

Единый государственный экзамен по ФИЗИКЕ**Вариант № 151****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	санتي	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 К = – 273°C
атомная единица массы	1 а.е.м. = $1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$
1 атомная единица массы эквивалентна	931,5 МэВ
1 электронвольт	1 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

воды	1000 кг/м ³	подсолнечного масла	900 кг/м ³
древесины (сосна)	400 кг/м ³	алюминия	2700 кг/м ³
керосина	800 кг/м ³	железа	7800 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 Дж/(кг·К)
льда	$2,1 \cdot 10^3 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$	меди	380 Дж/(кг·К)
железа	460 Дж/(кг·К)	чугуна	500 Дж/(кг·К)
свинца	130 Дж/(кг·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

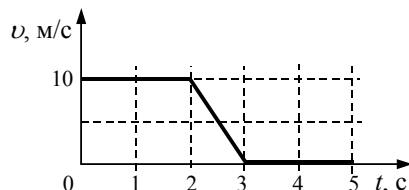
Молярная масса

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 На рисунке представлен график зависимости скорости v автомобиля от времени t . Определите по графику путь, пройденный автомобилем в интервале времени от 0 до 3 с.

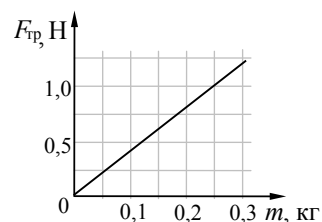


- 1) 20 м 2) 10 м 3) 15 м 4) 25 м

- A2 Мяч, неподвижно лежавший на полу вагона поезда, движущегося относительно Земли, покатился назад против хода поезда. Это произошло в результате того, что скорость поезда относительно Земли

- 1) увеличилась
2) уменьшилась
3) не изменилась
4) изменилась по направлению

- A3 При исследовании зависимости силы трения скольжения $F_{тр}$ деревянного бруска по горизонтальной поверхности стола от массы m бруска получен график, представленный на рисунке. Согласно графику, в этом исследовании коэффициент трения приблизительно равен



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

- A4 Два маленьких шарика массой m каждый находятся на расстоянии r друг от друга и притягиваются с силой F . Какова сила гравитационного притяжения двух других шариков, если масса каждого из них $\frac{1}{2}m$, а расстояние между их центрами $2r$?

- 1) $\frac{1}{2}F$ 2) $\frac{1}{4}F$ 3) $\frac{1}{8}F$ 4) $\frac{1}{16}F$

- A5 Легковой автомобиль и грузовик движутся по мосту. Их массы $m_1 = 1000$ кг и $m_2 = 3000$ кг соответственно. Во сколько раз потенциальная энергия грузовика относительно уровня воды больше потенциальной энергии автомобиля?

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

- A6 В таблице представлены данные о положении шарика, колеблющегося вдоль оси Ox , в различные моменты времени.

t, c	0,0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0	3,2
x, mm	0	2	5	10	13	15	13	10	5	2	0	-2	-5	-10	-13	-15	-13

Какова амплитуда колебаний шарика?

- 1) 7,5 мм 2) 13 мм 3) 15 мм 4) 30 мм

- A7 На горизонтальном полу стоит ящик массой 10 кг. Коэффициент трения скольжения между полом и ящиком равен 0,25. К ящику в горизонтальном направлении прикладывают силу 20 Н. При этом ящик

- 1) останется в покое
2) будет двигаться равномерно
3) будет двигаться с ускорением $1,5 \text{ м/с}^2$
4) будет двигаться с ускорением 1 м/с^2

- A8 При повышении температуры газа в запаянном сосуде давление газа увеличивается. Этот рост давления объясняется тем, что

- 1) возрастает концентрация молекул газа
2) увеличиваются размеры молекул газа
3) увеличивается энергия теплового движения молекул газа
4) увеличивается среднее расстояние между молекулами газа

- A9 На газовой плите стоит узкая кастрюля с водой, закрытая крышкой. Если воду из неё перелить в широкую кастрюлю и тоже закрыть, то вода закипит заметно быстрее, чем если бы она осталась в узкой. Этот факт объясняется тем, что

- 1) увеличивается площадь нагревания и, следовательно, увеличивается скорость нагревания воды
2) существенно уменьшается необходимое давление насыщенного пара в пузырьках и, следовательно, воде у дна надо нагреваться до менее высокой температуры
3) увеличивается площадь поверхности воды и, следовательно, испарение идёт более активно
4) заметно уменьшается глубина слоя воды и, следовательно, пузырьки пара быстрее добираются до поверхности

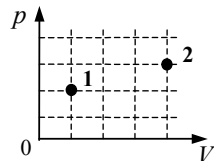
A10 В каком случае внутренняя энергия воды не изменяется?

- 1) при ее переходе из жидкого состояния в твердое
- 2) при увеличении скорости сосуда с водой
- 3) при увеличении количества воды в сосуде
- 4) при сжатии воды в сосуде

A11 Расширяясь, газ совершил работу 6 Дж и получил количество теплоты 10 Дж. Внутренняя энергия газа

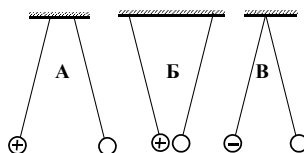
- 1) увеличилась на 16 Дж
- 2) уменьшилась на 16 Дж
- 3) увеличилась на 4 Дж
- 4) уменьшилась на 4 Дж

A12 В сосуде находится некоторое количество идеального газа. Как изменится температура газа, если он перейдет из состояния 1 в состояние 2 (см. рисунок)?



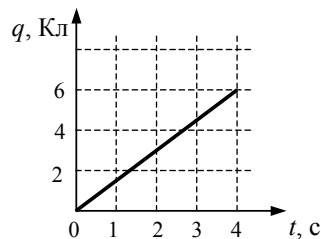
- 1) $T_2 = 6T_1$
- 2) $T_2 = \frac{1}{6}T_1$
- 3) $T_2 = \frac{1}{9}T_1$
- 4) $T_2 = 3T_1$

A13 На рисунке изображены три пары одинаковых легких шариков, заряды которых равны по модулю. Шарики подвешены на шелковых нитях. Знак заряда одного из шариков каждой пары указан на рисунке. В каком(-их) случае(-ях) заряд другого шарика положителен?



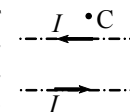
- 1) только А
- 2) А и Б
- 3) только Б
- 4) А и В

A14 По проводнику течет постоянный электрический ток. Величина заряда, проходящего через проводник, возрастает с течением времени согласно графику. Сила тока в проводнике равна



- 1) 24 А
- 2) 12 А
- 3) 6 А
- 4) 1,5 А

A15 По двум тонким прямым проводникам, параллельным друг другу, текут одинаковые токи I , направление которых указано стрелками (см. рисунок). Как направлен вектор магнитной индукции создаваемого ими магнитного поля в точке С?



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

A16 Колебательный контур состоит из конденсатора емкостью C и катушки индуктивностью L . Если емкость конденсатора уменьшить в 2 раза, а индуктивность катушки в 2 раза увеличить, то период свободных электромагнитных колебаний в этом контуре

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

A17 Луч света падает на плоское зеркало. Угол падения равен 20° . Чему равен угол между падающим и отраженным лучами?

- 1) 40°
- 2) 50°
- 3) 70°
- 4) 110°

A18 Параллельный пучок монохроматического света падает на препятствие с узкой щелью. На экране за препятствием, кроме центральной светлой полосы, наблюдается чередование светлых и темных полос. Данное явление связано с

- 1) поляризацией света
- 2) дифракцией света
- 3) дисперсией света
- 4) преломлением света

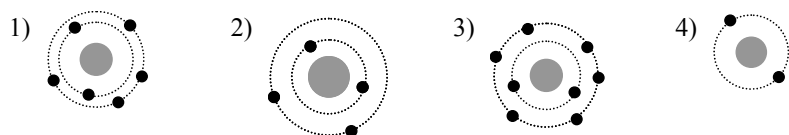
A19 Две частицы, имеющие отношение масс $\frac{m_2}{m_1} = 8$, влетели в однородное магнитное поле перпендикулярно линиям магнитной индукции. Найдите отношение зарядов частиц $\frac{q_2}{q_1}$, если их скорости одинаковы, а отношение радиусов траекторий $\frac{R_2}{R_1} = 2$.

- 1) 16
- 2) 2
- 3) 8
- 4) 4

A20 Как нужно изменить длину световой волны, чтобы энергия фотона в световом пучке уменьшилась в 4 раза?

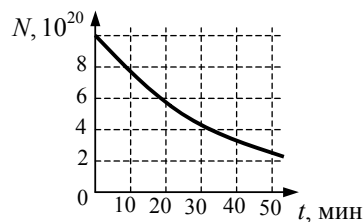
- 1) увеличить в 4 раза
- 2) увеличить в 2 раза
- 3) уменьшить в 2 раза
- 4) уменьшить в 4 раза

A21 На рисунке изображены схемы четырех атомов, соответствующие модели атома Резерфорда. Черными точками обозначены электроны. Какая схема соответствует атому ${}^6_2\text{He}$?



A22 Дан график зависимости числа нераспавшихся ядер йода ${}^{128}_{53}\text{I}$ от времени. Каков период полураспада этого изотопа?

- 1) 10 мин
- 2) 15 мин
- 3) 25 мин
- 4) 50 мин



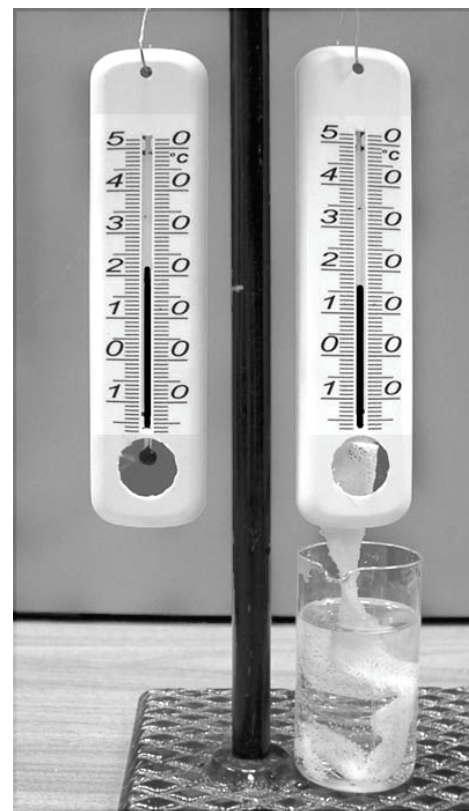
A23 Один из способов измерения постоянной Планка основан на определении максимальной кинетической энергии фотоэлектронов с помощью измерения напряжения, задерживающего их. В таблице представлены результаты одного из первых таких опытов.

Задерживающее напряжение U , В	1,5	2,1
Частота света ν , 10^{14} Гц	8,1	9,6

Постоянная Планка по результатам этого эксперимента равна

- 1) $6,6 \cdot 10^{-34}$ Дж·с
- 2) $6,4 \cdot 10^{-34}$ Дж·с
- 3) $6,0 \cdot 10^{-34}$ Дж·с
- 4) $5,8 \cdot 10^{-34}$ Дж·с

A24



На фотографии представлены два термометра, используемые для определения относительной влажности воздуха с помощью психрометрической таблицы.

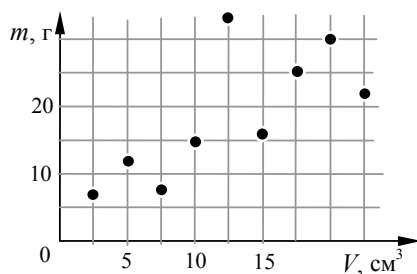
Психрометрическая таблица

$t_{\text{сух. терм}}$ °C	Разность показаний сухого и влажного термометров							
	0	1	2	3	4	5	6	7
15	100	90	80	71	61	52	44	36
16	100	90	81	71	62	54	45	37
17	100	90	81	72	64	55	47	39
18	100	91	82	73	64	56	48	41
19	100	91	82	74	65	58	50	43
20	100	91	83	74	66	59	51	44
21	100	91	83	75	67	60	52	46
22	100	92	83	76	68	61	54	47
23	100	92	84	76	69	61	55	48
24	100	92	84	77	69	62	56	49
25	100	92	84	77	70	63	57	50

Какой станет разность показаний термометров, если при неизменной температуре воздуха относительная влажность окажется равной 68%?

- 1) 1°C
- 2) 2°C
- 3) 3°C
- 4) 4°C

A25



Ученик предположил, что для сплошных тел из одного и того же вещества их масса прямо пропорциональна их объему. Для проверки этой гипотезы он взял бруски разных размеров из разных веществ. Результаты измерения объема брусков и их массы ученик отметил точками на координатной плоскости $\{V, m\}$, как показано на

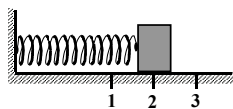
рисунке. Погрешности измерения объема и массы равны соответственно 1 см^3 и 1 г . Какой вывод можно сделать по результатам эксперимента?

- 1) С учетом погрешности измерений эксперимент подтвердил правильность гипотезы.
- 2) Условия проведения эксперимента не соответствуют выдвинутой гипотезе.
- 3) Погрешности измерений столь велики, что не позволили проверить гипотезу.
- 4) Эксперимент не подтвердил гипотезу.

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.

B1



Груз изображенного на рисунке пружинного маятника совершает гармонические колебания между точками 1 и 3. Как меняются потенциальная энергия маятника, скорость груза и жесткость пружины при движении груза маятника от точки 3 к точке 2? Для каждой величины определите соответствующий характер ее изменения:

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

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

Потенциальная энергия маятника	Скорость груза	Жесткость пружины

B2

Пучок света переходит из воздуха в воду. Частота световой волны – ν , длина световой волны в воздухе – λ , показатель преломления воды относительно воздуха – n . 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) скорость света в воздухе

1) $\frac{n \cdot \lambda}{\nu}$

Б) скорость света в воде

2) $\frac{\lambda}{\nu}$

3) $\frac{\lambda \cdot \nu}{n}$

4) $\lambda \cdot \nu$

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.

B3

Автомобиль совершает поворот на горизонтальной дороге по дуге окружности. Каков минимальный радиус окружности траектории автомобиля при его скорости 18 м/с и коэффициенте трения автомобильных шин о дорогу $0,4$?

B4

Газ при температуре 100 К и давлении $2 \cdot 10^5 \text{ Па}$ имеет плотность $0,5 \text{ кг/м}^3$. Какова молярная масса газа? Ответ выразите в г/моль и округлите до целых.

B5

При коротком замыкании выводов гальванической батареи сила тока в цепи $0,45 \text{ А}$. При подключении к выводам батареи электрической лампы сила тока в цепи $0,225 \text{ А}$, а напряжение на лампе $4,5 \text{ В}$. Найдите ЭДС гальванической батареи.

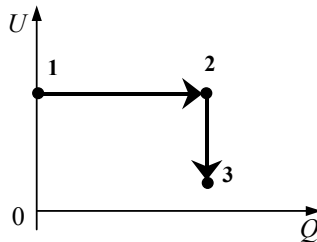
Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1

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

В цилиндре, закрытом подвижным поршнем, находится идеальный газ. На рисунке показана диаграмма, иллюстрирующая изменение внутренней энергии U газа и передаваемое ему количество теплоты Q . Опишите изменение объема газа при его переходе из состояния 1 в состояние 2, а затем в состояние 3. Свой ответ обоснуйте, указав, какие физические закономерности вы использовали для объяснения.

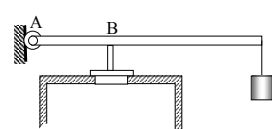


Полное правильное решение каждой из задач C2–C6 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

C2

В безветренную погоду самолет затрачивает на перелет между городами 6 часов. Если во время полета дует боковой ветер перпендикулярно линии полета, то самолет затрачивает на перелет на 9 минут больше. Найдите скорость ветра, если скорость самолета относительно воздуха постоянна и равна 328 км/ч.

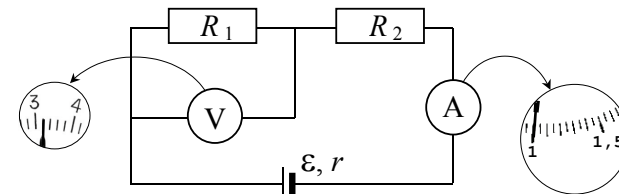
C3



В цилиндр закачивается воздух со скоростью 0,002 кг/с. В верхнем торце цилиндра есть отверстие площадью $5 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$, закрытое предохранительным клапаном. Клапан удерживается в закрытом состоянии невесомым стержнем длиной 0,5 м, который может свободно поворачиваться вокруг оси в точке А (см. рисунок). Расстояние АВ равно 0,1 м. К свободному концу стержня подвешен груз массой 2 кг. Клапан открывается через 580 с работы насоса, если в начальный момент времени давление воздуха в цилиндре было равно атмосферному. Температура воздуха в цилиндре и снаружи не меняется и равна 300 К. Определите объем цилиндра.

C4

При проведении лабораторной работы ученик собрал электрическую цепь по схеме на рисунке. Сопротивления R_1 и R_2 равны 10 Ом и 100 Ом соответственно. Сопротивление вольтметра равно 5 кОм, а амперметра – 0,5 Ом. ЭДС источника равна 36 В, а его внутреннее сопротивление – 2 Ом.



На рисунке приведены шкалы приборов с показаниями, которые получил ученик. Исправны ли приборы или же какой-то из них даёт неверные показания?

C5

Период электромагнитных колебаний в идеальном колебательном контуре, состоящем из конденсатора и катушки индуктивности, равен 6,3 мкс. Амплитуда колебаний силы тока $I_m = 5 \text{ мА}$. В момент времени t сила тока в катушке равна 3 мА. Найдите заряд конденсатора в этот момент.

C6

На рисунке представлены энергетические уровни электронной оболочки атома и указаны частоты фотонов, излучаемых и поглощаемых при некоторых переходах между ними. Какова максимальная длина волны фотонов, излучаемых атомом при любых возможных переходах между уровнями E_1 , E_2 , E_3 и E_4 , если $\nu_{13} = 7 \cdot 10^{14} \text{ Гц}$, $\nu_{24} = 5 \cdot 10^{14} \text{ Гц}$, $\nu_{32} = 3 \cdot 10^{14} \text{ Гц}$?

