

# 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 $\pi$	$\pi = 3,14$
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	$0 \text{ К} = -273^\circ\text{С}$
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	$1,675 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,008 \text{ а.е.м.}$

<b>Плотность</b>		подсолнечного масла	$900 \text{ кг/м}^3$
воды	$1000 \text{ кг/м}^3$	алюминия	$2700 \text{ кг/м}^3$
древесины (сосна)	$400 \text{ кг/м}^3$	железа	$7800 \text{ кг/м}^3$
керосина	$800 \text{ кг/м}^3$	ртути	$13600 \text{ кг/м}^3$

**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  $10^5 \text{ Па}$ , температура  $0^\circ\text{С}$

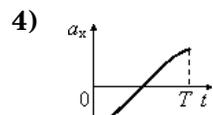
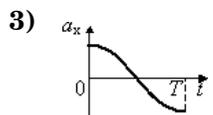
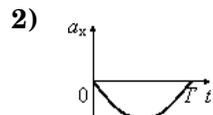
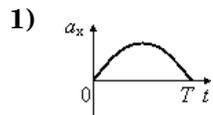
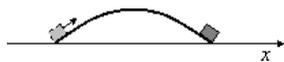
**Молярная масса**

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  $\vec{a}_2$ ,

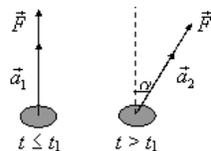


Рис. 1

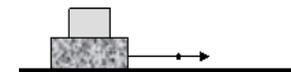
Рис. 2

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

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

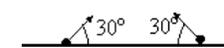
- 1) модули ускорений тел
- 2) направления ускорений тел
- 3) модули мгновенных скоростей тел
- 4) линии действия сил взаимодействия

**A4** На 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



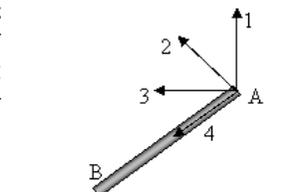
- 1) 0 Н
- 2) 0,6 Н
- 3) 0,9 Н
- 4) 1,8 Н

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



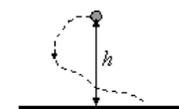
- 1) 0,8 кг · м/с
- 2) 0,4 кг · м/с<sup>2</sup>
- 3) 0,2 кг · м/с<sup>2</sup>
- 4) 0 кг · м/с

**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)  $4p$

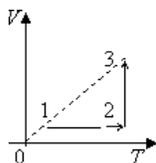
**A10** В закрытом сосуде вместимостью 0,5 л находится газ массой 3 г. Какое давление этот газ оказывает на стенки сосуда, если средняя квадратичная скорость его молекул 500 м/с?

- 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

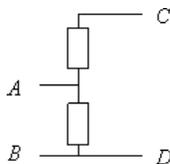


- 1) 4 кДж                      2) 6 кДж                      3) 8 кДж                      4) 12 кДж

**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

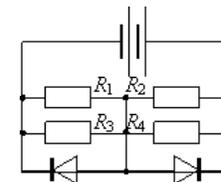
- 1) 2 Н                      2) 4 Н                      3) 6 Н                      4) 8 Н

**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?



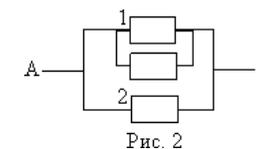
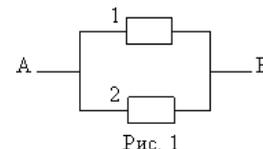
- 1) 0 В                      2) 30 В                      3) 70 В                      4) 100 В

**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?



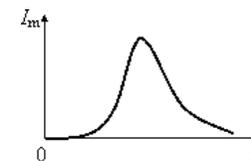
- 1) в резисторе  $R_1$   
2) в резисторе  $R_2$   
3) в резисторе  $R_3$   
4) в резисторе  $R_4$

**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?



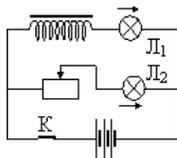
- 1) в резисторе 1 сила тока увеличилась, в резисторе 2 – уменьшилась  
2) сила тока уменьшилась и в резисторе 1, и в резисторе 2  
3) в резисторе 1 сила тока увеличилась, в резисторе 2 – не изменилась  
4) сила тока не изменилась ни в резисторе 1, ни в резисторе 2

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



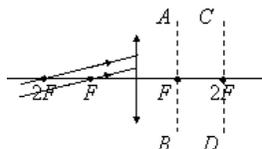
- 1) о свободных колебаниях и собственной частоте колебательного контура  
2) о вынужденных колебаниях и собственной частоте колебательного контура  
3) о свободных колебаниях и частоте внешнего воздействия  
4) о вынужденных колебаниях и частоте внешнего воздействия

**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



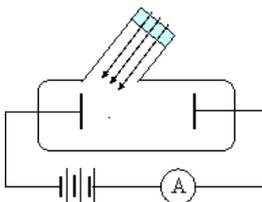
- 1) через лампочку  $L_1$  стрелка покажет правильно, а через лампочку  $L_2$  – неправильно
- 2) через лампочку  $L_1$  стрелка покажет неправильно, а через лампочку  $L_2$  – правильно
- 3) и через лампочку  $L_1$ , и через лампочку  $L_2$  будет противоположно направлению стрелок
- 4) и через лампочку  $L_1$ , 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  $\nu_1$  (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,  $\alpha$ -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  $^{15}_6\text{C}$  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  $^{15}_7\text{N}$
- 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  $^{15}_7\text{N}$

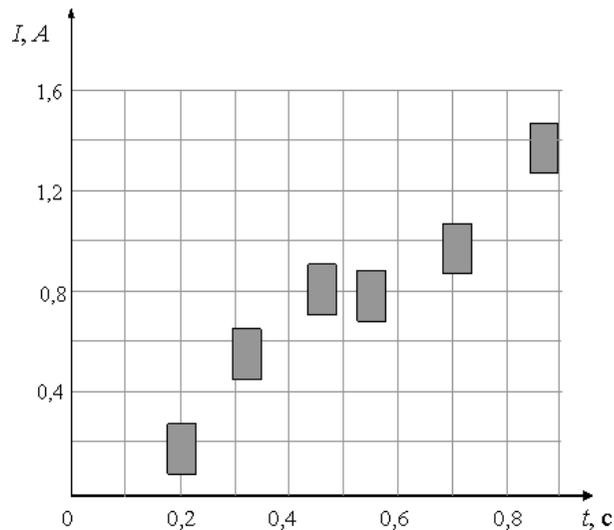
**A23** Торий  $^{232}_{90}\text{Th}$ , испытав два  $\beta$ -распада и один  $\alpha$ -распад, превращается в элемент

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

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

Ответ:

А	Б	В

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

**ОСОБЕННОСТИ ТЕПЛОВОГО ПРОЦЕССА**

**НАЗВАНИЕ ПРОЦЕССА**

- |   |   |
|---|---|
| <p><b>А)</b> Газу передается некоторое количество теплоты, и он совершает работу, но внутренняя энергия газа остается неизменной</p> <p><b>Б)</b> Газ быстро сжимают в сосуде с теплоизолированными стенками, и температура газа растет</p> <p><b>В)</b> 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.

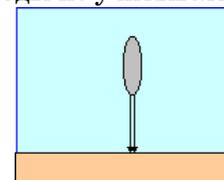
Ответ:

**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.*

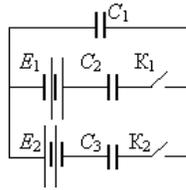
**С1** В ясный летний день наиболее жарко бывает не в полдень, а несколько позднее. Почему?

**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  $20 \text{ Ом}$  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 (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 $\pi$	$\pi = 3,14$
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	$0 \text{ К} = -273^\circ\text{С}$
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	$1,675 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,008 \text{ а.е.м.}$

<b>Плотность</b>		подсолнечного масла	$900 \text{ кг/м}^3$
воды	$1000 \text{ кг/м}^3$	алюминия	$2700 \text{ кг/м}^3$
древесины (сосна)	$400 \text{ кг/м}^3$	железа	$7800 \text{ кг/м}^3$
керосина	$800 \text{ кг/м}^3$	ртути	$13600 \text{ кг/м}^3$

**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  $10^5 \text{ Па}$ , температура  $0^\circ\text{С}$

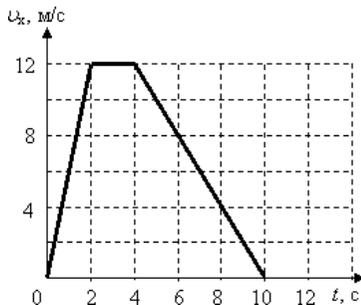
**Молярная масса**

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)  $2 \text{ м/с}^2$       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

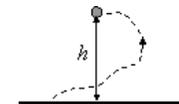
- 1)  $2,5 \text{ м/с}^2$       2)  $5 \text{ м/с}^2$       3)  $20 \text{ м/с}^2$       4)  $40 \text{ м/с}^2$

**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



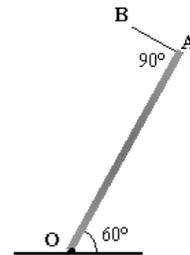
- 1) 0 кг·м/с
- 2) 0,2 кг·м/с
- 3) 0,4 кг·м/с
- 4) 0,8 кг·м/с

**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 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

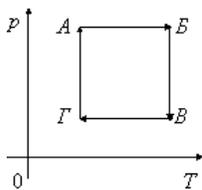
**A8** 2 г гелия в закрытом сосуде при комнатной температуре создают давление  $p$ . Каким будет давление 2 г водорода в том же сосуде при той же температуре? Газы считать идеальными.

- 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)  $DA$

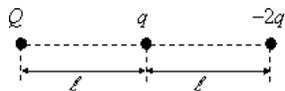
**A11** Парциальное давление водяного пара в комнате равно  $2 \cdot 10^3$  Па, а давление насыщенного водяного пара при такой же температуре равно  $4 \cdot 10^3$  Па. Следовательно, относительная влажность воздуха в комнате

- 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?

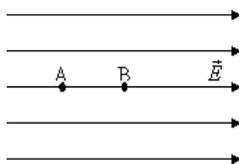
- 1) увеличится в 2 раза  
2) уменьшится в 2 раза  
3) уменьшится в 4 раза  
4) не изменится

**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

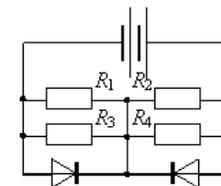


- 1) 0,2 В      2) -20 В      3) 20 В      4) -0,2 В

**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

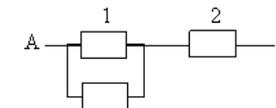
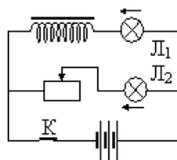


Рис. 2

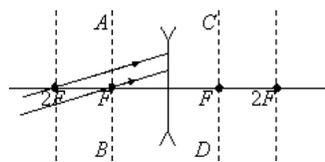
- 1) в резисторе 1 сила тока увеличилась, в резисторе 2 – уменьшилась  
2) сила тока уменьшилась и в резисторе 1, и в резисторе 2  
3) в резисторе 1 сила тока уменьшилась, в резисторе 2 – увеличилась  
4) сила тока увеличилась и в резисторе 1, и в резисторе 2

**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  $\alpha$ -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

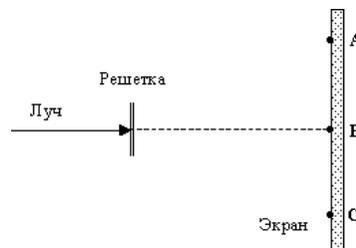
**A21** Модули импульсов электрона,  $\alpha$ -частицы и нейтрона связаны соотношением  $p_e > p_\alpha > p_n$ . Каково соотношение между длинами волн де Бройля этих частиц?

- 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?

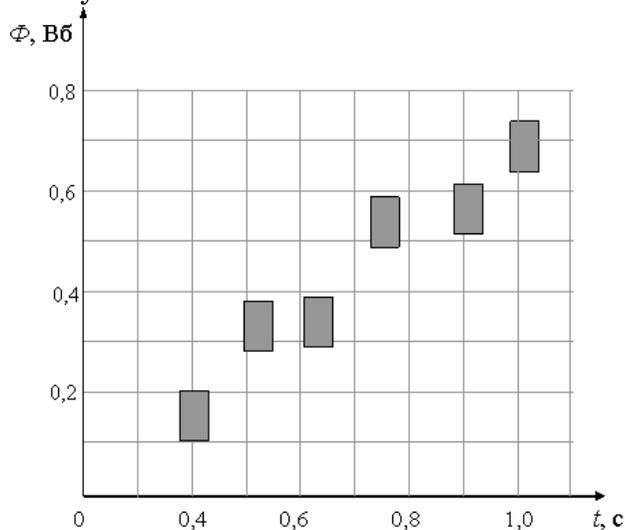


- 1) пятно в точке В исчезнет, остальные раздвинутся от точки В
- 2) пятно в точке В не сместится, остальные сдвинутся к нему
- 3) пятно в точке В не сместится, остальные раздвинутся от него
- 4) картина не изменится

**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?

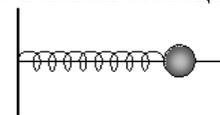


- 1)  $\approx 300$  В      2)  $\approx 0,7$  В      3)  $\approx 200$  В      4)  $\approx 2$  мВ

**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**

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

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  $100 \text{ см}^3$ , 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  $100^\circ\text{C}$ ? Ответ выразите в  $\text{кг/м}^3$ , 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  $\text{км/с}$ , умножьте на 10 и округлите до целых.

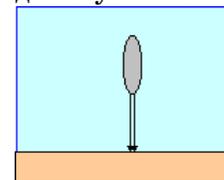
Ответ:

**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.*

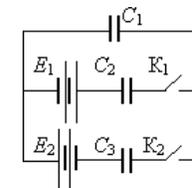
**С1** В ясный летний день наиболее жарко бывает не в полдень, а несколько позднее. Почему?

**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  $0,3 \text{ м/с}$ , а если бы тянул только второй – со скоростью  $0,4 \text{ м/с}$ . 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  $20 \text{ Ом}$  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?

**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.