# Комплект оценочных материалов по дисциплине «Квантовая механика и статистическая физика»

**Задания закрытого типа**

**Задания закрытого типа на выбор правильного ответа**

1. Выберите один правильный ответ

Условие нормировки для квадрата модуля волновой функции. Интеграл от него по всей области определения равен:

А) единице

Б) нулю

В) минус единице

Г) бесконечности

Правильный ответ: А

Компетенции (индикаторы): ОПК-1 (ОПК-1.1)

2. Выберите один правильный ответ

Оператор импульса частицы определяется как произведение постоянной Планка с чертой на:

А) производную волновой функции по импульсу со знаком минус

Б) производную волновой функции по координате со знаком минус

В) волновую функцию частицы

Г) координату

Правильный ответ: Б

Компетенции (индикаторы): ОПК-1 (ОПК-1.1)

3. Выберите один правильный ответ

Уравнение Шредингера для свободной частицы имеет потенциальную энергию U(x) равную:

А) нулю

Б) единице

В) бесконечности

Г) минус единице

Правильный ответ: А

Компетенции (индикаторы): ОПК-1 (ОПК-1.2)

4. Выберите один правильный ответ

Значение спина для фермиона вы будете считать, как постоянная Планка с чертой, умноженная на:

А) целое число

Б) ноль

В) полуцелое число

Г) минус единица

Правильный ответ: В

Компетенции (индикаторы): ОПК-1 (ОПК-1.3)

**Задания закрытого типа на установление соответствия**

1. Установите правильное соответствие. Каждому элементу левого столбца соответствует только один элемент правого столбца.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | Представление уравнения движения |  | Характеристика |
| 1) | Представление Шредингера | А) | операторы зависят от времени, а волновая функция не зависит |
| 2) | Представление Гейзенберга | Б) | операторы не зависят от времени, а волновая функция зависит |
| 3) | Представление Шредингера | В) | операторы зависят от времени, волновая функция также зависит |

Правильный ответ:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 |
| Б | А | В |

Компетенции (индикаторы): ОПК-1 (ОПК-1.1)

2. Установите правильное соответствие. Каждому элементу левого столбца соответствует только один элемент правого столбца.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | Микрочастица |  | Спин микрочастицы |
| 1) | бозон | А) | полуцелый спин |
| 2) | фермион | Б) | целый спин |
| 3) | скалярная частица | В) | нулевой спин |

Правильный ответ:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 |
| Б | А | В |

Компетенции (индикаторы): ОПК-1 (ОПК-1.2)

3. Установите правильное соответствие. Каждому элементу левого столбца соответствует только один элемент правого столбца.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | Математический объект квантовой механики |  | Эквивалентный математический объект |
| 1) | квадрат матрицы Паули | А) | число, умноженное на матрицу Паули |
| 2) | коммутатор двух разных матриц Паули | Б) | ноль |
| 3) | анти-коммутатор двух матриц Паули | В) | единичная матрица |

Правильный ответ:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 |
| В | А | Б |

Компетенции (индикаторы): ОПК-1 (ОПК-1.3)

**Задания закрытого типа на установление правильной последовательности**

1. Расположите частицы в направлении возрастания их спина:

А) фермион

Б) бозон

В) скалярная частица

Правильный ответ: В, А, Б.

Компетенции (индикаторы): ОПК-1 (ОПК-1.1)

2. Для частицы, находящейся в потенциальной яме с бесконечно высокими стенками, расположите вероятности событий в направлении возрастания:

А) частица находится в потенциальной яме

Б) частица находится за пределами потенциальной ямы

В) частица находится в левой половине потенциальной ямы

Правильный ответ: Б, В, А.

Компетенции (индикаторы): ОПК-1 (ОПК-1.2)

3. Расположите элементы в порядке возрастания простоты расчета ковалентной связи на компьютере:

А) He, U, Rn, Li

Б) U, Fe, Zn, K

В) H, Cl, In, Ge

Правильный ответ: B, Б, А.

Компетенции (индикаторы): ОПК-1 (ОПК-1.3)

**Задания открытого типа**

**Задания открытого типа на дополнение**

1. Напишите пропущенное слово (словосочетание).

Коммутатор проекции оператора углового момента на ось z и оператора квадрата углового момента равен \_\_\_\_\_\_\_\_

Правильный ответ: нулю.

Компетенции (индикаторы): ОПК-1 (ОПК-1.1)

2. Напишите пропущенное слово (словосочетание).

Для первого приближения квантовомеханической задачи вы воспользуетесь \_\_\_\_\_\_\_\_

Правильный ответ: квазиклассическим приближением.

Компетенции (индикаторы): ОПК-1 (ОПК-1.2)

3. Напишите пропущенное слово (словосочетание).

Для вычисления волновой функции фермиона на компьютере вы воспользуетесь \_\_\_\_\_\_\_\_

Правильный ответ: определителем Слэттера.

Компетенции (индикаторы): ОПК-1 (ОПК-1.3)

4. Напишите пропущенное слово (словосочетание).

Для вычисления суммы двух угловых моментов для некоммутирующих систем на компьютере вы воспользуетесь \_\_\_\_\_\_\_\_

Правильный ответ: коэффициентами Клебша-Гордана.

Компетенции (индикаторы): ОПК-1 (ОПК-1.3)

**Задания открытого типа с кратким свободным ответом**

1. Энергия гармонического осциллятора зависит от номера состояния n как \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Правильный ответ: произведение константы на (n+1/2)

Компетенции (индикаторы): ОПК-1 (ОПК-1.1)

2. Метод Томаса-Ферми позволяет \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Правильный ответ: рассчитать волновую функцию многоэлектронных атомов

Компетенции (индикаторы): ОПК-1 (ОПК 1.1)

3. Квантовыми числами для атома водорода являются \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Правильный ответ: главное, орбитальное, магнитное и спиновое квантовые числа.

Компетенции (индикаторы): ОПК-1 (ОПК-1.2)

4. Эффект Зеемана состоит в \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Правильный ответ: расщеплении уровней энергии в магнитном поле.

Компетенции (индикаторы): ОПК-1 (ОПК-1.3)

**Задания открытого типа с развернутым ответом**

1. Дайте развернутый ответ на вопрос.

Чему равно наиболее вероятное расстояние электрона от ядра в атоме водорода при n = 1, 2, 3?

Время выполнения – 10 мин.

Критерии оценивания: полное содержательное соответствие приведенному ниже пояснению:

Расстояние между ядром и электроном в атоме водорода определяется на основе квантово-механических расчетов.

Согласно им, наиболее вероятное расстояние электрона от ядра в атоме водорода равно боровскому радиусу:

~ 0,53 Å при n = 1;

2,12 Å — при n = 2;

4,77 Å — при n = 3 и так далее.

Значения этих радиусов относятся как квадраты натуральных чисел (главного квантового числа) 12 : 22 : 32….

Также, по расчетам, среднее расстояние электрона от ядра в основном состоянии атома водорода равно полутора радиусам первой боровской орбиты.

Компетенции (индикаторы): ОПК-1 (ОПК-1.1)

2. Дайте развернутый ответ на вопрос.

Опишите энергетические состояния, в которых находятся электроны в кубическом потенциальном ящике?

Время выполнения – 10 мин.

Критерии оценивания: полное содержательное соответствие приведенному ниже пояснению:

В кубическом потенциальном ящике почти все энергетические состояния в той или иной степени вырождены. Степень вырождения — это число вариантов наборов квантовых чисел (число волновых функций), при помощи которых можно описать данное энергетическое состояние. Снятие вырождения является важной проблемой квантово-механического описания системы. В случае трехмерного потенциального ящика вырождение снимается частично или полностью при изменении параметров ящика. В реальных системах проблема снятия вырождения является более сложной проблемой.

Компетенции (индикаторы): ОПК-1 (ОПК-1.2)

3. Дайте развернутый ответ на вопрос.

Опишите, от чего зависит коэффициент отражения частицы от потенциального барьера?

Время выполнения – 10 мин.

Критерии оценивания: полное содержательное соответствие приведенному ниже пояснению:

Коэффициент отражения определяется как отношение плотности потока отраженной волны к плотности потока падающей волны. Он характеризует вероятность отражения от барьера частицы с заданными начальными условиями и характеризует вероятность проникновения частицы сквозь барьер. Первоначальная волна, проходя через барьер, испытывает при Е < U экспоненциальное затухание. Тем не менее, частично она проходит через барьер и за барьером имеет вид волны де Бройля с тем же импульсом (и длиной волны), но с меньшей амплитудой. Иными словами, имеет место туннельный эффект (туннелирование) — преодоление микрочастицей потенциального барьера в случае, когда ее полная энергия меньше высоты барьера. При равенстве скоростей микрочастиц плотность потока микрочастиц пропорциональна квадрату амплитуды волны.

Компетенции (индикаторы): ОПК-1 (ОПК-1.3)