

# Единый государственный экзамен по ФИЗИКЕ

## Вариант № 351

### 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 заданий (С1–С6), на которые требуется дать развернутый ответ.

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

Выполните 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	$10^{-9}$
деки	д	$10^{-1}$	пико	п	$10^{-12}$

### Константы

число $\pi$	$\pi = 3,14$
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	$R = 8,31 \text{ Дж/(моль}\cdot\text{К)}$
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	$k = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \text{ Н}\cdot\text{м}^2/\text{Кл}^2$
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	$0 \text{ К} = -273^\circ\text{C}$
атомная единица массы	$1 \text{ а.е.м.} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$
1 атомная единица массы эквивалентна	931,5 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	$1000 \text{ кг/м}^3$	подсолнечного масла	$900 \text{ кг/м}^3$
древесины (сосна)	$400 \text{ кг/м}^3$	алюминия	$2700 \text{ кг/м}^3$
керосина	$800 \text{ кг/м}^3$	железа	$7800 \text{ кг/м}^3$
		ртути	$13600 \text{ кг/м}^3$

### Удельная теплоемкость

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

### 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 $10^5 \text{ Па}$ , температура $0^\circ\text{C}$

### 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 «×» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.**

**A1**

Пловец плывет против течения реки. Чему равна скорость пловца относительно берега реки, если его скорость относительно воды 1,5 м/с, а скорость течения реки 0,5 м/с?

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

**A2**

В инерциальной системе отсчета сила  $\mathbf{F}$  сообщает телу массой  $m$  ускорение  $\mathbf{a}$ . Как надо изменить силу, чтобы при увеличении массы тела вдвое его ускорение стало в 4 раза меньше?

- 1) увеличить в 2 раза  
2) оставить неизменной  
3) уменьшить в 8 раз  
4) уменьшить в 2 раза

**A3**

Два маленьких шарика находятся на некотором расстоянии друг от друга. Как надо изменить расстояние между ними, чтобы при увеличении их масс вдвое сила гравитационного взаимодействия между ними осталась прежней?

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

**A4**

При формировании состава на неподвижный вагон массой 50 т «налетел» вагон массой 25 т. После автосцепки оба вагона движутся со скоростью 0,2 м/с. До автосцепки налетающий вагон имел скорость

- 1) 0,1 м/с      2) 0,4 м/с      3) 0,6 м/с      4) 0,8 м/с

**A5**

Товарный вагон, движущийся по горизонтальному пути с небольшой скоростью, сталкивается с другим вагоном и останавливается. При этом пружина буфера сжимается. Какое из перечисленных ниже преобразований энергии происходит в этом процессе?

- 1) Кинетическая энергия вагона преобразуется в потенциальную энергию пружины.  
2) Кинетическая энергия вагона преобразуется в его потенциальную энергию.  
3) Потенциальная энергия пружины преобразуется в её кинетическую энергию.  
4) Внутренняя энергия пружины преобразуется в кинетическую энергию вагона.

**A6**

Ускорение тела, совершающего гармонические колебания, меняется с течением времени в соответствии с уравнением  $a = 0,01 \sin 2\pi t$ , где все величины выражены в СИ. Амплитуда колебаний ускорения равна

- 1)  $0,01 \text{ м/с}^2$       2)  $0,02 \text{ м/с}^2$       3)  $2 \text{ м/с}^2$       4)  $2\pi \text{ м/с}^2$

**A7**

Подвешенный на нити грузик совершает гармонические колебания. В таблице представлены координаты грузика через одинаковые промежутки времени. Длина нити 1,5 м. Каково, примерно, значение ускорения свободного падения?

$t$ (с)	0	0,6	1,2	1,8	2,4	3,0	3,6
$x$ (см)	-10	0	10	0	-10	0	10

- 1)  $13,4 \text{ м/с}^2$       2)  $11,7 \text{ м/с}^2$       3)  $10,3 \text{ м/с}^2$       4)  $9,4 \text{ м/с}^2$

**A8**

В сосуде находится смесь двух газов: 3 моль кислорода и 3 моль водорода. Каково соотношение чисел молекул  $N_1$  кислорода и  $N_2$  водорода?

- 1)  $N_1 = N_2$       2)  $N_1 = 16 \cdot N_2$       3)  $16 \cdot N_1 = N_2$       4)  $N_1 = 8 \cdot N_2$

**A9**

Как изменится давление разреженного газа в сосуде, если концентрацию молекул газа увеличить в 2 раза, а температуру оставить неизменной?

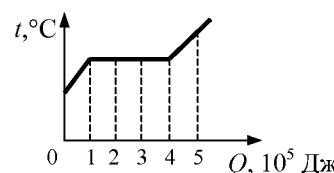
- 1) увеличится в 2 раза  
2) уменьшится в 2 раза  
3) увеличится в 4 раза  
4) увеличится в  $\sqrt{2}$  раз

**A10**

- Внутренняя энергия монеты увеличивается, если ее
- 1) заставить вращаться
  - 2) заставить двигаться с большей скоростью
  - 3) подбросить вверх
  - 4) нагреть

**A11**

- На рисунке показан график изменения температуры вещества по мере поглощения теплоты. Масса вещества 1 кг. Первоначально вещество было в твердом состоянии. Какова удельная теплота плавления вещества?



- 1)  $6 \cdot 10^4$  Дж/кг
- 2)  $3 \cdot 10^5$  Дж/кг
- 3)  $1,5 \cdot 10^6$  Дж/кг
- 4)  $2 \cdot 10^6$  Дж/кг

**A12**

- Давление 1,5 моль водорода в сосуде при температуре 200 К равно  $p_1$ . Каково давление 0,5 моль водорода в таком же сосуде при вдвое большей температуре?

- 1)  $\frac{3}{2}p_1$
- 2)  $\frac{2}{3}p_1$
- 3)  $\frac{1}{6}p_1$
- 4)  $6p_1$

**A13**

- При перемещении электрического заряда в электрическом поле между точками с разностью потенциалов  $10^4$  В поле совершило работу 5 мДж. Величина заряда равна

- 1) 0,5 мкКл
- 2) 5 мкКл
- 3) 2 мкКл
- 4) 50 мкКл

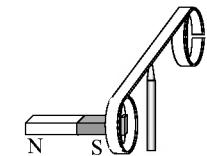
**A14**

- В течение 15 с по проводнику сопротивлением 24 Ом идет постоянный ток. Чему равна сила тока, если за это время работа тока равнялась 3240 Дж?

- 1) 120 А
- 2) 39 А
- 3) 3 А
- 4) 25 А

**A15**

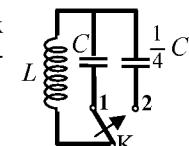
- На рисунке изображена демонстрация опыта по проверке правила Ленца. При выдвижении магнита из алюминиевого кольца оно перемещается вслед за магнитом. Это движение кольца – результат действия



- 1) силы гравитационного взаимодействия между кольцом и магнитом
- 2) силы Ампера, действующей со стороны магнитного поля магнита на кольцо, по которому идет индукционный ток
- 3) кулоновских (электростатических) сил, которые возникают при движении магнита относительно кольца
- 4) воздушных потоков, вызванных движением руки и магнита

**A16**

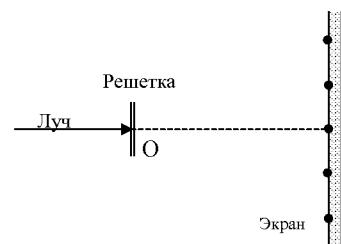
- Как изменится период собственных электромагнитных колебаний в контуре (см. рисунок), если ключ К перевести из положения 1 в положение 2?



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

**A17**

- Лазерный луч падает перпендикулярно на дифракционную решетку. На вертикальном экране (см. рисунок) наблюдается серия ярких пятен. Какие изменения произойдут в расположении пятен на экране при отодвигании решетки от экрана?



- 1) расположение пятен не изменится
- 2) пятна исчезнут
- 3) расстояние между пятнами уменьшится
- 4) расстояние между пятнами увеличится

**A18**

- Согласно специальной теории относительности значение скорости света в вакууме
- является максимально возможным для движения материальных объектов в любой инерциальной системе отсчёта.
  - не зависит от скорости источника или приёмника света.
  - одинаково во всех инерциальных системах отсчёта.

Какие из утверждений верны?

- А и Б
- А и В
- Б и В
- А, Б и В

**A19**

Колебания напряжения на конденсаторе в цепи переменного тока описываются уравнением:  $U = 200 \cdot \cos 50\pi t$ , где все величины выражены в СИ. Емкость конденсатора равна 1 мкФ. Определите заряд конденсатора через  $\frac{1}{4} T$  с после начала колебаний.

- $-1 \cdot 10^{-4}$  Кл
- $-1 \cdot 10^{-2}$  Кл
- 0 Кл
- $1 \cdot 10^{-4}$  Кл

**A20**

Какие из перечисленных частиц обладают волновыми свойствами?

- нейtron
- протон
- $\alpha$ -частица
- только А
- А и Б
- А и В
- все три

**A21**

Из ядра  $^{215}_{84}\text{Po}$  получается ядро  $^{211}_{83}\text{Bi}$  в результате

- двух  $\alpha$ -распадов
- двух  $\alpha$ -распадов и одного  $\beta$ -распада
- одного  $\alpha$ -распада и двух  $\beta$ -распадов
- одного  $\alpha$ -распада и одного  $\beta$ -распада

**A22**

Какая из строчек таблицы правильно отражает структуру ядра  $^{115}_{49}\text{In}$ ?

число протонов	число нейтронов
49	66
49	115
11	49
11	164

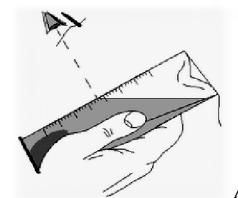
**A23**

Работа выхода электронов из фотокатода равна 2 эВ. Какова энергия фотонов, падающих на фотокатод, если максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов равна 1,5 эВ?

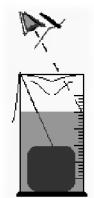
- 0,5 эВ
- 1,5 эВ
- 2,0 эВ
- 3,5 эВ

**A24**

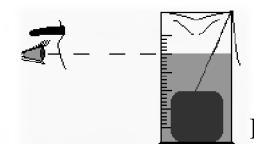
На рисунке показан процесс измерения объема тела. В каких случаях измерение проводится правильно?



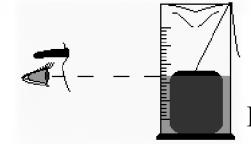
A



B

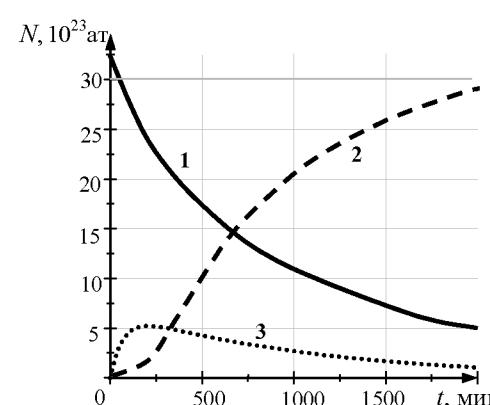


C



D

- ни в одном
- только В
- В и Г
- во всех случаях

**A25**

Платина  $^{200}_{78}\text{Pt}$  в результате одного  $\beta^-$ -распада переходит в радиоактивный изотоп золота  $^{200}_{79}\text{Au}$ , который затем превращается в стабильный изотоп ртути  $^{200}_{80}\text{Hg}$ . На рисунке приведены графики изменения числа атомов с течением времени. Какой график может относиться к изотопу  $^{200}_{80}\text{Hg}$ ?

- 1
- 2
- 3
- ни один из графиков

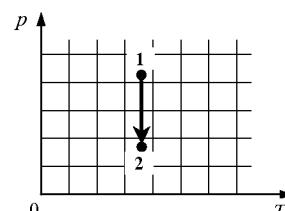
**Часть 2**

**В заданиях В1–В2 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**

Идеальный одноатомный газ переходит из состояния 1 в состояние 2 (см. диаграмму). Масса газа не меняется. Как ведут себя перечисленные ниже величины, описывающие этот газ в ходе указанного на диаграмме процесса?

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

**ХАРАКТЕР ИЗМЕНЕНИЯ**

- |                       |                  |
|-----------------------|------------------|
| А) давление газа      | 1) увеличивается |
| Б) объем газа         | 2) уменьшается   |
| В) внутренняя энергия | 3) не изменяется |

A	Б	В

**В2**

В ядерном реакторе цепочка ядерных реакций начинается с захвата ядром быстрого нейтрона. Как ведут себя перечисленные ниже характеристики атомного ядра при захвате нейтрона?

Установите соответствие между физическими величинами, характеризующими ядро, и характером их изменения.

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

**ВЕЛИЧИНЫ**

- |                        |                  |
|------------------------|------------------|
| А) массовое число ядра | 1) не изменяется |
| Б) заряд ядра          | 2) увеличивается |
|                        | 3) уменьшается   |

**ХАРАКТЕР ИЗМЕНЕНИЯ**

A	Б

**Ответом к каждому заданию этой части будет некоторое число. Это число надо записать в бланк ответов № 1 справа от номера задания (В3–В5), 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**

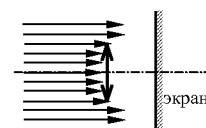
Небольшой камень, брошенный с ровной горизонтальной поверхности земли под углом  $45^\circ$  к горизонту, упал обратно на землю в 20 м от места броска. Какой максимальной высоты он достиг за время полёта?

**В4**

В калориметр с водой, температура которой  $0^\circ\text{C}$ , опущена трубка. По трубке через воду пропускают водяной пар при температуре  $100^\circ\text{C}$ . В некоторый момент масса воды перестает увеличиваться, хотя пар по-прежнему пропускают. Первоначальная масса воды 230 г. Насколько увеличилась масса воды? Ответ выразите в граммах (г).

**В5**

Пучок параллельных световых лучей падает перпендикулярно на тонкую собирающую линзу оптической силой 5 дптр. Диаметр линзы 6 см (см. рисунок). Каков внешний диаметр светового кольца на экране, стоящем на расстоянии 60 см от линзы? Ответ выразите в сантиметрах.



**Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1**

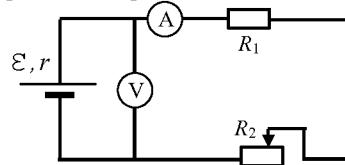
**Часть 3**

**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.**

**В задаче С1 следует записать развернутый ответ, поясняющий физические процессы, описанные в задаче, и ход ваших рассуждений.**

**C1**

На рисунке показана принципиальная схема электрической цепи, состоящей из источника тока с отличным от нуля внутренним сопротивлением, резистора, реостата и измерительных приборов – идеального амперметра и идеального вольтметра. Используя законы постоянного тока, проанализируйте эту схему и выясните, как будут изменяться показания приборов при перемещении движка реостата вправо.



**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.**

**C2**

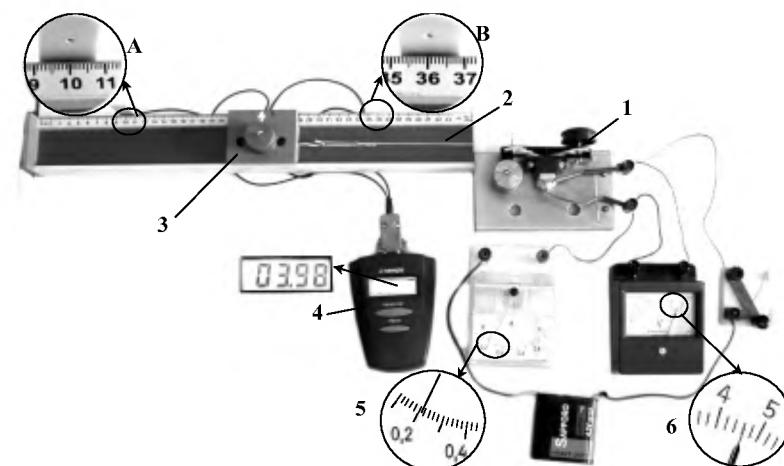
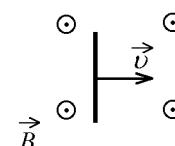
Первая космическая скорость для планеты Плюк в два раза больше, чем для Земли, а период обращения спутника, движущегося вокруг Плюка по низкой круговой орбите, равен периоду обращения аналогичного спутника Земли. Чему равно отношение средних плотностей Плюка и Земли? Объем шара пропорционален кубу радиуса ( $V \sim R^3$ ).

**C3**

В сосуде с небольшой трещиной находится воздух, который может просачиваться сквозь трещину. Во время опыта давление воздуха в сосуде уменьшилось в 2 раза, а его абсолютная температура уменьшилась в 4 раза при неизменном объеме. Во сколько раз изменилась внутренняя энергия воздуха в сосуде? (Воздух считать идеальным газом.)

**C4**

На фотографии представлена установка для преобразования электрической энергии в механическую с помощью электродвигателя (1). Нить (2) равномерно перемещает каретку (3) вдоль направляющей горизонтальной линейки. При прохождении каретки мимо датчика А секундомер (4) включается, а при прохождении каретки мимо датчика В секундомер выключается. Дисплей секундомера в этот момент показан слева от датчика. При силе тока, зафиксированной амперметром (5), и напряжении, которое показывает вольтметр (6), модуль работы силы трения, возникающей при движении каретки, составляет 0,05 от работы электрического тока. Какова сила трения скольжения между кареткой и направляющей?

**C5**

Горизонтально расположенный проводник длиной 0,5 м движется равноускоренно в вертикальном однородном магнитном поле, индукция которого направлена перпендикулярно проводнику и скорости его движения (см. рисунок). При начальной скорости проводника, равной нулю, и ускорении  $8 \text{ м/с}^2$ , проводник переместился на 1 м. Какова индукция магнитного поля, в котором движется проводник, если ЭДС индукции на концах проводника в конце перемещения равна 2 В?

**C6**

В сосуде находится разреженный атомарный водород. Атом водорода в основном состоянии ( $E_1 = -13,6 \text{ эВ}$ ) поглощает фотон и ионизуется. Электрон, вылетевший из атома в результате ионизации, движется вдали от ядра со скоростью  $v = 1000 \text{ км/с}$ . Какова энергия поглощенного фотона? Энергией теплового движения атомов водорода пренебречь.