

Единый государственный экзамен по ФИЗИКЕ

Вариант № 1

Инструкция по выполнению работы

Для выполнения 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 задач (C1–C6), для которых требуется дать развернутые решения.

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 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.

За выполнение различных по сложности заданий дается один или более баллов. Баллы, полученные вами за выполненные задания, суммируются. Постарайтесь выполнить как можно больше заданий и набрать наибольшее количество баллов.

Желаем успеха!

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

Десятичные приставки

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

Константы

число π	$\pi = 3,14$
ускорение свободного падения на Земле	$g = 10 \text{ м/с}^2$
гравитационная постоянная	$G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{кг}^2$
универсальная газовая постоянная	$R = 8,31 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$
постоянная Больцмана	$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К}$
постоянная Авогадро	$N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$
скорость света в вакууме	$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$
коэффициент пропорциональности в законе Кулона	$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{Кл}^2$
модуль заряда электрона (элементарный)	$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
электрический заряд	
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	$931,5 \text{ МэВ}$
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 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	$460 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$	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°C

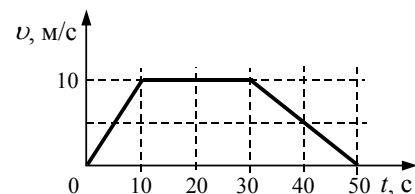
Молярная масса

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 «х» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

A1

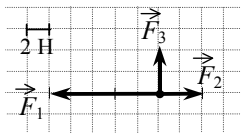


- 1) 50 м 2) 100 м 3) 250 м 4) 200 м

На рисунке представлен график зависимости модуля скорости v автомобиля от времени t . Определите по графику путь, пройденный автомобилем в интервале времени от 0 до 30 с.

A2

На рисунке показаны силы (в заданном масштабе), действующие на материальную точку. Модуль равнодействующей силы равен



- 1) $2\sqrt{13}$ Н 2) $6\sqrt{2}$ Н 3) $4\sqrt{5}$ Н 4) 12 Н

A3

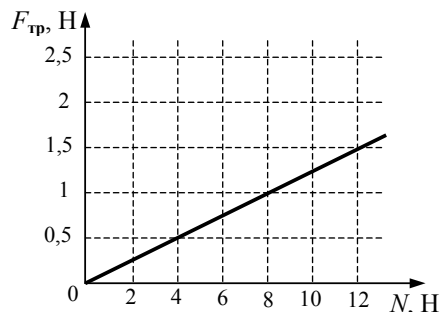
Деревянный брусок массой m , площади граней которого связаны отношением $S_1 : S_2 : S_3 = 1 : 2 : 3$, скользит равномерно по горизонтальной шероховатой опоре, соприкасаясь с ней гранью площадью S_2 , под действием горизонтальной силы F . Каков коэффициент трения бруска об опору?

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

A4

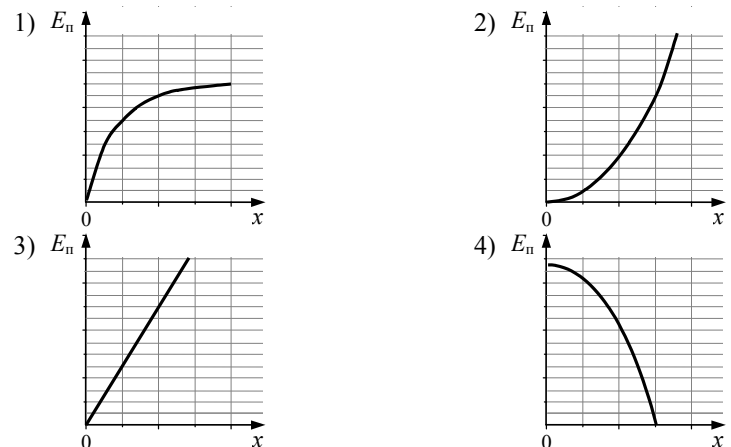
На графике приведена зависимость модуля силы трения скольжения от модуля силы нормального давления. Каков коэффициент трения?

- 1) 0,125
2) 0,5
3) 8
4) 4



A5

Зависимость потенциальной энергии E_n пружины от ее деформации x представлена на графике



A6

Грузик массой $m = 100$ г, подвешенный к потолку на длинной легкой нерастяжимой нити, совершает колебания. На какую максимальную высоту над положением равновесия поднимается грузик, если его максимальная кинетическая энергия равна 0,5 Дж? Сопротивление воздуха не учитывать.

- 1) 1 м 2) 0,75 м 3) 0,1 м 4) 0,5 м

A7

Тележка массой 50 кг движется по гладкой горизонтальной плоскости. Навстречу тележке со скоростью 2 м/с относительно Земли бежит мальчик массой 50 кг. После того, как мальчик запрыгнул в тележку, тележка движется в обратную сторону со скоростью 0,5 м/с. Чему равна первоначальная скорость тележки относительно Земли?

- 1) 0,5 м/с 2) 1,0 м/с 3) 1,5 м/с 4) 2,0 м/с

A8

Как должна измениться абсолютная температура одноатомного идеального газа, чтобы средняя квадратичная скорость теплового движения его молекул уменьшилась в 3 раза?

- 1) уменьшиться в 9 раз
2) уменьшиться в 3 раза
3) уменьшиться в 1,5 раза
4) уменьшиться в $\sqrt{3}$ раз

A9 Какой вид теплообмена определяет передачу энергии от Солнца к Земле?

- 1) только конвекция
- 2) теплопроводность и конвекция
- 3) только излучение
- 4) как теплопроводность, так и излучение

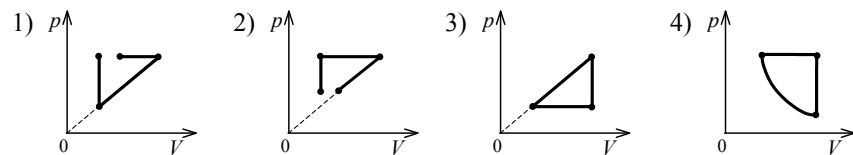
A10 Железному цилиндру сообщили количество теплоты Q_{Fe} , а алюминиевому – Q_{Al} , что привело к одинаковому изменению температуры каждого цилиндра. Определите отношение количества теплоты, сообщенного железному цилиндру, к количеству теплоты, сообщенному алюминиевому цилиндру $\frac{Q_{Fe}}{Q_{Al}}$, если массы цилиндров одинаковы.

- 1) 1
- 2) 0,7
- 3) 0,5
- 4) 1,4

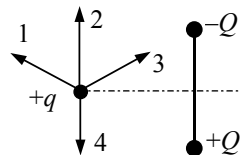
A11 Газ получил количество теплоты, равное 300 Дж. При этом внутренняя энергия газа увеличилась на 100 Дж. В этом процессе

- 1) газ совершил работу 400 Дж
- 2) газ совершил работу 200 Дж
- 3) над газом совершили работу 400 Дж
- 4) над газом совершили работу 200 Дж

A12 Идеальный газ сначала нагревался при постоянном объеме, потом его объем уменьшался при постоянном давлении, затем при постоянной температуре давление газа уменьшилось до первоначального значения. Какой из графиков в координатных осях p – V соответствует этим изменениям состояния газа?



A13 Положительный заряд $+q$ находится в поле двух неподвижных зарядов: положительного $+Q$ и отрицательного $-Q$ (см. рисунок). В начальный момент времени ускорение заряда $+q$ направлено вдоль

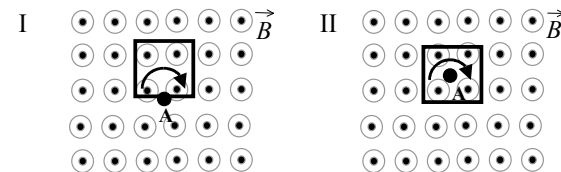


- 1) стрелки 1
- 2) стрелки 2
- 3) стрелки 3
- 4) стрелки 4

A14 Каким было время протекания тока силой 5 А по проводнику, если напряжение на его концах составило 120 В, и за это время в проводнике выделилось количество теплоты, равное 540 кДж?

- 1) 0,9 с
- 2) 187,5 с
- 3) 900 с
- 4) 22500 с

A15 На рисунке показаны два способа вращения проволочной рамки в однородном магнитном поле, линии индукции которого перпендикулярны плоскости чертежа. Вращение происходит вокруг точки А в плоскости рисунка.



ЭДС индукции в рамке

- 1) возникает в обоих случаях
- 2) возникает только в первом случае
- 3) не возникает ни в одном из случаев
- 4) возникает только во втором случае

A16 Выберите среди приведенных примеров электромагнитные волны с максимальной частотой.

- 1) инфракрасное излучение Солнца
- 2) ультрафиолетовое излучение Солнца
- 3) видимое излучение
- 4) γ -излучение

A17 Фокусное расстояние тонкой собирающей линзы равно F . Предмет малых размеров расположен на ее главной оптической оси на расстоянии $2,5F$ от нее. Изображение предмета находится от линзы на расстоянии

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

A18 В инерциальной системе отсчета свет распространяется в вакууме со скоростью c . Наблюдатель находится в системе отсчета К, которая движется с постоянной скоростью \vec{v} относительно Земли перпендикулярно прямой, соединяющей источники света S_1 и S_2 на Земле. Световые волны, идущие от этих источников, относительно наблюдателя имеют скорость

- 1) $\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$
- 2) $\sqrt{c^2 - v^2}$
- 3) c
- 4) $\sqrt{c^2 + v^2}$

A19 Как изменится период свободных электромагнитных колебаний в контуре, если расстояние между пластинами конденсатора увеличить в 4 раза?

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

A20 В таблице приведены значения энергии для второго и третьего энергетических уровней атома водорода.

Номер уровня	Энергия, 10^{-19} Дж
2	- 5,45
3	- 2,42

Какой должна быть энергия фотона, при поглощении которого атом переходит со второго уровня на третий?

- 1) $2,42 \cdot 10^{-19}$ Дж
- 2) $3,03 \cdot 10^{-19}$ Дж
- 3) $5,45 \cdot 10^{-19}$ Дж
- 4) $7,87 \cdot 10^{-19}$ Дж

A21 Образец радиоактивного радия находится в закрытом сосуде. Ядра радия $^{224}_{88}\text{Ra}$ испытывают α -распад с периодом полураспада 3,6 суток. Определите число атомов **гелия** в сосуде через 10,8 суток, если образец в момент его помещения в сосуд имел в своем составе $2,6 \cdot 10^{18}$ атомов радия-224.

- 1) $0,325 \cdot 10^{18}$ 2) $0,975 \cdot 10^{18}$ 3) $1,625 \cdot 10^{18}$ 4) $2,275 \cdot 10^{18}$

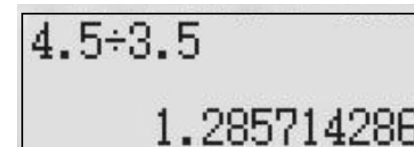
A22 Один из возможных вариантов реакции деления ядра урана $^{235}_{92}\text{U}$ выглядит следующим образом: $^{235}_{92}\text{U} + ? \rightarrow ^{97}_{40}\text{Zr} + ^{137}_{52}\text{Te} + 2^1_0\text{n}$. Знаком вопроса заменен(-ы)

- 1) 1 электрон 2) 1 нейтрон 3) 2 нейтрона 4) 1 протон

A23 γ -кванты, излучаемые ядрами радиоактивного изотопа олова $^{113}_{50}\text{Sn}$, имеют энергию $4 \cdot 10^{-14}$ Дж. Частота γ -излучения равна

- 1) $4 \cdot 10^{-14}$ Гц 2) $6 \cdot 10^{19}$ Гц 3) $1 \cdot 10^{19}$ Гц 4) $3,6 \cdot 10^3$ Гц

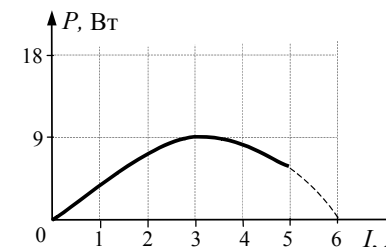
A24 Для определения внутреннего сопротивления источника ученик измерил его ЭДС вольтметром с погрешностью 7% и ток короткого замыкания – высокоточным амперметром. Результаты измерений: $\mathcal{E} = 4,5$ В и $I_0 = 3,5$ А. Затем ученик, пользуясь калькулятором, вычислил внутреннее сопротивление по формуле $r = \frac{\mathcal{E}}{I}$ (см. рисунок).



Правильная запись результатов вычисления внутреннего сопротивления имеет вид

- 1) $(1,285714286 \pm 0,1)$ Ом
- 2) $(1,2857 \pm 0,1)$ Ом
- 3) $(1,286 \pm 0,1)$ Ом
- 4) $(1,3 \pm 0,1)$ Ом

A25 Ученик исследовал зависимость тепловой мощности P , выделяющейся на реостате R , от силы тока в цепи. При проведении опыта реостат был подключен к источнику постоянного тока с ЭДС $\mathcal{E} = 6$ В и внутренним сопротивлением $r = 1$ Ом. График полученной зависимости приведен на рисунке.



Какое(-ие) из утверждений соответствует(-ют) результатам опыта?

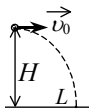
А. При коротком замыкании в цепи сила тока будет равна 6 А.
 Б. При силе тока в цепи 3 А на реостате выделяется минимальная мощность.

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

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 других символов, начиная с первой клеточки. Каждую цифру пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами.

В1 Шарик, брошенный горизонтально с высоты H с начальной скоростью u_0 , за время полета t пролетел в горизонтальном направлении расстояние L (см. рисунок). В другом опыте на этой же установке начальная скорость шарика равна $3u_0$. Что произойдет при этом с временем полета, дальностью полета и ускорением шарика? Для каждой величины определите соответствующий характер ее изменения:

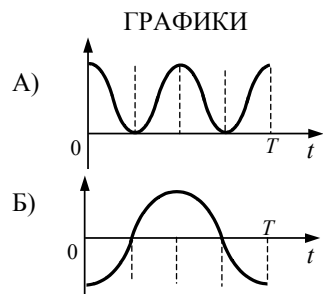
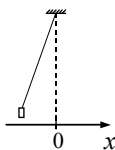


- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

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

Время полета	Дальность полета	Ускорение шарика

В2 Груз, привязанный к нити, отклонили от положения равновесия и отпустили (см. рисунок). Графики А и Б представляют изменения физических величин, характеризующих движение груза после этого. Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



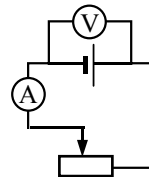
- ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ**
- 1) координата x
 - 2) проекция скорости v_x
 - 3) кинетическая энергия E_k
 - 4) потенциальная энергия E_p

А	Б

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 При изобарном понижении температуры 1 моль идеального газа на 250 К его объем уменьшился в 2 раза. Какова была первоначальная абсолютная температура газа?

В4 Для измерения ЭДС и внутреннего сопротивления r источника тока ученик собрал цепь по схеме (см. рисунок). При токе $I_1 = 1$ А напряжение $U_1 = 4$ В, при токе $I_2 = 4$ А напряжение $U_2 = 1$ В. Определите ЭДС источника. Амперметр и вольтметр считать идеальными.



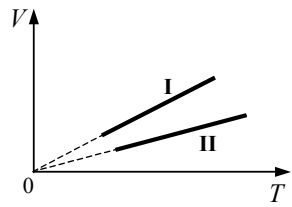
В5 Определите частоту фотона, энергия которого равна энергии электрона, который из состояния покоя прошел ускоряющую разность потенциалов 33 В. Ответ умножьте на 10^{-15} и округлите до целых.

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1

Часть 3

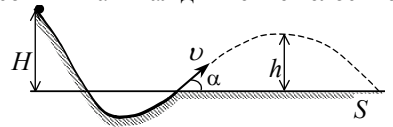
Задания C1–C6 представляют собой задачи, полное решение которых необходимо записать в бланке ответов № 2. Рекомендуется провести предварительное решение на черновике. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (C1 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи.

C1 Две порции одного и того же идеального газа нагреваются при одном и том же давлении. Графики процессов представлены на рисунке. Почему изобара I лежит выше изобары II? Ответ поясните, указав, какие физические закономерности вы использовали для объяснения.



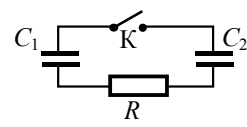
Полное правильное решение каждой из задач C2–C6 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

C2 При выполнении трюка «Летающий велосипедист» гонщик движется по гладкому трамплину под действием силы тяжести, начиная движение из состояния покоя с некоторой высоты над краем трамплина (см. рисунок). На краю трамплина скорость направлена под некоторым углом к горизонту. Пролетев по воздуху, гонщик приземляется на горизонтальный стол на расстоянии S от точки старта, поднявшись в полете на высоту h над столом. С какой высоты H начинал движение велосипедист?

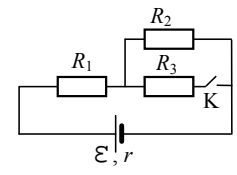


C3 В закрытом сосуде находится одноатомный идеальный газ, масса которого 12 г, а молярная масса 0,004 кг/моль. Вначале давление в сосуде было равно $4 \cdot 10^5$ Па при температуре 400 К. Каким станет давление в сосуде после охлаждения, если отданное газом количество теплоты 7,5 кДж?

C4 Конденсатор C_1 заряжен до напряжения $U = 300$ В и включен в последовательную цепь из резистора $R = 300$ Ом, незаряженного конденсатора $C_2 = 2$ мкФ и разомкнутого ключа К (см. рисунок). В процессе перезарядки конденсаторов после замыкания ключа в цепи выделяется количество теплоты $Q = 30$ мДж. Чему равна емкость конденсатора C_1 ?



C5 Во сколько раз увеличится мощность, выделяемая на сопротивлении R_1 , при замыкании ключа К (см. рисунок), если $R_1 = R_2 = R_3 = 1$ Ом, $r = 0,5$ Ом?



C6 Фотокатод, покрытый кальцием, освещается светом с длиной волны 225 нм. Работа выхода электронов из кальция равна $4,42 \cdot 10^{-19}$ Дж. Вылетевшие из катода электроны попадают в однородное магнитное поле перпендикулярно линиям индукции этого поля и движутся по окружностям. Максимальный радиус такой окружности 5 мм. Каков модуль индукции магнитного поля?