

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
ВОСТОЧНО-КАЗАХСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
им. С. АМАНЖОЛОВА

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной и
учебно-методической работе
Мырзагалиева А.Б.
« 14 » 05 2018 г.



**ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ЭКЗАМЕНА
в докторантуру по специальности 6D060400 – «Физика»**

г. Усть-Каменогорск, 2018 г.

Составитель:


Зав. кафедрой физики и технологий _____ М. Кылышканов

Рекомендована на заседании кафедры от «__» _____ 2018 г. Протокол № _____

Зав. кафедрой _____  М. Кылышканов

Одобрено МСФ факультета естественных наук и технологий

«__» _____ 2018 г. Протокол № _____

Председатель МСФ _____  С. Айткожина

СОГЛАСОВАНО:

Декан факультета _____ Д. Ерболатулы

«__» _____ 2018 г.

ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ЭКЗАМЕНА В ДОКТОРАНТУРУ

Общие положения

На вступительном экзамене в докторантуру по специальности 6D060400 – «Физика» претендент должен продемонстрировать умения эффективно применять законы физики для решения конкретных теоретических и практических задач исследовательского и прикладного характера, ориентироваться в теоретическом материале, знание основных источников (литературных, научных, учебных, периодических изданий) и уточняются знания основных физических закономерностей.

Предлагаемая программа включает круг основных вопросов, излагаемых в разделах курса «Актуальные проблемы материаловедения», «Нанотехнологии и наноматериалы» и «Принципы современной физики».

Перечень и содержание дисциплин

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ

1. Введение в современное материаловедение. Цели и задачи материаловедения; основные технические материалы; классификация сталей по химическому составу, по качеству, по назначению; принципы маркировки углеродистых и легированных сталей.
2. Механические свойства и конструкционная прочность: механические свойства, определяемые при статическом растяжении; твердость; механические свойства, определяемые при динамических нагрузках; механические свойства, определяемые при циклических нагрузках; механические свойства, определяемые при повышенных температурах. Конструкционная прочность и свойства её определяющие; долговечность, как одно из свойств надежности; свойства, определяющие долговечность изделий. Технологические и эксплуатационные свойства материалов.
3. Атомно-кристаллическое строение металлов и сплавов: основные типы кристаллических решеток; анизотропия свойств кристаллов; полиморфизм; дефекты кристаллического строения; теоретическая и реальная прочность. Процессы плавления и кристаллизации.
4. Деформация и разрушение материалов: упругая и пластическая деформация; механизм пластической деформации; влияние пластической деформации на структуру и свойства металла; наклеп. Механизм зарождения трещины; вязкое и хрупкое разрушения; хладноломкость.
5. Влияние нагрева на структуру деформированного металла: рекристаллизация; возврат; влияние нагрева на структуру и свойства деформированного металла; холодная и горячая деформация.
6. Теория сплавов: понятие сплава, системы, компонента, фазы; твердые растворы, химические соединения, механические смеси; диаграммы состояния двойных сплавов (с полной растворимостью компонентов в твердом состоянии, образующих механические смеси из чистых компонентов, с ограниченной растворимостью компонентов в твердом состоянии, образующих химические соединения, компоненты которых испытывают полиморфные превращения); классификация видов термической обработки по А.А. Бочвару, связь между диаграммами состояния и возможностью термической обработки.
7. Железо и железоуглеродистые сплавы: соединение железа с углеродом; диаграмма состояния железо-цементит; чугуны.
8. Теория термической обработки стали: сущность и назначение термической обработки; связь между диаграммой состояния железо-цементит и режимами термической обработки сталей; основные превращения при термической обработке сталей (превращение перлита в

аустенит, превращение аустенита в перлит, диаграмма изотермического превращения аустенита, мартенситное превращение, бейнитное превращение, превращения при отпуске).

9. Технология термической обработки стали: основные составляющие технологического процесса термической обработки (температура и время нагрева, воздействие среды нагрева на металл, условия охлаждения); предварительная термическая обработка (отжиг 1 и 2 рода, нормализация); окончательная термическая обработка (закалка и отпуск, прокаливаемость, способы закалки); термомеханическая обработка.
10. Химико-термическая обработка и другие способы поверхностного упрочнения деталей: цементация, азотирование, борирование, силицирование, диффузионная металлизация, поверхностная закалка, методы поверхностного пластического деформирования.
11. Легированные стали и сплавы: легирование и его роль; влияние легирующих элементов на полиморфные превращения; фазы, образуемые легирующими элементами (твердые растворы, карбиды, интерметаллиды); влияние легирующих элементов на структуру и свойства сталей, на прокаливаемость; классификация легированных сталей по структуре в равновесном состоянии; дефекты легированных сталей.
12. Конструкционные стали общего назначения: строительные, арматурные, цементуемые, улучшаемые, рессорно-пружинные, высокопрочные, подшипниковые, автоматные.
13. Инструментальные сплавы: классификация инструментальных сплавов по назначению, по теплостойкости; сплавы для режущего, измерительного и штампового инструмента.
14. Специальные сплавы: коррозия и коррозионная стойкость; коррозионностойкие сплавы (хромистые нержавеющие, хромоникелевые нержавеющие); износостойкие стали; влияние повышенной температуры на свойства сплавов; жаропрочность, длительная прочность, релаксация, ползучесть; жаропрочные и жаростойкие сплавы; хладостойкие и криогенные сплавы; сплавы с особыми тепловыми и упругими свойствами; магнитные сплавы; электротехнические материалы.
15. Цветные металлы и сплавы: сплавы алюминия, меди, титана, магния, цинка; тугоплавкие металлы; припой.
16. Неметаллические материалы: полимеры; пластические массы; резиновые материалы; силикатные материалы; древесные материалы; клеящие материалы и герметики; лакокрасочные материалы; бумага, картон, текстиль и др.
17. Порошковые материалы. Композиционные материалы. Антифрикционные и фрикционные материалы. Материалы атомной энергетики.
18. Основы рационального выбора материалов и методов обеспечения работоспособности и надежности деталей машин и инструментов.

НАНОТЕХНОЛОГИИ И НАНОМАТЕРИАЛЫ

1. Введение в нанотехнологию. Цели и задачи современной нанотехнологии. Возникновение и развитие нанонауки. Природные и искусственные нанобъекты и наноструктуры, их особенности и возможность технологического применения. Основы физической химии и химии поверхностных явлений в наноразмерном состоянии. Проблемы, перспективы и опасности нанотехнологий.
2. Особенности физических взаимодействий на наномасштабах. Физические свойства наночастиц и дисперсных систем. Размерные эффекты. Оптические, механические, электрические, термодинамические и магнитные свойства нанобъектов. Сила трения. Механические колебания и резонансы в наноразмерных системах. Диссипативный резонанс.
3. Капиллярность и смачивание в наносистемах. Капли на твёрдой и жидкой поверхностях. Самоочищающаяся нанотрава и «эффект лотоса». Полное и неполное смачивание. Гидрофильность и гидрофобность твёрдых тел. Гистерезис угла смачивания. Роль химической неоднородности и шероховатости. Супергидрофобные поверхности.
4. Углеродные наноструктуры. Роль углерода в наномире. Природа углеродной связи и новые углеродные структуры. Аллотропные формы углерода: графит, алмаз, графен, фуллерены. Углеродные нанотрубки. Методы их получения, структура, свойства и применение.
5. Методы получения наночастиц. Новые принципы формирования наносистем. Физические и химические методы. Процессы получения нанобъектов «сверху— вниз». Пиролиз («фуллереновая дуга»); диспергирование; механосинтез, детонационный синтез, электровзрыв, литография. Процессы получения нанобъектов «снизу— вверх». Процессы зародышеобразования в газовых и конденсированных средах. Гетерогенное зародышеобразование, эпитаксия и гетероэпитаксия. Химические методы (метод химического осаждения, гидротермальный и сольвотермальный синтез, золь-гель метод).
6. Самосборка и самоорганизация. Типы межмолекулярных взаимодействий. Процесс самосборки. Самособирающиеся монослои. Самоорганизация в растворах поверхностно-активных веществ. Мицеллообразование. Коллоидные нанореакторы (обращенные мицеллы; жидкие кристаллы; адсорбционные слои; пленки Ленгмюра-Блуджетт; микроэмульсии). Самоорганизация в полимерных системах. Полимерные макромолекулы. Супрамолекулярная организация молекул. Дендримеры. Методы визуализации и анализа наносистем. Особенности анализа высокодисперсных систем. Физико-химическая диагностика наночастиц. Методы определения размера частиц и наноструктуры по рассеиванию света, кристаллография, масс-

спектроскопия. Методы получения рельефа наноповерхности: просвечивающая электронная, сканирующая зондовая и атомно-силовая микроскопии. Определение состава и структуры отдельной наночастицы. Оптическая и колебательная спектроскопии.

7. Устойчивость дисперсных систем. Седиментационная, агрегативная и конденсационная устойчивости дисперсных систем. Закономерности седиментации в гравитационном и центробежном полях. Основные методы регулирования устойчивости. Принцип структурно-механической стабилизации (П.А. Ребиндер). Особенности устойчивости нанодисперсных систем.
8. Прикладная нанотехнология. Инкрементная, эволюционная и радикальная нанотехнологии. Использование наночастиц в катализе, медицине, экологии и военном деле. Биологические наноструктуры. Нанороботы.

ПРИНЦИПЫ СОВРЕМЕННОЙ ФИЗИКИ

1. Функция Лагранжа свободной частицы. Обобщенные координаты и скорости. Циклические координаты. Уравнения Лагранжа. Примеры применения.
2. Функция Гамильтона свободной частицы. Обобщенные координаты и импульсы.
3. Принцип наименьшего действия. Уравнения Гамильтона. Примеры применения.
4. Действие как функция координат и времени. Связь с импульсом и энергией.
5. Уравнение Гамильтона-Якоби. Метод разделения переменных. Теорема Якоби. Решение задачи о свободном движении частицы.
6. Электродинамика – классическая теория электромагнитного взаимодействия. Уравнения Максвелла.
7. Запаздывающие потенциалы. Заряд в электромагнитном поле
8. Специальная теория относительности. Принципы СТО. Принцип относительности Галилея. Преобразования Лоренца. Релятивистские эффекты.
9. Метрический тензор. Интервал. Четырехмерные величины в СТО.
10. Общая теория относительности - теория гравитационного взаимодействия. Уравнения Эйнштейна.
11. Задача Шварцшильда. Физический смысл. Примеры применения.
12. Принципы квантовой механики. Принцип неопределенности Гейзенберга. Принцип дополнительности.
13. Принцип Паули. Волновая функция. Принцип суперпозиции.
14. Уравнение Клейна-Гордона-Фока. Уравнение Дирака.
15. Спиноры, спин и статистика. Симметрия групп частиц. Изотопический спин.
16. Калибровочная инвариантность. Калибровочные поля.

17. Квантовая электродинамика как калибровочная теория.
18. Квантовая хромодинамика как калибровочная теория
19. Космологический принцип. Закон Хаббла. Космическое фоновое микроволновое излучение.
20. Модель расширяющейся Вселенной. Большой взрыв. Ранние этапы эволюции Вселенной. Ускоренное расширение Вселенной, лямбда член

ЛИТЕРАТУРА:

Основная:

1. Солнцев Ю.П. *Материаловедение: Учебник для вузов* / Ю.П. Солнцев, Е.И. Пряхин. СПб.: ХИМИЗДАТ, 2007. 784 с.
2. Франценюк И.В. *Альбом микроструктур чугуна, стали, цветных металлов и их сплавов* / И.В. Франценюк, Л.И. Франценюк. М.: Академкнига, 2004. 192 с.
3. В.М. Сизяков. *Получение порошков алюминия, магния и титана с использованием методов нанометаллургии* / В.М. Сизяков, В.Г. Гопиенко, С.В. Александровский. Санкт-Петербургский государственный горный институт (технический университет). СПб, 2008. 95 с.
4. Орлов А.К. *Основы производства и обработки металлов* / А.К. Орлов, Г.В. Коновалов. Санкт-Петербургский государственный горный институт (технический университет). СПб, 2006. 115 с.
5. *Технология конструкционных материалов: Методические указания к лабораторным работам* / Санкт-Петербургский государственный горный институт университет. Сост.: А.Я.Бодуэн, Г.В. Коновалов, А.В. Цыбизов. СПб, 2011. 50 с.
6. Лахтин, Ю. М. *Материаловедение* / Ю. М. Лахтин. М.: Машиностроение, 1983. 582 с.
7. Арзамасов, Б. Н. *Материаловедение* / Б. Н. Арзамасов. М.: Машиностроение, 1986. 383 с.
8. Колачев, Б.А. *Металловедение и термическая обработка цветных металлов и сплавов* / Б. А. Колачев, В. А Ливанов, В. И. Елагин. М.: Металлургия, 1972. 480 с.
9. Геллер, Ю. А. *Материаловедение* / Ю. А. Геллер. М.: Машиностроение, 1088. 320 с.
10. Геллер Ю.А., Рахштадт А.Г. *Материаловедение*. М.: Металлургия, 1983. 384с. Лахтин Ю.М., Леонтьева В.П. *Материаловедение*. М.: Машиностроение, 1990. 528с.
11. А.И. Гусев, А.А. Ремпель, *Нанокристаллические материалы*, Москва, Физматгиз, 2001.
12. Рыбалкина М. – «Нанотехнологии для всех», 2005 г.
13. Андреев Э.П. *Пространство микромира*. М., 1969.
14. Готт В.С. *Философские вопросы современной физики*. М., 1988.
15. Пахомов Б.Я. *Становление современной физической картины мира*.

М,1985.

16. Философские проблемы естествознания. М., 1985.
17. Матвеев А.Н. Механика и теория относительности. –М.: Высшая школа. 1986, 415 с.

Дополнительная:

1. Циммерман Р., Гюнтер К. Металлургия и материаловедение. Справ.изд. М.: Металлургия, 1982. 480с.
2. Металловедение и термическая обработка стали. Т.П. Основы термической обработки / Под ред. Бернштейна М.Л., Рахштадта А.Г. М.: Металлургия, 1983. – 368 с.
- 5.Займан Дж. Принципы теории твердого тела. –М.: Мир.1966.
6. Павлов П.В., Хохлов А.Ф. Физика твердого тела. –М.: ВШ. 2000, 494 с.
- Гуляев, А. П, Металловедение / А. П. Гуляев. М.: Металлургия, 1978. 646
7. Стрелков С.П. Механика. –М.: Наука. 1975, 559 с.
8. Сивухин Д.В. Общий курс физики. –М.: Наука. 1989, 576 с.
9. Фок В.А. Теория пространства, времени и тяготения. М., 1961.
10. Вайнберг С. Мечты об окончательной теории: Физика в поисках самых фундаментальных законов природы. Пер. с англ. Изд.2. 2008. 256 с
11. Горбачев В.В. Концепции современного естествознания. В 2 ч.: Учебное пособие. - М.: Издательство МГУП, 2000, 274 с.
12. Владимиров Ю.С. Пространство-время: явные и скрытые размерности. Изд.2, перераб. и доп. 2010. 208 с
13. Неволин В.К. Зондовые нанотехнологии в электронике, (Мир электроники). М.: Техносфера, 2006, -160 с.
14. Сборник под ред. Мальцева П.П. Наноматериалы. Нанотехнологии. Наносистемная техника, (Мир материалов и технологий. Мировые достижения за 2005 год). М.: Техносфера, 2006, -152 с.
15. Под ред. Чаплыгина Ю.А. Нанотехнологии в электронике. М.: Техносфера, 2005, -448с.
16. Андриевский Р.А. Наноматериалы: концепция и современные проблемы // Российский химический журнал. - 2002. - Т. 46. - № 5. - С. 50-56.
17. Нанотехнология в ближайшем десятилетии. Прогноз направления исследований / Под ред. М. Роко, Р.С. Вильямса, П. Аливисатоса; Пер. С англ. под ред. Р.А. Андриевского. -М.: Мир, 2002. - 292 с.
18. Фейнман Р. Внизу полным полно места: приглашение в новый мир физики // Химия и жизнь. 2002. № 12. - С. 20-26.
19. Харрис П. Углеродные нанотрубы и родственные структуры. Новые материалы XXI века / Пер. с англ. под ред. Л.А.Чернозатонского. М.: Техносфера, 2003. -336 с.
20. Помогайло А.Д., Розенберг А.С., Уфлянд И.Е. Наночастицы металлов в полимерах. М.: Химия, 2000, -672 с.

21. Сарсембинов Ш.Ш., Приходько О.Ю., Максимова С.Я. Физические основы модификации электронных свойств некристаллических полупроводников. Гл. X. Модификация электронных свойств пленок аморфного алмазоподобного углерода. Алматы: Казак университеті, 2005, - 341 с.