

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	$g = 10 \text{ м/с}^2$
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	$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж} / \text{К}$
постоянная Авогадро	$N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$
скорость света в вакууме	$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м} / \text{с}$
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	$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
постоянная Планка	$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$

Соотношение между различными единицами

температура	$0 \text{ К} = -273 \text{ }^\circ\text{С}$
атомная единица массы	$1 \text{ а.е.м.} = 1,6606 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$
1 атомная единица массы эквивалентна	$931,5 \text{ МэВ}$
1 электронвольт	$1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$
1 мегаэлектронвольт	$1 \text{ МэВ} = 1,6 \cdot 10^{-13} \text{ Дж}$

Масса частиц

электрона	$m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг} = 5,5 \cdot 10^{-4} \text{ а.е.м.}$
протона	$m_p = 1,6726 \cdot 10^{-27} \text{ кг} = 1,00727 \text{ а.е.м.}$
нейтрона	$m_n = 1,675 \cdot 10^{-27} \text{ кг} = 1,00866 \text{ а.е.м.}$

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	$13\,600 \text{ кг/м}^3$

Удельная теплоемкость

воды	$4,2 \cdot 10^3$ Дж/(кг · К)	алюминия	900 Дж/(кг · К)
льда	$2,1 \cdot 10^3$ Дж/(кг · К)	меди	380 Дж/(кг · К)
железа	640 Дж/(кг · К)	чугуна	500 Дж/(кг · К)
свинца	130 Дж/(кг · К)		

Удельная теплота

парообразования воды	$2,3 \cdot 10^6$ Дж/кг
плавления свинца	$2,5 \cdot 10^4$ Дж/кг
плавления льда	$3,3 \cdot 10^5$ Дж/кг

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

Молярная масса

азота	$28 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	кислорода	$32 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
аргона	$40 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	лития	$6 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
водорода	$2 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	молибдена	$96 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
воздуха	$29 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	неона	$20 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
гелия	$4 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	углекислого газа	$44 \cdot 10^{-3}$ кг/моль

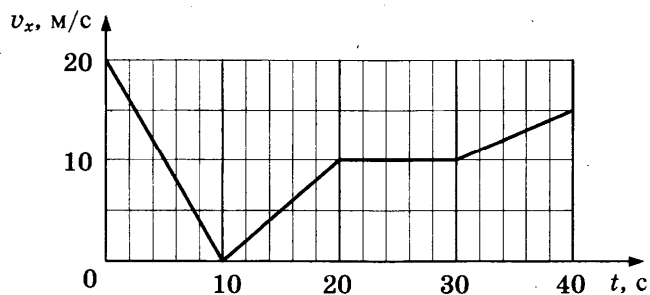
ВАРИАНТ 6

Часть 1

При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 рядом с номером выполняемого Вами задания (1–24) запишите номер выбранного ответа или ответ. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. Автомобиль движется по прямой улице. На графике представлена зависимость его скорости от времени.

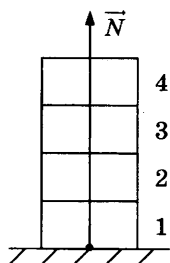
1	2	3	4	1
---	---	---	---	---



Модуль ускорения автомобиля минимален на интервале времени

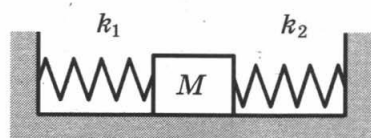
- | | |
|--------------------|--------------------|
| 1) от 10 с до 20 с | 3) от 0 до 10 с |
| 2) от 30 с до 40 с | 4) от 20 с до 30 с |
2. Четыре одинаковых кирпича массой m каждый сложены в стопку (см. рисунок). Если убрать два верхних кирпича, то модуль силы \bar{N} , действующей со стороны горизонтальной опоры на первый кирпич, уменьшится на

1	2	3	4	2
---	---	---	---	---



- | | |
|-------------------|--------------------|
| 1) $\frac{mg}{4}$ | 3) $\frac{4mg}{5}$ |
| 2) $\frac{mg}{2}$ | 4) $2mg$ |
3. Кубик массой 1 кг покоится на гладком горизонтальном столе, сжатый с боков пружинами (см. рисунок). Левая пружина жесткостью $k_1 = 400$ Н/м сжата на 4 см. С какой силой правая пружина действует на кубик?

	3
--	---



Ответ: _____ Н.

4

4. Легковой автомобиль и грузовик движутся по мосту. Каково отношение массы грузовика к массе легкового автомобиля, если отношение значений их потенциальной энергии относительно уровня воды равно 1,5?

Ответ: _____.

5

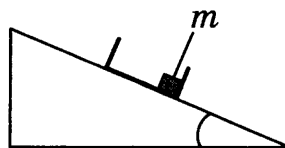
5. Сосновый брус объемом $0,06 \text{ м}^3$ плавает в воде, погружившись на $0,4$ своего объема. Определите выталкивающую (архимедову) силу, действующую на брус.

Ответ: _____ Н.

6

6. С вершины наклонной плоскости из состояния покоя скользит с ускорением легкая коробочка, в которой находится груз массой m (см. рисунок). Как изменятся ускорение при движении по наклонной плоскости и модуль работы силы тяжести, если с той же наклонной плоскости будет скользить та же коробочка с грузом массой $2m$? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

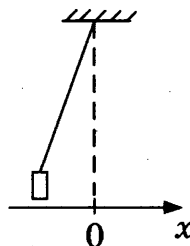


Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

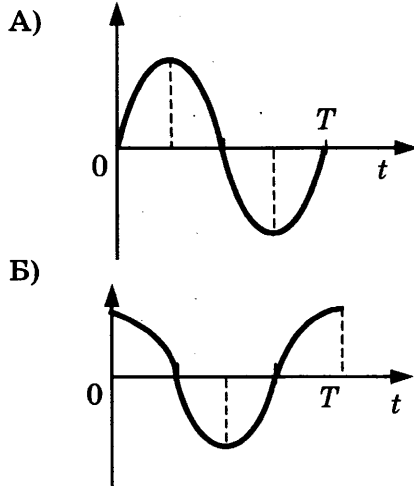
Ускорение	Модуль работы силы тяжести

7

7. Груз, привязанный к нити, отклонили от положения равновесия и отпустили из состояния покоя (см. рисунок). На графиках А и Б показано изменение 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.



ГРАФИКИ



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) кинетическая энергия E_k
- 2) координата x
- 3) проекция импульса p_x
- 4) проекция ускорения a_x

Ответ:

	А	Б

8. Броуновским движением можно считать

- 1) процесс растворения поваренной соли в воде
- 2) беспорядочное движение мошек, роящихся вечером под фонарем
- 3) беспорядочное движение микроскопических капелек жира в молоке
- 4) проникновение кислорода в глубинные слои водоема

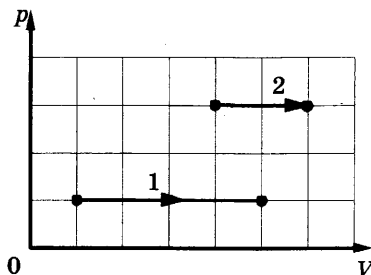
1	2	3	4	8
---	---	---	---	---

9. В одном сосуде находится кислород, а в другом — углекислый газ. Средние значения кинетической энергии поступательного теплового движения молекул кислорода и молекул углекислого газа одинаковы в том случае, если у этих газов одинаковы значения

- 1) концентрации частиц
- 2) объема
- 3) массы
- 4) температуры

1	2	3	4	9
---	---	---	---	---

10. На pV -диаграмме показаны два процесса, проведенные с одним и тем же количеством газообразного неона. Определите отношение работы $\frac{A_2}{A_1}$ в этих процессах.



Ответ: _____ .

	10
--	----

11

11. Объем сосуда с идеальным газом уменьшили вдвое и добавили в сосуд такую же массу того же газа. Температура в сосуде поддерживается постоянной. Как изменились в результате этого давление газа в сосуде и его внутренняя энергия?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Давление газа в сосуде	Внутренняя энергия газа в сосуде

12

12. Установите соответствие между процессами в идеальном газе и формулами, которыми они описываются (N — число частиц, p — давление, V — объем, T — абсолютная температура, Q — количество теплоты.) К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ПРОЦЕССЫ

- А) изохорный процесс при $N = \text{const}$
- Б) адиабатный процесс при $N = \text{const}$

ФОРМУЛЫ

- 1) $\frac{p}{T} = \text{const}$
- 2) $\frac{V}{T} = \text{const}$
- 3) $pV = \text{const}$
- 4) $Q = 0$

Ответ:

А	Б

13

1 2 3 4

13. Узкий пучок белого света после прохождения через стеклянную призму дает на экране спектр. Укажите правильную последовательность цветов в спектре.

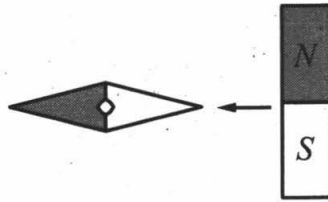
- 1) желтый — оранжевый — голубой — зеленый
- 2) желтый — оранжевый — зеленый — голубой
- 3) зеленый — голубой — синий — фиолетовый
- 4) голубой — синий — зеленый — фиолетовый

14

1 2 3 4

14. Магнитная стрелка компаса зафиксирована на оси (северный полюс затемнен, см. рисунок). К компасу поднесли сильный постоянный полосовой магнит и освободили стрелку. В каком положении установится стрелка?

- 1) повернется на 90° против часовой стрелки
- 2) останется в прежнем положении
- 3) повернется на 90° по часовой стрелке
- 4) повернется на 180°



15. Два неподвижных точечных заряда действуют друг на друга с силами, модуль которых равен 2 мН. Чему станет равен модуль этих сил, если один заряд увеличить в 2 раза, а расстояние между ними уменьшить в 2 раза?

 15

Ответ: _____ мН.

16. В цепи из двух одинаковых последовательно включенных резисторов за час выделяется количество теплоты 20 кДж. Какое количество теплоты будет выделяться в цепи из этих резисторов за час, если их включить параллельно, а подводимое к ним напряжение уменьшить в 2 раза?

 16

Ответ: _____ кДж.

17. В прозрачном сосуде, заполненном водой, находится дифракционная решетка. Решетка освещается параллельным пучком монохроматического света, падающим перпендикулярно ее поверхности через боковую стенку сосуда. Как изменятся длина волны, падающей на решетку, и угол между падающим лучом и первым дифракционным максимумом при замене воды в сосуде прозрачной жидкостью с большим показателем преломления?

 17

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждого ответа. Цифры в ответе могут повторяться.

Длина волны света, достигающего решетки	Угол между нормалью к решетке и первым дифракционным максимумом

18. Колебательный контур состоит из конденсатора емкостью C и катушки индуктивностью L . При электромагнитных колебаниях, происходящих в этом контуре, максимальная сила тока, протекающего через катушку индуктивности, равна I . 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. Сопротивлением контура пренебречь.

 18

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) максимальная энергия магнитного поля катушки индуктивности
 Б) максимальный заряд конденсатора

ФОРМУЛЫ

- 1) $\frac{I^2}{\sqrt{LC}}$
 2) $I\sqrt{LC}$
 3) $\frac{LI^2}{2}$
 4) $\frac{I^2}{2L}$

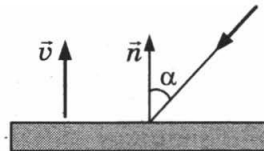
Ответ:

А	Б

19

1 2 3 4

19. На зеркало, движущееся в вакууме относительно инерциальной системы отсчета (ИСО) со скоростью v , (см. рисунок), падает луч синего света. Какова скорость света в этой ИСО после отражения от зеркала, если угол падения равен 60° ? Скорость света от неподвижного источника в вакууме равна c .



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

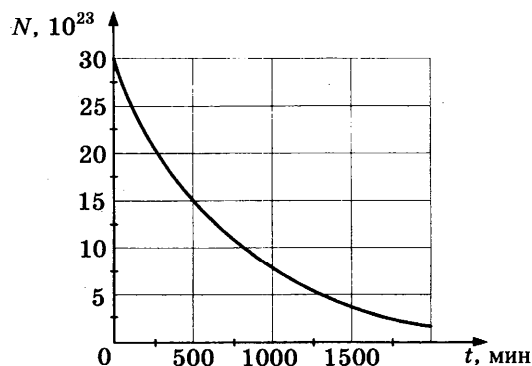
20

1 2 3 4

20. Радиоактивный изотоп натрия ${}_{11}^{24}\text{Na}$ в результате β^- -распада превращается в ядро
 1) неона ${}_{10}^{20}\text{Ne}$
 2) алюминия ${}_{13}^{27}\text{Al}$
 3) магния ${}_{12}^{24}\text{Mg}$
 4) кислорода ${}_{8}^{20}\text{O}$

21

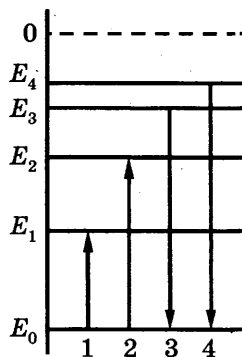
21. Дан график зависимости числа нераспавшихся ядер платины ${}_{78}^{200}\text{Pt}$ от времени. Чему равен период полураспада этого изотопа платины?



Ответ: _____ мин.

22. На рисунке изображена упрощенная диаграмма энергетических уровней атома. Нумерованными стрелками отмечены некоторые возможные переходы атома между этими уровнями. Какие из этих переходов связаны с поглощением света наименьшей длины волны и излучением кванта света с наибольшей энергией?

Установите соответствие между процессами поглощения и испускания света и стрелками, указывающими энергетические переходы атома. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

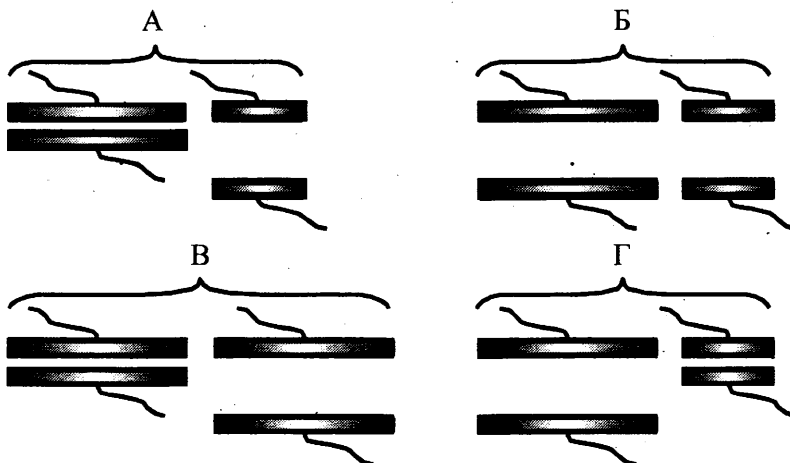


ПРОЦЕСС	ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПЕРЕХОД
А) поглощение света наименьшей длины волны	1) 1
	2) 2
Б) излучение кванта света с наибольшей энергией	3) 3
	4) 4

Ответ:

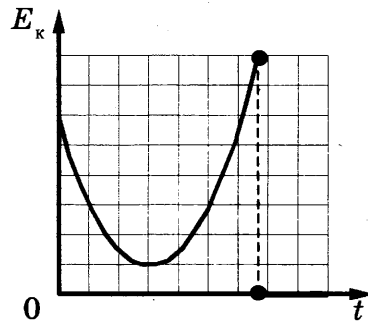
А	Б

23. Конденсатор состоит из двух круглых пластин, разделенных воздушным промежутком. Необходимо экспериментально установить, зависит ли емкость конденсатора от расстояния между пластинами. Какую(-ие) пару(-ы) конденсаторов нужно использовать для этой цели?



- | | |
|---------------|-------------|
| 1) А, Б или Г | 3) только В |
| 2) только Б | 4) только Д |

24. На рисунке представлен схематичный вид графика изменения кинетической энергии тела с течением времени. Выберите два утверждения, которые соответствуют результатам опыта.



- 1) В процессе наблюдения кинетическая энергия тела все время увеличивалась.
- 2) В конце наблюдения кинетическая энергия тела становится равной нулю.
- 3) Тело брошено под углом к горизонту с балкона и упало на землю.
- 4) Тело брошено под углом к горизонту с поверхности земли и упало обратно на землю.
- 5) Тело брошено вертикально вверх с балкона и упало на землю.

Ответ:

--	--

Часть 2

При выполнении заданий 25–27 части 2 в бланке ответов № 1 рядом с номером выполняемого Вами задания запишите ответ. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25. Летящая горизонтально пластилиновая пуля массой 9 г попадает в неподвижно висящий на нити длиной 40 см груз массой 81 г, в результате чего груз с прилипшей к нему пулей начинает совершать колебания. Максимальный угол отклонения нити от вертикали при этом $\alpha = 60^\circ$. Какова скорость пули перед попаданием в груз?

Ответ: _____ м/с.

26. При увеличении абсолютной температуры на 600°K средняя кинетическая энергия теплового движения молекул гелия увеличилась в 4 раза. Какова конечная температура газа?

Ответ: _____ К.

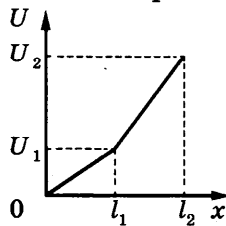
27. Предмет расположен на горизонтальной главной оптической оси тонкой собирающей линзы. Оптическая сила линзы $D = 5$ дптр. Изображение предмета действительное, увеличение (отношение высоты изображения предмета к высоте самого предмета) $k = 2$. Найдите расстояние от изображения предмета до линзы.

Ответ: _____ см.

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1.

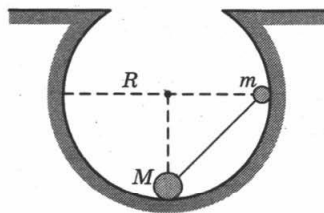
Полное решение задач 28–32 необходимо записать в бланке ответов № 2. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (28, 29 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.

28. Цилиндрический проводник длиной $l = l_2$ включен в цепь постоянного тока. К нему подключают вольтметр таким образом, что одна из клемм вольтметра все время подключена к началу проводника, а вторая может перемещаться вдоль проводника. На рисунке приведена зависимость показаний вольтметра U от расстояния x до начала проводника. Как зависит от x удельное сопротивление проводника? Ответ поясните, указав, какие физические закономерности Вы использовали.

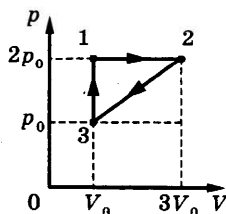


Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

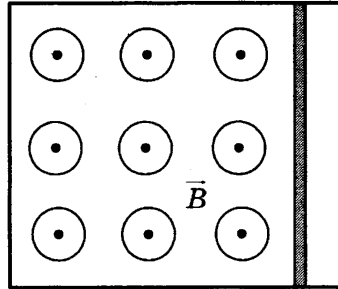
29. Небольшие шарики, массы которых m и M , соединены легким стержнем и помещены в гладкую сферическую выемку радиусом $R = 20$ см. В начальный момент шарики удерживаются в положении, изображенном на рисунке. Когда их отпустили без толчка, шарики стали скользить по поверхности выемки. Минимальная высота, на которой оказался шарик m в процессе движения, равна 4 см от нижней точки выемки. Определите отношение масс M и m .



30. Изменение состояния постоянной массы одноатомного идеального газа происходит по циклу, показанному на рисунке. При переходе газа из состояния 2 в состояние 3 внешние силы совершают работу $A_{23} = 5$ кДж. Какое количество теплоты газ получает за цикл от нагревателя?



31. Металлический стержень, согнутый в виде буквы П, закреплен в горизонтальной плоскости. На параллельные стороны стержня опирается концами перпендикулярная перемычка массой 92 г и длиной 1,5 м. Сопротивление перемычки равно 0,1 Ом. Вся система находится в однородном вертикальном магнитном поле с индукцией 0,1 Тл. С какой установившейся скоростью будет двигаться перемычка, если к ней приложить постоянную горизонтальную силу 1,13 Н? Коэффициент трения между стержнем и перемычкой равен 0,25. Сопротивлением стержня пренебречь. Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на перемычку.



32. Значения энергии электрона в атоме водорода задаются формулой $E_n = -\frac{13,6 \text{ эВ}}{n^2}$, $n = 1, 2, 3, \dots$. При переходах с верхних уровней энергии на нижние атом излучает фотон. Переходы с верхних уровней на уровень с $n = 1$ образуют серию Лаймана; на уровень с $n = 2$ — серию Бальмера; на уровень с $n = 3$ — серию Пашена и т.д. Найдите отношение β максимальной частоты фотона в серии Лаймана к максимальной частоте фотона в серии Бальмера.