

# Тренировочная работа № 4

## по ФИЗИКЕ

11 класс

Вариант №1

Район \_\_\_\_\_

Город (населенный пункт) \_\_\_\_\_

Школа \_\_\_\_\_

Класс \_\_\_\_\_

Фамилия \_\_\_\_\_

Имя \_\_\_\_\_

Отчество \_\_\_\_\_

Физика. 11 класс. Вариант № 1

2

### 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 прочтите 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 $\pi$	$\pi = 3,14$
ускорение свободного падения на Земле	$g = 10 \text{ м/с}^2$
гравитационная постоянная	$G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ Н}\cdot\text{м}^2/\text{кг}^2$
универсальная газовая постоянная	$R = 8,31 \text{ Дж/(моль}\cdot\text{К)}$
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	$k = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \text{ Н}\cdot\text{м}^2/\text{Кл}^2$
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	$0 \text{ К} = -273^\circ\text{C}$
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	$900 \text{ кг}/\text{м}^3$
воды	$1000 \text{ кг}/\text{м}^3$	алюминия
древесины (сосна)	$400 \text{ кг}/\text{м}^3$	железа
керосина	$800 \text{ кг}/\text{м}^3$	ртути

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

**Нормальные условия** давление  $10^5 \text{ Па}$ , температура  $0^\circ\text{C}$

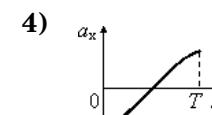
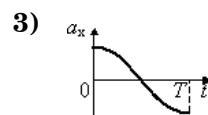
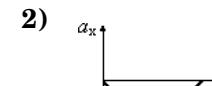
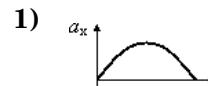
**Молярная масса**

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

**Часть 1**

**При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого вами задания (А1 – А25) поставьте знак «Х» 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  $\vec{a}_2$ ,

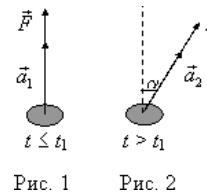


Рис. 1

Рис. 2

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

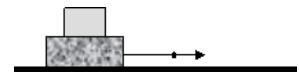
- A3** Два тела образуют замкнутую систему. В течение времени их взаимодействия всегда совпадают

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

**A4**

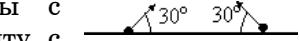
На брускe массой 300 г лежит брускo массой 200 г. Нижний брускo тянут за нитку (см. рис.), и брускi движутся по полу как одно целое с постоянной скоростью. Коэффициент трения между брусками равен 0,3. Сила трения, действующая на верхний брускo, равна

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

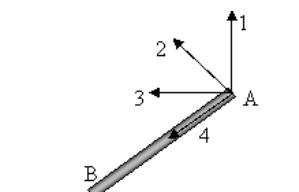
**A5**

Два тела массой 100 г каждое брошены с поверхности Земли под углом  $30^\circ$  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/с<sup>2</sup>
- 3) 0,2 кг · м/с<sup>2</sup>
- 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. Како- 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 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 совершают работу  $8 \text{ кДж}$ , 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

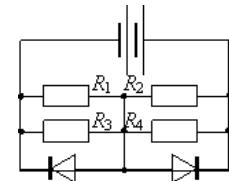
**A13** Два точечных заряда  $q$  и  $-2q$  взаимодействуют с силой 1 Н. Модуль суммы сил, которые будут действовать со стороны этих зарядов на третий точечный заряд величиной  $q$ , помещённый посередине между ними, равен

- 1) 2 H                  2) 4 H                  3) 6 H                  4) 8 H

**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?

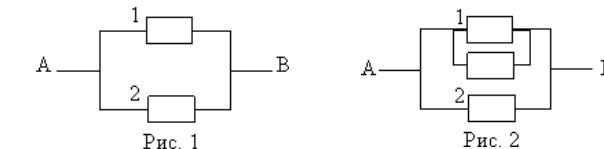
- 1) 0 B      2) 30 B      3) 70 B      4) 100 B

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



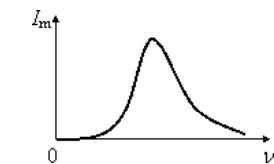
- 1) в резисторе  $R_1$
  - 2) в резисторе  $R_2$
  - 3) в резисторе  $R_3$
  - 4) в резисторе  $R_4$

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?



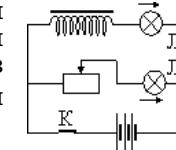
- 1) в резисторе 1 сила тока увеличилась, в резисторе 2 – уменьшилась
  - 2) сила тока уменьшилась и в резисторе 1, и в резисторе 2
  - 3) в резисторе 1 сила тока увеличилась, в резисторе 2 – не изменилась
  - 4) сила тока не изменилась ни в резисторе 1, ни в резисторе 2

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



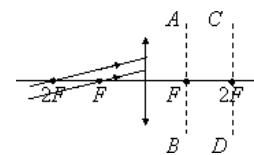
- 1) о свободных колебаниях и собственной частоте колебательного контура
  - 2) о вынужденных колебаниях и собственной частоте колебательного контура
  - 3) о свободных колебаниях и частоте внешнего воздействия
  - 4) о вынужденных колебаниях и частоте внешнего воздействия

**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



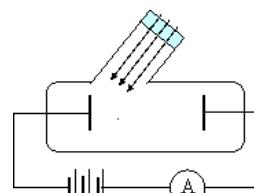
- 1) через лампочку  $L_1$  стрелка покажет правильно, а через лампочку  $L_2$  – неправильно
- 2) через лампочку  $L_1$  стрелка покажет неправильно, а через лампочку  $L_2$  – правильно
- 3) и через лампочку  $L_1$ , и через лампочку  $L_2$  будет противоположно направлению стрелок
- 4) и через лампочку  $L_1$ , 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  $v_1$  (см. рис.), сила тока через амперметр равна  $I$ . Катод дополнительно освещают пучком голубого света частотой  $v_2 = 1,2v_1$ . 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 Броиля электрона,  $\alpha$ -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  $^{15}_6C$  излучает свет. Этот изотоп испытывает  $\beta$ -распад с периодом полураспада 2,5 с. Как изменится спектр излучения всего газа за 5 с?

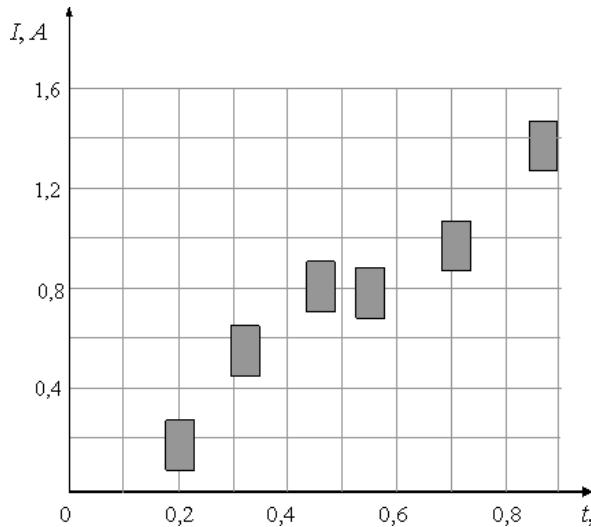
- 1) спектр излучения углерода исчезнет и заменится спектром излучения азота  $^{15}_7N$
- 2) спектр излучения углерода исчезнет и заменится спектром излучения бора  $^{15}_5B$
- 3) спектр излучения углерода станет менее ярким, и добавятся линии спектра излучения бора  $^{15}_5B$
- 4) спектр излучения углерода станет менее ярким, и добавятся линии спектра излучения азота  $^{15}_7N$

**A23** Торий  $^{232}_{90}Th$ , испытав два  $\beta$ -распада и один  $\alpha$ -распад, превращается в элемент

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

**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) радугу – дисперсией света, а цвета масляного пятна – интерференцией света
- 4) радугу – 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)  $\approx 3 \text{ В}$       2)  $\approx 2 \text{ В}$       3)  $\approx 1,5 \text{ В}$       4)  $\approx 1 \text{ В}$

**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.*

**B1**

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

**ФИЗИЧЕСКИЕ  
ВЕЛИЧИНЫ**

**ИХ ИЗМЕНЕНИЕ**

- |   |   |
|---|---|
| <b>A)</b> Мощность, выделяющаяся в реостате | 1) увеличивается                              |
| <b>Б)</b> Напряжение на клеммах батарейки   | 2) уменьшается                                |
| <b>В)</b> Сила тока в цепи                  | 3) сначала увеличивается, а затем уменьшается |

Ответ:

A	Б	В

**B2** Установите соответствие между описанными в левом столбце особенностями тепловых процессов и его названиями.

**ОСОБЕННОСТИ ТЕПЛОВОГО ПРОЦЕССА**

- A) Газу передается некоторое количество теплоты, и он совершает работу, но внутренняя энергия газа остается неизменной
- B) Газ быстро сжимают в сосуде с теплоизолированными стенками, и температура газа растет
- B) Железный гвоздь нагревают в комнате над пламенем горелки, и длина гвоздя увеличивается

Ответ: 

--	--	--

*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.*

**B3** 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: 

--

**B4** Когда газ, объем которого оставался неизменным, нагрели на  $40^{\circ}\text{C}$ , его давление увеличилось на 10%. Какова начальная температура газа? Ответ выразите в К.

Ответ: 

--

**B5** 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: 

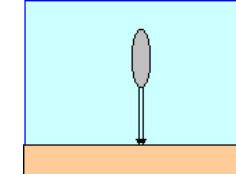
--

**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.*

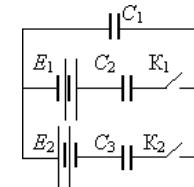
**C1** В ясный летний день наиболее жарко бывает не в полдень, а несколько позднее. Почему?

**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.



**C3** 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.

**C4** 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  $C_1$ .



**C5** 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  $\lambda = 0,6 \text{ мкм}$  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 \_\_\_\_\_

Физика. 11 класс. Вариант № 2

### 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 прочтите 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 $\pi$	$\pi = 3,14$
ускорение свободного падения на Земле	$g = 10 \text{ м/с}^2$
гравитационная постоянная	$G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ Н}\cdot\text{м}^2/\text{кг}^2$
универсальная газовая постоянная	$R = 8,31 \text{ Дж/(моль}\cdot\text{К)}$
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	$0 \text{ К} = -273^\circ\text{C}$
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	$900 \text{ кг}/\text{м}^3$
воды	$1000 \text{ кг}/\text{м}^3$	алюминия
древесины (сосна)	$400 \text{ кг}/\text{м}^3$	железа
керосина	$800 \text{ кг}/\text{м}^3$	ртути

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

**Нормальные условия** давление  $10^5 \text{ Па}$ , температура  $0^\circ\text{C}$

**Молярная масса**

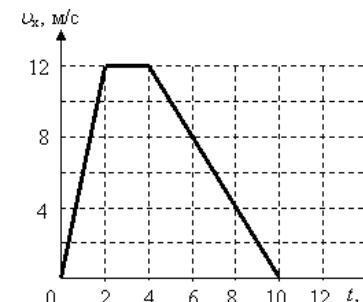
азота	$28 \cdot 10^{-3} \text{ кг}/\text{моль}$	кислорода	$32 \cdot 10^{-3} \text{ кг}/\text{моль}$
аргона	$40 \cdot 10^{-3} \text{ кг}/\text{моль}$	лития	$6 \cdot 10^{-3} \text{ кг}/\text{моль}$
водорода	$2 \cdot 10^{-3} \text{ кг}/\text{моль}$	молибдена	$96 \cdot 10^{-3} \text{ кг}/\text{моль}$
воздуха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

**Часть 1**

**При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого вами задания (А1 – А25) поставьте знак «Х» 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)  $2 \text{ м/с}^2$       2)  $-2 \text{ м/с}^2$       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)  $5 \text{ м/с}^2$       3)  $20 \text{ м/с}^2$       4)  $40 \text{ м/с}^2$

**A5**

Два тела массой 200 г каждое брошены с поверхности Земли под углом  $30^\circ$  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**

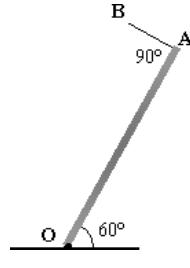
Материальная точка массой  $m$ , имеющая заряд  $q$ , находилась на поверхности Земли. Когда ее переместили на высоту  $h$  по траектории, показанной на рисунке, сумма работ, совершенных силой тяжести и электростатическим полем Земли, оказалась равной нулю. Работа, которую совершил электрическое поле 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.

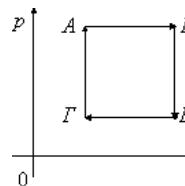
- 1)  $4p$       2)  $2p$       3)  $p$       4)  $\frac{p}{2}$

**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)  $BV$       3)  $BG$       4)  $GA$

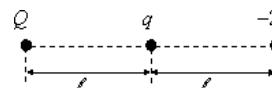
**A11** Парциальное давление водяного пара в комнате равно  $2 \cdot 10^3$  Па, а давление насыщенного водяного пара при такой же температуре равно  $4 \cdot 10^3$  Па. Следовательно, относительная влажность воздуха в комнате

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?

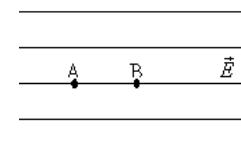
- 1) увеличится в 2 раза  
2) уменьшится в 2 раза  
3) уменьшится в 4 раза  
4) не изменится

**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

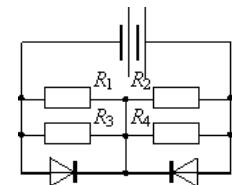


- 1) 0,2 В      2) -20 В      3) 20 В      4) -0,2 В

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

- 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  $R_o$   
3) в резисторе  $R_o$   
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?

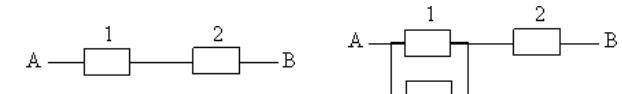


Рис. 1

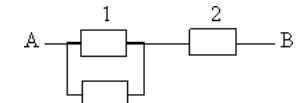
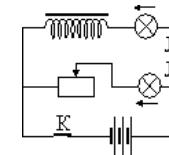


Рис. 2

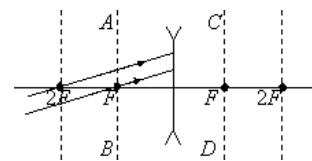
- 1) в резисторе 1 сила тока увеличилась, в резисторе 2 – уменьшилась  
2) сила тока уменьшилась и в резисторе 1, и в резисторе 2  
3) в резисторе 1 сила тока уменьшилась, в резисторе 2 – увеличилась  
4) сила тока увеличилась и в резисторе 1, и в резисторе 2

**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 К. 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  $\alpha$ -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,  $\alpha$ -частицы и нейтрона связаны соотношением  $p_e > p_\alpha > p_n$ . Каково соотношение между длинами волн де Броиля этих частиц?

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

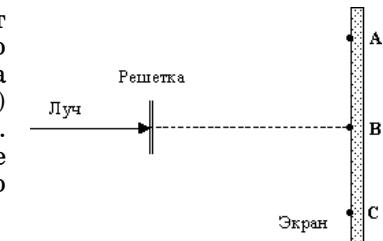
**A22** Верно утверждение (-я):

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?

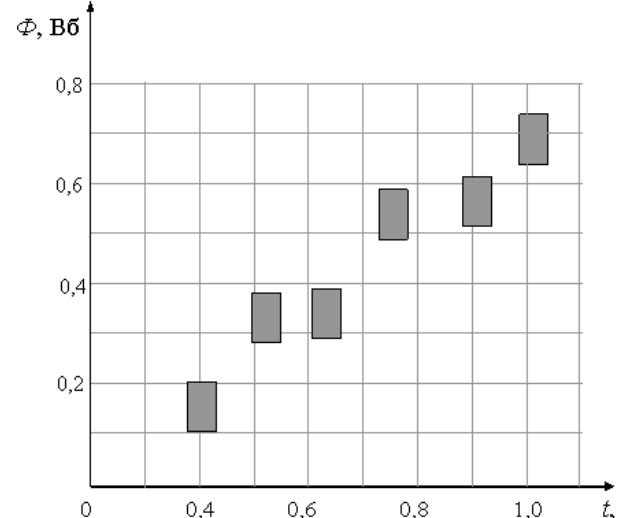


- 1) пятно в точке В исчезнет, остальные раздвинутся от точки В
- 2) пятно в точке В не смеется, остальные сдвинутся к нему
- 3) пятно в точке В не смеется, остальные раздвинутся от него
- 4) картина не изменится

**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?



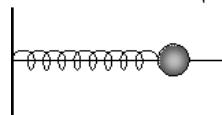
- 1)  $\approx 300 \text{ В}$     2)  $\approx 0,7 \text{ В}$     3)  $\approx 200 \text{ В}$     4)  $\approx 2 \text{ мВ}$

## 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.*

**B1**

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

- |  |   |
|--|---|
| <b>A)</b> кинетическая энергия маятника<br><b>Б)</b> потенциальная энергия маятника<br><b>В)</b> модуль силы упругости пружины | <b>1)</b> сначала уменьшается, а затем увеличивается<br><b>2)</b> уменьшается<br><b>3)</b> сначала увеличивается, а затем уменьшается |
|--|---|

Ответ:

А	Б	В
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

**B2** Установите соответствие между перечисленными слева телами и состояниями твердых веществ.

**ТЕЛО**

- A) кусок стекла
- Б) придорожный камень
- В) охлажденный кусок сливочного масла
- Г) кусок железа

**СОСТОЯНИЕ ТВЕРДОГО ВЕЩЕСТВА**

- 1) аморфное
- 2) монокристаллическое
- 3) поликристаллическое

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.*

**B3** Глубина пруда 2 м. Камень массой 300 г и объемом 100 см<sup>3</sup>, 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:

**B4** Какова плотность насыщенного водяного пара при температуре 100°C? Ответ выразите в кг/м<sup>3</sup>, умножьте на 10 и округлите до целых.

Ответ:

**B5** 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**

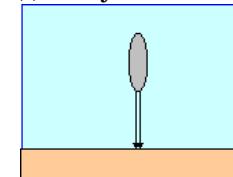
**Задания С1 – С6 представляют собой задачи, полное решение которых необходимо записать в бланке ответов № 2. Рекомендуется провести предварительное решение на черновике. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (С1 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи.**

**C1**

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

**C2**

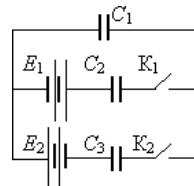
Лодка неподвижно стоит в воде носом к берегу. Два рыбака, стоящие на берегу напротив лодки, начинают подтягивать ее с помощью двух веревок, действуя на лодку с постоянными силами (см. рис.). Если бы лодку тянул только первый рыбак, она подошла бы к берегу со скоростью 0,3 м/с, а если бы тянул только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

**C3**

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 трубы? Считать, что температура газа постоянна.

**C4**

В цепи, показанной на рисунке, ключи  $K_1$  и  $K_2$  разомкнуты, а конденсаторы не заряжены. Когда оба ключа одновременно замыкаются, 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  $C_1$ .

**C5**

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 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 – *теплообмен с нагретой земной поверхностью*), названы физическая величина, влияющая на температуру воздуха (в данном случае – *температура земной поверхности*), и время, когда температура поверхности достигает максимума.

Приведено решение и дан верный ответ, но имеется один из следующих недостатков:

— В объяснении содержатся лишь общие рассуждения без привязки к конкретной ситуации задачи, хотя указаны все необходимые физические явления и законы.

ИЛИ

— Рассуждения, приводящие к ответу, представлены не в полном объеме или в них содержатся логические недочеты.

ИЛИ

— Указаны не все физические явления и законы, необходимые для полного правильного решения.

Приведено решение и дан верный ответ, но имеется один из следующих недостатков:

— В объяснении содержатся лишь общие рассуждения без привязки к конкретной ситуации задачи, хотя указаны все необходимые физические явления и законы.

ИЛИ

— Рассуждения, приводящие к ответу, представлены не в полном объеме или в них содержатся логические недочеты.

ИЛИ

— Указаны не все физические явления и законы, необходимые для полного правильного решения.

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

**Баллы**

3

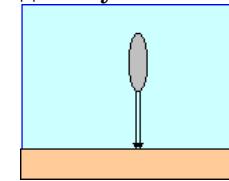
2

1

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:

$$\frac{mv_1^2}{2} = F_1 s, \quad \frac{mv_2^2}{2} = F_2 s$$

(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 – *теорема о кинетической энергии*);  
 – проведены необходимое математическое преобразование формулы закона и рассуждения, приводящие к правильному ответу, и представлен ответ. При этом допускается решение "по частям" (с промежуточными вычислениями).

– 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

**C3** 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

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

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

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

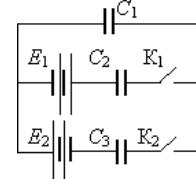
Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы:

- верно записана формула, выражающая физический закон, применение которого необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае – уравнение Менделеева-Клапейрона);
- проведены необходимое математическое преобразование формулы закона и рассуждения, приводящие к правильному ответу, и представлен ответ.

– Правильно записана необходимая формула, записан правильный ответ, но не представлены рассуждения, приводящие к ответу.

– 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

**C4** 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  $C_1$ .



#### 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

$$Q_3 = Q_1 + Q_2 = Q_1 + C_3 \left( E_2 - \frac{Q_1}{C_1} \right).$$

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;	3
— проведены необходимые математические преобразования полученных выражений и рассуждения, приводящие к правильному ответу, представлен ответ. При этом допускается решение "по частям" (с промежуточными вычислениями).	
— 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

**C5**

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 $\Phi$ в катушке. Кроме того, из-за изменения $\Delta I$ 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 $\Delta t$ , найдем искомый заряд $\Delta Q$ , прошедший через катушку:	
$\Delta Q = I\Delta t = \frac{\Delta\Phi - L\Delta I}{R}$ ,	
$\Delta Q = \frac{0,001 \text{ Вб} - 0,01 \text{ Гн} \cdot 0,05 \text{ А}}{20 \text{ Ом}} = 25 \cdot 10^{-6} \text{ Кл.}$	
<b>Ответ:</b> $25 \cdot 10^{-6}$ 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);	3
— проведены необходимые математические преобразования формул законов и рассуждения, приводящие к правильному ответу, и представлен ответ.	
— 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

**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.

#### Образец возможного решения

Число фотонов, падающих на катод в единицу времени

$$N_{\phi} = \frac{W}{hv} = \frac{W\lambda}{hc},$$

где  $h$  – постоянная Планка,  $n$  – частота света,  $c$  – скорость света.

Число электронов, выбиваемых из катода в единицу времени,

$$N_e = \frac{I}{e},$$

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

По условию задачи

$$N_{\phi} = N \cdot N_e = \frac{NI}{e},$$

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, <u>применение которого необходимо</u> 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 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 – *теплообмен с нагретой земной поверхностью*), названы физическая величина, влияющая на температуру воздуха (в данном случае – *температура земной поверхности*), и время, когда температура поверхности достигает максимума.

Приведено решение и дан верный ответ, но имеется один из следующих недостатков:

— В объяснении содержатся лишь общие рассуждения без привязки к конкретной ситуации задачи, хотя указаны все необходимые физические явления и законы.

ИЛИ

— Рассуждения, приводящие к ответу, представлены не в полном объеме или в них содержатся логические недочеты.

ИЛИ

— Указаны не все физические явления и законы, необходимые для полного правильного решения.

Приведено решение и дан верный ответ, но имеется один из следующих недостатков:

— В объяснении содержатся лишь общие рассуждения без привязки к конкретной ситуации задачи, хотя указаны все необходимые физические явления и законы.

ИЛИ

— Рассуждения, приводящие к ответу, представлены не в полном объеме или в них содержатся логические недочеты.

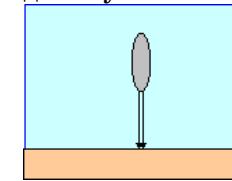
ИЛИ

— Указаны не все физические явления и законы, необходимые для полного правильного решения.

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

**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:

$$\frac{mv_1^2}{2} = F_1 s, \quad \frac{mv_2^2}{2} = F_2 s$$

(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 <u>необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае – <i>теорема о кинетической энергии</i> ); – проведены необходимое математическое преобразование формулы закона и рассуждения, приводящие к правильному ответу, и представлен ответ. При этом допускается решение "по частям" (с промежуточными вычислениями). – Правильно записана необходимая формула, записан правильный ответ, но не представлены рассуждения, приводящие к ответу.	3
	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

**C3** 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.

#### 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

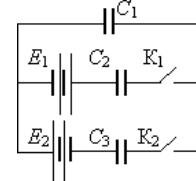
Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы:

- верно записана формула, выражающая физический закон, применение которого необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае – уравнение Менделеева-Клапейрона);
- проведены необходимое математическое преобразование формулы закона и рассуждения, приводящие к правильному ответу, и представлен ответ.

– Правильно записана необходимая формула, записан правильный ответ, но не представлены рассуждения, приводящие к ответу.

– 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

**C4** 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  $C_1$ .



#### 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

$$Q_3 = Q_1 + Q_2 = Q_1 + C_3 \left( E_2 - \frac{Q_1}{C_1} \right).$$

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:**  $3 \cdot 10^{-6} \text{ Кл}$ .

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;	3
— проведены необходимые математические преобразования полученных выражений и рассуждения, приводящие к правильному ответу, представлен ответ. При этом допускается решение "по частям" (с промежуточными вычислениями).	
— 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

**C5**

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 $\Phi$ в катушке. Кроме того, из-за изменения $\Delta I$ 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:	
$\Delta\Phi - L \frac{\Delta I}{\Delta t} = IR$ .	
Умножив обе части этого уравнения на $\Delta t$ , найдем искомый заряд $\Delta Q$ , прошедший через катушку:	
$\Delta Q = I\Delta t = \frac{\Delta\Phi - L\Delta I}{R}$ ,	
$\Delta Q = \frac{0,001 \text{ Вб} - 0,01 \text{ Гн} \cdot 0,05 \text{ А}}{20 \text{ Ом}} = 25 \cdot 10^{-6} \text{ Кл.}$	
<b>Ответ:</b> $25 \cdot 10^{-6}$ 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);	3
— проведены необходимые математические преобразования формул законов и рассуждения, приводящие к правильному ответу, и представлен ответ.	
— 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

**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.

#### Образец возможного решения

Число фотонов, падающих на катод в единицу времени

$$N_{\phi} = \frac{W}{hv} = \frac{W\lambda}{hc},$$

где  $h$  – постоянная Планка,  $n$  – частота света,  $c$  – скорость света.

Число электронов, выбиваемых из катода в единицу времени,

$$N_e = \frac{I}{e},$$

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

По условию задачи

$$N_{\phi} = N \cdot N_e = \frac{NI}{e},$$

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, <u>применение которого необходимо</u> 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