

Единый государственный экзамен по ФИЗИКЕ

Тренировочный вариант №3

Инструкция по выполнению работы

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

Часть 1 содержит 21 задание (A1–A21). К каждому заданию даётся 4 варианта ответа, из которых правильный только один.

Часть 2 содержит 4 задания (B1–B4), в которых ответ необходимо записать в виде набора цифр.

Часть 3 состоит из 10 задач: A22–A25 с выбором одного верного ответа и C1–C6, для которых требуется дать развёрнутые решения.

При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

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

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

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

Желаем успеха!

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

Десятичные приставки

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

Константы			
число π		$\pi = 3,14$	
ускорение свободного падения на Земле		$g = 10 \text{ м/с}^2$	
гравитационная постоянная		$G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{кг}^2$	
универсальная газовая постоянная		$R = 8,31 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$	
постоянная Больцмана		$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К}$	
постоянная Авогадро		$N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$	
скорость света в вакууме		$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$	
коэффициент пропорциональности в законе Кулона		$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{Кл}^2$	
модуль заряда электрона (элементарный электрический заряд)		$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$	
постоянная Планка		$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$	
Соотношение между различными единицами			
температура		$0 \text{ К} = -273^\circ\text{С}$	
атомная единица массы		$1 \text{ а.е.м.} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$	
1 атомная единица массы эквивалентна		$931,5 \text{ МэВ}$	
1 электронвольт		$1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$	
Масса частиц			
электрона	$9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг} \approx 5,5 \cdot 10^{-4} \text{ а.е.м.}$		
протона	$1,673 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,007 \text{ а.е.м.}$		
нейтрона	$1,675 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,008 \text{ а.е.м.}$		
Плотность			
		подсолнечного масла	900 кг/м^3
воды	1000 кг/м^3	алюминия	2700 кг/м^3
древесины (сосна)	400 кг/м^3	железа	7800 кг/м^3
керосина	800 кг/м^3	ртути	13600 кг/м^3
Удельная теплоёмкость			
воды	$4,2 \cdot 10^3 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$	алюминия	$900 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$
льда	$2,1 \cdot 10^3 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$	меди	$380 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$
железа	$460 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$	чугуна	$500 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$
свинца	$130 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$		
Удельная теплота			
парообразования воды	$2,3 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}$		
плавления свинца	$2,5 \cdot 10^4 \text{ Дж/кг}$		
плавления льда	$3,3 \cdot 10^5 \text{ Дж/кг}$		
Нормальные условия: давление 10^5 Па , температура 0°С			
Молярная масса			
азота	$28 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	кислорода	$32 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
аргона	$40 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	лития	$6 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
водорода	$2 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	молибдена	$96 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
воздуха	$29 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	неона	$20 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
гелия	$4 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	углекислого газа	$44 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$

Часть 1

При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого вами задания (A1–A21) поставьте знак «X» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

A1

Два автомобиля движутся по прямому шоссе: первый – со скоростью \vec{v} , второй – со скоростью $(-2\vec{v})$ относительно Земли. Какова скорость второго автомобиля относительно первого?

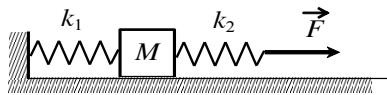
- 1) \vec{v} 2) $-\vec{v}$ 3) $-3\vec{v}$ 4) $3\vec{v}$

A2

В инерциальной системе отсчёта сила \vec{F} сообщает телу массой m ускорение \vec{a} . Если на тело массой $2m$ будет действовать вдвое меньшая сила, то ускорение тела будет равно

- 1) \vec{a} 2) $4\vec{a}$ 3) $\frac{\vec{a}}{8}$ 4) $\frac{\vec{a}}{4}$

A3



К системе из кубика массой 1 кг и двух пружин приложена постоянная горизонтальная сила \vec{F} (см. рисунок). Между кубиком и опорой трения нет. Система покоится. Жесткость первой пружины $k_1 = 300$ Н/м. Жесткость второй пружины $k_2 = 600$ Н/м. Удлинение первой пружины равно 2 см. Модуль силы F равен

- 1) 6 Н 2) 9 Н 3) 12 Н 4) 18 Н

A4

Охотник массой 60 кг, стоящий на гладком льду, стреляет из ружья в горизонтальном направлении. Масса заряда 0,03 кг. Скорость дробинок при выстреле 300 м/с. Какова скорость охотника после выстрела?

- 1) 0,1 м/с 2) 0,15 м/с 3) 0,3 м/с 4) 3 м/с

A5

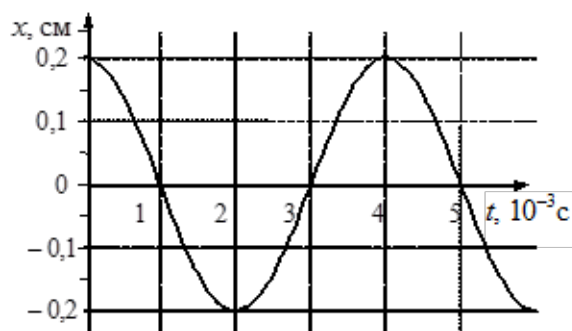
Товарный вагон, движущийся по горизонтальному пути с небольшой скоростью, сталкивается с другим вагоном и останавливается. При этом пружина буфера сжимается. Какое из перечисленных ниже преобразований энергии происходит в этом процессе?

- 1) Кинетическая энергия вагона преобразуется в потенциальную энергию пружины.
- 2) Кинетическая энергия вагона преобразуется в его потенциальную энергию.
- 3) Потенциальная энергия пружины преобразуется в её кинетическую энергию.
- 4) Внутренняя энергия пружины преобразуется в кинетическую энергию вагона.

A6

На рисунке показан график колебаний одной из точек струны. Согласно графику, период этих колебаний равен

- 1) $1 \cdot 10^{-3}$ с
- 2) $2 \cdot 10^{-3}$ с
- 3) $3 \cdot 10^{-3}$ с
- 4) $4 \cdot 10^{-3}$ с

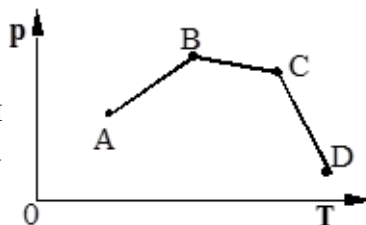
**A7**

Концентрация молекул газа в сосуде снизилась в 3 раза, а давление газа возросло в 2 раза. Следовательно, средняя кинетическая энергия теплового движения молекул газа

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

A8

В сосуде, закрытом поршнем, находится идеальный газ. График зависимости давления газа от температуры при изменении его состояния представлен на рисунке. Какому состоянию газа соответствует наименьшее значение объема?



- 1) A
- 2) B
- 3) C
- 4) D

A9

Кипение жидкости происходит при постоянной температуре. Для кипения необходим постоянный приток энергии. Подводимая к жидкости энергия расходуется на

- 1) увеличение средней кинетической энергии молекул жидкости
- 2) уменьшение средней кинетической энергии молекул жидкости
- 3) установление динамического равновесия между жидкостью и паром
- 4) совершение работы выхода молекул с поверхности жидкости

A10

Тепловая машина за цикл получает от нагревателя 50 Дж и совершает полезную работу 100 Дж. Чему равен КПД тепловой машины?

- 1) 200%
- 2) 20%
- 3) 50%
- 4) такая машина невозможна

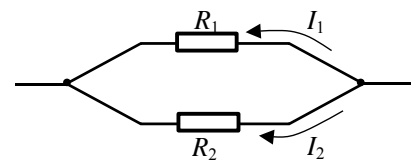
A11

К стержню положительно заряженного электроскопа поднесли, не касаясь его, стеклянную палочку. Листочки электроскопа опали, образуя гораздо меньший угол. Такой эффект может наблюдаться, если палочка

- 1) заряжена положительно
- 2) заряжена отрицательно
- 3) имеет заряд любого знака
- 4) не заряжена

A12

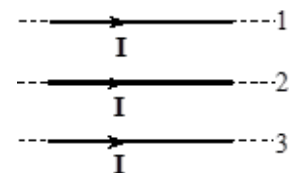
Два резистора включены в электрическую цепь параллельно, как показано на рисунке. Значения силы тока в резисторах $I_1 = 0,8$ А, $I_2 = 0,2$ А. Для сопротивлений резисторов справедливо соотношение



- 1) $R_1 = \frac{1}{4} R_2$
- 2) $R_1 = 4R_2$
- 3) $R_1 = \frac{1}{2} R_2$
- 4) $R_1 = 2R_2$

A13

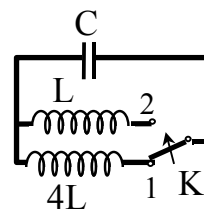
Как направлена сила Ампера, действующая на проводник №1 со стороны двух других (см. рисунок), если все проводники тонкие, лежат в одной плоскости, параллельны друг другу и расстояния между соседними проводниками одинаковы? (I – сила тока.)



- 1) к нам \odot
- 2) от нас \otimes
- 3) вверх \uparrow
- 4) вниз \downarrow

A14

Как изменится частота собственных электромагнитных колебаний в контуре (см. рисунок), если ключ К перевести из положения 1 в положение 2?



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

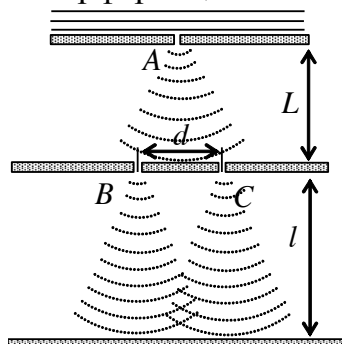
A15

Фокусное расстояние тонкой собирающей линзы равно F . Предмет малых размеров расположен на её главной оптической оси на расстоянии $2,5F$ от линзы. Изображение предмета находится от линзы на расстоянии

- 1) $\frac{4}{3}F$
- 2) $\frac{5}{3}F$
- 3) $\frac{1}{3}F$
- 4) $\frac{2}{3}F$

A16

В классическом опыте Юнга по дифракции пучок света, прошедший через узкое отверстие A , освещает отверстия B и C , за которыми на экране возникает интерференционная картина (см. рисунок). Если увеличить L вдвое, то



- 1) интерференционная картина останется на месте, сохранив свой вид
- 2) расстояние между интерференционными полосами увеличится
- 3) расстояние между интерференционными полосами уменьшится
- 4) интерференционная картина сместится по экрану, сохранив свой вид

A17

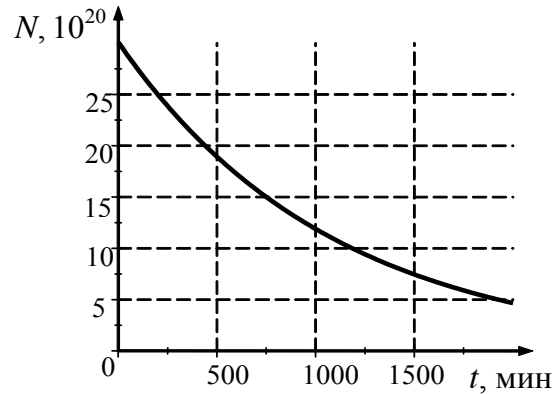
В опытах по фотоэффекту пластину из металла с работой выхода $3,4 \cdot 10^{-19}$ Дж освещали светом частотой $6 \cdot 10^{14}$ Гц. Затем частоту уменьшили в 2 раза, одновременно увеличив в 1,5 раза число фотонов, падающих на пластинку за 1 с. В результате этого число фотоэлектронов, покидающих пластину за 1 с,

- 1) увеличилось в 1,5 раза
- 2) стало равным нулю
- 3) уменьшилось в 2 раза
- 4) уменьшилось более чем в 2 раза

A18

Дан график зависимости числа нераспавшихся ядер висмута ${}_{83}^{203}\text{Bi}$ от времени. Каков период полураспада этого изотопа?

- 1) 1000 мин
- 2) 1200 мин
- 3) 750 мин
- 4) 500 мин

**A19**

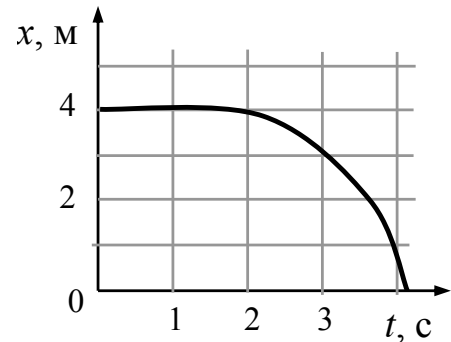
Торий ${}_{90}^{232}\text{Th}$, испытав 4 электронных β -распада и 6 α -распадов, превращается в стабильный элемент

- 1) ${}_{66}^{224}\text{Dy}$
- 2) ${}_{78}^{208}\text{Pt}$
- 3) ${}_{82}^{208}\text{Pb}$
- 4) ${}_{98}^{256}\text{Cf}$

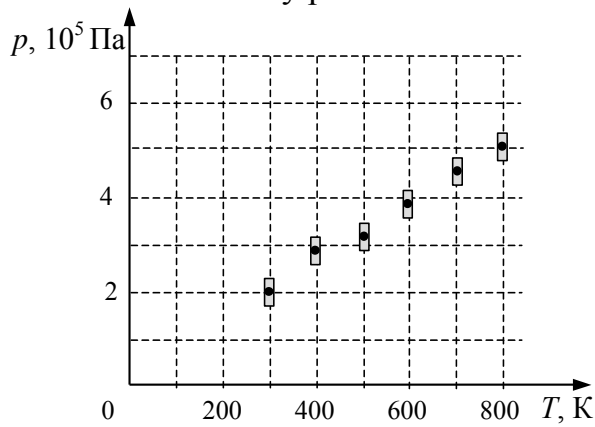
A20

Шарик катится по прямому жёлобу. Изменение координаты шарика с течением времени в инерциальной системе отсчёта показано на графике. На основании этого графика можно уверенно утверждать, что

- 1) первые 2 с шарик покоился, а затем двигался с увеличивающейся по модулю скоростью
- 2) на шарик действовала всё увеличивающаяся сила
- 3) первые 2 с скорость шарика не менялась, а затем её модуль постепенно уменьшался
- 4) скорость шарика постоянно уменьшалась

**A21**

На рисунке показаны результаты измерения давления постоянной массы разреженного газа при повышении его температуры. Погрешность измерения температуры $\Delta T = \pm 10$ К, давления $\Delta p = \pm 2 \cdot 10^4$ Па. Газ занимает сосуд объемом 5 л. Чему равно число молей газа?



1) 0,2

2) 0,4

3) 1,0

4) 2,0

Часть 2

Ответом к заданиям этой части (В1–В4) является последовательность цифр. Впишите ответы сначала в текст работы, а затем перенесите их в бланк ответов № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки, без пробелов и каких-либо дополнительных символов. Каждую цифру пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами.

В1

Груз массой m , подвешенный к пружине, совершает колебания с периодом T и амплитудой A . Как изменяются потенциальная энергия пружины, кинетическая энергия груза и потенциальная энергия груза в поле тяжести, когда груз движется вверх к положению равновесия?

Для каждой величины определите соответствующий характер ее изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

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

Потенциальная энергия пружины	Кинетическая энергия груза	Потенциальная энергия груза в поле тяжести

В2

Электрический колебательный контур радиоприемника настроен на длину волны λ . Как изменятся период колебаний в контуре, их частота и соответствующая им длина волны, если площадь пластин конденсатора уменьшить?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

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

Период колебаний	Частота колебаний	Длина волны

В3

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

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

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

ФОРМУЛЫ

А) период обращения частицы по окружности

1) $\frac{qm}{RB}$

Б) скорость движения частицы по окружности

2) $\frac{2\pi m}{qB}$

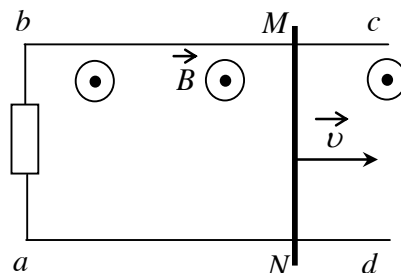
3) $\frac{qBR}{m}$

4) $qmBR$

А	Б

A24

По параллельным горизонтальным проводникам bc и ad , находящимся в вертикальном однородном магнитном поле с индукцией \vec{B} , со скоростью $v = 1$ м/с скользит проводящий стержень MN , R который находится в контакте с проводниками (см. рисунок). Расстояние между проводниками $l = 20$ см. Между проводниками подключен резистор сопротивлением $R = 2$ Ом. Сопротивление стержня и проводников пренебрежимо мало. При движении стержня по резистору R течет ток $I = 40$ мА. Какова индукция магнитного поля?



- 1) 0,4 Тл 2) 0,2 Тл 3) 0,11 Тл 4) 4 Тл

A25

Дифракционная решетка с периодом 10^{-5} м расположена параллельно экрану на расстоянии 1,8 м от него. Между решеткой и экраном вплотную к решетке расположена линза, которая фокусирует свет, проходящий через решетку, на экране. Какого порядка максимум в спектре будет наблюдаться на экране на расстоянии 20,88 см от центра дифракционной картины при освещении решетки нормально падающим пучком света длиной волны 580 нм? Угол отклонения лучей решеткой α считать малым, так что $\sin \alpha \approx \text{tg} \alpha \approx \alpha$.

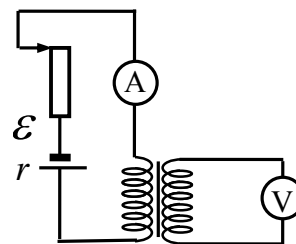
- 1) 1 2) 2 3) 7 4) 4

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1.

Полное решение задач С1–С6 необходимо записать в бланке ответов № 2. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (С1, С2 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

С1

На рисунке приведена электрическая цепь, состоящая из гальванического элемента, реостата, трансформатора, амперметра и вольтметра. В начальный момент времени ползунок реостата установлен в крайнее верхнее положение и неподвижен. Опираясь на законы электродинамики, объясните, как будут изменяться показания приборов в процессе перемещения ползунка реостата вниз. ЭДС самоиндукции пренебречь по сравнению с \mathcal{E} .



Полное правильное решение каждой из задач С2–С6 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

С2

С высоты H над землёй начинает свободно падать стальной шарик, который через время $t = 0,4$ с сталкивается с плитой, наклонённой под углом 30° к горизонту. После абсолютно упругого удара он движется по траектории, верхняя точка которой находится на высоте $h = 1,4$ м над землёй. Чему равна высота H ? Сделайте схематический рисунок, поясняющий решение.

С3

Какую массу воды можно нагреть до кипения при сжигании в костре $1,8$ кг сухих дров, если в окружающую среду рассеивается 95% тепла от их сжигания? Начальная температура воды 10°C , удельная теплота сгорания сухих дров $\lambda = 8,3 \cdot 10^6$ Дж/кг.

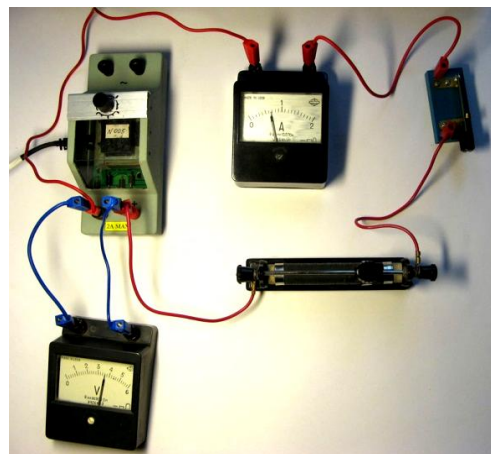
С4

При изучении закона Ома для полной электрической цепи ученик исследовал зависимость напряжения на полюсах источника тока от силы тока во внешней цепи (см. рисунок).

Внутреннее сопротивление источника не зависит от силы тока. Сопротивление вольтметра велико, сопротивление амперметра пренебрежимо мало.

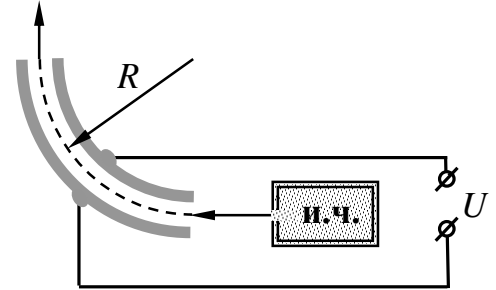
При силе тока в цепи 1 А вольтметр показывал напряжение $4,4$ В, а при силе тока 2 А – напряжение $3,3$ В.

Определите, какую силу тока покажет амперметр при показаниях вольтметра, равных $1,0$ В.



C5

На рисунке показана схема устройства для предварительного отбора заряженных частиц с целью последующего детального исследования. Устройство представляет собой конденсатор, пластины которого изогнуты дугой радиуса $R \approx 50$ см. Предположим, что в промежуток между обкладками конденсатора из источника заряженных частиц (и. ч.) влетают, как показано на рисунке, ионы с зарядом e . Напряжённость электрического поля в конденсаторе по модулю равна 50 кВ/м. При каком значении кинетической энергии ионы пролетят сквозь конденсатор, не коснувшись его пластин? Считать, что расстояние между обкладками конденсатора мало, напряжённость электрического поля в конденсаторе всюду одинакова по модулю, а вне конденсатора электрическое поле отсутствует. Влиянием силы тяжести пренебречь.

**C6**

При увеличении в 2 раза частоты света, падающего на поверхность металла, задерживающее напряжение для фотоэлектронов увеличилось в 3 раза. Первоначальная частота падающего света была равна $0,75 \cdot 10^{15}$ Гц. Какова длина волны, соответствующая «красной границе» фотоэффекта для этого металла?