было подведено к гелию в этом процессе?

Возможное решение
<p>Среднеквадратичная скорость молекул (атомов) идеального газа, согласно основному уравнению молекулярно-кинетической теории газов и определению температуры, равна $v = \sqrt{\frac{3RT}{\mu}}$. Отсюда температура газа</p> $T = \frac{\mu v^2}{3R}.$ <p>Давление 1 моля газа, согласно уравнению состояния идеального газа, то есть уравнению Клапейрона–Менделеева, равно $p = \frac{RT}{V} = \frac{\mu v^2}{3V}$.</p> <p>В данном процессе, согласно условию, отношение $\frac{v^2}{V} = \text{const}$, откуда следует, что $p = \text{const}$, то есть что процесс – изобарический.</p> <p>Согласно первому началу термодинамики искомое количество теплоты</p>

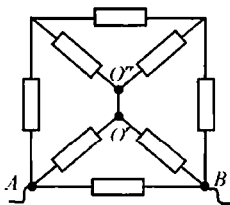
<p>$\Delta Q = \Delta U + \Delta A$, где изменение внутренней энергии гелия $\Delta U = \frac{3}{2} R \Delta T$, а работа 1 моля газа при $p = \text{const}$ $\Delta A = p \Delta V = R \Delta T$. Таким образом.</p> $\Delta Q = \frac{5}{2} R \Delta T = \frac{5}{2} R \Delta \left(\frac{\mu v^2}{3R} \right) = \frac{5}{6} \mu \Delta(v^2) = \frac{5}{6} \mu v_1^2 (n^2 - 1) = \frac{5}{6} \cdot 0,004 \cdot 500^2 (2^2 - 1) = 2500 \text{ Дж}.$ <p>Ответ: $\Delta Q = \frac{5}{6} \mu v_1^2 (n^2 - 1) = 2,5 \text{ кДж}$.</p>
--

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <i>основное уравнение молекулярно-кинетической теории газов, определение температуры, уравнение Клапейрона–Менделеева, первое начало термодинамики, выражения для внутренней энергии идеального одноатомного газа и для работы газа при изобарическом процессе</i>);</p> <p>II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, и обозначений величин, используемых в условии задачи);</p> <p>III) проведены необходимые математические преобразования, приводящие к правильному ответу;</p> <p>IV) представлен правильный ответ.</p>	3
<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются следующие недостатки. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p> <p>ИЛИ</p> <p>В решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачёркнуты; не заключены в скобки, рамку и т.п.).</p> <p>ИЛИ</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) преобразования/вычисления не доведены до конца.</p> <p>ИЛИ</p> <p>Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка.</p>	2

<p>Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев.</p> <p>Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, примененные которых необходимо для решения задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи, и ответа.</p> <p>ИЛИ</p> <p>В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</p> <p>ИЛИ</p> <p>В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</p>	<p>1</p>
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.</p>	<p>0</p>

C4

На рисунке изображена схема электрической цепи. Сопротивления четырёх резисторов внутри схемы одинаковы и равны $R = 6 \text{ Ом}$, а четырёх других, расположенных по периметру схемы, – одинаковы и равны $2R$. Найдите сопротивление схемы между точками A и B после того, как удалили проводник, соединявший точки O' и O'' .



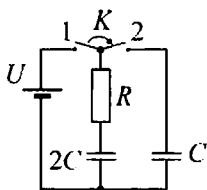
Возможное решение	
<p>Решение задачи после удаления проводника, соединявшего точки O' и O'', сводится к простому применению правил расчёта сопротивлений параллельно и последовательно соединённых резисторов (см. рисунок). Сопротивления нижней части схемы и середины верхней части одинаковы – это сопротивления параллельно соединённых резисторов $2R$ и $2R$, так что $R_{AO'B} = R_{CO''D} = \frac{2R \cdot 2R}{2R + 2R} = R$. Последовательно с $R_{CO''D}$ в верхней части схемы включено два резистора сопротивлениями по $2R$, поэтому $R_{ACDB} = R + 4R = 5R$. Поскольку $R_{AO'B}$ и R_{ACDB} включены параллельно, то искомое сопротивление $R_{AB} = \frac{R \cdot 5R}{R + 5R} = \frac{5}{6}R = 5 \text{ Ом}$.</p> <p>Ответ: $R_{AB} = \frac{5}{6}R = 5 \text{ Ом}$.</p>	

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <i>формулы для последовательного и параллельного соединения резисторов</i>);</p> <p>II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (<i>за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, и обозначений величин, используемых в условии задачи</i>);</p> <p>III) проведены необходимые математические преобразования, приводящие к правильному ответу;</p> <p>IV) представлен правильный ответ.</p>	<p>3</p>
<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются следующие недостатки.</p> <p>Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p> <p>ИЛИ</p> <p>В решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачёркнуты, не заключены в скобки, рамку и т. п.).</p> <p>ИЛИ</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) преобразования/вычисления не доведены до конца.</p> <p>ИЛИ</p> <p>Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка.</p>	<p>2</p>

<p>Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев. Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи, и ответа. ИЛИ В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи. ИЛИ В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.</p>	0

C5

В цепи, схема которой изображена на рисунке, вначале замыкают ключ K налево, в положение 1. Спустя некоторое время, достаточное для зарядки конденсатора ёмкостью $2C = 10$ мкФ от идеальной батареи с напряжением $U = 300$ В, ключ K замыкают направо, в положение 2, подсоединяя при этом к первому, заряженному, конденсатору второй, незаряженный, конденсатор ёмкостью $C = 5$ мкФ. Какое количество теплоты Q выделится в резисторе R в течение всех описанных процессов? Первый конденсатор сначала был незаряженным.



Возможное решение	
<p>В положении 1 ключа K конденсатор зарядится до напряжения U от батареи, и его заряд, согласно формуле для связи заряда и напряжения на конденсаторе, станет равным $q = 2CU$. При этом батарея совершит работу по перемещению этого заряда на конденсатор, равную $Uq = 2CU^2$, энергия заряженного конденсатора станет равной $2C \cdot U^2 / 2 = CU^2$, и в резисторе выделится, согласно закону сохранения энергии, количество теплоты $Q_1 = Uq - CU^2 = CU^2$.</p> <p>После переключения ключа K в положение 2 произойдёт перераспределение заряда $q = 2CU$ на оба параллельно соединённых конденсатора суммарной ёмкостью $3C$. Поэтому напряжение на конденсаторах станет равным</p>	

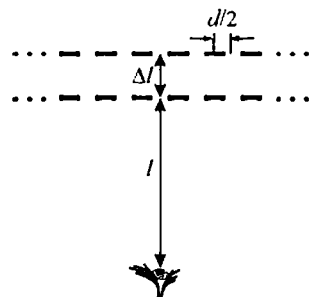
$U_1 = \frac{q}{3C} = \frac{2}{3}U$, а энергия уменьшится от начальной, запасённой в первом конденсаторе и равной CU^2 , до энергии двух заряженных конденсаторов, равной $\frac{3C \times (2U/3)^2}{2} = \frac{2CU^2}{3}$. При этом, согласно закону сохранения энергии, на втором этапе процесса, при перетекании заряда с первого конденсатора на второй, на резисторе выделится количество теплоты $Q_2 = CU^2 - 2CU^2/3 = CU^2/3$.
 Всего в течение обеих стадий процесса в резисторе выделится количество теплоты $Q = Q_1 + Q_2 = CU^2 + CU^2/3 = \frac{4}{3}CU^2 = \frac{4}{3} \times 5 \times 10^{-6} \times 300^2 = 0,6$ Дж.
 Ответ: $Q = \frac{4}{3}CU^2 = 0,6$ Дж.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <i>определение ёмкости конденсатора, формулы для энергии заряженного конденсатора, для работы источника напряжения, а также закон сохранения энергии для электрических цепей</i>); II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, и обозначений величин, используемых в условии задачи); III) проведены необходимые математические преобразования, приводящие к правильному ответу; IV) представлен правильный ответ.</p>	3
<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются следующие недостатки. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют. ИЛИ В решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачёркнуты; не заключены в скобки, рамку и т.п.). ИЛИ В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) преобразования/вычисления не доведены до конца. ИЛИ Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка.</p>	2

<p>Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев.</p> <p>Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи, и ответа.</p> <p>ИЛИ</p> <p>В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</p> <p>ИЛИ</p> <p>В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.</p>	0

С6

Пассажир автобуса едет в нём по шоссе и смотрит вбок, на поле, огороженное двумя одинаковыми заборами – рядами тёмного штакетника, параллельными дороге. Зазор между вертикальными штакетниками в каждом из заборов равен их ширине $d/2 = 6$ см, расстояние от наблюдателя до первого забора равно $l = 60$ м, а до второго – на $\Delta l = 15$ м больше. Поле, наблюдаемое пассажиром через первый забор, видно через мелькающий штакетник достаточно хорошо, а то, что пассажир видит сквозь оба забора, пересечено периодическими тёмными вертикальными полосами. Найдите период D (по горизонтали) этих полос на уровне первого забора, считая, что наблюдение ведётся почти перпендикулярно к заборам.



Возможное решение	
<p>Согласно закону прямолинейного распространения света в однородной среде (воздухе), центры темных полос будут наблюдаться там, где центры штакетни первого забора проецируются на середины промежутков между штакетниками во втором заборе (см. рис.). Это будет наблюдаться в первый раз под углами $\pm \Delta\alpha = \frac{d/2}{\Delta l} \ll 1$ к нормали, проведенной к первому забору. Поэтому период темных полос на уровне первого забора вблизи к основанию перпендикуляра, проведенного от наблюдателя к забору, будет равен</p> $D \approx l \times 2\Delta\alpha = \frac{d \cdot l}{\Delta l} = \frac{0,12 \cdot 60}{15} = 0,48 \text{ м.}$ <p>Наблюдаемое явление называется «муаровыми узорами».</p> <p>Ответ: $D \approx \frac{d \cdot l}{\Delta l} = 0,48 \text{ м.}$</p>	<p>The diagram shows a vertical line representing the normal to the first fence. A light ray is shown originating from a point on the first fence at an angle Δα to the normal. It passes through a gap of width d/2 in the second fence. The distance from the eye to the first fence is labeled 'l'. The angle Δα is also shown on the other side of the normal.</p>

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: закон прямолинейного распространения света в однородной среде и геометрические соотношения между l, d и Δl);</p> <p>II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, и обозначений величин, используемых в условии задачи);</p> <p>III) проведены необходимые математические преобразования, приводящие к правильному ответу;</p> <p>IV) представлен правильный ответ.</p>	3

<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются следующие недостатки. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют. ИЛИ В решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачёркнуты; не заключены в скобки, рамку и т. п.). ИЛИ В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) преобразования/вычисления не доведены до конца. ИЛИ Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка.</p>	2
<p>Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев. Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи, и ответа. ИЛИ В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи. ИЛИ В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.</p>	0

Ответы к заданиям с кратким ответом

№ задания	Ответ
В1	233
В2	311
В3	14
В4	32

Ответы к заданиям с кратким ответом

№ задания	Ответ
В1	133
В2	322
В3	32
В4	34