

Тренировочная работа № 4 по ФИЗИКЕ

11 класс

Вариант №1

Район _____

Город (населенный пункт) _____

Школа _____

Класс _____

Фамилия _____

Имя _____

Отчество _____

Инструкция

На выполнение экзаменационной работы по физике отводится 3,5 часа (210 минут). Работа состоит из 3 частей, включающих 36 заданий.

Часть 1 содержит 25 заданий (A1–A25). К каждому заданию дается 4 варианта ответа, из которых правильный только один.

Часть 2 содержит 5 заданий (B1–B5), на которые следует дать краткий ответ. Для заданий B1 и B2 ответ необходимо записать в виде набора цифр, а для заданий B3–B5 в виде числа.

Часть 3 состоит из 6 заданий (C1–C6), на которые требуется дать развернутый ответ.

При выполнении заданий B3–B5 части 2 значение искомой величины следует выразить в тех единицах физических величин, которые указаны в условии задания. Если такого указания нет, то значение величины следует записать в Международной системе единиц (СИ). При вычислении разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Внимательно прочитайте каждое задание и предлагаемые варианты ответа, если они имеются. Отвечайте только после того, как вы поняли вопрос и проанализировали все варианты ответа. Выполняйте задания в том порядке, в котором они даны. Если какое-то задание вызывает у вас затруднение, пропустите его. К пропущенным заданиям можно будет вернуться, если у вас останется время. За выполнение различных по сложности заданий дается один или более баллов. Баллы, полученные вами за выполненные задания, суммируются. Постарайтесь выполнить как можно больше заданий и набрать наибольшее количество баллов.

Желаем успеха!

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

Десятичные приставки

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

Константы

число 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	$R = 8,31 \text{ Дж/(моль} \cdot \text{К)}$
постоянная Больцмана	$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К}$
постоянная Авогадро	$N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$
скорость света в вакууме	$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$
коэффициент пропорциональности в законе Кулона	$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{Кл}^2$
модуль заряда электрона (элементарный электрический заряд)	$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
постоянная Планка	$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$

Соотношение между различными единицами

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

Масса частиц

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

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

Удельная теплоемкость

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

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°С

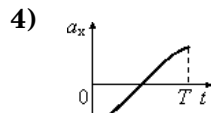
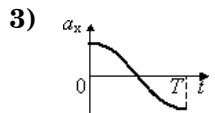
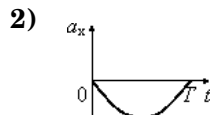
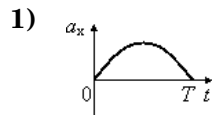
Молярная масса

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

Часть 1

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

A1 Небольшое тело толкнули вверх по склону горки, и тело за время T горку преодолело, не отрываясь от ее поверхности (см. рис.). С момента толчка зависимость проекции ускорения тела на ось x от времени можно изобразить графиком (силы трения не учитывать).



A2 До момента времени $t = t_1$ на тело действовала единственная сила \vec{F} , и тело двигалось с ускорением \vec{a}_1 (рис. 1). В момент времени $t = t_1$ направление силы мгновенно изменилось (рис. 2). Промежуток времени, в течение которого ускорение тела примет направление \vec{a}_2 ,

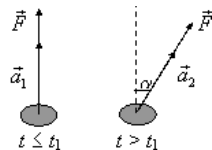


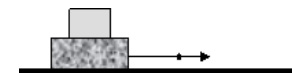
Рис. 1 Рис. 2

- 1) прямо пропорционален массе тела
- 2) обратно пропорционален массе тела
- 3) зависит только от угла α
- 4) равен нулю

A3 Два тела образуют замкнутую систему. В течение времени их взаимодействия всегда совпадают

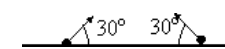
- 1) модули ускорений тел
- 2) направления ускорений тел
- 3) модули мгновенных скоростей тел
- 4) линии действия сил взаимодействия

A4 На бруске массой 300 г лежит брусок массой 200 г. Нижний брусок тянут за нитку (см. рис.), и бруски движутся по полу как одно целое с постоянной скоростью. Коэффициент трения между брусками равен 0,3. Сила трения, действующая на верхний брусок, равна



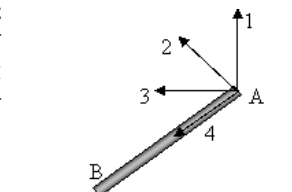
- 1) 0 Н
- 2) 0,6 Н
- 3) 0,9 Н
- 4) 1,8 Н

A5 Два тела массой 100 г каждое брошены с поверхности Земли под углом 30° к горизонту с одинаковыми скоростями 4 м/с (см. рис.). В момент броска модуль суммы импульсов тел равен



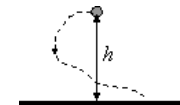
- 1) 0,8 кг · м/с
- 2) 0,4 кг · м/с²
- 3) 0,2 кг · м/с²
- 4) 0 кг · м/с

A6 Конец В стержня АВ лежит на полу, а к верхнему концу А стержня прикладывают силу \vec{F} , чтобы удержать стержень в неподвижном состоянии (см. рис.). Как надо направить эту силу, чтобы ее значение было минимальным?



- 1) вертикально вверх (1)
- 2) перпендикулярно стержню (2)
- 3) горизонтально (3)
- 4) вдоль стержня (4)

A7 Материальная точка массой m , имеющая заряд q , находится на высоте h в электростатическом поле Земли (см. рис.). Если переместить эту точку на поверхность Земли по траектории, показанной на рисунке, то сумма работ, совершенных силой тяжести и электростатическим полем, будет равна нулю. Работа, совершенная электрическим полем, при перемещении точки по той же траектории в исходное положение, равна



- 1) mgq
- 2) mgh
- 3) $-mg/q$
- 4) $-mgh$

A8 В стоящую на столе вазу массой 0,4 кг поставили цветы массой 0,2 кг и налили 1 л воды. Во сколько раз увеличилось давление, оказываемое вазой на стол?

- 1) в 4 раза
- 2) в 3 раза
- 3) в 2,5 раза
- 4) в 1,7 раза

A9 2 г водорода в закрытом сосуде при комнатной температуре создают давление p . Каким будет давление 2 г гелия в том же сосуде при той же температуре? Газы считать идеальными.

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

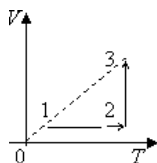
A10 В закрытом сосуде вместимостью 0,5 л находится газ массой 3 г. Какое давление этот газ оказывает на стенки сосуда, если средняя квадратичная скорость его молекул 500 м/с?

- 1) 10^5 Па 2) $1,5 \cdot 10^5$ Па 3) $2,5 \cdot 10^5$ Па 4) $5 \cdot 10^5$ Па

A11 В сосуде под неплотно прилегающим поршнем находится идеальный газ массой m . В начальный момент времени объем газа равен V , его давление p , температура T . В результате процесса, проведенного с газом, его объем стал равен $V/3$, давление $4p$, температура $2T$. Масса газа в сосуде оказалась равной

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

A12 На диаграмме объем (V) – температура (T) показан процесс изменения состояния идеального газа. При переходе $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3$ газ совершает работу 8 кДж, причем масса газа не меняется. Количество теплоты, полученное газом на участке $2 \rightarrow 3$, равно

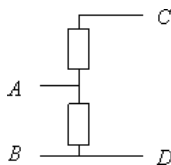


- 1) 4 кДж 2) 6 кДж 3) 8 кДж 4) 12 кДж

A13 Два точечных заряда q и $-2q$ взаимодействуют с силой 1 Н. Модуль суммы сил, которые будут действовать со стороны этих зарядов на третий точечный заряд величиной q , помещенный посередине между ними, равен

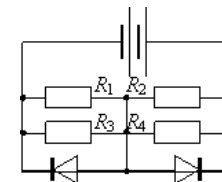
- 1) 2 Н 2) 4 Н 3) 6 Н 4) 8 Н

A14 Если к выводам CD цепи, показанной на рисунке, подключить идеальный источник тока с напряжением 100 В, а к выводам AB – идеальный вольтметр, то вольтметр покажет напряжение 30 В. Что покажет вольтметр, если его и источник тока поменять местами?



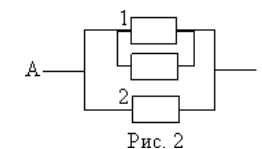
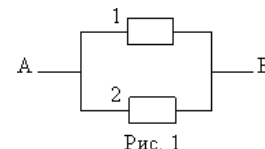
- 1) 0 В 2) 30 В 3) 70 В 4) 100 В

A15 На рисунке показана электрическая схема устройства, состоящего из четырех резисторов и двух идеальных диодов, причем $R_1 = R_2 = 100$ Ом, $R_3 = R_4 = 200$ Ом. В каком из четырех резисторов сила тока наибольшая?



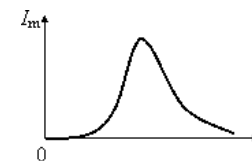
- 1) в резисторе R_1
 2) в резисторе R_2
 3) в резисторе R_3
 4) в резисторе R_4

A16 Два одинаковых резистора соединены параллельно, а точки А и В полученной схемы (рис. 1) подключены к источнику тока. Параллельно резистору 1 подключили еще один резистор (рис. 2), при этом напряжение между точками А и В осталось прежним. Как изменилась сила тока в резисторах 1 и 2 в результате подключения третьего резистора?



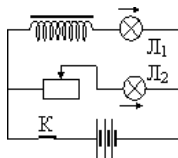
- 1) в резисторе 1 сила тока увеличилась, в резисторе 2 – уменьшилась
 2) сила тока уменьшилась и в резисторе 1, и в резисторе 2
 3) в резисторе 1 сила тока увеличилась, в резисторе 2 – не изменилась
 4) сила тока не изменилась ни в резисторе 1, ни в резисторе 2

A17 На рисунке показана зависимость амплитуды I_m колебаний силы тока в колебательном контуре от частоты ν . О каких колебаниях и о какой частоте ν идет речь?



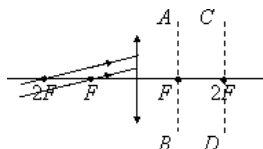
- 1) о свободных колебаниях и собственной частоте колебательного контура
 2) о вынужденных колебаниях и собственной частоте колебательного контура
 3) о свободных колебаниях и частоте внешнего воздействия
 4) о вынужденных колебаниях и частоте внешнего воздействия

A18 На рисунке показана схема установки для демонстрации явления самоиндукции. Стрелки показывают направление тока, протекающего через лампочки L_1 и L_2 при замкнутом ключе К. Если ключ разомкнуть, то направление индукционного тока



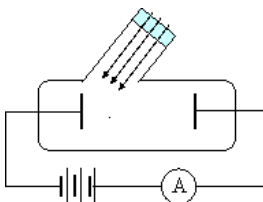
- 1) через лампочку L_1 стрелка покажет правильно, а через лампочку L_2 – неправильно
- 2) через лампочку L_1 стрелка покажет неправильно, а через лампочку L_2 – правильно
- 3) и через лампочку L_1 , и через лампочку L_2 будет противоположно направлению стрелок
- 4) и через лампочку L_1 , и через лампочку L_2 будет совпадать с направлением стрелок

A19 На собирающую линзу падают два параллельных луча, один из которых проходит через двойной фокус, а второй – через фокус линзы (см. рис.). За линзой преломленные лучи пересекутся



- 1) между плоскостью линзы и плоскостью AB
- 2) в плоскости AB
- 3) между плоскостью AB и плоскостью CD
- 4) в плоскости CD

A20 Когда катод установки для наблюдения фотоэффекта освещается пучком желтого света частотой ν_1 (см. рис.), сила тока через амперметр равна I . Катод дополнительно освещают пучком голубого света частотой $\nu_2 = 1,2\nu_1$. Число фотонов, падающих на катод в единицу времени, в обоих пучках одинаково; все фотоэлектроны долетают до анода установки. Показание амперметра при освещении катода двумя пучками света равно



- 1) I
- 2) $2I$
- 3) $I + 1,2I$
- 4) $I + \frac{I}{1,2}$

A21 Длины волн де Бройля электрона, α -частицы и нейтрона связаны соотношением $\lambda_e > \lambda_\alpha > \lambda_n$. Каково соотношение между импульсами этих частиц?

- 1) $p_e > p_\alpha > p_n$
- 2) $p_\alpha > p_n > p_e$
- 3) $p_\alpha > p_e > p_n$
- 4) $p_n > p_\alpha > p_e$

A22 Нагретый газ углерод $^{15}_6\text{C}$ излучает свет. Этот изотоп испытывает β -распад с периодом полураспада 2,5 с. Как изменится спектр излучения всего газа за 5 с?

- 1) спектр излучения углерода исчезнет и заменится спектром излучения азота $^{15}_7\text{N}$
- 2) спектр излучения углерода исчезнет и заменится спектром излучения бора $^{15}_5\text{B}$
- 3) спектр излучения углерода станет менее ярким, и добавятся линии спектра излучения бора $^{15}_5\text{B}$
- 4) спектр излучения углерода станет менее ярким, и добавятся линии спектра излучения азота $^{15}_7\text{N}$

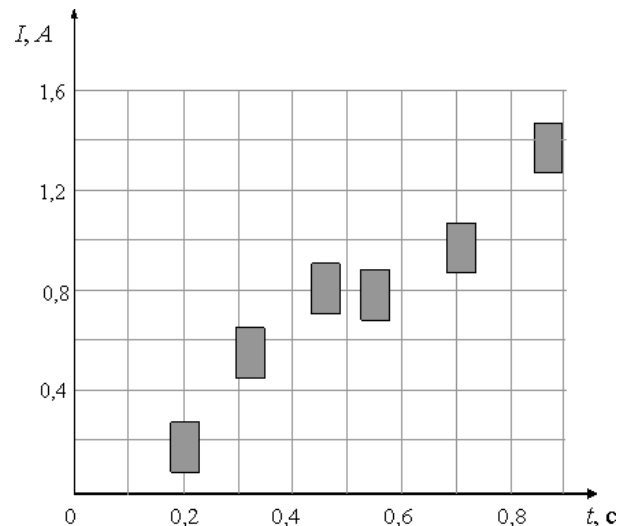
A23 Торий $^{232}_{90}\text{Th}$, испытав два β -распада и один α -распад, превращается в элемент

- 1) $^{236}_{94}\text{Pu}$
- 2) $^{228}_{90}\text{Th}$
- 3) $^{228}_{86}\text{Rn}$
- 4) $^{234}_{86}\text{Rn}$

A24 После дождя на небе можно наблюдать радугу, а на асфальте разноцветные пятна можно увидеть на масляном пятне. Эти явления можно объяснить

- 1) дисперсией света
- 2) интерференцией света
- 3) радуго – дисперсией света, а цвета масляного пятна – интерференцией света
- 4) радуго – интерференцией света, а цвета масляного пятна – дисперсией света

A25



На графике приведена зависимость силы тока в катушке индуктивностью 2 Гн от времени. Погрешность измерения силы тока составляла 0,1 А, времени – 0,025 с. Чему примерно равна по модулю ЭДС самоиндукции, возникшая на концах катушки?

- 1) ≈ 3 В 2) ≈ 2 В 3) $\approx 1,5$ В 4) ≈ 1 В

Часть 2

Ответом к каждому из заданий В1 – В2 будет некоторая последовательность цифр. Эту последовательность надо записать в бланк ответов № 1 справа от номера соответствующего задания без пробелов и каких-либо символов, начиная с первой клеточки. Каждую цифру пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами.

В1

К батарее подключен реостат, причем в начальный момент времени его сопротивление меньше внутреннего сопротивления батареи. Сопротивление реостата начинают увеличивать. Как при этом меняются физические величины, перечисленные в левом столбце таблицы?

ФИЗИЧЕСКИЕ
ВЕЛИЧИНЫ

ИХ ИЗМЕНЕНИЕ

- | | |
|--------------------------------------|---|
| А) Мощность, выделяющаяся в реостате | 1) увеличивается |
| Б) Напряжение на клеммах батареи | 2) уменьшается |
| В) Сила тока в цепи | 3) сначала увеличивается, а затем уменьшается |

Ответ:

А	Б	В
□	□	□

В2 Установите соответствие между описанными в левом столбце особенностями тепловых процессов и его названиями.

ОСОБЕННОСТИ ТЕПЛОВОГО ПРОЦЕССА

НАЗВАНИЕ ПРОЦЕССА

- | | |
|---|---|
| <p>А) Газу передается некоторое количество теплоты, и он совершает работу, но внутренняя энергия газа остается неизменной</p> <p>Б) Газ быстро сжимают в сосуде с теплоизолированными стенками, и температура газа растет</p> <p>В) Железный гвоздь нагревают в комнате над пламенем горелки, и длина гвоздя увеличивается</p> | <p>1) изотермический</p> <p>2) изобарный</p> <p>3) изохорный</p> <p>4) адиабатный</p> |
|---|---|

Ответ:

А	Б	В

Ответом к каждому из заданий В3 – В5 будет некоторое число. Это число надо записать в бланк ответов № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ (цифру, запятую, знак минус) пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы физических величин писать не нужно.

В3 Груз массой 100 г подвешен на пружине жесткостью 50 Н/м. Сначала груз поддерживают так, что пружина не деформирована, а затем отпускают. Определите максимальное растяжение пружины после освобождения груза. Ответ выразите в сантиметрах.

Ответ:

В4 Когда газ, объем которого оставался неизменным, нагрели на 40°C, его давление увеличилось на 10%. Какова начальная температура газа? Ответ выразите в К.

Ответ:

В5 Энергия каждого фотона в пучке монохроматического излучения равна $4,4 \cdot 10^{-19}$ Дж. Какова длина волны этого излучения в воде? Показатель преломления воды равен $4/3$. Ответ выразите в метрах, умножьте на 10^7 и округлите до целых.

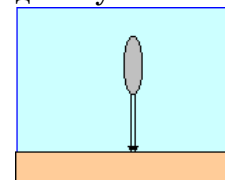
Ответ:

Часть 3

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

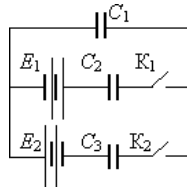
С1 В ясный летний день наиболее жарко бывает не в полдень, а несколько позднее. Почему?

С2 Лодка неподвижно стоит в воде носом к берегу. Два рыбака, стоящие на берегу напротив лодки, начинают подтягивать ее с помощью двух веревок, действуя на лодку с постоянными силами (см. рис.). Если бы лодку тянул только первый рыбак, она подошла бы к берегу со скоростью 0,3 м/с, а если бы тянул только второй – со скоростью 0,4 м/с. С какой скоростью приблизится к берегу лодка, когда ее тянут оба рыбака? Сопротивление воды не учитывать.



С3 Два сосуда, содержащие один и тот же газ, соединены трубкой с краном. Объемы сосудов равны $V_1 = 1$ л и $V_2 = 2$ л, а давления в них – $p_1 = 120$ кПа и $p_2 = 150$ кПа. Каким будет давление газа после открытия крана соединительной трубки? Считать, что температура газа постоянна.

С4 В цепи, показанной на рисунке, ключи K_1 и K_2 разомкнуты, а конденсаторы не заряжены. Когда оба ключа одновременно замыкают, левая (по схеме) обкладка конденсатора C_1 приобретает положительный заряд. Известны значения емкостей конденсаторов $C_1 = 1 \text{ мкФ}$, $C_2 = 2 \text{ мкФ}$, $C_3 = 3 \text{ мкФ}$ и ЭДС батареек $E_1 = 4,5 \text{ В}$, $E_2 = 9 \text{ В}$. Найдите заряд конденсатора C_1 .



С5 Концы катушки сопротивлением 20 Ом и индуктивностью $0,01 \text{ Гн}$ замкнуты. Катушка находится в переменном магнитном поле. Когда создаваемый этим полем магнитный поток увеличился на $0,001 \text{ Вб}$, ток в катушке возрос на $0,05 \text{ А}$. Какой заряд прошел за это время по катушке?

С6 Катод вакуумного фотоэлемента облучается световым пучком с длиной волны $\lambda = 0,6 \text{ мкм}$ и мощностью $W = 0,5 \text{ Вт}$. На один электрон, выбитый из катода, приходится $N = 50$ фотонов. При больших ускоряющих напряжениях между катодом и анодом фототок достигает насыщения (все электроны, выбитые из катода в единицу времени, достигают анода). Найти силу фототока насыщения.

Тренировочная работа № 4 по ФИЗИКЕ

11 класс

Вариант №2

Район _____

Город (населенный пункт) _____

Школа _____

Класс _____

Фамилия _____

Имя _____

Отчество _____

Инструкция

На выполнение экзаменационной работы по физике отводится 3,5 часа (210 минут). Работа состоит из 3 частей, включающих 36 заданий.

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

Часть 2 содержит 5 заданий (В1–В5), на которые следует дать краткий ответ. Для заданий В1 и В2 ответ необходимо записать в виде набора цифр, а для заданий В3–В5 в виде числа.

Часть 3 состоит из 6 заданий (С1–С6), на которые требуется дать развернутый ответ.

При выполнении заданий В3–В5 части 2 значение искомой величины следует выразить в тех единицах физических величин, которые указаны в условии задания. Если такого указания нет, то значение величины следует записать в Международной системе единиц (СИ). При вычислении разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Внимательно прочитайте каждое задание и предлагаемые варианты ответа, если они имеются. Отвечайте только после того, как вы поняли вопрос и проанализировали все варианты ответа. Выполняйте задания в том порядке, в котором они даны. Если какое-то задание вызывает у вас затруднение, пропустите его. К пропущенным заданиям можно будет вернуться, если у вас останется время. За выполнение различных по сложности заданий дается один или более баллов. Баллы, полученные вами за выполненные задания, суммируются. Постарайтесь выполнить как можно больше заданий и набрать наибольшее количество баллов.

Желаем успеха!

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

Десятичные приставки

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

Константы

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

Соотношение между различными единицами

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

Масса частиц

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

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

Удельная теплоемкость

воды	$4,2 \cdot 10^3 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$	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°С

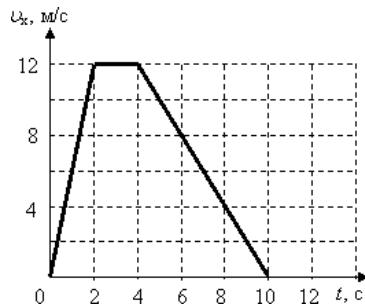
Молярная масса

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

Часть 1

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

A1 На рисунке показан график зависимости проекции на ось x скорости движения тела от времени. Определите значение проекции на ось x ускорения тела между 4 с и 8 с движения



- 1) 2 м/с^2 2) -2 м/с^2 3) $0,5 \text{ м/с}^2$ 4) $-0,5 \text{ м/с}^2$

A2 На шероховатой горизонтальной поверхности неподвижно лежит тело массой 1 кг. Коэффициент трения тела о поверхность равен 0,4. При действии на тело горизонтальной силы 3 Н сила трения между телом и поверхностью равна

- 1) 0,2 Н 2) 0,6 Н 3) 3 Н 4) 4 Н

A3 Катер тащит баржу по озеру с помощью троса. Какие силы связаны между собой третьим законом Ньютона?

- 1) сила натяжения троса и сила сопротивления воды, действующие на баржу
- 2) сила Архимеда и сила тяжести, действующие на баржу
- 3) сила тяжести, действующая на баржу, и вес баржи
- 4) сила Архимеда, действующая на баржу, и вес баржи

A4 На Земле период колебаний груза, подвешенного на нити, равен 1 с. Если на некоторой планете период колебаний груза на той же нити окажется равным 2 с, то ускорение свободного падения на этой планете равно

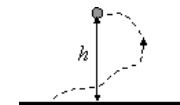
- 1) $2,5 \text{ м/с}^2$ 2) 5 м/с^2 3) 20 м/с^2 4) 40 м/с^2

A5 Два тела массой 200 г каждое брошены с поверхности Земли под углом 30° к горизонту с одинаковыми скоростями 2 м/с (см. рис.). В момент броска модуль суммы импульсов тел равен



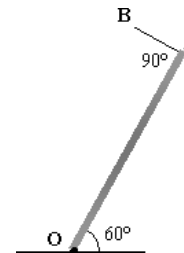
- 1) 0 кг·м/с
- 2) 0,2 кг·м/с
- 3) 0,4 кг·м/с
- 4) 0,8 кг·м/с

A6 Материальная точка массой m , имеющая заряд q , находилась на поверхности Земли. Когда ее переместили на высоту h по траектории, показанной на рисунке, сумма работ, совершенных силой тяжести и электростатическим полем Земли, оказалась равной нулю. Работа, которую совершит электрическое поле при перемещении точки по той же траектории в исходное положение на поверхности Земли, равна



- 1) $-mgh$ 2) $-mg/q$ 3) mgh 4) mgq

A7 Однородный стержень массой 1 кг может вращаться вокруг точки О (см. рис.). Его зафиксировали в указанном положении с помощью нити АВ. Сила натяжения нити равна



- 1) 20 Н 2) 10 Н 3) 5 Н 4) 2,5 Н

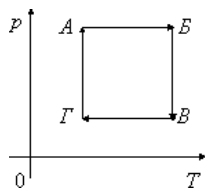
A8 2 г гелия в закрытом сосуде при комнатной температуре создают давление p . Каким будет давление 2 г водорода в том же сосуде при той же температуре? Газы считать идеальными.

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

A9 В воздухе содержатся молекулы кислорода, азота и углекислого газа. Средние квадратичные скорости молекул азота и углекислого газа равны v_a и v_y соответственно. Каково соотношение между этими скоростями при установившейся температуре воздуха?

- 1) $v_y \approx v_a$ 2) $v_a \approx 1,6v_y$ 3) $v_y \approx 1,25v_a$ 4) $v_a \approx 1,25v_y$

A10 На диаграмме давление (p)- температура (T) показан график цикла, проведенного с идеальным газом (см. рис.). В составе этого цикла изотермическим расширением газа являлся процесс



- 1) AB 2) BC 3) CD 4) DA

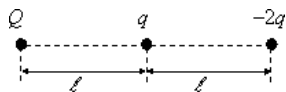
A11 Парциальное давление водяного пара в комнате равно $2 \cdot 10^3$ Па, а давление насыщенного водяного пара при такой же температуре равно $4 \cdot 10^3$ Па. Следовательно, относительная влажность воздуха в комнате

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

A12 Как изменится внутренняя энергия идеального газа при понижении его абсолютной температуры в два раза и одновременном уменьшении объема в 2 раза?

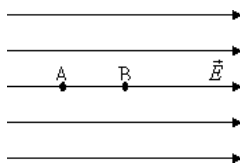
- 1) увеличится в 2 раза
2) уменьшится в 2 раза
3) уменьшится в 4 раза
4) не изменится

A13 Модуль силы взаимодействия двух точечных заряда q и $-2q$, находящихся на расстоянии l друг от друга, равен 4 Н. Чему равен модуль суммы сил, которые будут действовать со стороны этих зарядов на третий точечный заряд величиной $Q = -q$, помещенный на расстоянии l от заряда q (см. рис)?



- 1) 6 Н 2) 4 Н 3) 2 Н 4) 1 Н

A14 Напряженность однородного электрического поля равна 10 В/м, расстояние между точками А и В, расположенными на одной силовой линии поля (см. рис.), равно 2 см. Разность потенциалов $\phi_A - \phi_B$ между этими точками равна

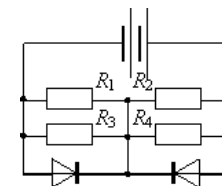


- 1) 0,2 В 2) -20 В 3) 20 В 4) -0,2 В

A15 Если заряд каждой из обкладок конденсатора увеличить в 3 раза, то его емкость

- 1) увеличится в 9 раз
2) не изменится
3) уменьшится в 3 раза
4) увеличится в 3 раза

A16 На рисунке показана электрическая схема устройства, состоящего из четырех резисторов и двух идеальных диодов, причем $R_1 = R_2 = 200$ Ом, $R_3 = R_4 = 100$ Ом. В каком из четырех резисторов сила тока наибольшая



- 1) в резисторе R_1
2) в резисторе R_2
3) в резисторе R_3
4) в резисторе R_4

A17 Два одинаковых резистора соединены последовательно, а точки А и В полученной схемы (рис. 1) подключены к источнику тока. Параллельно резистору 1 подключили еще один такой же резистор (рис. 2), при этом напряжение между точками А и В не изменилось. Как изменилась сила тока в резисторах 1 и 2 в результате подключения третьего резистора?



Рис. 1

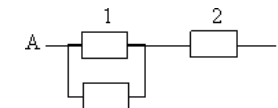
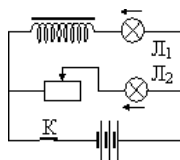


Рис. 2

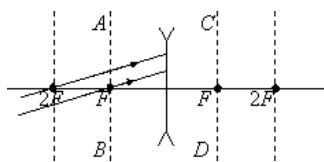
- 1) в резисторе 1 сила тока увеличилась, в резисторе 2 – уменьшилась
2) сила тока уменьшилась и в резисторе 1, и в резисторе 2
3) в резисторе 1 сила тока уменьшилась, в резисторе 2 – увеличилась
4) сила тока увеличилась и в резисторе 1, и в резисторе 2

A18 На рисунке показана схема установки для демонстрации явления самоиндукции. Стрелки показывают направление тока, протекающего через лампочки L_1 и L_2 при замкнутом ключе K . Если ключ разомкнуть, то направление индукционного тока



- 1) и через лампочку L_1 , и через лампочку L_2 будет совпадать с направлением стрелок
- 2) и через лампочку L_1 , и через лампочку L_2 будет противоположно направлению стрелок
- 3) через лампочку L_1 стрелка покажет правильно, а через лампочку L_2 – неправильно
- 4) через лампочку L_1 стрелка покажет неправильно, а через лампочку L_2 – правильно

A19 На рассеивающую линзу падают два параллельных луча света, один из которых проходит через двойной фокус, а второй – через фокус линзы (см. рис.). Изображение, полученное с помощью линзы, находится



- 1) между плоскостью линзы и плоскостью AB
- 2) в плоскости CD
- 3) в плоскости AB
- 4) между плоскостью AB и плоскостью CD

A20 Протон и α -частица влетают в однородное магнитное поле перпендикулярно вектору магнитной индукции на расстоянии 1 см друг от друга со скоростями v_p и $v_\alpha = 2v_p$. Отношение $|\vec{F}_p| / |\vec{F}_\alpha|$ модулей сил, действующих на них со стороны магнитного поля в этот момент времени, равно

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

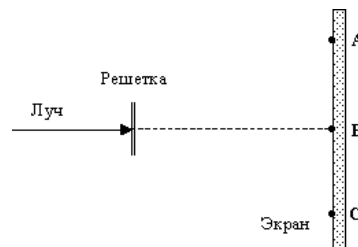
A21 Модули импульсов электрона, α -частицы и нейтрона связаны соотношением $p_e > p_\alpha > p_n$. Каково соотношение между длинами волн де Бройля этих частиц?

- 1) $\lambda_e > \lambda_\alpha > \lambda_n$
- 2) $\lambda_n > \lambda_\alpha > \lambda_e$
- 3) $\lambda_e > \lambda_\alpha > \lambda_n$
- 4) $\lambda_e > \lambda_\alpha > \lambda_n$

A22 Верно утверждение (-я):
 Излучение электромагнитных волн происходит при
А. движении электрона в линейном ускорителе.
Б. движении электрона в однородном магнитном поле перпендикулярно его линиям индукции.

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

A23 Лазерный луч красного цвета падает перпендикулярно на дифракционную решетку (100 штрихов на 1 мм). На линии ABC экрана (см. рис.) наблюдается серия красных пятен. Какие изменения произойдут на экране при замене этой решетки на решетку со 50 штрихами на 1 мм?

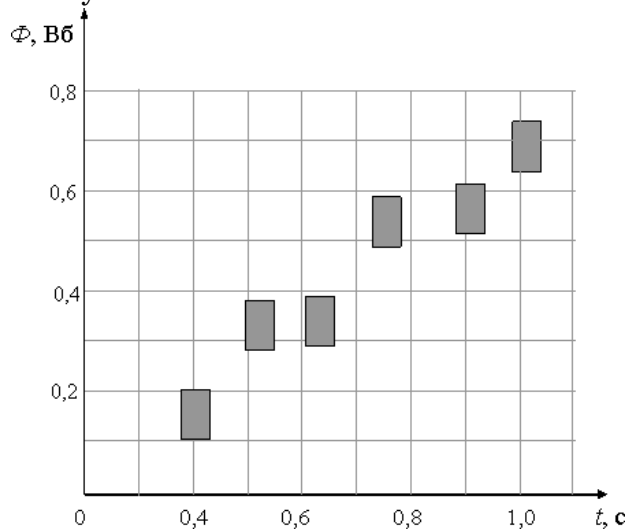


- 1) пятно в точке В исчезнет, остальные раздвинутся от точки В
- 2) пятно в точке В не сместится, остальные сдвинутся к нему
- 3) пятно в точке В не сместится, остальные раздвинутся от него
- 4) картина не изменится

A24 Радиоактивный изотоп имеет период полураспада 4 мин. Сколько ядер из 10000 ядер этого изотопа испытает радиоактивный распад за 4 мин?

- 1) точно 5000 ядер
- 2) 5000 или немного меньше ядер
- 3) 5000 или немного больше ядер
- 4) около 5000 ядер, может быть, немного больше или немного меньше, или точно 5000

A25 На графике приведена зависимость магнитного потока, пронизывающего катушку, имеющую 300 витков, от времени. Погрешность измерения магнитного потока составляла 0,05 Вб, времени – 0,05 с. Чему примерно равна по модулю ЭДС индукции, возникшая в катушке?

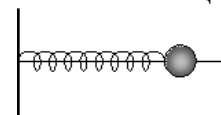


- 1) ≈ 300 В 2) $\approx 0,7$ В 3) ≈ 200 В 4) ≈ 2 мВ

Часть 2

Ответом к каждому из заданий В1 – В2 будет некоторая последовательность цифр. Эту последовательность надо записать в бланк ответов № 1 справа от номера соответствующего задания без пробелов и каких-либо символов, начиная с первой клеточки. Каждую цифру пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами.

В1 Пружинный маятник совершает свободные горизонтальные колебания (см. рис.). Рассмотрим движение маятника за половину периода колебаний, начиная с того момента, когда пружина максимально растянута. Как при этом меняются физические величины, перечисленные в левом столбце таблицы?



**ФИЗИЧЕСКИЕ
ВЕЛИЧИНЫ**

ИХ ИЗМЕНЕНИЕ

- | | |
|-----------------------------------|---|
| А) кинетическая энергия маятника | 1) сначала уменьшается, а затем увеличивается |
| Б) потенциальная энергия маятника | 2) уменьшается |
| В) модуль силы упругости пружины | 3) сначала увеличивается, а затем уменьшается |

Ответ:

А	Б	В

В2 Установите соответствие между перечисленными слева телами и состояниями твердых веществ.

ТЕЛО

СОСТОЯНИЕ ТВЕРДОГО ВЕЩЕСТВА

- | | |
|---------------------------------------|------------------------|
| А) кусок стекла | 1) аморфное |
| Б) придорожный камень | 2) монокристаллическое |
| В) охлажденный кусок сливочного масла | 3) поликристаллическое |
| Г) кусок железа | |

Ответ:

А	Б	В	Г

Ответом к каждому из заданий В3 – В5 будет некоторое число. Это число надо записать в бланк ответов № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ (цифру, запятую, знак минус) пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы физических величин писать не нужно.

В3 Глубина пруда 2 м. Камень массой 300 г и объемом 100 см^3 , находящийся у поверхности воды, падает без начальной скорости и опускается на дно. Считая $g = 10 \text{ м/с}^2$, найдите количество теплоты, выделившейся при падении камня. Ответ выразите в джоулях.

Ответ:

В4 Какова плотность насыщенного водяного пара при температуре 100°C ? Ответ выразите в кг/м^3 , умножьте на 10 и округлите до целых.

Ответ:

В5 Пучок электронов, пройдя через узкую щель, дал на фотопластинке такую же дифракционную картину, как и монохроматический свет с длиной волны 550 нм. Чему равна скорость электронов? Ответ выразите в км/с , умножьте на 10 и округлите до целых.

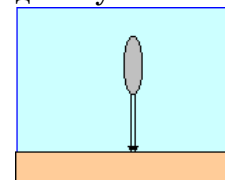
Ответ:

Часть 3

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

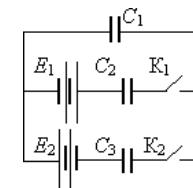
С1 В ясный летний день наиболее жарко бывает не в полдень, а несколько позднее. Почему?

С2 Лодка неподвижно стоит в воде носом к берегу. Два рыбака, стоящие на берегу напротив лодки, начинают подтягивать ее с помощью двух веревок, действуя на лодку с постоянными силами (см. рис.). Если бы лодку тянул только первый рыбак, она подошла бы к берегу со скоростью 0,3 м/с, а если бы тянул только второй – со скоростью 0,4 м/с. С какой скоростью приблизится к берегу лодка, когда ее тянут оба рыбака? Сопротивление воды не учитывать.



С3 Два сосуда, содержащие один и тот же газ, соединены трубкой с краном. Объемы сосудов равны $V_1 = 1 \text{ л}$ и $V_2 = 2 \text{ л}$, а давления в них – $p_1 = 120 \text{ кПа}$ и $p_2 = 150 \text{ кПа}$. Каким будет давление газа после открытия крана соединительной трубки? Считать, что температура газа постоянна.

С4 В цепи, показанной на рисунке, ключи K_1 и K_2 разомкнуты, а конденсаторы не заряжены. Когда оба ключа одновременно замыкают, левая (по схеме) обкладка конденсатора C_1 приобретает положительный заряд. Известны значения емкостей конденсаторов $C_1 = 1 \text{ мкФ}$, $C_2 = 2 \text{ мкФ}$, $C_3 = 3 \text{ мкФ}$ и ЭДС батареек $E_1 = 4,5 \text{ В}$, $E_2 = 9 \text{ В}$. Найдите заряд конденсатора C_1 .



С5 Концы катушки сопротивлением 20 Ом и индуктивностью 0,01 Гн замкнуты. Катушка находится в переменном магнитном поле. Когда создаваемый этим полем магнитный поток увеличился на 0,001 Вб, ток в катушке возрос на 0,05 А. Какой заряд прошел за это время по катушке?

C6

Катод вакуумного фотоэлемента облучается световым пучком с длиной волны $\lambda = 0,6$ мкм и мощностью $W = 0,5$ Вт. На один электрон, выбитый из катода, приходится $N = 50$ фотонов. При больших ускоряющих напряжениях между катодом и анодом фототок достигает насыщения (все электроны, выбитые из катода в единицу времени, достигают анода). Найти силу фототока насыщения.

Критерии оценивания заданий с развёрнутым ответом

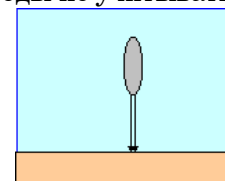
C1 В ясный летний день наиболее жарко бывает не в полдень, а несколько позднее. Почему?

Образец возможного решения

Человек ощущает жару, находясь в окружении горячего воздуха. Воздух же прозрачен, поэтому он нагревается не за счет поглощения энергии солнечных лучей, а за счет теплообмена с нагретой лучами поверхностью Земли. Этот теплообмен возрастает с увеличением температуры земной поверхности. Поверхность продолжает нагреваться Солнцем и после полудня, поэтому и воздух нагревается после полудня сильнее.

Критерии оценки выполнения задания	Баллы
Правильно указан основной механизм нагревания воздуха, приводящий к правильному ответу (в данном случае – <i>теплообмен с нагретой земной поверхностью</i>), названы физическая величина, влияющая на температуру воздуха (в данном случае – <i>температура земной поверхности</i>), и время, когда температура поверхности достигает максимума.	3
Приведено решение и дан верный ответ, но имеется <u>один</u> из следующих недостатков: — В объяснении содержатся лишь общие рассуждения без привязки к конкретной ситуации задачи, хотя указаны все необходимые физические явления и законы. ИЛИ — Рассуждения, приводящие к ответу, представлены не в полном объеме или в них содержатся логические недочеты. ИЛИ — Указаны не все физические явления и законы, необходимые для полного правильного решения.	2
Приведено решение и дан верный ответ, но имеется <u>один</u> из следующих недостатков: — В объяснении содержатся лишь общие рассуждения без привязки к конкретной ситуации задачи, хотя указаны все необходимые физические явления и законы. ИЛИ — Рассуждения, приводящие к ответу, представлены не в полном объеме или в них содержатся логические недочеты. ИЛИ — Указаны не все физические явления и законы, необходимые для полного правильного решения.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.	0

C2 Лодка неподвижно стоит в воде носом к берегу. Два рыбака, стоящие на берегу напротив лодки, начинают подтягивать ее с помощью двух веревок, действуя на лодку с постоянными силами (см. рис.). Если бы лодку тянул только первый рыбак, она подошла бы к берегу со скоростью 0,3 м/с, а если бы тянул только второй – со скоростью 0,4 м/с. С какой скоростью приблизится к берегу лодка, когда ее тянут оба рыбака? Сопротивление воды не учитывать.



Образец возможного решения

Пусть рыбаки тянут веревки с силами F_1 и F_2 . Обозначим m – масса лодки, s – ее расстояние от берега, v_1 и v_2 – скорости, сообщаемые лодке соответственно первым и вторым рыбаком. Тогда по теореме о кинетической энергии изменения кинетической энергии лодки равны работам приложенных к ней сил:

$$\frac{mv_1^2}{2} = F_1s, \quad \frac{mv_2^2}{2} = F_2s$$

(начальная скорость лодки равна нулю).

Если v – искомая скорость лодки, то, применяя теорему о кинетической энергии еще раз, найдем

$$\frac{mv^2}{2} = (F_1 + F_2)s.$$

Из трех полученных равенств выражаем скорость лодки: $v^2 = v_1^2 + v_2^2$, откуда $v = \sqrt{v_1^2 + v_2^2} = \sqrt{0,3^2 + 0,4^2} = 0,5$ м/с.

Ответ: 0,5 м/с.

Критерии оценки выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы: – верно записана формула, выражающая физический закон, применение которого необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае – <i>теорема о кинетической энергии</i>); – проведены необходимые математическое преобразование формулы закона и рассуждения, приводящие к правильному ответу, и представлен ответ. При этом допускается решение "по частям" (с промежуточными вычислениями).	3
– Правильно записана необходимая формула, записан правильный ответ, но не представлены рассуждения, приводящие к ответу.	2

– Записана исходная формула, необходимая для решения задачи, и рассуждения об ее использовании, но в них содержится ошибка, в результате чего получен неправильный ответ.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла (использование неприменимого закона, разрозненные записи и т.п.).	0

С3 Два сосуда, содержащие один и тот же газ, соединены трубкой с краном. Объемы сосудов равны $V_1 = 1$ л и $V_2 = 2$ л, а давления в них – $p_1 = 120$ кПа и $p_2 = 150$ кПа. Каким будет давление газа после открытия крана соединительной трубки? Считать, что температура газа постоянна.

Образец возможного решения

Согласно уравнению Менделеева-Клапейрона

$$p_1 V_1 = \frac{m_1}{M} RT, \quad p_2 V_2 = \frac{m_2}{M} RT,$$

$$p(V_1 + V_2) = \frac{m_1 + m_2}{M} RT,$$

где m_1 и m_2 – массы газа в первом и во втором сосудах, p – искомое давление.

Записав последнее равенство в виде

$$p(V_1 + V_2) = \frac{m_1}{M} RT + \frac{m_2}{M} RT$$

и учтя два предыдущих равенства, получим:

$$p(V_1 + V_2) = p_1 V_1 + p_2 V_2,$$

откуда

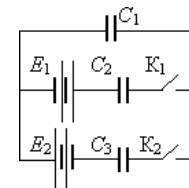
$$p = \frac{p_1 V_1 + p_2 V_2}{V_1 + V_2} = \frac{120 \text{ кПа} \cdot 1 \text{ л} + 150 \text{ кПа} \cdot 2 \text{ л}}{1 \text{ л} + 2 \text{ л}} = 140 \text{ кПа}$$

Ответ: 140 кПа.

Критерии оценки выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы: – верно записана формула, выражающая физический закон, применение которого необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае – уравнение Менделеева-Клапейрона); – проведены необходимые математическое преобразование формулы закона и рассуждения, приводящие к правильному ответу, и представлен ответ.	3
– Правильно записана необходимая формула, записан правильный ответ, но не представлены рассуждения, приводящие к ответу.	2

– Записана исходная формула, необходимая для решения задачи, и рассуждения об ее использовании, но в них содержится ошибка, в результате чего получен неправильный ответ.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла (использование неприменимого закона, разрозненные записи и т.п.).	0

С4 В цепи, показанной на рисунке, ключи K_1 и K_2 разомкнуты, а конденсаторы не заряжены. Когда оба ключа одновременно замыкают, левая (по схеме) обкладка конденсатора C_1 приобретает положительный заряд. Известны значения емкостей конденсаторов $C_1 = 1$ мкФ, $C_2 = 2$ мкФ, $C_3 = 3$ мкФ и ЭДС батареек $E_1 = 4,5$ В, $E_2 = 9$ В. Найдите заряд конденсатора C_1 .



Образец возможного решения

Пусть $\Delta\phi$ – разность потенциалов между обкладками конденсатора C_1 и Q_1 ,

Q_2, Q_3 – заряды конденсаторов C_1, C_2 и C_3 .

Имеем $\Delta\phi = \frac{Q_1}{C_1}$ и, следовательно, $Q_1 = \Delta\phi C_1$. Заряд второго конденсатора

$$Q_2 = C_2 (E_1 + \Delta\phi) = C_2 \left(E_1 + \frac{Q_1}{C_1} \right).$$

Суммарный заряд правых обкладок конденсаторов C_1, C_2 и C_3 равен нулю.

Кроме того, правые обкладки конденсаторов C_1 и C_2 заряжены отрицательно, поэтому правая обкладка конденсатора C_3 заряжена положительно. С учетом этого

$$Q_3 = Q_1 + Q_2 = Q_1 + C_2 \left(E_1 + \frac{Q_1}{C_1} \right).$$

С другой стороны, заряд третьего конденсатора

$$Q_3 = C_3 (E_2 - \Delta\phi) = C_3 \left(E_2 - \frac{Q_1}{C_1} \right).$$

Приравнивая правые части двух последних равенств, получаем

$$Q_1 = \frac{C_3 E_2 - C_2 E_3}{1 + \frac{C_2}{C_1} + \frac{C_3}{C_1}} = \frac{3 \text{ мкФ} \cdot 9 \text{ В} - 2 \text{ мкФ} \cdot 4,5 \text{ В}}{1 + 2 + 3} = 3 \cdot 10^{-6} \text{ (Кл)}.$$

Ответ: $3 \cdot 10^{-6}$ Кл.

Критерии оценки выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы: – верно записаны формулы, выражающие связь разности потенциалов на концах конденсатора с его зарядом, учтено, что заряд правых обкладок конденсаторов C_1 , C_2 и C_3 равен нулю, а также правильно найдены разности потенциалов между обкладками конденсаторов; – проведены необходимые математические преобразования полученных выражений и рассуждения, приводящие к правильному ответу, представлен ответ. При этом допускается решение "по частям" (с промежуточными вычислениями).	3
– Правильно записаны необходимые формулы, записан правильный ответ, но не представлены рассуждения, приводящие к ответу.	2
– Записаны исходные формулы, необходимые для решения задачи, и рассуждения об их использовании, но в них содержится ошибка, в результате чего получен неправильный ответ.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла (использование неприменимого закона, разрозненные записи и т.п.).	0

С5 Концы катушки сопротивлением 20 Ом и индуктивностью 0,01 Гн замкнуты. Катушка находится в переменном магнитном поле. Когда создаваемый этим полем магнитный поток увеличился на 0,001 Вб, ток в катушке возрос на 0,05 А. Какой заряд прошел за это время по катушке?

Образец возможного решения	
Переменное магнитное поле приводит к появлению в катушке ЭДС индукции, которая по закону Фарадея равна $E_{\text{инд}} = -\Delta\Phi/\Delta t,$ т.е. скорости изменения магнитного потока Φ в катушке. Кроме того, из-за изменения ΔI силы тока в катушке возникает ЭДС самоиндукции $E_{\text{сам}} = -L \frac{\Delta I}{\Delta t},$ где L – индуктивность катушки. Эти ЭДС имеют противоположную полярность, поэтому закон Ома для полной цепи имеет вид: $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} - L \frac{\Delta I}{\Delta t} = IR.$ Умножив обе части этого уравнения на Δt , найдем искомый заряд ΔQ , прошедший через катушку: $\Delta Q = I\Delta t = \frac{\Delta\Phi - L\Delta I}{R},$ $\Delta Q = \frac{0,001 \text{ Вб} - 0,01 \text{ Гн} \cdot 0,05 \text{ А}}{20 \text{ Ом}} = 25 \cdot 10^{-6} \text{ Кл.}$ Ответ: $25 \cdot 10^{-6}$ Кл.	
Критерии оценки выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы: — верно записаны все формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае – закон электромагнитной индукции Фарадея, закон Ома для полной цепи, выражение для ЭДС самоиндукции); — проведены необходимые математические преобразования формул законов и рассуждения, приводящие к правильному ответу, и представлен ответ.	3
— Правильно записаны необходимые формулы, записан правильный ответ, но не представлены рассуждения, приводящие к ответу.	2
– Записаны исходные формулы, необходимые для решения задачи, и рассуждения об их использовании, но в них содержится ошибка, в результате чего получен неправильный ответ.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла (использование неприменимого закона, разрозненные записи и т.п.).	0

С6 Катод вакуумного фотоэлемента облучается световым пучком с длиной волны $\lambda = 0,6$ мкм и мощностью $W = 0,5$ Вт. На один электрон, выбитый из катода, приходится $N = 50$ фотонов. При больших ускоряющих напряжениях между катодом и анодом фототок достигает насыщения (все электроны, выбитые из катода в единицу времени, достигают анода). Найти силу фототока насыщения.

Образец возможного решения

Число фотонов, падающих на катод в единицу времени

$$N_{\text{ф}} = \frac{W}{h\nu} = \frac{W\lambda}{hc},$$

где h – постоянная Планка, ν – частота света, c – скорость света.

Число электронов, выбиваемых из катода в единицу времени,

$$N_{\text{э}} = \frac{I}{e},$$

где I – сила тока насыщения, e – заряд электрона.

По условию задачи

$$N_{\text{ф}} = N \cdot N_{\text{э}} = \frac{NI}{e},$$

откуда получаем:

$$I = \frac{W\lambda e}{hcN} = \frac{0,5 \text{ Вт} \cdot 6 \cdot 10^{-7} \text{ м} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}}{6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с} \cdot 3 \cdot 10^8 \text{ м/с} \cdot 50} = 4,8 \cdot 10^{-3} \text{ А}.$$

Ответ: $4,8 \cdot 10^{-3}$ А.

Критерии оценки выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы: — верно записана формула, выражающая физический закон, применение которого необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае – формула Планка); — проведены необходимые математические преобразования формулы закона и рассуждения, приводящие к правильному ответу, и представлен ответ.	3
— Правильно записаны необходимые формулы, записан правильный ответ, но не представлены рассуждения, приводящие к ответу.	2
— Записаны исходные формулы, необходимые для решения задачи, и рассуждения об их использовании, но в них содержится ошибка, в результате чего получен неправильный ответ.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла (использование неприменимого закона, разрозненные записи и т.п.).	0

Критерии оценивания заданий с развёрнутым ответом

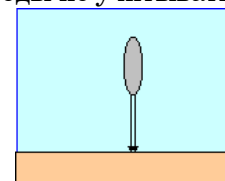
C1 В ясный летний день наиболее жарко бывает не в полдень, а несколько позднее. Почему?

Образец возможного решения

Человек ощущает жару, находясь в окружении горячего воздуха. Воздух же прозрачен, поэтому он нагревается не за счет поглощения энергии солнечных лучей, а за счет теплообмена с нагретой лучами поверхностью Земли. Этот теплообмен возрастает с увеличением температуры земной поверхности. Поверхность продолжает нагреваться Солнцем и после полудня, поэтому и воздух нагревается после полудня сильнее.

Критерии оценки выполнения задания	Баллы
Правильно указан основной механизм нагревания воздуха, приводящий к правильному ответу (в данном случае – <i>теплообмен с нагретой земной поверхностью</i>), названы физическая величина, влияющая на температуру воздуха (в данном случае – <i>температура земной поверхности</i>), и время, когда температура поверхности достигает максимума.	3
Приведено решение и дан верный ответ, но имеется <u>один</u> из следующих недостатков: — В объяснении содержатся лишь общие рассуждения без привязки к конкретной ситуации задачи, хотя указаны все необходимые физические явления и законы. ИЛИ — Рассуждения, приводящие к ответу, представлены не в полном объеме или в них содержатся логические недочеты. ИЛИ — Указаны не все физические явления и законы, необходимые для полного правильного решения.	2
Приведено решение и дан верный ответ, но имеется <u>один</u> из следующих недостатков: — В объяснении содержатся лишь общие рассуждения без привязки к конкретной ситуации задачи, хотя указаны все необходимые физические явления и законы. ИЛИ — Рассуждения, приводящие к ответу, представлены не в полном объеме или в них содержатся логические недочеты. ИЛИ — Указаны не все физические явления и законы, необходимые для полного правильного решения.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.	0

C2 Лодка неподвижно стоит в воде носом к берегу. Два рыбака, стоящие на берегу напротив лодки, начинают подтягивать ее с помощью двух веревок, действуя на лодку с постоянными силами (см. рис.). Если бы лодку тянул только первый рыбак, она подошла бы к берегу со скоростью 0,3 м/с, а если бы тянул только второй – со скоростью 0,4 м/с. С какой скоростью приблизится к берегу лодка, когда ее тянут оба рыбака? Сопротивление воды не учитывать.



Образец возможного решения

Пусть рыбаки тянут веревки с силами F_1 и F_2 . Обозначим m – масса лодки, s – ее расстояние от берега, v_1 и v_2 – скорости, сообщаемые лодке соответственно первым и вторым рыбаком. Тогда по теореме о кинетической энергии изменения кинетической энергии лодки равны работам приложенных к ней сил:

$$\frac{mv_1^2}{2} = F_1s, \quad \frac{mv_2^2}{2} = F_2s$$

(начальная скорость лодки равна нулю).

Если v – искомая скорость лодки, то, применяя теорему о кинетической энергии еще раз, найдем

$$\frac{mv^2}{2} = (F_1 + F_2)s.$$

Из трех полученных равенств выражаем скорость лодки: $v^2 = v_1^2 + v_2^2$, откуда

$$v = \sqrt{v_1^2 + v_2^2} = \sqrt{0,3^2 + 0,4^2} = 0,5 \text{ м/с}.$$

Ответ: 0,5 м/с.

Критерии оценки выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы: – верно записана формула, выражающая физический закон, применение которого необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае – <i>теорема о кинетической энергии</i>); – проведены необходимые математическое преобразование формулы закона и рассуждения, приводящие к правильному ответу, и представлен ответ. При этом допускается решение "по частям" (с промежуточными вычислениями).	3
– Правильно записана необходимая формула, записан правильный ответ, но не представлены рассуждения, приводящие к ответу.	2

– Записана исходная формула, необходимая для решения задачи, и рассуждения об ее использовании, но в них содержится ошибка, в результате чего получен неправильный ответ.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла (использование неприменимого закона, разрозненные записи и т.п.).	0

С3 Два сосуда, содержащие один и тот же газ, соединены трубкой с краном. Объемы сосудов равны $V_1 = 1$ л и $V_2 = 2$ л, а давления в них – $p_1 = 120$ кПа и $p_2 = 150$ кПа. Каким будет давление газа после открытия крана соединительной трубки? Считать, что температура газа постоянна.

Образец возможного решения

Согласно уравнению Менделеева-Клапейрона

$$p_1 V_1 = \frac{m_1}{M} RT, \quad p_2 V_2 = \frac{m_2}{M} RT,$$

$$p(V_1 + V_2) = \frac{m_1 + m_2}{M} RT,$$

где m_1 и m_2 – массы газа в первом и во втором сосудах, p – искомое давление.

Записав последнее равенство в виде

$$p(V_1 + V_2) = \frac{m_1}{M} RT + \frac{m_2}{M} RT$$

и учтя два предыдущих равенства, получим:

$$p(V_1 + V_2) = p_1 V_1 + p_2 V_2,$$

откуда

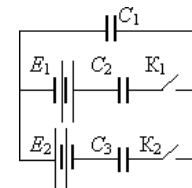
$$p = \frac{p_1 V_1 + p_2 V_2}{V_1 + V_2} = \frac{120 \text{ кПа} \cdot 1 \text{ л} + 150 \text{ кПа} \cdot 2 \text{ л}}{1 \text{ л} + 2 \text{ л}} = 140 \text{ кПа}$$

Ответ: 140 кПа.

Критерии оценки выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы: – верно записана формула, выражающая физический закон, применение которого необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае – уравнение Менделеева-Клапейрона); – проведены необходимые математическое преобразование формулы закона и рассуждения, приводящие к правильному ответу, и представлен ответ.	3
– Правильно записана необходимая формула, записан правильный ответ, но не представлены рассуждения, приводящие к ответу.	2

– Записана исходная формула, необходимая для решения задачи, и рассуждения об ее использовании, но в них содержится ошибка, в результате чего получен неправильный ответ.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла (использование неприменимого закона, разрозненные записи и т.п.).	0

С4 В цепи, показанной на рисунке, ключи K_1 и K_2 разомкнуты, а конденсаторы не заряжены. Когда оба ключа одновременно замыкают, левая (по схеме) обкладка конденсатора C_1 приобретает положительный заряд. Известны значения емкостей конденсаторов $C_1 = 1$ мкФ, $C_2 = 2$ мкФ, $C_3 = 3$ мкФ и ЭДС батареек $E_1 = 4,5$ В, $E_2 = 9$ В. Найдите заряд конденсатора C_1 .



Образец возможного решения

Пусть $\Delta\phi$ – разность потенциалов между обкладками конденсатора C_1 и Q_1 ,

Q_2, Q_3 – заряды конденсаторов C_1, C_2 и C_3 .

Имеем $\Delta\phi = \frac{Q_1}{C_1}$ и, следовательно, $Q_1 = \Delta\phi C_1$. Заряд второго конденсатора

$$Q_2 = C_2 (E_1 + \Delta\phi) = C_2 \left(E_1 + \frac{Q_1}{C_1} \right).$$

Суммарный заряд правых обкладок конденсаторов C_1, C_2 и C_3 равен нулю.

Кроме того, правые обкладки конденсаторов C_1 и C_2 заряжены отрицательно, поэтому правая обкладка конденсатора C_3 заряжена положительно. С учетом этого

$$Q_3 = Q_1 + Q_2 = Q_1 + C_2 \left(E_1 + \frac{Q_1}{C_1} \right).$$

С другой стороны, заряд третьего конденсатора

$$Q_3 = C_3 (E_2 - \Delta\phi) = C_3 \left(E_2 - \frac{Q_1}{C_1} \right).$$

Приравняв правые части двух последних равенств, получаем

$$Q_1 = \frac{C_3 E_2 - C_2 E_3}{1 + \frac{C_2}{C_1} + \frac{C_3}{C_1}} = \frac{3 \text{ мкФ} \cdot 9 \text{ В} - 2 \text{ мкФ} \cdot 4,5 \text{ В}}{1 + 2 + 3} = 3 \cdot 10^{-6} \text{ (Кл)}.$$

Ответ: $3 \cdot 10^{-6}$ Кл.

Критерии оценки выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы: – верно записаны формулы, выражающие связь разности потенциалов на концах конденсатора с его зарядом, учтено, что заряд правых обкладок конденсаторов C_1 , C_2 и C_3 равен нулю, а также правильно найдены разности потенциалов между обкладками конденсаторов; – проведены необходимые математические преобразования полученных выражений и рассуждения, приводящие к правильному ответу, представлен ответ. При этом допускается решение "по частям" (с промежуточными вычислениями).	3
– Правильно записаны необходимые формулы, записан правильный ответ, но не представлены рассуждения, приводящие к ответу.	2
– Записаны исходные формулы, необходимые для решения задачи, и рассуждения об их использовании, но в них содержится ошибка, в результате чего получен неправильный ответ.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла (использование неприменимого закона, разрозненные записи и т.п.).	0

С5 Концы катушки сопротивлением 20 Ом и индуктивностью 0,01 Гн замкнуты. Катушка находится в переменном магнитном поле. Когда создаваемый этим полем магнитный поток увеличился на 0,001 Вб, ток в катушке возрос на 0,05 А. Какой заряд прошел за это время по катушке?

Образец возможного решения	
Переменное магнитное поле приводит к появлению в катушке ЭДС индукции, которая по закону Фарадея равна $E_{\text{инд}} = -\Delta\Phi/\Delta t,$ т.е. скорости изменения магнитного потока Φ в катушке. Кроме того, из-за изменения ΔI силы тока в катушке возникает ЭДС самоиндукции $E_{\text{сам}} = -L \frac{\Delta I}{\Delta t},$ где L – индуктивность катушки. Эти ЭДС имеют противоположную полярность, поэтому закон Ома для полной цепи имеет вид: $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} - L \frac{\Delta I}{\Delta t} = IR.$ Умножив обе части этого уравнения на Δt , найдем искомый заряд ΔQ , прошедший через катушку: $\Delta Q = I\Delta t = \frac{\Delta\Phi - L\Delta I}{R},$ $\Delta Q = \frac{0,001 \text{ Вб} - 0,01 \text{ Гн} \cdot 0,05 \text{ А}}{20 \text{ Ом}} = 25 \cdot 10^{-6} \text{ Кл.}$ Ответ: $25 \cdot 10^{-6}$ Кл.	
Критерии оценки выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы: – верно записаны все формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае – закон электромагнитной индукции Фарадея, закон Ома для полной цепи, выражение для ЭДС самоиндукции); – проведены необходимые математические преобразования формул законов и рассуждения, приводящие к правильному ответу, и представлен ответ.	3
– Правильно записаны необходимые формулы, записан правильный ответ, но не представлены рассуждения, приводящие к ответу.	2
– Записаны исходные формулы, необходимые для решения задачи, и рассуждения об их использовании, но в них содержится ошибка, в результате чего получен неправильный ответ.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла (использование неприменимого закона, разрозненные записи и т.п.).	0

С6 Катод вакуумного фотоэлемента облучается световым пучком с длиной волны $\lambda = 0,6$ мкм и мощностью $W = 0,5$ Вт. На один электрон, выбитый из катода, приходится $N = 50$ фотонов. При больших ускоряющих напряжениях между катодом и анодом фототок достигает насыщения (все электроны, выбитые из катода в единицу времени, достигают анода). Найти силу фототока насыщения.

Образец возможного решения

Число фотонов, падающих на катод в единицу времени

$$N_{\text{ф}} = \frac{W}{h\nu} = \frac{W\lambda}{hc},$$

где h – постоянная Планка, ν – частота света, c – скорость света.

Число электронов, выбиваемых из катода в единицу времени,

$$N_{\text{э}} = \frac{I}{e},$$

где I – сила тока насыщения, e – заряд электрона.

По условию задачи

$$N_{\text{ф}} = N \cdot N_{\text{э}} = \frac{NI}{e},$$

откуда получаем:

$$I = \frac{W\lambda e}{hcN} = \frac{0,5 \text{ Вт} \cdot 6 \cdot 10^{-7} \text{ м} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}}{6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с} \cdot 3 \cdot 10^8 \text{ м/с} \cdot 50} = 4,8 \cdot 10^{-3} \text{ А}.$$

Ответ: $4,8 \cdot 10^{-3}$ А.

Критерии оценки выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы: — верно записана формула, выражающая физический закон, применение которого необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае – формула Планка); — проведены необходимые математические преобразования формулы закона и рассуждения, приводящие к правильному ответу, и представлен ответ.	3
— Правильно записаны необходимые формулы, записан правильный ответ, но не представлены рассуждения, приводящие к ответу.	2
— Записаны исходные формулы, необходимые для решения задачи, и рассуждения об их использовании, но в них содержится ошибка, в результате чего получен неправильный ответ.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла (использование неприменимого закона, разрозненные записи и т.п.).	0