

«

»

“

”

. . .

. . .

31.08.2022

:

:

:

<https://www.nstu.ru/university/info/sveden/education>

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Квантовая механика

: 22.03.01

, :

: 3, : 5

		-	,
			5
1	()		5
2			180
3	, .		58
4	, .		36
5	, .		18
6	, .		0
7	, .		10
8	, .		14
9	, .		2
10	, .		2
11	, .		122
12	(, ()/ ,)		
13			

(): 22.03.01

701 02.06.2020 ., : 10.07.2020 .

: 1,

(): 22.03.01

, 31.08.2022

- , 6 31.08.2022

:

,

:

. . .

1.

1.1

	-4
	-4. 2
	-7
	-7. 2
	-1
	-1. 1

2.

2.1

ОПК-4. 2 Умеет применять современные подходы для получения, анализа и визуального представления результатов экспериментальных и теоретических исследований	
	;
ОПК-7. 2 Разрабатывает, использует, систематизирует и анализирует методическую, научно-техническую и технологическую литературу для принятия решений в научных исследованиях и в практической технической деятельности	
	;
УК-1. 1 Знает принципы сбора, отбора и обобщения информации.	
	;
	;

3.

3.1

: 5				
:				
1.	4	0	0	-7.2, -1.1
:				

2.		2	0	0	-4.2, -7.2, -1.1
3.		2	0	0	-7.2, -1.1
4.		2	0	0	-4.2, -7.2, -1.1
5.		2	0	0	-1.1
6.		2	0	0	-1.1
7.		2	0	0	-1.1
:					
8.		4	0	0	-4.2, -7.2, -1.1
9.		4	0	0	-4.2, -1.1
10.		2	0	0	-4.2, -1.1
11.		2	0	0	-4.2, -1.1
:					
12.		8	0	0	-4.2, -1.1

: 5					
:					
1.	4	4	4	-4.2, -7.2, -1.1	
:					
2.	4	4	4	-4.2, -7.2, -1.1	
:					
3.	6	2	2	-4.2, -7.2, -1.1	
:					
4.	4	4	0	-4.2, -7.2, -1.1	

3.1

3.2

			()
1			:

2			:
3			:
4			:

3.2

3.3

: 5				
1		-4.2, 7.2, -1.1	32	0
: / ;[: . . , . .].- : - , 2016.- 19, [1] .: .- : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000234042				
2		-4.2, 7.2, -1.1	60	0
: / ;[: . . , . .].- : - , 2016.- 19, [1] .: .- : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000234042				
3		-4.2, 7.2, -1.1	30	2
: / ;[: . . , . .].- : - , 2016.- 19, [1] .: .- : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000234042				

3.3

, (. 3.4).

3.4

	-
	e-mail;
	e-mail;
	;

4.

(),

-
15-

ECTS.

. 4.1.

	.	
: 5		
Лекция:	20	40
Практические занятия:	20	40
Зачет:	10	20

4.2

-4	-4 2. ,	+
-7	-7 2. , ,	+
-1	-1 1. ,	+

1

5.

1. Краснопевцев Е. А. Квантовая механика в приложениях к физике твердого тела : [учебное пособие] / Е. А. Краснопевцев.- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2017.- 354 с. : ил.- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000236938
2. Сарина М. П. Квантовая физика : учебное пособие / М. П. Сарина ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2016.- 129, [1] с. : ил.- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000229627
3. Барановский, В. И. Квантовая механика и квантовая химия : учебное пособие / В. И. Барановский. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 428 с. — ISBN 978-5-8114-3961-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/206195> (дата обращения: 13.03.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Назмитдинов, Р. Г. Квантовая механика и квантовая химия : учебное пособие / Р. Г. Назмитдинов, С. А. Новикова. — Дубна : Государственный университет «Дубна», 2021. — 123 с. — ISBN 978-5-89847-631-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/196986> (дата обращения: 13.03.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

1. Вопросы для самоконтроля знаний по физике. Квантовая механика, статическая физика : методическое пособие для 1 и 2 курсов всех специальностей / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: А. В. Баранов, В. В. Давыдков, В. В. Христофоров].- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2016.- 13, [2] с.- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000228525

1. Coursera : global online learning platform. – [website]. – URL: <https://www.coursera.org/> (date of the application: 14.03.2022). – Text : electronic.

6.

6.1

1. Организация самостоятельной работы студентов Новосибирского государственного технического университета : методическое руководство / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Ю. В. Никитин, Т. Ю. Сурнина].- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2016.- 19, [1] с. : табл.- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000234042

6.2

6.3

7.

1		

1. Обобщенная структура фонда оценочных средств дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине Квантовая механика представлена в Таблице. Совокупность результатов обучения по дисциплине соотнесена с уровнями сформированности компетенций и соотнесенными с ними индикаторами. Индикаторы достижения компетенций измеряемы с помощью средств текущей и промежуточной аттестации по дисциплине Квантовая механика.

Таблица

Формируемые компетенции	Индикаторы компетенций	Темы	Этапы оценки результатов обучения и соотнесенных с ними индикаторов достижения компетенций	
			Мероприятия текущего контроля (контрольная работа, курсовой проект, РГЗ(Р), реферат и др.)	Промежуточная аттестация (экзамен, зачет)
ОПК-4 Способен проводить измерения и наблюдения в сфере профессиональной деятельности, обрабатывать и представлять экспериментальные данные	2. Умеет применять современные подходы для получения, анализа и визуального представления результатов экспериментальных и теоретических исследований	Гармонический осциллятор Концепция Луи Де Бройля. Движение свободного электрона. Волновой пакет. Модель атома водорода Прохождение частицы через одномерный потенциальный барьер Уравнение Шрёдингера. Линейность. Использование комплексных чисел. Суперпозиция. Интерферометр Маха — Цендера. Частица в бесконечно глубокой потенциальной яме Частица в потенциальной яме конечной глубины	Выполнение самостоятельных работ разного вида, в том числе письменных домашних заданий по темам: Уравнение Шрёдингера, частица в бесконечно глубокой потенциальной яме	Зачет, вопросы 1-7, задачи
ОПК-7 Способен анализировать, составлять и применять техническую документацию, связанную с профессиональной деятельностью, в соответствии с действующими нормативными документами в соответствующей отрасли	2. Разрабатывает, использует, систематизирует и анализирует методическую, научно-техническую и технологическую литературу для принятия решений в научных исследованиях и в практической технической деятельности	Излучение абсолютно черного тела. Фотоэффект. Эксперимент Гейгера — Марсдена. Модель атома водорода Бора. Квантовая запутанность Концепция Луи Де Бройля. Движение свободного электрона. Волновой пакет. Уравнение Шрёдингера. Линейность. Использование комплексных чисел. Суперпозиция. Интерферометр Маха — Цендера. Частица в бесконечно глубокой потенциальной яме	Выполнение самостоятельных работ разного вида, в том числе письменных домашних заданий по темам: Уравнение Шрёдингера для атома водорода, использование комплексных чисел, излучение абсолютно черного тела, фотоэффект.	Зачет, вопросы 8-14, задачи
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	1. Знает принципы сбора, отбора и обобщения информации.	Вероятность Волновые функции и преобразование Фурье. Неопределенность. Гармонический осциллятор Излучение абсолютно черного тела. Фотоэффект. Эксперимент Гейгера — Марсдена. Модель атома водорода Бора. Квантовая запутанность Концепция Луи Де Бройля. Движение свободного электрона. Волновой пакет.	Выполнение самостоятельных работ разного вида, в том числе письменных домашних заданий по темам: модель атома бора, движение свободного электрона, волновой	Зачет, вопросы 15-21, задачи

		Модель атома водорода Оператор момента. Интерпретации волновой функции. Прохождение частицы через одномерный потенциальный барьер Уравнение Шрёдингера. Линейность. Использование комплексных чисел. Суперпозиция. Интерферометр Маха — Цендера. Частица в бесконечно глубокой потенциальной яме Частица в потенциальной яме конечной глубины	пакет, оператор момента.	
--	--	---	-----------------------------	--

2. Методика оценки этапов формирования компетенций по дисциплине

Результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с установленными в программе индикаторами достижения компетенций проверяются при проведении мероприятий текущей аттестации (контроля) в процессе изучения дисциплины, указанных в таблице раздела 1.

Промежуточная аттестация по **дисциплине** проводится в 5 семестре - в форме зачета, который направлен на оценку сформированности результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с установленными в программе индикаторами достижения компетенций ОПК-4, ОПК-7, УК-1 и соотнесенных с ними индикаторов. (см. таблицу раздела 1).

Зачет проводится в письменной форме, по билетам

Общие правила выставления оценок текущей и промежуточной аттестации по дисциплине определяются балльно-рейтинговой системой, приведенной в рабочей программе дисциплины.

На основании критериев, приведенных в п. 3, осуществляется оценка уровней достигнутых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в программе индикаторами достижения компетенций ОПК-4, ОПК-7, УК-1, закрепленных за дисциплиной.

3. Общая характеристика уровней результатов обучения, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Продвинутый. Теоретическое содержание курса освоено полностью. Студент демонстрирует систематическое и глубокое понимание учебного материала и способность к самостоятельному пополнению и обновлению знаний в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности. Сформированы необходимые навыки практической работы. Все учебные задания, предусмотренные программой обучения, выполнены качественно, без замечаний. Результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с установленными в программе индикаторами достижения компетенций, оценены числом баллов, входящим в диапазон продвинутого уровня.

Базовый. Теоретическое содержание курса освоено в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и профессиональной деятельности. Навыки практической работы сформированы на базовом уровне. Все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены с небольшими погрешностями. Результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с установленными в программе индикаторами достижения компетенций, оценены числом баллов в пределах базового уровня.

Пороговый. Теоретическое содержание курса освоено в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и профессиональной деятельности. Некоторые практические навыки работы сформированы с пробелами. Учебные задания, предусмотренные программой обучения,

выполнялись с ошибками, исправленными под руководством преподавателя. Результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с установленными в программе индикаторами достижения компетенций, оценены числом баллов в пределах порогового уровня.

Ниже порогового. Теоретическое содержание курса освоено фрагментарно. Необходимые навыки практической работы сформированы минимально. Большинство учебных заданий, предусмотренных программой обучения, не выполнены. Результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с установленными в программе индикаторами достижения компетенций, оценены числом баллов, входящих в диапазон ниже порогового уровня.

Паспорт зачета

по дисциплине «Квантовая механика», 5 семестр

1. Методика оценки

Зачет проводится в письменной форме, по билетам. Билет состоит из 2 вопросов и 2 задач и формируется по следующему правилу:

- первый вопрос выбирается из диапазона вопросов 1-10;
- второй вопрос из диапазона вопросов 10-21;
- третий и четвертый вопрос – задачи.

Таким образом, проверяются результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с установленными в программе индикаторами достижения компетенций.

На зачете преподаватель вправе задавать студенту уточняющие и дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4).

Форма билета для зачета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет МТ

Билет № _____

к зачету по дисциплине «Квантовая механика»

1. Общие свойства одномерного уравнения Шредингера
2. Спектр атома водорода. Главное и радиальное квантовые числа.
- 3-4. Задачи (представлены в конце файла)

Утверждаю: зав. кафедрой _____ должность, ФИО
(подпись) (дата)

2. Критерии оценки результатов обучения, соотнесенных с уровнями освоения индикаторов достижения компетенций

Ответ на билет для зачета засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент проводит сравнительный комплексный анализ материала, выявляет проблемы, предлагает механизмы их решения, представляет количественные характеристики определенных процессов, приводит конкретные примеры, не допускает ошибок и способен обосновать

выбор метода решения задачи. Совокупность результатов обучения по дисциплине (модулю) и соотнесенных с ними индикаторов достижения компетенций не содержит пробелов. Установленные в программе компетенции сформированы в полном объеме. Оценка составляет *от 18 до 20 баллов*.

Ответ на билет для зачета засчитывается на **базовом** уровне, если студент при ответе на вопросы формулирует основные понятия, дает характеристику процессов, явлений, проводит анализ причин, условий, способен представить количественные и качественные характеристики процессов, не допускает существенных ошибок при решении задачи. Совокупность результатов обучения по дисциплине и соотнесенных с ними индикаторов достижения компетенций содержит несущественные пробелы. Установленные в программе компетенции сформированы на базовом уровне. Оценка составляет *от 14 до 17 баллов*.

Ответ на билет для зачета засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопросы дает определение основных понятий, может показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает непринципиальные ошибки, например, вычислительные. Совокупность результатов обучения по дисциплине и соотнесенных с ними индикаторов достижения компетенций содержит пробелы. Установленные в программе компетенции сформированы на пороговом уровне. Оценка составляет *от 10 до 13 баллов*.

Ответ на билет для зачета считается **неудовлетворительным** (ниже порогового уровня), если студент при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, не способен показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает принципиальные ошибки. Совокупность результатов обучения по дисциплине и соотнесенных с ними индикаторов достижения компетенций содержит существенные пробелы. Установленные в программе компетенции не сформированы. Оценка составляет *менее 10 баллов*.

3. Шкала оценки

Зачет считается сданным, если сумма баллов по всем заданиям билета составляет от 10 до 20 баллов включительно. Сумма менее 10 баллов признается неудовлетворительным результатом промежуточной аттестации по дисциплине.

В общей оценке по дисциплине баллы за зачет учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, установленными в НГТУ.

4. Вопросы к зачету по дисциплине «Квантовая механика»

1. Излучение абсолютно черного тела
2. Фотоэффект
3. Модель атома Бора
4. Гипотеза Де Бройля
5. Квантово-волновой дуализм
6. Волновая функция
7. Уравнение Шрёдингера
8. Общие свойства одномерного уравнения Шрёдингера
9. Неопределенность Гейзенберга
10. Стационарные решения уравнения Шрёдингера в атоме водорода
11. Квантовые числа для атома водорода
12. Спектр атома водорода. Главное и радиальное квантовые числа
13. Оператор момента
14. Оператор энергии
15. Нормировка волновых функций

- 16. Рассеяние на одномерном потенциале
- 17. Частица в потенциальной яме
- 18. Гармонический осциллятор
- 19. Преобразование Фурье для волновых функций
- 20. Квантовая запутанность
- 21. Волновой пакет

Примеры задач для зачёта

- 3. Частица заключена между двумя непроницаемыми стенками, расположенными в точках $x = -a$ и $x = a$. Найти собственные состояния.
- 4. Частица приведена в состояние с волновой функцией

$$\Psi(x) = \begin{cases} A \sin\left(\frac{\pi x}{a}\right) & , 0 \leq x \leq a; \\ 0, & x < 0, x > a. \end{cases}$$

Вычислить нормировочную константу A .