МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Обнинский институт атомной энергетики –

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)

ОТДЕЛЕНИЕ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

Утверждено на заседании
Ученого совета ИАТЭ НИЯУ МИФИ
Протокол от 28.08.2023 № 23.8

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по дисциплине

Квантовая механика и статистическая физика

название дисциплины

Специальность

14.05.01 Ядерные реакторы и материалы

Образовательная программа

Ядерные реакторы

Шифр, название специализации

Форма обучения: очная

г. Обнинск 2023 г.

Область применения

Фонд оценочных средств (ФОС) – является неотъемлемой частью учебно-методического комплекса учебной дисциплины «Квантовая механика и статистическая физика» и предназначен для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу данной дисциплины.

Цели и задачи фонда оценочных средств

Целью Фонда оценочных средств является установление соответствия уровня подготовки обучающихся требованиям федерального государственного образовательного стандарта.

Для достижения поставленной цели Фондом оценочных средств по дисциплине «Квантовая механика и статистическая физика» решаются следующие задачи:

– контроль и управление процессом приобретения обучающимися знаний, умений и навыков предусмотренных в рамках данного курса;

– контроль и оценка степени освоения компетенций предусмотренных в рамках данного курса;

– обеспечение соответствия результатов обучения задачам будущей профессиональной деятельности через совершенствование традиционных и внедрение инновационных методов обучения в образовательный процесс в рамках данного курса.

1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

1.1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения ОП обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Код компетенции	Наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ПК-1	Способен создавать теоретические и математические модели, описывающие нейтронно-физические процессы в реакторах, процессы гидродинамики и тепломассопереноса в активных зонах или воздействие ионизирующего излучения на материалы, человека и объекты окружающей среды, системы учета, контроля ядерных материалов	З-ПК-1 Знать нейтронно-физические процессы в реакторах, процессы гидродинамики и тепломассопереноса в активных зонах или воздействие ионизирующего излучения на материалы, человека и объекты окружающей среды, системы учета, контроля ядерных материалов У-ПК-1 Уметь создавать теоретические и математические модели в профессиональной области В-ПК-1 Владеть навыками работы с современными расчетными программными средствами

1.2. Этапы формирования компетенций в процессе освоения ООП

Компоненты компетенций, как правило, формируются при изучении нескольких дисциплин, а также в немалой степени в процессе прохождения практик, НИР и во время самостоятельной работы обучающегося. Выполнение и защита ВКР являются видом учебной деятельности, который завершает процесс формирования компетенций.

Место дисциплины и соответствующий этап формирования компетенций в целостном процессе подготовки по образовательной программе можно определить по матрице компетенций, которая приводится в Приложении.

Этапы формирования компетенции в процессе освоения дисциплины:

- **начальный** этап – на этом этапе формируются знаниевые и инструментальные основы компетенции, осваиваются основные категории, формируются базовые умения. Студент воспроизводит термины, факты, методы, понятия, принципы и правила; решает учебные задачи по образцу;
- **основной** этап – знания, умения, навыки, обеспечивающие формирование компетенции, значительно возрастают, но еще не достигают итоговых значений. На этом этапе студент осваивает аналитические действия с предметными знаниями по дисциплине, способен самостоятельно решать учебные задачи, внося коррективы в алгоритм действий, осуществляя коррекцию в ходе работы, переносит знания и умения на новые условия;
- **завершающий** этап – на этом этапе студент достигает итоговых показателей по заявленной компетенции, то есть осваивает весь необходимый объем знаний, овладевает всеми умениями и навыками в сфере заявленной компетенции. Он способен использовать эти знания, умения, навыки при решении задач повышенной сложности и в нестандартных условиях.

Этапы формирования компетенций в ходе освоения дисциплины отражаются в тематическом плане (см.п. 4 рабочей программы дисциплины).

1.3. Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины (результаты по разделам)	Код контролируемой компетенции (или её части) / и ее формулировка	Наименование оценочного средства
Текущий контроль, 6 семестр			
1.	Квантовые системы в одном измерении	З-ПК-1; У-ПК-1; В-ПК-1	Контрольная работа
2.	Движение в центральном поле. Теория возмущений. Спин.	З-ПК-1; У-ПК-1; В-ПК-1	Контрольная работа
Промежуточный контроль, 6 семестр			
	Зачет	З-ПК-1; У-ПК-1; В-ПК-1	Билеты к зачету
Всего:			
Текущий контроль, 7 семестр			
1.	Начала термодинамики. Энтропия. Термодина-мические потенциалы. Термодинамические циклы.	З-ПК-1; У-ПК-1; В-ПК-1	Контрольная работа
2.	Распределения Максвелла и Больцмана	З-ПК-1; У-ПК-1; В-ПК-1	Контрольная работа
Промежуточный контроль, 7семестр			
	Экзамен	З-ПК-1; У-ПК-1; В-ПК-1	Экзаменационные билеты
Всего:			

2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Конечными результатами освоения программы дисциплины являются сформированные когнитивные дескрипторы «знать», «уметь», «владеть», расписанные по отдельным компетенциям, которые приведены в п.1.1. Формирование этих дескрипторов происходит в процессе изучения дисциплины по этапам в рамках различного вида учебных занятий и самостоятельной работы.

Выделяются три уровня сформированности компетенций на каждом этапе: пороговый, продвинутый и высокий.

Уровни	**Содержательное описание уровня**	**Основные признаки выделения уровня**	**БРС, % освоения**	**ECTS/Пятибалльная шкала для оценки экзамена/зачета**
Высокий *Все виды компетенций сформированы на высоком уровне в соответствии с целями и задачами дисциплины*	Творческая деятельность	*Включает нижестоящий уровень.* Студент демонстрирует свободное обладание компетенциями, способен применить их в нестандартных ситуациях: показывает умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу теоретического или прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий	90-100	A/ Отлично/ Зачтено
Продвинутый *Все виды компетенций сформированы на продвинутом уровне в соответствии с целями и задачами дисциплины*	Применение знаний и умений в более широких контекстах учебной и профессиональной деятельности, нежели по образцу, большей долей самостоятельности и инициативы	*Включает нижестоящий уровень.* Студент может доказать владение компетенциями: демонстрирует способность собирать, систематизировать, анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно найденных теоретических источников и иллюстрировать ими теоретические положения или обосновывать практику применения.	85-89	B/ Очень хорошо/ Зачтено
			75-84	C/ Хорошо/ Зачтено
Пороговый *Все виды компетенций сформированы на пороговом уровне*	Репродуктивная деятельность	Студент демонстрирует владение компетенциями в стандартных ситуациях: излагает в пределах задач курса теоретически и практически контролируемый материал.	65-74	D/Удовлетворительно/ Зачтено
			60-64	E/Посредственно /Зачтено
Ниже порогового	Отсутствие признаков порогового уровня: компетенции не сформированы. Студент не в состоянии продемонстрировать обладание компетенциями в стандартных ситуациях.		0-59	Неудовлетворительно/ Зачтено

Оценивание результатов обучения студентов по дисциплине осуществляется по регламенту текущего контроля и промежуточной аттестации.

Критерии оценивания компетенций на каждом этапе изучения дисциплины для каждого вида оценочного средства и приводятся в п. 4 ФОС. Итоговый уровень сформированности компетенции при изучении дисциплины определяется по таблице. При этом следует понимать, что граница между уровнями для конкретных результатов освоения образовательной программы может смещаться.

Уровень сформированности компетенции	**Текущий контроль**	**Промежуточная аттестация**
высокий	**высокий**	**высокий**
	продвинутый	*высокий*
	высокий	*продвинутый*
продвинутый	*пороговый*	*высокий*
	высокий	*пороговый*
	продвинутый	**продвинутый**
	продвинутый	*пороговый*
	пороговый	*продвинутый*
пороговый	**пороговый**	**пороговый**
ниже порогового	**пороговый**	**ниже порогового**
	ниже порогового	**-**

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

Рейтинговая оценка знаний является интегральным показателем качества теоретических и практических знаний и навыков студентов по дисциплине и складывается из оценок, полученных в ходе текущего контроля и промежуточной аттестации.

Текущий контроль в семестре проводится с целью обеспечения своевременной обратной связи, для коррекции обучения, активизации самостоятельной работы студентов.

Промежуточная аттестация предназначена для объективного подтверждения и оценивания достигнутых результатов обучения после завершения изучения дисциплины.

Текущий контроль осуществляется два раза в семестр: контрольная точка № 1 (КТ № 1) и контрольная точка № 2 (КТ № 2).

Результаты текущего контроля и промежуточной аттестации подводятся по шкале балльно-рейтинговой системы.

Вид контроля	**Этап рейтинговой системы Оценочное средство**	**Балл**	
		Минимум	Максимум
	Оценочное средство № 1.1	15	30
	Оценочное средство № 1.2	15	30
	Контрольная точка № 2		
	Оценочное средство № 2.1		
	Оценочное средство № 2.2	15	30
Промежуточный	**Экзамен**		
	Оценочное средство	20	40
ИТОГО по дисциплине		60	100

Процедура оценивания знаний, умений, владений по дисциплине включает учет успешности по всем видам заявленных оценочных средств.

Контрольные работы направлены на выявление способности обучающихся применять полученные теоретические знания для решения практических задач, на оценку приобретенных навыков самостоятельной работы.

По окончании освоения дисциплины проводится промежуточная аттестация в виде экзамена, что позволяет оценить совокупность приобретенных в процессе обучения компетенций. При выставлении итоговой оценки применяется балльно-рейтинговая система оценки результатов обучения.

Экзамен предназначен для оценки работы обучающегося в течение всего срока изучения дисциплины и призван выявить уровень, прочность и систематичность полученных теоретических знаний и умений.

4.Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков

Экзаменационные билеты

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Обнинский институт атомной энергетики –

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)

ОТДЕЛЕНИЕ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

Специальность 14.05.01 «Ядерные реакторы и материалы»
Образовательная программа «Ядерные реакторы»
Дисциплина Квантовая механика и статистическая физика

Экзаменационный билет №1

1.

_____/_____
“____”_____20___ г.

Вопросы к зачету. Раздел «Квантовая механика»(6 семестр)

1. Наблюдаемые в квантовой механике. Операторы наблюдаемых. Измерение физических величин в квантовой механике.
2. Эволюция квантовой системы. Уравнение Шредингера. Построение гамильтониана квантовой системы по принципу соответствия.
3. Уравнения движения в квантовой механике. Сохраняющиеся величины в квантовой механике.

4. Уравнения Эренфеста.
5. Измерения в квантовой механике. Совместные и несовместные наблюдаемые.
6. Обобщенное соотношение неопределенностей. Соотношение неопределенностей Гейзенберга.
7. .Вероятностная интерпретация волновой функции. Квантовомеханический поток. Квантовомеханическое уравнение непрерывности.
8. Уравнение Шредингера. Стационарное и нестационарное уравнения Шредингера.
9. Квантовые системы в одном измерении. Барьеры. Коэффициенты отражения и прохождения.
10. Туннельный эффект.
11. Одномерный квантовый гармонический осциллятор.
12. Движение в центральном поле. Момент импульса квантовой частицы. Свойства операторов квадрата момента и его компонент.
13. Сферические гармоники и их свойства.
14. Движение в центральном поле. Радиальное уравнение Шредингера. Граничные условия для решений радиального уравнения.
15. Стационарная теория возмущений. Возмущение невырожденного уровня.
16. Спин. Оператор спина.
17. Сложение спинов. Коэффициенты векторного сложения.
18. Тождественные частицы в квантовой механике. Постулат симметризации. Фермионы и бозоны.
19. Определитель Слэтера.
20. Постулаты квантовой механики.

Вопросы к экзамену. Раздел «Статистическая физика» (7 семестр)

1.Термодинамическая система. Макроскопические и микроскопические параметры. Первоначальные представления о средних по времени и средних по ансамблю. Требования к термодинамическим системам.

2. Термодинамическое равновесие. «Нулевой» закон термодинамики. Термодинамическая транзитивность. Эмпирическая температура. Газовый термометр.

3.Задание термодинамической системы и ее состояния. Адиабатически изолированная система. Система в термостате. Система с воображаемыми стенками. Система под поршнем. Несущественность граничных условий.. «Внешние» и «внутренние» параметры.

4.Реакция системы на внешнее воздействие. Процессы. Квазистатические (равновесные) процессы. Работа. Примеры – работа идеального газа. Принцип максимальной работы. Теплота. Принцип максимального поглощения теплоты.5.Первое начало термодинамики. Однозначность внутренней энергии. Преобразование механической работы в теплоту и теплоты в механическую работу. Теплоемкости и скрытые теплоты. Калорическое уравнение состояния.
6. Циклические процессы. Цикл Карно. Работа в циклическом процессе. Тепловая машина. Холодильная машина. Коэффициент полезного действия цикла Карно.

Теоремы Карно.7.Второе начало термодинамики, его различные формулировки для равновесной термодинамической системы, их эквивалентность.
8.Третье начало термодинамики. Поведение калорических величин вблизи абсолютного нуля. Недостижимость абсолютного нуля.

9. Вычисление энтропии идеального газа. Выражение для химического потенциала, теплоемкости процессов, теплового эффекта.
10. Метод термодинамических потенциалов. Термодинамические потенциалы - характеристические функции. Энергия, свободная энергия, энтальпия, потенциал Гиббса, большой термодинамический потенциал. Энтропия как термодинамический потенциал.
11.Получение уравнений состояния из термодинамических потенциалов. Аддитивные свойства термодинамических потенциалов. Проблемы перевода одних переменных в другие.

12. Фазовые переходы первого рода. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Фазовые переходы второго рода. Фазовые переходы λ- типа.

13. Представление чисел заполнения. Распределения Бозе-Эйнштейна и Ферми-Дирака.

14. Микроканоническое распределение Гиббса. Эргодическая гипотеза.

15. Связь статистического веса с термодинамическими характеристиками равновесной системы. Асимптотика статистического веса.

16. Каноническое распределение Гиббса. Связь с термодинамическим описанием системы.

17. Большое каноническое распределение Гиббса.
18.Статистическая сумма и статистический вес.
19. Распределение Максвелла и распределение Больцмана.
20. Каноническое распределение по микросостояниям и распределение по энергиям.
21.Статистический интеграл для идеального классического газа.
22.Каноническая и большая каноническая статсуммы в представлении чисел заполнения

23.Принцип тождественности частиц и числа заполнения Бозе-систем и Ферми-систем

б) критерии оценивания компетенций (результатов):

Критерии оценивания знаний и умений студента по результатам изучения учебной дисциплины (на экзамене):

Оценка «отлично» - за глубокие знания учебного материала, содержащегося в основных и дополнительных рекомендуемых литературных источниках, умение четко и безошибочно (практически безошибочно)анализировать явления и проблемы; логично и последовательно отвечать на поставленные вопросы, умение применять теоретические положения при решении практических задач.
Оценка «хорошо» - за прочные знания учебного материала; аргументированные

ответы на поставленные вопросы, которые, однако, содержат определенные (несущественные) неточности, умение применять теоретические положения при решении практических задач.
Оценка «удовлетворительно» - за посредственные знания учебного материала, слабо аргументированные ответы, слабое применение теоретических положений при решении практических задач.**Оценка «неудовлетворительно»**- за незнание значительной части учебного материала, существенные ошибки в ответах на вопросы, неумение ориентиро-ваться при решении практических задач, незнание основных фундаментальных положений изучаемой дисциплины.

в) описание шкалы оценивания:

Оценка «отлично»- 90-100 баллов
Оценка «хорошо»-75-89 баллов
Оценка «удовлетворительно»-60-74 баллов
Оценка «неудовлетворительно»-меньше 59 баллов

Контрольные работы

Контрольная работа«Квантовые системы в одном измерении»

а) типовые задания (вопросы) - образец:

Вариант 1.

1. Электрон находится в одномерной прямоугольной потенциальной яме с бесконечно высокими стенками. Найти ширину ямы, если разность энергий уровней с $n_2=3$ и $n_1=2$ составляет $\Delta E = 0{,}3 эВ$. Масса электрона $m_e=9,1*10^{-31}$ *кг=0,511* МэВ/с*^{2}, $\hbar = 1{,}054 * 10^{-34}$ *Дж с= 0,659* 10*$^{-15}$*эВ с* , $\hbar c$*=197. 3 МэВ* Фм.*
2. В условиях предыдущей задачи найти для указанных уровней средние значения координаты и импульса. Считать, что яма расположена симметрично относительно начала координат, т.е. *V(x)= V(-x).*
3. При каких энергиях электрона коэффициент надбарьерного отражения от прямоугольного потенциального барьера высотой *10 эВ* и шириной *1 нм* равен *0*?

Вариант 2.

1. Электрон находится в прямоугольной потенциальной яме с бесконечно высокими стенками. Энергия первого возбужденного состояния равна *0,4 эВ*. Чему равна энергия второго возбужденного состояния? Чему равна ширина ямы? Масса электрона $m_e=9,1*10^{-31}$*кг=0,511 МэВ/с*^{2}, $\hbar = 1{,}054 * 10^{-34}$ *Дж с= 0,659* 10*$^{-15}$*эВ*с,* $\hbar c$*=197. 3 МэВ* Фм.*

2. Частица находится в состоянии $\psi(x) = \mathrm{N}\exp(-\frac{\mathrm{x}^2}{\mathrm{a}^2} + \mathrm{ikx})$, где a и k-заданные постоянные. Чему равны средние значения координаты, импульса и кинетической энергии в этом состоянии?

3.Какая доля электронов с энергией 1 эВ пройдет через прямоугольный потенциальный барьер высотой 8 эВ и шириной 0,5 Нм?

Контрольная работа «Движение в центральном поле. Теория возмущений»

1.Найдите уровни энергии и волновые функции трехмерного гармонического осциллятора, гамильтониан которого имеет вид $\hat{H} = \hat{H}_x + \hat{H}_y + H_z$, где $\hat{H}_x = \frac{\hat{P}x^2}{2\mathrm{m}} + \frac{m\omega^2 x^2}{2}$, аналогично для $\hat{H}_y$ и H_z. Какова кратность вырождения второго возбужденного состояния?
Указание: воспользуйтесь методом разделения переменных.

2. Как изменится энергия основного состояния атома водорода при включении дополнительного малого взаимодействия между протоном и электроном вида $W(r) = -\frac{\alpha e^2}{r}$? Получите ответ двумя способами: путем точного решения и по теории возмущений.

3. Чему равно наиболее вероятное расстояние электрона от ядра в состоянии *2p?* Заряд ядра *Z*. Система предполагается водородоподобной.

Вариант 2.

1.Как изменится энергия основного состояния атома водорода при включении дополнительного малого взаимодействия между протоном и электроном вида $W(r) = kr^2$?

2.Чему равно наиболее вероятное расстояние электрона от ядра в состоянии *2s?* . Заряд ядра *Z*. Система предполагается водородоподобной.

3. Найдите уровни энергии и волновые функции двухмерного гармонического осциллятора, гамильтониан которого имеет вид $\hat{H} = \hat{H}_x + \hat{H}_y$, где $\hat{H}_x = \frac{\hat{P}_x^2}{2m} + \frac{m\omega^2 x^2}{2}$, аналогично для $\hat{H}_y$. Какова кратность вырождения первого возбужденного состояния?
Указание: воспользуйтесь методом разделения переменных.

Контрольная работа«Начала термодинамики. Энтропия. Термодинамические потенциалы. Термодинамические циклы».

1. Вычислить свободную энергию *F*, энтропию *S* и энтальпию *H* для одного литра гелия при температуре 1500К и давлении 1 мбар.
Ответ:*F*=-2,46 Дж, *S*=0,0017 Дж/К, *H*=0,25 Дж.

2. Два одинаковых теплоизолированных сосуда, соединенные краном с трубкой, содержат по одному молю одного и того же газа. Температура газа в одном сосуде T_1, в другом T_2. Молярная теплоемкость газа C_v известна. После открывания крана газ пришел в новое состояние равновесия. Чему равно приращение энтропии газа?
Ответ: S_2-S_1= $C_v\ln(T_1+T_2)^2/4T_1T_2 > 0$.

3.Чему равен к.п.д. цикла, состоящего их двух изобар и двух адиабат, если в пределах цикла давление изменяется в n раз. Рабочее вещество- идеальный газ с показателем адиабаты

Контрольная работа«Распределения Максвелла и Больцмана»

1. Найти функцию распределения молекул идеального газа по кинетическим энергиям и наиболее вероятное значение кинетической энергии молекулы.
Ответ: $f(E)=AE^{1/2}\exp(-E/kT)$, $E_{вер.}=kT/2$.

2. Гелий находится в очень высоком сосуде в однородном поле силы тяжести при температуре T. Температуру увеличили в nраз. На какой высоте hконцентрация молекул не изменится?
Ответ: h=(kT/mg)nlnn/(n-1).

3. Найти массу моля коллоидных частиц, если при вращении центрифуги с угловой скоростью ω вокруг вертикальной оси концентрация этих частиц на

расстоянии r_1 от оси вращения в nраз больше, чем на расстоянии r_2. Плотности частиц и растворителя равны ρ и ρ_0 соответственно.

Ответ: $M=2RT\rho \ln n/(\rho-\rho_0)(r_1^2-r_2^2)\omega^2$.

Контрольная работа «Стохастические процессы. Основное кинетическое уравнение».

1.Пустьαdt-вероятность того, что молекула испытает столкновение в течение времени dt. Найти:

а) вероятность того, что молекула не испытает столкновений в течение времени t;

б)среднее время между столкновениями.

Ответ:$P=\exp(-\alpha t)$; $t_{ср}=1/\alpha$.

2.В цилиндрический сосуд высотой H=2 м налит раствор сахара при температуре 20^0C. На дне сосуда концентрация составляет 200г/л. Она убывает с высотой по экспоненциальному закону и достигает у поверхности 0,1г/л. Из-за изменения концентрации возникает направленный от дна поток, равный j_M=101 мг/ч. Вычислить по этим данным коэффициент диффузии молекул сахара. Относительную молярную массу сахара $C_{12}H_{22}O_{11}$ принять равной 132. Соударениями между молекулами сахара пренебречь.

Ответ: $D=-j_M/mAN_0c=3{,}7*10^{-10}$ м^2/с, где $c=(1/H)\ln N_0/N=38$ м$^{-1}$.

б) критерии оценивания компетенций (результатов):

Оценка «отлично» - задания контрольной работы выполнены более чем на 80%, продемонстрировано уверенное знание теоретических положений, допустимо наличие в решениях несущественных неточностей.**Оценка «хорошо»** -задания контрольной работы выполнены более чем на 2/3, при этом продемонстрированы прочные знания учебного материала, однако,решения содержат определенные (несущественные) неточности.**Оценка «удовлетворительно»** -задания контрольной работы выполнены более чем на 50%, знание учебного материала-посредственное.**Оценка «неудовлетворительно»**- решено менее 50% заданий, в решении задач имеются существенные ошибки, продемонстрировано незнание значительной части учебного материала.

в) описание шкалы оценивания:

Оценка «отлично»- 26-30 баллов
Оценка «хорошо»-21-25 баллов
Оценка «удовлетворительно»-15-20 баллов
Оценка «неудовлетворительно»-меньше 15 баллов

Тестовые материалы

Тестовые материалы по курсу «Квантовая механика и статистическая физика»

Раздел – «Квантовая механика»

1. Электрон в атоме находится в состоянии с волновой функцией $\Psi(\bar{r}) = Ne^{-\alpha r}\sin^2\theta e^{2i\varphi}$, где (r,θ,φ) – сферические координаты. Чему равна чётность этого состояния ?

A. $\pi = +1$

B. $\pi = -1$

C. $\pi = +1$ с вероятностью ½ и с такой же вероятностью $\pi = -1$.

2.Энергия некоторого состояния иона $Li+++$ совпадает с энергией основного состояния атома водорода. Какое значение может принимать в этом состоянии орбитальный момент электрона ?

A. $l = 0$

B. $l = 1$

C. $l = 0, 1$

D. $l = 2$

E. $l = 0, 1, 2$

F.$l = 0, 1, 2, 3$

3. Частица массы *m*, движущаяся вдоль прямой $-\infty < x < \infty$, описывается волновой функцией $\Psi(x) = Ne^{-\alpha|x|}$. Чему равно в этом состоянии среднее (наблюдаемое) значение импульса?

A. $\langle p_x \rangle = \hbar\alpha$

B. $\langle p_x \rangle = -\hbar\alpha$

C. $\langle p_x \rangle = 0$

D. $\langle p_x \rangle = \dfrac{\hbar}{\alpha}$

E. $\langle p_x \rangle = -\dfrac{\hbar}{\alpha}$

4. В условиях задачи *3* чему равно среднее значение квадрата координаты?

A. $\langle x^2 \rangle = \dfrac{1}{\alpha^2}$

B. $\langle x^2 \rangle = \dfrac{1}{2\alpha^2}$

C. $\langle x^2 \rangle = \alpha^2$

D. $\langle x^2 \rangle = \dfrac{\alpha^2}{2}$

5. Гармонический осциллятор находится в основном состоянии, характеризующимся энергией $\frac{\hbar\omega}{2}$. Чему равно среднее значение потенциальной энергии осциллятора в этом состоянии ?

A. $\langle U\rangle = \frac{\hbar\omega}{2}$

B. $\langle U\rangle = \frac{\hbar\omega}{4}$

C. $\langle U\rangle = 0$

D. $\langle U\rangle = \frac{\hbar\omega}{3}$

E. $\langle U\rangle = \frac{\hbar\omega}{6}$

6. Чему равен коммутатор $\left\lfloor \hat{A}^2, \hat{B} \right\rfloor$, если $\left\lfloor \hat{A}, \hat{B} \right\rfloor = i\alpha\hat{I}$ (α – постоянная, $\hat{I}$ - единичный оператор)

A. $i\alpha\hat{A}$

B. $2i\alpha\hat{A}$

C. $i\alpha\hat{B}$

D. $2i\alpha\hat{B}$

E. $i\alpha^2\hat{A}$

F. $i\alpha^2\hat{B}$

7. В условиях предыдущей задачи в некотором состоянии квантовой системы $\langle A\rangle = a$, $\langle A^2\rangle = 2a^2$, $\langle B\rangle = в$, $\langle B^2\rangle = 2в^2$. Как записывается в этом случае обобщенное соотношение неопределенностей для пары операторов $\hat{A}^2, \hat{B}$?

A. $\Delta(A^2)\cdot\Delta B \geq \alpha a$

B. $\Delta(A^2)\cdot\Delta B \geq 2\alpha в$

C. $\Delta(A^2)\cdot\Delta B \geq \alpha a^2$

D. $\Delta(A^2)\cdot\Delta B \geq \alpha a в$

E. $\Delta(A^2)\cdot\Delta B \geq \frac{1}{2}\alpha a$

8. Частица движется вдоль прямой $-\infty < x < \infty$ и характеризуется волновой функцией рассеяния вида $\Psi(x) = Ae^{ikx} + Be^{-ikx}$. В указанном состоянии плотность потока вероятности jx равна

A. $\frac{\hbar k}{m}|A - B|^2$

B. $\frac{\hbar k}{m}(|A|^2 - |B|^2)$

C. $\frac{\hbar k}{m}|A + B|^2$

D. $\frac{\hbar k}{m}(|A|^2+|B|^2)$

9. Частица рассеивается на одномерном потенциальном барьере прямоугольной формы. Высота барьера V_0, его ширина и масса частицы m связаны соотношением $\frac{1}{\hbar}(2mV_0)^{\frac{1}{2}}a=\pi$. При каком значении отношения $\xi=\frac{E}{V_0}$ (E – энергия частицы) коэффициент надбарьерного отражения равен *0* ? В вариантах ответа n – целое неотрицательное число.

A. $\xi=n$

B. $\xi=n-1$

C. $\xi=n^2-1$

D. $\xi=n+1$

E. $\xi=n^2+1$

10. Частица, описывающаяся волновой функцией Ae^{ikx}, падает слева на потенциальный барьер. После прохождения барьера волновая функция описывается выражением $i\frac{A}{2}e^{2ikx}$.

Коэффициент прохождения такого барьера равен :

A. 1

B. $\frac{1}{2}$

C. $\frac{1}{4}$.

11. Частица со спином *1* описывается спинором $\begin{pmatrix}\frac{1}{2}\\ \frac{1}{\sqrt{2}}\\ \alpha\end{pmatrix}$. При каких α этот спинор нормирован на *1* ?

A. $\frac{1}{2}$

B. $-\frac{1}{2}$

C. $\frac{1}{2}e^{i\varphi}$

D. $\frac{1}{\sqrt{2}}e^{i\varphi}$

12. Определите орбитальный момент относительного движения α – частицы и нейтрона в термоядерном резонансе ^5He (E_R~16/76 МэВ). Спин резонанса 3/2, четность положительна.

A. 0
B. 1
C. 2
D. 3
E. 4

13. Какая доля электронов с энергией 1 эВ пройдет через прямоугольный потенциаль-ный барьер высотой 8 эВ и шириной 0,5 Нм?

A. 10^{-5}

B. $2\cdot10^{-6}$

C. $2\cdot10^{-5}$

D. $\frac{1}{\sqrt{2}}10^{-5}$

E. $3\cdot10^{-5}$

14 . Чему равно наиболее вероятное расстояние электрона от ядра в состоянии *2p?* Заряд ядра *Z*. Система предполагается водородоподобной.

A. $2a_0$

B. $3a_0$

C. $4a_0$

15. Как изменится энергия основного состояния атома водорода при включении дополнительного малого взаимодействия между протоном и электроном вида $W(r) = -\frac{\alpha e^2}{r} + kr^2$?

A. $-\alpha Ry + 3ka_0$

B. $-\alpha Ry + 3ka_0^2$

C. $-\alpha Ry+\frac{3}{2}ka_0^2$

E. $-\frac{\alpha e^2}{a_0}+3ka_0^2$

Ответы

1. A
2. E
3. C
4. B
5. B
6. A
7. A
8. B
9. E
10. B
11. C
12. C
13. B.
14. C
15. B,E

б) критерии оценивания компетенций (результатов):

Оценка «отлично»-тестовые задания выполнены более чем на 80%, продемонстрировано уверенное знание теоретических положений, допустимо наличие в решениях несущественных неточностей.
Оценка «хорошо» - тестовые задания выполнены более чем на 2/3, при этом продемонстрированы прочные знания учебного материала, однако, решения содержат определенные (несущественные) неточности.
Оценка «удовлетворительно» - тестовые задания выполнены более чем на 50%, знание учебного материала-посредственное.**Оценка «неудовлетворительно»**- решено менее 50% заданий, в решении заданий имеются существенные ошибки, продемонстрировано незнание значительной части учебного материала.

в) описание шкалы оценивания:

Оценка «отлично»- 26-30 баллов
Оценка «хорошо»-21-25 баллов
Оценка «удовлетворительно»-15-20 баллов

Оценка «неудовлетворительно»-меньше 15 баллов

Экзаменационные билеты

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Обнинский институт атомной энергетики –

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)

ОТДЕЛЕНИЕ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

Специальность 14.05.01 «Ядерные реакторы и материалы»

Образовательная программа «Ядерные реакторы»

Дисциплина Квантовая механика и статистическая физика

Экзаменационный билет №1

1.

_____/_____

“____”_____20___ г.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Обнинский институт атомной энергетики –

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)

Специальность 14.05.01 «Ядерные реакторы и материалы»

Образовательная программа «Ядерные реакторы»

Дисциплина Квантовая механика и статистическая физика

Экзаменационный билет №1

1.

_____/_____

“____”_____20___ г.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Обнинский институт атомной энергетики –

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)

Специальность 14.05.01 «Ядерные реакторы и материалы»
Образовательная программа «Ядерные реакторы»
Дисциплина Квантовая механика и статистическая физика

Экзаменационный билет №3

1. Интегрирование уравнений движения методом Гамильтона-Якоби.
2. Принцип виртуальных перемещений.
3. Задача.

_____/_____
“____”_____20___ г.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Обнинский институт атомной энергетики –

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)

Специальность 14.05.01 «Ядерные реакторы и материалы»
Образовательная программа «Ядерные реакторы»
Дисциплина Квантовая механика и статистическая физика

Экзаменационный билет №4

1. Уравнение Лагранжа 2-го рода. Первые интегралы.
2. Определение и уравнение обобщенных сил.
3. Задача.

_____/_____
“____”_____20___ г.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Обнинский институт атомной энергетики –

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)

Специальность 14.05.01 «Ядерные реакторы и материалы»
Образовательная программа «Ядерные реакторы»
Дисциплина Квантовая механика и статистическая физика

Экзаменационный билет №5

1. Уравнения Гамильтона-Якоби. Полный интеграл уравнения.
2. Определение и уравнение идеальных связей.
3. Задача.

_____/_____
“____”_____20___ г.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Обнинский институт атомной энергетики –

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)

Специальность 14.05.01 «Ядерные реакторы и материалы»
Образовательная программа «Ядерные реакторы»
Дисциплина Квантовая механика и статистическая физика

Экзаменационный билет №6

1. Переменные Гамильтона. Канонические уравнения Гамильтона.
2. Обобщенные координаты и обобщенные силы.
3. Задача.

_____/_____
“____”_____20___ г.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Обнинский институт атомной энергетики –

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)

Специальность 14.05.01 «Ядерные реакторы и материалы»
Образовательная программа «Ядерные реакторы»
Дисциплина Квантовая механика и статистическая физика

Экзаменационный билет №7

1. Фазовое пространство. Интегральные инварианты.
2. Действительные и виртуальные перемещения.
3. Задача.

_____/_____
“___”_____20___ г.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Обнинский институт атомной энергетики –

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)

Специальность 14.05.01 «Ядерные реакторы и материалы»
Образовательная программа «Ядерные реакторы»
Дисциплина Квантовая механика и статистическая физика

1. Адиабатические инварианты. Переменные действие-угол.
2. Уравнение связей. Голономные системы.
3. Задача.

_____/_____
“___”_____20___ г.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Обнинский институт атомной энергетики –

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)

Специальность 14.05.01 «Ядерные реакторы и материалы»

Образовательная программа «Ядерные реакторы»

Дисциплина Квантовая механика и статистическая физика

Экзаменационный билет №9

1. Принцип наименьшего действия Гамильтона.
2. Принцип Даламбера. Общее уравнение динамики.
3. Задача.

_____/_____

“____”_____20___ г.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Обнинский институт атомной энергетики –

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)

Специальность 14.05.01 «Ядерные реакторы и материалы»

Образовательная программа «Ядерные реакторы»

Дисциплина Квантовая механика и статистическая физика

Экзаменационный билет №10

1. Скобки Пуассона и их свойства.
2. Принцип наименьшего действия Мопертюи-Лагранжа.
3. Задача.

_____/_____

“____”_____20___ г.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Обнинский институт атомной энергетики –

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)

Специальность 14.05.01 «Ядерные реакторы и материалы»
Образовательная программа «Ядерные реакторы»
Дисциплина Квантовая механика и статистическая физика

Экзаменационный билет №11

1. Канонические преобразования уравнений Гамильтона.
2. Фазовое и координатное пространства. Теорема Лиувилля.
3. Задача.

_____/_____
“___”_____20___ г.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Обнинский институт атомной энергетики –

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)

Специальность 14.05.01 «Ядерные реакторы и материалы»
Образовательная программа «Ядерные реакторы»
Дисциплина Квантовая механика и статистическая физика

Экзаменационный билет №12

1. Преобразования Лежандра уравнений Лагранжа.
2. Физический смысл функций Лагранжа и Гамильтона.
3. Задача.

_____/_____
“___”_____20___ г.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Обнинский институт атомной энергетики –

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)

Специальность 14.05.01 «Ядерные реакторы и материалы»

Образовательная программа «Ядерные реакторы»

Дисциплина Квантовая механика и статистическая физика

Экзаменационный билет №13

1. Циклические переменные в уравнениях движения.
2. Интегральный инвариант Пуанкаре и Пуанкаре-Картана.
3. Задача.

_____/_____

“____”_____20___ г.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Обнинский институт атомной энергетики –

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)

Специальность 14.05.01 «Ядерные реакторы и материалы»

Образовательная программа «Ядерные реакторы»

Дисциплина Квантовая механика и статистическая физика

Экзаменационный билет №14

1. Принцип наименьшего действия в форме Якоби.
2. Кинетическая энергия и функция Лагранжа в обобщенных координатах.
3. Задача.

_____/_____

“____”_____20___ г.

Критерии и шкала оценивания

Оценка	Критерии оценки
Отлично 36-40	Студент должен: - продемонстрировать глубокое и прочное усвоение знаний программного материала; - исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно изложить теоретический материал; - правильно формулировать определения; - продемонстрировать умения самостоятельной работы с литературой; - уметь сделать выводы по излагаемому материалу.
Хорошо 30-35	Студент должен: - продемонстрировать достаточно полное знание программного материала; - продемонстрировать знание основных теоретических понятий; достаточно последовательно, грамотно и логически стройно излагать материал; - продемонстрировать умение ориентироваться в литературе; - уметь сделать достаточно обоснованные выводы по излагаемому материалу.
Удовлетворительно 24-29	Студент должен: - продемонстрировать общее знание изучаемого материала; - показать общее владение понятийным аппаратом дисциплины; - уметь строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса; - знать основную рекомендуемую программой учебную литературу.
Неудовлетворительно 23 и меньше	Студент демонстрирует: - незнание значительной части программного материала; - не владение понятийным аппаратом дисциплины; - существенные ошибки при изложении учебного материала; - неумение строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса; - неумение делать выводы по излагаемому материалу.

Задания для контрольной работы №1

Вариант 1.

1.

Кинетическая и потенциальная энергии сферического маятника определяются равенствами

$$T = \frac{1}{2} ml^2 (\dot{\theta}^2 + \dot{\psi}^2 \sin^2 \theta),$$

$$\Pi = mgl (1 - \cos \theta).$$

2.

Система с одной степенью свободы, находящейся под действием потенциальной нелинейной силы и силы сопротивления, пропорциональной первой степени скорости. Кинетическая T и потенциальная П энергии системы определяются равенствами

$$T = \frac{1}{2} M \dot{q}^2, \quad \Pi = \frac{\varkappa}{m+1} q^{m+1}$$

где M - приведенная масса системы, предполагаемая постоянной, x - постоянный коэффициент, а m >=2 - положительное целое число.
Помимо потенциальной силы, на систему действует сила сопротивления, пропорциональная первой степени скорости, так что уравнение движения

$$\frac{d}{dt} \frac{\partial T}{\partial \dot{q}} - \frac{\partial T}{\partial q} = - \frac{\partial \Pi}{\partial q} - \mu \dot{q}$$

где μ — положительная постоянная, характеризующая силу сопротивления.

Вариант 2.

1.

Кинетическая T и потенциальная П энергии спутника определяются равенствами

$$T = \frac{m}{2} (\dot{r}^2 + r^2 \dot{\theta}^2 + r^2 \cos^2 \theta \dot{\varphi}^2), \quad \Pi = -\mu \frac{m}{r}.$$

2.

Диск на абсолютно гладкой плоскости является голономной механической системой с пятью степенями свободы, причём потенциальная и кинетическая

энергии диска есть $\Pi = mg\rho\sin\theta$,

$$T = \frac{1}{2}m(\dot{q}_4^2 + \dot{q}_5^2) + \frac{1}{8}m\rho^2\dot{q}_1^2\,(1 + 4\cos^2 q_1) +$$
$$+ \frac{1}{8}m\rho^2\dot{q}_3^2\sin^2 q_1 + \frac{1}{4}m\rho^2(\dot{q}_3\cos q_1 + \dot{q}_2)^2.$$

где - радиус диска ивведены обозначения
$q_1 = \theta;\ q_2 = \varphi;\ q_3 = \psi;\ q_4 = x;\ q_5 = y.$

Критерии оценивания компетенций (результатов):

– уровень освоения обучающимся материала, предусмотренного учебной программой;

– умение обучающегося использовать теоретические знания при выполнении заданий и задач;

– обоснованность, четкость, краткость изложения ответа.

Описание шкалы оценивания:

25-30 баллов ставится, если:

– изученный материал изложен полно, определения даны верно;

– ответ показывает понимание материала;

– обучающийся может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры, не только по учебнику и конспекту, но и самостоятельно составленные.

18-24 баллов ставится, если:

– изученный материал изложен достаточно полно;

– при ответе допускаются ошибки, заминки, которые обучающийся в состоянии исправить самостоятельно при наводящих вопросах;

– обучающийся затрудняется с ответами на 1-2 дополнительных вопроса.

15-17 баллов ставится, если:

– материал изложен неполно, с неточностями в определении понятий или формулировке определений;

– материал излагается непоследовательно;

–обучающийся не может достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры;

– на 50% дополнительных вопросов даны неверные ответы.

0-14 баллов ставится, если:

– при ответе обнаруживается полное незнание и непонимание изучаемого материала;

– материал излагается неуверенно, беспорядочно;

– даны неверные ответы более чем на 50% дополнительных вопросов.

Задания для контрольной работы №2

Вариант 1.

1.

Шарик массы *m* находится внутри прямолинейной горизонтальной трубки *AB,* которая равномерно вращается с угловой скоростью ω вокруг вертикальной оси, проходящей через точку *A.* Шарик соединен с неподвижной точкой *A* пружиной жесткости *c.* За обобщенную координату принимаем расстояние *x* шарика от точки *A.* Если пренебречь массой пружины, кинетическая энергия шарика будет равна

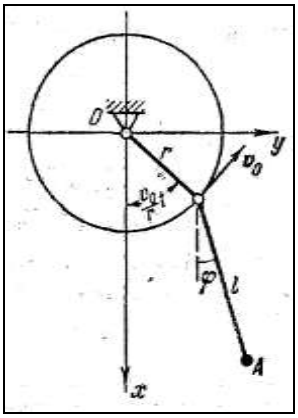
$$T = \frac{1}{2} m (\dot{x}^2 + \dot{x}^2\omega^2).$$

Если x_0 — длина пружины в ненапряженном состоянии, то потенциальная энергия

$$\Pi = \frac{c}{2} (x - x_0)^2$$

2.

Математический маятник длины *l*, точка подвеса которого совершает движение по вертикальной окружности радиуса *r* с постоянной скоростью. За обобщенную координату примем $q = \varphi$. Кинетическая и потенциальная энергии соответственно равны



$$T = \frac{1}{2} m \left(\dot{x}_A^2 + \dot{y}_A^2\right) = \frac{1}{2} m \left[l^2\dot{\varphi}^2 + 2v_0 l\dot{\varphi} \cos\left(\varphi - \frac{v_0}{r} t\right) + v_0^2\right].$$

$$\Pi = - mgl \cos \varphi.$$

Вариант 2.

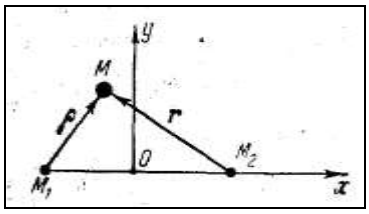
1.

Движение материальной точки под действием центральной силы. За обобщенные координаты примем полярные координаты. Кинетическая энергия

$T = \frac{1}{2} m (\dot{x}^2 + \dot{y}^2) = \frac{1}{2} m (\dot{r}^2 + r^2\dot{\varphi}^2).$ Потенциальная энергия П=-k/r.

2.

Плоское движение материальной точки *M* массы *m,* притягиваемой к двум неподвижным центрам силами, обратно пропорциональными расстояниям от точки до притягивающих центров M_1M_2 = 2a



Выражения для кинетической и потенциальной энергии имеют вид

де c_1 и c_2 —коэффициенты пропорциональности,

За обобщенные координаты принять $\lambda = \frac{1}{2a}(r+\rho), \quad \mu = \frac{1}{2a}(r-\rho).$

Критерии оценивания компетенций (результатов):

– уровень освоения обучающимся материала, предусмотренного учебной программой;

– умение обучающегося использовать теоретические знания при выполнении заданий и задач;

– обоснованность, четкость, краткость изложения ответа.

Описание шкалы оценивания:

25-30 баллов ставится, если:

– изученный материал изложен полно, определения даны верно;

– ответ показывает понимание материала;

– обучающийся может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры, не только по учебнику и конспекту, но и самостоятельно составленные.

18-24 баллов ставится, если:

– изученный материал изложен достаточно полно;

– при ответе допускаются ошибки, заминки, которые обучающийся в состоянии исправить самостоятельно при наводящих вопросах;

– обучающийся затрудняется с ответами на 1-2 дополнительных вопроса.

15-17 баллов ставится, если:

– материал изложен неполно, с неточностями в определении понятий или формулировке определений;

– материал излагается непоследовательно;

–обучающийся не может достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры;

– на 50% дополнительных вопросов даны неверные ответы.

0-14 баллов ставится, если:

– при ответе обнаруживается полное незнание и непонимание изучаемого материала;

– материал излагается неуверенно, беспорядочно;

– даны неверные ответы более чем на 50% дополнительных вопросов.