



ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ЦЕНТР ТЕСТИРОВАНИЯ



Вариант по физике № 3

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 (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 задач (С1–С6), для которых требуется дать развернутые решения.

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

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

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

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

Желаем успеха!

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

Десятичные приставки

Наименование	Обозначение	Множитель	Наименование	Обозначение	Множитель
гига	Г	10^9	милли	м	10^{-3}
мега	М	10^6	микро	мк	10^{-6}
кило	к	10^3	нано	н	10^{-9}
деци	д	10^{-1}	пико	п	10^{-12}
санتي	с	10^{-2}	атто	а	10^{-18}

Константы

число π	$\pi = 3,14$
ускорение свободного падения на Земле	$g = 10 \text{ м/с}^2$
гравитационная постоянная	$G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{кг}^2$
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	$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{Кл}^2$
заряд электрона	$e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
постоянная Планка	$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$

Соотношение между различными единицами

температура	$0 \text{ К} = -273,15^\circ\text{С}$
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	$9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$
протона	$1,673 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$
нейтрона	$1,675 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$

Плотность

воды	1000 кг/м^3	алюминия	2700 кг/м^3
керосина	800 кг/м^3	железа, стали	7800 кг/м^3
ацетона	790 кг/м^3		

Нормальные условия давление 10^5 Па , температура 0°С

Удельная

теплоемкость воды	$4,2 \cdot 10^3 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$
теплоемкость твердого свинца	$130 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$
теплоемкость твердого олова	$230 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$
теплоемкость твердого железа	$460 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$
теплота парообразования воды	$2,3 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}$
теплота плавления свинца	$2,5 \cdot 10^4 \text{ Дж/кг}$
теплота плавления олова	$5,9 \cdot 10^4 \text{ Дж/кг}$
теплота плавления льда	$3,3 \cdot 10^5 \text{ Дж/кг}$

Молярная масса			
азота	$28 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	воздуха	$29 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
аргона	$40 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	кислорода	$32 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
водяных паров	$18 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	лития	$6 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
гелия	$4 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	неона	$20 \cdot 10^{-3}$ кг/моль

Энергия покоя			
	электрона	0,5 МэВ	
	нейтрона	939,6 МэВ	
	протона	938,3 МэВ	
ядра водорода	${}^1_1\text{H}$	ядра бериллия	${}^9_4\text{Be}$ 8392,8 МэВ
ядра дейтерия	${}^2_1\text{H}$	ядра бора	${}^{10}_5\text{B}$ 9324,4 МэВ
ядра трития	${}^3_1\text{H}$	ядра азота	${}^{14}_7\text{N}$ 13040,3 МэВ
ядра гелия	${}^4_2\text{He}$	ядра кислорода	${}^{15}_8\text{O}$ 13971,3 МэВ
ядра лития	${}^6_3\text{Li}$	ядра кислорода	${}^{17}_8\text{O}$ 15830,6 МэВ
ядра лития	${}^7_3\text{Li}$	ядра фосфора	${}^{30}_{15}\text{P}$ 27917,1 МэВ

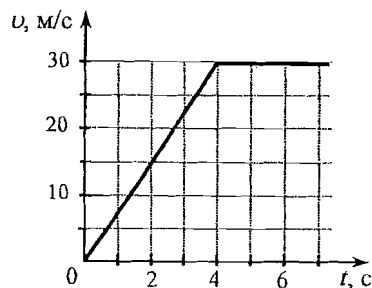
Зависимость плотности ρ насыщенного водяного пара от температуры									
$t, ^\circ\text{C}$	-5	3	6	9	12	15	18	25	50
$\rho, \text{г/м}^3$	3,2	6,0	7,3	8,8	10,7	12,8	15,4	23,0	83,0

Температура плавления				
свинца	327 $^\circ\text{C}$		олова	232 $^\circ\text{C}$

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 Тело движется вдоль оси X. На рисунке представлен график зависимости его скорости v от времени t . Определите ускорение тела в моменты времени $t_1 = 2$ с и $t_2 = 6$ с.



- 1) $a_1 = 7,5 \text{ м/с}^2, a_2 = 0$
- 2) $a_1 = 7,5 \text{ м/с}^2, a_2 = 30 \text{ м/с}^2$
- 3) $a_1 = 15 \text{ м/с}^2, a_2 = 0$
- 4) $a_1 = 15 \text{ м/с}^2, a_2 = 30 \text{ м/с}^2$

A2

Насекомое зависает в полете над цветком, не садясь на него, в то время когда питается его нектаром. При этом

- 1) на насекомое сила тяжести не действует
- 2) сила тяжести, действующая на насекомое, равна архимедовой силе
- 3) равнодействующая силы тяжести и подъемной силы крыльев, действующих на насекомое, равна 0
- 4) сила тяжести, действующая на насекомое, пренебрежимо мала по сравнению с подъемной силой крыльев

A3

Ученик провел три опыта, во время которых с помощью динамометра перемещал брусок массой $M = 100$ г по горизонтальной поверхности доски, нагружая его сверху грузами разной массы. Показания динамометра F и массу груза m в каждом опыте он записал в таблицу карандашом. Позднее обнаружилось, что одна из записей оказалась стертой. Какое число должно быть записано в пустой ячейке таблицы?

Номер опыта	№ 1	№ 2	№ 3
$F, \text{Н}$	0,6		1,0
$m, \text{кг}$	0,2	0,3	0,4

- 1) 0,6
- 2) 0,7
- 3) 0,8
- 4) 0,9

A4

Мальчик, сидя в неподвижной лодке, бросает горизонтально большой камень, после чего лодка начинает плыть. В данном случае выполняется закон сохранения

- 1) механической энергии
- 2) кинетической энергии
- 3) импульса системы тел
- 4) и механической энергии, и импульса системы тел

A5

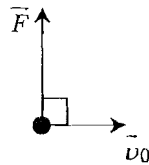
Два резиновых шнура разной жесткости k_1 и k_2 растянули на одну и ту же длину Δl . Считать растяжение в обоих случаях упругим. Как соотносятся между собой потенциальные энергии растянутых шнуров?

- 1) $E_2 = E_1$
- 2) $\frac{E_2}{E_1} = \frac{k_1}{k_2}$
- 3) $\frac{E_2}{E_1} = \frac{k_2}{k_1}$
- 4) $\frac{E_2}{E_1} = \frac{k_2^2}{k_1^2}$

A6 Тело вращается по окружности, расположенной в горизонтальной плоскости. Проекция ускорения тела на ось X в зависимости от времени меняется в соответствии с уравнением $a_x = A \cos(\omega t)$, где $A = -0,5 \text{ м/с}^2$; $\omega = 2\pi \text{ с}^{-1}$. Период вращения тела равен

- 1) 0,5 с 2) 1,0 с 3) 2π с 4) $\frac{1}{2\pi}$ с

A7 На тело массой $m = 40 \text{ г}$ в течение двух секунд действует сила $F = 0,12 \text{ Н}$ (см. рис.). Чему равна конечная скорость тела, если его начальная скоростью $v_0 = 8 \text{ м/с}$

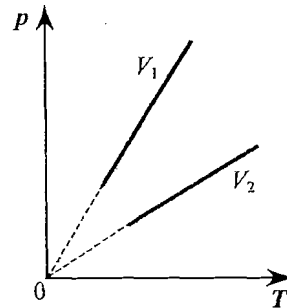


- 1) 8 м/с 2) 10 м/с
3) 12 м/с 4) 14 м/с

A8 В закрытом сосуде находится инертный газ массой m . M – молярная масса газа, N – число молекул газа в сосуде. Какая из формул определяет постоянную Авогадро?

- 1) $\frac{MN}{m}$ 2) $\frac{m}{NM}$ 3) $\frac{mN}{M}$ 4) $\frac{M}{Nm}$

A9 На рисунке представлены две изохоры, характеризующие зависимость давления от абсолютной температуры в двух закрытых сосудах, содержащих идеальный газ в неизвестном количестве. Каково соотношение между объемами этих сосудов?

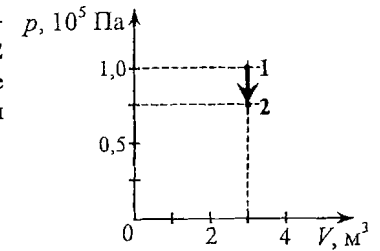


- 1) $V_1 < V_2$
2) $V_1 = V_2$
3) $V_1 > V_2$
4) возможен любой из выше перечисленных вариантов

A10 При некотором адиабатном расширении температура идеального газа уменьшается. Какова работа газа в этом процессе?

- 1) положительная
2) равна нулю
3) отрицательная
4) возможен любой из выше приведенных вариантов

A11 Идеальный одноатомный газ переходит из состояния 1 в состояние 2 согласно представленной на рисунке диаграмме. Какую работу при этом совершает газ?



- 1) – 75 кДж
2) 0
3) 75 кДж
4) 225 кДж

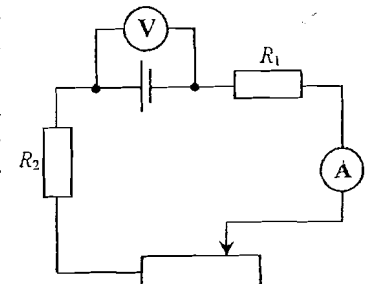
A12 Температура нагревателя теплового двигателя, работающего по циклу Карно, равна 500 К. За один цикл рабочее тело от нагревателя получает количество теплоты 35 000 Дж и совершает работу 7 000 Дж. Температура холодильника теплового двигателя равна

- 1) 100°C 2) 127°C 3) 400°C 4) 673°C

A13 После того, как заряженный конденсатор постоянной емкости подсоединили к источнику тока, заряд на его обкладках уменьшился в 4 раза, при этом напряжение

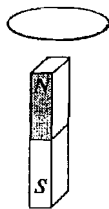
- 1) уменьшилось в 16 раз
2) уменьшилось в 4 раза
3) уменьшилось в 2 раза
4) не изменилось

A14 В электрической цепи, изображенной на рисунке, сопротивления резисторов равны: $R_1 = R_2 = 1 \text{ Ом}$. Амперметр показывает силу тока 1,2 А, а вольтметр показывает напряжение 4,8 В. При этом сопротивление реостата равно



- 1) 2 Ом
2) 3 Ом
3) 4 Ом
4) 6 Ом

A15 На вертикально расположенный полосовой магнит сверху падает металлическое кольцо (см. рис.). До того момента, пока кольцо не долетит до верхнего края магнита, индукционный ток в нем



- 1) не появляется
- 2) направлен по часовой стрелке (смотреть сверху)
- 3) направлен против часовой стрелки (смотреть сверху)
- 4) вначале направлен по часовой стрелке, а затем – против

A16 Шкала электромагнитных волн делится на шесть основных диапазонов: рентгеновское, видимое, инфракрасное, ультрафиолетовое, гамма- и радиоизлучение. Излучение каких диапазонов имеет длину волны, большую, чем видимый свет?

- 1) ультрафиолетовое, рентгеновское и радиоизлучение
- 2) ультрафиолетовое, рентгеновское и гамма-излучение
- 3) инфракрасное, рентгеновское и гамма-излучение
- 4) инфракрасное и радиоизлучение

A17 Луч света лазера направляют из оптически более плотной среды в оптически менее плотную среду под углом падения, равным предельному углу полного отражения. Достигнув границы раздела двух сред, луч

- 1) полностью исчезает
- 2) далее идет вдоль границы
- 3) частично отражается, а частично идет вдоль границы
- 4) полностью возвращается в более плотную среду

A18 Относительно Земли свет от неподвижного источника распространяется со скоростью c . Две машины едут по прямой дороге друг навстречу другу с одинаковой по модулю скоростью v относительно Земли. Свет фар первой машины попадает в глаза шоферу второй машины, при этом скорость фотонов этого света относительно второй машины равна

- 1) $c + 2v$
- 2) $c + v$
- 3) c
- 4) $c - v$

A19 Две частицы одинаковой массы с зарядами q_1 и q_2 влетают в однородное магнитное поле так, что векторы их начальных скоростей перпендикулярны линиям магнитной индукции. Скорость второй частицы в 2 раза больше скорости первой. Как будут соотноситься между собой радиусы окружностей, по которым частицы продолжают свой путь в магнитном поле, если $q_2 = 2q_1$?

- 1) $R_2 = R_1$
- 2) $R_2 = 2R_1$
- 3) $R_2 = 4R_1$
- 4) $R_1 = 4R_2$

A20 При α -распаде ядра изотопа висмута ${}_{83}^{211}\text{Bi}$ образуется ядро изотопа

- 1) свинца ${}_{82}^{209}\text{Pb}$
- 2) свинца ${}_{82}^{207}\text{Pb}$
- 3) таллия ${}_{81}^{209}\text{Tl}$
- 4) таллия ${}_{81}^{207}\text{Tl}$

A21 Используя данные, приведенные в таблице «Энергия покоя», рассчитайте энергию связи в ядре изотопа бериллия ${}_{4}^9\text{Be}$.

- 1) 39,5 МэВ
- 2) 41,6 МэВ
- 3) 58,4 МэВ
- 4) 86,2 МэВ

A22 Период полураспада ядер изотопа олова ${}_{50}^{113}\text{Sn}$ составляет 118 дней. Это означает, что за 118 дней из всех ядер изотопа, находящихся в образце, распадается

- 1) в среднем одно ядро изотопа
- 2) примерно половина всех ядер изотопа
- 3) каждое второе из ядер изотопа и в дальнейшем распад этих ядер прекращается
- 4) каждое второе из ядер изотоп, а за следующие 118 дней распадаются и все оставшиеся ядра

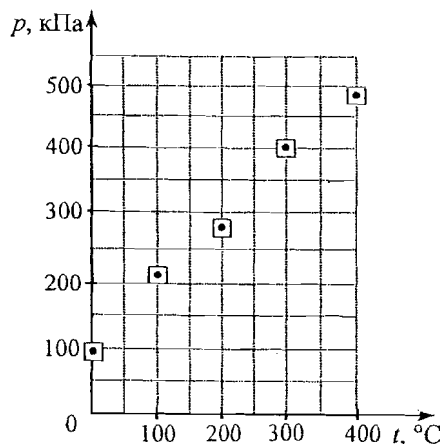
A23 Чтобы вырвать электрон из вещества фотокатода, необходимо совершить работу выхода A . Фотоэффект на этом фотокатоде будет наблюдаться только в том случае, если длина волны падающего излучения удовлетворяет соотношению

- 1) $\lambda > \frac{A}{hc}$
- 2) $\lambda < \frac{A}{hc}$
- 3) $\lambda > \frac{hc}{A}$
- 4) $\lambda < \frac{hc}{A}$

A24 Ученик хочет проверить гипотезу о том, что показатель преломления воды относительно воздуха не зависит от угла падения луча света на границу раздела этих сред. Для этого во время опытов, направляя луч лазера на границу раздела воздух – вода под разными углами, ученику

- 1) достаточно измерять только углы падения луча света
- 2) достаточно измерять только углы преломления луча света
- 3) необходимо измерять и углы падения, и углы преломления луча света
- 4) не нужно измерять никакие углы

A25 Во время эксперимента проводились измерения температуры и давления газа, помещенного в сосуд постоянного объема $V = 8$ л. На рисунке показаны результаты измерений, сделанных во время эксперимента. Погрешность измерения температуры составляет $\Delta T = \pm 10$ К, давления $\Delta p = \pm 10$ кПа. По полученным данным определите, приблизительно какое количество вещества находится в сосуде.



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

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 Электрическая цепь состоит из источника тока (с внутренним сопротивлением r), резистора (с сопротивлением R_1) и ключа. К цепи параллельно первому резистору подсоединяют второй (с сопротивлением R_2). Как при этом изменяется внешнее сопротивление цепи, сила тока через источник тока и напряжение на первом резисторе?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины (цифры в ответе могут повторяться). Затем получившуюся последовательность цифр запишите в бланк ответов № 1 справа от номера задания В1.

Внешнее сопротивление цепи	Сила тока через источник тока	Напряжение на первом резисторе

В2 Кто из ученых, чьи имена перечислены в правом столбце, занимался исследованием процессов в газах, названия которых приведены в левом столбце?

ПРОЦЕССЫ В ГАЗАХ

УЧЕНЫЕ

- | | |
|---------------------------|---|
| А) изобарный процесс | 1) английский ученый Р. Бойль и французский ученый Э. Мариотт |
| Б) изотермический процесс | 2) французский ученый Ж. Шарль |
| В) изохорный процесс | 3) французский ученый Ж. Гей-Люссак |

Каждому элементу левого столбца подберите позицию из правого столбца и впишите выбранные цифры в таблицу. Затем получившуюся последовательность цифр запишите в бланк ответов № 1 справа от номера задания В2.

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 После толчка брусок массой 100 г начинает движение по шероховатой горизонтальной поверхности со скоростью 6 м/с. Коэффициент трения скольжения между бруском и поверхностью равен 0,2. Какую мощность будет развивать сила трения через 2 с после начала скольжения?

В4 Какое минимальное количество теплоты необходимо подвести к свинцовому бруску массой 200 г, взятому при температуре 20°C, чтобы его полностью расплавить? Ответ выразите в килоджоулях и округлите до целых.

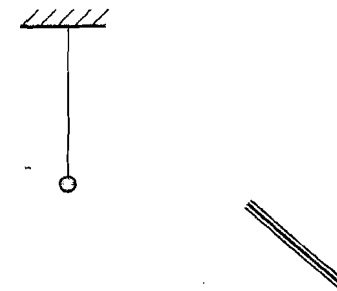
В5 Чему равна длина волны де Бройля для протона, движущегося со скоростью 10^6 м/с? Ответ выразите в пикометрах и округлите до десятых.

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов №1

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.

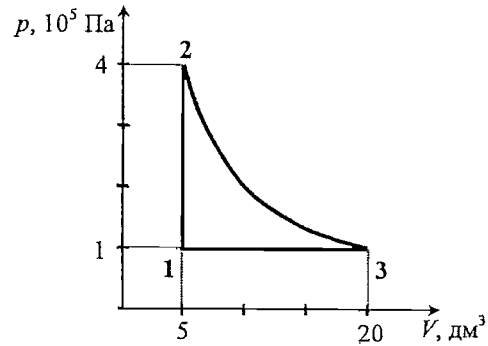
С1 На шелковой нити, прикрепленной к штативу, висит незаряженный легкий шарик из алюминиевой фольги. Отрицательно заряженную эбонитовую палочку медленно подносят к шарiku, и шарик приходит в движение. Опишите движение шарика до и после касания его палочкой и объясните, указав, какими физическими явлениями и закономерностями оно вызвано.



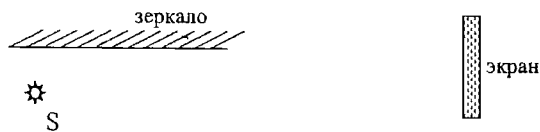
Полное правильное решение каждой из задач С2–С6 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

С2 С края каменистого обрыва, расположенного на высоте $h = 20$ м над уровнем Земли, падает камень. Через 1 с падения камень упруго ударяется о плоский участок выступающей гранитной плиты, расположенной к горизонту под углом 30° , и далее летит в свободном полете. На каком расстоянии от вертикали, вдоль которой начинал падать камень, он упадет на Землю? Соппротивлением воздуха можно пренебречь.

- С3** Тепловая машина работает по циклу 1–2–3–1 (см. рис.), состоящему из изохоры, изотермы и изобары. Количество теплоты, полученное рабочим телом при изотермическом расширении на участке 2–3, в 1,23 раза больше, чем на участке 1–2. Рабочее тело является одноатомным идеальным газом. Вычислите работу, совершаемую тепловой машиной за один цикл.



- С4** На рисунке изображена оптическая система, состоящая из точечного источника монохроматического излучения S , зеркала и экрана. Длина волны излучения 680 нм. Расстояние от источника света до зеркала 3 мм, а до экрана 300 мм. Чему равно расстояние между двумя ближайшими темными полосами интерференционной картины, расположенной на экране напротив источника?



- С5** В идеальном колебательном контуре амплитуда колебаний напряжения на конденсаторе равна 5 мВ, а амплитуда колебаний силы тока в катушке равна 1,0 мА. Определите, чему равна сила тока в катушке в тот момент, когда напряжение на конденсаторе становится равным 4 мВ.

- С6** На рисунке приведены четыре линии видимой части спектра излучения водорода. Энергия электрона на n -ом уровне атома водорода определяется по формуле $E_n = \frac{-hR}{n^2}$, где постоянная Ридберга $R = 3,29 \cdot 10^{15} \text{ с}^{-1}$. Переход электронов между какими уровнями создает вторую справа линию в спектре? Покажите этот переход схематически, изобразив энергетические уровни атома водорода в виде набора горизонтальных линий.

