

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий ОПКВК



В.П. Драгунов

«22» февраля 2022 г.

ПРОГРАММА

вступительного экзамена в аспирантуру по специальности
1.3.11. – Физика полупроводников

Новосибирск
2022

Программа обсуждена на заседании ученого совета факультета РЭФ
Протокол № 2 от 16 февраля 2022 г.

Программу разработал
зав. каф. ППиМЭ
к.т.н., доцент



Д.И. Остертак

Декан РЭФ,
к.т.н., доцент



С.А. Стрельцов

Ответственный за основную
образовательную программу

д.т.н., профессор



А.А. Величко

Введение

В основу программы вступительных испытаний положены следующие дисциплины: «Теоретическая физика», «Электродинамика», «Квантовая механика», «Физика твердого тела и полупроводников», «Физика полупроводниковых приборов», «Микроэлектромеханические системы».

Вопросы

1. Законы сохранения для импульса, момента импульса, энергии и их связь со свойствами пространства и времени.
2. Неинерциальные системы отсчета. Сила Кориолиса и ее проявление.
3. Поверхностное натяжение и капиллярные явления.
4. Закон Бернулли для течения жидкостей.
5. Преобразование Лорентца. Закон сложения скоростей в релятивистской механике.
6. Модель идеального газа. Распределение Максвелла для молекулы газа по импульсам.
7. Распределение Максвелла по энергиям для молекул идеального газа. Средняя энергия молекул идеального газа.
8. Теплоемкость газов. Связь теплоемкостей при постоянном давлении и постоянном объеме для газов.
9. Основные законы термодинамики.
10. Термодинамические потенциалы.
11. Распределение Гиббса.
12. Фазовое пространство и плотность состояний идеального газа.
13. Распределение Бозе-Эйнштейна и распределение Ферми-Дирака.
14. Уравнения Максвелла.
15. Электромагнитные потенциалы. Уравнение на электромагнитные потенциалы.
16. Поляризация диэлектриков. Диэлектрическая проницаемость и восприимчивость.
17. Уравнение Лапласа и Пуассона.
18. Магнитостатика. Уравнение на вектор-потенциал.
19. Переходные процессы в RLC-цепях.
20. Закон Ома для линейных цепей переменного тока.
21. Электромагнитные волны. Распространение электромагнитных волн в диэлектриках.
22. Электромагнитные волны в проводящих средах. Скин-эффект.
23. Граничные условия для векторов электромагнитного поля.
24. Электромагнитное поле в прямоугольном резонаторе.
25. Уравнение Шредингера. Гамильтониан. Физический смысл волновой функции.
26. Энергетический спектр и волновые функции электрона в прямоугольной потенциальной яме бесконечной глубины.

27. Особенности энергетического спектра и волновых функций в квантовой яме конечной глубины.
28. Гармонический осциллятор. Волновые функции и энергетический спектр.
29. Энергетический спектр и волновые функции электрона в атоме водорода.
30. Туннельный эффект. Коэффициенты отражения и прохождения через барьер.
31. Металлы диэлектрики и полупроводники с точки зрения зонной теории.
32. Теплоемкость твердых тел. Температурная зависимость теплоемкости.
33. Модель Друде-Лорентца для электропроводности в металлах.
34. Эффект термоЭДС и эффект Пельтье.
35. Эффект Холла.
36. Циклотронный резонанс.
37. Полупроводники р- и n-типа, р-n переход.
38. Полупроводниковый диод. ВАХ р-n перехода.
39. Биполярный транзистор. Принцип действия, основные характеристики.
40. Основные схемы включения транзистора.
41. Фотолюминесценция и фотопроводимость в полупроводниках.
42. Фотовольтаический эффект в полупроводниках.
43. Полупроводниковые лазеры.
44. Полевой транзистор. Принцип действия, конструкция, характеристики.
45. Полупроводниковые сенсоры. Тензорезисторы.
46. Явление сверхпроводимости в металлах.
47. Достоинства и недостатки электростатических преобразователей. Принцип функционирования. Электростатические силы в МЭМС при постоянном напряжении и заряде. Влияние краевых эффектов на электрическую ёмкость и электростатические силы в МЭМС.
48. Плоскопараллельный актюатор. Эффект схлопывания и способы его устранения.
49. Встречно-штыревые актюаторы. Виды конструкций и эффекты неустойчивости в них. Эффект электростатического размягчения в МЭМС.

Правила аттестации

Оценка знаний поступающего в аспирантуру осуществляется в виде экзамена в устной форме по билетам, составленным на основе представленных выше вопросов. Билет состоит из трех теоретических вопросов. По результатам ответа на вопросы по билету и, при необходимости, на дополнительные вопросы, поступающий в аспирантуру может получить следующие оценки:

Отлично – на три вопроса в билете даны правильные ответы, полностью раскрывающие суть вопросов, и на дополнительные вопросы, заданные комиссией, поступающий в аспирантуру ответил правильно и полностью.

Хорошо – на вопросы даны правильные, но не полные ответы. Раскрыта суть рассматриваемых процессов, но не приведены примеры. На дополнительные вопросы поступающий в аспирантуру ответил правильно.

Удовлетворительно – только на два из трех вопросов дан правильный ответ, но на дополнительные вопросы, заданной комиссией, поступающий в аспирантуру ответил правильно и полностью.

Неудовлетворительно – на два вопроса из трех по билету соискатель ответил неправильно.

Основная литература

1. Трофимова Т.И. Курс физики : учебное пособие для инженерно-технических специальностей вузов / Т.И. Трофимова. – М.: Академия, 2020. – 560 с.
2. Краснопевцев Е. А. Статистическая физика равновесных систем : учеб. пособие / Е. А. Краснопевцев. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2020. - 420 с.
3. Пейсахович Ю. Г. Классическая электродинамика : учеб. пособие / Ю. Г. Пейсахович . - 2-е изд., испр. и доп. . - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2017. - 649 с.
4. Краснопевцев Е. А. Квантовая механика в приложениях к физике твердого тела : учеб. пособие / Е. А. Краснопевцев. : Издательство НГТУ, 2010. - 355 с.
5. Иродов И.Е. Квантовая физика. Основные законы : учебное пособие / И.Е. Иродов. – Издательство Бинوم. Лаборатория знаний, 2014. – 256 с.
6. Драгунов В. П. Нанoeлектроника : учеб. пособие / В. П. Драгунов, И. Г. Неизвестный, В. А. Гридчин . - Изд. 3-е, исправленное и дополненное. - Москва : Юрайт, 2017. - ч. 1. - 285 с.
7. Драгунов В. П. Нанoeлектроника : учеб. пособие / В. П. Драгунов, И. Г. Неизвестный, В. А. Гридчин . - Изд. 3-е, исправ. и дополн. - Москва : Юрайт, 2017. - ч. 2. - 235 с.
8. Шалимова К.В. Физика полупроводников : учебник 4-е изд. / К.В. Шалимова. – Издательство «Лань», 2021. – 400 с.
9. Пул Ч., Оуэнс Ф., Нанотехнологии / Ч. Пул, Ф. Оуэнс. – Издательство Техносфера, 2010. – 340 с.
10. Гуртов В.А. Твердотельная электроника / В.А. Гуртов. – Издательство Техносфера, 2008. – 512 с.
11. Гуртов В.А. Физика твердого тела для инженеров : учебное пособие / В.А. Гуртов. - Издательство Техносфера, 2012. – 560 с.
12. Пасынков В.В., Чиркин Л.К. Полупроводниковые приборы : учебное пособие / В.В. Пасынков, Л.К. Чиркин. - Издательство «Лань», 2022. – 480 с.
13. Остертак Д. И. Микроэлектромеханика : учебное пособие / Д. И. Остертак : Издательство НГТУ, 2016. – 120 с.

Дополнительная литература

1. Краснопевцев Е. А. Электродинамика : учеб. пособие / Е. А. Краснопевцев. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2018. - 244 с.

2. Пейсахович Ю. Г. Физика конденсированного состояния. Нормальные металлы и сверхпроводники : учеб. пособие / Ю. Г. Пейсахович, Н. И. Филимонова. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2021. - 158 с.
3. Пейсахович Ю. Г. Физика конденсированного состояния. Фазовые переходы. Магнетики. Свойства диэлектриков : учеб. пособие / Ю. Г. Пейсахович, Н. И. Филимонова. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2018. - 163 с.
4. Драгунов В. П. Специальные главы нанoeлектроники : учеб. пособие / В. П. Драгунов, Д. И. Остертак. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2020. - 104 с.
5. Драгунов В. П. Наноструктуры: Физика, технология, применение, 2-е изд. : учеб. пособие / В. П. Драгунов, И. Г. Неизвестный. - : НГТУ, 2010. - 356 с.
6. Драгунов В. П. Основы нанoeлектроники, 2-е изд., испр. и доп. : учеб. пособие / В. П. Драгунов, И. Г. Неизвестный, В. А. Гридчин. - : НГТУ, 2004. - 496 с.
7. Бонч-Бруевич В.Л., Калашников С.Г. Физика полупроводников / В.Л. Бонч-Бруевич, С.Г. Калашников. – Издательство Наука, 1977. – 672 с.
8. Кравченко А.Ф., Овсяк В.Н. Электронные процессы в твердотельных системах пониженной размерности / А.Ф. Кравченко, В.Н. Овсяк. – Издательство НГУ, 2000, - 448 с.