

**!n-ному возбуждённому состоянию соответствует главное квантовое число n+1!!**

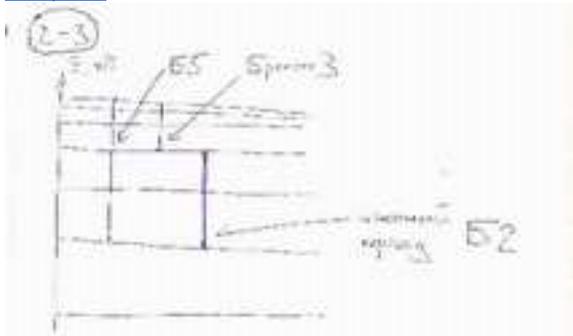
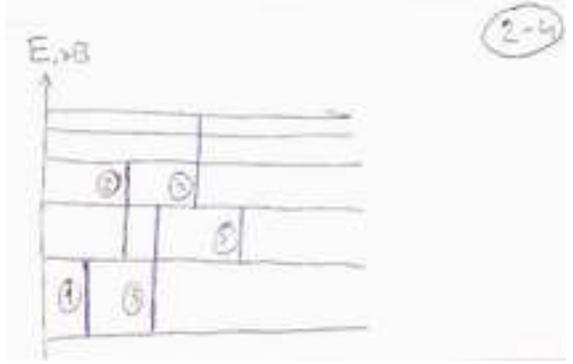
**Задание 1.**

1	Выберите правильно условие квантования, соответствующее стационарным орбитам электрона в атоме водорода по Бору.	Ответ: <b>4</b> ( $L = n\hbar$ ).
2	Какова в теории Бора природа сил, удерживающих электрон на стационарной орбите?	Ответ: <b>4</b> (электростатические кулоновские силы).
3	В чём недостаточность планетарной модели атома Резерфорда?	Ответ: <b>3</b> (модель атома Резерфорда неустойчива). Объяснение: по модели Резерфорда, электрон при движении должен излучать электромагнитные волны; это сопровождается потерей энергии, электрон в конечно счёте должен упасть на ядро. Время жизни такого атома – порядка $10^{-11}$ с
4	Выберите величину, которая не изменяется для любых стационарных боровских состояний. Она должна соответствовать бальмеровскому виду спектральных термов атома водорода.	Ответ: <b>4</b> ( $E \cdot n^2$ ). Вывод: $E = - (m \cdot e^4 \cdot Z^2) / (2 \cdot \hbar^2 \cdot n^2)$ . Всё, кроме E и n – константы. Следовательно $E \cdot n^2 = \text{const}$ . /*Если не ошибаюсь, вывели постоянную Ридберга*/
5	Выберите правильное описание изменений спектральных термов с увеличением их порядковых номеров.	Ответ: <b>4</b> (Уменьшаясь по модулю, остаются положительными). Выражение: спектральный терм $T = R/n^2$
6	Чем в теории Бора объясняется нарушение законов классической электродинамики: отсутствие излучения при ускоренном движении электрона вокруг ядра?	Ответ: <b>5</b> (Ничем. Это отсутствие просто постулируется). <b>Первый постулат</b> ( <i>постулат стационарных состояний</i> ): <i>электроны движутся только по определенным (стационарным) орбитам. При этом, даже двигаясь с ускорением, они не излучают энергию.</i>
7	Имеются ли среди постулатов Бора утверждения о существовании стационарных состояний (А), скачкообразном изменении энергии при переходе между стационарными состояниями (В) и о квантовом характере теплового излучения нагретых тел (С)?	Ответ: <b>5</b> (Имеются утверждения А и В).
8	Выберите выражение, связывающее спектральный терм Т и энергию соответствующего атомного уровня E	Ответ: <b>3</b> ( $T = - E/ch$ ). Вывод: $\lambda = c/v$ ; $1/\lambda = T$ ; $v = E/h \Rightarrow T = - E/ch$ Знак минус связан с необходимостью ставить в соответствие более высоким уровням энергии термы с меньшими численными значениями.

9	Выберите формулу, правильно выражающую связь между разностью энергий боровских стационарных состояний $E_n - E_m$ и длиной волны света, излучаемого при переходе между ними.	Ответ: <b>5</b> ( $\lambda = ch/(E_n - E_m)$ ) Вывод: $h\nu = E_n - E_m$ ; $hc/\lambda = E_n - E_m \Rightarrow \lambda = ch/(E_n - E_m)$
10	Частота (волновое число) каждой спектральной линии выражается через ...	Ответ: <b>3</b> (разность двух спектральных термов). Выражения: спектральный терм $T = R/n^2$ ; волновое число $k = 2\pi/\lambda$
11	Выберите правильно условие квантования, соответствующее стационарным орбитам электрона в атоме водорода по Бору.	Ответ: <b>4</b> ( $L = n\hbar$ ).
12	Какова в теории Бора природа сил, удерживающих электрон на стационарной орбите?	Ответ: <b>4</b> (электростатические кулоновские силы).
14	Выберите правильное описание изменений спектральных термов с увеличением их порядковых номеров.	Ответ: <b>4</b> (Уменьшаясь по модулю, остаются положительными). Выражение: спектральный терм $T = R/n^2$
15	Выберите величину, которая не изменяется для любых стационарных боровских состояний. Она должна соответствовать бальмеровскому виду спектральных термов атома водорода.	Ответ: <b>4</b> ( $E \cdot n^2$ ). Вывод: $E = -(m \cdot e^4 \cdot Z^2)/(2 \cdot \hbar^2 \cdot n^2)$ . Всё, кроме $E$ и $n$ – константы. Следовательно $E \cdot n^2 = \text{const}$ . /*Если не ошибаюсь, вывели постоянную Ридберга*/

#### Задание 2.

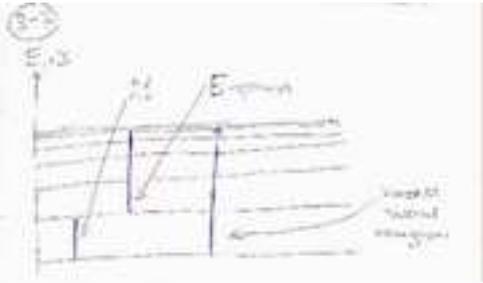
1	Смысл $n$ -ой стационарной боровской орбиты радиуса $R$ с точки зрения теории корпускулярно-волнового дуализма заключается в том, что дебройлевская длина волны электрона ...	Ответ: <b>4</b> (образует стоячую волну с числом узлов $2n$ ). $n\lambda_n = 2\pi r_n$
2	Выберите атомы, которые не являются водородоподобными.	Ответ: <b>2; 3</b> (гелий; однократно ионизированный тритий). Определение: водородоподобный атом – атом, содержащий в электронной оболочке один и только один электрон.

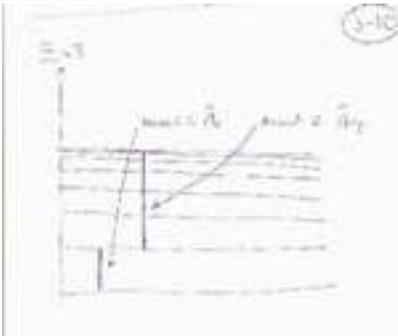
3	Если из частоты пятой линии серии Бальмера вычесть частоту третьей линии серии Бреккетта, то получится ...	<p>Ответ: <b>3</b> (частота второй линии серии Бальмера).  <u>Рисунок:</u></p> 
4	Из представленного списка выберите спектральную линию с минимальной длиной волны.	<p>Ответ: <b>3</b> (Вторая линия серии Лаймана).          Объяснение: по формуле Ридберга <math>1/\lambda = R(1/n^2 - 1/m^2)</math>, чем "длиннее" линия, тем короче длина волны.  <u>Рисунок:</u></p> 
5	Для какого из стационарных состояний полная энергия электрона в атоме водорода равна половине его потенциальной энергии?	<p>Ответ: <b>4</b> (Для любого).          Выражения: <math>E_k = mv^2/2 = (1/2) * (ze^2/4\pi\epsilon_0 r)</math>  <math>E_{пот} = -ze^2/4\pi\epsilon_0 r</math>, <math>E_{полн} = E_k + E_{пот} = -(1/2) * (ze^2/4\pi\epsilon_0 r)</math></p>
6	Протон (p) и $\alpha$ -частица движутся с одинаковыми импульсами. Выберите правильное значение для отношения их длин волн де-Бройля ( $\lambda_p/\lambda_\alpha$ ).	<p>Ответ: <math>\lambda_p/\lambda_\alpha = 1</math>.          Решение: <math>\lambda = h/p</math>; <math>p_p = p_\alpha \Rightarrow \lambda_p/\lambda_\alpha = 1</math></p>
7	Определите кинетическую энергию (W) электрона, дебройлевская длина волны которого равна 1А.	<p>Ответ: <b>W <math>\approx</math> 150 эВ.</b>          Решение: <math>\lambda_{бр} = h/p</math>; <math>p = m_0 v</math>; <math>W_k = p^2/2m</math>; <math>\lambda_{бр} = h/\sqrt{2m_0 W_k} \Rightarrow W_k = h^2/(2m_0 \lambda_{бр}^2) = 150 \text{ эВ}</math></p>
8	На рисунке представлена гипотетическая схема энергетических уровней атома. Выберите выражения с помощью которых нельзя определить частоту второй линии серии А.	<p>Ответ: <b>2; 5</b> (<math>v_{A5} - v_{D2}</math>; <math>v_{A2} + v_{C3} - v_{D2}</math>).          Искомая линия: A2 (на рисунке от -3.5 до -10).          Объяснение: частоту линии можно определить, если длина искомой линии получается при сложении/вычитании длин данных линий.</p>
9	Как связаны между собой: теоретическое значение постоянной Ридберга, рассчитанное из условия неподвижности атомного ядра и её экспериментальное значение?	<p>Ответ: <b>3</b>          Всегда больше её экспериментального значения.          /* Даже вроде как <math>R_{эксп} = R/(1+m/M)</math> */</p>

10	На рисунке представлена гипотетическая схема энергетических уровней атома. Выберите выражения с помощью которых нельзя определить частоту второй линии серии В.	<p>Ответ: <b>3; 4</b> (<math>\nu_{A4} - \nu_{D1} - \nu_{C1}</math>; <math>\nu_{A1} - \nu_{D1}</math>).</p> <p>Искомая линия: В2 (на рисунке от -2 до -6).</p> <p>Объяснение: частоту линии можно определить, если длина искомой линии получается при сложении/вычитании длин данных линий.</p>
11	Выберите атомы, которые не являются водородоподобными.	<p>Ответ: <b>2; 3</b> (гелий; однократно ионизированный тритий).</p> <p>Определение: водородоподобный атом – атом, содержащий в электронной оболочке один и только один электрон.</p>
12	Выберите атомы, являющиеся водородоподобными.	<p>Ответ: <b>1; 5</b> (дейтерий; трехкратно ионизованный бериллий).</p> <p>Определение: водородоподобный атом – атом, содержащий в электронной оболочке один и только один электрон.</p>
14	Как связаны между собой: теоретическое значение постоянной Ридберга, рассчитанное из условия неподвижности атомного ядра и её экспериментальное значение?	<p>Ответ: <b>3</b></p> <p>Всегда больше её экспериментального значения.</p> <p>/* Даже вроде как <math>R_{\text{эксп}} = R / (1 + m/M)</math> */</p>
15	На рисунке представлена гипотетическая схема энергетических уровней атома. Выберите выражения с помощью которых нельзя определить частоту второй линии серии В.	<p>Ответ: <b>3; 4</b> (<math>\nu_{A4} - \nu_{D1} - \nu_{C1}</math>; <math>\nu_{A1} - \nu_{D1}</math>).</p> <p>Искомая линия: В2 (на рисунке от -2 до -6).</p> <p>Объяснение: частоту линии можно определить, если длина искомой линии получается при сложении/вычитании длин данных линий.</p>

### Задание 3.

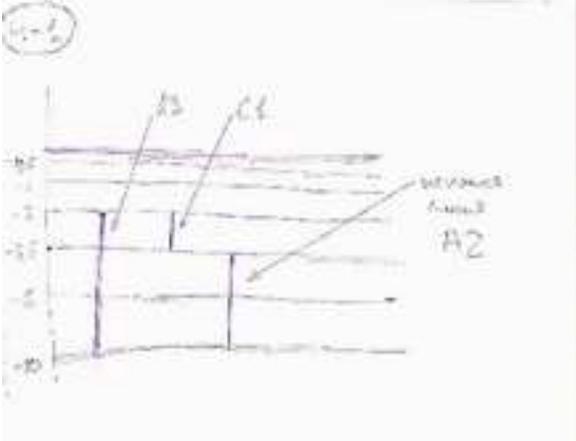
1	Атом водорода возбужден в состоянии с главным квантовым числом $n$ . При его излучательной рекомбинации в общем случае может образовываться 10 спектральных линий. Определите $n$ .	<p>Ответ: <b><math>n = 5</math></b>.</p> <p><u>Рисунок:</u></p> 
2	На рисунке представлена гипотетическая схема энергетических уровней атома. Выберите выражения, по которым можно определить частоту второй линии серии А.	<p>Ответ: <b>1; 4</b> (<math>\nu_{A3} - \nu_{C1}</math>; <math>\nu_{A4} - \nu_{C2}</math>)</p> <p>Искомая линия: А2 (на рисунке от -3.5 до -10).</p> <p>Объяснение: частоту линии можно определить, если длина искомой линии получается при сложении/вычитании длин данных линий.</p>

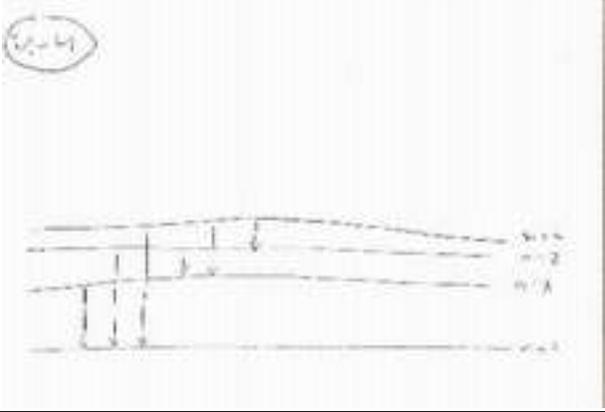
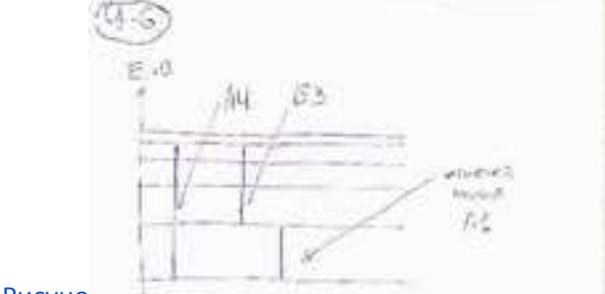
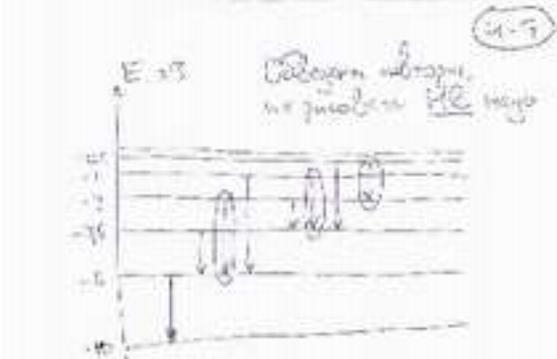
3	Исходя из схемы энергетических уровней атома водорода, определите его энергию ионизации ( $E_{\text{ион}}$ в эВ) из первого возбужденного состояния. По формулам Бальмера	<p>Ответ: <b>-3,4 эВ.</b>  <math>E = hcR(1/n^2 - 1/m^2)</math>, <math>m \rightarrow \infty</math>, <math>n=2</math>;  <math>E = hcR/n^2 = -13,6/4 = -3,4</math> эВ  /*Есть мнение формальная формула для водорода: <math>E = -13,6/n^2</math>, да, я записал ровно тоже самое, но не все понимают, откуда взялось <math>hcR</math>*/  <a href="#">Рисунок:</a></p> 
4	“Электронная пушка” создает параллельный пучок электронов одинаковой скорости. Как изменится длина волны де-Бройля электронов при увеличении ускоряющего напряжения ( $U$ ) в два раза?	<p>Ответ: <b>4</b> (уменьшится в <math>\sqrt{2}</math> раз).  Выражение: <math>\lambda_{\text{бр}} = h/p</math>; <math>p = \sqrt{2mE}</math>; <math>E = eU \Rightarrow \lambda_{\text{бр}} = h/\sqrt{2meU}</math></p>
5	В спектре поглощения холодного водорода наблюдаются только линии серии ...	<p>Ответ: (Лаймана)  Объяснение: холодный водород не возбужден – находится в основном состоянии. Холодный водород -</p>
6	Выберите атомы, являющиеся водородоподобными.	<p>Ответ: <b>1; 5</b> (дейтерий; трехкратно ионизованный бериллий).  Определение: водородоподобный атом – атом, содержащий в электронной оболочке один и только один электрон.</p>
7	Выберите из предложенных известных значений длин волн подходящие для вычисления точного значения энергии ионизации атома водорода из основного состояния.	<p>Ответ: 5 (длины волн первой линии серии Лаймана и границы серии Бальмера).  <a href="#">Рисунок:</a></p> 
8	На рисунке представлена гипотетическая схема энергетических уровней атома. Каково максимальное число спектральных линий $N$ (разных длин волн), наблюдаемых в спектре	<p>Ответ: <b>3.</b>  Где разница между уровнями в искомом диапазоне – там и праздник.</p>

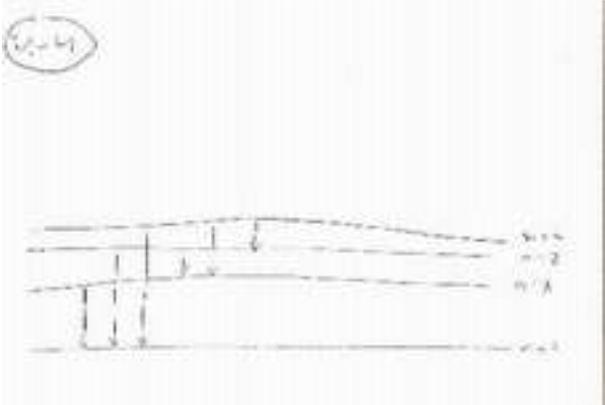
	испускания в диапазоне от 3,75 эВ до 5,25 эВ?	
9	Электрон, протон и альфа-частица разгоняются одной и той же разностью потенциалов (U). Сравните их де-бройлевские длины волн .	<p><b>Ответ: 4.</b></p> $\lambda = h/p = h/mv = h/\sqrt{2mE} = h/\sqrt{2mqU}$ <p>Т.к. U=const, то сравниваем по величине <math>1/\sqrt{mq}</math>. mq больше всего у альфа-частицы, затем идёт протон (из-за большой массы), и потом электрон. Длины волн, наоборот. Наименьшая у альфа-частицы, затем протон и наибольшая у электрона.</p>
10	В любой спектральной серии имеется первая линия $\lambda_1$ и граница серии $\lambda_{гр}$ . Выберите правильное утверждение о свойствах линий одной спектральной серии.	<p>Ответ: <b>1</b> (<math>\lambda_1 &gt; \lambda_{гр}</math>; линии гуще вблизи <math>\lambda_{гр}</math>).</p> <p>Объяснение: по формуле Ридберга <math>1/\lambda = R(1/n^2 - 1/m^2)</math>, чем “длиннее” линия, тем короче длина волны. Линии гуще вблизи <math>\lambda_{гр}</math>, что видно на рисунке.</p> <p>/*Да и из формулы видно. Ибо разница между <math>1/4</math> и <math>1/9</math> существенно больше, чем между <math>1/9</math> и <math>1/16</math>.*</p> <p><u>Рисунок:</u></p> 
11	Исходя из схемы энергетических уровней атома водорода, определите его энергию ионизации (E_ион в эВ) из первого возбужденного состояния. По формулам Бальмера	<p>Ответ: <b>-3,4 эВ.</b></p> $E = hcR(1/n^2 - 1/m^2), m \rightarrow \infty, n=2;$ $E = hcR/n^2 = -13,6/4 = -3.4 \text{ эВ}$ <p>/*Есть мнение формальная формула для водорода: <math>E = -13.6/n^2</math>, да, я записал ровно тоже самое, но не все понимают, откуда взялось <math>hcR</math>*/</p> <p><u>Рисунок:</u></p> 
12	“Электронная пушка” создает параллельный пучок электронов одинаковой скорости. Как изменится длина волны де-Бройля электронов при увеличении ускоряющего	<p>Ответ: <b>4</b> (уменьшится в <math>\sqrt{2}</math> раз).</p> <p>Выражение: <math>\lambda_{бр} = h/p</math>; <math>p = \sqrt{2mE}</math>; <math>E = eU \Rightarrow \lambda_{бр} = h/\sqrt{2meU}</math></p>

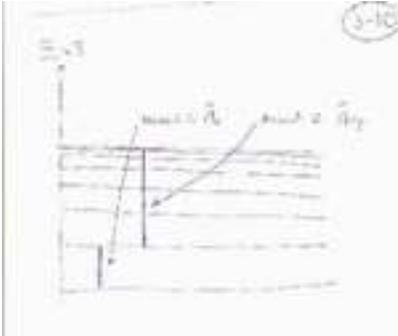
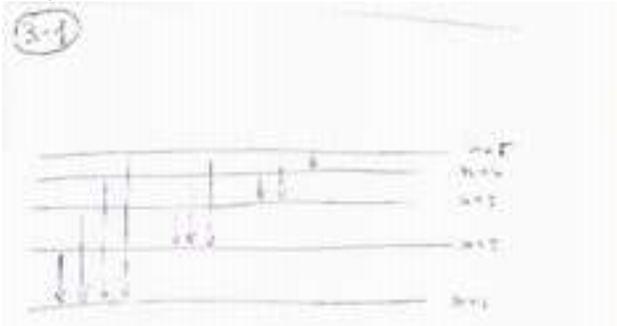
	напряжения (U) в два раза?	
14	Определите кинетическую энергию (W) электрона, дебройлевская длина волны которого равна 1А.	<p>Ответ: <b>W ≈ 150 эВ.</b></p> <p>Решение: <math>\lambda_{бр} = h/p</math>; <math>p = m_0 v</math>; <math>Wk = p^2/2m</math>; <math>\lambda_{бр} = h/\sqrt{2m_0 Wk} \Rightarrow Wk = h^2/(2m_0 \lambda_{бр}^2) = 150 \text{ эВ}</math></p>
15	В спектре поглощения холодного водорода наблюдаются только линии серии ...	<p>Ответ: (Лаймана)</p> <p>Объяснение: холодный водород не возбужден – находится в основном состоянии. Холодный водород -</p>

#### Задание 4.

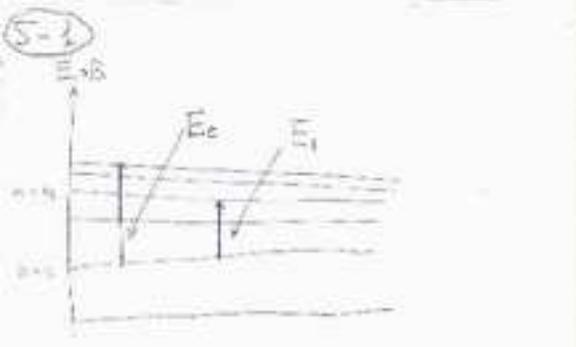
1	На рисунке представлена гипотетическая схема энергетических уровней атома. Выберите линию, частота которой может быть определена комбинацией частот третьей линии серии А и первой линии серии С.	<p>Ответ: <b>5</b> (вторая линия серии А).</p> <p><u>Рисунок:</u></p> 
2	По приведенной на рисунке экспериментальной вольтамперной характеристике из опыта Франка-Герца, определите величину первого потенциала возбуждения атома.	<p>Ответ: <b>4</b> (5 В).</p> <p>Объяснение: первый потенциал возбуждения соответствует переходу атома с основного состояния в ближайшее возбуждённое. (Он равен 4.9 В, но на рисунке больше похоже на 6 В, хз) /*Вот серьёзно, по рисунку, это 6 В. */</p>
3	Сравните длины волн первой линии серии Пашена ( $\lambda_1$ ), второй линии серии Бальмера ( $\lambda_2$ ) и третьей линии серии Лаймана ( $\lambda_3$ ) в спектре испускания атома водорода	<p>Ответ: <b>1</b> (<math>\lambda_1 &gt; \lambda_2 &gt; \lambda_3</math>)</p> <p>Объяснение: серия Лаймана <math>n=1</math>, Бальмера <math>n=2</math>, Пашена <math>n=3</math>; <math>m=4</math>; по формуле <math>1/\lambda = R(1/n^2 - 1/m^2)</math> чем длиннее линия, тем меньше длина волны.</p> <p><u>Рисунок:</u></p> 

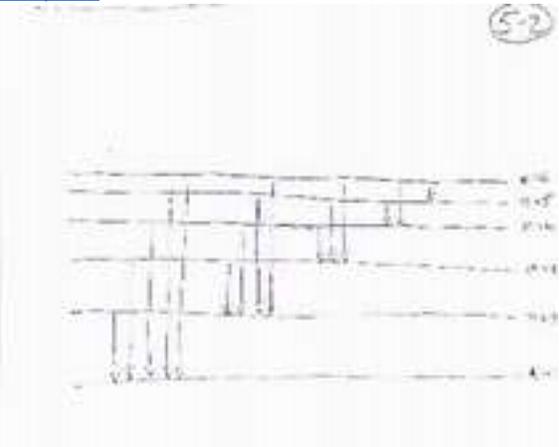
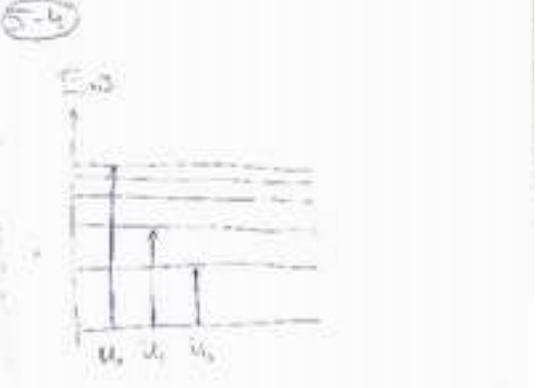
4	<p>Атом водорода переведен в третье возбужденное состояние. Какое максимальное число спектральных линий может наблюдаться в спектре испускания при его релаксации?</p>	<p>Ответ: <b>N = 6.</b>          Решение: <math>n = 4</math>; <math>N = n(n-1)/2</math>  <u>Рисунок:</u></p> 
5	<p>Атом водорода переведен в четвертое возбужденное состояние. Какое максимальное число спектральных линий может наблюдаться в спектре испускания при его релаксации?</p>	<p>Ответ: <b>N = 10.</b>          Решение: <math>n = 5</math>; <math>N = n(n-1)/2</math>  <u>Рисунок:</u></p> 
6	<p>Если из частоты четвертой линии серии Лаймана вычесть частоту третьей линии серии Бальмера, то получится ...</p>	<p>Ответ: <b>5 (частота первой линии серии Лаймана).</b></p>  <p><u>Рисунок</u> <span style="float: right;"><u>К:</u></span></p>
7	<p>На рисунке представлена гипотетическая схема энергетических уровней атома. Каково максимальное число спектральных линий (разных длин волн), наблюдаемых в спектре испускания в диапазоне от 1,25 эВ до 5,25 эВ?</p>	<p>Ответ: <b>N = 5.</b>  <u>Рисунок:</u></p> 

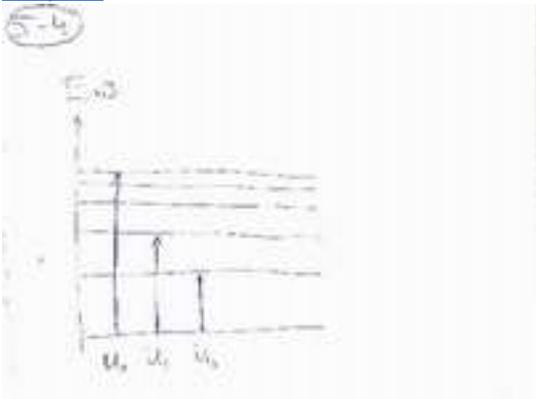
8	С точки зрения корпускулярно-волнового дуализма, опираясь на постулаты Бора, де-бройлевская длина волны электрона в первом возбуждённом состоянии атома водорода имеет количество узлов:	<p>Ответ: <b>4</b> (четыре).</p> <p>Решение: на <math>n</math> стационарной орбите <math>2n</math> узлов; <math>n = 2 \Rightarrow 2n = 4</math>.</p> $n\lambda_n = 2\pi r_n$
9	Энергия ионизации атома водорода из основного состояния равна $E_0$ . Какую минимальную энергию нужно затратить, чтобы электрон перешел из основного во второе возбужденное состояние?	<p>Ответ: <b><math>E = 0,89E_0</math></b>.</p> <p>Написать формулу.</p> $E = hcR(1/n^2 - 1/m^2) \quad n=1, m=3;$ $E_0 = hcR$
10	Протон( $p$ ) и альфа-частица движутся с одинаковыми скоростями. Выберите правильное значение для отношения их длин волн де-Бройля ( $\lambda_p/\lambda_\alpha$ )	<p>Ответ: <b><math>\lambda_p/\lambda_\alpha = 4</math></b></p> <p>Решение: <math>\lambda = h/p = h/mv</math>; <math>v_p = v_\alpha</math>, <math>m_p = 1</math> а.е.м, <math>m_\alpha = 4</math> а.е.м. <math>\Rightarrow \lambda_p/\lambda_\alpha = 4</math>, т.к. соотношение длин волн обратно соотношению масс.</p>
11	Атом водорода переведен в третье возбужденное состояние. Какое максимальное число спектральных линий может наблюдаться в спектре испускания при его релаксации?	<p>Ответ: <b><math>N = 6</math></b>.</p> <p>Решение: <math>n = 4</math>; <math>N = n(n-1)/2</math></p> <p><u>Рисунок:</u></p> 
12	Атом водорода переведен в четвёртое возбужденное состояние. Какое максимальное число спектральных линий может наблюдаться в спектре испускания при его релаксации?	<p>Ответ: <b><math>N = 10</math></b>.</p> <p>Решение: <math>n = 5</math>; <math>N = n(n-1)/2</math></p> <p><u>Рисунок:</u></p> 
14	В любой спектральной серии имеется первая линия $\lambda_1$ и граница серии $\lambda_{гр}$ . Выберите правильное утверждение о свойствах линий одной спектральной серии.	<p>Ответ: <b>1</b> (<math>\lambda_1 &gt; \lambda_{гр}</math>; линии гуще вблизи <math>\lambda_{гр}</math>).</p> <p>Объяснение: по формуле Ридберга <math>1/\lambda = R(1/n^2 - 1/m^2)</math>, чем "длиннее" линия, тем короче длина волны. Линии гуще вблизи <math>\lambda_{гр}</math>, что видно на рисунке.</p> <p>/*Да и из формулы видно. Ибо разница между <math>1/4</math> и <math>1/9</math> существенно больше, чем между <math>1/9</math> и <math>1/16</math>).*/</p> <p><u>Рисунок:</u></p>

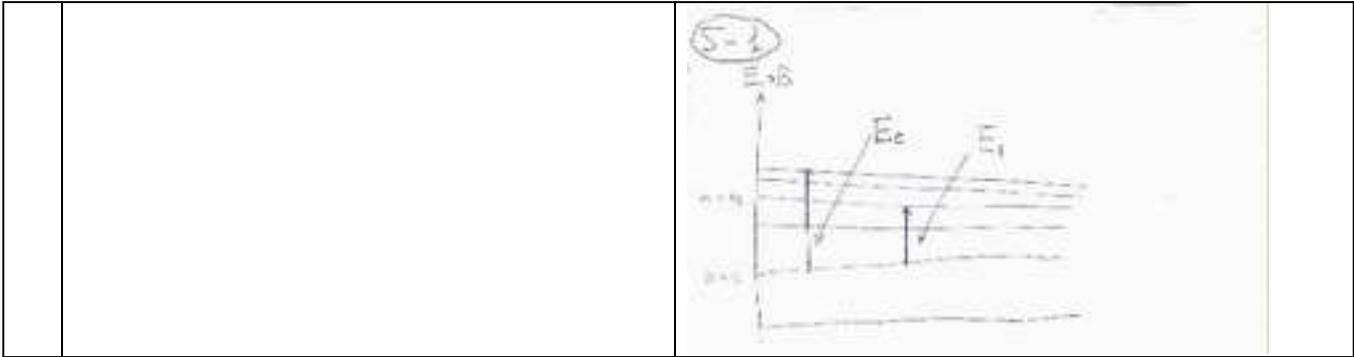
		
15	<p>Атом водорода возбужден в состояние с главным квантовым числом <math>n</math>. При его излучательной рекомбинации в общем случае может образовываться 10 спектральных линий. Определите <math>n</math>.</p>	<p>Ответ: <math>n = 5</math>.</p> <p><a href="#">Рисунок:</a></p> 

Задание 5.

1	<p>Энергия ионизации атома водорода из первого возбужденного состояния равна <math>E_0</math>. Какую минимальную энергию нужно затратить, чтобы электрон перешел из первого возбужденного в третье возбужденное состояние?</p>	<p>Ответ: <math>E = 0,75E_0</math>.</p> <p>Выражения: <math>E_0 = hcR(1/2^2 - 1/\infty) = 1/4 * hcR</math>;  <math>E_1 = hcR(1/2^2 - 1/4^2) = 3/16 * hcR</math>; <math>E_1/E_0 = 3/4</math>;</p> <p><a href="#">Рисунок:</a></p> 
---	--	---

2	Атом водорода возбужден в состояние с главным квантовым числом $n$ . При его излучательной рекомбинации в общем случае может образовываться 15 спектральных линий. Определите $n$ .	<p>Ответ: <math>n = 6</math>.</p> <p><u>Рисунок:</u></p> 
3	С точки зрения КВД, опираясь на постулаты Бора, де-бройлевская длина волны электрона во втором возбуждённом состоянии атома водорода имеет количество узлов	<p>Ответ: <b>6</b> (шесть).</p> <p>Решение: на <math>n</math> стационарной орбите <math>2n</math> узлов; <math>n = 3 \Rightarrow 2n = 6</math>.</p> <p><math>n\lambda_n = 2\pi r_n</math></p> <p><i>Рисунок - графическая иллюстрация? NB!!! + убогий вопрос</i></p> <p><i>/*Я тоже здесь рисунок не сильно представляю.*/*</i></p>
4	Сравните первый ( $U_1$ ) и второй ( $U_2$ ) потенциалы возбуждения атома водорода и его потенциал ионизации $U_0$ .	<p>Ответ: <b>4</b> (<math>U_0 &gt; U_2 &gt; U_1</math>).</p> <p><u>Рисунок:</u></p> 
5	Выберите верное условие для де-бройлеровской волны электрона $\lambda$ , находящегося на четвёртой боровской орбите радиусом $R$ .	<p>Ответ: 3.</p> <p>Из первого постулата Бора у нас есть:</p> <p><math>n\lambda_n = 2\pi r_n</math></p> <p>Т.е. <math>\lambda = 2 \cdot \pi \cdot R / n = \pi \cdot R / 2</math></p> <p>Я не знаю, чего тут нарисовать можно.</p>
6	Атом водорода переведен во второе возбужденное состояние. Какое максимальное число спектральных линий может наблюдаться в спектре испускания при его релаксации?	<p>Ответ: <b>N = 3</b>.</p> <p>Решение: <math>n = 3</math>; <math>N = n(n-1)/2</math></p> <p>Рисунок - 3 различных стрелочки сверху.</p>

7	На рисунке изображена схема энергетических уровней атома водорода. Во сколько раз энергия излучения второй линии (E2) серии Лаймана больше энергии кванта первой линии (E1) этой серии?	<p>Ответ: <math>E_2/E_1 = 1.18</math>.</p> $E_1 = hcR(1 - 1/2^2) = \frac{3}{4}hcR;$ $E_2 = hcR(1 - 1/3^2) = \frac{8}{9}hcR; E_2/E_1 = 1.18$
8	Соотношения неопределенностей Гейзенберга связывают произведения неопределенностей двух физических величин (координата-импульс; энергия-время):	<p>Ответ: 3 (с постоянной Планка).</p>
9	На рисунке изображен гипотетический спектр. Выберите вариант возможного выделения спектральных линий одной серии. Не уверен насчёт вопроса.	<p>Ответ: 3 (GKMNO).</p> <p>/*Здесь трудно объяснить. Все мы знаем, как выглядит спектр. Сначала линии далеко друг от друга (как G от K или хотя бы K от M), а затем всё ближе и ближе... романтика в физике, да и только.*/</p>
10	Выберите верное условие для дебройлевской длины волны электрона $\lambda_e$ , находящегося на второй боровской орбите радиусом R.	<p>Ответ: 2 (<math>\lambda_e = \pi R</math>).</p> $m\lambda = 2\pi R \quad m=2 \quad \lambda_e = \pi R$ <p>Убогий вопрос (как в этом же вопросе вар. 3)</p>
11	Выберите верное условие для дебройлевской длины волны электрона $\lambda_e$ , находящегося на четвертой боровской орбите радиусом R.	<p>Ответ: 3 (<math>\lambda_e = \pi R/2</math>).</p> $m\lambda = 2\pi R \quad m=4 \quad \lambda_e = \pi R/2$ <p>Убогий вопрос (как в этом же вопросе вар. 3)</p>
12	На рисунке изображена схема энергетических уровней атома водорода. Во сколько раз энергия излучения второй линии (E2) серии Лаймана больше энергии кванта первой линии (E1) этой серии?	<p>Ответ: <math>E_2/E_1 = 1.18</math>.</p> $E_1 = hcR(1 - 1/2^2) = \frac{3}{4}hcR;$ $E_2 = hcR(1 - 1/3^2) = \frac{8}{9}hcR; E_2/E_1 = 1.18$
14	Сравните первый ( $U_1$ ) и второй ( $U_2$ ) потенциалы возбуждения атома водорода и его потенциал ионизации $U_0$ .	<p>Ответ: <b>4</b> (<math>U_0 &gt; U_2 &gt; U_1</math>).</p> <p><u>Рисунок:</u></p> 
15	Энергия ионизации атома водорода из первого возбужденного состояния равна $E_0$ . Какую минимальную энергию нужно затратить, чтобы электрон перешел из первого возбужденного в третье возбужденное состояние?	<p>Ответ: <b><math>E = 0,75E_0</math></b>.</p> <p>Выражения: <math>E_0 = hcR(1/2^2 - 1/\infty) = \frac{1}{4}hcR;</math>  <math>E_1 = hcR(1/2^2 - 1/4^2) = \frac{3}{16}hcR; E_1/E_0 = \frac{3}{4};</math></p> <p><u>Рисунок:</u></p>



Задание 6.

Т.к. они все однотипны, то в общем виде.

Частица находится в потенциальной яме с абсолютно непроницаемыми стенками шириной  $L$ . Определить вероятность пребывания частицы в интервале от  $aL$  до  $bL$ , если энергия частицы соответствует  $(n-1)$  возбужденному состоянию.

Ответ:  $b-a$

$$\int_{aL}^{bL} |\Psi|^2 dx \quad \Psi = \sqrt{\frac{2}{L}} \sin\left(\frac{n\pi x}{L}\right)$$

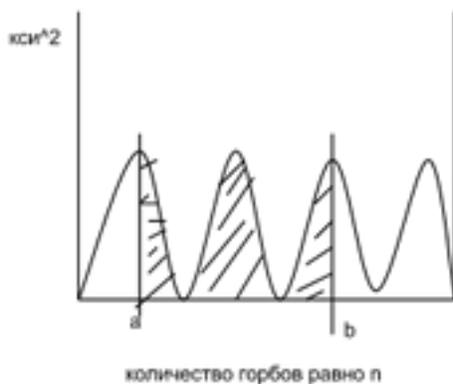
Объяснение:

Д.Т. : Халтура в объяснении. Условия везде хорошие, но всё же. Ташемта интеграл легко берётся.

$$\int_{aL}^{bL} \sqrt{\frac{2}{L}} * \sin\left(\frac{n\pi x}{L}\right) dx = \left(\frac{x}{L} - \frac{L}{2\pi n} * \sin\left(\frac{2\pi n x}{L}\right)\right) \Big|_{aL}^{bL}$$

Вся соль в том, что после подстановки (там везде подобраны такие значения) получаются значение синуса от целого числа пи. Они равны нулю. И остаётся только  $x/L$ . Т.е. и ответ:  $b-a$ . Вот так вот. Рисунок важен, на нём главное отметить, с какого перепуга вы взяли такое значение для  $n$ .

Графическое решение:



### Задание 7.

1	<p>Определите кинетическую энергию (W) протона, дебройлевская длина волны которого равна 1А.</p>	<p>Ответ: <math>W \approx 0.082</math> эВ. Решение: <math>\lambda_{бр} = h/p</math>; <math>p = m_0 v</math>; <math>Wk = p^2/2m</math>; <math>\lambda_{бр} = h/\sqrt{2m_0 Wk} \Rightarrow Wk = h^2/(2m_0 \lambda_{бр}^2) = 0.082</math> эВ</p>
2	<p>При ионизации атома водорода из первого возбужденного состояния, электрон приобрел кинетическую энергию равную 2,6 эВ. Определить длину волны (в нм), поглощение которой ведёт к такому процессу.</p>	<p>/*Чёрт его знает. Вроде правильно.*/ Энергия определённой длины волны: <math>E = hc/\lambda</math> <math>\Rightarrow \lambda = hc/E</math>. Но у нас энергия будет складываться из той, что пошла на ионизацию и собственно кинетической. Тогда: <math>E_i = 13.6 \cdot (1/n^2) = 13.6/4 = 3.4</math>. И суммарно: <math>E = 3.4 + 2.6 = 6</math>. Тогда <math>\lambda = 2.068 \cdot 10^{-7} = 206.8</math> нм вроде как.</p>
3	<p>Вычислить де-бройлевскую длину волны (в А) электрона, масса которого на 1% больше его массы покоя</p>	<p>Ответ: <b>0,172 А.</b> /*Если что – это формулы из СТО.*/ <math>1,01m_0 = m_0/(1-\beta^2)^{0.5}</math>; <math>\beta = v/c = 0,14</math>; <math>v = 0,42 \cdot 10^8</math> м/с <math>m_e = m_0/(1-v^2/c^2)^{0.5}</math>; <math>p = m_e v = 1,01m_e \cdot 0,42 \cdot 10^8 = 3,86 \cdot 10^{-23}</math> <math>\lambda = h/p = 6,62 \cdot 10^{-34} / 3,86 \cdot 10^{-23} = 17,2 \cdot 10^{-12}</math> м</p>
4	<p>Принимая, что неопределенность в импульсе может достигать 50% величины импульса, вычислить какую наименьшую энергию (W в эВ) мог бы иметь электрон, локализованный в пространстве с точностью до <math>10^{-11}</math> см (размер ядра)</p>	<p>Ответ: <b>15,2 МэВ.</b> <math>\Delta x = 0.5 \cdot 10^{-11}</math> м; <math>\Delta x \Delta p = \hbar</math>; <math>\Delta p = \hbar / \Delta x</math>; <math>0.5 \cdot p_{min} = \Delta p</math> <math>E = p_{min}^2 / 2m = 2\hbar^2 / \Delta x^2 m = 15,2</math> МэВ /*Я не мастер неопределённости, но рискну не согласиться...я не буду писать delta для краткости. <math>x p = h \Rightarrow p = h/x</math>; <math>E = mv^2/2 = p_{min}^2/2m</math> Чем больше импульс, тем больше энергия. Нам нужен минимальный импульс. Используя границы для p: <math>p = 0.5 p_{min}</math> или <math>p = 1.5 p_{min}</math>. p у нас зафиксирован. Значит <math>p_{min}</math> меньше там, где 1,5. Тогда: <math>p_{min} = 2h/3x</math>. Собираем: <math>E = 2h^2/9x^2 m =</math> не буду расписывать цифры, верьте так...134,4 МэВ. */</p>
5	<p>При переходе атома в основное состояние за время равное 10 нс испускается фотон, длина волны которого равна 0,6 мкм. Оценить естественную ширину излучаемой спектральной линии (<math>\Delta E</math> в эВ) и степень монохроматичности излучения (<math>\Delta \lambda / \lambda</math>).</p>	<p>Шта? ШТА??? Карочи, нашлась у Чертова в задачнике. Похожая. Сейчас, ассимилируем...Теорию писать даже не буду... Ширина энергетического уровня: <math>\Gamma = \hbar \cdot c</math> чертой/<math>\tau</math> (время жизни атома); Но разброс конечен, тогда для энергии это тоже справедливо! <math>\Delta E = \hbar \cdot c</math> чертой / <math>\tau</math> С другой стороны, <math>E = 2 \cdot \pi \cdot c \cdot h</math> с чертой / <math>\lambda</math>. То её разброс: <math>\Delta E = \Delta \lambda \cdot 2 \cdot \pi \cdot h</math> с чертой <math>\cdot c / \lambda^2</math>. Пишаем одно в другое и выражаем <math>\Delta \lambda / \lambda = \lambda / (2 \cdot \pi \cdot c \cdot \tau) = 0.6 \cdot 10^{-11}</math></p>

		$6/(2 \cdot 3.1415 \cdot 3 \cdot 10^8 \cdot 10^{-8}) = 3.18 \cdot 10^{-8}$ . Безразмерная величина. Цифра хорошая. Осталось подставить в $\Delta E = 2 \cdot \pi \cdot h \cdot c / \lambda$ и всё это умножить на полученное чуть ранее соотношение. И того...если не ошибаюсь... $6.58 \cdot 10^{-8}$ эВ. Цифра не очень...если есть желание – перепроверьте вычисление.
6	Свободно движущаяся нерелятивистская частица имеет относительную неопределённость кинетической энергии порядка $2 \cdot 10^{-4}$ . Оценить, во сколько раз неопределённость координаты ( $\Delta x$ ) такой частицы больше её де-бройлевской волны.	Задача крайне хитрая. Внимание! Здесь дана не неопределённость, а относительная неопределённость! Она равна: $\Delta E/E$ Как связаны импульс и энергия? Думаю, вывод логичен: $p = \sqrt{2mE}$ . То же самое и для неопределённостей: $\Delta p = \sqrt{2m \cdot \Delta E}$ . Пользуясь соотношениями Гейзенберга: $\Delta x \cdot \Delta p = h \Rightarrow \Delta x = h / \sqrt{2m \cdot \Delta E}$ . Для волны де-Бройля: $\lambda = h/p = h/\sqrt{2m \cdot E}$ . Делим первое на второе. $\Delta x/\lambda = \sqrt{E/\Delta E}$ . Т.е. корню из обратной относительной неопределённости. Ну и вычисляем. Получится примерно в 70,7 раза больше.
7	Оценить минимальную кинетическую энергию ( $W$ в эВ) электрона, локализованного в области размером $x=2\Delta x$ ( $x=2\Delta x$ )	Ответ: <b>150 эВ</b> $\Delta x \Delta p = h$ $\Delta p = h/\Delta x \Rightarrow W = p^2/2m = h^2/(2 \cdot m \Delta x^2) = 150$ эВ
8	Оценить относительную неопределённость кинетической энергии частицы ( $\Delta W/W$ ), у которой неопределённость координаты в 1000 раз больше её дебройлевской длины волны.	См. 6 вариант за подробностями. $W = p^2/2m = h^2/(2m \cdot \lambda^2)$ ; $\Delta W = \Delta p^2/2m = h^2/(2m \cdot \Delta x^2)$ ; $\Delta W/W = (\lambda/\Delta x)^2 = 10^{-6}$ .
9	Атом излучил фотон с длиной волны $\lambda = 550$ нм за время равное $t = 10^{-8}$ с. Оценить неопределённость его координаты ( $\Delta x$ в м) и энергии ( $\Delta E$ в эВ).	Меня задрали задачи по неопределённости Гейзенберга. Честно. Ладно. В общем. Тут делаем умный вид. Ведь дело в чём. Пока атом его излучал, фотон этот, он был в возбуждённом состоянии. Следовательно, мы знаем время жизни возбуждённого состояния. Поэтому, мы имеем право заявить, что $t = \Delta t$ . Тогда: $\Delta E \cdot \Delta t = h \Rightarrow \Delta E = h / \Delta t = 4.136 \cdot 10^{-7}$ эВ. У нас фотон. Расстояние, которое он проходит: $x = c \cdot t$ . Логично ведь? И для неопределённости тоже. Она ведь не хуже. $\Delta x = c \cdot \Delta t = 3$ м. Похоже, что так... Зачем в условии длина волны...ну, это задача из типовиков. Там был ещё третий вопрос – относительная неопределённость длины волны,

		может, в этом дело...
10	Неопределённость момента импульса электрона в атоме водорода составляет $0,1h$ . Можно ли определить угловую координату электрона в атоме водорода?	Интересно, какой здесь ожидается рисунок?!.. У нас есть очередное соотношение Гейзенберга: $\Delta L \cdot \Delta \varphi = h$ ; $\Rightarrow \Delta \varphi = h / \Delta L = 1 / 0.1 = 10$ . Неопределённость имеет очень большое значение. Определить угловую координату невозможно.
11	Оценить минимальную кинетическую энергию ( $W$ в эВ) электрона, локализованного в области размером $x = 2\lambda$ ( $x = 2 \Delta x$ )	Ответ: <b>150 эВ</b> $\Delta x \Delta p = h$ $\Delta p = h / \Delta x \Rightarrow W = p^2 / 2m = h^2 / (2 \cdot m \Delta x^2) = 150 \text{ эВ}$
12	Оценить относительную неопределенность кинетической энергии частицы ( $\Delta W / W$ ), у которой неопределенность координаты в 1000 раз больше ее дебройлевской длины волны.	См. 6 вариант за подробностями. $W = p^2 / 2m = h^2 / (2m \cdot \lambda^2)$ ; $\Delta W = \Delta p^2 / 2m = h^2 / (2m \cdot \Delta \lambda^2)$ ; $\Delta W / W = (\lambda / \Delta \lambda)^2 = 10^{-6}$ .
14	При переходе атома в основное состояние за время равное 10 нс испускается фотон, длина волны которого равна 0,6 мкм. Оценить естественную ширину излучаемой спектральной линии ( $\Delta E$ в эВ) и степень монохроматичности излучения ( $\Delta \lambda / \lambda$ ).	Шта? ШТА???[2] Карочи, нашлась у Чертова в задачнике. Похожая. Сейчас, ассимилируем... Теорию писать даже не буду... Ширина энергетического уровня: $\Gamma = h \cdot \tau$ с чертой / $\tau$ (время жизни атома); Но разброс конечен, тогда для энергии это тоже справедливо! $\Delta E = h \cdot \tau$ с чертой / $\tau$ / С другой стороны, $E = 2 \cdot \pi \cdot c \cdot h$ с чертой / $\lambda$ . То её разброс: $\Delta E = \Delta \lambda \cdot 2 \cdot \pi \cdot h$ с чертой $\cdot c / \lambda^2$ . Пишем одно в другое и выражаем $\Delta \lambda / \lambda = \lambda / (2 \cdot \pi \cdot c \cdot \tau) = 0.6 \cdot 10^{-6} / (2 \cdot 3.1415 \cdot 3 \cdot 10^8 \cdot 10^{-8}) = 3.18 \cdot 10^{-8}$ . Безразмерная величина. Цифра хорошая. Осталось подставить в $\Delta E = 2 \cdot \pi \cdot h$ с чертой $\cdot c / \lambda$ и всё это умножить на полученное чуть ранее соотношение. И того... если не ошибаюсь... $6.58 \cdot 10^{-8}$ эВ. Цифра не очень... если есть желание – перепроверьте вычисление.
15	Свободно движущаяся нерелятивистская частица имеет относительную неопределённость кинетической энергии порядка $2 \cdot 10^{-4}$ . Оценить, во сколько раз	Задача крайне хитрая. Внимание! Здесь дана не неопределённость, а относительная неопределённость! Она равна: $\Delta E / E$ Как связаны импульс и энергия? Думаю, вывод

	<p>неопределённость координаты (<math>\Delta x</math>) такой частицы больше её де-бройлевской волны.</p>	<p>логичен: <math>p = \sqrt{2mE}</math>. То же самое и для неопределённостей: <math>\Delta p = \sqrt{2m\Delta E}</math>. Пользуясь соотношениями Гейзенберга: <math>\Delta x \Delta p = h \Rightarrow \Delta x = h / \sqrt{2m\Delta E}</math>. Для волны де-Бройля: <math>\lambda = h/p = h/\sqrt{2mE}</math>. Делим первое на второе. <math>\Delta x/\lambda = \sqrt{E/\Delta E}</math>. Т.е. корню из обратной относительной неопределённости. Ну и вычисляем. Получится примерно в 70,7 раза больше.</p>
--	--	---

### Задание 8.

1	<p>Определить численное значение терма (в 1/м), соответствующего первому возбуждённому состоянию электрона в ионе гелия.</p>	<p>Ответ: <math>T = 1,097 \cdot 10^7 \cdot 10^5</math> 1/м. Решение: <math>T = z^2 R/n^2 = 1,097 \cdot 10^7</math></p>
2	<p>Оценить относительную неопределенность импульса частицы, у которой неопределенность координаты в 2000 раз больше ее дебройлевской длины волны.</p>	<p>Ответ: <math>0,5 \cdot 10^{-3}</math> <math>\Delta x \Delta p = h</math>; <math>\Delta x/\lambda = 2000</math>; <math>\Delta x = h/\Delta p</math>; <math>\lambda = h/p</math>; <math>\Delta x/\lambda = h^*p/(\Delta p \cdot h) = p/\Delta p</math>; <math>\Delta p/p = \lambda/\Delta x = 1/2000</math></p>
3	<p>Определить численное значение терма (в 1/м), соответствующего второму возбужденному состоянию электрона в атоме водорода</p>	<p>Ответ: <math>T = 1,2 \cdot 10^6</math> м<sup>-1</sup> <math>T = z^2 R/n^2 = 1 \cdot 1,097 \cdot 10^7 / 3^2 = 0,12 \cdot 10^7</math> м<sup>-1</sup></p>
4	<p>В некотором водородоподобном ионе длина волны излучения первой линии серии Лаймана равна 30,3 нм. Определить зарядовое число иона.</p>	<p>Толстая задача. <math>1/\lambda = Rz^2(1/n^2 - 1/m^2)</math> <math>Z = \sqrt{4/(3 \cdot \lambda \cdot R)} = 2</math>. Ответ: 2.</p>
5	<p>Вычислить кинетическую энергию (W в эВ) электрона, выбитого из второго возбуждённого состояния атома водорода фотоном, длина волны которого 0,2 мкм.</p>	<p>Ответ: 4.704 эВ <math>W = hc/\lambda - E</math>; (У нас водород всё-таки) <math>E = -13.6/n^2 = 1,5</math> эВ <math>W = 4.136 \cdot 10^{-15} \cdot 3 \cdot 10^8 / 0.2 \cdot 10^{-6} - 1.5 = 4.704</math> эВ</p>
6	<p>Определите длину волны кванта света (в нм), поглощение которого ведёт к ионизации атома водорода из второго возбуждённого состояния.</p>	<p>С одной стороны <math>E = hc/\lambda</math> для фотона. С другой – <math>E = -13.6/n^2</math>. В данном случае, <math>n = 3</math>. <math>\lambda = hc/E = hc \cdot n^2 / 13.6 = 821</math> нм</p>
7	<p>Численное значение терма электрона атома водорода равно <math>6,853 \cdot 10^5</math> 1/м. Определить главное квантовое число (n) соответствующее данному состоянию электрона.</p>	<p>Ответ: 4 <math>T = z^2 R/n^2</math> <math>n = \sqrt{z^2 R/T} = 4</math> <math>z = 1</math></p>
8	<p>Вычислить кинетическую энергию (W в эВ) электрона, выбитого из второго возбуждённого состояния атома водорода</p>	<p>Ответ: 2,636 эВ <math>W = hc/\lambda - E</math>; (У нас водород всё-таки) <math>E = -13.6/n^2 = 1,5</math> эВ</p>

	фотоном, длина волны которого 0,3 мкм.	$W = 4.136 \cdot 10^{-15} \cdot 3 \cdot 10^8 / 0.3 / 10^{-6} - 1.5 = 2,636 \text{ эВ}$
9	Определите спектральный интервал (от и до) (в нм), в пределах которого лежат длины волн серии Лаймана в атоме водорода.	Просто. Здесь будет брать $R = 1.09 \cdot 10^7$ . Это постоянная Ридберга, делённая на $2\pi \cdot c$ . Ещё буквы а в конце не хватает. $1/\lambda = R(1/n^2 - 1/m^2)$ . Первая линия будет: $1/\lambda_1 = R(1/1 - 1/4) = 3R/4 \Rightarrow \lambda_1 = 4/3R = 122 \text{ нм}$ . Граница серии будет: $1/\lambda = R(1/1 - 1/\infty) = R \Rightarrow \lambda = 1/R = 91.7 \text{ нм}$ . Интервал от 122 до 91,7 нм.
10	Численное значение терма электрона иона $Li^{++}$ равно $2,4671 \cdot 10^7 \text{ 1/м}$ . Определите главное квантовое число соответствующее данному состоянию электрона.	Ответ: 4. $T = z^2 \cdot R / n^2 \Rightarrow n = z \cdot \sqrt{R/T} = 9 \cdot \sqrt{1.097 \cdot 10^7 / 2.4671 \cdot 10^7} = 4$
11	Вычислить кинетическую энергию (W в эВ) электрона, выбитого из второго возбужденного состояния атома водорода фотоном, длина волны которого 0,3 мкм	Ответ: <b>2,636</b> $W = hc/\lambda - E$ $E = -(z^2 \cdot m \cdot e^4) / (32 \cdot (\epsilon_0)^2 \cdot \hbar^2) \cdot 1/n^2$ где $n = 3$ $W = 4,136 \cdot 10^{-15} \cdot 3 \cdot 10^8 / 0,3 \cdot 10^{-6} - 1,5 = 2,636 \text{ эВ}$ . /*Моё решение той же задачи у варианта 8*/
12	Возможно, задача, обратная 1 варианту!	Предположительно 1 (нет условия!).
14	В некотором водородоподобном ионе длина волны излучения первой линии серии Лаймана равна 30,3 нм. Определить зарядовое число иона.	Толстая задача. $1/\lambda = Rz^2(1/n^2 - 1/m^2)$ $Z = \sqrt{4/(3 \cdot \lambda \cdot R)} = 2$ . Ответ: 2.
15	Вычислить кинетическую энергию (W в эВ) электрона, выбитого из второго возбуждённого состояния атома водорода фотоном, длина волны которого 0,2 мкм.	Ответ: 4.704 эВ $W = hc/\lambda - E$ ; (У нас водород всё-таки) $E = -13.6/n^2 = 1,5 \text{ эВ}$ $W = 4.136 \cdot 10^{-15} \cdot 3 \cdot 10^8 / 0.2 / 10^{-6} - 1.5 = 4.704 \text{ эВ}$

### Задание 9.

1	Оцените момент инерции (I) молекулы CH если энергетическое смещение соседних вращательных уровней $\Delta E = 5.8 \cdot 10^{-22} \text{ Дж}$ . И варианты ответа.	Ответ: 2. Решение: $\Delta E = h \cdot c \cdot \text{чертой}^2 / I \Rightarrow I = h \cdot c \cdot \text{чертой}^2 / \Delta E = 1,92 \cdot 10^{-47} \text{ кг} \cdot \text{м}^2$ .
2	Определите сколько линий (приблизительно) содержит чисто вращательный спектр молекулы HF, момент инерции которой $I = 1,23 \cdot 10^{-47} \text{ кг} \cdot \text{м}^2$ и собственная частота колебаний $\omega = 7,8 \cdot 10^{14} \text{ с}^{-1}$	Ответ: <b>2 (13)</b> Искомое число линий должно быть равно числу вращательных уровней между нулевым и первым возбужденным колебательным уровнем ( $V=0$ ; $V=1$ ) /*А вообще, есть формула: $N = \sqrt{\frac{2I\omega}{h \cdot c \cdot \text{чертой}}} = \frac{2}{h \cdot c \cdot \text{чертой}} \cdot \sqrt{IE}$

		Результат округляем вниз!! Тут по формуле выйдет 13,5 => ответ 13 линий.* /
3	Оцените момент инерции (I) молекулы HF, если частотный интервал ( $\Delta\omega$ ) между соседними линиями чисто вращательного спектра молекулы $\Delta\omega=5,5*10^{12} \text{ с}^{-1}$	Ответ: <b>3</b> ( $I \approx 1,92*10^{-47} \text{ кг*м}^2$ ) $\omega=(j+1)\hbar/I; j=0; I=\hbar/\omega=0,19*10^{-46}$ На энергетической схеме указать $\Delta\omega$
4	Оцените частотный интервал ( $\Delta\omega$ ) между соседними линиями чисто вращательного спектра молекулы HF, если момент инерции молекулы $I = 1.92*10^{-47} \text{ кг*м}^2$ .	Ответ: 2, ибо обратна 3 варианту. Если лень ковыряться в формулах там, то вот же: $w = (j+1)*\hbar / I; j=0 \Rightarrow \hbar / I = 5.5*10^{12} \text{ с}^{-1}$ .
5	Определите сколько линий содержит чисто вращательный спектр молекулы H <sub>2</sub> , момент инерции которой $I = 0.4445*10^{-47} \text{ кг*м}^2$ и минимальная энергия колебательного уровня $E = 0.28 \text{ эВ}$ ?	Ответ: 3 (8 линий). $N = \sqrt{\frac{2Iw}{\hbar}} = \frac{2}{\hbar} * \sqrt{IE}$ Результат округляем вниз!! Тут по формуле выйдет 8,5 => ответ 8 линий.
6	Оцените энергетическое смещение ( $\Delta E$ ) соседних вращательных уровней молекулы H <sub>2</sub> , если момент инерции молекулы $I = 1.92*10^{-47} \text{ кг*м}^2$ .	Ответ: 4. Решение: $\Delta E = \hbar^2 / I = 10^{-68} / 1.92 / 10^{-47} = 5.8 * 10^{-22} \text{ Дж}$ .
7	Оцените момент инерции (I) молекулы HF, если частотный интервал ( $\Delta\omega$ ) между соседними линиями чисто вращательного спектра молекулы $\Delta\omega=5,5*10^{12} \text{ с}^{-1}$	Ответ: <b>3</b> ( $I \approx 1,92*10^{-47} \text{ кг*м}^2$ ) $\omega=(j+1)\hbar/I; j=0; I=\hbar/\omega=0,19*10^{-46}$ На энергетической схеме указать $\Delta\omega$
8	Минимальная энергия колебательного уровня молекулы H <sub>2</sub> равна $E_0 = 0.28 \text{ эВ}$ . Чисто вращательный спектр её содержит 8 линий. Определите момент инерции молекулы водорода.	Ответ: 4 ( $0,45*10^{-47}$ ). $N = \sqrt{\frac{2Iw}{\hbar}} = \frac{2}{\hbar} * \sqrt{IE}$ Можно выразить I. Это $(N*\hbar/2)^2$ и всё это разделить на E. Итого: $0,4*10^{-47}$ , но тем не менее берём самый близкий ответ.
9	Оцените частотный интервал ( $\Delta\omega$ ) между соседними линиями чисто вращательного спектра молекулы HF, если момент инерции молекулы $I = 1.92*10^{-47} \text{ кг*м}^2$ .	Ответ: 2, ибо обратна 3 варианту. Если лень ковыряться в формулах там, то вот же: $w = (j+1)*\hbar / I; j=0 \Rightarrow \hbar / I = 5.5*10^{12} \text{ с}^{-1}$ .
10	Оцените энергетическое смещение ( $\Delta E$ ) соседних вращательных уровней молекулы H <sub>2</sub> , если момент инерции молекулы $I = 1.92*10^{-47} \text{ кг*м}^2$ .	Ответ: 4. Решение: $\Delta E = \hbar^2 / I = 10^{-68} / 1.92 / 10^{-47} = 5.8 * 10^{-22} \text{ Дж}$ .

11	Определите сколько линий содержит чисто вращательный спектр двухатомной молекулы, момент инерции которой $I = 0.4445 \cdot 10^{-47}$ кг*м <sup>2</sup> и минимальная энергия колебательного уровня $E = 0.28$ эВ?	<p>Ответ: 3 (8 линий).</p> $N = \sqrt{\frac{2I\omega}{\hbar}} = \frac{2}{\hbar} * \sqrt{IE}$ <p>Результат округляем вниз!! Тут по формуле выйдет 8,5 =&gt; ответ 8 линий.</p>
12	Оцените момент инерции (I) молекулы HF, если частотный интервал ( $\Delta\omega$ ) между соседними линиями чисто вращательного спектра молекулы $\Delta\omega = 5,5 \cdot 10^{12}$ с <sup>-1</sup>	<p>Ответ: 3 (<math>I \approx 1,92 \cdot 10^{-47}</math> кг*м<sup>2</sup>)  <math>\omega = (j+1)\hbar/I</math>; <math>j=0</math>; <math>I = \hbar/\omega = 0,19 \cdot 10^{-46}</math>  <i>На энергетической схеме указать <math>\Delta\omega</math></i></p>
14	Оцените момент инерции (I) молекулы CH если энергетическое смещение соседних вращательных уровней $\Delta E = 5.8 \cdot 10^{-22}$ Дж. И варианты ответа.	<p>Ответ: 2.  Решение: <math>\Delta E = \hbar^2 / I \Rightarrow I = \hbar^2 / \Delta E = 1,92 \cdot 10^{-47}</math> кг*м<sup>2</sup>.</p>
15	Минимальная энергия колебательного уровня молекулы H <sub>2</sub> равна $E_0 = 0.28$ эВ. Чисто вращательный спектр её содержит 8 линий. Определите момент инерции молекулы водорода.	<p>Ответ: 4 (<math>0,45 \cdot 10^{-47}</math>).</p> $N = \sqrt{\frac{2I\omega}{\hbar}} = \frac{2}{\hbar} * \sqrt{IE}$ <p>Можно выразить I. Это <math>(N \cdot \hbar / 2)^2</math> и всё это разделить на E. Итого: <math>0,4 \cdot 10^{-47}</math>, но тем не менее берём самый близкий ответ.</p>

### Задание 10.

1	В теории металлов Друде полагают, что:	<p>Ответ: <b>1, 2, 5</b> (ток переносят электроны; к носителям тока можно применить законы МКТ; концентрация носителей тока определяется плотностью ионов решетки и их валентностью).</p>
2	Теория металлов Друде построена на следующих приближениях:	<p>Ответ: 2,3,4. (приближении независимых электронов.;" приближении независимости времени релаксации.;" приближении больцмановского распределения электронов.)</p>
3	Рост сопротивления металлов при нагревании в теории Друде объясняется...	<p>Ответ: <b>4</b> (уменьшением подвижности электронов)  <i>Неполный ответ (объяснение роста сопротивления?) NB!!!</i>  /*Да вроде и полный. Если так хочется, то:*/  В проводниках (металлах) проводимость зависит от количества свободных электронов в кристаллической решётке, которое практически постоянно при любой температуре. Рост сопротивления же проводника при росте температуры связан с увеличением пробега электронов от роста количества и энергии их соударений с атомами.</p>

4	Теория Друде не смогла объяснить	Ответ: 2, 3. " ... температурный рост проводимости полупроводников.";" ... диэлектрические свойства алмаза и металлические - графита."
5	Классический эффект Холла заключается в появлении в проводнике с током...	Ответ: 2. ...дополнительной поперечной ЭДС при наложении внешнего магнитного поля."
6	В результате эффекта Холла...	Ответ: 5. . появляется дополнительная поперечная ЭДС."
7	Образец, через который пропускается ток, помещён в магнитное поле с индукцией В. По знаку, возникающей при этом холловской разности потенциалов (U) определите класс материала из которого изготовлен образец.	Ответ: 3. Полупроводник р-типа Как нарисовать силу Лоренца. Особо умные юзают правило винта. Остальные – левой руки. Четыре пальца по току хоть для е, хоть для дырок, вектор В в ладонь, большой палец укажет на силу Лоренца. Смотрим куда сила Лоренца. Смотрим, какой заряд на той стороне. Если + - значит основные носители дырки. – р-тип. Если минус – электроны, п-тип.
8	Эффект Холла в полупроводниках позволяет экспериментально:	Ответ: 2,3. . подвижность ОНЗ.";" ... знак ОНЗ
9	Энергетический спектр твёрдых тел состоит из отдельных квазисплошных зон, состоящих из огромного числа разрешённых состояний. Для каких твёрдых тел характерно наличие запрещённой зоны?	Ответ: 3. Для диэлектриков и полупроводников. Потому что в них требуется энергия, чтобы перевести электрон из валентной зоны в зону проводимости.
10	Выберите единицу измерения подвижности носителей тока $\mu$ .	Ответ: 1. Ибо $\mu = v/E$ , где E – это электрическое поле, а v – собственно скорость носителей заряда.
11	По графику $E=E(a)$ потенциальной энергии от расстояния между атомами выберите типы кристаллических вещества, которые могут формироваться в положениях А и В.	Ответ: 2. А - металл, В – полупроводник Всё просто. Металлы – проводники, у них зона валентности и зона проводимости накладываются друг на друга. А у полупроводников – нет. Это видно по линиям графиков. Если идти справа налево, то сначала мы видим запрещённую зону, а потом она пропадает.
12	Нет условия задачи!	Предположительно 2, т.к. $E_1 < E_2 < E_3$ . Нет условия!
14	Выберите правильные утверждения о числе носителей заряда в собственных полупроводниках.	Ответ: 5. Число электронов в зоне проводимости равно числу дырок в валентной зоне.
15	Эффект Холла в полупроводниках позволяет экспериментально:	Ответ: 2,3. . подвижность ОНЗ.";" ... знак ОНЗ

### Задание 11.

1	На рисунке представлен график зависимости логарифма удельной проводимости полупроводника от обратной температуры. Какие параметры графика нужно использовать для оценки энергии активации примеси этого полупроводника?	<p>Ответ: <b>2</b> (наклон участка 3).</p> <p>Объяснение: участок 3 обозначает примесную проводимость полупроводника. Наклон этого участка определяет энергию активации примеси.</p>
2	Укажите правильное расположение уровня Ферми в различных полупроводниках:	<p>Ответ: 4. А – донор, В – безпримесный, С – акцепторный.</p>
3	На рисунке представлен график зависимости логарифма удельной проводимости полупроводника от обратной температуры. Определите, какие участки графика соответствуют собственной и примесной проводимости.	<p>Ответ: 3. 3 – примесная, 1 – собственная.</p> <p>Почему так? Примесь активируется при меньших температурах, но её насыщение происходит тоже раньше. Ну и собственная проводимость начинает меняться на уже достаточно больших температурах.</p>
4	Укажите основную причину возникновения внутренней контактной разности потенциалов	<p>Ответ: 1, 3.</p> <p>“Разность энергий Ферми.”; “Разность концентрации основных носителей заряда.”</p>
5	Уровень Ферми при легировании собственного полупроводника донорной примесью...	<p>Ответ: 3.</p> <p>Поднимается ближе ко дну зоны проводимости</p>
6	Как объяснить тот факт, что чистый беспримесный полупроводник (например, четырёхвалентный кремний) с идеальной кристаллической структурой обнаруживает электронный характер проводимости?	<p>Ответ: 2.</p> <p>Подвижность электрона больше подвижности дырки.</p> $\gamma = e \cdot (n\mu_n + p\mu_p)$ <p>Первое слагаемое – концентрация и подвижность электронов, второе, то же самое для дырок. Больше подвижность – больше вклад в проводимость.</p>
7	Выберите примерное значение ширины запрещенной зоны в собственных полупроводниках	<p>Ответ: <b>3</b> (1 эВ).</p>
8	Уровень Ферми при легировании собственного полупроводника донорной примесью...	<p>Ответ: 3.</p> <p>Поднимается ближе ко дну зоны проводимости</p>
9	Укажите способы экспериментального отделения ширины запрещённой зоны в собственных полупроводниках.	<p>Ответ: 2, 3, 5.</p> <p>Край собственного поглощения, температурная зависимость электропроводности, красная граница внутреннего фотоэффекта.</p>
10	Выберите правильные утверждения: в собственных полупроводниках (при температурах близких к 0К) уровень Ферми находится...	<p>Ответ: 3.</p> <p>Находится посередине запрещенной зоны</p>

11	Уровень Ферми при легировании собственного полупроводника донорной примесью...	Ответ: 3. Поднимается ближе ко дну зоны проводимости
12	Нет условия!	Предположительно 2. Нет условия!
14	Красная граница фотоэффекта (A1) цезиевого фотокатода соответствует энергии 1,9 эВ. Красная граница собственной фотопроводимости (A2) отвечает длине волны $\lambda_{кр} = 0,9$ мкм. Определите положение (в эВ) дна зоны проводимости данного полупроводника относительно вакуума.	$\Delta E = E - hc/\lambda = 1,9 - 1,38 = 0,52$ эВ
15	Уровень Ферми при легировании собственного полупроводника донорной примесью...	Ответ: 3. Поднимается ближе ко дну зоны проводимости

### Задание 12.

1	Длинноволновый край полосы поглощения чистого германия лежит вблизи длины волны $\lambda = 1,98$ мкм. Какова (в эВ) ширина запрещенной зоны германия?	<p>Ответ: <math>\Delta E = 0.625</math> эВ.</p>  <p>Решение: <math>\Delta E = h\nu_{\min} = hc/\lambda_1 = 0.625</math></p>
2	Красная граница фотоэффекта (A1) цезиевого фотокатода соответствует энергии 1,9 эВ. Красная граница собственной фотопроводимости (A2) отвечает длине волны $\lambda_{кр} = 0,9$ мкм. Определите положение (в эВ) дна зоны проводимости данного полупроводника относительно вакуума.	$\Delta E = E - hc/\lambda = 1,9 - 1,38 = 0,52$ эВ
3	Укажите основную причину возникновения внешней контактной разности потенциалов	Ответ: 2 Разность работ выхода.
4	Укажите правильное расположение уровня Ферми в различных полупроводниках:	Ответ: 4. А – донор, В – безпримесный, С – акцепторный.
5	Что такое ширина запрещённой зоны полупроводника?	Ответ: 6. Фактически, это минимальное значение энергии, которое нужно сообщить электрону, находящемуся в валентной зоне, чтобы он мог стать свободным внутри полупроводника.
6	Укажите основные причины возникновения ТермоЭДС в полупроводниках...	Ответ: 3. температурная зависимость концентрации основных носителей заряда.

7	Что такое зона проводимости полупроводника?	<p>Ответ: 2.</p> <p>Интервал энергий. Электроны бла-бла в свободном состоянии.</p>
8	Когда идеальный беспримесный полупроводник обладает электронным типом проводимости?	<p>Ответ: 3.</p> <p>Если подвижность дырок много меньше подвижности электронов.</p> $\gamma = e \cdot (n\mu_n + p\mu_p)$ <p>Первое слагаемое – концентрация и подвижность электронов, второе, то же самое для дырок. Больше подвижность – больше вклад в проводимость.</p>
9	Что такое валентная зона полупроводника?	<p>Ответ: 3.</p> <p>Интервал энергий. Электроны, обладающие бла-бла-бла в связанном состоянии внутри полупроводника.</p>
10	На рисунке представлен график зависимости логарифма удельной проводимости полупроводника от обратной температуры. Какие параметры графика нужно использовать для оценки энергии активации примеси этого полупроводника?	<p>Ответ: <b>3</b> (наклон участка 3).</p> <p>Объяснение: участок 3 обозначает примесную проводимость полупроводника. Наклон этого участка определяет энергию активации примеси.</p>
11	Длинноволновый край полосы поглощения чистого германия лежит вблизи длины волны $\lambda = 1,98$ мкм. Какова (в эВ) ширина запрещенной зоны германия?	<p>Ответ: <math>\Delta E = 0.625</math> эВ.</p> <div style="display: flex; align-items: center;">  <div style="margin-left: 20px;"> <p>Решение: <math>\Delta E = h\nu_{\min} = hc/\lambda_1 = 0.625</math></p> </div> </div>
12	Красная граница фотоэффекта (A1) цезиевого фотокатода соответствует энергии 1,9 эВ. Красная граница собственной фотопроводимости (A2) отвечает длине волны $\lambda_{\text{кр}} = 0,9$ мкм. Определите положение (в эВ) дна зоны проводимости данного полупроводника относительно вакуума.	<p><math>\Delta E = E - hc/\lambda = 1.9 - 1,38 = 0,52</math> эВ</p>
14	Укажите основную причину возникновения внутренней контактной разности потенциалов	<p>Ответ: 1, 3.</p> <p>“Разность энергий Ферми.”; “Разность концентрации основных носителей заряда.”</p>
15	Когда идеальный беспримесный полупроводник обладает электронным типом проводимости?	<p>Ответ: 3.</p> <p>Если подвижность дырок много меньше подвижности электронов.</p> $\gamma = e \cdot (n\mu_n + p\mu_p)$

		Первое слагаемое – концентрация и подвижность электронов, второе, то же самое для дырок. Больше подвижность – больше вклад в проводимость.
--	--	--

Задание 13.

1	Определите зарядовое число ядра, которое получается из урана после восьми $\alpha$ - и шести $\beta$ - распадов	<p>Ответ: <b>Z = 82.</b></p> <p>Определения: <math>\alpha</math>-распад - испускание атомными ядрами альфа-частиц (ядер атома гелия), бета-распад – электронов.</p> <p><math>zX_M \rightarrow z-2Y_{M-4} + 2He_4</math>; <math>\beta</math>-распад <math>zX_M \rightarrow z+1Y_M + -1e_0</math></p> <p><math>Elem_{Z/massa}</math>.</p> <p>Реакция: <math>U_{92/238} = 8He_{2/4} + 6e_{-1/0} + X_{82/206}</math></p>
2	Определите массовое число ядра, которое получается из радия после пяти $\alpha$ - и четырех $\beta$ - распадов	<p>Ответ: <b>206.</b></p> <p>Реакция: в 3 варианте (чуть ниже), а определения в 1 и 3 вариантах.</p>
3	Определите зарядовое число (Z) ядра, которое получается из радия после пяти $\alpha$ - и четырех $\beta$ -распадов	<p>Ответ: <b>Z = 82.</b></p> <p><math>Ra_{88/226} = 5He_{2/4} + 4e_{-1/0} + X_{82/206}</math></p> <p><math>\alpha</math>-распад — вид радиоактивного распада ядра, в результате которого происходит испускание альфа-частицы.</p> <p>Бета-распад — тип радиоактивного распада, обусловленного слабым взаимодействием и изменяющего заряд ядра на единицу.</p>
4	Определите массовое число ядра, которое получается из тория после трех $\alpha$ - и двух $\beta$ -распадов	<p>Ответ: <b>220.</b></p> <p><math>Th_{90/232} = 3He_{2/4} + 2e_{-1/0} + X_{86/220}</math></p> <p>Определения смотрит чуть выше.</p>
5	Определить зарядовое число (Z) изотопа, который получается из тория после трёх альфа и 2 бета превращений.	<p>Ответ: <b>86.</b></p> <p><math>Th_{90/232} = 3He_{2/4} + 2e_{-1/0} + X_{86/220}</math></p> <p>Определения смотрит чуть выше.</p>
6	В одной из ядерных реакций ядро лития, поглощая некоторую частицу, распадается на 2 альфа-частицы. Какую частицу поглощает ядро лития.	<p>Ответ: <b>1.</b></p> <p><math>Li_{3/7} + x = 2He_{2/4}</math></p> <p>Тогда <math>x_{1/1}</math>. Кажется, это протон.</p> <p>См. выше про альфа-распад, хоть он тут и не в тему совсем.</p>
7	В одной из ядерных реакций ядро бора, поглощая некоторую частицу, распадается на ядро лития и $\alpha$ -частицу. Какую частицу поглощает ядро бора	<p>Ответ: <b>2 (нейтрон).</b></p> <p><math>{}^5_1B_{10} + {}^0_1n_1 \rightarrow {}^3_1Li_7 + 2He_4</math></p> <p><math>\alpha</math>-распад - вид радиоактивного распада ядра, в результате которого происходит испускание альфа-частицы(ядра атома гелия). При этом массовое число уменьшается на 4, а атомный номер — на 2.</p>
8	Сколько свободных нейтронов получится в реакции синтеза альфа-частицы из дейтерия и	<p>Ответ: <b>1, (1 нейтрон).</b></p> <p><math>H_{1/2} + H_{1/3} = He_{2/4} + n_{0/1}</math></p>

	третия?	Дейтерий и тритий – изотопы водорода, которых в ядрах 1 и 2 нейтрона соответственно. Альфа-распад – читай выше.
9	На сколько единиц изменяется зарядовое число (Z) ядра в процессе гамма-распада как увеличивается или уменьшается?	Ответ: зарядовое число не изменяется. Гамма-распад – это излучение гамма-квантов ядрами в возбужденном состоянии, при котором они обладают большой по сравнению с невозбужденным состоянием энергией. /*Хотя его и не выделяют в отдельный распад, ибо ядро при этом ни на что не распадается – просто гамма-излучение*/
10	На сколько единиц уменьшается зарядовое число ядра в процессе бета-распада? Что такое бета-распад?	Ответ: увеличивается на 1. $n^0 \rightarrow p^+ + e^- + \bar{\nu}_e$ Бета-минус-распад - процесс излучения электрона. Масса электрона на несколько порядков меньше массы нуклонов, поэтому масса не изменяется. Меняется зарядовое число.
11	На сколько единиц уменьшается массовое число ядра в процессе бета-распада? Что такое бета-распад?	Ответ: <b>0</b> . $n^0 \rightarrow p^+ + e^- + \bar{\nu}_e$ Бета –минус-распад - процесс излучения электрона. Масса электрона на несколько порядков меньше массы нуклонов, поэтому масса не изменяется. Меняется зарядовое число.
12	Условие про Ra226. Получился какой-то Rb206.	Условия нет! Предположительный ответ: 5альфа, 0бета распадов.
14	Определите зарядовое число ядра, которое получается из урана после восьми $\alpha$ - и шести $\beta$ - распадов	Ответ: 3 (206). $zX_m \rightarrow z-2Y_{m-4} + 2He_4$ ; $\beta$ -распад $zX_m \rightarrow z+1Y_m + -1e_0$ Elem <sub>Z/massa</sub> . Реакция: $U_{92/238} = 8He_{2/4} + 6e_{-1/0} + X_{82/206}$
15	Сколько свободных нейтронов получится в реакции синтеза альфа-частицы из дейтерия и трития?	Ответ: 1, (1 нейтрон). $H_{1/2} + H_{1/3} = He_{2/4} + n_{0/1}$ Дейтерий и тритий – атомы водорода, которых в ядрах 1 и 2 нейтрона соответственно. Альфа-распад – читай выше.

#### Задание 14.

1	Период полураспада некоторого радиоактивного элемента равен суткам. Сколько вещества распадется по прошествии трех суток.	Ответ: <b>87,5%</b> . Решение: доля оставшихся $p(t) = 2^{(-t/T)} = 2^{(-3)} = 1/8 = 12.5\%$ распавшиеся $100\% - 12.5\% = 87.5\%$ /* Для тех, кто совсем не понимает. Можно и менее формально объяснять. За первые сутки распадётся половина (ибо период ПОЛУраспада), т.е. 50%. За вторые – половина
---	---	--

		от половины – 25%. За третьи – половина от половины половины – 12,5%. Складываем – 87,5%.* /
2	Определите энергию ( $\Delta E$ ), необходимую для разделения ядра $O_{16}$ на альфа-частицу и ядро $C_{12}$ , если известно, что энергия связи ядер $O_{16}$ , $C_{12}$ , $He_4$ равны соответственно 127,62, 92,16, 28,30 МэВ.	Про альфа-частицу читай ниже. $Q = E(He) + E(C) - E(O) = -7.16 \text{ МэВ}$ . Значит, для реакции недостаёт 7,16 МэВ. Ответ: 7,16 МэВ.
3	Определите энергию, необходимую для образования двух $\alpha$ - частиц в результате синтеза ядер $Li^6$ и $H^2$ , если известно, что энергия связи на один нуклон в ядрах $Li^6$ , $He^4$ и $H^2$ равны соответственно 5,33; 7,08 и 1,11 МэВ	Ответ: <b><math>\Delta E = 22,44 \text{ МэВ}</math></b> . $Li^6 + H^2 = 2He^4$ $\Delta E + 5,33 \cdot 6 + 2 \cdot 1,11 = 8 \cdot 7,08$ $\alpha$ -частица – ядро атома гелия (состоит из 2 протонов и 2 нейтронов)
4	Определите энергию связи ( $\delta E$ ), приходящуюся на нуклон изотопа $Li_6$ , если его масса $\rightarrow 6,0151e$ . Табличные значения масс протона $\rightarrow 1,00783e$ и нейтрона $\rightarrow 1,00867e$ ( $e = 931,5 \text{ МэВ}$ )	Ответ: 5.34 МэВ $E_{св} = \Delta m \cdot c^2$ $E_{св} = (3 \cdot 1.00783 + 3 \cdot 1.00867 - 6,0151) \cdot 931.5 = 32.0436$ $E_{св}(\text{нукл}) = 32.0436 / 6 = 5.34$
5	Какое из предложенных выражений, описывающих превращения нуклонов в ядре, соответствует так называемому бета- распаду:	Ответ: 2.
6	Определите энергию связи ( $\Delta E$ ), приходящуюся на нуклон изотопа $Li_7$ , если его масса $\rightarrow 7,0160e$ . Табличные значения масс протона $\rightarrow 1,00783e$ и нейтрона $\rightarrow 1,00867e$ ( $e = 931,5 \text{ МэВ}$ )	Ответ: 5,612 МэВ $E_{св}/\text{нукл} = E_{св}/7 = (3 \cdot 1,00783 + 4 \cdot 1,00867 - 7,0160) \cdot 931,5 / 7 = 5,612 \text{ МэВ}$ Про реакцию – опечатка.
7	Определите энергию связи ( $\Delta E$ ) нейтрона в ядре $Ne^{21}$ , если табличные значения масс $Ne^{21} \rightarrow 21,00018e$ , $Ne^{20} \rightarrow 19,99881e$ и нейтрона $\rightarrow 1,00867e$ ( $e = 931,5 \text{ МэВ}$ )	Ответ: <b>6,14 МэВ</b> . $-\Delta E = (m_{Ne(21)} - m_{Ne(20)} - n) \cdot e$ $\Delta E = 0.00659 \cdot 931.5 \text{ МэВ} = 6.14 \text{ МэВ}$ $Ne^{20} + n^1 \rightarrow Ne^{21}$
8	Период полураспада некоторого радиоактивного элемента равен суткам. Сколько вещества останется по прошествии 4 суток.	Ответ: 6,25% Решение: доля оставшихся $p(t) = 2^{(-t/T)} = 2^{(-4)} = 1/16 = 6.25\%$
9	Определите энергию связи ( $\Delta E$ ) нейтрона в ядре $Ne^{21}$ , если табличные значения масс $Ne^{21} \rightarrow 21,00018e$ , $Ne^{20} \rightarrow 19,99881e$ и нейтрона $\rightarrow 1,00867e$ ( $e = 931,5 \text{ МэВ}$ )	Ответ: <b>6,14 МэВ</b> . $-\Delta E = (m_{Ne(21)} - m_{Ne(20)} - n) \cdot e$ $\Delta E = 0.00659 \cdot 931.5 \text{ МэВ} = 6.14 \text{ МэВ}$ $Ne^{20} + n^1 \rightarrow Ne^{21}$
10	За один год начальное количество радиоактивного изотопа уменьшилось в три раза. Во сколько раз оно уменьшится за два года?	Ответ: <b>9</b> . Решение: $T = \ln 2 / \lambda$ ; $p_1(t) = 2^{(-t \lambda / \ln 2)} = 1/3$ ; $p_2(t) = 2^{(-2t \lambda / \ln 2)} = 2^{((-t \lambda / \ln 2) \cdot 2)} = (1/3)^2 = 1/9$

11	Какое из предложенных выражений, описывающих превращения нуклонов в ядре, соответствует так называемому $\beta^+$ распаду	<p>Ответ: <math>P = n + (e^+) + \nu</math></p> <p>это распад, в котором ядро испускает позитрон и его зарядовое число уменьшается на 1</p>
12	За время $t=8$ сут распалось $k=3/4$ начального количества ядер радиоактивного изотопа. Определить период полураспада.	<p>Ответ: <b>4.</b> <math>p(t)=1-3/4=1/4</math> <math>p(t)=2^{(-t/T)}</math></p> <p><math>1/4=2^{(-8/T)}</math> <math>2^{(-2)}=2^{(-8/T)}</math> <math>-2=-8/T</math> <math>T=4</math> суток</p>
14	Определите энергию связи ( $\delta E$ ), приходящуюся на нуклон изотопа $Li6$ , если его масса $\rightarrow 6,0151e$ . Табличные значения масс протона $\rightarrow 1,00783e$ и нейтрона $\rightarrow 1,00867e$ ( $e = 931,5$ МэВ)	<p>Ответ: 5.34 МэВ</p> <p><math>E_{[?][?][?][?]} = \Delta m * e</math></p> <p><math>E_{св}=(3*1.00783+3*1.00867-6,0151)*931.5=32.0436</math></p> <p><math>E_{св(нукл)}=32.0436/6=5.34</math></p>
15	Период полураспада некоторого радиоактивного элемента равен суткам. Сколько вещества останется по прошествии 4 суток.	<p>Ответ: 6,25%</p> <p>Решение: доля оставшихся <math>p(t)=2^{(-t/T)}=2^{(-4)}=1/16=6.25\%</math></p>