

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
Государственное образовательное учреждение
Высшего профессионального образования
«Уральский государственный университет им. А.М. Горького»

Физический факультет
Кафедра общей и молекулярной физики

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС КАФЕДРЫ
«Физическая электроника»
для физиков
Программа дисциплины

Зав. кафедрой, профессор _____ С.Ф.Борисов

« _____ » _____ 2008 г.

УТВЕРЖДАЮ
Декан физического факультета
_____ А.Н.Бабушкин
«_____» _____ 2006 года

Программа дисциплины «Физическая электроника» составлена в соответствии с требованиями федерального компонента к обязательному минимуму содержания и уровню подготовки:

специалиста, по направлению 010700 «Физика»
по циклу ОПД дисциплин государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования.

Семестр 5

Общая трудоемкость дисциплины 108 часов

Отчетность: экзамен (теоретический курс) - 5 семестр

Разработчик программы Русинов А.А.

Контрольные мероприятия:

Экзамен (теоретический курс)

Автор (составитель, разработчик)

Русинов А.А., кафедра общей и молекулярной физики, УрГУ
(ФИО, ученая степень, ученое звание, кафедра, вуз)

Рекомендовано к печати протоколом заседания
кафедры физики низких температур
от _____ № _____.
(дата)

(С) Уральский государственный университет
(С) Поликарпов Ф.Д., 2006

I. Введение

1. *Цель дисциплины* - сформировать у студентов качественные и количественные представления о явлениях, происходящих на поверхности раздела фаз газ - твердое тело.
2. *Задача дисциплины* - на основе анализа экспериментальных данных, используя современные методы теоретической физики, рассмотреть основные законы и уравнения, используемые при описании процессов, происходящих на межфазной границе газ-твердое тело. Изучение неравновесных явлений, происходящих на поверхности твердого тела; систематизация данных, характеризующих некоторые основные свойства межфазной границы; знакомство с экспериментальными методами изучения поверхности твердых тел; выработка умений осуществлять выбор адекватных экспериментальных и расчетно-теоретических методов при решении практических задач..
3. *Место дисциплины в системе высшего профессионального образования.* Дисциплина является одной из завершающих подготовку на уровне специализации «Физика низких температур». В связи с этим при ее изучении используются знания и навыки, полученные студентами при изучении курсов общей и теоретической физики и предшествующих курсов специальных дисциплин по специализации «Физика низких температур».
4. *Требования к уровню освоения содержания курса (приобретаемые компетенции, знания, умения, навыки).* Научить студентов работе со специальной литературой и применению теоретических знаний к интерпретации результатов экспериментальных исследований применительно к физике поверхности.
5. *Методическая новизна курса.* При изучении курса студентам представляется возможность применения Web-ориентированных ресурсов, размещенных на учебно-методическом сервере факультета. На семинарских занятиях студенты представляют доклады по статьям, опубликованным в научных журналах. Студенты на экзамене должны продемонстрировать умения в анализе экспериментальных данных, относящихся к явлениям на поверхности твердых тел. Поиск в Интернете информации по тематике курса.

II. Содержание курса

1. Разделы курса, темы, их краткое содержание

1. Введение.
Предмет науки о явлениях на поверхности. Роль поверхности в различных физико-химических процессах. Основные этапы в истории развития физики поверхности. Некоторые особенности при описании межфазных границ. Существенная группа поверхностных явлений.
2. Обобщенная модель взаимодействия газа с поверхностью твердого тела.
Схема процессов, происходящих при соударении молекул газа с поверхностью твердого тела.
3. Силы взаимодействия между атомами и поверхностью.
Силы Ван-дер-Ваальса. Выражение для энергий взаимодействия в случае:
а) ориентационного эффекта;
б) электростатической индукции;
в) дисперсионного эффекта.
Обменные силы. Кривые потенциальной энергии для взаимодействия молекул с поверхностью.
Гетерополярные (кулоновские) силы. Выражения для энергии связи атома с металлом. Диполь-дипольное кулоновское взаимодействие.
Некоторые модельные потенциалы взаимодействия. Потенциал Морзе. Потенциал 6-12 Леннарда-Джонса. Потенциал Сюзерленда. Прямоугольная потенциальная яма. Потенциал твердых сфер.
4. Некоторые вопросы термодинамического описания межфазной границы газ-твердое тело. Определение границы раздела. Поверхностное натяжение и поверхностная

свободная энергия. Соотношение между свободной поверхностной энергией и поверхностным натяжением.

5. Структура поверхности. Идеальная поверхность. Индексы Миллера. Классификация Вуда. Дефекты на поверхности твердого тела. Неоднородности поверхности: физическая, химическая и индуцированная.

6. Адсорбция. Основные критерии разделения физической и химической адсорбции. Кинетические особенности физической адсорбции и хемосорбции. Основы химической кинетики. Понятие среднего времени жизни молекул в адсорбированном состоянии. Основное уравнение адсорбции Ленгмюра. Полимолекулярная адсорбция. Уравнение БЭТ. Экспериментальные методы исследования адсорбционных процессов на поверхности твердого тела. Метод термостимулированной десорбции.

7. Рассеяние газа поверхностью твердого тела. Некоторые определения основных характеристик. Схема граничных условий к уравнению Больцмана в задачах динамики разреженного газа. Некоторые модели ядра рассеяния. Коэффициенты аккомодации. Методы определения коэффициентов аккомодации. Режимы рассеяния. Косинусный закон Кнудсена. Лепестковое рассеяние. Структурное рассеяние. Модели жестких и мягких кубов. Упрощенная модель твердых сфер. Формула Бауле для коэффициента аккомодации энергии.

7. Способы приготовления и очистки поверхностей.

Понятие "чистой" поверхности. Методы предварительной очистки. Механическая обработка. Промывка и травление. Электролитическое осаждение. Восстановление веществ из растворов. Вакуумная очистка поверхностей. Метод термической десорбции. Процессы, происходящие при термической очистке. Ионное травление. Метод ионных пучков. Коэффициенты распыления. Напыление в вакууме. Каталитические реакции. Метод скола.

8. Каталитические процессы при взаимодействии газа с поверхностью твердого тела. Механизмы гетерогенной рекомбинации по схемам Ленгмюра-Хиншельвуда, Или-Ридила.

9. Электронная спектроскопия твердого тела. Способы классификации методов диагностики поверхности твердых тел. Электронная спектроскопия, её значение в исследовании твердых тел.

2. Темы лабораторных и семинарских занятий.

ТЕМЫ СЕМИНАРСКИХ ЗАНЯТИЙ.

1. Экспериментальные методы измерения КАЭ.
2. Углеродные нанотрубки.
3. Техника молекулярных пучков.
4. Методы электронной спектроскопии. Обзор современных результатов.
5. Электронная Оже-спектроскопия.
6. Электронная спектроскопия характеристических потерь энергии электронов на просвет и отражение. Физические основы метода.
7. Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия. Физические основы метода.
8. Основы сканирующей туннельной микроскопии и атомно-силовой микроскопии.

3. Примерный перечень вопросов к экзамену

Экзамен проводится в форме собеседования по результатам работы в течение семестра или по билетам, составленным по разделам курса.

III. Распределение часов курса по темам и видам работ

№ п/п	Наименование разделов и тем	ВСЕГО (часов)	Аудиторные занятия (час)		Самостоятельная работа
			в том числе		
			Лекции	Практические (Лаб. работы)	
1	Предмет науки о явлениях на поверхности. Основные этапы в истории развития физики поверхности.		2	2	1
2	Обобщенная модель взаимодействия газа с поверхностью твердого тела.		2	4	1
3	Силы взаимодействия между атомами и поверхностью.		1	2	2
4	Определение границы раздела. Поверхностное натяжение и поверхностная свободная энергия.		3	6	2
5	Структура поверхности. Идеальная поверхность. Дефекты на поверхности твердого тела.		4	8	2
6	Адсорбция.		9	10	2
7	Рассеяние газа поверхностью твердого тела.		9	10	2
8	Способы приготовления и очистки поверхностей.		2	4	2
9	Каталитические процессы при взаимодействии газа с поверхностью твердого тела.		2	4	2
10	Электронная спектроскопия твердого тела.		2	4	2
	ИТОГО:	108	36	54	18

IV. Форма итогового контроля

Экзамен

V. Учебно-методическое обеспечение курса

1. Рекомендуемая литература (основная)

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

- Моррисон С. Химическая физика поверхности твердого тела. М.: Мир, 1980;
Робертс М., Макки Ч. Химия поверхности раздела металл – газ. М.: Мир, 1981;
Де Бур Я. Динамический характер адсорбции. М.: Издательство иностр. литературы, 1962;
Коган М.Н. Динамика разреженного газа. – М.: Наука, 1967;
Гудман Ф., Вахман Г. Динамика рассеяния газа поверхностью. М.: Мир, 1980;
Межфазовая граница газ – твердое тело/ Под ред. Э. Флада. – М.: Мир, 1970.
Адамсон А. Физическая химия поверхностей М.: Мир, 1979.
Зенгуил Э. Физика поверхности: Пер. с англ.-М.: Мир, 1990.
Вудраф Д., Делчар Т. Современные методы исследования поверхности: Пер. с англ.-М.: Мир, 1989.
Борисов С.Ф. Физика поверхности: Учеб. пособие. Свердловск: УрГУ, 1987.
Черепин В.Т., Васильев М.А. Методы и приборы для анализа поверхности металлов. Справочник. Киев: Наукова думка, 1982.

VI. Ресурсное обеспечение

1. Лаборатории

Совместная учебно-научная лаборатория физико-химических свойств поверхности кафедры общей и молекулярной физики Уральского госуниверситета и лаборатории физических методов исследования твердого тела Института химии твердого тела УрО РАН.

2. Приборная база, лабораторное оборудование, материалы - оборудование для научных исследований кафедры общей и молекулярной физики.