

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

**Физические методы исследования**  
**атомных и наномасштабных объектов**  
**для физиков**

Экзаменационные вопросы

Зав. кафедрой, профессор

С.Ф.Борисов

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2008 г.

Вопросы к экзамену  
по курсу «Физические методы исследования атомных и наномасштабных объектов»

1. Роль физического эксперимента в изучении объектов и процессов на атомном и наномасштабном уровне.
2. Закономерности поведения заряженных частиц в электрических и магнитных полях. Оценка величины отклонения частицы в зависимости от характеристик поля (поперечное магнитное, поперечное электростатическое).
3. Методы фокусировки и монохромации пучков заряженных частиц. Простейший фильтр скоростей. Использование однородного поперечного магнитного поля. Фильтры на основе действия радиального электростатического поля.
4. Методы определения масс атомов и изотопов. Метод парабол Томсона. Масс-спектрографы и масс-спектрометры.
5. Вторичная ионная масс-спектрометрия как метод химического анализа поверхности.
6. Разделение изотопов электромагнитным методом. Проблема пространственного заряда и пути повышения разрешающей способности э/м метода.
7. Процессы, происходящие при возбуждении атомов и молекул. Общие представления о типах электронной спектроскопии (УФС, РФС, фотоэлектронная эмиссия, Оже-процесс, автоионизация, электронный удар, ионизация Пеннинга, рентгеновская флуоресценция, ионная нейтрализация).
8. Принципы построения электронного спектрометра. Характерные блоки. Источники первичного излучения (электронные пушки, ультрафиолетовое излучение, рентген).
9. Типы анализаторов в электронной спектроскопии. Анализатор с тормозящим полем. Реализация принципа двойного электронного дифференцирования кривой задержки. Дисперсионные анализаторы (секторный сферический, «цилиндрическое зеркало»). Характерные спектры, получаемые с помощью анализаторов различного типа.
10. Детектирование частиц в электронной спектроскопии.
11. Электронно-спектроскопические методы химического анализа поверхности. Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия. Химические сдвиги.
12. Электронная Оже-спектроскопия. Физические принципы. Экспериментальная реализация.
13. Метод электронного микрозонда. Схема построения растрового изображения.
14. Электронная спектроскопия для определения пространственной структуры. Автоионная и автоэлектронная микроскопия. Дифракция электронов (медленных и быстрых).

15. Спектроскопия потерь энергии. Спектроскопия нейтрализации ионов. Спектроскопия потенциала появления мягких рентгеновских лучей.
16. Радиоспектроскопические методы исследования атомных объектов. Явление магнитного резонанса. Электронный и ядерный парамагнетизм. Движение вектора намагниченности в постоянном и переменном магнитных полях. Релаксация. Уравнение Блоха.
17. Электронный парамагнитный резонанс. Физические принципы. Объекты наблюдения. Ширина линии. Времена релаксации. Тонкая, сверхтонкая и супер сверхтонкая структуры. Экспериментальная реализация (ЭПР прямого усиления). Применение.
18. Ядерный магнитный резонанс. Физические принципы. Условие резонансного перехода. Спин-спиновое и спин-решеточное взаимодействие. Времена релаксации. Определение времени спин-спиновой релаксации методом «спинового эха». ЯМР-спектр сложных молекул. Химический сдвиг в ЯМР. Схема спектрометра. Применение.
19. Сканирующая зондовая микроскопия. Физические основы. Принципиальная схема.
20. Туннельная сканирующая микроскопия. Физические принципы. Экспериментальная реализация и возможности.
21. Атомно-силовая микроскопия. Режимы работы. Получаемая информация. Сравнение с туннельной микроскопией.
22. Вращательные и колебательные спектры молекул. Соотношение электронных, колебательных и вращательных спектров по ширине линий. Вращательная и колебательная спектроскопия как метод диагностики атомных объектов.
23. Дифракция в кристаллах. Типы излучений, применяемых для получения информации о дифракции. Условие дифракции Брэгга. Атомный и структурный факторы рассеяния. Дефекты кристаллической решетки.
24. Структура поверхности. Идеальная поверхность. Индексы Миллера. Классификация Вуда. Дефекты на поверхности твердого тела. Неоднородности поверхности: физическая, химическая и индуцированная.
25. Адсорбция. Понятие среднего времени жизни молекул в адсорбированном состоянии. Кинетические особенности физической адсорбции и хемосорбции.
26. Экспериментальные методы исследования адсорбционных процессов на поверхности твердого тела. Метод термостимулированной десорбции.
27. Обобщенная модель взаимодействия газа с поверхностью твердого тела. Схема процессов, происходящих при соударении молекул газа с поверхностью твердого тела.
28. Силы взаимодействия между атомами и поверхностью. Силы Ван-дер-Ваальса. Выражение для энергий взаимодействия в случае

ориентационного эффекта, электростатической индукции, дисперсионного эффекта.

29. Обменные силы. Кривые потенциальной энергии для взаимодействия молекул с поверхностью.
30. Гетерополярные (кулоновские) силы. Выражения для энергии связи адатома с металлом. Диполь-дипольное кулоновское взаимодействие.