

1. Укажите кратность вырождения уровней атома водорода без учета спина.: "n<sup>2</sup>"
2. Укажите кратность вырождения уровней атома водорода с учетом спина.: "2n<sup>2</sup>"
3. Выберите ВСЕ квантовые числа, по которым наблюдается вырождение в атоме водорода.: "l - орбитальное квантовое число."; "m - магнитное квантовое число."; "s - спиновое квантовое число."
4. Укажите тонкую структуру спектральных линий водорода из серий Лаймана и Бальмера.: "Лаймана - дублет; Бальмера - квинтет."
5. Укажите причину снятия вырождения по орбитальному квантовому числу в многоэлектронных атомах.: "Наличие электронного остова."
6. Выберите ВСЕ квантовые числа, по которым наблюдается вырождение в атоме натрия.: "m - магнитное квантовое число."
7. Укажите причину тонкой структуры спектральных линий.: "Спин-орбитальное взаимодействие."
8. Выберите все возможные значения внутреннего квантового числа (j) для системы двух p-электронов.: "j = 2."; "j = 1."; "j = 0."
9. Укажите правильную мультиплетность спектральных линий главной серии щелочных металлов.: "2;"
10. Укажите правильную мультиплетность спектральных линий резкой серии щелочных металлов.: "2;"
11. Укажите правильную мультиплетность спектральных линий диффузной серии щелочных металлов.: "3;"
12. Главная и резкая серии щелочных металлов состоят из дублетных линий. Как изменяется разность частот между компонентами дублета при увеличении номера линии в обеих сериях?: "В главной - уменьшается; в резкой - не изменяется."
13. Сравните длины волн границ трех основных спектральных серий щелочных металлов (главной - λ<sub>1</sub>, резкой - λ<sub>2</sub> и диффузной - λ<sub>3</sub>): "λ<sub>1</sub> < λ<sub>2</sub> = λ<sub>3</sub>;"
14. Сравните длины волн первых линий трех основных спектральных серий щелочных металлов (главной - λ<sub>1</sub>, резкой - λ<sub>2</sub> и диффузной - λ<sub>3</sub>): "λ<sub>3</sub> < λ<sub>1</sub> < λ<sub>2</sub>;"

$$T = \frac{z_a^2 R}{(n + \Delta)^2}$$

15. На рисунке представлена форма спектрального термина щелочного металла. Как зависит поправка <Δ> от орбитального квантового числа l?: "Уменьшается с ростом l."

1	s ⇒ p
2	p ⇒ s
3	d ⇒ p
4	p ⇒ d
5	s ⇒ d

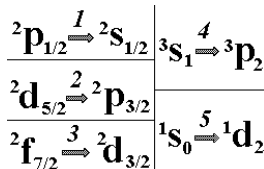
16. Выберите правильное обозначение излучательных переходов главной серии щелочных металлов.: "2"

1	s ⇒ p
2	p ⇒ s
3	d ⇒ p
4	p ⇒ d
5	s ⇒ d

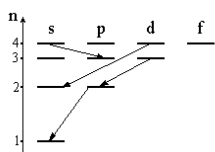
17. Выберите правильное обозначение излучательных переходов первой побочной (резкой) серии щелочных металлов.: "1"

1	s ⇒ p
2	p ⇒ s
3	d ⇒ p
4	p ⇒ d
5	s ⇒ d

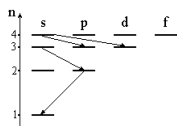
18. Выберите правильное обозначение излучательных переходов второй побочной (диффузной) серии щелочных металлов.: "3"



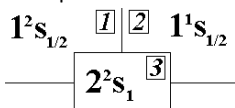
19. Выберите (с учетом правил отбора) переход или переходы, происходящие с излучением квантов электромагнитной энергии.: "1"; "2"; "4"



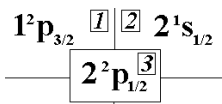
20. При переходах электрона в атоме с одного энергетического уровня на другой, закон сохранения момента импульса накладывает определенные ограничения (правила отбора). В энергетической схеме атома водорода запрещенным переходом является.: "4d → 2s;"



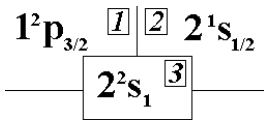
21. При переходах электрона в атоме с одного энергетического уровня на другой, закон сохранения момента импульса накладывает определенные ограничения (правила отбора). В энергетической схеме атома водорода запрещенным переходом является: "4s → 3d;"
22. Выберите возможные значения спинового квантового числа для системы, состоящей из нечетного числа фермионов: "1/2"; "3/2"
23. Выберите возможные значения спинового квантового числа для системы, состоящей из бозонов: "0"; "1"; "3"



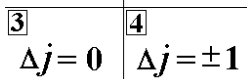
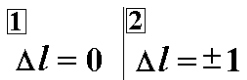
24. 1<sup>2</sup>p<sub>3/2</sub> 4 5 1<sup>1</sup>s<sub>0</sub> Выберите правильное обозначение термина основного состояния водорода: "1"



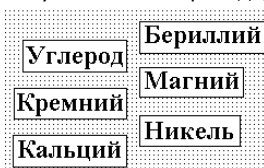
25. 2<sup>2</sup>p<sub>3/2</sub> 4 5 3<sup>1</sup>s<sub>0</sub> Выберите правильный вид спектрального термина первого возбужденного состояния лития: "3"



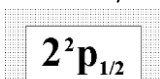
26. 3<sup>2</sup>s<sub>1/2</sub> 4 5 3<sup>1</sup>s<sub>0</sub> Выберите правильный вид спектрального термина основного состояния натрия: "4"



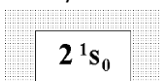
27. Выберите ВСЕ правила отбора для орбитального и внутреннего квантовых чисел, выполняющиеся при излучательном переходе, разрешенном в дипольном приближении: "2"; "3"; "4"



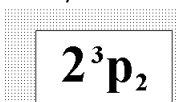
28. Из указанных на рисунке элементов выберите те, которые имеют идентичную электронную конфигурацию внешней оболочки: "Бериллий и магний."; "Углерод и кремний."
29. По заданной тройке квантовых чисел: n = 3, l = 0, s = 0 выберите правильное название элемента, основное состояние которого соответствует этим значениям: "Магний."



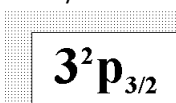
30. На рисунке представлен терм основного состояния бора. Выберите соответствующую этому состоянию совокупность квантовых чисел: "n = 2 ; l = 1 ; j = 1/2 ; s = - 1/2."



31. На рисунке представлен терм основного состояния бериллия. Выберите соответствующую этому состоянию совокупность квантовых чисел: "n = 2 ; l = 0 ; j = 0 ; s = 0."



32. На рисунке представлен терм основного состояния кислорода. Выберите соответствующую этому состоянию совокупность квантовых чисел: "n = 2 ; l = 1 ; j = 2 ; s = 1."



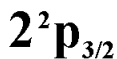
33. По обозначению приведенного на рисунке термина основного состояния определите полное число электронов (N) на этом уровне и их суммарное спиновое квантовое число (s): "N = 5 ; s = 1/2"



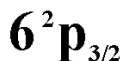
34. Выберите правильные значения орбитального квантового числа (l) и спинового квантового числа (s) для атома ртути в указанном возбужденном состоянии.: " l = 0 ; s = 1 "

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100

35. На рисунке представлен левый верхний угол периодической системы элементов Менделеева с указанием порядковых номеров элементов. Выберите элемент, атом которого в основном состоянии имеет указанный энергетический терм.: " Алюминий. "
36. Укажите вариант разделения атомарного водородного пучка в неоднородном магнитном поле (опыт Штерна-Герлаха), если атомы находятся в основном состоянии.: " Делится на две части. "
37. Укажите вариант разделения пучка атомов калия в неоднородном магнитном поле (опыт Штерна-Герлаха), если атомы находятся в основном состоянии.: " Делится на две части; "



38. Укажите вариант разделения атомарного водородного пучка в неоднородном магнитном поле (опыт Штерна-Герлаха), если атомы находятся в указанном возбужденном состоянии.: " Делится на четыре части. "



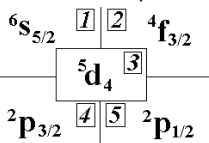
39. Укажите вариант разделения пучка атомов цезия в неоднородном магнитном поле (опыт Штерна-Герлаха), если атомы находятся в указанном возбужденном состоянии.: " Делится на четыре части. "



40. Энергия атома ртути в основном состоянии соответствует терму, указанному на рисунке. Выберите правильное обозначение тонкой структуры этого состояния и результат опыта Штерна-Герлаха с пучком атомов ртути.: " Состояние синглетное, пучок не делится. "



41. Энергия атома ванадия в основном состоянии соответствует терму, указанному на рисунке. Выберите правильное обозначение тонкой структуры этого состояния и результат опыта Штерна-Герлаха с пучком атомов ванадия.: " Состояние кваттетное, пучок делится на четыре части. "

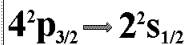


42. Пучок атомов железа делится в неоднородном магнитном поле на девять частей (опыт Штерна-Герлаха). Выберите по этим данным терм основного состояния атома железа.: " 3; "

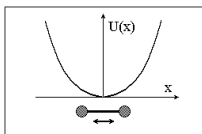


43. Указанный на рисунке переход сопровождается излучением одной спектральной линии. Во внешнем магнитном поле эта линия разбивается на несколько компонент ( π- и σ- компоненты - эффект Зеемана). Выберите правильное число и обозначение этих компонент.: " Две π- и четыре σ- "
44. Аноды трех рентгеновских трубок сделаны из различных материалов. При равном приложенном напряжении у них.: " одинаковы минимальные длины волн тормозного излучения. "
45. При возрастании номера элемента в периодической системе на единицу, частоты линий его рентгеновского характеристического излучения.: " ... несколько увеличиваются. "
46. Закон Мозли гласит, что частота рентгеновской линии К-серии любого элемента.: " ... прямо пропорциональна квадрату номера элемента Z. "
47. Укажите общее число электронов (N), формирующих p - оболочку L-слоя.: " N = 6; "
48. Укажите общее число электронов (N), формирующих M-слой.: " N = 18; "

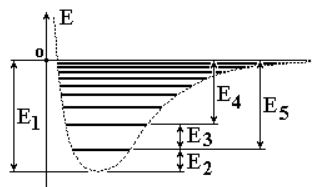
49. Если в результате неупругого соударения из атома выбит внутренний электрон из K-слоя, то в рентгеновском спектре возникнут линии: " ... всех серий."
50. Если в результате неупругого соударения из атома выбит внутренний электрон из L-слоя, то в рентгеновском спектре возникнут линии: " ... всех серий, кроме K."
51. Укажите особенности рентгеновских спектров атома водорода: " Рентгеновские спектры вообще отсутствуют."



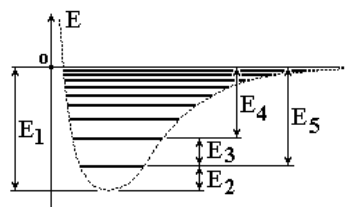
52. На рисунке представлен спектр рентгеновского излучения, полученный с помощью рентгеновской трубки. Как изменятся при увеличении напряжения на трубке граница сплошного спектра  $\lambda_1$  и длины волн характеристического излучения  $\lambda_2$  и  $\lambda_3$ ? " Первая уменьшится, вторая и третья - не изменятся."



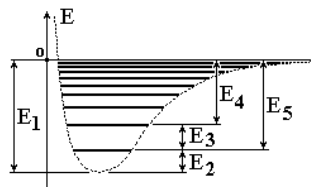
53. На рисунке изображена форма одномерного потенциала для классического гармонического осциллятора. Выберите правильное выражение для энергии стационарных состояний квантового гармонического осциллятора в зависимости от колебательного квантового числа  $v$  (при малых значениях  $v$ ): "  $E = \hbar \omega (v + 1/2)$  при  $v=0,1,2,3,\dots$  "
54. Из предложенного списка выберите правильные названия всех наблюдающихся в спектрах молекул полос: " Электронно-колебательные; " Колебательно-вращательные; " Вращательные."
55. Выберите верное соотношение между энергиями возбуждения вращательных ( $E_v$ ), колебательных ( $E_k$ ) и электронных ( $E_e$ ) переходов молекулы: "  $E_e > E_k > E_v$ ;"
56. Для колебательно-вращательных полос в спектрах молекул характерно: " ... эквидистантное расположение линий на оси частот."
57. Как изменяются с ростом соответствующего квантового числа энергетические расстояния между соседними колебательными подуровнями одного электронного состояния ( $E_k$ ) и вращательными подуровнями одного колебательного состояния ( $E_v$ )? "  $E_k$  уменьшается,  $E_v$  увеличивается."



58. На рисунке изображен энергетический спектр двухатомной молекулы в виде колебательных подуровней основного электронного состояния. Какое из предложенных выражений описывает значения энергий вращательных состояний в зависимости от вращательного квантового числа  $J$  без учета ангармоничности? ( $I$  - момент инерции молекулы): "  $E = \hbar^2/2I \cdot J(J+1)$ , где  $J=0,1,2,3,\dots$  "



59. На рисунке изображен энергетический спектр двухатомной молекулы в виде колебательных подуровней основного электронного состояния. Какая из обозначенных энергий является энергией диссоциации? "  $E_5$ ;"



60. На рисунке изображен энергетический спектр двухатомной молекулы в виде колебательных подуровней основного электронного состояния. Какая из обозначенных энергий является минимальной энергией молекулы в основном состоянии и как определяется ее численное значение? "  $E_2; E_2 = \hbar \omega/2$ ;"
61. Выражение для описания энергии излучения в чисто вращательном спектре молекулы в зависимости от вращательного квантового числа  $J$ , имеет вид ( $I$  - момент инерции молекулы): "  $\Delta E = \hbar^2/I \cdot (J+1)$ ;"
62. Выберите правильное выражение для описания энергетического смещения двух соседних вращательных уровней ( $\Delta E$ ). ( $I$  - момент инерции молекулы): "  $\Delta E = \hbar^2/I$ ;"
63. Укажите правильную мультиплексность спектральных линий диффузной серии щелочных металлов (выберите соответствующий номер ответа). (3)
64. На рисунке представлен терм основного состояния хлора. Выберите соответствующую этому состоянию совокупность квантовых чисел. ( $n=3; l=1; j=3/2; s=1/2$ )

65. Укажите причину сжатия вырождения по орбитальному квантовому числу в многоэлектронных атомах. (Наличие электронного состава.)
66. По заданной тройке квантовых чисел:  $n=3$ ,  $l=0$ ,  $s=0$  выберите правильное название элемента, основное состояние которого соответствует этим значениям. (Магний)
67. Энергия атома ртути в основном состоянии соответствует терму, указанному на рисунке. Выберите правильное обозначение тонкой структуры этого состояния и результат опыта Штерна-Герлаха с пучком атомов ртути. (Состояние синглетное, пучок не делится.)
68. Укажите общее число электронов ( $N$ ), формирующих М-слой. ( $N=18$ )
69. Экспериментальное определение электронно-колебательный (1), колебательно-вращательный (2) и чисто вращательный (3) спектры исследуемой молекулы. Параметры каких спектров позволяют определить энергию диссоциации молекулы ( $E_d$ ) и ее момент инерции  $I$ ? (Определение  $E_d$ : (1) и (2). Определение  $I$ : (2) и (3))
70. По обозначению приведенного на рисунке термина определите полное число электронов ( $N$ ) на этом уровне и их суммарное спиновое квантовое число: " $N = 1$ ;  $s = 1/2$ "
71. Полученное в опыте Эйнштейна-де Гааза значение гиромагнитного отношения оказалось... (вдвое больше предсказанного).
72. Выберите правильный вид диаграммы показывающей распределение населенностей  $n$  для различных вращательных подуровней молекулы в зависимости от их энергии  $E$  при некоторой конечной температуре. (2)
73. На рисунке слева представлено распределение молекул по вращательным подуровням ( $n$  – населенность,  $E$  – энергия) для шести первых вращательных квантовых чисел  $J$ . Справа приведена частотная шкала соответствующих переходов. Выберите излучательные переходы, соответствующие двум самым ярким линиям вращательной полосы. ( $J_3 > J_2$  и  $J_4 > J_3$ )
74. Выберите правильные обозначения гиромагнитного отношения для орбитального магнитного момента электрона ( $L$ ) и для собственного магнитного момента электрона ( $S$ ) в системе СГС. ( $L - 1$ ;  $S - 2$ )
75. На рисунке представлена гипотетическая схема энергетических уровней атома. Выберите линию, частота которой может быть определена комбинацией третьей линии серии В и первой линии серии D. (Вторая линия серии В)
76. Для какого из стационарных состояний полная энергия электронов в атоме водорода равна половине его потенциальной энергии? (Для любого)
77. По приведенной на рисунке экспериментальной вольт-амперной характеристике из опыта Франка-Герца, определите величину задерживающего потенциала сетка-анод. (2В)
78. Атома водорода переведен в третье возбужденное состояние. Какое максимальное число спектральных линий может наблюдаться в спектре испускания при его релаксации? (6)
79. Выразите скорость некоторой движущейся частицы  $V$  через фазовую  $V_\phi$  и групповую  $V_g$  скорости волны де-Бройля, соответствующей данной частице. ( $V=V_g$ )
80. Приведенное на рисунке уравнение Шредингера записано для... (частицы в отсутствие силовых полей)
81. Частота (волновое число) каждой спектральной линии выражается через... (разность двух спектральных термов)
82. Выберите правильное условие квантования, соответствующее стационарным орбитам электрона в атоме водорода по Бору.  $F -$  сила;  $E -$  энергия;  $P -$  импульс;  $L -$  момент импульса;  $R -$  радиус орбиты. (4)
83. Сравните первый и второй потенциалы возбуждения атома водорода и его потенциал ионизации  $U_0$ . ( $U_0 > U_2 > U_1$ )
84. Выберите правильное название спектральной линии, испускаемой атомом водорода при указанном на рисунке энергетическом переходе. (Вторая линия серии Бальмера)
85. Смысл  $n$ -ой стационарной боровской орбиты радиуса  $R$  с точки зрения теории корпускулярно-волнового дуализма заключается в том, что де-бройлевская длина волны электрона... (образует стоячую волну с числом узлов  $2n$ )
86. Принцип суперпозиции выполняется для... (самой пси-функции)
87. Выберите правильное описание изменений спектральных термов с увеличением их порядковых номеров. (Уменьшаясь по модулю, остаются положительными)
88. На рисунке представлена гипотетическая схема энергетических уровней атома. Выберите выражения, по которым можно определить частоту второй линии серии А. ( $\nu_3 - \nu_1$ ;  $\nu_4 - \nu_2$ )
89. Выберите атомы, которые НЕ являются водородоподобными. (Гелий; однократно ионизованный тритий)
90. По приведенной на рисунке экспериментальной вольтамперной характеристике из опыта Франка-Герца, определите величину задерживающего потенциала атому ртути. (5 В)
91. Укажите правильную размерность постоянной Ридберга. (1/см)
92. Среди указанных пар квантовомеханических операторов выберите ту, в которой представлены коммутирующие операторы. (Операторы  $x$ -проекции импульса и  $z$ -проекции координаты)
93. На рисунке представлена гипотетическая схема энергетических уровней атома. Выберите линию, частота которой может быть определена комбинацией третьей линии серии В и первой линии серии D. (Вторая линия серии В)
94. Какова в теории Бора природа сил, удерживающих электрон на спектральной орбите 7. (Электростатические кулоновские силы)
95. Укажите атом, для которого разность экспериментального значения постоянной Ридберга и ее теоретического значения, рассчитанного из условия неоднозначности атомного ядра, минимальна. (Однократный ион гелия)
96. Исходя из схемы энергетических уровней атома водорода, определите, какая из величин должна использоваться для определения энергии ионизации из первого возбужденного состояния? (Частота границы серии Бальмера)
97. Смысл  $n$ -ой стационарной боровской орбиты радиуса  $R$  с точки зрения теории корпускулярно-волнового дуализма заключается в том, что де-бройлевская длина волны электрона... (образует стоячую волну с числом узлов  $2n$ )

98. Приведенное на рисунке уравнение Шредингера для стационарных состояний в квадратных скобках содержит... (оператор полной энергии в нерелятивистском приближении)
99. Частота (волновое число) каждой спектральной линии выражается через... (разность двух спектральных термов)
100. Чем в теории Бора объясняется нарушение законов классической электродинамики.: отсутствие излучения при ускоренном движении электрона вокруг ядра? (Ничем. Это отсутствие просто постулируется)
101. Выберите формулу для расчета постоянной Ридберга  $R$  в предположении о неподвижности атомного ядра.  $((m \cdot e^4)/(4 \cdot \pi \cdot c \cdot h^3))$
102. Атом водорода переведен на четвертый энергетический уровень. Какое максимальное число спектральных линий может наблюдаться в спектре испускания при его релаксации? (6)
103. При подстановке в знаменатель приведенной формулы произведение массы покоя электрона на скорость света в вакууме, длина волны де-Бройля переходит в... (комптоновскую длину волны)
104. В опыте Дэвиссона-Джермера 1927г. наблюдалась... (дифракция электронного пучка)
105. На рисунке изображен гипотетический спектр. Выберите вариант возможного выделения спектральных линий одной серии. (ABDGK)
106. Два квантово-механических оператора называются коммутирующими, если... (их произведение подчиняется перестановочному закону)
107. На рисунке представлена гипотетическая схема энергетических уровней атома и соответствующий ей спектр испускания. Выберите правильное обозначение выделенных линий. (1 – H; 2 – E; 3 – F)
108. Согласно теории Бора скорость движения электронов на первой стационарной орбите составляет от скорости света в вакууме... (1/137)
109. Исходя из схемы энергетических уровней атома водорода, определите его энергию ионизации из основного состояния. (13,6)
110. Укажите сопряженные переменные, составляющие пары в соотношениях неопределенности Гейзенберга. (Энергия и время. Импульс и координата.)
111. Атом излучает фотон с длиной волны 550 А. Известно, что время излучения составляет 0,01 пс. С какой примерно точностью может быть определено местонахождение данного фотона в направлении его движения? (3 нм)
112. Квантомеханическая интерпретация волн де-Бройля как плотности вероятности обнаружения соответствующей частицы касается... (квадрата модуля амплитуды пси-функции)
113. В любой спектральной серии имеется первая линия и граница серии. Выберите правильное утверждение о свойствах линий одной спектральной серии. ( $\alpha_1 > \alpha_2$ ; линии гуще вблизи  $\alpha$ )
114. На рисунке представлена гипотетическая схема энергетических уровней атома. Выберите выражения, по которым можно определить частоту второй линии серии A. ( $\nu_3 - \nu_1$ ;  $\nu_4 - \nu_2$ )
115. Укажите атом, для которого разница экспериментального значения постоянной Ридберга и ее теоретического значения, рассчитанного из условия неподвижности атомного ядра, минимальна. (однократный ион гелия)
116. На рисунке представлена формула из теории Бора для определения частот спектральных линий серии... (Брэкетта)
117. Соотношения неопределенности Гейзенберга связывают произведения неопределенностей двух физических величин (координата-импульс; энергия-время)
118. На рисунке представлена гипотетическая схема энергетических уровней атома. Выберите выражение по которому нельзя определить частоту второй линии серии A. ( $\nu_5 - \nu_2$ ;  $\nu_2 + \nu_3 - \nu_1$ )
119. На рисунке представлена схема опыта Франка-Герца. Выберите правильное условие для знаков разности потенциалов катод-сетка Укс и сетка-анод Уса. (2)
120. В опыте Дэвиссона-Джермера по дифракции электронов на монокристалле никеля выполнения условия Вульфа-Брэггов добивались... (изменяя угол наблюдения)
121. Выберите формулу, правильно выражающую связь между разностью энергий боровских стационарных состояний  $E_n - E_m$  и длиной волны света, излучаемого при переходе между ними. ( $\lambda = hc/(E_n - E_m)$ )
122. Как связаны между собой: теоретическое значение постоянной Ридберга, рассчитанное из условия неподвижности атомного ядра и ее экспериментальное значение? (всегда больше ее экспериментального значения)
123. Если из частоты четвертой линии серии Лаймана вычесть частоту третьей линии серии Бальмера, то получится... (частота первой линии серии Лаймана)
124. Исходя из схемы энергетических уровней атома водорода, определите, какие линии в спектре испускания попадают в видимый диапазон? (6, 7, 8, 9)
125. Теоретическое значение постоянной Ридберга, рассчитанное из условия неподвижности атомного ядра... (всегда больше ее экспериментального значения)
126. В спектре поглощения холодного водорода наблюдаются только линии серии... (Лаймана)
127. Соотношения неопределенности Гейзенберга связывают произведения неопределенностей двух физических величин (координата-импульс; энергия-время)... (постоянной Планка)
128. Учитывая, что де-бройлевская длина волны электронов в опыте Дэвиссона-Джермера составляла 0.165 нм при напряжении 54 В, постоянную решетки монокристалла выбирают порядка... (2 А)
129. Выберите величину, которая не изменится для любых стационарных боровских состояний. Она должна соответствовать бальмеровскому виду спектральных термов ядра водорода. ( $E \cdot n^2$ )
130. Значение радиуса первой боровской орбиты наиболее близко к... ( $5.3 \cdot 10^{-9}$  см)
131. Атома водорода в состоянии с главным квантовым числом  $n$ . При его излучательной рекомбинации в общем случае может образовываться 15 спектральных линий. Определите  $n$ . ( $n=6$ )

132. Если два квантомеханических оператора коммутируются, то соответствующие им наблюдаемые физические величины... (могут быть определены одновременно с заданной точностью)

B1

- 1) Укажите тонкую структуру спектральных линий водорода из серий Лаймана и Бальмера. (Лаймана – дублет. Бальмера – квинтет.)
- 2) Выберите правильное обозначение излучательных переходов первой побочной (резкой) серии щелочных металлов. ( $s \rightarrow p$ )
- 3) Выберите все возможные значения внутреннего квантового числа ( $j$ ) для системы двух  $p$ -электронов. ( $j=2; j=1; j=0$ )
- 4) На рисунке представлен терм основного состояния бора ( $2^2P_{1/2}$ ). Выберите соответствующую этому состоянию совокупность квантовых чисел. ( $n=2; l=1; j=1/2; s=-1/2$ )
- 5) Пучок атома железа делится в неоднородном магнитном поле на 9 частей (опыт Штерна-Герлаха). Выберите по этим данным терм основного состояния железа. ( $5d^4$ )
- 6) Аноды трех рентгеновских трубок сделаны из различных материалов. При равном напряжении у них... (одинаковые минимальные длины волн тормозного излучения)
- 7) Для колебательно-вращательных полос в спектрах молекул характерно... (эквидистантное расположение линий на оси частот)

B2

- 1) Укажите правильную мультиплетность спектральных линий диффузной серии щелочных металлов (3).
- 2) На рисунке представлен терм основного состояния хлора ( $3^2P_{3/2}$ ). Выберите соответствующую этому состоянию совокупность квантовых чисел. ( $n=3, l=1, j=3/2, s=1/2$ )
- 3) Укажите причину снятия вырождения по орбитальному квантовому числу в многоэлектронных атомах. (Наличие электронного остова)
- 4) По заданной тройке квантовых чисел:  $n=3, l=0, s=0$  выберите правильное название элемента, основное состояние которого соответствует этим значениям. (Магний)
- 5) Энергия атома ртути в основном состоянии соответствует терму, указанному на рисунке ( $6^1S_0$ ). Выберите правильное обозначение тонкой структуры этого состояния и результат опыта Штерна-Герлаха с пучком атомов ртути (Состояние синглетное, пучок не делится)
- 6) Укажите общее число электронов ( $N$ ), формирующих  $M$  слой. ( $N=18$ )
- 7) Экспериментально определены электронно-колебательный (1), колебательно-вращательный (2) и чисто вращательный (3) спектры исследуемой молекулы. Параметры каких спектров позволяют определить энергию диссоциации молекулы ( $E_d$ ) и ее момент инерции  $I$ ? (Определение  $E_d$ : (1) и (2), Определение  $I$ : (2) и (3))

B3

- 1) Выберите ВСЕ квантовые числа, по которым наблюдается вырождение в атоме водорода. ( $s$ -спиновое квантовое число,  $l$  – орбитальное квантовое число,  $s$ -спиновое квантовое число).
- 2) Выберите правильное обозначение излучательных переходов побочной (диффузной) серии щелочных металлов ( $d \rightarrow p$ )
- 3) На рисунке представлен левый верхний угол периодической системы Менделеева с указанием порядковых номеров элементов. Выберите элемент, атом которого в основном состоянии имеет указанный ( $3^2P_{1/2}$ ) энергетический терм. (Алюминий)
- 4) Сравните длины волн границ трех основных спектральных серий щелочных металлов (главной –  $\lambda_1$ , резкой –  $\lambda_2$  и диффузной –  $\lambda_3$ ). ( $\lambda_1 < \lambda_2 = \lambda_3$ )
- 5) Укажите вариант разделения атомарного водородного пучка в неоднородном магнитном поле (опыт Штерна-Герлаха), если атомы находятся в указанном ( $2^2P_{3/2}$ ) возбужденном состоянии. (Делится на четыре части)
- 6) Если в результате неупругого соударения из атома выбит внутренний электрон из  $L$ -слоя, то в рентгеновском спектре возникнут линии... (всех серий, кроме  $K$ )
- 7) Из предложенного списка выберите правильные названия всех наблюдающихся в спектрах молекул полос. (Электронно-колебательные; Колебательно-вращательные; Вращательные)

B4

- 1) Выберите ВСЕ квантовые числа, по которым наблюдается вырождение в атоме натрия. ( $m$ -магнитное квантовое число)
- 2) Выберите правильное обозначение термина основного состояния водорода. ( $1^2S_{1/2}$ )
- 3) На рисунке представлена форма спектрального термина щелочного металла ( $T = (z\alpha^2)R/((n+\delta)^2)$ ). Как зависит поправка  $\delta$  от орбитального квантового числа  $l$ ? (Уменьшается с ростом  $l$ )
- 4) Сравните длины волн первых линий трех основных спектральных серий щелочных металлов (главной –  $\lambda_1$ , резкой –  $\lambda_2$  и диффузной –  $\lambda_3$ ). ( $\lambda_3 < \lambda_1 < \lambda_2$ )
- 5) Укажите вариант разделения пучка атомов цезия в неоднородном магнитном поле (опыт Штерна-Герлаха), если атомы находятся в указанном ( $6^2P_{3/2}$ ) возбужденном состоянии. (Делится на четыре части)
- 6) Если в результате неупругого соударения из атома выбит внутренний электрон из  $K$ -слоя, то в рентгеновском спектре возникнут линии... (всех серий)
- 7) Выберите верное соотношение между энергиями возбуждения вращательных ( $E_v$ ), колебательных ( $E_k$ ) и электронных ( $E_e$ ) переходов молекулы. ( $E_e > E_k > E_v$ )

B5

- 1) Укажите причину снятия вырождения по орбитальному квантовому числу в многоэлектронных атомах. (Наличие электронного остова)
- 2) Выберите правильное обозначение излучательных переходов главной серии щелочных металлов ( $p \rightarrow s$ )
- 3) Выберите правильный вид спектрального термина основного состояния лития. ( $2^2P_{1/2}$ )
- 4) Выберите ВСЕ правила отбора для орбитального и внутреннего квантовых чисел, выполняющиеся при излучательном переходе, разрешенном в дипольном приближении. ( $\Delta l = \pm 1$ )
- 5) Укажите вариант разделения атомарного водородного пучка в неоднородном магнитном поле (опыт Штерна-Герлаха), если атом находится в основном состоянии (делится на две части)

- Укажите особенности рентгеновских спектров атома водорода (рентгеновские спектры вообще отсутствуют)
- На рисунке изображен рентгеновский спектр двухатомной молекулы в виде колебательных подуровней основного электронного состояния. Какая из обозначенных энергий является энергией диссоциации ( $E_4$  или  $E_5$ )

B6

- Укажите кратность вырождения уровней атома водорода с учетом спина. ( $2n^2$ )
- Выберите (с учетом правила отбора) переход или переходы, происходящие с изменением квантов электромагнитной энергии. ( $2d_{5/2} \rightarrow 2p_{3/2}$ ;  $3s_{1/2} \rightarrow 3p_{1/2}$ )
- Выберите возможные значения спинового квантового числа для системы состоящей из нечетного числа фермионов ( $1/2$ ;  $3/2$ )
- По заданной тройке квантовых чисел:  $n=3$ ,  $l=0$ ,  $s=0$  выберите правильное название элемента, основное состояние которого соответствует этим значениям. (Магний)
- Выберите правильные обозначения гиромагнитного отношения для орбитального магнитного момента электрона ( $L$ ) и для собственного магнитного момента электрона ( $S$ ) в системе СГС (сантиметр-грамм-секунда). ( $L = e/2mc$ ,  $S = e/mc$ )
- На рисунке представлен спектр рентгеновского излучения, полученный с помощью рентгеновской трубки. Как изменится при увеличении напряжения на трубке граница сплошного спектра  $\lambda_{\text{min}}$  и длины волн характерного излучения  $\lambda_{\text{K}\alpha}$  и  $\lambda_{\text{K}\beta}$ ? (первая уменьшится, вторая и третья не изменятся)
- Для колебательно-вращательных полос в спектрах молекул характерно... (эквидистантное расположение линий на оси частот)

B7

- Укажите причину тонкой структуры спектральных линий. (Спин-орбитальное взаимодействие)
- На рисунке представлен терм основного состояния бора ( $2^2P_{1/2}$ ). Выберите соответствующую этому состоянию совокупность квантовых чисел. ( $n=2$ ;  $l=1$ ;  $j=1/2$ ;  $s=-1/2$ )
- Главная и резкая серия щелочных металлов состоит из дублетных линий. Как изменяется разность частот между компонентами дублета при увеличении номера линий в обеих сериях? (В главной – уменьшается, в резкой – не изменяется)
- Выберите возможные значения спинового квантового числа для системы, состоящей из бозонов. ( $0$ ;  $1$ ;  $3$ )
- Указанный на рисунке переход ( $4^2P_{3/2} \rightarrow 2^2S_{1/2}$ ) сопровождается излучением одной спектральной линии. Во внешнем магнитном поле эта линия разбивается на несколько компонент ( $\pi$ - и  $\sigma$ - компоненты - Эффект Зеемана). Выберите число и правильное обозначение этих компонент. (Две  $\pi$ - и четыре  $\sigma$ -)
- Укажите общее число электронов ( $N$ ), формирующих  $M$  слой. ( $N=18$ )
- Как изменяются с ростом соответствующего квантового числа энергетические расстояния между соседними колебательными подуровнями одного электронного состояния ( $E_K$ ) и вращательными подуровнями одного колебательного состояния ( $E_v$ )? ( $E_K$  уменьшается,  $E_v$  увеличивается)

B8

- Укажите правильную мультиплетность спектральных линий резкой серии щелочных металлов ( $2$ )
- По обозначению приведенного на рисунке термина основного состояния определите полное число электронов ( $N$ ) на этом уровне и их суммарное спиновое число ( $S$ ). ( $N=3$ ,  $S=1/2$ )
- Из указанных на рисунке элементов выберите те, которые имеют идентичную электронную конфигурацию внешней оболочки. (Бериллий и магний; Углерод и кремний)
- Выберите правильный вид спектрального термина основного состояний натрия. ( $3^2S_{1/2}$ )
- Полученное в опыте Энштейна-де Гааза значение гиромагнитного отношения оказалось... (... вдвое больше предсказанного)
- При возрастании номера элемента в периодической системе на единицу, частоты линий его рентгеновского характеристического излучения... (несколько увеличиваются)
- Выберите правильный вид диаграммы, показывающей распределение населенностей  $n$  для различных вращательных подуровней в зависимости от их энергии  $E$  при некоторой конечной температуре. ( $2$ )

B9

- Выберите все возможные значения внутреннего квантового числа ( $j$ ) для системы из двух  $p$ -электронов ( $j=1$ ;  $j=0$ )
- На рисунке представлен терм основного состояния бериллия ( $2^1S_0$ ). Выберите соответствующую этому состоянию совокупность квантовых чисел. ( $n=2$ ;  $l=0$ ;  $j=0$ ;  $s=0$ )
- Укажите кратность вырождения уровней атома водорода без учета спина. ( $n^2$ )
- Выберите правильные значения орбитального квантового числа ( $l$ ) и спинового квантового числа ( $s$ ) для атома ртути в указанном ( $7^2S_{1/2}$ ) возбужденном состоянии. ( $l=0$ ;  $s=1$ )
- Укажите вариант разделения пучка атомов калия в неоднородном магнитном поле (опыт Штерна-Герлаха), если атомы находятся в основном состоянии (Делится на 2 части)
- Укажите общее число электронов ( $N$ ), формирующих  $p$ -оболочку  $L$ -слоя. ( $N=6$ )
- На рисунке слева представлено распределение молекул по вращательным подуровням ( $n$ -населенность,  $E$ - энергия) для шести первых вращательных квантовых чисел  $J$ . Справа приведена частотная шкала соответствующих переходов. Выберите излучательные переходы, соответствующие двум серым ярким линиям вращательной полосы. ( $J_3 \rightarrow J_2$  и  $J_4 \rightarrow J_3$ )

B10

- Укажите правильную мультиплетность спектральных линий главной серии щелочных металлов ( $2$ )
- На рисунке представлен терм основного состояния кислорода ( $2^4P_{3/2}$ ). Выберите соответствующую этому состоянию совокупность квантовых чисел. ( $n=2$ ;  $l=1$ ;  $j=2$ ;  $s=1$ )
- Выберите ВСЕ квантовые числа, по которым наблюдается вырождение в атоме водорода. ( $s$ -спиновое квантовое число,  $l$  – орбитальное квантовое число,  $s$ -спиновое квантовое число).
- Главная и резкая серия щелочных металлов состоят из дублетных линий. Как изменяется разность частот между компонентами дублета при увеличении номера линии в обеих сериях? (в главной – уменьшается, в резкой – не изменяется)
- Энергия атома ванадия в основном состоянии соответствует терму, указанному на рисунке ( $4F_{3/2}$ ). Выберите правильное обозначение тонкой структуры этого состояния и результат опыта Штерна-Герлаха с пучком атомов ванадия. (состояние кватерное, пучок делится на три части)



- 6) Закон Мозли гласит, что частота рентгеновской линии К-серии любого элемента... (прямо пропорциональна квадрату номера элемента Z).
- 7) Из предложенного списка выберите ВСЕ молекулы с гетерополярной связью. (LiF, HCl, RbBr)

#### 1 вариант

1. Выберите формулу, правильно выражающую связь между разностью энергий боровских стационарных состояний  $E_n - E_m$  и длиной волны света, излучаемого при переходе между ними. ( $\lambda = hc / (E_n - E_m)$ )
2. Как связаны между собой теоретическое значение постоянной Ридберга, рассчитанное из условия неподвижности атомного ядра и ее экспериментальное значение? (всегда равно ее экспериментальному значению).
3. Электрон, протон и альфа-частица разгоняются одной и той же разностью потенциалов. Сравните их де-Бройлевские длины волн  $\lambda_e$ ,  $\lambda_p$ ,  $\lambda_\alpha$  соответственно. ( $\alpha < p < e$ )
4. Энергия ионизации атом водорода из основного состояния равна  $E_0$ . Какую минимальную энергию нужно затратить, чтобы электрон перешел из основного во второе возбужденное состояние? (среди ответов правильного нет)
5. На рисунке изображен гипотетический спектр. Выберите вариант возможного выделения спектральных линий одной серии. (GKMNO)
6. Частица находится в потенциальной яме с абсолютно непроницаемыми стенками шириной  $l$  в четвертом возбужденном состоянии. Определить вероятность ( $\omega$ ) пребывания частицы в интервале от  $0,3l$  до  $0,8l$ . ( $\omega = 1/2$ )
7. Атом излучил фотон с длиной волны 550 нм за время  $10^{-8}$  с. Оценить неопределенность его координаты и энергии. ( $1,054 \cdot 10^{-19}$ )
8. Определить спектральный интервал, в пределах которого лежат длины волн серии Лаймана в атоме водорода. (от  $91 \cdot 10^{-9}$  до  $121 \cdot 10^{-9}$ )

#### 2 вариант

1. Выберите величину, которая не изменится для любых стационарных боровских состояний. Она должна соответствовать бальмеровскому виду спектральных термов атома водорода. ( $E \cdot n^2$ )
2. Из представленного списка выберите спектральную линию с минимальной длиной волны. (Третья линия серии Пашена)
3. "Электронная пушка" создает параллельный пучок электронов одинаковой скорости. Как изменится длина волны де-Бройля электронов при увеличении ускоряющего напряжения ( $U$ ) в два раза (увеличится в  $\sqrt{2}$ )
4. Атом водорода переведен в третье возбужденное состояние. Какое максимальное число спектральных линий может наблюдаться в спектре испускания при его релаксации? (3)
5. Сравните первый и второй потенциалы возбуждения атома водорода и его потенциал ионизации  $U_i$ . ( $U_2 > U_i > U_1$ )
6. Частица находится в потенциальной яме с абсолютно непроницаемыми стенками шириной  $l$  в третьем возбужденном состоянии. Определить вероятность ( $\omega$ ) пребывания частицы в интервале от  $0,625l$  до  $0,75l$ . ( $\omega = 0,125$ )

#### 3 вариант

1. Чем в теории Бора объясняется нарушение законов классической электродинамики: отсутствие излучения при ускоренном движении электрона вокруг ядра. (Ничем. Это отсутствие просто постулируется)
2. Протон ( $p$ ) и альфа-частица движутся с одинаковыми импульсами. Выберите правильное значение для отношения их длин волн де-Бройля ( $\lambda_p / \lambda_\alpha$ ) ( $\lambda_p / \lambda_\alpha = 1$ )
3. Выберите атомы являющиеся водородоподобными (Дейтерий; Трехкратно ионизированный бериллий)
4. Если из частоты четвертой линии серии Лаймана вычесть частоту третьей линии серии Бальмера, то получится... (частота третьей линии серии Лаймана)
5. Атом водорода переведен во второе возбужденное состояние. Какое максимальное число спектральных линий может наблюдаться в спектре испускания при его релаксации? (3)
6. Вероятность обнаружить электрон на участке  $(a, b)$  одномерной потенциальной ямы шириной  $l$  с бесконечно высокими стенками вычисляется по формуле:  $\omega = \int_a^b \omega dx$  от  $a$  до  $b$ , где  $\omega$  – вероятность, определяемая  $\sigma$ -функцией. Если  $\sigma$ -функция имеет вид, указанный на рисунке, то вероятность обнаружения электрона на участке  $1/6 < x < l$  равна: ( $\omega = 5/6$ )
7. Свободно движущаяся нерелятивистская частица имеет относительную неопределенность кинетической энергии порядка  $2 \cdot 10^{-4}$ . Оценить, во сколько раз неопределенность координаты такой частицы больше ее дебройлевской длины волны.  
Дано  $\Delta E / E = 2 \cdot 10^{-4}$ ; найти  $\Delta x / \lambda$ ; Решение:  $\lambda = h / p$ ;  $E = p^2 / 2m$ ;  $\Delta E = (2p / 2m) \Delta p$ ;  
 $\Delta x = h / \Delta p$ ;  $\Delta E / E = (p \Delta p / m) / (p^2 / 2m) = 2 \Delta p / p = 0,0002 \rightarrow \Delta p = 0,0001 p$ ;  
 $\Delta x = \gamma \cdot \lambda$ ;  $h / \Delta p = \gamma \cdot h / p \rightarrow 1 / \Delta p = \gamma \cdot (1 / p)$ ;  $1 / 0,0001 p = \gamma \cdot (1 / p)$ ;  $\gamma = 10000 \rightarrow \Delta x$  в 10000 раз  $> \lambda$ .
8. Определить длину волны кванта света, поглощение которого ведет в ионизацию атом водорода из второго возбужденного состояния. ( $dE = E_0 - E_2 = 0 - (hcR/n^2)$ ;  $hcR/n^2 = h\nu = c/\lambda$ ;  $\lambda = n^2/R = 4/1,1 \cdot 10^7 = 363,63$  нм)

#### 4 вариант

1. 1-1
2. Выберите атомы, которые НЕ являются водородоподобными. (Гелий; Однократно ионизированный тритий)
3. На рисунке представлена гипотетическая схема энергетических уровней атома. Выберите выражения, по которым можно определить частоту линии серии A. ( $\nu_{A3} - \nu_{C1}$ ;  $\nu_{A4} - \nu_{C2}$ )

- По приведенной на рисунке экспериментальной вольтамперной характеристике из опыта Франка-Герца определите величину первого потенциала возбуждения атома. (5В)
- Атом водорода возбужден в состоянии с главным квантовым числом  $n$ . При его излучательной рекомбинации в общем случае может образовываться 15 спектральных линий. Определите  $n$ . ( $n=6$ )
- Частица находится в потенциальной яме с абсолютно непроницаемыми стенками шириной  $l$  в первом возбужденном состоянии. Определить вероятность ( $\omega$ ) пребывания частицы в интервале от  $1/4l$  до  $l$ . ( $\omega=0,75$ )
- При ионизации атома водорода из первого возбужденного состояния, электрон приобрел кинетическую энергию равную 2,6 эВ. Определить длину волны (в нм), поглощение которой приведет к ионизации. ( $2.15 \cdot 10^{-15}$ )
- Оценить относительную неопределенность импульса частицы, у которой неопределенность координаты в 2000 раз больше ее дебройлевской длины волны. ( $\Delta x \cdot \Delta p \geq \hbar$ ;  $\Delta E \cdot \Delta t \geq \hbar$ ;  $\lambda = h/p$  а  $10^{-3}$ )

#### 5 вариант

- 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)? (Имеются А и В)
- Определить кинетическую энергию (W) электрона, дебройлевская длина волны которого равна 1А ( $W=15\text{эВ}$ )
- Выберите из предложенных известных значений длин волн подходящие для вычисления энергии ионизации атома водорода из основного состояния. (Только длину волны границы серии Лаймана)
- 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? (5)
- 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? ( $E2/E1=1,18$ )
- Частица находится в потенциальной яме с абсолютно непроницаемыми стенками шириной  $l$  в четвертом возбужденном состоянии. Определить вероятность ( $\omega$ ) пребывания частицы в интервале от  $0,3l$  до  $0,7l$ . ( $\omega=2/5$ )
- Оценить максимальную кинетическую энергию электрона, локализованного в области размером  $l=2\text{А}$  ( $E=37,6\text{эВ}$ )
- Значение терма электрона атома водорода равно  $6,853 \cdot 10^5$  1/м. определить главное квантовое число соответствующее данному состоянию электрона. ( $n=4$ )

#### 6 вариант

- Выберите выражение, связывающее спектральный терм  $T_n$  и энергию соответствующего атомарного уровня  $E_n$ . ( $T_n = -hE_n/c$ )
- На рисунке представлена гипотетическая схема энергетических уровней атома. Выберите выражения, с помощью которых нельзя определить частоту второй линии серии А. ( $V_{A5}-V_{D2}$ ;  $V_{A2}+V_{C3}-V_{D2}$ )
- На рисунке представлена гипотетическая схема энергетических уровней атома. Каково максимальное число спектральных линий (различных длин волн), наблюдаемых в спектре испускания в диапазоне от 3,75 эВ до 5,25 эВ. (5)
- Сколько узлов имеет радиальная зависимость волновой функции электрона в атоме водорода в первом возбужденном состоянии (4)
- Соотношение неопределенности Гейзенберга связывают произведения неопределенностей двух физических величин (друг с другом)
- Частица находится в потенциальной яме с абсолютно непроницаемыми стенками шириной  $l$  во втором возбужденном состоянии. Определить вероятность ( $\omega$ ) пребывания частицы в интервале от  $1/3l$  до  $2/3l$ . ( $1/3$ )
- Оценить относительную неопределенность импульса частицы, у которой неопределенность координаты в 2000 раз больше ее дебройлевской длины волны. ( $\Delta x \cdot \Delta p \geq \hbar$ ;  $\Delta E \cdot \Delta t \geq \hbar$ ;  $\lambda = h/p$  а  $10^{-3}$ )
- Вычислить кинетическую энергию электрона, выбитого из второго возбужденного состояния атома водорода фотоном, длина волны которого 0,3 мкм ( $E_k = h/\lambda - A_v$ ,  $1,17 \cdot 10^{-19}$ )

#### 8 вариант

- Выберите правильное описание изменений спектральных термов с увеличением их порядковых номеров. (Уменьшаясь по модулю, остаются отрицательными)
- Для какого из стационарных состояний полная энергия электрона в атоме водорода равна половине его потенциальной энергии? (Такого состояния нет)
- В спектре поглощения холодного водорода наблюдаются только линии серии (Лаймана)
- Атом водорода переведен во второе возбужденное состояние. Какое максимальное число спектральных линий может наблюдаться в спектре испускания при его релаксации (3)
- Выберите верное условие для дебройлевской длины волны электрона  $\lambda$  е, находящегося на четвертое боровской орбите радиусом  $R$ . ( $\lambda = \pi R/2$ )
- Частица находится в потенциальной яме с абсолютно непроницаемыми стенками шириной  $l$  в третьем возбужденном состоянии. Определить вероятность ( $\omega$ ) пребывания частицы в интервале от  $0,25l$  до  $0,625l$ . ( $\omega=0,375$ )
- При переходя атома в основное состояние за время равное 10нс испускается фотон, длина волны которого равна 0,6 мкм. Используя соотношение неопределенности, оценить естественную ширину излучаемой спектральной линии ( $\Delta E/E = \lambda/(\Delta t \cdot c)$ )

#### 9 вариант

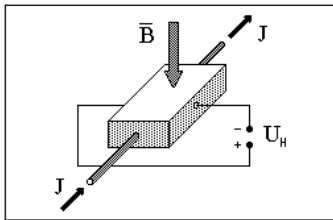
- Выберите правильное условие квантования, соответствующее стационарным орбитам электрона в атоме водорода по Бору. F-сила, E-энергия, P-импульс, L-момент импульса, R-радиус орбиты. ( $P = nh$ )

2. Смысл  $n$ -ой стационарной боровской орбиты радиуса  $R$  с точки зрения теории корпускулярно-волнового дуализма заключается в том, что дебройлевская длина волны электрона (образует стоячую волну с числом узлов  $2n$ )
3. Атом водорода возбужден в состояние с главным квантовым числом  $n$ . При его излучательной рекомбинации в общем случае может образовываться 10 спектральных линий. Определите  $n$ . ( $n=5$ )
4. 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. (Вторая линия серии А)
5. Энергия ионизации атом водорода из первого возбужденного состояния равна  $E_0$ . Какую минимальную энергию нужно затратить, что бы электрон перешел из первого возбужденного состояния в третье возбужденное состояние? ( $E=0,65E_0$ )
6. Частица находится в потенциальной яме с абсолютно непроницаемыми стенками шириной  $l$ . Определить вероятность пребывания частицы в интервале от  $0,3l$  до  $0,4l$ , если энергия частицы соответствует главному квантовому числу  $n=5$ . (0,10)
7. При каком значении кинетической энергии длина волны протона будет равна  $1\text{Å}$ ? ( $E=hc/\lambda$ )
8. Определить значение терма, соответствующего первому возбужденному состоянию электрона в ионе гелия. ( $E=-hRc/n^2 = -13.77 \cdot 10^{-19}$ )

#### 10 вариант

- 1) В чем недостаточность планетарной модели атома Резерфорда. (Модели атом Резерфорда неустойчива)
- 2) Если из частоты пятой линии серии Бальмера вычесть частоту третьей линии серии Бреккетта, то получится... (... частота второй линии серии Бальмера)
- 3) Исходя из схемы энергетических уровней атому водорода, определите его энергию ионизации из первого возбужденного состояния. (+13,6 эВ)
- 4) Сравните длины волн первой линии серии Пашена ( $\lambda_1$ ), второй линии серии Бальмера ( $\lambda_2$ ) и третьей линии серии Лаймана ( $\lambda_3$ ) в спектре испусканий атома водорода. ( $1 > 2 > 3$ )
- 5) Сколько узлов имеет радиальная зависимость волновой функции электрона в атоме водорода в основном состоянии (Один)
- 6) Частица находится в потенциальной яме с абсолютно непроницаемыми стенками шириной  $l$ . Определить вероятность ( $\omega$ ) пребывания частицы в интервале от  $1/3l$  до  $1/2l$ , если энергия частицы соответствует главному квантовому числу  $n=3$ . ( $\omega=1/6$ )
- 7) Вычислить дебройлевскую длину волны электрона, масса которого на 1% больше его массы покоя. ( $\lambda=h/mv$ )
- 8) Вычислить кинетическую энергию электрона, выбитого из первого возбужденного состояния атома водорода фотоном, длина волны которого  $0.2\text{мкм}$  ( $E_k=h/\lambda - A_v$ )

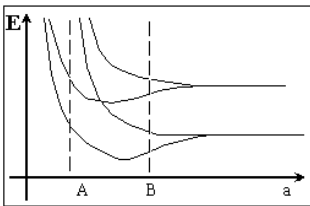
1. В теории металлов Друде полагают, что: "... ток переносят электроны."; "... к носителям тока можно применить законы МКТ."; "... концентрация носителей тока определяется плотностью ионов решетки и их валентностью."
2. Теория металлов Друде построена на следующих приближениях: "приближении независимых электронов."; "приближении независимости времени релаксации."; "приближении Больцмановского распределения электронов."
3. Рост сопротивления металлов при нагревании в теории Друде объясняется: "... уменьшением подвижности электронов."
4. Теория Друде НЕ смогла объяснить: "... температурный рост проводимости полупроводников."; "... диэлектрические свойства алмаза и металлические - графита."
5. Эффект Холла заключается в появлении в проводнике с током: "... дополнительной поперечной ЭДС при наложении внешнего магнитного поля."
6. В результате эффекта Холла: "... появляется дополнительная поперечная ЭДС."
7. Эффект Холла в полупроводниках позволяет экспериментально определить (ОНЗ - основные носители заряда): "... подвижность ОНЗ."; "... знак ОНЗ."



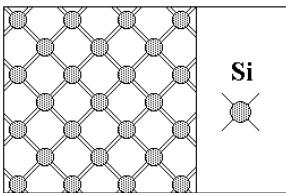
8. Образец, через который пропускается ток, помещен в магнитное поле с индукцией  $B$ . По знаку возникающей при этом холловской разности потенциалов ( $U_H$ ), определите класс материала из которого изготовлен образец: "Полупроводник p-типа;"



9. Энергетический спектр твердых тел состоит из отдельных квазисплошных зон, состоящих из огромного числа разрешенных состояний. Для каких твердых тел характерно наличие запрещенной зоны? "Для диэлектриков и полупроводников."



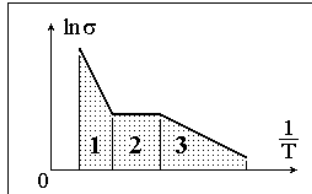
10. По графику  $E = E(a)$  потенциальной энергии от расстояния между атомами выберите типы кристаллических веществ, которые могут формироваться в положениях А и В.: "А - металл, В - полупроводник"
11. Укажите правильное соотношение значений ширины запрещенной зоны для металлов ( $E_1$ ), диэлектриков ( $E_2$ ) и полупроводников ( $E_3$ ): "0 =  $E_1 < E_3 < E_2$ ;"
12. Электропроводность собственных полупроводников.... "Носит преимущественно электронный характер."; "При нагревании увеличивается."
13. Выберите правильные утверждения о числе носителей заряда в собственных полупроводниках: "Число электронов в зоне проводимости равно числу дырок в валентной зоне."
14. Выберите примерное значение концентрации носителей заряда в собственных полупроводниках: " $10^{14} \text{ см}^{-3}$ "
15. Участок уменьшения электропроводности при нагревании может наблюдаться: "... у слаболегированных примесных полупроводников."



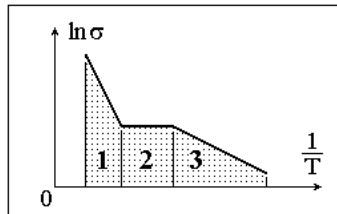
16. Как объяснить тот факт, что чистый беспримесный полупроводник (например, четырехвалентный кремний) с идеальной кристаллической структурой обнаруживает электронный характер проводимости? "Подвижность электрона больше подвижности дырки"
17. Выберите правильные утверждения об уровне Ферми в собственных полупроводниках: "Находится посередине запрещенной зоны"
18. Уровень Ферми при легировании собственного полупроводника донорной примесью: "Поднимается ближе к дну зоны проводимости"



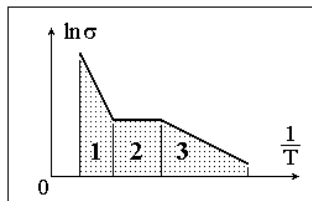
19. Укажите правильное расположение уровня Ферми в различных полупроводниках: "А - донорный; В - беспримесный; С - акцепторный;"



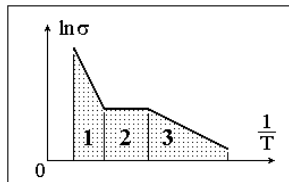
20. На рисунке представлен график зависимости логарифма удельной проводимости полупроводника от обратной температуры. Определите, какие участки графика соответствуют собственной и примесной проводимости: "3 - примесная; 1 - собственная;"



21. На рисунке представлен график зависимости логарифма удельной проводимости полупроводника от обратной температуры. Определите, какие участки графика используются для оценки ширины запрещенной зоны чистого полупроводника ( $E_0$ ) и энергии активации примеси ( $E_{пр}$ ): "3 -  $E_{пр}$ ; 1 -  $E_0$ ;"

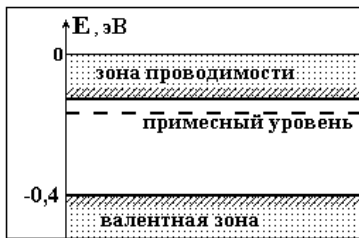


22. На рисунке представлен график зависимости логарифма удельной проводимости полупроводника от обратной температуры. Какие параметры графика нужно использовать для оценки ширины запрещенной зоны этого полупроводника? "Наклон участка 1;"

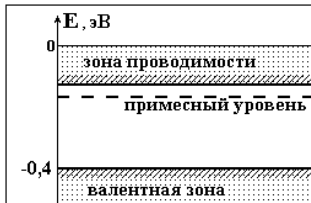


23. На рисунке представлен график зависимости логарифма удельной проводимости полупроводника от обратной температуры. Какие параметры графика нужно использовать для оценки энергии активации примеси этого полупроводника? "Наклон участка 3;"

24. Выберите тип полупроводника, имеющий большую проводимость при фиксированной температуре: "узкозонный с мелкой примесью;"
25. Выберите примерное значение ширины запрещенной зоны в собственных полупроводниках: "1.0 эВ;"
26. Из списка выберите обозначения классов полупроводниковых соединений: "A2B6;" "A3B5;"
27. Укажите тип кристаллической связи, реализуемый в решетках полупроводниковых соединений A2B6 (1) и A3B5 (2): "1 - ионная с долей ковалентной, 2 - ковалентная с долей ионной;"
28. Выберите все правильные обозначения различных типов примесей: "донорная;" "акцепторная;" "амфотерная;" "мелкая;" "глубокая;"
29. Выберите амфотерную примесь для антимонида индия: "олово"
30. Выберите мелкую донорную примесь для кремния: "фосфор;"
31. Выберите мелкую акцепторную примесь для арсенида галлия: "цинк;"
32. Решетка собрана из ионов двух сортов с ионными радиусами  $R_1 > R_2$ . Определите условия для постоянной решетки  $d$  в рамках модели жестких сфер: " $d > R_1 + R_2$ "
33. Укажите тип кристаллической связи, реализуемый в решетке германия: "гомеополярная;" "ковалентная;"
34. Укажите тип кристаллической связи, реализуемый в решетке хлорида натрия. м гетерополярная;" "ионная;"



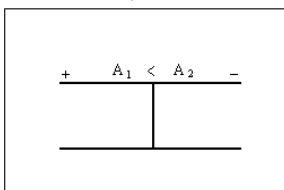
35. На рисунке представлена энергетическая схема примесного полупроводникового фотокатода, работающего при температурах  $\cong 90$  К. Значение энергии электронов примеси равно -0,04 эВ. Значение энергии электронов дна зоны проводимости -0,03 эВ. Определите количество наблюдаемых максимумов в спектральной зависимости фототока и фотопроводимости при падении на фотокатод излучения с энергией 0,05 эВ.: " 1 максимум фототока и ни одного - фотопроводимости;"



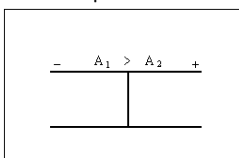
36. На рисунке представлена энергетическая схема примесного полупроводникового фотокатода, работающего при температурах  $\cong 90$  К. Значение энергии электронов примеси равно -0,04 эВ. Значение энергии электронов дна зоны проводимости -0,03 эВ. Определите количество наблюдаемых максимумов в спектральной зависимости фототока и фотопроводимости при падении на фотокатод излучения с энергией 0,02 эВ.: " Ни одного максимума фототока и 1 - фотопроводимости;"



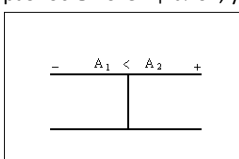
37. На рисунке представлена энергетическая схема примесного полупроводникового фотокатода, работающего при температурах  $\cong 90$  К. Значение энергии верхнего уровня валентной зоны равно -0,35 эВ. А и С уровни энергий примесей. Значение энергии электронов примеси А равно -0,025 эВ. Значение энергии электронов примеси С равно -0,32 эВ. Значение энергии электронов дна зоны проводимости -0,02 эВ. Определите количество наблюдаемых максимумов в спектральной зависимости фототока и фотопроводимости при падении на фотокатод излучения с энергией 0,03 эВ.: "1 максимум фототока и 1 - фотопроводимости;"
38. Длинноволновый край полосы поглощения чистого германия лежит вблизи длины волны  $\lambda = 1,98$  мкм. Какова (в эВ) ширина запрещенной зоны германия.: "  $\delta E \approx 0,625$  эВ;"
39. Красная граница фотоэффекта цезиевого фотокатода соответствует энергии 1,9 эВ. Красная граница собственной фотопроводимости отвечает длине волны  $\delta_{кр}$  : "  $E \approx 0,525$  эВ;"
40. Укажите основную причину возникновения внешней контактной разности потенциалов.: " Разность работ выхода."
41. Укажите основную причину возникновения внутренней контактной разности потенциалов.: " Разность энергий Ферми."; " Разность концентрации основных носителей заряда."
42. Укажите основные причины возникновения Термо ЭДС в полупроводниках.: " температурная зависимость концентрации основных носителей заряда."



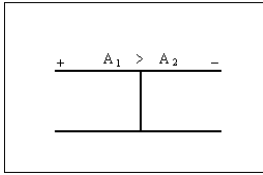
43. Точка О - контакт двух металлов.  $A_1 < A_2$  - работы выхода электронов из металлов. К контакту приложена внешняя разность потенциалов, указанная на рис. Что будет происходить с контактом?: " охлаждение"



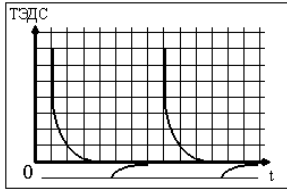
44. Точка О - контакт двух металлов.  $A_1 > A_2$  - работы выхода электронов из металлов. К контакту приложена внешняя разность потенциалов, указанная на рис. Что будет происходить с контактом?: " охлаждение"



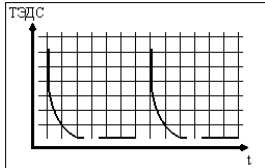
45. Точка О - контакт двух металлов.  $A_1 < A_2$  - работы выхода электронов из металлов. К контакту приложена внешняя разность потенциалов, указанная на рис. Что будет происходить с контактом?: " нагревание"



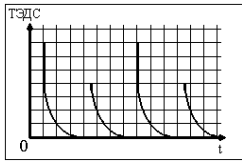
46. Точка О - контакт двух металлов.  $A_1 > A_2$  - работы выхода электронов из металлов. К контакту приложена внешняя разность потенциалов, указанная на рис. Что будет происходить с контактом?:" нагревание"



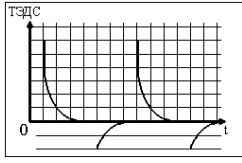
47. В эксперименте по определению эффекта Пельтье, графики зависимости возникающей в дифференциальной термопаре ТЭДС от времени, представлены на рисунке. Каково в этом случае соотношение  $Q_{\text{Джоуля}}$  и  $Q_{\text{Пельтье}}$ ?:"  $Q_{\text{Дж}} / Q_{\text{П}} = 3/4$ ;"



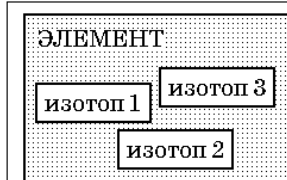
48. В эксперименте по определению эффекта Пельтье, графики зависимости возникающей в дифференциальной термопаре ТЭДС от времени, представлены на рисунке. Каково в этом случае соотношение  $Q_{\text{Джоуля}}$  и  $Q_{\text{Пельтье}}$ ?:"  $Q_{\text{Дж}} / Q_{\text{П}} = 1$ ;"



49. В эксперименте по определению эффекта Пельтье, графики зависимости возникающей в дифференциальной термопаре ТЭДС от времени, представлены на рисунке. Каково в этом случае соотношение  $Q_{\text{Джоуля}}$  и  $Q_{\text{Пельтье}}$ ?:"  $Q_{\text{Дж}} / Q_{\text{П}} = 11/3$ ;"



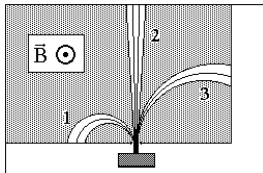
50. В эксперименте по определению эффекта Пельтье, графики зависимости возникающей в дифференциальной термопаре ТЭДС от времени, представлены на рисунке. Каково в этом случае соотношение  $Q_{\text{Джоуля}}$  и  $Q_{\text{Пельтье}}$ ?:"  $Q_{\text{Дж}} / Q_{\text{П}} = 1/2$ ;"



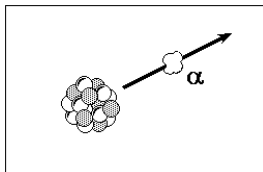
51. Изотопы одного и того же элемента различаются:" ... количеством нейтронов в ядре;"

$O^{16}$	$O^{14}$	$N^{14}$	$C^{14}$	$C^{12}$
1	2	3	4	5

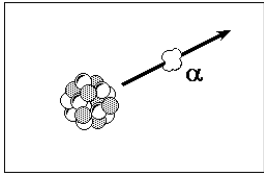
52. Какие из перечисленных ядер являются изотопами?:" 1, 2;" " 4, 5;"



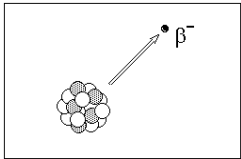
53. На рисунке условно изображено поведение трех типов радиоактивного излучения ( $\alpha$ ,  $\beta$  и  $\gamma$ ) в магнитном поле. Определите, какие из этих пучков соответствуют данным типам излучения.:" 1 -  $\beta$ ; 2 -  $\gamma$ ; 3 -  $\alpha$ "



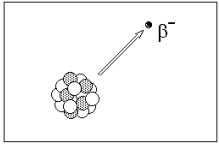
54. На сколько единиц уменьшается массовое число ядра в процессе  $\alpha$ -распада?:" На 4 единицы;"



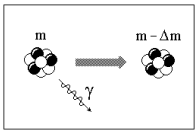
55. На сколько единиц уменьшается зарядовое число ядра в процессе α-распада?: "На 2 единицы;"



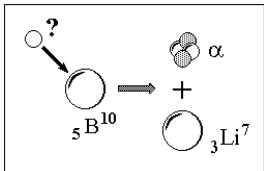
56. На сколько единиц уменьшается массовое число ядра в процессе β⁻-распада?: "Массовое число не изменяется;"



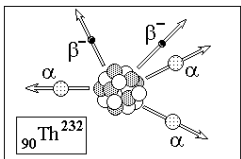
57. На сколько единиц уменьшается зарядовое число ядра в процессе β⁻-распада?: "Увеличивается на 1 единицу;"



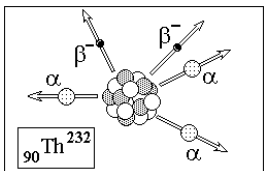
58. На сколько единиц изменяется зарядовое число ядра в процессе γ-распада?: "Зарядовое число не изменяется;"



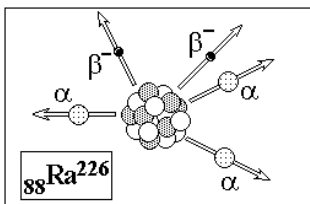
59. В одной из ядерных реакций ядро бора, поглощая некоторую частицу, распадается на ядро лития и α-частицу. Какую частицу поглощает ядро бора: "нейтрон;"



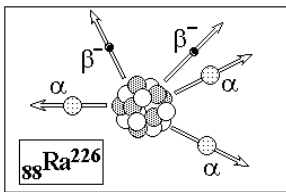
60. Определите зарядовое число изотопа, который получается из тория после трех α- и двух β⁻-превращений: "86;"



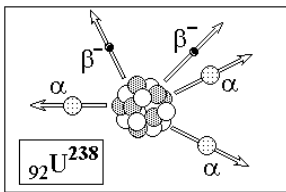
61. Определите массовое число ядра, которое получается из тория после трех α- и двух β⁻-превращений: "220;"



62. Определите зарядовое число ядра, которое получается из радия после пяти α- и четырех β⁻-распадов: "82;"

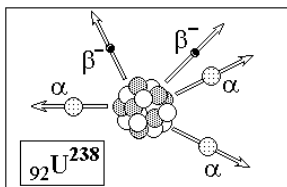


63. Определите массовое число ядра, которое получается из радия после пяти α- и четырех β⁻-распадов: "206;"

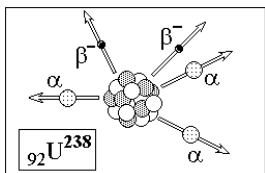


64. Определите зарядовое число ядра, которое получается из урана после восьми α- и шести β⁻-распадов: "82;"



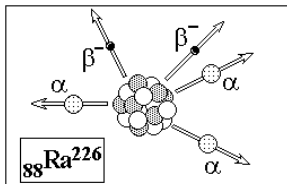


65. Определите массовое число ядра, которое получается из урана после восьми  $\alpha$ - и шести  $\beta^-$ -распадов: "206;"



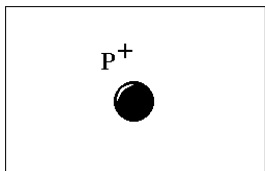
66. Сколько  $\alpha$ - и  $\beta^-$ - распадов испытывает ядро урана ( $U^{238}$ ), превращаясь, в конечном счете, в стабильный свинец

Pb<sup>206</sup>: " 8  $\alpha$ - и 6  $\beta^-$ - распадов;"



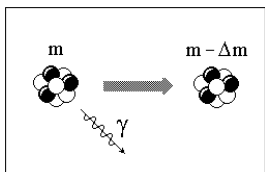
67. Сколько  $\alpha$ - и  $\beta^-$ - распадов испытывает ядро радия ( $Ra^{226}$ ), превращаясь, в конечном счете, в стабильный

свинец Pb<sup>206</sup>: " 5  $\alpha$ - и 4  $\beta^-$ - распада;"



68. Определите, чему равна энергия покоя (в МэВ) протона  $E_0$ , если его массу принять равной  $1,67 \cdot 10^{-27}$  кг: "  $E_0 =$

938 МэВ;"



69. В результате излучения  $\gamma$ - кванта масса покоя ядра уменьшилась на  $\Delta m = 1,6 \cdot 10^{-27}$  г. Определите (в МэВ)

энергию ( $E$ )  $\gamma$ - кванта: "  $E = 0,90$  МэВ;"

70. Определите энергию ( $\Delta E$ ), необходимую для разделения ядра  $O^{16}$  на  $\alpha$ - частицу и ядро  $C^{12}$ , если известно, что энергия связи ядер  $O^{16}$ ,  $C^{12}$  и  $He^4$  равны соответственно 127,62; 92,16; 28,30 МэВ: "  $\Delta E = 7,16$  МэВ;"

71. 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 ( $e = 931,5$  МэВ): "  $\Delta E = 6,8$  МэВ;"

72. Определите энергию связи ( $\Delta E$ ), приходящуюся на нуклон изотопа  $Li^6$ ,если его масса  $\rightarrow 6,0151e$ . Табличные значения масс протона  $\rightarrow$

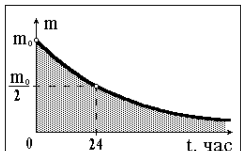
1,00783e и нейтрона  $\rightarrow 1,00867e$  ( $e = 931,5$  МэВ): "  $\Delta E = 5,34$  МэВ;"

73. 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  $\rightarrow 1,00867e$  ( $e = 931,5$  МэВ): "  $\Delta E = 5,6$  МэВ;"

74. Определите энергию, выделяющуюся при образовании 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: "  $\Delta E = 22,44$  МэВ;"



75. Период полураспада некоторого радиоактивного элемента равен суткам. Сколько вещества распадётся по прошествии трех суток: " 87,5%;"

1. В чем недостаточность планетарной модели атома Резерфорда? :” Модель атома Резерфорда неустойчива.”
2. В чем недостаточность модели атома Томсона? :” Максимальный внутриатомный потенциал в модели Томсона слишком мал.”
3. Выберите правильное описание изменений спектральных термов с увеличением их порядковых номеров. :” Уменьшаясь по модулю, остаются положительными.”
4. Частота (волновое число) каждой спектральной линии выражается через :” разность двух спектральных термов.”

<b>1</b> $T_n = -\frac{E_n}{ch}$	<b>2</b> $T_n = \frac{E_n}{ch}$	<b>3</b> $T_n = -\frac{h}{c} E_n$
<b>4</b> $T_n = -chE_n$	<b>5</b> $T_n = chE_n$	

5. Выберите выражение, связывающее спектральный терм  $T_n$  и энергию соответствующего атомарного уровня  $E_n$  :”1”
6. 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)? :” Имеются утверждения А и В.”
7. Какова в теории Бора природа сил, удерживающих электрон на стационарной орбите? :” Электростатические кулоновские силы.”
8. Чем в теории Бора объясняется нарушение законов классической электродинамики: отсутствие излучения при ускоренном движении электрона вокруг ядра? :” Ничем. Это отсутствие просто постулируется.”

<b>1</b> $\frac{E}{n}$	<b>2</b> $\frac{E}{n^2}$	<b>3</b> $\frac{E}{n^3}$
<b>4</b> $E \cdot n^2$	<b>5</b> $E \cdot n$	

9. Выберите величину, которая не изменяется для любых стационарных боровских состояний. Она должна соответствовать бальмеровскому виду спектральных термов атома водорода. :”4”

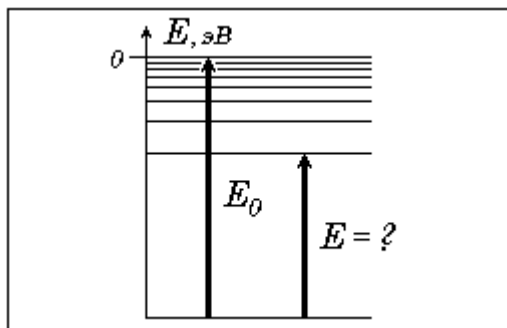
<b>1</b> $\lambda = \frac{1}{ch} (E_n - E_m)$	<b>4</b> $\lambda = \frac{1}{ch(E_n - E_m)}$
<b>2</b> $\lambda = ch(E_n - E_m)$	<b>5</b> $\lambda = \frac{ch}{(E_n - E_m)}$
<b>3</b> $\lambda = (E_n - E_m)$	

10. Выберите формулу, правильно выражающую связь между разностью энергий боровских стационарных состояний  $E_n - E_m$  и длиной волны света, излучаемого при переходе между ними. :”5”
11. Из представленного списка выберите размерность постоянной Ридберга. :” 1/см”
12. Как связаны между собой: теоретическое значение постоянной Ридберга, рассчитанное из условия неподвижности атомного ядра и ее экспериментальное значение? :” всегда больше ее экспериментального значения.”

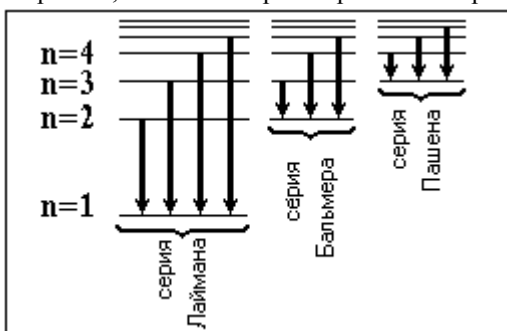
<b>1</b> $\frac{me^4}{4\pi\hbar^3}$	<b>2</b> $\frac{me^3}{4\pi\hbar^4}$
<b>3</b> $\frac{me^3}{\pi\hbar^4}$	<b>5</b> $\frac{me^3}{2\pi\hbar^4}$
<b>4</b> $\frac{me^4}{2\pi\hbar^3}$	

13. Выберите выражение для расчета постоянной Ридберга  $R$  в предположении о неподвижности атомного ядра в системе единиц СГС. :”1”

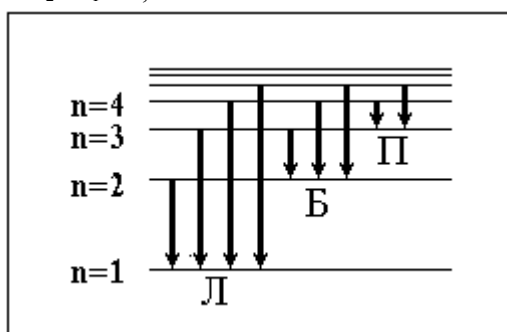
14. Укажите атом, для которого разница экспериментального значения постоянной Ридберга и ее теоретического значения, рассчитанного из условия неподвижности атомного ядра, минимальна. :” Однократный ион гелия.”
15. Согласно теории Бора скорость движения электрона на первой стационарной орбите составляет от скорости света в вакууме :” менее 1%.”
16. Значение радиуса первой боровской орбиты наиболее близко к :”  $5.3 \cdot 10^{-9} \text{ см}$ ”
17. Для какого из стационарных состояний полная энергия электрона в атоме водорода равна половине его потенциальной энергии? :” Для любого.”
18. Выберите атомы являющиеся водородоподобными. :” Дейтерий.”;” Трехкратно ионизованный бериллий.”
19. Выберите атомы, которые не являются водородоподобными. :” Гелий.”;” Однократно ионизованный тритий.”



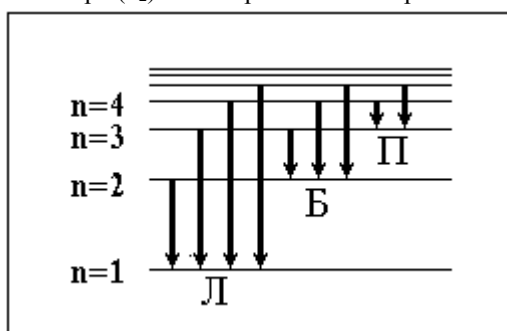
20. Энергия ионизации атома водорода из основного состояния равна  $E_0$ . Какую минимальную энергию нужно затратить, чтобы электрон перешел из основного в первое возбужденное состояние? :”  $E = 0,75 E_0$ ”
21. Энергия ионизации атома водорода из основного состояния равна  $E_{<sub>0</sub>}$ . Какую минимальную энергию нужно затратить, чтобы электрон перешел из основного во второе возбужденное состояние? :”  $E = 0,89 E_0$ ”
22. 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? :”  $E = 0,75 E_0$ ”



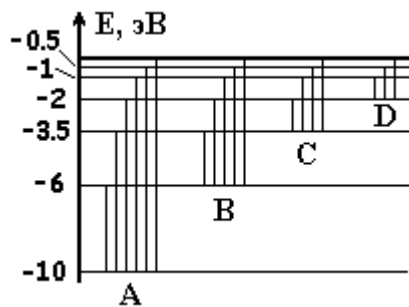
23. На рисунке изображена схема энергетических уровней атома водорода. Во сколько раз энергия излучения второй линии ( $E_2$ ) серии Лаймана больше энергии кванта первой линии ( $E_1$ ) этой серии? :”  $E_2 / E_1 \approx 1,18$ ”



24. Сравните длины волн второй линии серии Пашена ( $\lambda_1$ ), третьей линии серии Бальмера ( $\lambda_2$ ) и четвертой линии серии Лаймана ( $\lambda_3$ ) в спектре испускания атома водорода. :”  $\lambda_1 > \lambda_2 > \lambda_3$ ”

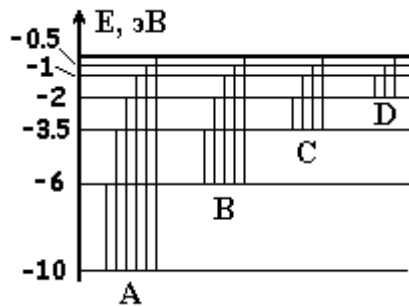


25. Сравните длины волн первой линии серии Пашена ( $\lambda_1$ ), второй линии серии Бальмера ( $\lambda_2$ ) и третьей линии серии Лаймана ( $\lambda_3$ ) в спектре испускания атома водорода. :”  $\lambda_1 > \lambda_2 > \lambda_3$ ”



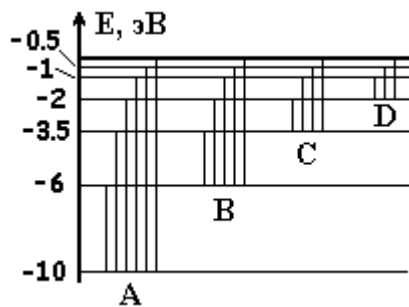
26.

На рисунке представлена гипотетическая схема энергетических уровней атома. Выберите выражения, по которым можно определить частоту второй линии серии А. :”  $\nu_{A1} - \nu_{C1}$ ”;”  $\nu_{A3} - \nu_{C1}$ ”;”  $\nu_{A4} - \nu_{C2}$ ”



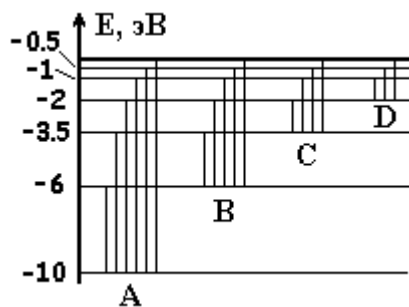
27.

На рисунке представлена гипотетическая схема энергетических уровней атома. Выберите выражения, по которым можно определить частоту первой линии серии В. :”  $\nu_{B3} - \nu_{C2}$ ”



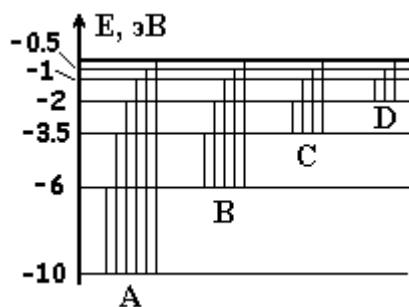
28.

На рисунке представлена гипотетическая схема энергетических уровней атома. Выберите выражения с помощью которых нельзя определить частоту второй линии серии А. :”  $\nu_{A5} - \nu_{D2}$ ”;”  $\nu_{A2} + \nu_{C3} - \nu_{D2}$ ”



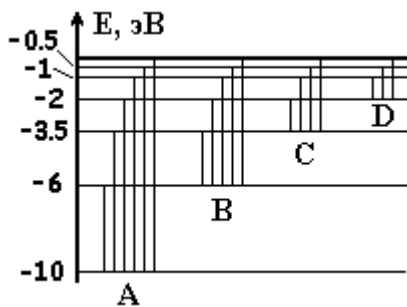
29.

На рисунке представлена гипотетическая схема энергетических уровней атома. Выберите выражения с помощью которых нельзя определить частоту второй линии серии В. :”  $\nu_{A4} - \nu_{D1} - \nu_{C1}$ ”;”  $\nu_{A1} - \nu_{D1}$ ”

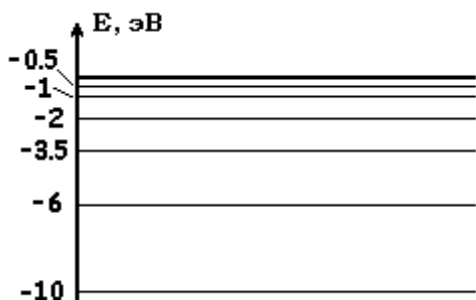


30.

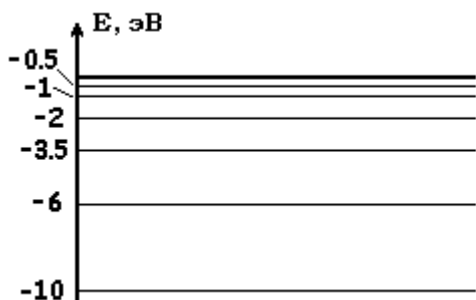
На рисунке представлена гипотетическая схема энергетических уровней атома. Выберите линию, частота которой может быть определена комбинацией частот третьей линии серии В и первой линии серии D. :” Вторая линия серии В.”



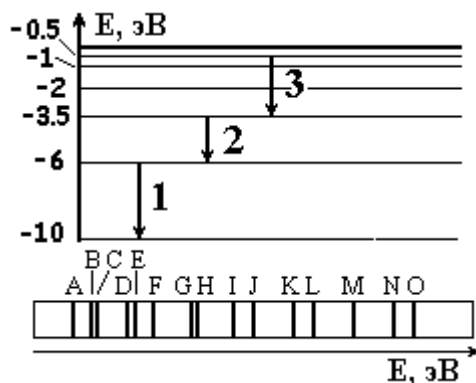
31. На рисунке представлена гипотетическая схема энергетических уровней атома. Выберите линию, частота которой может быть определена комбинацией частот третьей линии серии А и первой линии серии С. :” Вторая линия серии А.”
32. Если из частоты четвертой линии серии Лаймана вычесть частоту третьей линии серии Бальмера, то получится :” частота первой линии серии Лаймана.”
33. Если из частоты пятой линии серии Бальмера вычесть частоту третьей линии серии Бреккетта, то получится :” частота второй линии серии Бальмера.”



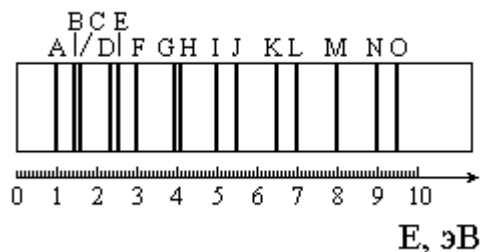
34. На рисунке представлена гипотетическая схема энергетических уровней атома. Каково максимальное число спектральных линий (разных длин волн), наблюдаемых в спектре испускания в диапазоне от 1,25 эВ до 5,25 эВ? :”5”



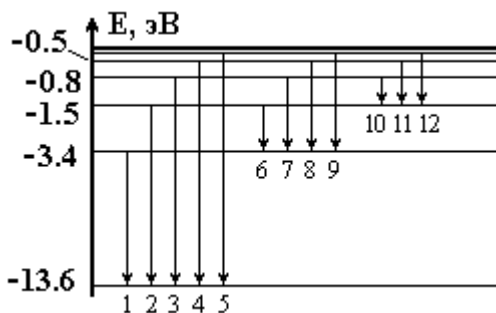
35. На рисунке представлена гипотетическая схема энергетических уровней атома. Каково максимальное число спектральных линий (разных длин волн), наблюдаемых в спектре испускания в диапазоне от 3,75 эВ до 5,25 эВ? :”2”



36. На рисунке представлена гипотетическая схема энергетических уровней атома и соответствующий ей спектр испускания. Выберите правильное обозначение выделенных линий. :” 1 - H; 2 - E; 3 - F”



37. На рисунке изображен гипотетический спектр. Выберите вариант возможного выделения спектральных линий одной серии. :” GKMNO”



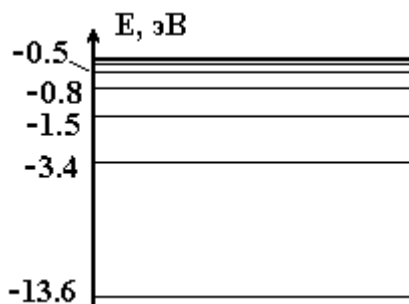
38. Исходя из схемы энергетических уровней атома водорода, определите, какие линии в спектре испускания попадают в видимый диапазон? :” 6, 7, 8, 9”

$$\tilde{\nu} = \frac{1}{\lambda} = \frac{R_H}{16} \left( 1 - \frac{16}{n^2} \right)$$

где  $n = 5, 6, 7, \dots$

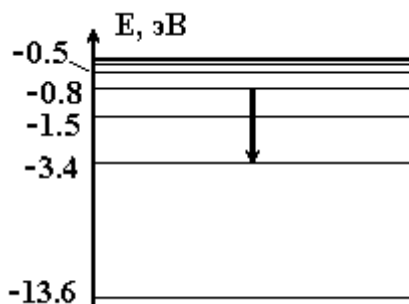
39. На рисунке представлено выражение из теории Бора для определения частот спектральных линий серии :” Брэгетта.”

40. В любой спектральной серии имеется первая линия  $\lambda_1$  и граница серии  $\lambda_{гр}$ . Выберите правильное утверждение о свойствах линий одной спектральной серии. :”  $\lambda_1 > \lambda_{гр}$ ; линии гуще вблизи  $\lambda_{гр}$ .”

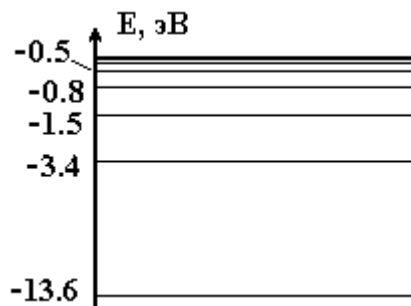


41. В спектре поглощения холодного водорода наблюдаются только линии серии :” Лаймана”

42. Из представленного списка выберите спектральную линию с минимальной длиной волны. :” Вторая линия серии Лаймана”

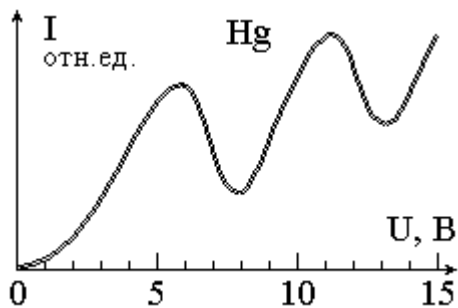


43. Выберите правильное название спектральной линии, испускаемой атомом водорода при указанном на рисунке энергетическом переходе. :” Вторая линия серии Бальмера.”

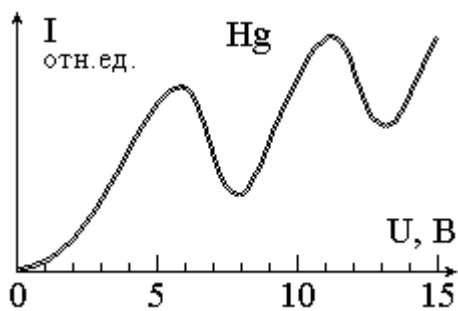


44. Исходя из схемы энергетических уровней атома водорода, определите, какая из величин должна использоваться для определения энергии ионизации из первого возбужденного состояния? :” Частота границы серии Бальмера.”

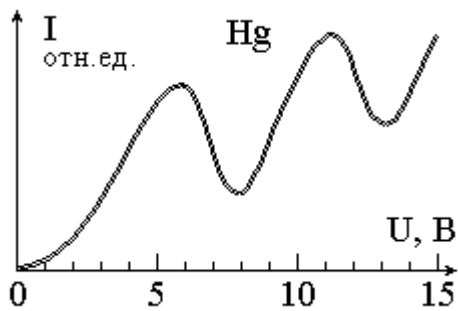
45. Сравните первый ( $U_1$ ) и второй ( $U_2$ ) потенциалы возбуждения атома водорода и его потенциал ионизации  $U_0$ . :”  $U_0 > U_2 > U_1$ ”



46. По приведенной на рисунке экспериментальной вольтамперной характеристике из опыта Франка-Герца, определите величину первого потенциала возбуждения атома. :” 5 В”

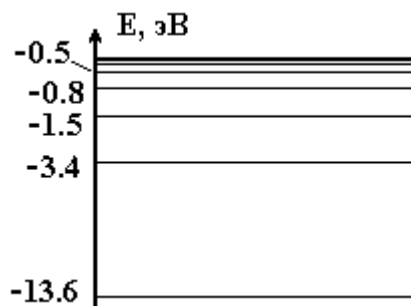


47. По приведенной на рисунке экспериментальной вольтамперной характеристике из опыта Франка-Герца, определите величину задерживающего потенциала сетка-анод. :” 2 В”

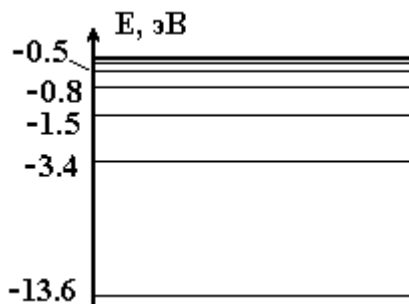


48. По приведенной на рисунке экспериментальной вольтамперной характеристике из опыта Франка-Герца, определите величину внешней контактной разности потенциалов. :” 1 В”

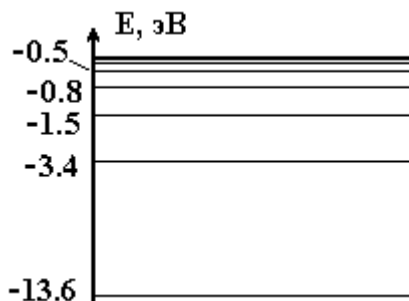
49. Выберите из предложенных известных значений длин волн подходящие для вычисления энергии ионизации атома водорода из основного состояния :” длины волн первой линии серии Лаймана и границы серии Бальмера.”



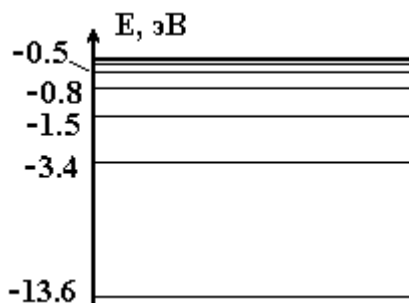
50. Исходя из схемы энергетических уровней атома водорода, определите его энергию ионизации из третьего возбужденного состояния. :” + 0,8 эВ”



51. Исходя из схемы энергетических уровней атома водорода, определите его энергию ионизации из второго возбужденного состояния. :” +1,5 эВ”



52. Исходя из схемы энергетических уровней атома водорода, определите его энергию ионизации из первого возбужденного состояния. :” +1,5 эВ”



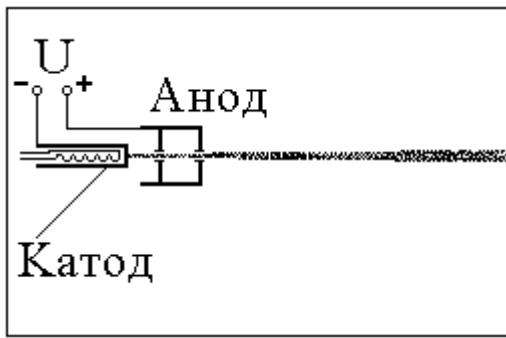
53. Исходя из схемы энергетических уровней атома водорода, определите его энергию ионизации из основного состояния. :” +1,5 эВ”

54. Атом водорода переведен в третье возбужденное состояние. Какое максимальное число спектральных линий может наблюдаться в спектре испускания при его релаксации? :”6”
55. Атом водорода переведен во второе возбужденное состояние. Какое максимальное число спектральных линий может наблюдаться в спектре испускания при его релаксации? :”3”
56. Атом водорода возбужден в состояние с главным квантовым числом  $n$ . При его излучательной рекомбинации в общем случае может образовываться 10 спектральных линий. Определите  $n$ . :”  $n = 5$ ”
57. Атом водорода возбужден в состояние с главным квантовым числом  $n$ . При его излучательной рекомбинации в общем случае может образовываться 15 спектральных линий. Определите  $n$ . :”  $n = 6$ ”

$$\lambda = \frac{h}{mv}$$

58. При подстановке в знаменатель приведенной формулы произведения массы покоя электрона на скорость света в вакууме, длина волны де-Бройля переходит в :” комптоновскую длину волны.”
59. Электрон, протон и  $\alpha$ -частица разгоняются одной и той же разностью потенциалов. Сравните их де-Бройлевские длины волн  $\lambda_e$ ,  $\lambda_p$ ,  $\lambda_\alpha$  соответственно :”  $\lambda_\alpha < \lambda_p < \lambda_e$ ”





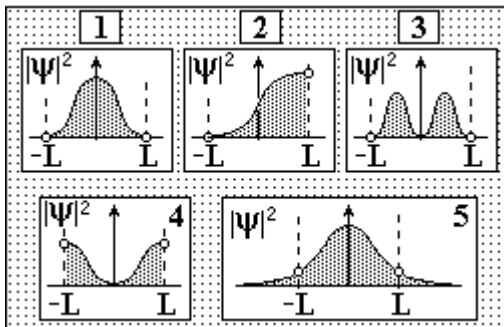
60. "Электронная пушка" создает параллельный пучок электронов одинаковой скорости. Как изменится длина волны де-Бройля электронов при увеличении ускоряющего напряжения ( $U$ ) в два раза? : " Уменьшится в  $\sqrt{2}$  раз."
61. Протон ( $p$ ) и  $\alpha$ -частица движутся с одинаковыми импульсами. Выберите правильное значение для отношения их длин волн де-Бройля ( $\lambda_p/\lambda_\alpha$ ). : "  $\lambda_p/\lambda_\alpha = 1$  "
62. Определите кинетическую энергию ( $W$ ) протона, дебройлевская длина волны которого равна  $1\text{Å}$ . : "  $W \approx 0,08\text{ эВ}$  "
63. Определите кинетическую энергию ( $W$ ) электрона, дебройлевская длина волны которого равна  $1\text{Å}$ . : "  $W \approx 150\text{ эВ}$  "
64. Определите кинетическую энергию ( $W$ )  $\alpha$ -частицы, дебройлевская длина волны которой равна  $0,1\text{Å}$ . : "  $W \approx 8\text{ эВ}$  "
65. Смысл  $n$ -ой стационарной боровской орбиты радиуса  $R$  с точки зрения теории корпускулярно-волнового дуализма заключается в том, что дебройлевская длина волны электрона : " образует стоячую волну с числом узлов  $2n$ . "
66. Сколько узлов имеет радиальная зависимость волной функции электрона в атоме водорода в основном состоянии? : " Два. "
67. Сколько узлов имеет радиальная зависимость волной функции электрона в атоме водорода в первом возбужденном состоянии? : " Четыре "
68. Выберите верное условие для дебройлевской длины волны электрона  $\lambda_e$ , находящегося на второй боровской орбите радиусом  $R$ . : "  $\lambda_e = \pi R$ ; "
69. Выберите верное условие для дебройлевской длины волны электрона  $\lambda_e$ , находящегося на четвертой боровской орбите радиусом  $R$ . : "  $\lambda_e = \pi R/2$  "
70. Укажите сопряженные переменные, составляющие пары в соотношениях неопределенностей Гейзенберга. : " Энергия и время. Импульс и координата. "
71. Соотношения неопределенностей Гейзенберга связывают произведения неопределенностей двух физических величин (координата-импульс; энергия-время) : " с постоянной Планка. "
72. Соотношения неопределенностей Гейзенберга утверждают, что произведения неопределенностей двух физических величин (координата-импульс; энергия-время) : " ... не может быть меньше постоянной Планка ( $h$ ). "
73. Атом излучает фотон с длиной волны  $5500\text{ Å}$ . Известно, что время излучения составляет  $0,01\text{ мкс}$ . С какой примерно точностью может быть определено местонахождение данного фотона в направлении его движения? : "  $3\text{ метра}$  "
74. В опыте Дэвиссона-Джермера 1927г. Наблюдалась : " дифракция электронного пучка. "
75. В опыте Дэвиссона-Джермера по дифракции электронов на монокристалле никеля выполнения условия Вульфа-Брэггов добивались : " изменяя угол наблюдения. "; " изменяя ориентацию монокристалла. "; " изменяя ускоряющую разность потенциалов. "
76. Учитывая, что де-бройлевская длина волны электронов в опыте Дэвиссона-Джермера составляла  $0,165\text{ нм}$  при напряжении  $54\text{ В}$ , постоянную решетки монокристалла выбирают порядка : "  $2\text{ Å}$  "
77. Два квантово-механических оператора называются коммутирующими, если : " их произведение подчиняется перестановочному закону. "
78. Принцип суперпозиции выполняется для : " самой пси-функции. "
79. Среди указанных пар квантовомеханических операторов выберите ту, в которой представлены коммутирующие операторы. : " Операторы  $x$ -проекции импульса и  $y$ -проекции координаты. "
80. Квантово-механическая интерпретация волн де-Бройля как плотности вероятности обнаружения соответствующей частицы касается : " квадрата модуля амплитуды пси-функции. "
81. Если два квантовомеханических оператора коммутируют, то соответствующие им наблюдаемые физические величины : " могут быть определены одновременно с заданной точностью. "
82. Какие решения уравнения Шредингера называют стационарными? : " Которые получаются, если оператор потенциальной энергии не зависит явным образом от времени. "

$$-\frac{\hbar^2}{2m}\nabla^2\Psi = i\hbar\frac{\partial\Psi}{\partial t}$$

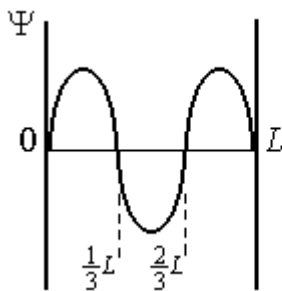
83. Приведенное на рисунке уравнение Шредингера записано для :” частицы в отсутствие силовых полей.”

$$\left[-\frac{\hbar^2}{2m}\nabla^2 + U(\mathbf{r})\right]\Psi_n = E_n \cdot \Psi_n$$

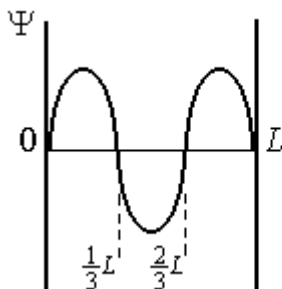
84. Приведенное на рисунке уравнение Шредингера для стационарных состояний в квадратных скобках содержит :” оператор полной энергии в нерелятивистском приближении.”



85. На рисунке представлены графики распределения по координате квадрата модуля пси-функции для некоторой частицы. Выберите графики, отвечающие состояниям частицы в потенциальной яме с бесконечно высокими стенками шириной  $2L$ . :” 1 и 3”



86. Вероятность обнаружить электрон на участке (a,b) одномерной потенциальной ямы шириной  $l$  с бесконечно высокими стенками вычисляется по формуле  $\Omega = \int_a^b \omega dx$ , где  $\omega$  - плотность вероятности, определяемая пси - функцией. Если пси - функция имеет вид, указанный на рисунке, то вероятность обнаружения электрона на участке  $1/6 L < x < L$  равна:”  $\Omega = 5/6$ ”



87. Вероятность обнаружить электрон на участке (a,b) одномерной потенциальной ямы шириной  $l$  с бесконечно высокими стенками вычисляется по формуле  $\Omega = \int_a^b \omega dx$ , где  $\omega$  - плотность вероятности, определяемая пси - функцией. Если пси - функция имеет вид, указанный на рисунке, то вероятность обнаружения электрона на участке  $2/3 L < x < 5/6 L$ :”  $\Omega = 1/6$ ”

88. Частица находится в потенциальной яме с абсолютно непроницаемыми стенками шириной  $l$ . Определить вероятность ( $\omega$ ) пребывания частицы в интервале от  $0,3l$  до  $0,4l$ , если энергия частицы соответствует четвертому возбужденному состоянию. :”  $\omega=0,10$ ”
89. Частица находится в потенциальной яме с абсолютно непроницаемыми стенками шириной  $l$ . Определить вероятность ( $\omega$ ) пребывания частицы в интервале от  $1/3l$  до  $1/2l$ , если энергия частицы соответствует второму возбужденному состоянию. :”  $\omega = 1/6$ ”
90. Частица находится в потенциальной яме с абсолютно непроницаемыми стенками шириной  $l$  во втором возбужденном состоянии. Определить вероятность ( $\omega$ ) пребывания частицы в интервале от  $1/3l$  до  $2/3l$ . :”  $\omega = 1/3$ ”
91. Частица находится в потенциальной яме с абсолютно непроницаемыми стенками шириной  $l$  в четвертом возбужденном состоянии. Определить вероятность ( $\omega$ ) пребывания частицы в интервале от  $0,3l$  до  $0,7l$ . :”  $\omega = 2/5$ ”
92. Частица находится в потенциальной яме с абсолютно непроницаемыми стенками шириной  $l$  во первом возбужденном состоянии. Определить вероятность ( $\omega$ ) пребывания частицы в интервале от  $1/4l$  до  $l$ . :”  $\omega = 0,75$ ”
93. Частица находится в потенциальной яме с абсолютно непроницаемыми стенками шириной  $l$  в третьем возбужденном состоянии. Определить вероятность ( $\omega$ ) пребывания частицы в интервале от  $0,25l$  до  $0,625l$ . :”  $\omega = 0,375$ ”
94. Частица находится в потенциальной яме с абсолютно непроницаемыми стенками шириной  $l$  в третьем возбужденном состоянии. Определить вероятность ( $\omega$ ) пребывания частицы в интервале от  $0,625l$  до  $0,75l$ . :”  $\omega = 0,125$ ”
95. Частица находится в потенциальной яме с абсолютно непроницаемыми стенками шириной  $l$  в четвертом возбужденном состоянии. Определить вероятность ( $\omega$ ) пребывания частицы в интервале от  $0,3l$  до  $0,8l$ . :”  $\omega = 1/2$ ”

1. Укажите кратность вырождения уровней атома водорода без учета спина.: "  $n^2$  "
2. Укажите кратность вырождения уровней атома водорода с учетом спина.: "  $2n^2$  "
3. Выберите ВСЕ квантовые числа, по которым наблюдается вырождение в атоме водорода.: "  $l$  - орбитальное квантовое число.; "  $m$  - магнитное квантовое число.; "  $s$  - спиновое квантовое число. "
4. Укажите тонкую структуру спектральных линий водорода из серий Лаймана и Бальмера.: " Лаймана - дублет; Бальмера - квинтет. "
5. Укажите причину снятия вырождения по орбитальному квантовому числу в многоэлектронных атомах.: " Наличие электронного остова. "
6. Выберите ВСЕ квантовые числа, по которым наблюдается вырождение в атоме натрия.: "  $m$  - магнитное квантовое число. "
7. Укажите причину тонкой структуры спектральных линий.: " Спин-орбитальное взаимодействие. "
8. Выберите все возможные значения внутреннего квантового числа ( $j$ ) для системы двух р-электронов.: "  $j = 2$ .; "  $j = 1$ .; "  $j = 0$ . "
9. Укажите правильную мультиплетность спектральных линий главной серии щелочных металлов.: "  $2$ ; "
10. Укажите правильную мультиплетность спектральных линий резкой серии щелочных металлов.: "  $2$ ; "
11. Укажите правильную мультиплетность спектральных линий диффузной серии щелочных металлов.: "  $3$ ; "
12. Главная и резкая серии щелочных металлов состоят из дублетных линий. Как изменяется разность частот между компонентами дублета при увеличении номера линии в обеих сериях?: " В главной - уменьшается; в резкой - не изменяется. "
13. Сравните длины волн границ трех основных спектральных серий щелочных металлов (главной -  $\lambda_1$ , резкой -  $\lambda_2$  и диффузной -  $\lambda_3$ ): "  $\lambda_1 < \lambda_2 = \lambda_3$ ; "
14. Сравните длины волн первых линий трех основных спектральных серий щелочных металлов (главной -  $\lambda_1$ , резкой -  $\lambda_2$  и диффузной -  $\lambda_3$ ): "  $\lambda_3 < \lambda_1 < \lambda_2$ ; "

$$T = \frac{z_a^2 R}{(n + \Delta)^2}$$

15. На рисунке представлена форма спектрального терма щелочного металла. Как зависит поправка  $\Delta$  от орбитального квантового числа  $l$ ?: " Уменьшается с ростом  $l$ . "

<b>1</b>	<b>s</b> $\Rightarrow$ <b>p</b>
<b>2</b>	<b>p</b> $\Rightarrow$ <b>s</b>
<b>3</b>	<b>d</b> $\Rightarrow$ <b>p</b>
<b>4</b>	<b>p</b> $\Rightarrow$ <b>d</b>
<b>5</b>	<b>s</b> $\Rightarrow$ <b>d</b>

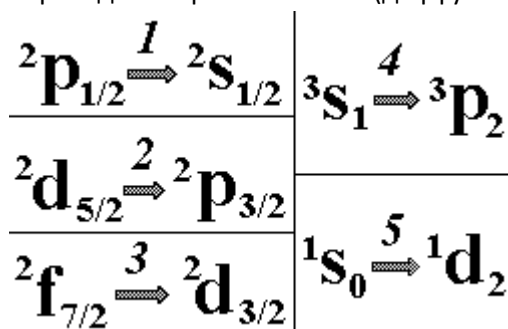
16. Выберите правильное обозначение излучательных переходов главной серии щелочных металлов.: "2"

<b>1</b>	<b>s</b> $\Rightarrow$ <b>p</b>
<b>2</b>	<b>p</b> $\Rightarrow$ <b>s</b>
<b>3</b>	<b>d</b> $\Rightarrow$ <b>p</b>
<b>4</b>	<b>p</b> $\Rightarrow$ <b>d</b>
<b>5</b>	<b>s</b> $\Rightarrow$ <b>d</b>

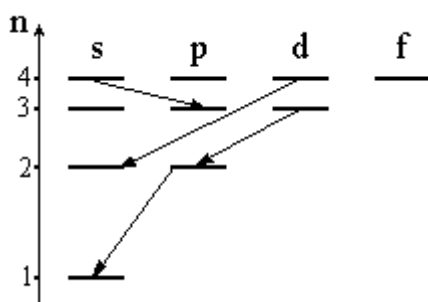
17. Выберите правильное обозначение излучательных переходов первой побочной (резкой) серии щелочных металлов.: "1"

<b>1</b>	<b>s</b> $\Rightarrow$ <b>p</b>
<b>2</b>	<b>p</b> $\Rightarrow$ <b>s</b>
<b>3</b>	<b>d</b> $\Rightarrow$ <b>p</b>
<b>4</b>	<b>p</b> $\Rightarrow$ <b>d</b>
<b>5</b>	<b>s</b> $\Rightarrow$ <b>d</b>

18. Выберите правильное обозначение излучательных переходов второй побочной (диффузной) серии щелочных металлов.: "3"

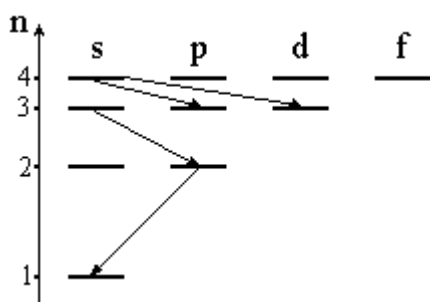


19. Выберите (с учетом правил отбора) переход или переходы, происходящие с излучением квантов электромагнитной энергии.: "1"; "2"; "4"



20. При переходах электрона в атоме с одного энергетического уровня на другой, закон сохранения момента импульса накладывает

определенные ограничения (правила отбора). В энергетической схеме атома водорода запрещенным переходом является: "  $4d \rightarrow 2s$  ;"



21. При переходах электрона в атоме с одного энергетического уровня на другой, закон сохранения момента импульса накладывает определенные ограничения (правила отбора). В энергетической схеме атома водорода запрещенным переходом является: "  $4s \rightarrow 3d$  ;"
22. Выберите возможные значения спинового квантового числа для системы, состоящей из нечетного числа фермионов.: "  $1/2$  ; "  $3/2$  "
23. Выберите возможные значения спинового квантового числа для системы, состоящей из бозонов.: "  $0$  ; "  $1$  ; "  $3$  "

24. Выберите правильное обозначение терма основного состояния водорода.: "  $1$  "
- 
25. Выберите правильное обозначение терма первого возбужденного состояния лития.: "  $3$  "
- 

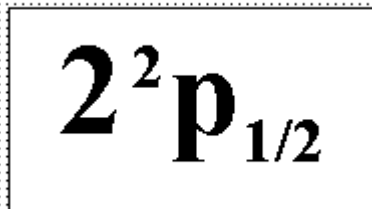
26. Выберите правильное обозначение терма основного состояния натрия.: "  $4$  "
-

<b>1</b>	<b>2</b>
$\Delta l = 0$	$\Delta l = \pm 1$
<b>3</b>	<b>4</b>
$\Delta j = 0$	$\Delta j = \pm 1$

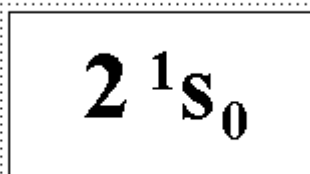
27. Выберите ВСЕ правила отбора для орбитального и внутреннего квантовых чисел, выполняющиеся при излучательном переходе, разрешенном в дипольном приближении.: "2"; "3"; "4"



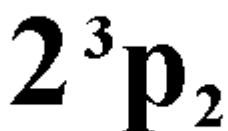
28. Из указанных на рисунке элементов выберите те, которые имеют идентичную электронную конфигурацию внешней оболочки.: " Бериллий и магний." ; " Углерод и кремний."
29. По заданной тройке квантовых чисел:  $n = 3, l = 0, s = 0$  выберите правильное название элемента, основное состояние которого соответствует этим значениям.: " Магний."



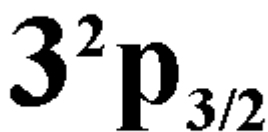
30. На рисунке представлен терм основного состояния бора. Выберите соответствующую этому состоянию совокупность квантовых чисел.: "  $n = 2 ; l = 1 ; j = 1/2 ; s = -1/2$ ."



31. На рисунке представлен терм основного состояния бериллия. Выберите соответствующую этому состоянию совокупность квантовых чисел.: "  $n = 2 ; l = 0 ; j = 0 ; s = 0$ ."



32. На рисунке представлен терм основного состояния кислорода. Выберите соответствующую этому состоянию совокупность квантовых чисел.: "  $n = 2 ; l = 1 ; j = 2 ; s = 1$ ."



33. По обозначению приведенного на рисунке терма основного состояния определите полное число электронов (N) на этом уровне и их суммарное спиновое квантовое число (s).: "  $N = 5 ; s = 1/2$  "



34. Выберите правильные значения орбитального квантового числа (l) и спинового квантового числа (s) для атома ртути в указанном возбужденном состоянии.: "  $l = 0 ; s = 1$  "

1 H		3 <sup>2</sup> P <sub>1/2</sub>	
3 Li	4 Be	5 B	6 C
11 Na	12 Mg	13 Al	14 Si
19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti

35. На рисунке представлен левый верхний угол периодической системы элементов Менделеева с указанием порядковых номеров элементов. Выберите элемент, атом которого в основном состоянии имеет указанный энергетический терм.: " Алюминий."
36. Укажите вариант разделения атомарного водородного пучка в неоднородном магнитном поле (опыт Штерна-Герлаха), если атомы находятся в основном состоянии.: " Делится на две части."
37. Укажите вариант разделения пучка атомов калия в неоднородном магнитном поле (опыт Штерна-Герлаха), если атомы находятся в основном состоянии.: " Делится на две части;"



$$2^2p_{3/2}$$

38. Укажите вариант разделения атомарного водородного пучка в неоднородном магнитном поле (опыт Штерна-Герлаха), если атомы находятся в указанном возбужденном состоянии.:” Делится на четыре части.”

$$6^2p_{3/2}$$

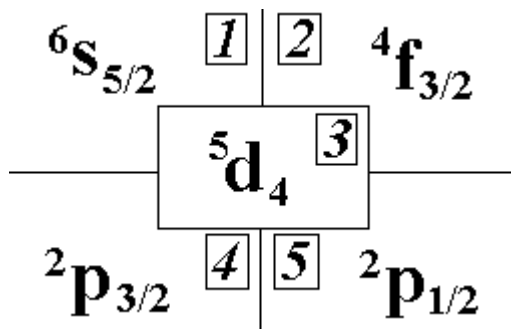
39. Укажите вариант разделения пучка атомов цезия в неоднородном магнитном поле (опыт Штерна-Герлаха), если атомы находятся в указанном возбужденном состоянии.:” Делится на четыре части.”

$$6^1s_0$$

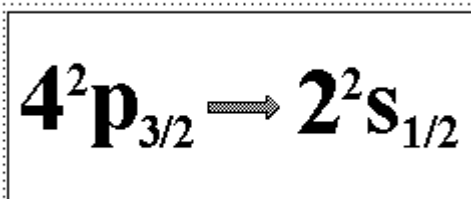
40. Энергия атома ртути в основном состоянии соответствует терму, указанному на рисунке. Выберите правильное обозначение тонкой структуры этого состояния и результат опыта Штерна-Герлаха с пучком атомов ртути.:” Состояние синглетное, пучок не делится.”

$$4f_{3/2}$$

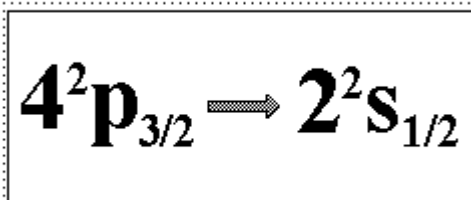
41. Энергия атома ванадия в основном состоянии соответствует терму, указанному на рисунке. Выберите правильное обозначение тонкой структуры этого состояния и результат опыта Штерна-Герлаха с пучком атомов ванадия.:” Состояние кватетное, пучок делится на четыре части.”



42. Пучок атомов железа делится в неоднородном магнитном поле на девять частей (опыт Штерна-Герлаха). Выберите по этим данным терм основного состояния атома железа: "3;"

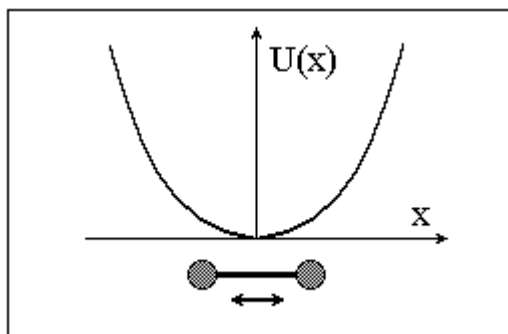


43. Указанный на рисунке переход сопровождается излучением одной спектральной линии. Во внешнем магнитном поле эта линия разбивается на несколько компонент ( $\pi$ - и  $\sigma$ -компоненты - эффект Зеемана). Выберите правильное число и обозначение этих компонент: "Две  $\pi$ - и четыре  $\sigma$ -"
44. Аноды трех рентгеновских трубок сделаны из различных материалов. При равном приложенном напряжении у них: "одинаковы минимальные длины волн тормозного излучения."
45. При возрастании номера элемента в периодической системе на единицу, частоты линий его рентгеновского характеристического излучения: "... несколько увеличиваются."
46. Закон Мозли гласит, что частота рентгеновской линии К-серии любого элемента: "... прямо пропорциональна квадрату номера элемента Z."
47. Укажите общее число электронов (N), формирующих р-оболочку L-слоя: "N = 6;"
48. Укажите общее число электронов (N), формирующих М-слой: "N = 18;"
49. Если в результате неупругого соударения из атома выбит внутренний электрон из К-слоя, то в рентгеновском спектре возникнут линии: "... всех серий."
50. Если в результате неупругого соударения из атома выбит внутренний электрон из L-слоя, то в рентгеновском спектре возникнут линии: "... всех серий, кроме К."
51. Укажите особенности рентгеновских спектров атома водорода: "Рентгеновские спектры вообще отсутствуют."

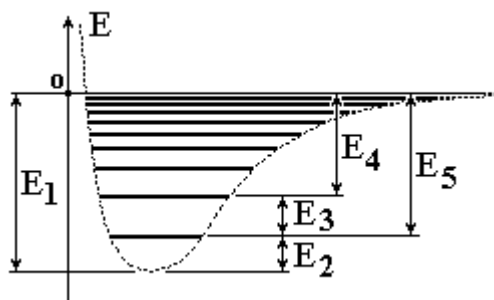


52. На рисунке представлен спектр рентгеновского излучения, полученный с помощью рентгеновской трубки. Как изменятся при увеличении

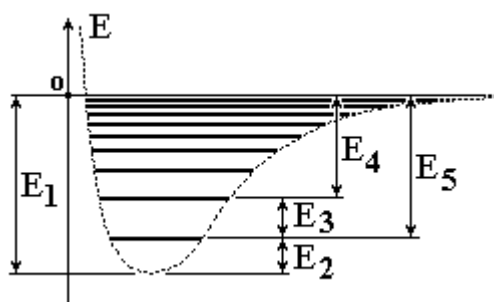
напряжения на трубке граница сплошного спектра  $\lambda_1$  и длины волн характеристического излучения  $\lambda_2$  и  $\lambda_3$ ?:" Первая уменьшится, вторая и третья - не изменятся."



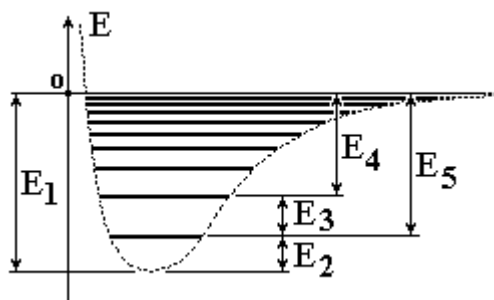
53. На рисунке изображена форма одномерного потенциала для классического гармонического осциллятора. Выберите правильное выражение для энергии стационарных состояний квантового гармонического осциллятора в зависимости от колебательного квантового числа  $v$  (при малых значениях  $v$ ):"  $E = \hbar \omega(v + 1/2)$  при  $v=0,1,2,3,\dots$ "
54. Из предложенного списка выберите правильные названия всех наблюдающихся в спектрах молекул полос:." Электронно-колебательные.";" Колебательно-вращательные.";" Вращательные."
55. Выберите верное соотношение между энергиями возбуждения вращательных ( $E_v$ ), колебательных ( $E_k$ ) и электронных ( $E_e$ ) переходов молекулы:."  $E_e > E_k > E_v$ ;"
56. Для колебательно-вращательных полос в спектрах молекул характерно:." ... эквидистантное расположение линий на оси частот."
57. Как изменяются с ростом соответствующего квантового числа энергетические расстояния между соседними колебательными подуровнями одного электронного состояния ( $E_k$ ) и вращательными подуровнями одного колебательного состояния ( $E_v$ )?:."  $E_k$  уменьшается,  $E_v$  увеличивается."



58. На рисунке изображен энергетический спектр двухатомной молекулы в виде колебательных подуровней основного электронного состояния. Какое из предложенных выражений описывает значения энергий вращательных состояний в зависимости от вращательного квантового числа  $J$  без учета ангармоничности? ( $I$  - момент инерции молекулы):."  $E = \hbar^2/2I \cdot J(J + 1)$ , где  $J=0,1,2,3,\dots$ "

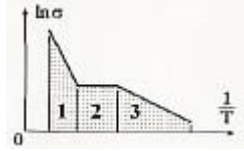


59. На рисунке изображен энергетический спектр двухатомной молекулы в виде колебательных подуровней основного электронного состояния. Какая из обозначенных энергий является энергией диссоциации?:”  $E_5$ ;



60. На рисунке изображен энергетический спектр двухатомной молекулы в виде колебательных подуровней основного электронного состояния. Какая из обозначенных энергий является минимальной энергией молекулы в основном состоянии и как определяется ее численное значение?:”  $E_2$ ;  $E_2 = \hbar \omega / 2$ ;
61. Выражение для описания энергии излучения в чисто вращательном спектре молекулы в зависимости от вращательного квантового числа  $J$ , имеет вид ( $I$  - момент инерции молекулы):”  $\Delta E = \hbar^2 / I \cdot (J + 1)$ ;
62. Выберите правильное выражение для описания энергетического смещения двух соседних вращательных уровней ( $\Delta E$ ). ( $I$  - момент инерции молекулы):”  $\Delta E = \hbar^2 / I$ ;

- На рисунке представлен график зависимости логарифма удельной проводимости полупроводника от обратной температуры. Какие параметры нужно использовать для оценки энергии активации примеси этого полупроводника. [3] (наклон участка 3)



- На рисунке представлен график зависимости логарифма удельной проводимости полупроводника от обратной температуры. Определите, какие участки графика соответствуют собственной и примесной проводимости. [4] (2-примесная, 1-собственная)
- На рисунке представлен график зависимости логарифма удельной проводимости полупроводника от обратной температуры. Какие параметры графика нужно использовать для оценки энергии активации примеси этого полупроводника? [3] (наклон участка 3)
- На рисунке представлен график зависимости логарифма удельной проводимости полупроводника от обратной температуры. Какие параметры нужно использовать для оценки ширины запрещенной зоны этого полупроводника. [1] (наклон участка 1)
- На рисунке представлен график зависимости логарифма удельной проводимости полупроводника от обратной температуры. Определите, какие участки графика используются для оценки ширины запрещенной зоны чистого полупроводника ( $E_0$ ) и энергии активации примеси ( $E_{пр}$ ). [2] ( $1 - E_{пр}$ ,  $3 - E_0$ )

- Период полураспада некоторого радиоактивного элемента равен суткам. Сколько вещества остается по прошествии четырех суток: [5] (6,25)
- Период полураспада некоторого радиоактивного элемента равен суткам. Сколько вещества распадётся по прошествии трёх суток. [2] (87,5 %)
- За один год начальное количество радиоактивного изотопа уменьшилось в три раза ( $N_0/N_1 = 3$ ). Во сколько раз оно уменьшится за два года ( $N_0/N_2$ ): [1] (15)
- За 8 суток распалось  $\frac{3}{4}$  начального количества ядер радиоактивного изотопа. Определите период полураспада. [2] (4 суток)

- Точка О – контакт двух металлов  $A_1 < A_2$  – работы выхода электронов из металлов. К контакту приложена внешняя разность потенциалов, указанная на рис. ( $-A_1 < A_2 +$ ). Что будет происходить с контактом? [2] (охлаждение)
- Точка О – контакт двух металлов  $A_1 > A_2$  – работы выхода электронов из металлов. К контакту приложена внешняя разность потенциалов, указанная на рис. ( $+A_1 > A_2 +$ ). Что будет происходить с контактом? [2] (охлаждение)
- Точка О – контакт двух металлов.  $A_1 < A_2$  – работы выхода электронов из металлов. К контакту приложена внешняя разность потенциалов, указанная на рис. ( $+A_1 < A_2 +$ ). Что будет происходить с контактом? [1] (нагревание)
- Точка О – контакт двух металлов.  $A_1 > A_2$  – работы выхода электронов из металлов. К контакту приложена внешняя разность потенциалов, указанная на рис. ( $-A_1 > A_2 +$ ). Что будет происходить с контактом? [1] (нагревание)

- В теории металлов Друде полагают, что... [1;2] (ток переносят электроны; к носителям тока можно применить законы МКТ)
- Теория металлов Друде построена на следующих приближениях [2;4] (приближении независимых электронов; приближении Больцмановского распределения электронов)
- Рост сопротивления металлов при нагревании в теории Друде объясняется... [1] (уменьшением концентрации электронов)
- Теория Друде не смогла объяснить... [3] (диэлектрические свойства алмаза и металлические - графита)

- Укажите правильное расположение уровня Ферми в различных полупроводниках. [4] (А – донорный, В – беспримесный, С – акцепторный)



- Уровень Ферми при легировании собственного полупроводника донорной примесью... [3] (поднимается ближе ко дну зоны проводимости)
- Выберите правильные утверждения об уровне Ферми в собственных полупроводниках [3] (находится посередине запрещенной зоны)
- Укажите правильное расположение уровня Ферми в различных полупроводниках. [4] (А – донорный, В – беспримесный, С – акцепторный)

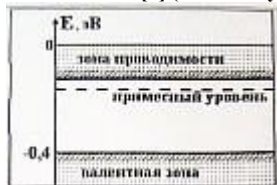


- Выберите правильные утверждения об уровне Ферми в собственных полупроводниках находится... [3] (посередине запрещенной зоны)

- На рисунке представлена энергетическая схема примесного полупроводникового фотокатода, работающего при низкой температуре. Значение энергии верхнего уровня валентной зоны равно - 0,4 эВ. А и С уровни энергий примесей. Определите количество наблюдаемых максимумов в спектральной зависимости фототока и фотопроводимости при падении на фотокатод излучения с энергией 0,42 эВ? [6] (среди ответов правильного нет)



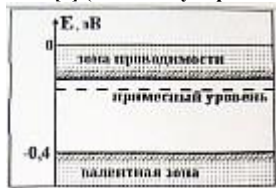
- На рисунке представлена энергетическая схема примесного полупроводникового фотокатода, работающего при низкой температуре. Определите количество наблюдаемых максимумов в спектральной зависимости фототока и фотопроводимости при падении на фотокатод излучения с энергией 0,41 эВ? [3] (1 максимум фототока и 3-фотопроводимости)



- На рисунке представлена энергетическая схема примесного полупроводникового фотокатода, работающего при низкой температуре. Определите количество наблюдаемых максимумов в спектральной зависимости фототока и фотопроводимости при падении на фотокатод излучения с энергией 0,39 эВ? [1] (Ни одного максимума фототока и 1-фотопроводности)



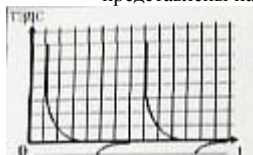
- На рисунке представлена схема примесного полупроводникового фотокатода, работающего при низкой температуре. Определите количество наблюдаемых максимумов в спектральной зависимости фототока и фотопроводимости при падении на фотокатод излучения с энергией 0,39 эВ [2] (1 максимум фототока и пикного-фотопроводимости)



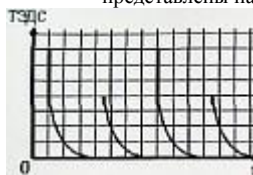
- Оцените момент инерции (I) молекулы CH, если энергетическое смещение соседних вращательных уровней  $\Delta E = 5,8 \cdot 10^{-22}$  Дж. [2] ( $1,92 \cdot 10^{-47}$ )
- Оцените момент инерции (I) молекулы CH, если частотный интервал ( $\Delta \omega$ ) между соседними линиями чисто вращательного спектра молекулы  $\Delta \omega = 5,5 \cdot 10^{12} \text{ с}^{-1}$ . [3] ( $1,92 \cdot 10^{-47}$ )
- Оцените частотный интервал ( $\Delta \omega$ ) между соседними линиями чисто вращательного спектра молекулы CH, если момент инерции молекулы  $I = 1,92 \cdot 10^{-47} \text{ кг} \cdot \text{м}^2$ . [4] ( $11,0 \cdot 10^{12}$ )
- Оцените энергетическое смещение ( $\Delta E$ ) соседних вращательных уровней молекулы CH если момент инерции молекулы  $I = 1,92 \cdot 10^{-47} \text{ кг} \cdot \text{м}^2$ . [4] ( $5,8 \cdot 10^{-22}$ )
- Оцените момент инерции (I) молекулы CH если частотный интервал ( $\Delta \omega$ ) между соседними линиями чисто вращательного спектра молекулы  $\Delta \omega = 5,5 \cdot 10^{12} \text{ с}^{-1}$ . [3] ( $1,92 \cdot 10^{-47}$ )
- Оцените частотный интервал ( $\Delta \omega$ ) между соседними линиями чисто вращательного спектра молекулы CH, если момент инерции молекулы  $I = 1,92 \cdot 10^{-47} \text{ кг} \cdot \text{м}^2$ . [2] ( $5,5 \cdot 10^{12}$ )
- Оцените энергетическое смещение ( $\Delta E$ ) соседних вращательных уровней молекулы CH если момент инерции молекулы  $I = 1,92 \cdot 10^{-47} \text{ кг} \cdot \text{м}^2$ . [3] ( $2,9 \cdot 10^{-22}$ )
- Оцените момент инерции (I) молекулы CH если частотный интервал ( $\Delta \omega$ ) между соседними линиями чисто вращательного спектра молекулы  $\Delta \omega = 5,5 \cdot 10^{12} \text{ с}^{-1}$ . [3] ( $1,92 \cdot 10^{-47}$ )
- Оцените момент инерции (I) молекулы CH если энергетическое смещение соседних вращательных уровней  $\Delta E = 5,8 \cdot 10^{-22}$  Дж. [3] ( $0,8 \cdot 10^{-47}$ )

- Определите зарядовое число ядра, которое получается из урана после восьми  $\alpha$ - и шести  $\beta^-$ -распадов. [2] (82)
- Определите зарядовое число ядра, которое получается из радия после пяти  $\alpha$ - и четырёх  $\beta^-$ -распадов. [3] (206)
- Определите зарядовое число ядра, которое получается из радия после пяти  $\alpha$ - и четырёх  $\beta^-$ -распадов. [1] (78)
- Определите зарядовое число ядра, которое получается из тория после трёх  $\alpha$ - и двух  $\beta^-$ -распадов. [4] (220)
- Определите зарядовое число ядра, который получается из тория после трёх  $\alpha$ - и двух  $\beta^-$ -распадов. [3] (86)
- Определите массовое число ядра, которое получается из урана после восьми- Альфа и шести- Бета распадов. [3] (206)
- Сколько  $\alpha$ - и  $\beta^-$ - распадов испытывает ядро урана ( $\text{U}^{238}$ ), превращаясь, в конечном счете, в стабильный свинец  $\text{Pb}^{206}$ . [6] (8 $\alpha$ - и 4 $\beta^-$  распада)
- На сколько единиц изменяется зарядовое число ядра в процессе  $\beta^-$ -распада? [1] (уменьшается на 1 единицу)
- На сколько единиц изменяется зарядовое число ядра в процессе  $\gamma$ -распада? [7] (зарядовое число не изменится)
- Сколько  $\alpha$ - и  $\beta^-$ - распадов испытывает ядро радия ( $\text{Ra}^{226}$ ), превращаясь, в конечном счете, в стабильный свинец  $\text{Pb}^{206}$ : [3] (5 $\alpha$ - и 4 $\beta^-$  распада)

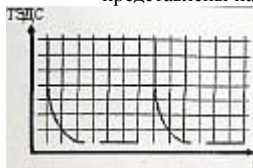
- В эксперименте по определению эффекта Пельтье, график зависимости возникающей в дифференциальной термопаре ТЭДС от времени, представлены на рисунке. Каково в этом случае соотношение  $Q_{\text{Джоуля}}$  и  $Q_{\text{Пельтье}}$ ? [4] (3/4)



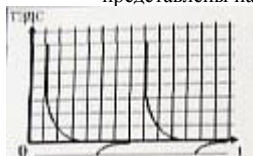
- В эксперименте по определению эффекта Пельтье, график зависимости возникающей в дифференциальной термопаре ТЭДС от времени, представлены на рисунке. Каково в этом случае соотношение  $Q_{\text{Джоуля}}$  и  $Q_{\text{Пельтье}}$ ? [4] (1)



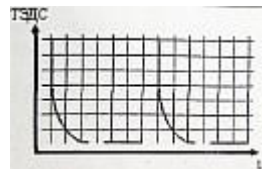
- В эксперименте по определению эффекта Пельтье, график зависимости возникающей в дифференциальной термопаре ТЭДС от времени, представлены на рисунке. Каково в этом случае соотношение  $Q_{\text{Джоуля}}$  и  $Q_{\text{Пельтье}}$ ? [5] (1)



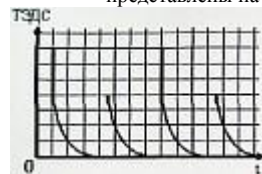
- В эксперименте по определению эффекта Пельтье, график зависимости возникающей в дифференциальной термопаре ТЭДС от времени, представлены на рисунке. Каково в этом случае соотношение  $Q_{\text{Джоуля}}$  и  $Q_{\text{Пельтье}}$ ? [1;4] (7; 3/4)



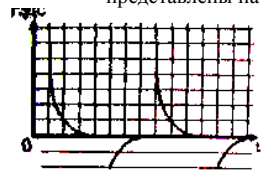
- В эксперименте по определению эффекта Пельтье, график зависимости возникающей в дифференциальной термопаре ТЭДС от времени, представлены на рисунке. Каково в этом случае соотношение  $Q_{\text{Джоуля}}$  и  $Q_{\text{Пельтье}}$ ? [5] (1)



- В эксперименте по определению эффекта Пельтье, график зависимости возникающей в дифференциальной термопаре ТЭДС от времени, представлены на рисунке. Каково в этом случае соотношение  $Q_{\text{Джоуля}}$  и  $Q_{\text{Пельтье}}$ ? [1] (11/3)



- В эксперименте по определению эффекта Пельтье, графики зависимости возникающей в дифференциальной термопаре ТЭДС от времени, представлены на рисунке. Каково в этом случае соотношения  $Q_{\text{Джоуля}}$  и  $Q_{\text{Пельтье}}$ ? [6] (1/2)



- Укажите вариант разделения атомарного водородного пучка в неоднородном магнитном поле (опыт Штерна-Герлаха), если атомы находятся в основном состоянии. [2] (делится на две части)
- Укажите вариант разделения атомарного водородного пучка в неоднородном магнитном поле (опыт Штерна-Герлаха), если атомы находятся в указанном возбужденном состоянии  $6^2p_{3/2}$ . [4] (делится на четыре части)
- Энергия атома ртути в основном состоянии соответствует терму, указанному на рисунке ( $6^1s_0$ ). Выберите правильное обозначение тонкой структуры этого состояния и результат опыта Штерна-Герлаха с пучком атомов ртути. [1] (состояние синглетное, пучок не делится)
- Энергия атома ванадия в основном состоянии соответствует терму, указанному на рисунке ( $4f_{3/2}$ ). Выберите правильное обозначение тонкой структуры этого состояния и результат опыта Штерна-Герлаха с пучком атомов ванадия. [4] (состояние кватертное, пучок делится на 4 части)
- Укажите вариант разделения пучка атомов калия в неоднородном магнитном поле (опыт Штерна-Герлаха), если атомы находятся в основном состоянии. [2] (делится на две части)
- Укажите вариант разделения атомарного водородного пучка в неоднородном магнитном поле (опыт Штерна-Герлаха), если атомы находятся в указанном возбужденном состоянии ( $2^2p_{3/2}$ ). [4] (делится на 4 части)
- Укажите вариант разделения пучка атомов цезия в неоднородном магнитном поле (опыт Штерна-Герлаха), если атомы находятся в указанном возбужденном состоянии  $6^2p_{3/2}$ . [4] (делится на четыре части)
- Пучок атомов железа делится в неоднородном магнитном поле на девять частей (опыт Штерна-Герлаха). Выберите по этим данным терм основного состояния атома железа. [3] ( $6d_4$ )
- Энергия атома ртути в основном состоянии соответствует терму, указанному на рисунке ( $6^1s_0$ ). Выберите правильное обозначение тонкой структуры этого состояния и результат опыта Штерна-Герлаха с пучком атомов ртути. [1] (состояние синглетное, пучок не делится)
- Укажите вариант разделения атомарного водородного пучка в неоднородном магнитном поле (опыт Штерна-Герлаха), если атомы находятся в указанном возбужденном состоянии  $2^2p_{3/2}$ . [4] (делится на четыре части)
- Укажите вариант разделения пучка атомов калия в неоднородном магнитном поле (опыт Штерна-Герлаха), если атомы находятся в основном состоянии. [2] (делится на две части)
- Укажите вариант разделения атомарного водородного пучка в неоднородном магнитном поле (опыт Штерна-Герлаха), если атомы находятся в основном состоянии. [2] (делится на две части)

- На рисунке представлен терм основного состояния бора ( $6^2p_{1/2}$ ). Выберите соответствующую этому состоянию совокупность квантовых чисел. [2] ( $n=1, l=1/2, j=2, s=1/2$ )
- На рисунке представлен терм основного состояния хлора ( $3^2p_{3/2}$ ). Выберите соответствующую этому состоянию совокупность квантовых чисел. [4] ( $n=3, l=1, j=3/2, s=1/2$ )

- Укажите основную причину возникновения внешней контактной разности потенциалов. [2] (разность работ выхода)
- Укажите основную причину возникновения внутренней контактной разности потенциалов. [2] (разность работ выхода)
- Укажите основную причину возникновения внешней контактной разности потенциалов. [1] (разность энергии Ферми)
- Укажите основную причину возникновения внутренней контактной разности потенциалов. [2] (разность работ выхода)

- Какое из предложенных выражений, описывающих превращение нуклонов в ядре соответствует так называемому  $\beta^-$ -распаду. [2] ( $n \rightarrow p + e^- + \bar{\nu}$ )
- Какое из предложенных выражений, описывающих превращения нуклонов в ядре, соответствует так называемому  $\beta^+$ -распаду. [2] ( $n \rightarrow p + e^+ + \bar{\nu}$ )
- Какое из предложенных выражений, описывающих превращения нуклонов в ядра, соответствует так называемому К-захвату. [3] ( $e^- + p \rightarrow n + \nu$ )

- Укажите правильную мультиплетность спектральных линий главной серии щелочных металлов. [2] (2)
- Укажите правильную мультиплетность спектральных линий диффузной серии щелочных металлов. [3] (3)
- Укажите правильную мультиплетность спектральных линий резкой серий щелочных металлов. [2] (2)

- Выберите правильное обозначение излучательных переходов главной серии щелочных металлов. [1;2] ( $p \rightarrow s; s \rightarrow p$ )
- Выберите правильное обозначение термина основного состояния водорода. [1] ( $1^2s_{1/2}$ )
- Выберите правильное обозначение излучательных переходов второй побочной (диффузной) серии щелочных металлов. [3] ( $d \rightarrow p$ )
- Выберите правильное обозначение излучательных переходов первой побочной (резкой) серии щелочных металлов. [1] ( $s \rightarrow p$ )

- Эффект Холла заключается в проявлении в проводнике с током... [2] (дополнительный)
- В результате эффекта Холла ... [5] (появляется дополнительная поперечная ЭДС)
- Эффект Холла в полупроводниках позволяет экспериментально определить ... (ОНЗ - основные носители заряда). [2] (подвижность ОНЗ)

- Укажите кратность вырождения уровней атома водорода без учёта спина. [4] ( $n^2$ )
- Укажите кратность вырождения уровней атома водорода с учетом спина. [5] ( $2n^2$ )

- 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  $\omega_0 = 7,8 \cdot 10^{14} \text{ с}^{-1}$ ? [1] (19)
  - Определите, сколько линий (приблизительно) содержит чисто вращательный спектр молекулы  $\text{H}_2$ , момент инерции которой  $I = 0,45 \cdot 10^{-47} \text{ кг} \cdot \text{м}^2$  и минимальная энергия колебательного уровня  $E_0 = 0,56 \text{ эВ}$ . [3] (8)
- 
- Определите энергию связи ( $\Delta E$ ), приходящуюся на нуклон изотопа  $\text{Li}^6$ , если его масса = 6,0151 е. Табличные значения масс протона = 1,00783 е и нейтрона = 1,00867 е ( $e = 931,5 \text{ МэВ}$ ). [2] (5,6)
  - Определите энергию связи ( $\Delta E$ ) приходящуюся на нуклон изотопа  $\text{Li}^7$ , если его масса  $\rightarrow 7,0160$  е. Табличные значения масс протона  $\rightarrow 1,00783$  е и нейтрона  $\rightarrow 1,00867$  е ( $e = 931,5 \text{ МэВ}$ ) [2] (5,6)
  - Определите энергию ( $\Delta E$ ), необходимую для разделения ядра  $\text{O}^{16}$  на  $\alpha$ - частицу и ядро  $\text{C}^{12}$ , если известно, что энергия связи ядер  $\text{O}^{16}$ ,  $\text{C}^{12}$  и  $\text{He}^4$  равны соответственно 127,62; 92,16; 28,30 МэВ. [2] (7,16)
  - Определите энергию ( $\Delta E$ ), приходящуюся на нуклон изотопа  $\text{Li}^6$ , если его масса  $\rightarrow 6,0151$  е. Табличные значения масс протона  $\rightarrow 1,00783$  е и нейтрона  $\rightarrow 1,00867$  е [1] (5,34)
  - Определите энергию связи ( $\Delta E$ ) нейтрона в ядре  $\text{Ne}^{21}$ , если табличные значения масс  $\text{Ne}^{21} \rightarrow 21,00018$  е,  $\text{Ne}^{20} \rightarrow 19,99881$  е и нейтрона  $\rightarrow 1,00867$  е ( $e = 931,5 \text{ МэВ}$ : [3] (6,8)
- 
- Длинноволновый край полосы поглощения чистого германия лежит вблизи длины волны  $\lambda_1 = 1,98 \text{ мкм}$ . Какова (в  $\text{ЭВ}$ ) ширина запрещенной зоны. [3] (1,0)
  - Выберите ВСЕ квантовые числа, по которым наблюдается вырождение в атоме водорода. [2;3;5] ( $l; m; s$ )
  - При переходах в атоме с одного энергетического уровня на другой, закон сохранения момента импульса накладывает определённые ограничения (правила отбора). В энергетической схеме атома водорода запрещённым переходом является. [3;4] ( $4s \rightarrow 3p$ ;  $4d \rightarrow 2s$ )
  - Красная граница фотоэффекта цезиевого фотокатода соответствует энергии 1,9 эВ. Красная граница собственной фотопроводимости отвечает длине волны  $\lambda_{\text{кр}} = 0,9 \text{ мкм}$ . Определить положение (в  $\text{ЭВ}$ ) дна зоны проводимости данного полупроводника относительно вакуума. [3] (0,525)
  - Укажите причину снятия вырождения по орбитальному квантовому числу в многоэлектронных атомах. [2] (наличие электронного остова)
  - Выберите возможные значения спинового квантового числа для системы, состоящей из нечётного числа фермионов. [2;4] (1/2; 3/2)
  - Укажите причину тонкой структуры спектральных линий. [4] (спин-орбитальное взаимодействие)
  - Из указанных на рисунке элементов выберите те, которые имеют идентичную электронную конфигурацию внешней оболочки. [1;3] (Бериллий и магний; углерод и кремний)
  - Определите зарядовое изотопа, который получается из тория после трёх  $\alpha$ - и двух  $\beta^-$  - распадов. [3] (86)
  - Как объяснить тот факт, что чистый беспримесный полупроводник (например, четырехвалентный кремний) с идеальной кристаллической структурой обнаруживает электронный характер проводимости? [2] (Подвижность электрона больше подвижности дырки)
  - Укажите основные причины возникновения Термо ЭДС в полупроводниках... [2] (температурная зависимость работы выхода)
  - В одной из ядерных реакций ядро лития, поглощая некоторую частицу распадается на две  $\alpha$ -частицы. Какую частицу поглощает ядро лития: [1] (протон)
  - Сравните длины волн границ трех основных спектральных серий щелочных металлов (главной –  $\lambda_1$ , резкой –  $\lambda_2$  и диффузной –  $\lambda_3$ ) [3] ( $1 < 2 = 3$ )
  - Образец, через который пропускается ток, помещен в магнитное поле с индукцией  $B$ . По знаку возникающей при этом холловской разности потенциалов ( $U_H$ ), определите класс материала из которого изготовлен образец. [4] (металл или полупроводник n-типа)
  - Выберите примерное значение ширины запрещенной зоны в собственных полупроводниках. [3] (1,0)
  - В одной из ядерных реакции ядро бора, поглощая некоторую частицу, распадается на ядро лития и  $\alpha$ - частицу. Какую частицу поглощает ядро бора: [2] (нейтрон)
  - Минимальная энергия колебательного уровня молекулы  $\text{H}_2$  равна  $E_0 = 0,56 \text{ эВ}$ . Чисто вращательный спектр ее содержит 8 линий. Определите момент инерции молекулы водорода (приблизительно). [4] ( $0,45 \cdot 10^{-47}$ )
  - Сколько свободных нейтронов получится в реакции синтеза  $\alpha$ - частицы из дейтерия и трития? [1] (1)
  - Укажите тонкую структуру спектральных линий водорода из серий Лаймана и Бальмера. [4] (Лаймана – дублет, Бальмера - квинтет)
  - Выберите (с учетом правил отбора) переход или переходы, проходящие с излучением квантов электромагнитной энергии. [1;2;4] (ну нах)
  - Энергетический спектр твердых тел состоит из отдельных квазисплошных зон, состоящих из огромного числа разрешенных состояний. Для каких твердых тел характерно наличие запрещенной зоны? [3] (для диэлектриков и полупроводников)
  - Укажите способы экспериментального определения ширины запрещенной зоны в собственных полупроводниках. [3] (температурная зависимость электропроводности)
  - Выберите ВСЕ квантовые числа, по которым наблюдается вырождение в атоме натрия. [3;2] ( $m; l$ )
  - Выберите все возможные значения спинового квантового числа для системы, состоящих из бозонов. [1;3;5] (0;1;3)
  - Выберите единицу измерения подвижности носителей тока  $\mu$ . [1] ( $\text{м}^2/\text{В} \cdot \text{с}$ )
  - Выберите все возможные значения внутреннего квантового числа ( $j$ ) для системы двух p-электронов. [3;4;5] ( $j=2, j=1, j=0$ )
  - При переходах электрона в атоме с одного энергетического уровня на другой, закон сохранения момента импульса накладывает определенные ограничения (правила отбора). В энергетической схеме атома водорода запрещенным переходом является: [1] ( $4s \rightarrow 3d$ )
  - Длинноволновый край полосы поглощения чистого германия лежит вблизи длины волны  $\lambda_1 = 1,98 \text{ мкм}$ . Какова (в  $\text{эВ}$ ) ширина запрещенной зоны германия. [3] (1,0)
  - На сколько единиц уменьшается массовое число ядра в процессе  $\beta^-$ - распада? [5] (массовое число не изменится)
  - Выберите правильный вид спектрального терма основного состояния натрия. [4] ( $3^2s_{1/2}$ )
  - Укажите правильное соотношение значений ширины запрещенной зоны для металлов ( $E_1$ ), диэлектриков ( $E_2$ ) и полупроводников ( $E_3$ ). [3] ( $0 = E_1 < E_3 < E_2$ )
  - Определите энергию, выделяющуюся при образовании двух  $\alpha$ - частиц в результате синтеза ядер  $\text{Li}^6$  и  $\text{H}^2$ , если известно, что энергия связи на один нуклон в ядрах  $\text{Li}^6$ ,  $\text{He}^4$  равны соответственно 5,33; 7,08; и 1,11 МэВ: [3] (22,44)
  - Главная и резкая серии щелочных металлов состоят из дублетных линий. Как изменяется разность частот между компонентами дублета при увеличении номера линии в обеих сериях. [3] (в главной – уменьшается, в резкой – не изменяется)
  - По заданной тройке квантовых чисел:  $n=3, l=0, s=0$  выберите правильное название элемента, основное состояние которого соответствует этим значениям. [5] (магний)
  - Электропроводность собственных полупроводников [5] (при нагревании увеличивается)
  - Сравните длины волн первых линий трех основных спектральных серий щелочных металлов (главной-  $\lambda_1$ , резкой  $\lambda_2$  и диффузной –  $\lambda_3$ ) [3] ( $\lambda_3 > \lambda_1 > \lambda_2$ )
  - Выберите правильные утверждения о числе носителей заряда в собственных полупроводниках. [2] (число электронов и дырок в зоне проводимости одинаково)
  - На рисунке представлен левый верхний угол периодической таблицы Менделеева с указанием порядковых номеров элементов. Выберите элемент, атом которого в основном состоянии имеет указанный энергетический терм( $3^2P_{1/2}$ ). [5] (Алюминий)