

СТЕРЛИТАМАКСКИЙ ФИЛИАЛ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО
УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет
Кафедра

Естественнонаучный
Общей и теоретической физики

Оценочные материалы по дисциплине (модулю)

дисциплина

Атомная и ядерная физика.

Блок Б1, базовая часть, Б1.Б.12.06

цикл дисциплины и его часть (базовая, вариативная, дисциплина по выбору)

Направление

03.03.02

Физика

код

наименование направления

Программа

Медицинская физика

Форма обучения

Очная

Для поступивших на обучение в
2019 г.

Разработчик (составитель)
-, старший преподаватель
Курбангулов А. Р.
ученая степень, должность, ФИО

1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования и описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания	3
2. Контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы.....	6
3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	25

1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования и описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Формируемая компетенция (с указанием кода)	Результаты обучения по дисциплине (модулю)	Показатели и критерии оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)				Вид оценочного средства
		неуд.	удовл.	хорошо	отлично	
1	2	3				4
Способностью использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин (ПК-1)	1 этап: Знания	Отсутствие знаний.	Неполные представления о критическом мышлении.	В целом успешные, но содержащие отдельные пробелы представления о способах переосмысления накопленного опыта, изменения при необходимости направление своей деятельности.	Сформированные представления о критическом мышлении.	Коллоквиум
	2 этап: Умения	Отсутствие умений.	Фрагментарные представления о способах переосмысления накопленного опыта, изменения при необходимости направление своей деятельности.	В целом успешные, но содержащие отдельные пробелы представления о способах переосмысления накопленного опыта, изменения при необходимости направление своей деятельности.	Сформированные представления о способах переосмысления накопленного опыта, изменения при необходимости направление своей деятельности.	Контрольная работа
	3 этап:	Отсутствие	Фрагментарное	В целом успешное, но	Успешное и	Тестовые

	Владения (навыки / опыт деятельности)	владений.	применение навыков переосмысления накопленного опыта, изменения при необходимости направления своей деятельности.	содержащее отдельные пробелы применение навыков переосмысления накопленного опыта, изменения при необходимости направления своей деятельности.	систематическое применение навыков переосмысления накопленного опыта, изменения при необходимости направления своей деятельности.	задания
Способностью критически переосмысливать накопленный опыт, изменять при необходимости направление своей деятельности (ОПК-8)	1 этап: Знания	Отсутствие владений	В целом успешное, но непоследовательное владение методами обработки и анализа экспериментальной и теоретической физической информации, методиками решения задач по атомной и ядерной физике.	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение методами обработки и анализа экспериментальной и теоретической физической информации, методиками решения задач по атомной и ядерной физике.	Успешное и последовательное владение методами обработки и анализа экспериментальной и теоретической физической информации, методиками решения задач по атомной и ядерной физике.	Тестовые задания
	2 этап: Умения	Отсутствие умений.	В целом успешное, но не систематическое применение умения оценивать степень достоверности результатов, полученных с помощью экспериментальных и теоретических методов	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение умения оценивать степень достоверности результатов, полученных с помощью экспериментальных и теоретических	Сформированное умение оценивать степень достоверности результатов, полученных с помощью экспериментальных и теоретических методов исследования,	Контрольная работа

			исследования, анализировать и применять физические законы и явления для решения задач.	методов исследования, анализировать и применять физические законы и явления для решения задач.	анализировать и применять физические законы и явления для решения задач.	
	3 этап: Владения (навыки / опыт деятельности)	Отсутствие знаний.	Неполные представления о теоретических основах об, основных понятиях, о законах и моделях атомной и ядерной физики.	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы представления о теоретических основах об, основных понятиях, о законах и моделях атомной и ядерной физики.	Сформированные систематические представления о теоретических основах об, основных понятиях, о законах и моделях атомной и ядерной физики.	Коллоквиум

2. Контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Коллоквиум

Перечень заданий для оценки уровня сформированности компетенции **ПК-1** на этапе «Знания»

1. Гипотеза де Бройля. Опыты Дэвиссона и Джермера. Волновые свойства микро- и макрочастиц.
2. Состояние микрочастицы. Принцип неопределенности Гейзенберга.
3. Волновая функция. Физический смысл волновой функции.
4. Временное уравнение Шредингера. Уравнение Шредингера для стационарных состояний. Собственные состояния. Собственные функции.
5. Частица в потенциальной яме. Разрешенные значения энергии, волновые функции.
6. Потенциальный барьер. Туннельный эффект. Потенциальный барьер произвольной формы.
7. Гармонический осциллятор. Нулевая энергия. Правила отбора.
8. Развитие атомистических представлений. Модель атома Томсона. Модель атома Резерфорда.
9. Постулаты Бора. Опыт Франка и Герца.
10. Теория атома Бора.
11. Атом водорода в квантовомеханической теории. Квантовые числа. Вырождение уровней.
12. Классификация состояний электрона по орбитальному квантовому числу. Правила отбора. Серии излучения.
13. Механический и магнитный моменты электрона. Спин электрона. Спин-орбитальное взаимодействие.
14. Механический и магнитный моменты многоэлектронного атома.
15. Эффект Зеемана.
16. Принцип неразличимости тождественных частиц. Понятие о симметричных и антисимметричных волновых функциях, бозонах и фермионах. Принцип Паули.
17. Периодическая система элементов Менделеева.

Перечень заданий для оценки уровня сформированности компетенции **ОПК-8** на этапе «Знания»

1. Природа рентгеновских спектров. Закон Мозли.
2. Вынужденное излучение. Оптические квантовые генераторы.
3. Квантовая статистика Ферми-Дирака и Бозе-Эйнштейна. Уровень Ферми. Вырожденный электронный газ.
4. Квантовая теория теплоемкости кристаллической решетки.
5. Основы квантовой теории электропроводности металлов.
6. Сверхпроводимость. Куперовские пары. Фононы. Эффект Мейснера. Эффект Джозефсона.
7. Энергетические зоны в кристаллах. Валентная зона и зона проводимости. Заполнение зон: металлы, диэлектрики, полупроводники.
8. Собственная проводимость полупроводников. Электроны и дырки в зонах.
9. Примесная проводимость. Примесные зоны. Электронные и дырочные полупроводники.

10. Контактная разность потенциалов.
11. Термоэлектрические явления (эффекты Зеебека, Пельтье, Томсона).
12. Фотопроводимость полупроводников.
13. Контакт металл-полупроводник.
14. Строение атомных ядер. Массовое и зарядовое числа. Нуклоны.
15. Дефект массы и энергия связи ядра.
16. Взаимодействие нуклонов, свойства и природа ядерных сил.
17. Модели ядра: капельная, оболочечная.
18. Естественная радиоактивность. Закон радиоактивного распада.
19. α -, β -, γ -распад.
20. Ядерные реакции и законы сохранения.
21. Виды взаимодействий и классы элементарных частиц. Взаимопревращаемость элементарных частиц.
22. Кварки. Космические лучи.

Контрольная работа

Перечень заданий для оценки уровня сформированности компетенций **ПК-1** на этапе «Умения»

Вариант 1.

1. Определить энергию фотона, испускаемого при переходе электрона в атоме водорода с третьего энергетического уровня на второй. Ответ: 1,89 эВ.
2. Определить, какую ускоряющую разность потенциалов должен пройти протон, чтобы длина волны де Бройля λ для него была равна 1 нм. Ответ: 0,821 мВ.
3. Электронный пучок ускоряется в электронно-лучевой трубке разностью потенциалов $U = 1$ кВ. Известно, что неопределенность скорости составляет 0,1 % от ее числового значения. Определить неопределенность координаты электрона. Являются ли электроны в данных условиях квантовыми или классическими частицами? Ответ: $\Delta x = 38,8$ нм.
4. Частица в одномерной прямоугольной «потенциальной яме» шириной l с бесконечно высокими «стенками» находится в возбужденном состоянии ($n = 2$). Определить вероятность обнаружения частицы в области $3/8 l \leq x \leq 5/8 l$. Ответ: 0,091.
5. Частица с энергией E движется в положительном направлении оси x и встречает на своем пути прямоугольный потенциальный барьер высотой U и конечной шириной l , причем $E < U$. Записать уравнение Шредингера для областей 1, 2 и 3.

Вариант 2.

1. Определить максимальную и минимальную энергии фотона в видимой серии спектра водорода (серии Бальмера). Ответ: $E_{max} = 3,41$ эВ, $E_{min} = 1,89$ эВ.
2. Заряженная частица, ускоренная разностью потенциалов $U = 500$ В, имеет длину волны де Бройля $\lambda = 1,282$ нм. Принимая заряд этой частицы равным заряду электрона, определить ее массу. Ответ: $1,672 \cdot 10^{-27}$ кг.
3. Определить отношение неопределенностей скорости электрона, если его координата установлена с точностью до 10^{-5} м, и пылинки массой $m = 10^{-12}$ кг, если ее координата установлена с такой же точностью. Ответ: $1,1 \cdot 10^{18}$.
4. Электрон находится в одномерной прямоугольной «потенциальной яме» шириной l с бесконечно высокими «стенками». Определить вероятность W обнаружения электрона в

средней трети «ямы», если электрон находится в возбужденном состоянии ($n = 3$). Пояснить физический смысл полученного результата, изобразив графически плотность вероятности обнаружения электрона в данном состоянии. Ответ: $1/3$

5. Электрон с энергией $E = 4$ эВ движется в положительном направлении оси x , встречая на своем пути прямоугольный потенциальный барьер высотой $U = 10$ эВ и шириной $l = 0,1$ нм. Определить коэффициент D прозрачности потенциального барьера. Ответ: $0,1$.

Перечень заданий для оценки уровня сформированности компетенций **ОПК-8** на этапе «Умения»

Вариант 3.

1. Фотон с энергией $E = 12,12$ эВ, поглощенный атомом водорода, находящимся в основном состоянии, переводит атом в возбужденное состояние. Определить главное квантовое число этого состояния. Ответ: 3

2. Кинетическая энергия электрона равна 1 кэВ. Определить длину волны де Бройля. Ответ: $38,8$ пм.

3. Применяя соотношение неопределенностей, показать, что для движущейся частицы, неопределенность координаты которой равна длине волны де Бройля, неопределенность скорости равна по порядку величины самой скорости частицы.

4. Частица в одномерной прямоугольной «потенциальной яме» шириной l с бесконечно высокими «стенками» находится в возбужденном состоянии ($n = 3$). Определить, в каких точках «ямы» ($0 \leq x \leq l$) плотность вероятности обнаружения частицы: 1) максимальна; 2) минимальна. Пояснить полученный результат графически. Ответ: 1) $l/6, l/2, 5l/6$; 2) $l/3, 2l/3$.

5. Прямоугольный потенциальный барьер имеет ширину $l = 0,1$ нм. Определить в электрон-вольтах разность энергий ($U - E$), при которой вероятность прохождения электрона сквозь барьер составит $0,5$. Ответ: $0,454$ эВ.

Вариант 4.

1. Определить длину волны спектральной линии, соответствующую переходу электрона в атоме водорода с шестой боровской орбиты на вторую. К какой серии относится эта линия и которая она по счету? Ответ: $0,41$ мкм.

2. Кинетическая энергия электрона равна $0,6$ МэВ. Определить длину волны де Бройля. Ответ: $1,26$ пм.

3. Используя соотношение неопределенностей в форме $\Delta p_x \Delta x \geq \hbar$, оценить минимально возможную полную энергию электрона в атоме водорода. Принять неопределенность координаты равной радиусу атома.

4. Определить, при какой ширине одномерной прямоугольной «потенциальной ямы» с бесконечно высокими «стенками» дискретность энергетического спектра электрона сравнима с его средней кинетической энергией при температуре T . Ответ: $l = \hbar \pi / \sqrt{(2n+1)/3mkT}$.

5. Протон с энергией $E = 5$ эВ движется в положительном направлении оси x , встречая на своем пути прямоугольный потенциальный барьер высотой $U = 10$ эВ и шириной $l = 0,1$ нм. Определить: 1) вероятность прохождения протоном этого барьера; 2) во сколько раз надо сузить барьер, чтобы вероятность прохождения его протоном была такой же, как для электрона при вышеприведенных условиях. Ответ: 1) $1,67 \cdot 10^{-43}$; 2) в $42,9$ раза.

Тестовые задания

Перечень заданий для оценки уровня сформированности компетенций **ПК-1** на этапе «Владения»

1. Длина волны $\lambda_{\text{ДБ}}$ – Бройля произвольной частицы равна:

1) $\frac{h}{mv}$ 2) $\frac{2\pi\hbar}{mv}$ 3) $\frac{hc}{\Delta E}$ 4) $mv r$

2. Если длина волны $\lambda_{\text{ДБ}}$ – Бройля частиц одинакова, то наименьшей скоростью обладает:

- 1) Протон
- 2) Электрон
- 3) Нейтрон
- 4) α – частица**

3. Наименьшая длина волны $\lambda_{\text{ДБ}}$ – Бройля частиц, движущихся с одинаковой скоростью соответствует:

- 1) Протону
- 2) Электрону

3) α – частице

4) Длина волны $\lambda_{\text{ДБ}}$ – Бройля всех частиц одинакова

4. Отношение длин волн $\lambda_{\text{ДБ}}$ – Бройля электрона и протона λ_e/λ_p , имеющих одинаковую скорость, равно:

1) $\frac{m_p}{m_e}$ 2) $\frac{m_e}{m_p}$ 3) $\left(\frac{m_p}{m_e}\right)^2$ 4) $\left(\frac{m_e}{m_p}\right)^2$

5. Согласно условию квантования орбит Бора, количество волн $\lambda_{\text{ДБ}}$ – Бройля, которое укладывается на 3 – й орбите атома водорода, равно:

- 1) 0,5 2) 1 **3) 3** 4) 5

6. На длине орбиты частицы, обладающей волновыми свойствами, укладывается:

- 1) Четное число волн $\lambda_{\text{ДБ}}$ – Бройля
- 2) Нечетное число волн $\lambda_{\text{ДБ}}$ – Бройля

3) Целое число волн $\lambda_{\text{ДБ}}$ – Бройля

4) Бесконечное число волн $\lambda_{\text{ДБ}}$ – Бройля

7. При переходе электрона атома водорода с 1 – й на 2 – ю орбиту, число волн $\lambda_{\text{ДБ}}$ – Бройля, которое укладывается на этой орбите согласно Бору изменится на:

- 1) 0,5 **2) 1** 3) 2 4) 4

8. При переходе электрона атома водорода с 4 – й Боровской орбиты на 2 – ю, число волн $\lambda_{\text{ДБ}}$ – Бройля:

- 1) Увеличится в 2 раза
- 2) Увеличится в 4 раза
- 3) Не изменится
- 4) Уменьшится в 2 раза**

9. Если координата центра шарика массы 1 мг установлена с неопределенностью 1 мкм, то ошибка, с которой можно определить его скорость, равна:

- 1) $\sim 10^4$ м/с;
- 2) $\sim 10^{-20}$ м/с;
- 3) $\sim 10^{-20}$ см/с;**
- 4) $\sim 10^{-4}$ см/с;

10. Если координата электрона установлена с неопределенностью 10 мкм, то ошибка, с которой можно определить его скорость, равна:

- 1) $\sim 10^6$ м/с;
- 2) $\sim 10^4$ м/с;
- 3) ~ 10 м/с;
- 4) $\sim 10^4$ см/с**

11. Если координата протона установлена с неопределенностью 1 мкм, то ошибка, с которой можно определить его скорость, равна:

- 1) $\sim 10^4$ м/с;
- 2) ~ 10 м/с;
- 3) ~ 10 см/с;**
- 4) $\sim 10^{-4}$ см/с

12. Используя соотношение неопределенностей Гейзенберга скорость движения электрона v в атоме водорода радиуса r можно оценить как величину, пропорциональную:

- 1) $\frac{\hbar}{m_e r}$;**
- 2) $\frac{m_e r}{\hbar}$;
- 3) $\frac{m_e \hbar}{r}$;
- 4) Нельзя оценить

13. Волновые свойства для макроскопических объектов не обнаруживаются, так как:

- 1) Гипотеза Де – Бройля для них неверна
- 2) Длина волн Де – Бройля для них очень велика
- 3) Длина волн Де – Бройля для них очень мала**
- 4) Макроскопические тела не являются одноэлектронными системами

14. При неопределенности в определении энергии $\Delta E = 10^{-15}$ Дж, частица может существовать время (с):

- 1) 10^{-18} ;
- 2) 10^{-19} ;**
- 3) 10^{-15} ;
- 4) 10^{-10}

15. Если время жизни частицы в стационарном состоянии 10^{-19} с, то неопределенность в нахождении ее энергии равна (Дж):

- 1) 10^{-10} ; 2) 10^{-18} ; 3) 10^{-15} ; 4) 10^{-19}

16. Используя соотношение неопределенностей Гейзенберга, размытость энергетического уровня в атоме водорода для основного состояния можно оценить:

- 1) 414 нэВ; 2) 0; 3) 5 мэВ; 4) 16,7 эВ

17. Уравнение Шредингера для стационарных состояний имеет вид:

- 1) $\Delta\Psi + \frac{2m}{\hbar^2}(E + U)\Psi = 0$ 2) $\Delta\Psi + \frac{2m}{\hbar^2}(E - U)\Psi = 0$
 3) $\Delta\Psi + \frac{\hbar^2}{2m}(E + U)\Psi = 0$ 4) $\Delta\Psi + \frac{\hbar^2}{2m}EU\Psi = 0$

18. Уравнение Шредингера для атома водорода имеет вид:

- 1) $\Delta\Psi + E\Psi = 0$ 2) $\Delta\Psi + \frac{2m}{\hbar^2}E\Psi = 0$
3) $\Delta\Psi + \frac{2m}{\hbar^2}\left(E + \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 R}\right)\Psi = 0$ 4) $\Delta\Psi + \frac{2m}{\hbar^2}\left(E - \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 R}\right)\Psi = 0$

19. Стационарное уравнение Шредингера для гармонического осциллятора имеет вид:

- 1) $\frac{d^2\Psi}{dx^2} + \frac{2m}{\hbar^2}E\Psi = 0$ 2) $\frac{d^2\Psi}{dx^2} + \frac{2m\hbar}{\hbar^2}\left(E + \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 R}\right)\Psi = 0$
 3) $\frac{d^2\Psi}{dx^2} + \frac{2m}{\hbar^2}\left(E - \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 R}\right)\Psi = 0$ 4) $\frac{d^2\Psi}{dx^2} + \frac{2m}{\hbar^2}\left(E - \frac{m\omega_0^2 x^2}{2}\right)\Psi = 0$

20. Стационарное уравнение Шредингера для свободной частицы имеет вид:

- 1) $\Delta\Psi + \frac{2m}{\hbar^2}(E - U)\Psi = 0$ 2) $\Delta\Psi + \frac{2m}{\hbar^2}U\Psi = 0$
3) $\Delta\Psi + \frac{2m}{\hbar^2}E\Psi = 0$ 4) $\Delta\Psi = -\frac{2m}{\hbar^2} \cdot \frac{\partial\Psi}{\partial t}$

21. Волновая функция для свободной частицы имеет вид:

- 1) $\Psi = A \exp\left[\left(\frac{i}{\hbar}\right)(px - Et)\right]$ 2) $\Psi = A \exp\left[\left(\frac{i}{\hbar}\right)(pt - Ex)\right]$
 3) $\Psi = A \exp\left[\left(\frac{\hbar}{i}\right)(px - Et)\right]$ 4) $\Psi = A \exp\left[\left(\frac{i}{\hbar}\right)(pE - xt)\right]$

22. Условие нормировки волновой функции выражается формулой:

- 1) $\int_V |\Psi| dV = 0$ 2) $\int_V |\Psi(V)|^2 dV = 0,$

$$3) \int_V |\Psi| dV = 1 \quad \underline{4)} \int_V |\Psi(V)|^2 dV = 1$$

23. Физический смысл волновой функции выражается формулой (dP-вероятность нахождения частицы в объеме dV):

$$1) dP = |\Psi| dV \quad 2) \int_V |\Psi(V)|^2 dV = 0,$$

$$3) \int_V |\Psi| dV = 1 \quad \underline{4)} dP = |\Psi|^2 dV$$

24. Для волновой функции Ψ правильными являются следующие утверждения:

а) Ψ функция непрерывна и конечна,

б) Ψ функция может принимать несколько значений,

в) Ψ функция однозначна,

г) $|\Psi(x)|^2$ – плотность вероятности обнаружить частицу в той или иной точке пространства,

$$д) \int_0^{\infty} |\Psi(x)|^2 dx = 0,$$

$$е) \int_0^{\infty} |\Psi(x)|^2 dx = 1.$$

1) Только а 2) а, б 3) Только д 4) а, в, г, е

25. Состояние микрочастицы, движущейся в одномерной бесконечно глубокой потенциальной яме, описывается волновой функцией $\Psi = 100 \sin(2,5 \cdot 10^4 \pi x)$. Ширина потенциальной ямы равна:

1) 10 2) $2 \cdot 10^{-2}$ 3) $1 \cdot 10^{-3}$ 4) $2 \cdot 10^{-4}$

26. Состояние микрочастицы, движущейся в одномерной бесконечно глубокой потенциальной яме, описывается волновой функцией $\Psi = 100 \sin(2,5 \cdot 10^4 \pi x)$. Микрочастица находится на энергетическом уровне:

1) Первом 2) Втором 3) Четвертом 4) Пятом

27. Состояние микрочастицы, движущейся в одномерной бесконечно глубокой потенциальной яме, описывается волновой функцией $\Psi(x) = 20 \sin 400 \pi x$. Ширина потенциальной ямы равна:

1) $1 \cdot 10^{-3}$ 2) $5 \cdot 10^{-3}$ 3) $4 \cdot 10^{-2}$ 4) $5 \cdot 10^{-2}$

28. Состояние микрочастицы, движущейся в одномерной бесконечно глубокой потенциальной яме, описывается волновой функцией $\Psi(x) = 20 \sin 400 \pi x$. Микрочастица находится на энергетическом уровне:

1) Первом 2) Втором 3) Третьем 4) Четвертом

29. Вероятность того, что электрон, движущийся в бесконечно глубокой потенциальной яме шириной l , находящийся в состоянии $n=2$, будет обнаружен в середине ямы, равна:

1) $\int_0^{l/2} \sqrt{\frac{2}{l}} \sin\left(\frac{2\pi}{l}x\right) dx$ 2) $\int_0^{l/2} \sqrt{\frac{2}{l}} \sin^2\left(\frac{2\pi}{l}x\right) dx$
 3) $\int_0^{l/2} \sqrt{\frac{2}{l}} \sin^2\left(\frac{\pi x}{l}\right) dx$ **4) 0**

30. Частица в прямоугольном потенциальном ящике находится в невозбужденном состоянии. Ширина ящика l . Плотность вероятности нахождения частицы минимальна в точке интервала ($0 < x < l$):

1) $x = \frac{l}{2}$ 2) $x = \frac{l}{3}$ **3) $x = l$** 4) Везде одинакова

31. Частица в прямоугольном потенциальном ящике шириной l находится в первом возбужденном состоянии. Плотность вероятности нахождения частицы максимальна в точке интервала ($0 < x < l$):

1) $x = 0$ **2) $x = \frac{l}{4}$** 3) $x = \frac{l}{2}$ 4) $x = l$

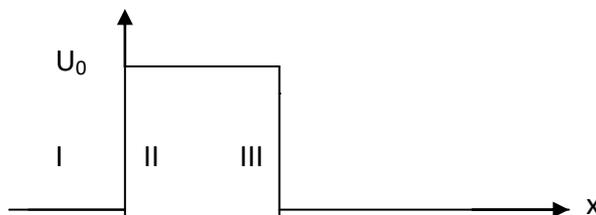
32. Частица в бесконечно глубокой одномерной потенциальной яме находится в состоянии $3d$. Плотность вероятности нахождения частицы минимальна в точках интервала ($0 \leq x \leq l$):

а) 0 б) l в) $l/3$ г) $2l/3$ д) $l/2$ е) $l/6$

1) а, б 2) д, е 3) а, б **4) а, б, в, г**

33. Частица с массой m и энергией E подлетает к изображенному на рис. прямоугольному потенциальному барьеру высотой U_0 . Решение уравнения Шредингера для частицы, прошедшей сквозь барьер (область III на рис.) имеет вид:

1) $\Psi = Ae^{ikx} + Be^{ikx}$ **2) $\Psi = Ae^{ikx}$** 3) $\Psi = Ae + Be^{-ikx}$ 4) Не имеет решения



34. Если d – ширина барьера, U_0 – высота барьера, E – энергия микрочастицы, то вероятность туннельного эффекта для одной и той же микрочастицы наибольшая в случае:

1) $U_0 - E = 10 \text{ эВ}, d = 10^{-10} \text{ м}$ 2) $U_0 - E = 1 \text{ эВ}, d = 10^{-9} \text{ м}$

3) $U_0 - E = 2 \text{ эВ}, d = 2 \cdot 10^{-10} \text{ м}$

4) $U_0 - E = 1 \text{ эВ}, d = 10^{-10} \text{ м}$

35. Электрон, протон и молекула H_2 подлетают к одному и тому же потенциальному барьеру. Если энергия всех частиц одинакова, то вероятность прохождения сквозь барьер будет наибольшей для:

1) Электрона

2) Протона

3) Молекулы H_2

4) Для всех одинакова

36. Частица с массой m и энергией E подлетает к прямоугольному потенциальному барьеру высотой U_0 , изображенному на рисунке. Для области I уравнение имеет вид:

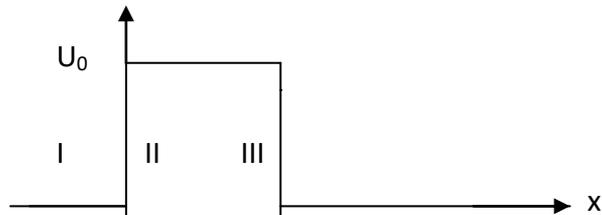


Рис.

1) $\frac{d^2\Psi}{dx^2} + \frac{2m}{\hbar^2}(E - U)\Psi = 0$

2) $\frac{d^2\Psi}{dx^2} + \frac{2m}{\hbar^2}E\Psi = 0$

3) $\frac{d^2\Psi}{dx^2} + \frac{2m}{\hbar^2}(E + U)\Psi = 0$

4) $\frac{d^2\Psi}{dx^2} = 0$

37. Радиусы 3 – й и 1 – й орбит электрона атома водорода по Бору отличаются:

1) 3 раза

2) 6 раз

3) 9 раз

4) $\sqrt{3}$ раза

38. Скорость движения электрона в атоме водорода на орбите радиуса r можно оценить как величину:

1) $\sim \frac{h}{m_e r}$

2) $\sim \frac{m_e r}{h}$

3) $\sim \frac{m_e}{r}$

4) $\sim r$

39. Радиусы 2 – й и 3 – й орбит электрона атома водорода по Бору отличаются:

1) 2/3 раза

2) $(2/3)^2$ раза

3) $\sqrt{2/3}$ раза

4) Одинаковы

40. Радиус n – й орбиты электрона в атоме водорода по Бору, равен:

1) $\frac{4\pi\epsilon_0 \hbar^2 n^2}{m e^2}$

2) $\frac{2\pi\epsilon_0 \hbar^2 n^2}{m e^2}$

3) $\frac{m e^2}{8\epsilon_0 \hbar^2 n^2}$

4) $\frac{n\hbar}{m v^2}$

41. При переходе электрона атома водорода с 5–й на 1–ю стационарную орбиту его энергия:

1) Увеличивается в 25 раз;

2) Уменьшается в 25 раз;

3) Увеличивается в 5 раз;

4) Уменьшается в 5 раз;

42. Полная энергия электрона в атоме водорода на n -ом энергетическом уровне, равна:

1) $-\frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 r_n}$ 2) $-\frac{\pi^2 \hbar^2}{2mr_n^2} n^2$
 3) $-\frac{e^2}{8\pi\epsilon_0 r_n}$ 4) $-\frac{me^4}{8\epsilon_0^2 \hbar^2 n^2}$

43. Кинетическая энергия электрона в водородоподобном атоме равна:

1) $-\frac{z^2 e^4 m}{4\epsilon^2_0 n^2 \hbar^2}$; 2) $-\frac{z^2 e^4 m}{8\epsilon^2_0 n^2 \hbar^2}$; 3) $\frac{4\pi\epsilon_0 n^2 \hbar^2}{mZe^2}$; 4) $\frac{z^2 e^4 m}{8\epsilon^2_0 n^2 \hbar^2}$

44. Полная энергия водородоподобного атома равна:

1) $-\frac{z^2 e^4 m}{4\epsilon^2_0 n^2 \hbar^2}$; 2) $-\frac{z^2 e^4 m}{8\epsilon^2_0 n^2 \hbar^2}$; 3) $\frac{z^2 e^4 m}{8\epsilon^2_0 n^2 \hbar^2}$; 4) $\frac{4\pi\epsilon_0 n^2 \hbar^2}{mZe^2}$

45. Излучению наибольшей длины волны в видимой серии соответствует переход:

- 1) а
- 2) б
- 3) г
- 4) д

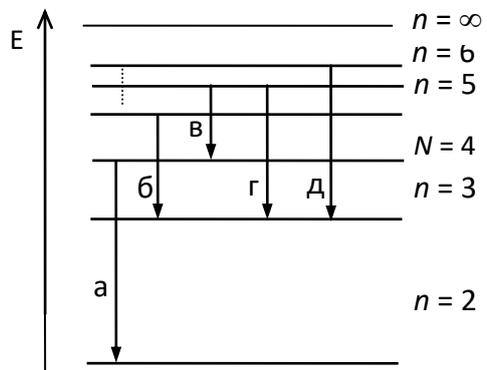


Рис.1

46. Количество спектральных линий, которое будет испускать атомарный водород, находящийся в основном состоянии, равно:

- 1) n
- 2) n^2
- 3) 0
- 4) $n \cdot (n-1)$

47. Количество спектральных линий, которое будет испускать атомарный водород, возбужденный на 4 – й энергетический уровень, равно:

- 1) 3
- 2) 4
- 3) 5
- 4) 6

48. Поглощению наибольшей длины волны ультрафиолетовой серии, показанной на рис. 2, соответствует переход:

- 1) **а**
- 2) б
- 3) в
- 4) г

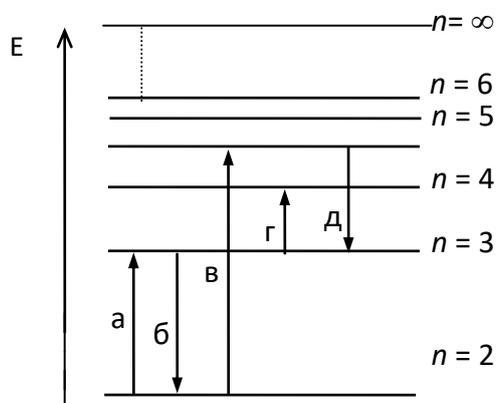


Рис. 2

Перечень заданий для оценки уровня сформированности компетенций **ОПК-8** на этапе «Владения»

49. Главное квантовое число n определяет:

- 1) Импульс электрона
- 2) Орбитальный момент импульса электрона
- 3) **Энергию атома**
- 4) Импульс атома

50. Орбитальное квантовое число l определяет:

- 1) Энергию атома
- 2) **Орбитальный момент импульса электрона**
- 3) Проекцию вектора орбитального момента импульса электрона на направление магнитного поля
- 4) Спин электрон

51. Магнитное квантовое число m_l определяет:

- 1) Орбитальный момент импульса электрона
- 2) Спин
- 3) **Проекцию вектора момента импульса на направление магнитного поля**
- 4) Проекцию спина на направление магнитного поля

52. Магнитное спиновое число m_s определяет:

- 1) Собственный момент импульса электрона
- 2) Орбитальный момент импульса электрона

3) Энергию электрона

4) Проекцию спина на направление магнитного поля

53. При $n = 2$ возможны следующие значения орбитального квантового числа l :

- 1) 3 2) 2 **3) 1** 4) -2

54. Момент импульса орбитального движения электрона, находящегося в S – состоянии, равен (Дж · с):

- 1) $1,06 \cdot 10^{-34}$ 2) $\sqrt{6}$ 3) $\sqrt{2}$ **4) 0**

55. Электрон в атоме водорода находится в $3p$ – состоянии. При переходе атома в основное состояние изменение орбитального момента импульса электрона равно (\hbar):

- 1) 3 2) 2 3) $\sqrt{3}$ **4) $\sqrt{2}$**

56. Электрон в атоме водорода находится в $3d$ состоянии. При переходе атома в основное состояние, изменение орбитального момента импульса электрона равно (\hbar):

- 1) 2,45** 2) 1,4 3) 1,05 4) 3,46

57. Максимальное число электронов, находящихся в состояниях, определяемых одним и тем же значением главного квантового числа n , равно:

- 1) $(2l + 1)$ 2) $2(2l + 1)$ **3) $2n^2$** 4) n^2

58. Максимальное число электронов, состояние которых определяется, одинаковыми квантовыми числами n, l, m_l равно:

- 1) 4 **2) 2** 3) 1 4) $(2l + 1)$

59. Электрон в атоме водорода находится в d – состоянии. Возможные проекции орбитального момента импульса электрона на направление магнитного поля равны:

- 1) $0, \hbar, 2\hbar$ 2) $0, \hbar, 2\hbar, 3\hbar$ 3) $0, \pm \hbar$ **4) $0, \pm \hbar, \pm 2\hbar$**

60. Орбитальный момент импульса электрона, находящегося в $4d$ состоянии, равен (\hbar):

- 1) $\sqrt{20}$ 2) $\sqrt{124}$ 3) $\sqrt{84}$ **4) $\sqrt{6}$**

61. Из указанных состояний электрон атома водорода обладает наименьшей энергией в случае:

- 1) $2P$** 2) $3S$ 3) $4S$ 4) $4S, l=1$

62. Максимальное число электронов, находящихся в L – слое, равно:

- 1) 2 3) 6 **3) 8** 4) 18

63. В состоянии $2S$ могут находиться 2 электрона со следующими квантовыми числами n, l, m_l, m_s :

- 1) $2, 0, 0, 1/2$ 2) $1, 0, 0, +1/2$ 3) $2, 1, 0, +1/2$ **4) $2, 0, 0, +1/2$**
1, 0, 0, $-1/2$ 2, 0, 0, $-1/2$ 2, 0, 0, $-1/2$ 2, 0, 0, $-1/2$

64. Заполненный электронный слой характеризуется квантовым числом $n=3$. В этом слое число электронов, имеющих одинаковое квантовое число $m_s = 1/2$, равно:

- 1) 18 2) 8 **3) 9** 4) 12

65. Эффект Зеемана представляет собой...

1) расщепление спектральных линий, вызванное действием на атомы постоянного магнитного поля;

2) избирательное поглощение энергии радиочастотного поля в парамагнитных веществах, находящихся в постоянном магнитном поле;

3) расщепление атомного пучка при прохождении через неоднородное магнитное поле;

4) расщепление спектральных линий на три компоненты, вызванное действием на атомы постоянного магнитного поля;

66. Электронный парамагнитный резонанс представляет собой...

1) расщепление спектральных линий, вызванное действием на атомы постоянного магнитного поля;

2) избирательное поглощение энергии радиочастотного поля в парамагнитных веществах, находящихся в постоянном магнитном поле;

3) расщепление атомного пучка при прохождении через неоднородное магнитное поле;

4) расщепление спектральных линий на три компоненты, вызванное действием на атомы постоянного магнитного поля;

67. Опыт Штерна и Герлаха заключается в...

1) расщепление спектральных линий, вызванное действием на атомы постоянного магнитного поля;

2) избирательное поглощение энергии радиочастотного поля в парамагнитных веществах, находящихся в постоянном магнитном поле;

3) расщепление атомного пучка при прохождении через неоднородное магнитное поле;

4) расщепление спектральных линий на три компоненты, вызванное действием на атомы постоянного магнитного поля;

68. Простой эффект Зеемана представляет собой...

1) расщепление спектральных линий, вызванное действием на атомы постоянного магнитного поля;

2) избирательное поглощение энергии радиочастотного поля в парамагнитных веществах, находящихся в постоянном магнитном поле;

3) расщепление атомного пучка при прохождении через неоднородное магнитное поле;

4) расщепление спектральных линий на три компоненты, вызванное действием на атомы постоянного магнитного поля;

69. Характеристические рентгеновские спектры имеют следующий характер:

- 1) полосатый 2) сплошной **3) линейчатый** 4) линейчато-полосатый

70. Спектр тормозного рентгеновского излучения имеет характер:

- 1) полосатый **2) сплошной** 3) линейчатый 4) линейчато-полосатый

71. Атомный спектр имеет характер:

- 1) полосатый 2) сплошной **3) линейчатый** 4) линейчато-полосатый

72. Молекулярный спектр имеет характер:

- 1) полосатый** 2) сплошной 3) линейчатый 4) не имеет спектра

73. Частоты характеристического рентгеновского спектра можно представить формулой:

1) $\omega = R(Z - \sigma)^2 \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2} \right)$; 2) $\omega = R \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2} \right)$;

3) $\omega = R(Z - \sigma) \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2} \right)$; 4) $\omega = R(Z - \sigma)^2 \frac{1}{n^2}$

74. Вынужденное излучение происходит при...

1) переходе атомов с более высоких энергетических уровней на более низкие энергетические уровни;

2) переходе атомов с более низких энергетических уровней на более высокие энергетические уровни;

3) переходе атомов с более высоких энергетических уровней на более низкие энергетические уровни, происходящих под действием излучения;

4) переход с основного энергетического уровня на бесконечный уровень.

75. Для инверсной населенности энергетических уровней характерно следующее:

1) все атомы находятся в основном состоянии;

2) большее число атомов находится в состоянии с большей энергией, чем в состоянии с меньшей энергией;

3) большее число атомов находится в состоянии с меньшей энергией, чем в состоянии с большей энергией;

4) половина атомов находится в основном состоянии, половина - в состоянии с большей энергией.

76. Коротко волновая граница тормозного рентгеновского спектра рассчитывается по формуле:

1) $\lambda_{\min} = \frac{eU}{h}$; **2) $\lambda_{\min} = \frac{hc}{eU}$;** 3) $\lambda_{\min} = \frac{h}{eU}$; 4) $\lambda_{\min} = \frac{eh}{Uc}$

77. При увеличении напряжения в рентгеновской трубке в 3 раза коротковолновая граница сплошного спектра...

1) не изменилась;

2) увеличилась в 3 раза;

3) уменьшилась в 3 раза

4) увеличилась в 9 раза

78. Рентгеновская трубка работает при напряжении $U=30$ кВ, в этом случае наименьшая длина волны рентгеновского излучения будет равна...

- 1) $8,2 \cdot 10^{-11}$ м; 2) $2 \cdot 10^{-11}$ м; **3) $4,1 \cdot 10^{-11}$ м;** 4) $2 \cdot 10^{-8}$ м

79. Распределение Ферми-Дирака определяется выражением:

$$1) \langle N_i \rangle = \frac{1}{e^{\frac{E_i - \mu}{kT}} - 1}; \quad \mathbf{2) \langle N_i \rangle = \frac{1}{e^{\frac{E_i - \mu}{kT}} + 1};}$$
$$3) \langle N_i \rangle = \frac{1}{e^{\frac{E_i - \mu}{kT}}}; \quad 4) \langle N_i \rangle = e^{\frac{E_i - \mu}{kT}};$$

80. Распределение Бозе-Эйнштейна определяется выражением:

$$\mathbf{1) \langle N_i \rangle = \frac{1}{e^{\frac{E_i - \mu}{kT}} - 1};} \quad 2) \langle N_i \rangle = \frac{1}{e^{\frac{E_i - \mu}{kT}} + 1};$$
$$3) \langle N_i \rangle = \frac{1}{e^{\frac{E_i - \mu}{kT}}}; \quad 4) \langle N_i \rangle = e^{\frac{E_i - \mu}{kT}};$$

81. Фермионами являются частицы...

- 1) с целым спином;
2) с полуцелым спином;
3) с нулевым спином;
4) с целым или нулевым спином

82. Бозонами являются частицы...

- 1) с целым спином;
2) с полуцелым спином;
3) с нулевым спином;
4) с целым или нулевым спином

83. Электрон является...

- 1) фононом;
2) бозоном;
3) фермионом;
4) нуклоном

84. Фотон является...

- 1) фононом;
2) бозоном;
3) фермионом;
4) нуклоном

85. Квант звуковой волны называется...

- 1) фононом;**
2) бозоном;
3) фермионом;
4) фотоном

86. Квазичастица – это частица, которая...
- 1) обладает полуцелым спином;
 - 2) может существовать в вакууме;
 - 3) обладает нулевой массой покоя;
 - 4) для возникновения и существования нуждается в некоторой среде**
87. Молярная теплоемкость твердых тел в области высоких температур ($T \gg T_D$) описывается зависимостью...
- 1) $C=3R$;** 2) $C \sim T^3$; 3) $C \sim T^2$; 4) $C=5R$
88. Молярная теплоемкость твердых тел в области низких температур ($T \ll T_D$) описывается зависимостью...
- 1) $C=3R$; **2) $C \sim T^3$;** 3) $C \sim T^2$; 4) $C=5R$
89. Электропроводность металлов с увеличением температуры...
- 1) не меняется;
 - 2) возрастает по экспоненциальному закону;
 - 3) возрастает по линейному закону;
 - 4) уменьшается по закону $1/T$**
90. Электропроводность собственных полупроводников меняется по закону
- 1) $\sigma = \sigma_0 \exp(-\Delta\varepsilon/2kT)$;** 2) $\sigma = \sigma_0 \exp(\Delta\varepsilon/2kT)$
 - 3) $\sigma = \sigma_0 (\Delta\varepsilon/kT)$; 4) $\sigma = \sigma_0 (2kT/\Delta\varepsilon)$
91. В собственных полупроводниках носителями зарядов являются...
- 1) электроны;
 - 2) дырки;
 - 3) электроны и дырки;**
 - 4) ионы
92. В полупроводниках **n-типа** основными носителями зарядов являются...
- 1) электроны;**
 - 2) дырки;
 - 3) электроны и дырки;
 - 4) ионы
93. В полупроводниках **p-типа** основными носителями зарядов являются...
- 1) электроны;
 - 2) дырки;**
 - 3) электроны и дырки;
 - 4) ионы
94. Внешняя контактная разность потенциалов при контакте двух разнородных металлов обусловлена...
- 1) различием работ выхода;**
 - 2) различием энергий Ферми в контактирующих металлах;
 - 3) различием плотности контактирующих металлов;
 - 4) различием сопротивлений контактирующих металлов

95. Внутренняя контактная разность потенциалов при контакте двух разнородных металлов обусловлена...

- 1) различием работ выхода;
- 2) различием энергий Ферми в контактирующих металлах;**
- 3) различием плотности контактирующих металлов;
- 4) различием сопротивлений контактирующих металлов

96. Явление Зеебека заключается в следующем:

- 1) при прохождении тока по неравномерно нагретому проводнику должно происходить дополнительное выделение (поглощение) теплоты;
- 2) при протекании тока через цепь, составленную из разнородных металлов (полупроводников), в одних спаях происходит выделение, а в других – поглощение теплоты;

3) если спаи двух разнородных металлов, образующих замкнутую цепь, имеют неодинаковую температуру, в цепи течет электрический ток;

- 4) если спаи двух однородных металлов, образующих замкнутую цепь, имеют неодинаковую температуру, в цепи течет электрический ток;

97. Явление Пельтье заключается в следующем:

- 1) при прохождении тока по неравномерно нагретому проводнику должно происходить дополнительное выделение (поглощение) теплоты;

2) при протекании тока через цепь, составленную из разнородных металлов (полупроводников), в одних спаях происходит выделение, а в других – поглощение теплоты;

- 3) если спаи двух разнородных металлов, образующих замкнутую цепь, имеют неодинаковую температуру, в цепи течет электрический ток;
- 4) если спаи двух однородных металлов, образующих замкнутую цепь, имеют неодинаковую температуру, в цепи течет электрический ток;

98. Явление Томсона заключается в следующем:

1) при прохождении тока по неравномерно нагретому проводнику должно происходить дополнительное выделение (поглощение) теплоты;

- 2) при протекании тока через цепь, составленную из разнородных металлов (полупроводников), в одних спаях происходит выделение, а в других – поглощение теплоты;

3) если спаи двух разнородных металлов, образующих замкнутую цепь, имеют неодинаковую температуру, в цепи течет электрический ток;

- 4) если спаи двух однородных металлов, образующих замкнутую цепь, имеют неодинаковую температуру, в цепи течет электрический ток;

99. Возрастание электропроводности σ в полупроводниках с повышением температуры объясняется...

- 1) увеличением количества носителей заряда;**
- 2) увеличением скорости носителей заряда;
- 3) уменьшением подвижности носителей заряда;
- 4) увеличением рассеяния носителей заряда на фононах

100. Уменьшение электропроводности σ в металлах с повышением температуры объясняется...

- 1) увеличением количества носителей заряда;
- 2) увеличением скорости носителей заряда;
- 3) уменьшением подвижности носителей заряда;

4) увеличением рассеяния носителей заряда на фонах

Перечень вопросов к экзамену

1. Гипотеза де Бройля. Опыты Дэвиссона и Джермера. Волновые свойства микро- и макрочастиц.
2. Состояние микрочастицы. Принцип неопределенности Гейзенберга.
3. Волновая функция. Физический смысл волновой функции.
4. Временное уравнение Шредингера. Уравнение Шредингера для стационарных состояний. Собственные состояния. Собственные функции.
5. Частица в потенциальной яме. Разрешенные значения энергии, волновые функции.
6. Потенциальный барьер. Туннельный эффект. Потенциальный барьер произвольной формы.
7. Гармонический осциллятор. Нулевая энергия. Правила отбора.
8. Развитие атомистических представлений. Модель атома Томсона. Модель атома Резерфорда.
9. Постулаты Бора. Опыт Франка и Герца.
10. Теория атома Бора.
11. Атом водорода в квантовомеханической теории. Квантовые числа. Вырождение уровней.
12. Классификация состояний электрона по орбитальному квантовому числу. Правила отбора. Серии излучения.
13. Механический и магнитный моменты электрона. Спин электрона. Спин-орбитальное взаимодействие.
14. Механический и магнитный моменты многоэлектронного атома.
15. Эффект Зеемана.
16. Принцип неразличимости тождественных частиц. Понятие о симметричных и антисимметричных волновых функциях, бозонах и фермионах. Принцип Паули.
17. Периодическая система элементов Менделеева.
18. Природа рентгеновских спектров. Закон Мозли.
19. Вынужденное излучение. Оптические квантовые генераторы.
20. Квантовая статистика Ферми-Дирака и Бозе-Эйнштейна. Уровень Ферми. Вырожденный электронный газ.
21. Квантовая теория теплоемкости кристаллической решетки.
22. Основы квантовой теории электропроводности металлов.
23. Сверхпроводимость. Куперовские пары. Фононы. Эффект Мейснера. Эффект Джозефсона.
24. Энергетические зоны в кристаллах. Валентная зона и зона проводимости. Заполнение зон: металлы, диэлектрики, полупроводники.
25. Собственная проводимость полупроводников. Электроны и дырки в зонах.
26. Примесная проводимость. Примесные зоны. Электронные и дырочные полупроводники.
27. Контактная разность потенциалов.
28. Термоэлектрические явления (эффекты Зеебека, Пельтье, Томсона).
29. Фотопроводимость полупроводников.
30. Контакт металл-полупроводник.
31. Строение атомных ядер. Массовое и зарядовое числа. Нуклоны.
32. Дефект массы и энергия связи ядра.
33. Взаимодействие нуклонов, свойства и природа ядерных сил.
34. Модели ядра: капельная, оболочечная.
35. Естественная радиоактивность. Закон радиоактивного распада.

36. α -, β -, γ -распад.
37. Ядерные реакции и законы сохранения.
38. Виды взаимодействий и классы элементарных частиц. Взаимопревращаемость элементарных частиц.
39. Кварки. Космические лучи.

Перечень задач к экзамену

1. Вычислить дебройлевскую длину волны протона, имеющего кинетическую энергию $K=100$ эВ.
2. Воспользовавшись правилами Хунда, написать основной терм атома, единственная незамкнутая подоболочка которого заполнена на одну треть и $S=1$.
3. Оцените неопределенность скорости электрона в атоме водорода, полагая размер атома порядка $0,1$ нм. Сравните полученное значение со скоростью электрона на первой боровской орбите.
4. Определите частоту света, излучаемого атомом водорода, при переходе электрона на уровень с главным квантовым числом $n=2$, если радиус орбиты электрона изменился в $k=4$ раз.
5. Определите импульс фотона, энергия которого равна 10 кэВ.
6. Какую минимальную энергию необходимо сообщить электрону в атоме водорода, чтобы перевести его из основного состояния во второе возбужденное?
7. Определить длину волны кванта, излучаемого атомом водорода при переходе с одного энергетического уровня на другой, если при этом энергия атома уменьшилась на $10,2$ эВ.
8. Вычислить длину волны де Бройля для пули массой $0,015$ кг, движущейся со скоростью 500 м/с.
9. Наибольшая длина волны K_{α} -серии рентгеновского излучения $0,21$ нм. Из какого материала сделан антикатод?
10. Определить длину волны λ спектральной линии, излучаемой при переходе электрона с более высокого уровня энергии на более низкий уровень, если при этом энергия атома уменьшилась на $\Delta E = 10$ эВ.
11. Используя теорию Бора, определить орбитальный магнитный момент электрона, движущегося по третьей орбите атома водорода.
12. Определить работу, которую необходимо совершить, чтобы удалить электрон со второй боровской орбиты атома водорода за пределы притяжения его ядром.
13. Кинетическая энергия электрона равна 1 кэВ. Определить длину волны де Бройля.
14. Определить, как изменится длина волны де Бройля электрона атома водорода при переходе его с четвертой боровской орбиты на вторую.
15. Применяя соотношение неопределенностей, показать, что для движущейся частицы, неопределенность координаты которой равна длине волны де Бройля, неопределенность скорости равна по порядку величины самой скорости частицы.
16. Частица в одномерной прямоугольной «потенциальной яме» шириной l с бесконечно высокими «стенками» находится в возбужденном состоянии ($n = 3$). Определить, в каких точках «ямы» ($0 \leq x \leq l$) плотность вероятности обнаружения частицы: 1) максимальна; 2) минимальна. Пояснить полученный результат графически.
17. Электрон с энергией $E = 4$ эВ движется в положительном направлении оси x , встречая на своем пути прямоугольный потенциальный барьер высотой $U = 10$ эВ и шириной $l = 0,1$ нм. Определить коэффициент D прозрачности потенциального барьера.
18. Учитывая число возможных состояний, соответствующих данному главному квантовому числу n , а также правила отбора, представить на энергетической

- диаграмме спектральные линии атома водорода, образующие серии Лаймана и Бальмера.
19. Определить, во сколько раз орбитальный момент импульса электрона, находящегося в f -состоянии, больше, чем для электрона в p -состоянии.
 20. Пользуясь Периодической системой элементов Д.И. Менделеева, записать символически электронную конфигурацию следующих атомов в основном состоянии: 1) неона; 2) аргона; 3) криптона.
 21. Определить наименьшую длину волны рентгеновского излучения, если рентгеновская трубка работает при напряжении $U = 150$ кВ.
 22. Германиевый образец нагревают от 0 до 17 °С. Принимая ширину запрещенной зоны кремния $\Delta E = 0,72$ эВ, определить, во сколько раз возрастет его удельная проводимость.
 23. В атоме вольфрама электрон перешел с M -оболочки на L -оболочку. Принимая постоянную экранирования $b = 5,63$, определить энергию испущенного фотона.

3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Виды учебной деятельности студентов	Балл за конкретное задание	Число заданий за семестр	Баллы	
			Минимальный	Максимальный
Модуль 1			0	35
Текущий контроль			0	20
1. Тест	20	1	0	20
Рубежный контроль			0	15
1. Контрольная работа	8	1	0	8
2. Коллоквиум	7	1	0	7
Модуль 2			0	35
Текущий контроль			0	20
1. Тест	20	1	0	20
Рубежный контроль			0	15
1. Контрольная работа	8	1	0	8
2. Коллоквиум	7	1	0	7
Поощрительные баллы				
1. Студенческая олимпиада	5	1	0	5
2. Реферат	5	1	0	5
Посещаемость (баллы вычитаются из общей суммы набранных баллов)				
1. Посещение лекционных занятий			0	-6
2. Посещение практических (семинарских, лабораторных занятий)			0	-10
Итоговый контроль				
1. Экзамен			0	30

Результаты обучения по дисциплине (модулю) у обучающихся оцениваются по итогам текущего контроля количественной оценкой, выраженной в рейтинговых баллах.

Оценке подлежит каждое контрольное мероприятие.

При оценивании сформированности компетенций применяется четырехуровневая шкала «неудовлетворительно», «удовлетворительно», «хорошо», «отлично».

Максимальный балл по каждому виду оценочного средства определяется в рейтинг-плане и выражает полное (100%) освоение компетенции.

Уровень сформированности компетенции «хорошо» устанавливается в случае, когда объем выполненных заданий соответствующего оценочного средства составляет 80-100%; «удовлетворительно» – выполнено 40-80%; «неудовлетворительно» – выполнено 0-40%

Рейтинговый балл за выполнение части или полного объема заданий соответствующего оценочного средства выставляется по формуле:

$$\text{Рейтинговый балл} = k \times \text{Максимальный балл},$$

где $k = 0,2$ при уровне освоения «неудовлетворительно», $k = 0,4$ при уровне освоения «удовлетворительно», $k = 0,8$ при уровне освоения «хорошо» и $k = 1$ при уровне освоения «отлично».

Оценка на этапе промежуточной аттестации выставляется согласно Положению о модульно-рейтинговой системе обучения и оценки успеваемости студентов БашГУ:

На экзамене выставляется оценка:

- отлично - при накоплении от 80 до 110 рейтинговых баллов (включая 10 поощрительных баллов),
- хорошо - при накоплении от 60 до 79 рейтинговых баллов,
- удовлетворительно - при накоплении от 45 до 59 рейтинговых баллов,
- неудовлетворительно - при накоплении менее 45 рейтинговых баллов.

При получении на экзамене оценок «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», на зачёте оценки «зачтено» считается, что результаты обучения по дисциплине (модулю) достигнуты и компетенции на этапе изучения дисциплины (модуля) сформированы.