

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 39 заданий.

Часть 1 содержит 30 заданий (A1 – A30). К каждому заданию дается 4 варианта ответа, из которых правильный только один.

Часть 2 содержит 4 задания (B1 – B4), на которые следует дать краткий ответ. Для задания B1 ответ необходимо записать в виде набора цифр, а для заданий B2-B4 в виде числа.

Часть 3 состоит из 5 заданий (C1 – C5), на которые требуется дать развернутый ответ. Необходимо записать законы физики, из которых выносятся требуемые для решения задачи соотношения.

При выполнении заданий 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 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	$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{Кл}^2$
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	$0 \text{ К} = -273^\circ\text{С}$
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

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	$900 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$
льда	$2,1 \cdot 10^3 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$	меди	$380 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$
железа	$640 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$	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

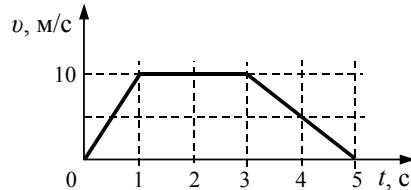
Молярная масса

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 – A30) поставьте знак «X» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

A1 На рисунке представлен график зависимости скорости v автомобиля от времени t . Найдите путь, пройденный автомобилем за 5 с.



- 1) 0 м
- 2) 20 м
- 3) 30 м
- 4) 35 м

A2 Ученик выполнял лабораторную работу по исследованию условий равновесия рычага. Результаты, которые он получил, занесены в таблицу:

$F_1, \text{Н}$	$l_1, \text{м}$	$F_2, \text{Н}$	$l_2, \text{м}$
30	?	15	0,4

Каково плечо l_1 , если рычаг находится в равновесии?

- 1) 1 м
- 2) 0,2 м
- 3) 0,4 м
- 4) 0,8 м

A3 Мяч, неподвижно лежавший на полу вагона движущегося поезда, покатился влево, если смотреть по ходу поезда. Как изменилось движение поезда?

- 1) Скорость поезда увеличилась.
- 2) Скорость поезда уменьшилась.
- 3) Поезд повернул вправо.
- 4) Поезд повернул влево.

A4 Камень массой 100 г брошен вертикально вверх с начальной скоростью $v = 20 \text{ м/с}$. Модуль силы тяжести, действующей на камень в момент броска, равен

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

A5 Давление, созданное водой на дне озера глубиной 6 м (атмосферное давление не учитывать), равно

- 1) 6 кПа
- 2) 60 кПа
- 3) 600 кПа
- 4) 6 МПа

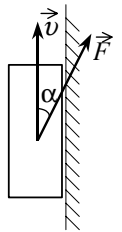
A6 Легковой автомобиль и грузовик движутся со скоростями $v_1 = 108 \text{ км/ч}$ и $v_2 = 54 \text{ км/ч}$. Масса автомобиля $m = 1000 \text{ кг}$. Какова масса грузовика, если отношение импульса грузовика к импульсу автомобиля равно 1,5?

- 1) 3000 кг
- 2) 4500 кг
- 3) 1500 кг
- 4) 1000 кг

A7 Какова частота колебаний звуковых волн в среде, если скорость звука в этой среде $v = 500 \text{ м/с}$, а длина волны $\lambda = 2 \text{ м}$?

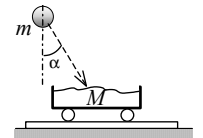
- 1) 1000 Гц
- 2) 250 Гц
- 3) 100 Гц
- 4) 25 Гц

A8 Брусок массой m прижат к вертикальной стене силой F , направленной под углом α к вертикали (см. рисунок). Коэффициент трения между бруском и стеной равен μ . При какой величине силы F брусок будет двигаться по стене вертикально вверх с постоянной скоростью?



- 1) $\frac{\mu mg}{\cos \alpha + \mu \sin \alpha}$
- 2) $\frac{mg}{\cos \alpha + \mu \sin \alpha}$
- 3) $\frac{\mu mg}{\cos \alpha - \mu \sin \alpha}$
- 4) $\frac{mg}{\cos \alpha - \mu \sin \alpha}$

A9 Камень массой $m = 4 \text{ кг}$ падает под углом $\alpha = 30^\circ$ к вертикали со скоростью 10 м/с в тележку с песком общей массой $M = 16 \text{ кг}$, покоящуюся на горизонтальных рельсах. Скорость тележки с камнем после падения в нее камня равна

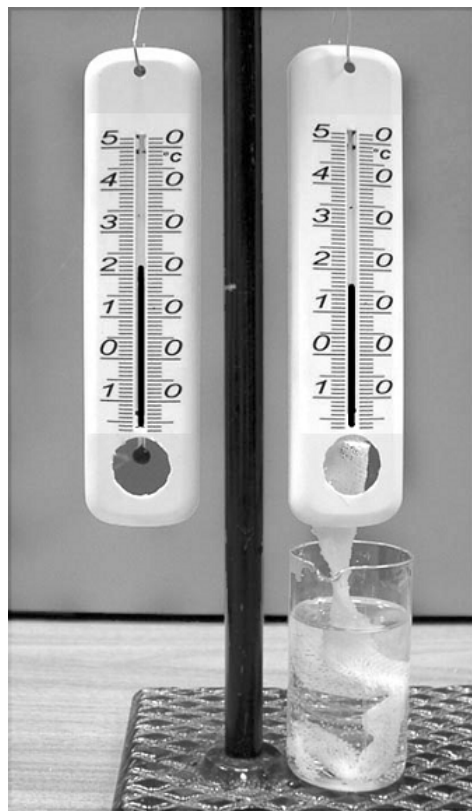


- 1) 1,0 м/с
- 2) 1,25 м/с
- 3) 1,73 м/с
- 4) 2,0 м/с

A10 При температуре 240 К и давлении $1,66 \cdot 10^5 \text{ Па}$ плотность газа равна 2 кг/м^3 . Какова молярная масса этого газа?

- 1) $3,6 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
- 2) 230 кг/моль
- 3) $24 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
- 4) $0,24 \cdot 10^5 \text{ кг/моль}$

A11 На фотографии представлены два термометра, используемые для определения относительной влажности воздуха с помощью психрометрической таблицы, в которой влажность указана в процентах.



Психрометрическая таблица

t _{сух.} терм °С	Разность показаний сухого и влажного термометров								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8
15	100	90	80	71	61	52	44	36	27
16	100	90	81	71	62	54	45	37	30
17	100	90	81	72	64	55	47	39	32
18	100	91	82	73	64	56	48	41	34
19	100	91	82	74	65	58	50	43	35
20	100	91	83	74	66	59	51	44	37
21	100	91	83	75	67	60	52	46	39
22	100	92	83	76	68	61	54	47	40
23	100	92	84	76	69	61	55	48	42
24	100	92	84	77	69	62	56	49	43

Какой была относительная влажность воздуха в тот момент, когда проводилась съемка?

- 1) 22% 2) 61% 3) 17% 4) 40%

A12 Значение температуры по шкале Цельсия, соответствующее абсолютной температуре 10 К, равно

- 1) - 283° С 2) - 263° С 3) 263° С 4) 283° С

A13 Горячая жидкость медленно охлаждалась в стакане. В таблице приведены результаты измерений ее температуры с течением времени.

Время, мин	0	2	4	6	8	10	12	14
Температура, °С	95	88	81	80	80	80	77	72

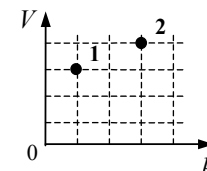
В стакане через 7 мин после начала измерений находилось вещество

- 1) и в жидком, и в твердом состояниях
 2) только в твердом состоянии
 3) только в жидком состоянии
 4) и в жидком, и в газообразном состояниях

A14 Каково изменение внутренней энергии газа, если ему передано количество теплоты 300 Дж, а внешние силы совершили над ним работу 500 Дж?

- 1) 200 Дж 2) 300 Дж 3) 500 Дж 4) 800 Дж

A15 В сосуде находится некоторое количество идеального газа. Как изменится температура газа, если он перейдет из состояния 1 в состояние 2 (см. рисунок)?



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

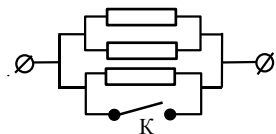
A16 Как надо изменить заряд на обкладках плоского конденсатора, чтобы после увеличения зазора между обкладками в 3 раза напряженность электрического поля в зазоре уменьшилась вдвое?

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

A17 Расстояние между двумя точечными электрическими зарядами уменьшили в 3 раза, а один из зарядов увеличили в 3 раза. Силы взаимодействия между ними

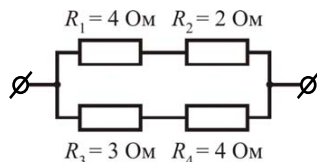
- 1) не изменились
- 2) уменьшились в 3 раза
- 3) увеличились в 3 раза
- 4) увеличились в 27 раз

A18 Каким будет сопротивление участка цепи (см. рисунок), если ключ К замкнуть? (Каждый из резисторов имеет сопротивление R .)



- 1) $2R$
- 2) 0
- 3) $3R$
- 4) R

A19 На рисунке представлен участок электрической цепи. Каково отношение количеств теплоты $\frac{Q_2}{Q_3}$, выделившихся на резисторах R_2 и R_3 за одно и то же время?

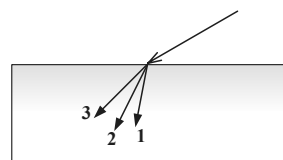


- 1) 0,44
- 2) 0,67
- 3) 0,9
- 4) 1,5

A20 Определите энергию магнитного поля катушки индуктивностью $3 \cdot 10^{-4}$ Гн при силе тока через нее 6 А.

- 1) $1,08 \cdot 10^{-2}$ Дж
- 2) $0,45 \cdot 10^{-3}$ Дж
- 3) $5,4 \cdot 10^{-3}$ Дж
- 4) $0,9 \cdot 10^{-3}$ Дж

A21



В некотором спектральном диапазоне угол преломления лучей на границе воздух-стекло падает с увеличением частоты излучения. Ход лучей для трех основных цветов при падении белого света из воздуха на границу раздела показан на рисунке. Цифрам соответствуют цвета

- 1) 1 – красный
- 2) 1 – синий
- 3) 1 – красный
- 4) 1 – синий
- 2 – зеленый
- 2 – красный
- 2 – синий
- 2 – зеленый
- 3 – синий
- 3 – зеленый
- 3 – зеленый
- 3 – красный

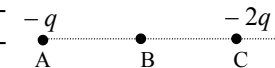
A22 На шахматной доске на расстоянии трех клеток от вертикального плоского зеркала стоит ферзь. Как изменится расстояние между изображением ферзя и зеркалом, если его на одну клетку придвинуть к зеркалу?

- 1) уменьшится на 1 клетку
- 2) увеличится на 1 клетку
- 3) уменьшится на 3 клетки
- 4) не изменится

A23 Две частицы, отношение зарядов которых $\frac{q_2}{q_1} = 2$, влетели в однородное магнитное поле перпендикулярно линиям магнитной индукции. Найдите отношение масс частиц $\frac{m_2}{m_1}$, если их кинетические энергии одинаковы, а отношение радиусов траекторий $\frac{R_2}{R_1} = \frac{1}{2}$.

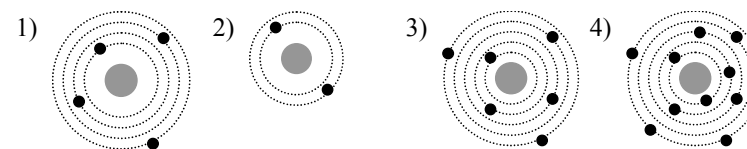
- 1) 1
- 2) 2
- 3) 8
- 4) 4

A24 Точка В находится в середине отрезка АС. Неподвижные точечные заряды $-q$ и $-2q$ расположены в точках А и С соответственно (см. рисунок). Какой заряд надо поместить в точку С взамен заряда $-2q$, чтобы напряженность электрического поля в точке В увеличилась в 2 раза?



- 1) $-5q$
- 2) $4q$
- 3) $-3q$
- 4) $3q$

A25 На рисунке изображены схемы четырех атомов. Черными точками обозначены электроны. Атому ${}^6_4\text{Be}$ соответствует схема



A26 Энергия фотона, поглощенного при фотоэффекте, равна E . Кинетическая энергия электрона, вылетевшего с поверхности металла под действием этого фотона,

- 1) больше E
- 2) равна E
- 3) меньше E
- 4) может быть больше или меньше E при разных условиях

- A27** Гамма-излучение – это
- 1) поток ядер гелия
 - 2) поток протонов
 - 3) поток электронов
 - 4) электромагнитные волны

- A28** Период полураспада ядер атомов радона $^{219}_{86}\text{Rn}$ составляет 3,9 с. Это означает, что
- 1) за 3,9 с атомный номер каждого ядра $^{219}_{86}\text{Rn}$ уменьшится вдвое
 - 2) одно ядро $^{219}_{86}\text{Rn}$ распадается каждые 3,9 с
 - 3) половина большого исходного количества ядер $^{219}_{86}\text{Rn}$ распадется за 3,9 с
 - 4) все изначально имевшиеся ядра $^{219}_{86}\text{Rn}$ распадутся за 7,8 с

- A29** Ядро изотопа тория $^{232}_{90}\text{Th}$ претерпевает α -распад, затем два электронных β -распада и еще один α -распад. После этих превращений получится ядро
- 1) франция $^{223}_{87}\text{Fr}$
 - 2) радона $^{222}_{86}\text{Rn}$
 - 3) полония $^{209}_{84}\text{Po}$
 - 4) радия $^{224}_{88}\text{Ra}$

- A30** В результате теоретических расчетов ученик пришел к следующему выводу: при смешивании двух одинаковых по массе порций воды, температура которых соответственно равна 20 °С и 60 °С, температура смеси составит 40 °С. Далее ученик провел эксперимент: налил в две пробирки по 5 г холодной и подогретой воды, убедился, что температура обеих порций воды имеет нужные значения, и слил обе порции в третью пробирку. Пробирку с водой он несколько раз встряхнул, чтобы вода перемешалась, и измерил температуру воды жидкостным термометром с ценой деления 1 °С. Она оказалась равной 34 °С. Какой вывод можно сделать из эксперимента?
- 1) Для измерения температуры был взят термометр со слишком большой ценой деления, что не позволило проверить гипотезу.
 - 2) Условия опыта не соответствуют теоретической модели, используемой при расчете.
 - 3) Не надо было встряхивать пробирку.
 - 4) С учетом погрешности измерение эксперимент подтвердил теоретические расчеты.

Часть 2

В задании В1 требуется указать последовательность цифр, соответствующих правильному ответу. Эту последовательность следует записать сначала в текст экзаменационной работы, а затем перенести в бланк ответов № 1 без пробелов и других символов. (Цифры в ответе могут повторяться.)

- В1** 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?

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ	ИХ ИЗМЕНЕНИЕ
А) период колебаний	1) не изменится
Б) частота	2) уменьшится
В) длина волны	3) увеличится

А	Б	В

Получившуюся последовательность цифр перенесите в бланк ответов (без пробелов и каких-либо символов).

Ответом к каждому заданию этой части будет некоторое число. Это число надо записать в бланк ответов № 1 справа от номера задания (В2 – В4), 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.

- В2** Смещение груза пружинного маятника меняется с течением времени по закону $x = A \sin \frac{2\pi}{T} t$, где период $T = 1$ с. Через какое минимальное время, начиная с момента $t = 0$, потенциальная энергия маятника достигнет половины своего максимума?

- В3** В баллоне объемом 1,66 м³ находится 2 кг газа при давлении 10⁵ Па и температуре 47°С. Какова молярная масса газа? Ответ выразите в г/моль.

В4 При коротком замыкании выводов гальванической батареи сила тока в цепи 0,45 А. При подключении к выводам батареи электрической лампы сила тока в цепи 0,225 А, а напряжение на лампе 4,5 В. Найдите ЭДС гальванической батареи.

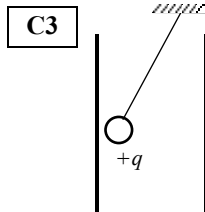
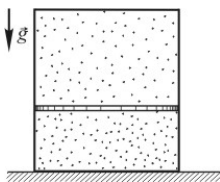
Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1

Часть 3

Задания С1 – С5 представляют собой задачи, полное решение которых необходимо записать в бланке ответов № 2. Полное правильное решение каждой задачи 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. Рекомендуются 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 Из пружинного пистолета выстрелили вертикально вниз в мишень, находящуюся на расстоянии 2 м от него. Совершив работу 0,12 Дж, пуля застряла в мишени. Какова масса пули, если пружина была сжата перед выстрелом на 2 см, а ее жесткость 100 Н/м?

С2 Вертикально расположенный замкнутый цилиндрический сосуд высотой 50 см разделен подвижным поршнем весом 110 Н на две части, в каждой из которых содержится одинаковое количество идеального газа при температуре 361 К. Сколько молей газа находится в каждой части цилиндра, если поршень находится на высоте 20 см от дна сосуда? Толщиной поршня пренебречь.



Маленький шарик с зарядом $q = 4 \cdot 10^{-7}$ Кл и массой 3 г, подвешенный на невесомой нити с коэффициентом упругости 100 Н/м, находится между вертикальными пластинами плоского воздушного конденсатора. Расстояние между обкладками конденсатора 5 см. Какова разность потенциалов между обкладками конденсатора, если удлинение нити 0,5 мм?

С4 Условимся считать изображение на пленке фотоаппарата резким, если вместо идеального изображения в виде точки на пленке получается изображение пятна диаметром не более некоторого предельного значения. Поэтому, если объектив находится на фокусном расстоянии от пленки, то резкими считаются не только бесконечно удаленные предметы, но и все предметы, находящиеся дальше некоторого расстояния d . Оцените предельный размер пятна, если при фокусном расстоянии объектива 50 мм и диаметре входного отверстия 5 мм резкими оказались все предметы, находившиеся на расстояниях более 5 м от объектива. Сделайте рисунок, поясняющий образование пятна.

С5 На рисунке изображены энергетические уровни атома и указаны длины волн фотонов, излучаемых и поглощаемых при переходах с одного уровня на другой. Экспериментально установлено, что минимальная длина волны для фотонов, излучаемых при переходах между этими уровнями, равна $\lambda_0 = 250$ нм. Какова величина λ_{13} , если $\lambda_{32} = 545$ нм, $\lambda_{24} = 400$ нм?

