

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
«Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники»

Кафедра физики

**ВОЛНОВАЯ ОПТИКА. КВАНТОВАЯ ФИЗИКА.
ЭЛЕМЕНТЫ ФИЗИКИ АТОМНОГО ЯДРА**

Тесты
по курсу «Физика»

Минск БГУИР 2010

УДК 53(076)
ББК 22.3я73
В67

А в т о р ы :

И. Л. Дорошевич, А. В. Березин, В. В. Аксенов,
Т. Т. Ивановская, Н. Б. Коньшева, О. И. Величко

Р е ц е н з е н т :

доцент кафедры физики БГУИР,
кандидат физико-математических наук А. А. Григорьев

Волновая оптика. Квантовая физика. Элементы физики атомного ядра : тесты по курсу «Физика» / И. Л. Дорошевич [и др.]. – Минск : БГУИР, 2010. – 28 с.: ил.
ISBN 978-985-488-505-6

Настоящее издание является сборником заданий в тестовой форме (теоретических вопросов и физических задач) и предназначено для самостоятельной работы и самоконтроля студентов при изучении следующих разделов курса физики: волновой оптики, квантовой физики, элементов физики атомного ядра. Тесты могут также использоваться преподавателями физики в качестве дидактического материала при организации тематического контроля учебной деятельности студентов как в традиционной форме (самостоятельные и контрольные работы), так и в виде компьютерного тестирования.

Приведены значения основных физических констант и величин, необходимых для решения задач, а также ответы.

Для студентов всех специальностей и всех форм обучения БГУИР.

УДК 53(076)
ББК 22.3я73

ISBN 978-985-488-505-6

© УО «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», 2010

СОДЕРЖАНИЕ

Общие указания	4
Основные обозначения.....	5
1. Волновая оптика	6
2. Квантовые свойства электромагнитного излучения.....	9
3. Волновые свойства микрочастиц.....	12
4. Спектральные закономерности. Атом Бора	15
5. Стационарное уравнение Шредингера	18
6. Элементы физики атомного ядра.....	22
Ответы	25
Основные физические константы и величины	26
Литература	27

Библиотека БГУИР

ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

В современных образовательных системах все большее распространение приобретает такой способ контроля результатов учебной деятельности, как тестирование.

Настоящее пособие представляет собой сборник заданий в тестовой форме, распределенных по следующим темам курса общей физики:

1. Волновая оптика.
2. Квантовые свойства света.
3. Волновые свойства микрочастиц.
4. Спектральные закономерности. Атом Бора.
5. Стационарное уравнение Шредингера.
6. Элементы физики атомного ядра.

В каждую тему включены тестовые задания как в виде теоретических вопросов, так и в виде физических задач. К каждому заданию приведены пять вариантов ответа, среди которых только один верный.

При решении задач необходимо сначала получить конечную формулу, выражающую искомую величину в величинах, заданных в условии задачи, и в физических константах, затем подставить в конечную формулу числовые значения величин, выраженные в единицах Международной системы единиц (СИ). Несоблюдение этого правила может привести к неверному результату. Значения основных физических констант и величин, необходимых для решения задач, приведены в конце пособия. Вычислив значение искомой величины, сравните полученный результат с предложенными вариантами ответа и выберите ближайший к вашему. По таблице ответов сравните номер выбранного вами ответа с номером правильного.

ОСНОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

Вектор обозначен буквой со стрелкой: \vec{r} . Эта же буква, но без стрелки обозначает *модуль* вектора: r . Модуль вектора также может быть обозначен как $|\vec{r}|$. Проекция вектора \vec{r} на ось (например Ox) обозначена буквой с индексом, указывающим название оси: r_x .

Скалярное произведение векторов \vec{a} и \vec{b} обозначено (\vec{a}, \vec{b}) .

Векторное произведение векторов \vec{a} и \vec{b} обозначено $[\vec{a}, \vec{b}]$.

Орты (единичные векторы) координатных осей Ox , Oy , Oz декартовой прямоугольной системы координат обозначены соответственно \vec{i} , \vec{j} , \vec{k} .

Среднее значение величины обозначено угловыми скобками: $\langle F \rangle$.

Приращение величины, т. е. разность между ее конечным и начальным значениями, обозначено символом Δ : $\Delta U = U_2 - U_1$.

Дифференциал (или бесконечно малое приращение) обозначен символом d : dU .

Элементарное значение величины (бесконечно малое количество) обозначено символом δ : δA , δQ .

Производная по времени от некоторой функции f обозначена как $\frac{df}{dt}$.

Частная производная функции нескольких переменных (например $f = f(x, y, z)$) по некоторой переменной (например по x) обозначена как $\frac{\partial f}{\partial x}$.

Частная производная 2-го порядка функции нескольких переменных (например $f = f(x, y, z)$) по некоторой переменной (например по x) обозначена как $\frac{\partial^2 f}{\partial x^2}$.

1. ВОЛНОВАЯ ОПТИКА

1. Пусть в среде с показателем преломления n распространяются две когерентные волны, длина волны которых в среде равна λ . Максимум интенсивности будет наблюдаться в точках, для которых оптическая разность хода $\Delta = n(s_2 - s_1)$ равна ($m = 0, 1, 2, \dots$):

1) $\pm m\lambda/n$; 2) $\pm m\lambda n$; 3) $\pm m\lambda$; 4) $\pm(m+1/2)\lambda$; 5) $\pm(m+1/2)\lambda/n$.

2. В опыте Юнга два когерентных источника света с длиной волны λ находятся на расстоянии d друг от друга и на расстоянии ℓ от экрана. Ширина интерференционных полос Δx равна:

1) $\Delta x = \frac{d\ell}{\lambda}$; 2) $\Delta x = \frac{\ell\lambda}{d}$; 3) $\Delta x = \frac{d\lambda}{\ell}$; 4) $\Delta x = d\ell\lambda$; 5) $\Delta x = \frac{\lambda}{\ell d}$.

3. Во сколько раз увеличится число открытых зон Френеля при дифракции Френеля на круглом отверстии, если радиус отверстия возрастет в N раз?

1) в N^2 раз; 2) в N раз; 3) в \sqrt{N} раз; 4) в $2N$ раз; 5) в $2N^2$ раз.

4. Дифракционная решетка длиной ℓ содержит N прозрачных щелей. Условие главных максимумов и число добавочных минимумов между соседними главными максимумами определяются выражениями ($m = 0, 1, 2, \dots$):

1) $\frac{\ell}{N} \sin \varphi = \pm m\lambda$ и 1; 2) $\ell \sin \varphi = \pm m\lambda$ и 1; 3) $\frac{\ell}{N} \sin \varphi = \pm m\lambda$ и $N-1$;

4) $\ell \sin \varphi = \pm m\lambda$ и $N-1$; 5) $\frac{\ell}{N} \sin \varphi = \pm m\lambda$ и N^2-1 .

5. Закон Брюстера имеет вид:

1) $\varphi = \alpha_0 c \ell$; 2) $I = I_0 \cos^2 \varphi$; 3) $I = \frac{1}{2} I_{\text{ест}} \cos^2 \varphi$;

4) $\text{tg} \vartheta = \frac{n_2}{n_1}$; 5) $\varphi = V \ell H$.

6. В опыте Юнга на диафрагму с двумя узкими щелями, отстоящими друг от друга на расстояние 1,0 мм, падает нормально плоская монохроматическая световая волна. На экране, удаленном от щелей на 3 м, наблюдается интерференционная картина. Если длина световой волны равна 600 нм, то расстояние между вторым и центральным максимумами освещенности составляет:

1) 4,0 мм; 2) 3,6 мм; 3) 1,8 мм; 4) 0,9 мм; 5) 4,2 мм.

7. На тонкую пленку, находящуюся в воздухе, под углом 60° падает параллельный пучок белого света. Если абсолютный показатель преломления пленки равен 1,35, то минимальная ее толщина, при которой отраженный свет будет наиболее сильно окрашен в красный цвет ($\lambda = 750$ нм), составляет:

- 1) 0,09 мкм; 2) 0,54 мкм; 3) 0,36 мкм; 4) 0,21 мкм; 5) 0,18 мкм.

8. На поверхности стекла находится пленка воды с абсолютным показателем преломления $n = 1,33$ ($n < n_{\text{ст}}$, где $n_{\text{ст}}$ – абсолютный показатель преломления стекла). На пленку под углом 30° падает монохроматический свет с длиной волны 690 нм. Если интенсивность отраженного света меняется так, что промежуток времени между двумя последовательными максимумами равен 15 мин, то скорость, с которой из-за испарения уменьшается толщина пленки, составляет:

- 1) 3,11 мкм/ч; 2) 1,12 мкм/ч; 3) 1,87 мкм/ч;
4) 0,56 мкм/ч; 5) 2,73 мкм/ч.

9. Плоская монохроматическая световая волна длиной 550 нм падает нормально на поверхность стеклянного клина. В отраженном свете наблюдают систему интерференционных полос, расстояние между соседними максимумами которых на поверхности клина составляет 0,21 мм. Если абсолютный показатель преломления стекла равен 1,5, то величина угла между гранями клина составляет:

- 1) $8,73 \cdot 10^{-4}$ рад; 2) $9,37 \cdot 10^{-4}$ рад; 3) $4,36 \cdot 10^{-4}$ рад;
4) $7,54 \cdot 10^{-4}$ рад; 5) $5,21 \cdot 10^{-4}$ рад.

10. Плосковыпуклая стеклянная линза с радиусом кривизны 40 см соприкасается выпуклой поверхностью с плоской стеклянной пластинкой. При этом в отраженном свете радиус некоторого кольца равен 2,5 мм. Если линзу осторожно отодвинуть от пластинки на расстояние 5,0 мкм, то радиус этого же кольца станет равным:

- 1) 1,5 мм; 2) 2,1 мм; 3) 2,3 мм; 4) 3,2 мм; 5) 3,6 мм.

11. Сферическая поверхность плосковыпуклой линзы соприкасается с плоской стеклянной пластинкой. Пространство между линзой и пластинкой заполнено сероуглеродом. Показатели преломления линзы, сероуглерода и пластинки равны соответственно $n_1 = 1,50$, $n_2 = 1,63$, $n_3 = 1,70$. Радиус кривизны сферической поверхности линзы равен 100 см. Если на плоскую поверхность линзы падает нормально плоская монохроматическая волна длиной 500 нм, то радиус пятого темного кольца Ньютона в отраженном свете равен:

- 1) 1,24 мм; 2) 2,71 мм; 3) 1,30 мм; 4) 1,27 мм; 5) 1,58 мм.

12. Точечный источник света с длиной волны 500 нм расположен на расстоянии 100 см перед диафрагмой с круглым отверстием радиусом 1,0 мм. Для некоторой точки наблюдения число зон Френеля в отверстии составляет 3. Если

точка наблюдения и источник света находятся на оси отверстия, то расстояние между точкой наблюдения и диафрагмой равно:

- 1) 0,7 м; 2) 0,4 м; 3) 2,0 м; 4) 1,5 м; 5) 2,4 м.

13. Между точечным источником света и экраном находится диафрагма с круглым отверстием, радиус которого можно менять. При радиусе отверстия, равном 1,0 мм, в центре дифракционной картины на экране наблюдается максимум освещенности. При увеличении радиуса отверстия до 1,3 мм в этой же точке наблюдается следующий максимум освещенности. Если источник света находится на оси отверстия на расстоянии 100 см от диафрагмы, а расстояние между диафрагмой и экраном равно 125 см, то длина волны света составляет:

- 1) 424 нм; 2) 724 нм; 3) 537 нм; 4) 685 нм; 5) 621 нм.

14. Монохроматический свет падает нормально на щель шириной 12 мкм. За щелью находится тонкая линза с фокусным расстоянием 250 мм, в фокальной плоскости которой расположен экран. Если расстояние между симметрично расположенными минимумами третьего порядка на экране равно 49 мм, то длина волны падающего света составляет:

- 1) 392 нм; 2) 448 нм; 3) 575 нм; 4) 627 нм; 5) 784 нм.

15. Монохроматический свет с длиной волны 535 нм падает нормально на дифракционную решетку. Если одному из фраунгоферовых максимумов соответствует угол дифракции 30° , а наибольший порядок спектра равен пяти, то период дифракционной решетки составляет:

- 1) 5,3 мкм; 2) 2,7 мкм; 3) 4,7 мкм; 4) 3,2 мкм; 5) 2,1 мкм.

16. При падении естественного света на некоторый поляризатор через него проходит 30 % светового потока, а через два таких поляризатора – 13,5 %. Угол между плоскостями пропускания этих поляризаторов равен:

- 1) 48° ; 2) 30° ; 3) 60° ; 4) 45° ; 5) 77° .

17. Степень поляризации частично поляризованного света $P = 0,25$. Отношение интенсивности поляризованной составляющей этого света к интенсивности естественной составляющей равно:

- 1) 0,25; 2) 0,33; 3) 0,13; 4) 0,44; 5) 0,54.

2. КВАНТОВЫЕ СВОЙСТВА ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

1. При теоретическом обосновании выражения для равновесной плотности энергии теплового излучения Планк предположил, что:

- 1) выполняется закон смещения Вина $T\lambda_m = b$;
- 2) выполняется закон Стефана – Больцмана $R^* = \sigma T^4$;
- 3) осциллятор может обладать лишь дискретным набором энергий, пропорциональных минимальной энергии $E_1 = \hbar\omega$, а именно $E_n = nE_1$;
- 4) выполняется формула Рэля – Джинса;
- 5) энергия фотона равна $E = \hbar\nu$.

2. Энергетическая светимость R^* абсолютно черного тела и длина волны λ_m , соответствующая максимуму в плотности распределения энергии теплового излучения этого тела, связаны соотношением:

- 1) $R^*\lambda_m^4 = const$;
- 2) $R^*\lambda_m = const$;
- 3) $\frac{R^*}{\lambda_m^4} = const$;
- 4) $R^*\lambda_m^2 = const$;
- 5) $\frac{R^*}{\lambda_m^2} = const$.

3. Формула Эйнштейна для внешнего фотоэффекта имеет вид:

- 1) $\frac{m\nu_m^2}{2} = \hbar\omega + A_{\text{вых}}$;
- 2) $\hbar\omega = \frac{m\nu_m^2}{2} + A_{\text{вых}}$;
- 3) $E_{\text{ф}} = \hbar\omega$;
- 4) $\frac{2\pi c\hbar}{\lambda} = \frac{m\nu_m^2}{2} - A_{\text{вых}}$;
- 5) $eU_3 = \frac{m\nu_m^2}{2}$.

4. Импульс фотона с частотой ω и длиной волны λ равен:

- 1) $\frac{\hbar\omega}{c}$;
- 2) $\hbar\omega \cdot c^2$;
- 3) $\frac{\hbar}{\lambda}$;
- 4) $\hbar\lambda$;
- 5) $\hbar\omega\lambda$.

5. Длина волны $\lambda_{\text{кр}}$, соответствующая красной границе фотоэффекта, равна:

- 1) $\lambda_{\text{кр}} = 2\pi\hbar c A_{\text{вых}}$;
- 2) $\lambda_{\text{кр}} = \frac{2\pi\hbar c}{A_{\text{вых}}}$;
- 3) $\lambda_{\text{кр}} = \frac{2\pi\hbar c}{eU_3}$;
- 4) $\lambda_{\text{кр}} = 2\pi c e \hbar U_3$;
- 5) $\lambda_{\text{кр}} = \frac{eU_3}{2\pi\hbar c}$.

6. При рассеянии рентгеновских лучей с длиной волны λ на свободных электронах в направлении под углом ϑ к первоначальному возникает дополни-

тельное излучение с длиной волны λ' , равной (λ_C – комптоновская длина волны электрона):

- 1) $\lambda' = \lambda + \lambda_C \cos \vartheta$; 2) $\lambda' = \lambda - \lambda_C(1 - \cos \vartheta)$; 3) $\lambda' = \lambda + \lambda_C(1 + \cos \vartheta)$;
4) $\lambda' = \lambda - \lambda_C(1 + \cos \vartheta)$; 5) $\lambda' = \lambda + \lambda_C(1 - \cos \vartheta)$.

7. Имеются два абсолютно черных источника теплового излучения. Температура первого из них составляет 2500 К. Если длина волны, отвечающая максимуму испускательной способности первого источника, на 500 нм меньше длины волны, отвечающей максимуму испускательной способности второго источника, то его температура равна:

- 1) 4394 К; 2) 1342 К; 3) 1250 К; 4) 3371 К; 5) 1747 К.

8. Мощность излучения абсолютно черного тела составляет 10 кВт. Если длина волны, на которую приходится максимум плотности энергии излучения, равна 0,72 мкм, то площадь излучающей поверхности тела составляет:

- 1) 3,51 см²; 2) 4,27 см²; 3) 5,10 см²; 4) 5,98 см²; 5) 6,70 см².

9. Излучение Солнца по своему спектральному составу близко к излучению абсолютно черного тела, для которого максимум испускательной способности приходится на длину волны 0,49 мкм. Если излучающую поверхность Солнца считать сферой радиусом $6,95 \cdot 10^8$ м, то масса, теряемая Солнцем еже-секундно за счет излучения, составляет:

- 1) $4,69 \cdot 10^9$ кг; 2) $3,78 \cdot 10^9$ кг; 3) $1,56 \cdot 10^9$ кг;
4) $5,43 \cdot 10^9$ кг; 5) $1,23 \cdot 10^9$ кг.

10. Медный шарик диаметром 1,2 см поместили в откачанный сосуд, температура стенок которого поддерживается близкой к абсолютному нулю. Начальная температура шарика равна 27 °С, удельная теплоемкость меди составляет 390 Дж/кг·К, ее плотность – $8,9 \cdot 10^3$ кг/м³. Если поверхность шарика считать абсолютно черной, то его температура уменьшится вдвое через промежуток времени, равный:

- 1) 5,8 ч; 2) 1,9 ч; 3) 3,7 ч; 4) 2,9 ч; 5) 4,1 ч.

11. Цезиевый электрод освещается монохроматическим излучением с длиной волны 400 нм. Если красная граница фотоэффекта для цезия равна 653 нм, то величина задерживающей разности потенциалов, при которой прекращается фототок, составляет:

- 1) 0,9 В; 2) 1,2 В; 3) 1,4 В; 4) 1,7 В; 5) 2,0 В.

12. На плоский алюминиевый электрод падает ультрафиолетовое излучение с длиной волны 90 нм. Вне электрода имеется однородное электрическое поле напряженностью 0,82 кВ/м, задерживающее для фотоэлектронов. Если красная граница фотоэффекта для алюминия равна 332 нм, то максимальное

расстояние, на которое может удалиться фотоэлектрон от поверхности алюминиевого электрода, составляет:

- 1) 3,75 мм; 2) 1,23 см; 3) 4,09 см; 4) 12,3 м; 5) 40,9 м.

13. При увеличении длины волны падающего на металлическую пластину излучения с 0,35 мкм до 0,55 мкм максимальная скорость фотоэлектронов изменилась в 2 раза. Работа выхода с поверхности этого металла составляет:

- 1) 1,83 эВ; 2) 1,15 эВ; 3) 2,93 эВ; 4) 2,35 эВ; 5) 2,04 эВ.

14. Изолированный металлический шар емкостью 1,2 мкФ освещается монохроматическим излучением частотой 10^{15} Гц. Если работа выхода с поверхности этого металла составляет 1,9 эВ, то максимальный заряд, приобретенный шариком при длительном освещении, равен:

- 1) $-7,2$ мкКл; 2) 2,7 мкКл; 3) 1,58 мкКл;
4) $-2,7$ мкКл; 5) 7,2 мкКл.

15. Узкий пучок монохроматического рентгеновского излучения падает на рассеивающее вещество. При этом длины волн смещенных составляющих излучения, рассеянного под углами 60° и 120° , отличаются друг от друга в 2 раза. Если считать, что рассеяние происходит на свободных электронах, то длина волны падающего излучения равна:

- 1) 1,2 нм; 2) 2,4 пм; 3) 3,6 пм; 4) 1,2 пм; 5) 3,6 нм.

16. Фотон с энергией 1,00 МэВ рассеялся на покоившемся свободном электроне. Если в результате этого длина волны фотона изменилась на 25 %, то кинетическая энергия электрона отдачи составляет:

- 1) 0,80 МэВ; 2) 0,40 МэВ; 3) 0,75 МэВ; 4) 0,25 МэВ; 5) 0,20 МэВ.

17. Фотон с энергией 250 кэВ рассеялся под углом 120° на первоначально покоившемся свободном электроне. Энергия рассеянного фотона равна:

- 1) 201 кэВ; 2) 125 кэВ; 3) 144 кэВ; 4) 167 кэВ; 5) 193 кэВ.

18. Фотон с импульсом $p_1 = 1,020$ МэВ/ c , где c – скорость света в вакууме, рассеялся на покоившемся свободном электроне. Если в результате этого импульс фотона стал $p_2 = 0,255$ МэВ/ c , то угол, под которым рассеялся фотон, равен:

- 1) 60° ; 2) 45° ; 3) 120° ; 4) 135° ; 5) 30° .

3. ВОЛНОВЫЕ СВОЙСТВА МИКРОЧАСТИЦ

1. Длина волны де Бройля частицы массой m , движущейся со скоростью $v \ll c$, равна:

$$1) \lambda = 2\pi c \hbar m v; \quad 2) \lambda = \frac{\hbar}{m v}; \quad 3) \lambda = \frac{2\pi c \hbar}{m v}; \quad 4) \lambda = \frac{c \hbar}{m v}; \quad 5) \lambda = \frac{2\pi \hbar}{m v}.$$

2. Длина волны де Бройля нерелятивистского электрона, ускоренного разностью потенциалов U из состояния покоя, равна (m – масса электрона, $|e|$ – величина его заряда):

$$1) \lambda = \frac{2\pi \hbar}{\sqrt{2m|e|U}}; \quad 2) \lambda = \frac{\hbar}{\sqrt{2m|e|U}}; \quad 3) \lambda = 2\pi \hbar \sqrt{2m|e|U};$$
$$4) \lambda = \hbar \sqrt{2m|e|U}; \quad 5) \lambda = \frac{\hbar c}{\sqrt{2m|e|U}}.$$

3. Микрочастица совершает двумерное движение. Соотношения неопределенностей для ее координат и проекций импульса имеют вид:

$$1) \Delta x \cdot \Delta p_x \geq \hbar/2, \quad \Delta y \cdot \Delta p_y \geq \hbar/2, \quad \Delta x \cdot \Delta p_y \geq \hbar/2 \text{ и т. д.};$$
$$2) \Delta x \cdot \Delta p_x \geq \hbar/2, \quad \Delta y \cdot \Delta p_y \geq \hbar/2, \quad \Delta x \cdot \Delta p_y \geq 0 \text{ и т. д.};$$
$$3) \Delta x \cdot \Delta p_x \geq \hbar/2, \quad \Delta y \cdot \Delta p_y \geq \hbar/2, \quad \Delta x \cdot \Delta p_y \geq \hbar \text{ и т. д.};$$
$$4) \Delta x \cdot \Delta p_x \geq \hbar/2, \quad \Delta y \cdot \Delta p_y \geq \hbar/2, \quad \Delta x \cdot \Delta p_y \geq \hbar^2/4 \text{ и т. д.};$$
$$5) \Delta x \cdot \Delta p_x \geq \hbar/2, \quad \Delta y \cdot \Delta p_y \geq \hbar/2, \quad \Delta x \cdot \Delta p_y \geq \hbar.$$

4. Движение микрочастицы с двумя нулевыми и одной ненулевой компонентами момента импульса запрещено соотношением неопределенностей:

- 1) в отсутствие силовых полей;
- 2) в центральном силовом поле;
- 3) в консервативном силовом поле;
- 4) всегда;
- 5) в неконсервативном силовом поле.

5. Релятивистская частица массой m обладает кинетической энергией T . Ее дебройлевская длина волны λ равна:

$$1) \lambda = \frac{2\pi \hbar}{\sqrt{2mT(1 - T/(2mc^2))}}; \quad 2) \lambda = \frac{\hbar}{\sqrt{2mT(1 + T/(2mc^2))}};$$
$$3) \lambda = \frac{2\pi \hbar}{\sqrt{2mT(1 + T/(2mc^2))}}; \quad 4) \lambda = \frac{\hbar}{\sqrt{2mT(1 - T/(2mc^2))}};$$

$$5) \lambda = \frac{2\pi\hbar}{\sqrt{2mT}}$$

6. Длина волны де Бройля для электронов, прошедших ускоряющее напряжение 100 В, составляет:

- 1) 1,23 пм; 2) 1,35 пм; 3) 123 пм; 4) 13,5 пм; 5) 135 пм.

7. Частица движется слева направо в одномерном потенциальном поле, показанном на рис. 1. Левее барьера, высота которого $U = 15$ кэВ, кинетическая энергия частицы $T = 20$ эВ. При переходе через барьер дебройлевская длина волны частицы увеличится в:

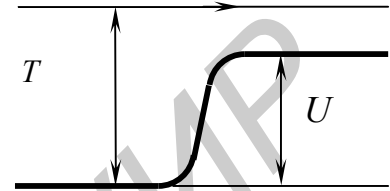


Рис. 1

- 1) 1,15 раз; 2) 1,33 раз; 3) 4,00 раз;
4) 2,00 раз; 5) 3,50 раз.

8. Чтобы дебройлевская длина волны электрона уменьшилась от 0,10 нм до 0,05 нм, ему необходимо дополнительно сообщить энергию, равную:

- 1) 0,15 кэВ; 2) 0,37 кэВ; 3) 0,45 кэВ; 4) 0,58 кэВ; 5) 0,60 кэВ.

9. Если дебройлевская длина волны релятивистского электрона равна его комптоновской длине волны, то кинетическая энергия этого электрона составляет:

- 1) 0,51 МэВ; 2) 0,31 МэВ; 3) 0,27 МэВ; 4) 0,21 МэВ; 5) 0,15 МэВ.

10. Электрон движется со скоростью $v = 0,8 \cdot c$, где c – скорость света в вакууме. Длина волны де Бройля данного электрона равна:

- 1) 3,0 пм; 2) 1,3 пм; 3) 2,4 пм; 4) 2,6 пм; 5) 1,8 пм.

11. Параллельный пучок моноэнергетических электронов падает нормально на диафрагму с узкой прямоугольной щелью шириной 1,0 мкм. Если на экране, отстоящем от щели на расстояние 50 см, ширина центрального дифракционного максимума составляет 0,36 мм, то скорость этих электронов равна:

- 1) 1,01 Мм/с; 2) 1,93 Мм/с; 3) 2,02 Мм/с;
4) 2,45 Мм/с; 5) 3,86 Мм/с.

12. Частица массой m находится в одномерной прямоугольной потенциальной яме с бесконечно высокими стенками. Ширина ямы равна ℓ . Если считать, что реализуются лишь такие состояния движения частицы, для которых в пределах данной ямы укладывается целое число n дебройлевских полудлин волн, то возможные значения энергии этой частицы определяются выражением:

- 1) $\frac{\pi^2\hbar^2}{2m\ell^2} \cdot n^2$; 2) $\frac{\pi^2\hbar^2}{2m\ell^2} \cdot n$; 3) $\frac{2\pi^2\hbar^2}{m\ell^2} \cdot n^2$;

4) $\frac{\hbar^2}{8m\ell^2} \cdot n^2$; 5) $\frac{\hbar^2}{32\pi^2 m\ell^2} \cdot n^2$.

13. Свободный электрон в начальный момент $t_0 = 0$ локализован в области $\Delta x_0 = 100$ пм. Оценить с помощью соотношения неопределенностей ширину локализации этого электрона спустя 1 с.

- 1) 577 м; 2) 577 пм; 3) 577 мм; 4) 577 км; 5) 577 нм.

14. Оценить с помощью соотношения неопределенностей минимальную кинетическую энергию электрона, локализованного в области размером 0,20 нм.

- 1) $3,8 \cdot 10^{-20}$ Дж; 2) $3,8 \cdot 10^{-10}$ Дж; 3) $3,8 \cdot 10^{-12}$ Дж;
4) $3,8 \cdot 10^{-23}$ Дж; 5) $3,8 \cdot 10^{-27}$ Дж.

15. Электрон с кинетической энергией 4 эВ локализован в области размером 1,0 мкм. Оценить с помощью соотношения неопределенностей относительную неопределенность его скорости.

- 1) $9,7 \cdot 10^{-8}$; 2) $9,7 \cdot 10^{-5}$; 3) $9,7 \cdot 10^{-9}$; 4) $9,7 \cdot 10^{-6}$; 5) $9,7 \cdot 10^{-7}$.

4. СПЕКТРАЛЬНЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ. АТОМ БОРА

1. Обобщенная формула Бальмера для атома водорода имеет вид:

$$1) \omega = \frac{R}{m^2 - n^2}; \quad 2) \omega = R \left(\frac{1}{m^2} + \frac{1}{n^2} \right); \quad 3) \omega = R \left(\frac{1}{m} - \frac{1}{n} \right);$$
$$4) \omega = R(m^2 - n^2); \quad 5) \omega = R \left(\frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2} \right).$$

2. Ядерная модель атома, предложенная Резерфордом,

1) не противоречит классической механике и противоречит электродинамике Максвелла;

2) не противоречит классической механике и электродинамике Максвелла;

3) противоречит классической механике и электродинамике Максвелла;

4) противоречит классической механике и не противоречит электродинамике Максвелла;

5) не противоречит классической механике, но не согласуется с законами геометрической оптики.

3. Правило квантования круговых орбит в теории Бора имеет вид:

$$1) mvr = n\hbar; \quad 2) \frac{mv^2}{r} = n\hbar; \quad 3) \frac{mv^2}{2} - \frac{Ze^2}{4\pi\epsilon_0 r} = n\hbar;$$
$$4) \frac{mv^2}{2} + \frac{Ze^2}{4\pi\epsilon_0 r}; \quad 5) \frac{mv}{r} = n\hbar.$$

4. Уравнение движения электрона в поле атомного ядра с зарядом Ze по круговой орбите в модели Бора имеет вид:

$$1) \frac{mv^2}{2} - \frac{Ze^2}{4\pi\epsilon_0 r} = n\hbar; \quad 2) \frac{mv^2}{r} = \frac{Ze^2}{4\pi\epsilon_0 r^2}; \quad 3) mvr = n\hbar;$$
$$4) E = \frac{mv^2}{2} - \frac{Ze^2}{4\pi\epsilon_0 r}; \quad 5) \frac{mv^2}{2} = \frac{Ze^2}{r}.$$

5. Полная энергия E , потенциальная энергия U электрона, движущегося по круговой орбите в атоме водорода, выражаются через его кинетическую энергию T следующим образом:

$$1) E = -2T, \quad U = -3T; \quad 2) E = T, \quad U = -2T; \quad 3) E = 2T, \quad U = T;$$
$$4) E = -T, \quad U = -2T; \quad 5) E = T/2, \quad U = -T/2.$$

6. α -частица налетает на неподвижное тяжелое ядро атома свинца ${}^{207}_{82}\text{Pb}$, двигаясь точно по направлению к его центру. Если кинетическая энергия α -частицы вдали от ядра составляет 0,40 МэВ, то минимальное расстояние, на которое она приблизится к ядру, равно:

- 1) 0,53 пм; 2) 0,59 пм; 3) 0,77 мкм; 4) 0,29 пм; 5) 0,38 мкм.

7. Длина волны второй линии, принадлежащей серии Лаймана в спектре атомарного водорода, равна:

- 1) $1,22 \cdot 10^{-7}$ м; 2) $1,37 \cdot 10^{-7}$ м; 3) $1,02 \cdot 10^{-7}$ м;
4) $5,43 \cdot 10^{-7}$ м; 5) $4,10 \cdot 10^{-7}$ м.

8. Длина волны головной линии серии Лаймана в спектре иона He^+ , равна:

- 1) $1,22 \cdot 10^{-7}$ м; 2) $1,64 \cdot 10^{-7}$ м; 3) $1,52 \cdot 10^{-8}$ м;
4) $3,04 \cdot 10^{-8}$ м; 5) $0,76 \cdot 10^{-8}$ м.

9. Энергия связи электрона в основном состоянии водородоподобных атомов, в спектре которых длина волны третьей спектральной линии серии Бальмера равна 108,5 нм, составляет:

- 1) 12,9 эВ; 2) 54,5 эВ; 3) 38,2 эВ; 4) 61,1 эВ; 5) 43,7 эВ.

10. Наименьшая энергия, которую надо сообщить иону He^+ , находящемуся в основном состоянии, чтобы он смог испустить фотон, соответствующий головной линии серии Бальмера, составляет:

- 1) 77,6 эВ; 2) 5,8 эВ; 3) 36,4 эВ; 4) 48,5 эВ; 5) 7,6 эВ.

11. Скорость электрона на третьей круговой боровской орбите атома водорода равна:

- 1) 2,19 Мм/с; 2) 6,58 Мм/с; 3) 0,73 Мм/с;
4) 0,24 Мм/с; 5) 1,60 Мм/с.

12. Радиус второй круговой боровской (стационарной) орбиты электрона в атоме водорода равен:

- 1) $2,10 \cdot 10^{-10}$ м; 2) $1,05 \cdot 10^{-10}$ м; 3) $0,26 \cdot 10^{-10}$ м;
4) $0,13 \cdot 10^{-10}$ м; 5) $0,53 \cdot 10^{-10}$ м.

13. Циклическая частота обращения электрона на второй круговой боровской орбите иона He^+ равна:

- 1) $2,08 \cdot 10^{16}$ с⁻¹; 2) $8,32 \cdot 10^{16}$ с⁻¹; 3) $1,04 \cdot 10^{16}$ с⁻¹;
4) $6,75 \cdot 10^{16}$ с⁻¹; 5) $4,16 \cdot 10^{16}$ с⁻¹.

14. Энергия электрона иона He^+ в основном состоянии равна:

- 1) -13,6 эВ; 2) 13,6 эВ; 3) -27,2 эВ; 4) 54,4 эВ; 5) -54,4 эВ.

15. Покоившийся атом водорода испустил фотон, соответствующий головной линии серии Лаймана. Если масса атома составляет $1,67 \cdot 10^{-27}$ кг, то скорость отдачи, которую он получил при этом, равна:

- 1) 0,97 м/с; 2) 1,63 м/с; 3) 2,52 м/с; 4) 3,26 м/с; 5) 4,15 м/с.

16. Частица массой m движется по круговой орбите в центрально-симметричном поле, где ее потенциальная энергия зависит от расстояния r до центра поля как $U = \frac{\alpha r^2}{2}$, где α – постоянная. Возможные значения полной энергии частицы в данном поле, найденные с помощью боровского условия квантования, определяются выражением:

- 1) $\hbar \cdot \sqrt{\frac{\alpha}{m}} \cdot n^2$; 2) $2\hbar \cdot \sqrt{\frac{\alpha}{m}} \cdot n$; 3) $\hbar \cdot \sqrt{\frac{\alpha}{m}} \cdot \frac{1}{n}$;
4) $\hbar \cdot \sqrt{\frac{\alpha}{m}} \cdot \frac{1}{n^2}$; 5) $\hbar \cdot \sqrt{\frac{\alpha}{m}} \cdot n$.

17. Энергия связи электрона в основном состоянии атома гелия He равна 24,6 эВ. Минимальная энергия, необходимая для последовательного удаления обоих электронов из этого атома, составляет:

- 1) 79,1 эВ; 2) 38,5 эВ; 3) 49,2 эВ; 4) 24,6 эВ; 5) 54,5 эВ.

5. СТАЦИОНАРНОЕ УРАВНЕНИЕ ШРЕДИНГЕРА

1. Уравнение Шредингера для стационарных состояний имеет вид:

$$1) \nabla^2 \psi + \frac{\hbar^2}{2m}(E + U) = 0; \quad 2) \nabla^2 \psi = \frac{\hbar^2}{2m}(E + U); \quad 3) \nabla^2 \psi + \frac{2m}{\hbar^2}(E + U) = 0;$$
$$4) \nabla^2 \psi + \frac{2m}{\hbar^2}(E - U)\psi = 0; \quad 5) \nabla^2 \psi + \frac{\hbar^2}{2m}(E - U) = 0.$$

2. Смысл волновой функции состоит в том, что:

1) ее модуль дает плотность вероятности нахождения частицы в соответствующем месте пространства;

2) квадрат ее модуля дает плотность вероятности нахождения частицы в соответствующем месте пространства;

3) квадратный корень из ее модуля дает плотность вероятности нахождения частицы в соответствующем месте пространства;

4) квадрат ее модуля дает вероятность нахождения частицы в соответствующем месте пространства;

5) квадрат ее модуля дает значения координат частицы.

3. Волновая функция свободной частицы, движущейся с энергией E , имеет вид:

$$1) \exp[i\hbar t / E]\psi(x, y, z); \quad 2) \exp[iET / \hbar]\psi(x, y, z);$$

$$3) \exp[-i\hbar Et]\psi(x, y, z); \quad 4) \exp[i\hbar Et]\psi(x, y, z); \quad 5) \exp[-iEt / \hbar]\psi(x, y, z).$$

4. Оператор Лапласа ∇^2 в декартовой системе координат имеет вид:

$$1) \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} + \frac{\partial^2}{\partial z^2}; \quad 2) \left(\frac{\partial}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial y} + \frac{\partial}{\partial z} \right)^2; \quad 3) \frac{\partial^2}{\partial x^2} \vec{i} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} \vec{j} + \frac{\partial^2}{\partial z^2} \vec{k};$$

$$4) \frac{\partial}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial y} + \frac{\partial}{\partial z}; \quad 5) \frac{\partial}{\partial x} \vec{i} + \frac{\partial}{\partial y} \vec{j} + \frac{\partial}{\partial z} \vec{k}.$$

5. Вероятность того, что частица преодолет потенциальный барьер $U(x)$, если ее полная энергия $E < U_{\max}$, равна:

$$1) \exp \left[\frac{2}{\hbar} \int_{x_1}^{x_2} \sqrt{2m(E - U)} dx \right]; \quad 2) \text{ нулю}; \quad 3) \exp \left[-\frac{2}{\hbar} \int_{x_1}^{x_2} \sqrt{2m(U - E)} dx \right];$$

$$4) \exp \left[-i\hbar \int_{x_1}^{x_2} \sqrt{2m(U - E)} dx \right]; \quad 5) \exp \left[\frac{2}{\hbar} \int_{x_1}^{x_2} \sqrt{2m(U - E)} dx \right].$$

6. Частица массой m находится в одномерной прямоугольной потенциальной яме шириной ℓ с абсолютно непроницаемыми стенками ($0 < x < \ell$). Собственные значения энергии E_n этой частицы равны:

$$1) E_n = \frac{\pi^2 \hbar^2}{2m\ell^2} \cdot n^2; \quad 2) E_n = \frac{\pi^2 \hbar^2}{m\ell^2} \cdot n^2; \quad 3) E_n = \frac{\pi^2 \hbar^2}{2m\ell^2} \cdot n^2;$$

$$4) E_n = \frac{\pi^2 \hbar^2}{m\ell^2} \cdot n^2; \quad 5) E_n = \frac{2\pi^2 \hbar^2}{m\ell^2} \cdot n^2.$$

7. Частица массой m находится в одномерной прямоугольной потенциальной яме шириной ℓ с абсолютно непроницаемыми стенками ($0 < x < \ell$). Нормированные волновые функции $\psi_n(x)$ стационарных состояний этой частицы имеют вид:

$$1) \psi_n(x) = \sqrt{\frac{2}{\ell}} \sin \frac{\pi n x}{\ell}; \quad 2) \psi_n(x) = \sqrt{\frac{\ell}{2}} \sin \frac{\pi n x}{\ell}; \quad 3) \psi_n(x) = \sqrt{\frac{1}{\ell}} \sin \frac{\pi n x}{\ell};$$

$$4) \psi_n(x) = \frac{\ell}{2} \cdot \sin \frac{\pi n x}{\ell}; \quad 5) \psi_n(x) = \frac{\ell}{2} \cdot \cos \frac{\pi n x}{\ell}.$$

8. Частица находится в основном состоянии в одномерной прямоугольной потенциальной яме шириной ℓ с абсолютно непроницаемыми стенками ($0 < x < \ell$). Вероятность пребывания этой частицы в области $\ell/4 < x < \ell/2$ равна:

$$1) 0,409; \quad 2) 0,204; \quad 3) 0,341; \quad 4) 0,910; \quad 5) 0,195.$$

9. Частица массой m находится в основном состоянии в одномерной прямоугольной потенциальной яме (рис. 2). Если на краях ямы ψ -функция вдвое меньше, чем в середине ямы, то энергия E_1 основного состояния этой частицы составляет:

$$1) E_1 = \frac{\pi^2 \hbar^2}{18ma^2}; \quad 2) E_1 = \frac{\pi^2 \hbar^2}{2ma^2};$$

$$3) E_1 = \frac{\pi^2 \hbar^2}{8ma^2}; \quad 4) E_1 = \frac{\pi^2 \hbar^2}{32ma^2}; \quad 5) E_1 = \frac{\pi^2 \hbar^2}{16ma^2}.$$

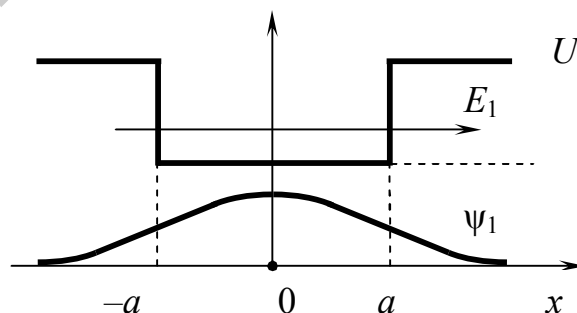


Рис. 2

10. Электрон находится в одномерной потенциальной яме с бесконечно высокими стенками. Если разность энергии между уровнями с $n_1 = 2$ и $n_2 = 3$ составляет $\Delta E = 0,3$ эВ, то ширина ямы равна:

$$1) 2,9 \text{ нм}; \quad 2) 3,2 \text{ нм}; \quad 3) 1,8 \text{ нм}; \quad 4) 3,6 \text{ нм}; \quad 5) 2,5 \text{ нм}.$$

11. Частица массой m находится в одномерной прямоугольной потенциальной яме шириной ℓ с абсолютно непроницаемыми стенками. Если ширина

ямы такова, что энергетические уровни расположены весьма густо, то плотность уровней $\frac{dn}{dE}$, т. е. их число на единичный интервал энергии, в зависимости от E составляет:

$$1) \frac{dn}{dE} = \frac{\pi \hbar}{\ell} \cdot \sqrt{\frac{2m}{E}}; \quad 2) \frac{dn}{dE} = \frac{\pi \hbar}{2\ell} \cdot \sqrt{\frac{m}{E}}; \quad 3) \frac{dn}{dE} = \frac{\ell}{\pi \hbar} \cdot \sqrt{\frac{2m}{E}};$$

$$4) \frac{dn}{dE} = \frac{\ell}{\pi \hbar} \cdot \sqrt{\frac{m}{2E}}; \quad 5) \frac{dn}{dE} = \frac{2\ell}{\pi \hbar} \cdot \sqrt{\frac{m}{E}}.$$

12. Волновая функция электрона в основном состоянии атома водорода в зависимости от расстояния r между электроном и ядром имеет вид

$$\psi(r) = \frac{1}{r_1 \sqrt{\pi r_1}} \cdot \exp\left(-\frac{r}{r_1}\right), \text{ где } r_1 \text{ – первый борковский радиус. Наиболее вероятное}$$

расстояние между электроном и ядром равно:

$$1) 1,5r_1; \quad 2) r_1; \quad 3) 0,9r_1; \quad 4) 1,3r_1; \quad 5) 1,8r_1.$$

13. Волновая функция электрона в основном состоянии атома водорода в зависимости от расстояния r между электроном и ядром имеет вид

$$\psi(r) = \frac{1}{r_1 \sqrt{\pi r_1}} \cdot \exp\left(-\frac{r}{r_1}\right), \text{ где } r_1 \text{ – первый борковский радиус. Среднее значение}$$

модуля кулоновской силы $\langle F \rangle$, действующей на электрон, равно:

$$1) \langle F \rangle = \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 r_1^2}; \quad 2) \langle F \rangle = \frac{3e^2}{4\pi\epsilon_0 r_1^2}; \quad 3) \langle F \rangle = \frac{e^2}{2\pi\epsilon_0 r_1^2};$$

$$4) \langle F \rangle = \frac{2e^2}{\pi\epsilon_0 r_1^2}; \quad 5) \langle F \rangle = \frac{3e^2}{8\pi\epsilon_0 r_1^2}.$$

14. Собственное значение оператора $\hat{A} = -\frac{\partial^2}{\partial x^2}$, принадлежащее собственной функции $\psi(x) = C \sin 2x$, где C – постоянная, равно:

$$1) 2; \quad 2) 4; \quad 3) -C; \quad 4) -2; \quad 5) -4.$$

15. Частица находится в трехмерной кубической потенциальной яме с абсолютно непроницаемыми стенками. Кратность вырождения 4-го уровня энергии этой частицы составляет:

$$1) 2; \quad 2) 3; \quad 3) 4; \quad 4) 6; \quad 5) 8.$$

16. Электрон с энергией $E = 4,66$ эВ движется слева на прямоугольный потенциальный барьер (рис. 3) высотой $U_0 = 5,00$ эВ. Если вероятность прохождения электрона сквозь этот барьер (коэффициент прозрачности) составляет 0,2, то его ширина равна:

- 1) 0,17 нм; 2) 0,20 нм; 3) 0,22 нм;
4) 0,27 нм; 5) 0,30 нм.

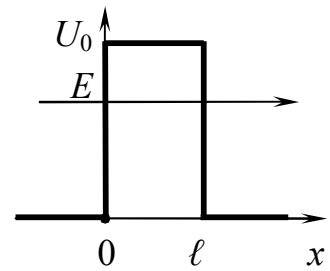


Рис. 3

17. Частица массой m , обладающая энергией E , движется слева на потенциальный барьер, форма которого показана на рис. 4. Высота барьера равна U_0 , его ширина – ℓ . Если считать форму барьера достаточно гладкой и $(E - U_0) \ll E$, то вероятность D прохождения частицей этого барьера (коэффициент прозрачности) составляет:

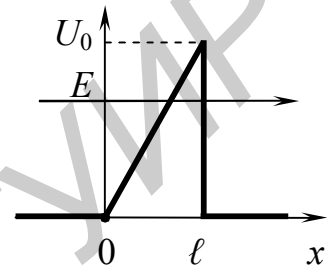


Рис. 4

- 1) $D \approx \exp\left[-\frac{2\ell\sqrt{2m(U_0 - E)}}{\hbar}\right]$;
2) $D \approx \exp\left[-\frac{8\ell\sqrt{2m(U_0 - E)}}{\hbar}\right]$;
3) $D \approx \exp\left[-\frac{2\ell\sqrt{2m}}{3\hbar U_0} \cdot (U_0 - E)^{3/2}\right]$;
4) $D \approx \exp\left[-\frac{8\ell\sqrt{2m}}{3\hbar U_0} \cdot (U_0 - E)^{3/2}\right]$;
5) $D \approx \exp\left[-\frac{4\ell\sqrt{2m}}{3\hbar U_0} \cdot (U_0 - E)^{3/2}\right]$.

6. ЭЛЕМЕНТЫ ФИЗИКИ АТОМНОГО ЯДРА

1. Порядковый номер химического элемента в периодической таблице Менделеева определяется:

- 1) зарядовым числом Z ; 2) массовым числом A ; 3) разностью $A - Z$;
- 4) разностью $Z - A$; 5) суммой $Z + A$.

2. Период полураспада некоторого изотопа химического элемента равен T . Отношение числа N нераспавшихся ядер к числу ΔN распавшихся ядер в момент времени t равно:

- 1) $\frac{N}{\Delta N} = 2^{-t/T}$; 2) $\frac{N}{\Delta N} = \frac{1}{1 - 2^{-t/T}}$; 3) $\frac{N}{\Delta N} = \frac{1}{2^{t/T} - 1}$;
- 4) $\frac{N}{\Delta N} = \exp[-t/T]$; 5) $\frac{N}{\Delta N} = \frac{1}{\exp[-t/T] - 1}$.

3. Период полураспада T и постоянная распада λ связаны соотношением:

- 1) $T = \lambda \cdot \ln 2$; 2) $T = \frac{\ln 2}{\lambda}$; 3) $T = \frac{\lambda}{\ln 2}$;
- 4) $T = \frac{1}{\lambda \cdot \ln 2}$; 5) $T = \lambda(1 - \ln 2)$.

4. В ходе ядерных реакций ...

- 1) сохраняется только импульс системы, ее полная энергия и кинетическая энергия не сохраняются;
- 2) сохраняются полная энергия, кинетическая энергия и импульс системы;
- 3) сохраняется полная энергия системы, ее импульс и кинетическая энергия не сохраняются;
- 4) сохраняются кинетическая энергия и импульс системы, ее полная энергия не сохраняется;
- 5) сохраняются полная энергия и импульс системы, кинетическая энергия системы не сохраняется.

5. Энергия связи $E_{\text{св}}$ атомного ядра равна:

- 1) $E_{\text{св}} = c^2 \{ [Zm_n + (A - Z)m_p] - m_{\text{я}} \}$; 2) $E_{\text{св}} = c^2 \{ [Zm_p + Am_n] - m_{\text{я}} \}$;
- 3) $E_{\text{св}} = c^2 \{ m_{\text{я}} - [Zm_p + Am_n] \}$; 4) $E_{\text{св}} = c^2 \{ [Zm_p + (A - Z)m_n] - m_{\text{я}} \}$;
- 5) $E_{\text{св}} = c^2 \{ [Zm_n + Am_p] - m_{\text{я}} \}$.

6. Количество ядер, распавшихся в течение одних суток в 1 мг изотопа йода ${}^{131}_{53}\text{I}$, период полураспада которого составляет восемь суток, равно:

- 1) $45,9 \cdot 10^{17}$; 2) $3,8 \cdot 10^{17}$; 3) $11,5 \cdot 10^{17}$; 4) $42,1 \cdot 10^{17}$; 5) $5,7 \cdot 10^{17}$.

7. Активность 5 мкг радиоактивного изотопа натрия $^{24}_{11}\text{Na}$, период полураспада которого составляет $5,33 \cdot 10^4$ с, равна:

- 1) $1,63 \cdot 10^{10}$ Бк; 2) $1,63 \cdot 10^{12}$ Бк; 3) $1,63 \cdot 10^{15}$ Бк;
4) $1,63 \cdot 10^{18}$ Бк; 5) $1,63 \cdot 10^{21}$ Бк.

8. Если число радиоактивных атомов изотопа висмута $^{210}_{83}\text{Bi}$ в течение одних суток уменьшилось на 13 %, то период полураспада этого изотопа составляет:

- 1) 4,8 сут.; 2) 3,1 сут.; 3) 5,0 сут.; 4) 7,7 сут.; 5) 1,4 сут.

9. Если некоторый радиоактивный изотоп имеет постоянную распада $1,44 \cdot 10^{-3} \text{ с}^{-1}$, то 75 % первоначальной массы атомов этого изотопа распадется в течение:

- 1) 4 мин; 2) 8 мин; 3) 24 мин; 4) 12 мин; 5) 16 мин.

10. Доля нераспавшихся ядер некоторого радиоактивного изотопа за время, в 3 раза большее его периода полураспада, равна:

- 1) 12,5 %; 2) 33,3 %; 3) 87,5 %; 4) 75,0 %; 5) 66,7 %.

11. Энергия связи ядра атома алюминия $^{27}_{13}\text{Al}$ равна:

- 1) 372,6 МэВ; 2) 217,6 МэВ; 3) 251,5 МэВ;
4) 130,4 МэВ; 5) 318,5 МэВ.

12. Удельная энергия связи в ядре атома кислорода $^{16}_8\text{O}$ равна:

- 1) 15,44 МэВ; 2) 61,76 МэВ; 3) 30,88 МэВ;
4) 7,72 МэВ; 5) 123,52 МэВ.

13. При α -распаде неподвижного ядра полония $^{218}_{84}\text{Po}$ кинетическая энергия α -частицы равна 5,91 МэВ. Кинетическая энергия дочернего ядра, образующегося в основном состоянии при этом распаде, составляет:

- 1) 0,14 МэВ; 2) 0,11 МэВ; 3) 5,91 МэВ; 4) 1,48 МэВ; 5) 0,54 МэВ.

14. Фотон с энергией 3,20 МэВ превратился в пару «электрон – позитрон». Если импульсы образовавшихся частиц одинаковы, то кинетическая энергия каждой частицы равна:

- 1) 1,09 МэВ; 2) 1,60 МэВ; 3) 0,97 МэВ; 4) 1,23 МэВ; 5) 1,45 МэВ.

15. Энергия ядерной реакции $^2_1\text{H} + ^3_2\text{He} \rightarrow ^1_1\text{H} + ^4_2\text{He}$ равна:

- 1) $-18,3$ МэВ; 2) $-3,5$ МэВ; 3) $18,3$ МэВ; 4) $3,5$ МэВ; 5) $-6,9$ МэВ.

16. Энергия ядерной реакции ${}^{14}_7\text{N} + {}^4_2\text{He} \rightarrow {}^{17}_8\text{O} + {}^1_1\text{p}$ равна:

- 1) 0,69 МэВ; 2) 1,20 МэВ; 3) -0,77 МэВ;
4) -0,69 МэВ; 5) -1,20 МэВ.

17. Минимальная энергия налетающей α -частицы, необходимая для осуществления ядерной реакции ${}^7_3\text{Li} + {}^4_2\text{He} \rightarrow {}^{10}_5\text{B} + {}^1_0\text{n}$, равна:

- 1) 2,78 МэВ; 2) 4,38 МэВ; 3) 1,01 МэВ; 4) 5,56 МэВ; 5) 4,64 МэВ.

ОТВЕТЫ

Номер задания	Тема					
	1	2	3	4	5	6
1	2	3	5	5	4	1
2	2	1	1	3	2	3
3	1	2	2	1	5	2
4	3	1	4	2	1	5
5	4	2	3	4	3	4
6	2	5	3	2	3	2
7	5	5	4	3	1	2
8	2	5	3	4	1	3
9	1	1	4	2	1	5
10	1	4	5	4	5	1
11	3	2	3	3	4	2
12	3	2	1	1	2	4
13	5	1	4	1	3	2
14	1	2	1	5	2	1
15	4	4	2	4	2	3
16	2	5	–	5	4	4
17	2	3	–	1	5	2
18	–	3	–	–	–	–

ОСНОВНЫЕ ФИЗИЧЕСКИЕ КОНСТАНТЫ И ВЕЛИЧИНЫ (округленные значения)

Физическая константа (величина)	Обозначение	Значение
Электрическая постоянная	ϵ_0	$8,85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м
Магнитная постоянная	μ_0	$4\pi \cdot 10^{-7}$ Гн/м
Скорость света в вакууме	c	$3 \cdot 10^8$ м/с
Постоянная Авогадро	N_A	$6,02 \cdot 10^{23}$ моль ⁻¹
Постоянная Планка	h $\hbar = h/(2\pi)$	$6,626 \cdot 10^{-34}$ Дж·с $1,05 \cdot 10^{-34}$ Дж·с
Атомная единица массы	а. е. м.	$1,66 \cdot 10^{-27}$ кг
Постоянная закона смещения Вина	B	$2,9 \cdot 10^{-3}$ м·К
Постоянная Стефана – Больцмана	σ	$5,67 \cdot 10^{-8}$ Вт/(м ² ·К ⁴)
Постоянная Ридберга	R_ω $R_\lambda = R_\omega/(2\pi c)$	$2,07 \cdot 10^{16}$ с ⁻¹ $1,097 \cdot 10^7$ м ⁻¹
Энергия покоя электрона	E_0	511 кэВ
Заряд электрона	E	$-1,60 \cdot 10^{-19}$ Кл
Масса электрона	m_e	$9,11 \cdot 10^{-31}$ кг
Масса протона	m_p	$1,67 \cdot 10^{-27}$ кг

ОТНОСИТЕЛЬНАЯ АТОМНАЯ МАССА НЕКОТОРЫХ ИЗОТОПОВ И ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ

Изотоп / частица	Масса, а. е. м.	Изотоп	Масса, а. е. м.
1_1p (протон)	1,00728	${}^{10}_5B$ (бор)	10,01294
1_0n (нейтрон)	1,00866	${}^{11}_5B$ (бор)	11,00931
1_1H (протий)	1,00783	${}^{12}_6C$ (углерод)	12,00000
2_1H (дейтерий)	2,01410	${}^{14}_6C$ (углерод)	14,00324
3_1H (тритий)	3,01605	${}^{14}_7N$ (азот)	14,00307
3_2He (гелий)	3,01602	${}^{15}_7N$ (азот)	15,00011
4_2He (гелий)	4,00260	${}^{16}_8O$ (кислород)	15,99491
6_3Li (литий)	6,01513	${}^{17}_8O$ (кислород)	16,99913
7_3Li (литий)	7,01601	${}^{27}_{13}Al$ (алюминий)	26,98146
8_4Be (бериллий)	8,00531	${}^{30}_{13}Al$ (алюминий)	29,99817

ЛИТЕРАТУРА

1. Иродов, И. Е. Волновые процессы. Основные законы / И. Е. Иродов. – М. : Лаборатория Базовых знаний, 2001.
2. Иродов, И. Е. Квантовая физика. Основные законы / И. Е. Иродов. – М. : Лаборатория Базовых знаний, 2002.
3. Савельев, И. В. Курс общей физики : В 5 кн. Кн. 4. Волны. Оптика / И. И. Савельев. – М. : Астрель, АСТ, 2003.
4. Савельев, И. В. Курс общей физики : В 5 кн. Кн. 5. Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц / И. И. Савельев. – М. : Астрель, АСТ, 2003.
5. Сивухин, Д. В. Общий курс физики : В 5 т. Т. 4. Оптика / Д. В. Сивухин. – М. : Физматлит, МФТИ, 2005.
6. Сивухин, Д. В. Общий курс физики : В 5 т. Т. 5. Атомная и ядерная физика / Д. В. Сивухин. – М. : Физматлит, МФТИ, 2002.
7. Иродов, И. Е. Задачи по общей физике / И. Е. Иродов. – М. : Наука, 1988.
8. Задания к практическим занятиям / И. И. Рубан [и др.]. – Минск : Выш. шк., 1989.

Учебное издание

Дорошевич Ирина Леонидовна
Березин Александр Васильевич
Аксенов Валерий Васильевич и др.

**ВОЛНОВАЯ ОПТИКА. КВАНТОВАЯ ФИЗИКА.
ЭЛЕМЕНТЫ ФИЗИКИ АТОМНОГО ЯДРА**

Тесты
по курсу «Физика»

Редактор Г. С. Корбут
Корректор Е. Н. Батурчик

Подписано в печать 02.03.2010.
Гарнитура «Таймс».
Уч.-изд. л. 1,7.

Формат 60x84 1/16.
Отпечатано на ризографе.
Тираж 200 экз.

Бумага офсетная.
Усл. печ. л. 1,74.
Заказ 619.

Издатель и полиграфическое исполнение: Учреждение образования
«Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»
ЛИ №02330/0494371 от 16.03.2009. ЛП №02330/0494175 от 03.04.2009.
220013, Минск, П. Бровки, 6