

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Физико-технический факультет**

УТВЕРЖДЕНО:

на заседании Ученого совета
физико-технического факультета
протокол № 6 от 19.02.2021 г.
председатель Ученого совета
_____ А. Ю. Собко



ПРОГРАММА

профильного экзамена
для абитуриентов, поступающих на обучение
по образовательной программе

МАГИСТРАТУРЫ

на направление подготовки:

03.04.02 Физика

Магистерская программа:
Физика конденсированного состояния

Донецк, 2021

Содержание программы

1. Введение	3
2. Объем требований для поступающих на направление подготовки 03.04.02 Физика (Магистерская программа: Физика конденсированного состояния)	3
3. Порядок проведения и критерии оценивания	6
4. Образец экзаменационного билета	8
5. Список рекомендованной литературы	11

1. Введение

Главной целью профильного экзамена по направлению подготовки является определение практической и теоретической готовности выпускника-бакалавра/специалиста к продолжению обучения в магистратуре по направлению 03.04.02 Физика (Магистерская программа: Физика конденсированного состояния). Задачей профильного экзамена по направлению подготовки является выявление уровня общей физической культуры абитуриентов, поступающих в магистратуру, контроль знаний по всем фундаментальным физическим дисциплинам, которые обеспечивают содержательный компонент подготовки выпускника к продолжению обучения в магистратуре по направлению 03.04.02 Физика (Магистерская программа: Физика конденсированного состояния). К профильному экзамену по направлению подготовки допускаются лица, имеющие диплом бакалавра или специалиста. Программа профильного экзамена в магистратуру по направлению 03.04.02 Физика (Магистерская программа: Физика конденсированного состояния) интегрирует программы фундаментальных физических курсов «Механика», «Электричество и магнетизм», «Квантовая механика», «Молекулярная физика, статистическая физика и термодинамика». Программа содержит понятия, теоремы, факты, которые должен знать абитуриент для выполнения практических заданий, список литературы.

2. Объем требований для поступающих на направление подготовки 03.04.02 Физика (Магистерская программа: Физика конденсированного состояния)

1. МЕХАНИКА

1. Законы Ньютона, интегрирование уравнений движения.
2. Симметрия пространства и времени, интегралы движения, законы сохранения.
3. Использование интегралов движения на примере задачи Кеплера.
4. Рассеяние и распад частиц. Дифференциальное и полное сечение рассеяния. Формула Резерфорда, малоугловое рассеяние.
5. Свободные и вынужденные колебания систем с одной степенью свободы.
6. Сохранение энергии. Амплитуда колебаний при произвольном воздействии.
7. Колебания с несколькими степенями свободы. Собственные частоты и нормальные координаты.

8. Колебания при наличии трения. Диссипативная функция и ширина резонансной кривой.
9. Уравнения Гамильтона. Скобки Пуассона. Действие как функция координат.
10. Канонические преобразования. Фазовое пространство. Теорема Лиувилля. Уравнение Гамильтона-Якоби.

2. ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И МАГНЕТИЗМ

1. Постулаты специальной теории относительности. Преобразования Лоренца и их следствия.
2. Рассеяние и распад свободных частиц. Примеры- эффект Мессбауэра, эффект Комптона, эффект Вавилова-Черенкова, энергетический порок реакции.
3. Движение заряженных частиц в электромагнитном поле. Сила Лоренца. Релятивистские и нерелятивистские случаи.
4. Тензор электромагнитного поля. Уравнения Максвелла в дифференциальной и интегральной форме, граничные условия к ним.
5. Закон Кулона. Потенциал электрического поля. Диполь и другие мультипольные моменты.
6. Постоянное магнитное поле. Магнитный момент. Закон Био-Савара-Лапласа.
7. Проводники и диэлектрики. Поляризация. Материальные соотношения.
8. Магнитное поле в веществе. Парамагнетики, диамагнетики, ферромагнетики и их свойства.
9. Волновое уравнение. Плоская монохроматическая волна в изотропной и анизотропной среде. Уравнение Френеля.
10. Отражение и преломление электромагнитных волн. Коэффициенты отражения и преломления.
11. Постоянный ток. Эффект Холла.
12. Квазистационарное поле. Скин-эффект.

3. КВАНТОВАЯ МЕХАНИКА

1. Математический аппарат квантовой механики. Линейное векторное пространство, базис, операторы. Собственные векторы и собственные значения. Коммутирующие операторы. Вырожденные собственные значения.
2. Основания квантовой механики. Волновая функция, среднее значение физической величины. Операторы координаты и импульса, коммутационные соотношения. Гамильтониан, стационарное уравнение Шредингера.

Дискретный и непрерывный спектр, связанные и несвязанные состояния квантовых систем.

3. Временная эволюция физической системы. Временное уравнение Шредингера. Зависимость средних значений физических величин от времени.

4. Одномерное движение. Гамильтониан свободного движения в одном измерении, волновая функция, энергия и импульс. Длина волны де Бройля. Квантовая частица в одномерной потенциальной яме, энергии и волновые функции. Отражение и прохождение от потенциальных барьеров (Туннельный эффект)

5. Квантовый гармонический осциллятор. Гамильтониан, операторы рождения и уничтожения, коммутационные соотношения.

6. Оператор углового момента. Коммутационные соотношения для оператора момента импульса L . Собственные функции и собственные значения операторов L^2 и L_z .

7. Движение в поле центральных сил. Кулоновское поле. Радиальная и угловая части волновой функции.

8. Спин. Свойства операторов S^2 , S_z для частицы со спином $\frac{1}{2}$, собственные векторы и собственные значения. Значения проекции спина на выделенную ось. Оператор спин-орбитального взаимодействия.

9. Системы из одинаковых частиц. Фермионы и бозоны. Свойства волновой функции. Координатная и спиновая части для невзаимодействующих фермионов. Синглетное и триплетное состояния.

10. Многоэлектронные системы. Одночастичные и многочастичные состояния электронов. Приближение среднего поля. Уравнения Хартри и Хартри-Фока, обменное взаимодействие.

4.МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА, СТАТИСТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА И ТЕРМОДИНАМИКА

1. Основные положения молекулярно-кинетической теории. Статистическое распределение.

2. Вычисление средних физических величин в классической физике. Статистическая независимость.

3. Теорема Лиувилля. Микроканоническое распределение.

4. Термодинамические величины. Термодинамические потенциалы. Соотношения между производными от термодинамических величин.

5. Равновесные состояния и равновесные процессы. Работа. Внутренняя энергия. Первое начало термодинамики. Круговые процессы. Цикл Карно. Второе начало термодинамики.

6. Каноническое распределение Гиббса. Статсумма и интеграл.
7. Распределение Максвелла молекул по скоростям. Характерные скорости распределения Максвелла. Распределение Больцмана. Барометрическая формула.
8. Большое каноническое распределение. Распределения Бозе-Эйнштейна и Ферми-Дирака.
9. Распределение энергии по степеням свободы. Теплоемкость. Классическая и квантовая теория теплоемкости. Формула Дебая.
10. Излучение абсолютно черного тела. Формула Планка.

3. Порядок проведения и критерии оценивания

Профильный экзамен по направлению подготовки проводится в один этап в форме письменного экзамена, по билетам. Экзаменационные задания должны быть выполнены в течение 120 минут. Ответ абитуриента рассматривается экзаменационной комиссией и оценивается на закрытом заседании по сто балльной шкале. Билет содержит 2 задания: тестовое задание и творческое задание. Оценка за выполнение тестового задания 60 баллов, оценка за выполнение творческого задания – 40 баллов. Максимальное количество баллов за решение всех заданий 100 баллов.

Каждый правильный ответ на вопрос из тестового задания оценивается в 6 баллов. Каждый ответ на вопросы из творческого задания оценивается от 0 до 40 баллов по следующим критериям:

Баллы	Критерии оценивания
0-10	Ответ, в котором допущены грубые ошибки при изложении теоретического материала или в практических расчётах. При отсутствии ответа выставляется 0 баллов.
11-20	Неполный ответ, ответ без чёткого указания причин и следствий, с ошибками в изложении материала или практических расчетах.
21-30	Полный, но недостаточно логичный или обоснованный ответ на вопрос, с несущественными ошибками в изложении материала и практических расчетах.
31-40	Полный, чёткий, логичный и обоснованный ответ на вопрос оценивается в 40 баллов. Оценка может быть снижена за неточности в формулировках и вычислениях.

Таким образом, максимальное количество баллов за выполнение тестового задания составляет **60** баллов, за выполнение творческого задания – **40** баллов. Следовательно, максимальное количество баллов, полученных на экзамене, составляет **100** баллов.

Соответственно, по ниже приведенной схеме осуществляется перевод баллов в пятибалльную систему:

100-балльная шкала	5-балльная шкала
0-59	«2» (неудовлетворительно)
60-74	«3» (удовлетворительно)
75-89	«4» (хорошо)
90-100	«5» (отлично)

Примечание. Лица, получившие 0–59 балла (по 100-балльной шкале) считаются получившими оценку «неудовлетворительно».

Допускается использование только шариковой ручки с пастой синего цвета. Обязательно фиксируется номер варианта на первом листе письменной работы. Никакие лишние пометки на листе письменной работы не допускаются.

Структура экзаменационного билета.

Билет состоит из двух заданий.

Тестовое задание содержит 10 вопросов. На каждый вопрос предлагается три, четыре или пять вариантов ответа, обозначенных буквами, причём верным является только один из вариантов ответа. Среди вариантов ответов необходимо найти наиболее правильное и полное теоретическое положение, фрагмент формулировки, тезис, отвечающий требованиям, заданным в условии.

Творческое задание содержит задачу, требующую развернутого ответа, пояснения, исследования ситуации, выполнения расчётов или применения других практических навыков. Цель этой части задания – выявление глубины теоретических и практических знаний абитуриента, понимания им сути изученного материала, умения применять знания в практических расчётах, анализировать и исследовать результаты расчётов.

4. Образец экзаменационного билета

УТВЕРЖДЕНО:

на заседании Ученого совета
физико-технического факультета
протокол № 6 от 19.02.2021 г
Председатель Ученого совета
_____ А. Ю. Собко

**ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»
Физико-технический факультет**

Профильный экзамен по	НАПРАВЛЕНИЮ ПОДГОТОВКИ
Образовательная программа	магистратура
Форма обучения	очная
Направление подготовки:	03.04.02 Физика
Магистерская программа	Физика конденсированного состояния

БИЛЕТ №1

Тестовое задание

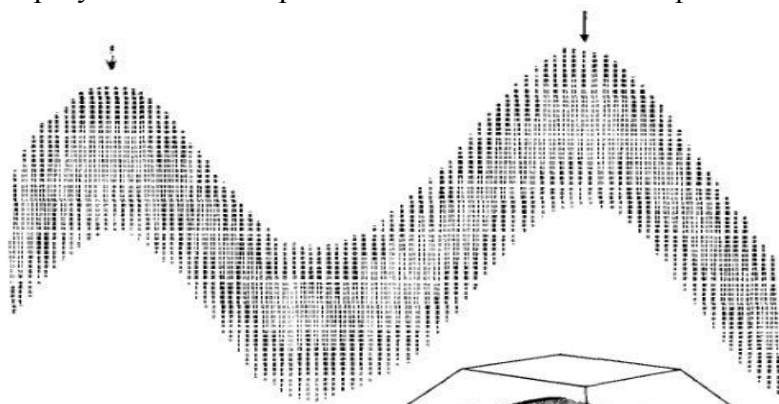
- 1) Для тела в поле действия центральной силы интегралами движения являются:
 - а) Момент импульса и энергия
 - б) Импульс и момент импульса
 - в) Импульс и энергия
- 2) Дифференциальным сечением рассеяния называется
 - а) Отношение площади, которую пересекает поток налетающих частиц к интервалу телесного угла, в который они рассеиваются
 - б) Отношение плотности потока налетающих частиц к интервалу телесного угла, в который они рассеиваются
 - в) Отношение потока налетающих частиц к интервалу телесного угла, в который они рассеиваются
- 3) Какая из компонент электрического поля \vec{E} в сплошной среде является непрерывной на границе раздела двух сред
 - а) Только нормальная
 - б) Только касательная
 - в) Нормальная и касательная
- 4) То, что волновое уравнение, которому удовлетворяет волновая функция Ψ должно быть линейным по Ψ следует из
 - а) принципа неопределенности
 - б) принципа наименьшего действия
 - в) принципа суперпозиции

- 5) Энтропия S квазизамкнутой макроскопической системы, находящейся в состоянии теплового равновесия, связана со статистическим весом данного состояния $\Delta\Gamma$ соотношением
- $S = \ln \Delta\Gamma$
 - $S = 1/\Delta\Gamma$
 - $S = \Delta\Gamma$
- 6) Что такое кристаллическая структура?
- решетка.
 - решетка + базис.
 - базис.
 - ячейка Вигнера - Зейтца
 - примитивная ячейка.
- 7) Какая из линз в электронной микроскопии является главной при калибровке прибора?
- конденсорная
 - промежуточная
 - объективная
- 8) Дифференциальная сканирующая калориметрия (ДСК) – метод исследования, основанный на:
- регистрации изменения температуры
 - регистрации изменения времени превращения
 - регистрации выделения и поглощения тепла
- 9) Молекулярные кристаллы описываются при помощи потенциала:
- ван - дер Ваальса взаимодействия (взаимодействие Лондона или диполь – дипольное взаимодействие): $U(R) = -\frac{C}{R^6}$.
 - потенциала Леннарда – Джонса: $U(R) = 4\varepsilon \cdot \left[\left(\frac{\sigma}{R} \right)^{12} - \left(\frac{\sigma}{R} \right)^6 \right]$
 - электростатического потенциала: $U(R) = N \cdot U_i = N \cdot \sum_j \left[\lambda \cdot \exp\left(-\frac{r_{ij}}{\rho} \right) \pm \frac{q^2}{r_{ij}} \right]$
 - потенциала типа: $U(R) = N \cdot U_i = N \cdot \left(z\lambda e^{-\frac{R}{\rho}} - \frac{\alpha q^2}{R} \right) \dots \dots \alpha = \sum \frac{\pm}{p_{ij}}$
 - псевдопотенциала Ашкрофта (модель пустого остова): $U(r) = \begin{cases} 0, \dots \dots r \leq R_c^A \\ -\frac{Ze^2}{r}, \dots r > R_c^A \end{cases}$
- 10) Какой вид волновой функции удовлетворяет теореме Блоха?
- плоская волна; б) плоская волна с переменной амплитудой; в) сферическая волна

Творческое задание

Задача:

Найти отношение площадей минимального и максимального сечений поверхности Ферми из результатов эксперимента де Гааза — ван Альфена для серебра, приведенного ниже.



Председатель Приёмной комиссии
Председатель экзаменационной комиссии

С. В. Беспалова
А. Ю. Собко

Год поступления 2021

5. Список рекомендованной литературы

1. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Механика. М., 2004.
2. Павленко Ю.Г. Лекции по теоретической механике. М. 1984.
3. Татаринов Я.В. Лекции по классической механике М., 1984.
4. Голдстейн Г. Классическая механика М. 1975.
5. Рабинович М. И., Трубецков Д. И. Введение в теорию колебаний и волн М, 1984.
6. Андронов А.А., Витт А.А., Хайкин С.Э. Теория колебаний М., 1981.
7. Сборник задач по теоретической физике. Гречко Л.Г., Сугаков В.И. и др.
8. Павленко Ю.Г. Задачи по теоретической физике. М. 1988.
9. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теория поля. М., 1988.
10. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Квантовая механика. Нерелятивистская теория. М., 1974.
11. Дирак П.А. Принципы квантовой механики. М., 1960.
12. Давидов А.С. Квантовая механика. М., 1973.
13. Шифф Л. Квантовая механика. М., 1959.
14. Фок В.А. Начала квантовой механики. М., 1976.
15. Елютин П.В., Кривченков В.Д. Квантовая механика с задачами. М., 1976.
16. Флюгге Э. Задачи по квантовой механике, т. 1, 2. М., 1974.
17. В.М.Галицкий, Б.М.Карнаков, В.И.Коган. Задачи по квантовой механике М:Наука, 1981.
18. Л.Д.Ландау, Е.М.Лифшиц. М.:Наука, 1976, Т 5, Статистическая физика.
19. Р.Фейнман. Статистическая механика, М.:Мир, 1975.
20. Кубо Р. Статистическая механика. М., 1967.
21. Хуанг К- Статистическая механика. М., 1966.
22. Гиббс Дж. В. Основные принципы статистической механики. М., 1946.
23. Больцман Л. Лекции по теории газов. М., 1965.
24. Боголюбов Н.Н. Проблемы динамической теории в статистической физике. Избр. труды, т. 2. Киев, 1970.
25. Кубо Р. Термодинамика. М., 1970.
26. Румер Ю.Б., Рывкин М.Ш. Термодинамика, статистическая физика и кинетика. М., 1977.
27. Ансельм А.И. Основы термодинамики и статистической физики., М. 1977.