

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Кузько Андрей Евгеньевич
Должность: Заведующий кафедрой
Дата подписания: 29.08.2022 20:15:46
Уникальный программный ключ:
72581f52caba063db3331b3cc54ec107395c8caf

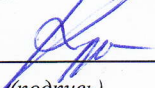
МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Юго-Западный государственный университет

УТВЕРЖДАЮ:

Заведующий кафедрой
нанотехнологий, микроэлектроники,
общей и прикладной физики

(наименование кафедры полностью)


_____ А.Е. Кузько
(подпись)

«16» 02 2022г.

ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА
для текущего контроля успеваемости
и промежуточной аттестации обучающихся
по дисциплине

Электронная микроскопия

(наименование дисциплины)

28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника

(код и наименование ОПОП ВО)

1. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ

1.1 ВОПРОСЫ ДЛЯ УСТНОГО ОПРОСА

1. История создания и основные принципы работы РЭМ и ПЭМ.

1. Разрешающая способность оптического микроскопа и способы её улучшения.

2. Отличие РЭМ от ПЭМ (разрешающая способность, глубина резкости).

3. Латеральное разрешение и разрешение по глубине.

2. Взаимодействие пучка ускоренных электронов с веществом

1. Виды возбуждений при воздействии электронов на массивном образце.

2. Использование информативных сигналов в РЭМ.

3. Виды генерации процессов в тонком образце. Использование информативных сигналов в ПЭМ.

4. Информативность сигналов в электронной микроскопии.

5. Виды используемых приставок для электронных микроскопов.

3. Виды взаимодействия, получаемая информация

1. Описание процессов рассеяния.

2. Упругое и неупругое рассеяние электронов.

3. Вторичные, истинно вторичные и обратно рассеянные электроны.

4. Скорость потери энергии электронов.

5. Формула Бете.

6. Формулы Поттса.

7. Оже-электроны и характеристическое рентгеновское излучение.

8. Контаминация.

9. Формула Канае Окаяма.

10. Нагрев образца электронным зондом.

11. Кристаллическое состояние наночастиц в зависимости от поверхностного натяжения.

4. Общие элементы электронно-оптических приборов

1. Конструкции и виды электронных пушек.

2. Сравнение характеристик различных видов катодов для электронных пушек.

3. Свойства электронных пушек (интенсивность, яркость, монохроматичность, стабильность).

4. Схема электронной пушки с термоэмиссионным катодом.

5. Роль цилиндра Венельта.

6. Кроссовер.

7. Диаметр электронного зонда в кроссовере.

8. Напряжение смещения в стабилизации и изменении электронного тока.

9. Конструкция электронной пушки.

10. Настройка электронной пушки на РЭМ JEOL 6610-IV.

11. Электромагнитные линзы.

12. Аберрации электромагнитных линз (сферическая, хроматическая, дифракционная).

13. Вакуумная система.

5. Типы приставок электронных микроскопов. Виды датчиков и их особенности

1. Детектор Эверхарта-Торнли.
2. Режим низкого вакуума в модифицированном детекторе вторичных электронов.
3. Полупроводниковый детектор обратно рассеянных электронов (ППД).
4. Использование ППД для регистрации вторичных электронов в иммерсионных объективных электромагнитных линзах.
5. Детекторы дифракции обратно рассеянных электронов.
6. Метод EBSD.
7. Преобразование Хуга.
8. Рент-геноспектральный микроанализ.
9. Уравнение Крамерса.
10. Волновой спектрометр.
11. Энергедисперсионный спектрометр.
12. Катодолюминесценция.

6. Основы растровой электронной микроскопии

1. Области применения РЭМ.
2. Преимущества и недостатки РЭМ.
3. Основные характеристики РЭМ.
4. Основные узлы РЭМ.
5. Механизм формирования изображения.
6. Виды контраста в растровой электронной микроскопии.
7. Калибровка РЭМ и измерение линейных размеров.
8. Эффект каналирования и дифракция обратно рассеянных электронов.
9. Оже-электронная спектроскопия.

7. Основы просвечивающей электронной микроскопии

1. Области применения ПЭМ.
2. Преимущества и недостатки ПЭМ.
3. Основные характеристики ПЭМ.
4. Основные узлы ПЭМ.
5. Механизмы формирования изображения.
6. Режим изображения и режим дифракции.
7. Виды контраста просвечивающей электронной микроскопии.
8. Юстировка и калибровка просвечивающего микроскопа.
9. Примеры исследований методами высокого разрешения.
10. Основы методов электронной дифракции.
11. Приготовление образцов для ПЭМ.

Шкала оценивания: 5 балльная.

Критерии оценивания:

5 баллов (или оценка «отлично») выставляется обучающемуся, если он демонстрирует глубокое знание содержания вопроса; дает точные определения основных понятий; аргументированно и логически стройно излагает учебный материал; иллюстрирует свой ответ актуальными примерами (типowymi и нестандартными), в том числе самостоятельно найденными; не нуждается в уточняющих и (или) дополнительных

вопросах преподавателя.

4 балла (или оценка «хорошо») выставляется обучающемуся, если он владеет содержанием вопроса, но допускает некоторые недочеты при ответе; допускает незначительные неточности при определении основных понятий; недостаточно аргументированно и (или) логически стройно излагает учебный материал; иллюстрирует свой ответ типовыми примерами.

3 балла (или оценка «удовлетворительно») выставляется обучающемуся, если он освоил основные положения контролируемой темы, но недостаточно четко дает определение основных понятий и дефиниций; затрудняется при ответах на дополнительные вопросы; приводит недостаточное количество примеров для иллюстрирования своего ответа; нуждается в уточняющих и (или) дополнительных вопросах преподавателя.

2 балла (или оценка «неудовлетворительно») выставляется обучающемуся, если он не владеет содержанием вопроса или допускает грубые ошибки; затрудняется дать основные определения; не может привести или приводит неправильные примеры; не отвечает на уточняющие и (или) дополнительные вопросы преподавателя или допускает при ответе на них грубые ошибки.

1.2 ВОПРОСЫ К КОЛЛОКВИУМАМ.

Коллоквиум №1.

«Взаимодействие пучка ускоренных электронов с веществом»

1. Разрешающая способность микроскопа и способы её улучшения.
2. История создания и основные принципы работы и РЭМ и ПЭМ. Отличие РЭМ от ПЭМ (разрешающая способность, глубина резкости)
3. Латеральное разрешение и разрешение по глубине.
4. Виды генерации процессов на массивном образце. Использование информативных сигналов в РЭМ.
5. Виды генерации процессов в тонком образце. Использование информативных сигналов в ПЭМ.
6. Информативность сигналов в электронной микроскопии.
7. Виды используемых приставок для электронных микроскопов.
8. Описание процессов рассеяния. Сечение рассеяния. Длина свободного пробега. Длина свободного пробега при нескольких процессах рассеяния.
9. Упругое и неупругое рассеяние. Связь их углов рассеяния.
10. Типы механизмов потери энергии электронов при неупругом рассеянии.
11. Потери энергии электронов при неупругом рассеянии по Бете. Формула Блоха. Условия применимости формулы Бете.
12. Длина пробега по Бете. Формулы Поттса.
13. Характеристики области возбуждения во вторичных электронах, отражённых электронах, характеристическом рентгеновском излучении и оже-электронах.
14. Вторичная электронная эмиссия. Объяснение характерного спектра ВЭЭ.
15. Коэффициент истинно-вторичной эмиссии. Коэффициенты неупруго отражённых и упруго отражённых электронов. Вклад истинно-вторичных электронов для обратно отражённых электронов и электронов отражённых от стенок камеры.
16. Скорость потерь, средняя длина, вероятность выхода, характерная глубина выхода вторичных электронов.

17. Зависимость коэффициента истинно-вторичной эмиссии от порядкового номера элемента и энергии первичных электронов и его значимость при исследовании образцов. Управление зарядкой мишени.
18. Зависимость коэффициента вторичной эмиссии от угла падения. Кантен-эффект, его объяснение и учёт при интерпретации изображений.
19. Объяснение и использование характеристического рентгеновского излучения. Сплошное рентгеновское излучение.
20. Объяснение и использование оже-электронов. Дифференцирование зависимости $N(E)$. Сплошное рентгеновское излучение.
21. Явление контаминации. Формула Канае-Окаяма.
22. Эмпирические закономерности явления контаминации. Изменение размеров структур при контаминации. Использование контаминации для настройки электронного зонда.

Коллоквиум № 2

«Общие элементы электронно-оптических приборов»

1. Какова типичная конструкция электронной пушки? Как происходит управление уровнем электронной эмиссии?
2. В чем преимущества и недостатки различных типов источников электронов?
3. Как происходит управление током электронного пучка?
4. Что такое аберрации электронно-оптической системы и как можно с ними бороться?
5. В чем причина возникающего астигматизма? Каковы последствия наличия астигматизма?
6. Для чего нужна дифференциальная откачка различных частей электронного микроскопа?
7. Конструкции и виды электронных пушек.
8. Сравнение характеристик различных видов катодов для электронных пушек.
9. Свойства электронных пушек (интенсивность, яркость, монохроматичность, стабильность).
10. Схема электронной пушки с термоэмиссионным катодом.
11. Роль цилиндра Венельта. Кроссовер. Диаметр электронного зонда в кроссовере.
12. Напряжение смещения в стабилизации и изменении электронного тока.
13. Зависимость нагрева мишени от параметров электронного зонда и образца.
14. Какие процессы происходят при взаимодействии ускоренного электронного пучка с образцом?
15. Каковы характерные значения размеров области возбуждения и пространственного разрешения во вторичных электронах, отраженных электронах, характеристическом рентгеновском излучении и оже-электронах для ускоряющего напряжения 30 кэВ?
16. В спектре вторичных электронов присутствуют отраженные электроны с энергией, большей, чем энергия падающих электронов E_0 . Как вы можете объяснить этот факт?
17. От каких параметров зависит коэффициент вторичной эмиссии в исследуемой точке образца?
18. Каков вклад отраженных электронов в образование медленных вторичных электронов? Как это влияет на разрешение?
19. Каковы механизмы порождения оже-электронов и характеристического рентгеновского излучения?
20. Каковы механизмы контаминации поверхности исследуемого образца углеводородной плёнкой?
21. При каких условиях электронный пучок микроскопа может расплавить исследуемый образец?

Коллоквиум № 3

«Основы растровой и просвечивающей электронной микроскопии»

1. Какова область применения просвечивающей электронной микроскопии?
2. Каковы способы улучшения разрешения ПЭМ?
3. В чем отличие режимов работы ПЭМ при формировании светлопольного, темнопольного изображений?
4. Как получают картины дифракции электронов?
5. В чем отличие между амплитудным и фазовым контрастом? Какова их информативность?
6. Для каких целей применяют моделирование изображений многослойным методом?
7. Какие тест-объекты применяются для калибровки просвечивающего электронного микроскопа?
8. Какова область применения методов электронной дифракции?
9. Что такое «сфера Эвальда»? Для чего применяется это понятие?
10. В чем преимущество методом электронной дифракции перед методами рентгеновской дифракции?
11. Что такое «постоянная прибора» для ПЭМ? Для чего применяется эта характеристика?
12. Назовите основные методы пробоподготовки образцов для исследования с помощью просвечивающего электронного микроскопа. Сравните область применения этих методов.
13. Какова область применения растровой электронной микроскопии?
14. От чего зависит диаметр зонда РЭМ?
15. От чего зависит разрешение РЭМ?
16. В чем преимущество и недостатки иммерсионной объектной линзы РЭМ?
17. Каков принцип действия детектора вторичных электронов Эверхарта-Торнли?
18. Каков принцип действия полупроводникового детектора обратно отражённых электронов?
19. Какова информативность обратно отражённых электронов?
20. Перечислите способы борьбы с зарядкой слабо проводящих образцов.
21. Каковы причины расхождения между истинными размерами изучаемого объекта и размерами, получаемыми с помощью РЭМ?
22. Какие тест-объекты подходят для калибровки РЭМ?
23. Как можно установить критерии определения границ объекта при исследовании методом растровой электронной микроскопии?
24. Какова информативность картин дифракции обратнорассеянных электронов?
25. Какова информативность энергетического спектра оже-электронов?
26. Какова информативность характеристического рентгеновского излучения?
27. Сравните преимущества и недостатки волнового и энергодисперсионного детекторов рентгеновского излучения.
28. Какова информативность спектров катодолюминисценции?

Шкала оценивания: 5 балльная.

Критерии оценивания

5 баллов (или оценка «отлично») выставляется обучающемуся, если он принимает активное участие в беседе по большинству обсуждаемых вопросов (в том числе самых сложных); демонстрирует сформированную способность к диалогическому мышлению, проявляет уважение и интерес к иным мнениям; владеет глубокими (в том числе дополнительными) знаниями по существу обсуждаемых вопросов, ораторскими способностями и правилами ведения полемики; строит логичные, аргументированные, точные и лаконичные высказывания, сопровождаемые яркими примерами; легко и заинтересованно откликается на неожиданные ракурсы беседы; не нуждается в уточняющих и (или) дополнительных вопросах преподавателя.

4 балла (или оценка «хорошо») выставляется обучающемуся, если он принимает участие в обсуждении не менее 50% дискуссионных вопросов; проявляет уважение и интерес к иным мнениям, доказательно и корректно защищает свое мнение; владеет хорошими знаниями вопросов, в обсуждении которых принимает участие; умеет не столько вести полемику, сколько участвовать в ней; строит логичные, аргументированные высказывания, сопровождаемые подходящими примерами; не всегда откликается на неожиданные ракурсы беседы; не нуждается в уточняющих и (или) дополнительных вопросах преподавателя.

3 балла (или оценка «удовлетворительно») выставляется обучающемуся, если он принимает участие в беседе по одному-двум наиболее простым обсуждаемым вопросам; корректно выслушивает иные мнения; неуверенно ориентируется в содержании обсуждаемых вопросов, порой допуская ошибки; в полемике предпочитает занимать позицию заинтересованного слушателя; строит краткие, но в целом логичные высказывания, сопровождаемые наиболее очевидными примерами; теряется при возникновении неожиданных ракурсов беседы и в этом случае нуждается в уточняющих и (или) дополнительных вопросах преподавателя.

2 балла (или оценка «неудовлетворительно») выставляется обучающемуся, если он не владеет содержанием обсуждаемых вопросов или допускает грубые ошибки; пассивен в обмене мнениями или вообще не участвует в дискуссии; затрудняется в построении монологического высказывания и (или) допускает ошибочные высказывания; постоянно нуждается в уточняющих и (или) дополнительных вопросах преподавателя.

1.3 ВОПРОСЫ К ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ

Лаб. раб №1

1. Из каких основных элементов состоит растровый электронный микроскоп?
2. Что представляют собой магнитные линзы микроскопа?
3. Как работает вакуумная система микроскопа?
4. На что следует обратить внимание при подготовке прибора к работе?
5. Перечислите последовательность операций по юстировке микроскопа.
6. Где расположены основные элементы управления микроскопом?
7. Как влияет величина применяемого ускоряющего напряжения на разрешающую способность электронного микроскопа?

Лаб. раб №2

1. Что такое "спейсер"?
2. Как настраивать апертуру в режиме Wobble?
3. Как осуществить настройку наклона и смещения электронного пучка?
4. Каким должен быть ток в кроссовере? Как его менять?
5. Почему нельзя давать полный ток накала на новый катод?
6. Как регулировать смещение вершины катода относительно Венельта?
7. Перечислите последовательность настройки и юстировки электронной колонны после замены катода?
8. Каким образом чистится электрод Венельта?
9. Почему после выключения катода нельзя сразу запускать атмосферный воздух в рабочую камеру?

Лаб. раб №3

1. Что такое спейсер?
2. Каков размер частиц у абразивной пасты для чистки электрода Венельта?
3. Почему при использовании нового катода необходимо устанавливать накал катода на половину от допустимого значения накала?
4. Что такое астигматизм?
5. Как описывается термоэлектронная эмиссия и объясняется кривая насыщения тока эмиссии от нагрева катода?
6. На что влияет толщина спейсера? Зависимость от типа исследуемого материала?
7. Как зависит размер точки от тока в конденсорной линзе?
8. Перечислите основные регулировки катода после его чистки.

Лаб. раб №4

1. Из каких основных элементов состоит растровый электронный микроскоп?
2. Что представляют собой магнитные линзы микроскопа?
3. Как работает вакуумная система микроскопа?
4. На что следует обратить внимание при подготовке прибора к работе.
5. Перечислите последовательность операций по юстировке микроскопа.
6. Где расположены основные элементы управления микроскопом?
7. Как влияет величина применяемого ускоряющего напряжения на разрешающую способность электронного микроскопа?
8. Для чего предназначена сетка Фарадея на детекторе вторичных электронов?
9. Как устроен детектор Эверхарта-Торнли?
10. Перечислите недостатки и преимущества детектора вторичных электронов.
11. Как влияет ускоряющее напряжение на коэффициент истинно вторичной электронной эмиссии и зарядку образца?
12. Какие методы борьбы с зарядкой образца вы знаете?

Лаб. раб №5

1. В чём заключается явление контаминации?
2. Качественно объясните формулу Канае-Окаяма и проанализируйте её сходство с формулами Поттса.
3. Эмпирические закономерности явления контаминации.
4. Изменение размеров структур при контаминации.

5. Чем можно объяснить явление астигматизма в электронно-оптической системе электронных микроскопов?
6. Принцип действия стигматоров.
7. Использование контаминации для настройки электронного зонда.
8. Объясните причину появления контаминации.
9. От каких факторов зависит интенсивность контаминации и как её уменьшить?
10. Как можно использовать явление контаминации в определении глубины диффузии атомов в поверхность материала (например, при магнетронном напылении)?

Лаб. раб №6

1. Как определяются геометрические размеры объектов на растровом электронном микроскопе JSM-6610LV ?
2. Что такое локальное разрешение электронного микроскопа и от чего оно зависит?
3. Как определить теоретическое разрешение электронного микроскопа?
4. Зависит ли разрешение от вида генерируемых сигналов? Для каких информативных сигналов оно меньше, больше?
5. Объясните, как определить локальное разрешение в режиме истинно вторичных электронов?
6. Что понимают под диаметром электронного пучка? Как он связан с разрешением?
7. Какое разрешение выше, в режиме построения изображений на истинно вторичных электронах, или в режиме обратнорассеянных электронов? Почему?
8. Как влияет величина применяемого ускоряющего напряжения на разрешающую способность электронного микроскопа?
9. Объясните, используя формулу Бете, как меняется энергия электронов в образце?

Лаб. раб №7

1. Опишите принцип работы растрового электронного микроскопа в режиме низкого вакуума.
2. Как происходит напыление на поверхность диэлектрического образца?
3. Перечислите методы и их особенности по наблюдению диэлектрических и полупроводниковых образцов элементов микроэлектронной техники?
4. Объясните, как работает модифицированный детектор Эверхарта-Торнли?
5. Какое разрешение можно получить выше, в режиме истинно вторичных электронов и высокого вакуума, или в режиме низкого вакуума?

6. Почему обычный детектор Эверхарта-Торнли не может работать в режиме низкого вакуума?
7. Опишите последовательность действий, необходимую для напыления на диэлектрический образец микросистемной техники слоя проводящего материала (платины) на JEOL JFC-1600.

Лаб. раб №8

1. Схема регистрации рентгеновского излучения в СЭМ.
2. Спектр рентгеновского излучения.
3. Как описывается частота излучения квантов характеристического рентгеновского излучения?
4. Зависимость интенсивности всех характеристических линий от энергии электронов, возбуждающего пучка.
5. Зависимость «мертвого времени» и соотношения сигнал/шум от параметров электронного пучка.
6. Интерпретация всех наблюдаемых в спектре линий и элементный состав образца.
7. Что такое фактор Биннинга?
8. Какой должен быть фактор Биннинга для определения ЭДС анализа микро и наноструктур микроэлектронной техники?
9. Как увеличить количество квантов характеристического рентгеновского излучения для ЭДС?
10. Объясните по таблице энергий активации атомов образца и энергий возбуждения соответствующих атомам рентгеновских квантов, какую ускоряющую разность потенциалов нужно выбирать для конкретного образца?
11. Зависит ли точность определения ЭДС-анализа элементов микросистемной техники от энергии первичных электронов? Почему?

Лаб. раб №9

1. Что такое коллиматор и для чего он нужен?
2. Укажите материал подложки.
3. укажите материал контакта (провода).
4. По какой технологии сделан вейфер лазерных диодов?
5. Как определяется частота излучения квантов характеристического рентгеновского излучения с помощью уточнённой формулы Мозли?
6. Зависимость «мертвого времени» и соотношения сигнал/шум от параметров электронного пучка.
7. Интерпретация всех наблюдаемых в спектре линий и элементный состав образца.
8. Какой должен быть фактор Биннинга для определения ЭДС анализа микро и наноструктур микроэлектронной техники?

9. Как увеличить количество квантов характеристического рентгеновского излучения для ЭДС?
10. Объясните по таблице энергий активации атомов образца и энергий возбуждения соответствующих атомам рентгеновских квантов, какую ускоряющую разность потенциалов нужно выбирать для конкретного образца?
11. Зависит ли точность определения ЭДС-анализа элементов микросистемной техники от энергии первичных электронов? Почему?

1.4 ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ ПО ЭЛЕКТРОННОЙ МИКРОСКОПИИ

К теме «Взаимодействие пучка ускоренных электронов с веществом»:

1. Размерность сечения рассеяния - это
А. Метр Б. Квадратный метр
В. Грамм на метр Г. Вольт на метр
2. Вторичным электронам обычно приписывается диапазон энергий
А. 0 - 1 эВ Б. 0 - 50 эВ
В. 0,1 - 0,5 энергии электронов пука Г. 0,9 - 1,0 энергии электронов пучка
3. Согласно формуле Бете, скорость потери энергии электроном в твердом теле зависит от атомного номера вещества-мишени
А. Линейно Б. Квадратично
В. Обратно пропорционально Г. Логарифмически
4. Почему возможность достижения коэффициента вторичной эмиссии, большего единицы, имеет большую практическую значимость?
А. При этом велико отношение сигнал-шум Б. Изображения при этом имеют очень хорошую яркость
В. Изображения при этом имеют очень Г. Возможно компенсировать эффект хорошую контрастность зарядки образцов
5. Сумма вероятностей оже-процесса и испускания характеристического рентгеновского кванта как функция атомного номера мишени есть
А. Линейная функция Б. Периодическая (синусоидальная) функция
В. Константа Г. Логарифмическая функция

К теме «Общие элементы электронно-оптических приборов»

1. Наименьшей стабильностью по току обладает катод
А. Термоэлектронный (вольфрам) Б. Термополевой
В. Термоэлектронный (гексаборид лантана) Г. Автоэлектронный
2. Зависимость линейного размера кроссовера от температуры катода
А. Линейная Б. Корневая
В. Квадратичная Г. Экспоненциальная
3. При очень малых напряжениях смещения на цилиндре Венельта
А. Электроны практически не выходят из Б. Имеют место сильные хроматические

пушки аберрации

В. Траектории электронов оптимальны для проведения исследований Г. Расходимость пучка очень велика

4. Сферическая аберрация в электромагнитной линзе - это

А. Зависимость угла отклонения электронов от расстояния до оси линзы Б. Зависимость угла отклонения электронов от энергии последних

В. Размытие изображения из-за наличия волновых свойств у электрона Г. Нарушение симметрии магнитного поля, вызывающее искажение траекторий электронов

5. Требуемое давление в камере РЭМ при использовании автоэмиссионных катодов составляет

А. 10^{-5} - 10^{-6} торр Б. 10^{-1} - 10^{-2} торр

В. 10^{-9} - 10^{-11} торр Г. 10^{-12} - 10^{-13} торр

К теме «Основы просвечивающей электронной микроскопии»

1. Предельное разрешение ПЭМ с корректором сферических аберраций может достигать

А. 100 нм Б. 10 нм

В. 1 нм Г. 0,1 нм

2. Увеличение ускоряющего напряжения ПЭМ ведет к

А. Коррекции хроматических аберраций Б. Увеличению габаритных размеров прибора

В. Ухудшению предельного разрешения Г. Коррекции сферических аберраций

3. Гониометр - это прибор

А. Для точного позиционирования объекта Б. Для ускорения электронов в ПЭМ по углу

В. Для измерения тока пучка Г. Для регистрации ПЭМ-изображений в реальном времени

4. При получении темнопольных изображений с перекрытым центральным максимумом сам центральный максимум обычно перекрывается

А. Диафрагмой Б. Мини-экраном

В. Тонкой проволокой Г. Областью сильного поля

5. Дифракционная картина от поликристаллического образца имеет вид

А. Осесимметричной системы точек Б. Концентрической системы окружностей

В. Осесимметричной системы кругов Г. Практически равномерной засветки

6. Юстировка ПЭМ обычно проводится в порядке

А. От объектных линз к источнику Б. От источника электронов к промежуточным линзам

В. От промежуточных линз к источнику Г. От конденсорных линз к объектным электронов

7. Калибровка ПЭМ осуществляется

А. В режиме дифракции Б. В режиме изображения (светлое поле)

В. В режиме изображения (темное поле) Г. Это совершенно безразлично

8. Калибровку ПЭМ при увеличении более 10^5 проводят на
 А. Мере МШПС 2.0 К Б. Реплике дифракционной решетки с линейностью 2160 линий/мм
 В. Тонкой пленке графитизированного Г. Тонкой пленке золота углерода
9. Постоянная микроскопа определяется
 А. В режиме изображения (темное поле) Б. В режиме изображения (светлое поле)
 В. В любом из режимов изображения Г. В режиме дифракции
10. К факторам, влияющим на точность определения постоянной прибора, обычно *не* относят
 А. Изменение положения образца по высоте Б. Ошибку измерения радиусов на электронограмме
 В. Наличие сферической aberrации. Г. Нестабильность питания линз и ускоряющего напряжения

К теме «Основы растровой электронной микроскопии»

1. Разрешение растрового электронного микроскопа зависит от
 А. Диаметра электронного зонда Б. Ускоряющего напряжения
 В. Тока пучка и скорости развертки Г. Всех перечисленных факторов
2. Для систем с автоэмиссионными катодами основным препятствием для получения высокого разрешения является
 А. Сферическая aberrация Б. Хроматическая aberrация
 В. Дифракция электронов Г. Размер кроссовера электронной пушки
3. Принцип работы детектора вторичных электронов заключается в
 А. Непосредственном измерении тока пучка Б. Регистрации и фотоумножении вспышек, вторичных электронов вызванных вторичными электронами на сцинтилляторе
 В. Регистрации тока электрон-дырочных Г. Регистрации нагрева датчика, пар, возникающих при бомбардировке вызываемого электронной бомбардировкой поверхности полупроводника электронами
4. Какова зависимость отношения сигнал-шум в растровом электронном микроскопе от времени сканирования?
 А. Линейная Б. Квадратичная
 В. Корневая Г. Обратная корневая
5. При увеличении в 10 000 раз глубина фокуса РЭМ имеет порядок
 А. 1 см Б. 1 мм
 В. 100 мкм Г. 10 мкм
6. Какие из паспортных параметров рельефной меры МШПС 2.0. К необходимо знать для калибровки РЭМ?
 А. Проекцию наклонной стенки и угол ее Б. Только проекцию наклонной стенки наклона к горизонтали
 В. Период структуры рельефной меры Г. Высоту верхнего основания и проекцию наклонной стенки

7. Виртуальные электронные микроскопы применяются для
 А. Решения обратной задачи Б. Моделирования поведения ускоренного
 восстановления объекта по РЭМ- электронного пучка в твердом теле изображению
 В. Проведения качественных оценок перед измерениями Г. Обучения персонала
 работе за установкой

8. Эффект каналирования возникает из- за
 А. Дифракции электронов на кристаллической решетке
 В. Интерференции электронов на поверхностных дефектах изучаемого
 Б. Интерференции электронов на внутренних дефектах изучаемого объекта
 Г. Различия плотности упаковки атомов вдоль различных направлений объекта

9. Методом оже-спектроскопии можно детектировать элементы, начиная с
 А. Водорода Б. Гелия
 В. Лития Г. Бериллия

10. Для увеличения отношения сигнал-шум в энергодисперсионном детекторе
 рентгеновского излучения увеличили ток электронного пучка. Каких «побочных
 эффектов» при этом можно ожидать
 А. Размывания пиков
 Б. Появления ложных «двойных пиков»
 В. Появления спутанных пиков
 Г. Всего вышеперечисленного

1.5 ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

1 вар	2 вар
1. Что такое предел разрешения?	1. Предел разрешения для оптического микроскопа (Формула Аббе)
2. Длина волны Де Бройля электрона в релятивистском случае	2. Длина волны Де Бройля электрона в нерелятивистском случае
3. Год создания электронного микроскопа. Аналог работы ЭМ. Автор	3. Год создания РЭМ. Аналог работы РЭМ. Автор
4. Режимы ПЭМ	4. Приставки к электронному микроскопу
5. Виды генерируемых сигналов для РЭМ	5. Виды генерируемых сигналов для ПЭМ
6. Информативность обратно-рассеянных электронов	6. Информативность вторичных электронов

7. Характеристическое рентгеновское излучение	7. Сплошное рентгеновское излучение
8. Что такое истинно-вторичные электроны?	Что такое Оже-электроны?
9. Что такое латеральное разрешение?	9. Что такое разрешение по глубине?
10. Глубина выхода истинно-вторичных электронов из металлов	10. Глубина выхода истинно-вторичных электронов из полупроводников и диэлектриков
11. Нарисуйте примерную зависимость распределения вторичных электронов от энергии первичных электронов?	11. Что такое коэффициент истинно-вторичной электронной эмиссии?
12. Почему для обратно-отражённых электронов коэффициент истинно-вторичной эмиссии в 3 раза больше, чем для первичных?	12. От каких причин зависит коэффициент истинно-вторичной электронной эмиссии?
13. Что такое контаминация? Роль контаминации? Чем она вызывается?	13. Что такое Кантен-эффект? К чему он приводит?
14. Нарисуйте видеосигнал во вторичных электронах от поверхности: 	14. Нарисуйте видеосигнал во вторичных электронах от поверхности: 
15. Что определяет формула Канае-Окаяма?	15. Нарисуйте вид контаминации на тонком образце при диаметре электронного пучка
16. Как зависит термоэмиссионный ток от тока нагрева катода?	16. Какая зависимость описывает автоэлектронную эмиссию (АЭЭ)?
17. Что такое кроссовер? Каков размер кроссовера у термоэмиссионной и автоэмиссионной электронной пушки?	17. Что такое электрод Венельта? Его функции.
18. Какой типичный потенциал на	18. Что такое напряжение смещения в

аноде электронной пушки ЭМ.	электронной пушке ЭМ.
19. Температура катода термоэмиссионной электронной пушки.	19. Температура катода автоэмиссионной электронной пушки.
20. Закон «трёх-вторых»	20. Закон Ричардсона-Дешмана
21. Функция конденсорной линзы в ЭМ и изменение соответствующих характеристик электронного зонда	21. Функция объектной линзы. Требования к объектной линзе.
22. Что такое сферическая аберрация в ЭМ-линзах? Как она исправляется?	22. Что такое хроматическая аберрация в ЭМ-линзах? Как она исправляется?
23. Что такое дифракционная аберрация в ЭМ-линзах? Как она исправляется?	23. Что такое астигматизм в ЭМ-линзах? Как он исправляется?
24. В чём принцип действия форвакуумного насоса? Рабочее давление вакуума.	24. В чём принцип действия турбомолекулярного насоса? Рабочее давление вакуума.
25. В чём принцип действия диффузионного насоса? Рабочее давление вакуума.	25. В чём принцип действия ионно-сорбционного насоса? Рабочее давление вакуума.
26. Диапазон для среднего и низкого вакуума	26. Диапазон для высокого и сверхвысокого вакуума

2 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ

2.1 БАНК ВОПРОСОВ И ЗАДАНИЙ В ТЕСТОВОЙ ФОРМЕ

1. В каком году был создан просвечивающий электронный микроскоп: 1) 1932; 2) 1960; 3) 2000; 4) 1912; 5) 1980.
2. В чём физические причины большей разрешающей способности электронного микроскопа перед оптическим: 1) Предел разрешения определяется длиной волны Де Бройля электронов, которую можно менять изменяя скорость движения электронов пучка; 2) В том, что электрон намного меньше, чем фотон светового пучка; 3) Электрон движется со скоростью намного меньшей, чем скорость света и поэтому у него больше времени провзаимодействовать с объектом; 4) В том, что электрон лучше огибает мелкие препятствия в виде атомов; 5) В том, что электрон заряженная частица, и, следовательно лучше взаимодействует с веществом.
3. Какой уровень вакуума необходим для начала работы на просвечивающем микроскопе: 1) 3×10^{-5} Па; 2) 5×10^{-7} Па; 3) 2×10^{-6} Па; 4) 7×10^{-8} Па; 5) 2×10^{-4} Па.
4. Что такое "кроссовер": 1) это сужение электронного пучка, возникающее от фокусирующего действия отрицательного потенциала электрода Венельта; 2) это место на поверхности термоэмиссионного катода, с которого вылетают электроны; 3) это точка фокусировки электронного пучка объектной линзой на поверхности образца; 4) это точка фокуса конденсорной линзы, после которой электронный пучок можно считать

гомоцентрическим; 5) это сужение электронного пучка, возникающее от фокусирующего действия эммерсионной объектной линзы.

5. Рабочая температура для термоэмиссионных катодов из гексаборида лантана LaB6 примерно равна:

1) 1800 К; 2) 2500 К; 3) 2800 К; 4) 500 К; 5) 300 К.

6. Что называют сплошным рентгеновским излучением: 1) Электромагнитное излучение рентгеновского диапазона (от 10E-8 до 10E-12 м), которое возникает при ускоренном движении (торможении) электронов первичного электронного пучка в электрическом поле (ядер) атомов образца; 2) Электромагнитное излучение рентгеновского диапазона (от 10E-8 до 10E-12 м), которое возникает при переходах электронов вышележащих электронных оболочек атомов на нижележащие, где электроны были выбиты быстрыми электронами первичного пучка; 3) Электромагнитное излучение рентгеновского диапазона (от 10E-8 до 10E-12 м), которое характеризует выход Оже электронов; 4) Электромагнитное излучение рентгеновского диапазона (от 10E-8 до 10E-12 м), которое подчиняется закону Крамерса; 5) Электромагнитное излучение рентгеновского диапазона (от 10E-8 до 10E-12 м), которое характеризует излучение атомов при возбуждении их электронов.

7. Как исправляется астигматизм электромагнитных линз: 1) Системой специальных катушек - астигматорами; 2) Применением воздействия на электроны пучка энергетических фильтров; 3) Использованием рассеивающих электромагнитных линз, у которых противоположная по знаку аберрация; 4) Применением большей ускоряющей разности потенциалов; 5) Применением более глубокого вакуума.

8. Выражение Канае-Окаяма, для длины пробега электронов в образце, имеет вид:

$$\begin{aligned}
 \text{A) } \lambda_{\text{Беме}} &= \int_{E=E_0}^{E=0} \frac{1}{dE/dx} dE & \text{B) } x &= \frac{0,1 * E^{1,5}}{\rho} [\text{мкм}] & \text{C) } y &= \frac{0,077 * E^{1,5}}{\rho} [\text{мкм}] \\
 \text{D) } p(z) &= p(0) \exp\left(-\frac{z}{z_{SE}}\right) & \text{E) } R &= 0,0276 \frac{AE^{1,67}}{Z^{0,899} \rho} [\text{мкм}]
 \end{aligned}$$

9. Укажите последовательно принадлежность формулы диаметра размытия электронного пучка для соответствующей аберрации: 1) сферическая аберрация, хроматическая аберрация, дифракционная аберрация, размытие определяемое степенью уменьшения электронной колонны; 2) дифракционная аберрация, размытие определяемое степенью уменьшения электронной колонны, сферическая аберрация, хроматическая аберрация; 3) хроматическая аберрация, дифракционная аберрация, размытие определяемое степенью уменьшения электронной колонны, сферическая аберрация; 4) размытие определяемое степенью уменьшения электронной колонны, сферическая аберрация, хроматическая аберрация, дифракционная аберрация; 5) дифракционная аберрация, сферическая аберрация, хроматическая аберрация, размытие определяемое степенью уменьшения электронной колонны.

$$\begin{aligned}
 \text{A) } d_s &= 2C_s \alpha^3 & \text{B) } d_c &= C_c \alpha \frac{\Delta E}{E} & \text{C) } d_d &= 1,22 \frac{\lambda}{\alpha} & \text{D) } d_g &= d_v / M
 \end{aligned}$$

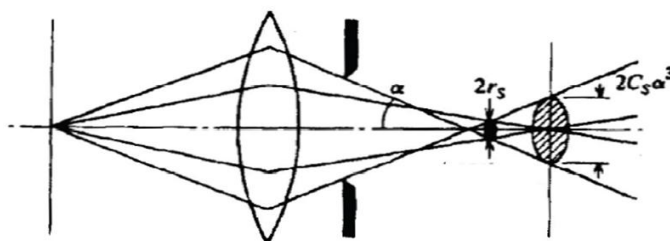
10. Принцип работы классического детектора вторичных электронов заключается в: 1) Регистрации и фотоумножении вспышек, вторичных электронов вызванных вторичными электронами на сцинтилляторе; 2) Регистрации тока электрон-дырочных пар, возникающих при бомбардировке поверхности полупроводника электронами; 3) Регистрации нагрева датчика, вызываемого электронной бомбардировкой поверхности полупроводника электронами; 4) Непосредственном измерении тока пучка; 5) Регистрации квантов, излучаемых атомами и молекулами газовой среды примыкающей к поверхности образца, при возбуждении их вторичными электронами.

11. Из каких основных элементов состоит растровый электронный микроскоп: 1) Система эмиссии электронов, система фокусировки, система вакуумирования, система регистрации, персональный компьютер; 2) Система эмиссии электронов, система вакуумирования, блок регулировки магнитного поля, персональный компьютер; 3) Система эмиссии электронов, система фокусировки, система регистрации, система освещения, персональный компьютер; 4) Система эмиссии электронов, нагревательный элемент, система фокусировки, система вакуумирования, система регистрации, персональный компьютер.
12. Что представляют собой магнитные линзы микроскопа: 1) Цилиндрически симметричные электромагниты с острым полюсным наконечником; 2) Намагниченные оптические линзы; 3) Тонкие намагниченные стержни, расположенные параллельно электронному пучку; 4) Тонкие слои металла, отклоняющие электроны в результате зарядки электронным пучком.
13. Что такое "спейсер": 1) Шайба, регулирующая расстояние между катодом и электродом Венельта; 2) Система аппаратного подавления шумов на изображении; 3) Усилитель сигнала от образца в электронном микроскопе; 4) Последняя из магнитных линз в колонне, обеспечивающая точную фокусировку.
14. Как настраивать апертуру в режиме Wobble: 1) При увеличении больше 10 000 регулировкой ручек на электронной колонне добиваемся неподвижности изображения; 2) При увеличении менее 100 регулировкой параметра Heating adjustment добиваемся неподвижности изображения; 3) При минимальном токе накала и ускоряющем напряжении регулированием ручек на электронной колонне добиваемся появления светящейся точки в центре рабочего окна программы; 4) При атмосферном давлении в камере регулированием тока накала добиваемся наибольшей чёткости изображения.
15. Как работает вакуумная система микроскопа: 1) Низкий вакуум достигается форвакуумным насосом, высокий – турбомолекулярным; 2) Низкий вакуум достигается роторно-пластинчатым насосом, высокий вакуум достигается аннигиляцией рабочего газа; 3) Низкий вакуум достигается диффузионным насосом, высокий вакуум достигается ионно-сорбционным насосом; 4) Низкий вакуум достигается турбомолекулярным насосом, диффузионным насосом.
16. В каком году был создан растровый электронный микроскоп: 1) 1935; 2) 1960; 3) 2000; 4) 1912; 5) 1980.
17. Какие теоретические и экспериментальные исследования непосредственно способствовали созданию электронной микроскопии: 1) 1927 г. Дэвиссон и Джермер (дифракция электронов); 2) Создание в 1982 г. сканирующего туннельного микроскопа Биннигом и Рорером; 3) Открытие законов фотоэффекта А. Эйнштейном в 1900 г.; 4) Открытие красного смещения Э. Хабблом в 1924 г.; 5) Исследования Прохорова и Басова по созданию радиочастотного лазера в 1954 г.
18. От чего зависит разрешающая способность просвечивающего микроскопа: 1) от ускоряющего напряжения; 2) от типа образца; 3) от уровня вакуума; 4) от управляющего программного обеспечения; 5) от всех перечисленных факторов.
19. Какой максимальный потенциал относительно земли прикладывается к аноду электронной пушки РЭМ JEOL JSM 6610LV: 1) 0 В; 2) + 30 000 В; 3) - 30 000 В; 4) + 20 кВ; 5) - 20 кВ.
20. Выберите последовательно примерное время непрерывной работы: 1) вольфрамового термоэмиссионного катода; 2) автоэмиссионного катода; 3) термоэмиссионного на основе гексаборида лантана; 4) термополевого катода на основе эффекта Шоттки: 1) 150 ч, 1500 ч, 500 ч, 1500 ч; 2) 1500 ч, 150 ч, 500 ч, 1500 ч; 3) 500 ч, 1500 ч, 150 ч, 1500 ч; 4) 1500 ч, 150 ч, 50 ч, 1500 ч; 5) 150 ч, 500 ч, 1500 ч, 1500 ч.
21. Какие электроны называют Оже электронами: 1) электроны одной из внутренних оболочек атома, уносящие избыточную энергию вместо характеристического рентгеновского излучения, образованную при переходе электронов вышележащих оболочек на вакантные места выбитых электронов нижележащих оболочек; 2) возбуждённые электроны одной из внешних оболочек атома, излучающие

коротковолновое рентгеновское излучение; 3) электроны одной из внутренних оболочек атома, которые переходят с вышележащих оболочек на вакантные места выбитых электронов нижележащих оболочек; 4) быстро летящие электроны, излучающие синхротронное электромагнитное излучение в сильных магнитных полях; 5) электроны, которые движутся с большим ускорением замедления при торможении в веществе.

22. Как исправляется сферическая aberrация электромагнитных линз: 1) Использованием рассеивающих электромагнитных линз, у которых притивоположная по знаку aberrация; 2) Системой специальных катушек - астигматорами; 3) Применением воздействия на электроны пучка энергетических фильтров; 4) Применением большей ускоряющей разности потенциалов; 5) Применением более глубокого вакуума.

23. Рисунок поясняет: 1) Суть сферической aberrации электромагнитной линзы; 2) Суть хроматической aberrации электромагнитной линзы; 3) Суть дифракционной aberrации электромагнитной линзы; 4) Суть астигматизма электромагнитной линзы; 5) Объясняет суть понятия "глубина фокуса".



24. Выражение для теоретического диаметра электронного пучка с учётом aberrаций и степени уменьшения электронной колонны имеет вид:

A) $d = (d_g^2 + d_s^2 + d_c^2 + d_d^2)$

B) $d = (d_g^2 + d_s^2 + d_c^2 + d_d^2)^{1/2}$

C) $d = (d_g^2 + d_s^2 + d_d^2)^{1/2}$

D) $d = (d_s^2 + d_c^2 + d_d^2)^{1/2}$

E) $d_g = d_v / M$

25. Эффект каналирования возникает из-за: 1) Различия плотности упаковки атомов вдоль различных направлений объекта; 2) Дифракции электронов на кристаллической решетке объекта; 3) Интерференции электронов на поверхностных дефектах изучаемого объекта; 4) Интерференции электронов на внутренних дефектах изучаемого объекта; 5) За счёт всех перечисленных эффектов.

26. Как влияет величина применяемого ускоряющего напряжения на разрешающую способность электронного микроскопа: 1) Разрешение возрастает с ростом ускоряющего напряжения, поскольку уменьшается длина волны де Бройля; 2) Разрешение возрастает с ростом ускоряющего напряжения, поскольку увеличивается длина волны де Бройля; 3) Разрешение снижается с ростом ускоряющего напряжения, поскольку уменьшается длина волны де Бройля; 4) Разрешение снижается с ростом ускоряющего напряжения, поскольку снижается длина волны де Бройля.

27. Как осуществить наклон и смещения электронного пучка: 1) Параметры Tilt x и Tilt y управляют наклоном пучка, параметры Shift x и Shift y управляют смещением пучка; 2) При помощи инструментов в панели scaler; 3) При выключенном микроскопе вращая ручки на электронной колонне; 4) Это невозможно, нужно наклонить или сместить столик.

28. Как регулировать смещение вершины катода относительно Венельта: 1) После снятия катодного узла с помощью винтов тонкой настройки; 2) Во время прогрева катода с

помощью соответствующих настроек в окне программы; 3) Путём замены спейсера; 4) Регулировкой ручек внутри электронной колонны при помощи специального ключа.

29. Каким должен быть ток в кроссовере? Как его менять: 1) Ток в кроссовере должен быть максимальным. Он регулируется напряжением смещения на электроде Венельта; 2) Ток в кроссовере должен быть минимальным. Он регулируется напряжением на электроде Венельта; 3) Ток в кроссовере должен быть максимальным. Он регулируется регулировкой ручек на электронной колонне в режиме wobble; 4) Ток в кроссовере должен быть минимальным. Он регулируется регулировкой ручек на электронной колонне в режиме wobble.

30. Кто создатель просвечивающего электронного микроскопа: 1) Немецкие физики М. Кнолль и Э. Руск; 2) Американские физики Дэвиссон и Джермер; 3) Швейцарские физики Герд Бинниг и Гейнрих Рорер; 4) Американские физики Ферми и Дирак; 5) Русские физики Капица и Иоффе.

31. Какие теоретические и экспериментальные исследования непосредственно способствовали созданию электронной микроскопии: 1) 1926-27 гг. Буш - разработка основ управления и фокусировки электронных пучков; 2) Создание в 1982 г. сканирующего туннельного микроскопа Биннигом и Рорером; 3) Открытие законов фотоэффекта А. Эйнштейном в 1900 г.; 4) Открытие красного смещения Э. Хабблом в 1924 г.; 5) Исследования Прохорова и Басова по созданию радиочастотного лазера в 1954 г.

32. Какова должна быть толщина просвечиваемой зоны образца: 1) порядка 50-100 нм; 2) порядка 500 – 800 нм; 3) порядка 1 мкм; 4) порядка 2 - 5 мкм; 5) порядка 5-10 нм.

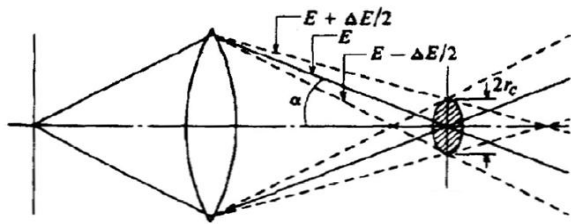
33. Какую функцию выполняет электрод Венельта: 1) Фокусирует пучок электронов в кроссовере; 2) Смещает электронный пучок в горизонтальной плоскости по осям x и y; 3) Смещает электронный пучок по вертикальной оси z; 4) Ускоряет поток электронов по направлению к аноду; 5) Тормозит электроны пучка, которые имеют наибольшую скорость.

34. Выберите последовательно разброс в энергиях электронов для: 1) вольфрамового термоэмиссионного катода; 2) автоэмиссионного катода; 3) термоэмиссионного на основе гексаборида лантана; 4) термополевого катода на основе эффекта Шоттки: 1) 2.3 эВ; 0.3–0.5 эВ; 1.5 эВ; 0.6–0.8 эВ; 2) 1.5 эВ; 2.3 эВ; 0.3–0.5 эВ; 0.6–0.8 эВ; 3) 0.6–0.8 эВ; 1.5 эВ; 2.3 эВ; 0.3–0.5 эВ; 4) 0.3–0.5 эВ; 0.6–0.8 эВ; 1.5 эВ; 2.3 эВ; 5) 0.3–0.5 эВ; 2.3 эВ; 0.6–0.8 эВ; 1.5 эВ.

35. Что понимают под диаметром электронного зонда: 1) диаметр мысленного диска, расположенного симметрично и перпендикулярно электронному пучку, в который попадает 80% электронов; 2) расстояние между точками электронного пучка, на котором плотность электронов уменьшается в 2,7 раза (e раз); 3) диаметр мысленного диска, расположенного симметрично и перпендикулярно электронному пучку, в который попадает 100% всех электронов; 4) диаметр мысленного диска, расположенного симметрично и перпендикулярно электронному пучку, в который попадает 50% электронов пучка; 5) это расстояние между противоположными точками электронного пучка, в которые ещё могут попасть электроны, даже самые медленные.

36. Как исправляется хроматическая абберрация электромагнитных линз: 1) Применением воздействия на электроны пучка энергетических фильтров; 2) Использованием рассеивающих электромагнитных линз, у которых противоположная по знаку абберрация; 3) Применением большей ускоряющей разности потенциалов; 4) Применением более глубокого вакуума; 5) Системой специальных катушек - астigmatорами.

37. Рисунок поясняет: 1) Суть хроматической абберрации электромагнитной линзы; 2) Суть дифракционной абберрации электромагнитной линзы; 3) Суть астigmatизма электромагнитной линзы; 4) Объясняет суть понятия "глубина фокуса"; 5) Суть сферической абберрации электромагнитной линзы.



38. Укажите один из способов борьбы с зарядкой образца: 1) Изменение энергии электронного пучка таким образом, что бы коэффициент вторичной эмиссии приближался к значению равному единице; 2) Увеличение тока в конденсорной линзе, так что меньшее количество электронов достигает образца; 3) Увеличение тока в объектной линзе, так что электроны фокусируются в тонкий пучок и проходят на значительную глубину; 4) Изменяют стигму по оси x и y ; 5) Уменьшают потенциал на коллекторе детектора вторичных электронов.

39. Методом оже-спектроскопии можно детектировать элементы, начиная с : 1) He; 2) H; 3) Li; 4) Be; 5) B.

40. Что такое спейсер: 1) Кольцо определённой толщины, регулирующее расстояние между эммитирующей вершиной катода и электродом Венельта; 2) Шайба, изменяющая расстояние между электродом Венельта и конденсорной линзой; 3) Шайба, изменяющая расстояние между апертурой и конденсорной линзой; 4) Острая часть автоэмиссионного катода, с которой происходит эмиссия электронов; 5) Кольцо на пути электронного пучка, отсекающее часть низкоэнергетических электронов.

41. Какое напряжение смещения подают на электрод Венельта относительно потенциала катода: 1) До сотни Вольт; 2) Несколько единиц Вольт; 3) До нескольких тысяч Вольт; 4) До нескольких десятков Вольт.

42. Что такое астигматизм электромагнитных линз: 1) Заключается в нарушении симметричности электронного пучка. Причин может быть множество: загрязнение, адсорбция, окисление, дефекты на поверхности полюсных наконечников линз, внешние магнитные поля и др; 2) Обусловлена волновыми свойствами электронов - их дифракцией на краях полюсных наконечников электромагнитных линз; 3) Обусловлена рассеянием электронов на молекулах воздуха при низком вакууме; 4) Электроны движущиеся в электромагнитной линзе дальше от оси пучка отклоняются магнитным полем сильнее, чем электроны движущиеся ближе к оси пучка; 5) Обусловлена разбросом в энергии электронов. Электроны, которые имеют скорость большую отклоняются полем электромагнитной линзы слабее, чем электроны с меньшей скоростью.

43. При увеличении тока в конденсорной линзе (продолжите правильно предложение) ... 1) угол расхождения прошедшего электронного пучка уменьшается, количество прошедших электронов уменьшается, размер зонда на образце уменьшается, разрешение увеличивается; 2) угол расхождения прошедшего электронного пучка увеличивается, количество прошедших электронов уменьшается, размер зонда на образце увеличивается, разрешение увеличивается; 3) угол расхождения прошедшего электронного пучка уменьшается, количество прошедших электронов увеличивается, размер зонда на образце уменьшается, разрешение уменьшается; 4) угол расхождения прошедшего электронного пучка уменьшается, количество прошедших электронов уменьшается, размер зонда на образце уменьшается, разрешение увеличивается; 5) угол расхождения прошедшего электронного пучка увеличивается, количество прошедших электронов увеличивается, размер зонда на образце увеличивается, разрешение увеличивается.

44. От чего зависит интенсивность потока электронов, испускаемых катодом: 1) от формы, типа, напряжения накала катода и от напряжения смещения; 2) от скорости нагрева катода; 3) от времени работы катода; 4) от величины тока в конденсорной линзе; 5) от величины тока в объектной линзе.

45. Кто создатель растрового электронного микроскопа: 1) Немецкий физик М. Кнолль; 2) Американские физики Дэвиссон и Джермер; 3) Швейцарские физики Герд Бинниг и

Гейнрих Рорер; 4) Американские физики Ферми и Дирак; 5) Русские физики Капица и Иоффе.

46. Какие теоретические и экспериментальные исследования непосредственно способствовали созданию электронной микроскопии: 1) 1898 г. Штарк - взаимодействие ускоренных электронов с металлическими фольгами и измерение токов утечки; 2) Создание в 1982 г. сканирующего туннельного микроскопа Биннигом и Рорером; 3) Открытие законов фотоэффекта А. Эйнштейном в 1900 г.; 4) Открытие красного смещения Э. Хабблом в 1924 г.; 5) Исследования Прохорова и Басова по созданию радиочастотного лазера в 1954 г.

47. Какой катод даст лучшее разрешение в растровом термоэмиссионном микроскопе JEOL JSM-6610LV: 1) монокристалл гексаборида лантана; 2) вольфрамовый W-катод; 3) вольфрамовый катод с полевой эмиссией электронов по эффекту Шоттки; 4) автоэмиссионный вольфрамовый катод; 5) всё зависит от настройки электронной колонны микроскопа.

48. Какое напряжение смещения подают на электрод Венельта относительно потенциала катода: 1) До сотни Вольт; 2) Несколько единиц Вольт; 3) До тысячи Вольт; 4) До нескольких тысяч Вольт; 5) До несколько десятков Вольт.

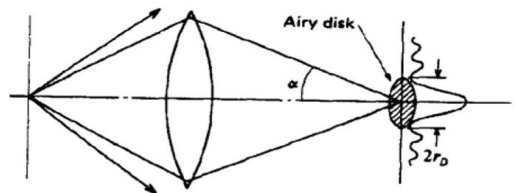
49. При увеличении тока в конденсорной линзе (продолжите правильно предложение) ...: 1) угол расхождения прошедшего электронного пучка уменьшается, количество прошедших электронов уменьшается, размер зонда на образце уменьшается, разрешение увеличивается; 2) угол расхождения прошедшего электронного пучка увеличивается, количество прошедших электронов уменьшается, размер зонда на образце увеличивается, разрешение увеличивается; 3) угол расхождения прошедшего электронного пучка уменьшается, количество прошедших электронов увеличивается, размер зонда на образце уменьшается, разрешение уменьшается; 4) угол расхождения прошедшего электронного пучка уменьшается, количество прошедших электронов уменьшается, размер зонда на образце уменьшается, разрешение увеличивается; 5) угол расхождения прошедшего электронного пучка увеличивается, количество прошедших электронов увеличивается, размер зонда на образце увеличивается, разрешение увеличивается.

50. Для Оже электронов и характеристического рентгеновского излучения справедливо высказывание: 1) Сумма вероятностей появления и того и того процесса с ростом порядкового номера элемента равна единице; 2) С ростом порядкового номера элемента вероятность появления Оже электрона возрастает, а характеристического излучения падает; 3) С ростом порядкового номера элемента вероятность появления Оже электрона и характеристического излучения возрастает; 4) С ростом порядкового номера элемента вероятность появления Оже электрона и характеристического излучения убывает; 5) С ростом порядкового номера элемента вероятности появления Оже электрона и характеристического излучения равны между собой и не меняются.

51. Каким выражением определяется сечение рассеяния электронов первичного пучка в образце:

$$\text{A) } \sigma = \frac{n_M \cdot n_n}{N} \quad \text{B) } \sigma = \frac{N}{n_M \cdot n_n} \quad \text{C) } \sigma = \frac{N \cdot n_n}{n_M} \quad \text{D) } \sigma = \frac{N \cdot n_M}{n_n} \quad \text{E) } \sigma = \frac{N^2}{n_M \cdot n_n}$$

52. Рисунок поясняет: 1) Суть дифракционной aberrации электромагнитной линзы ; 2) Суть астigmatизма электромагнитной линзы ; 3) Объясняет суть понятия "глубина фокуса"; 4) Суть сферической aberrации электромагнитной линзы; 5) Суть хроматической aberrации электромагнитной линзы.



53. Укажите один из способов борьбы с зарядкой образца: 1) Осуществляют плазменное напыление тонкого нанометрового проводящего покрытия и соединяют его с землёй; 2) Увеличение тока в конденсорной линзе, так что меньшее количество электронов достигает образца; 3) Увеличение тока в объектной линзе, так что электроны фокусируются в тонкий пучок и проходят на значительную глубину; 4) Изменяют стигму по оси x и y ; 5) Уменьшают потенциал на коллекторе детектора вторичных электронов.
54. Какое напряжение подаётся на сцинтиллятор классического детектора Эверхарта Торнли и для чего это нужно: 1) ~ 12 кВ, для ускорения медленных вторичных электронов до энергий достаточных для создания сцинтилляций (свечения) при ударе о поверхность люминофора; 2) $\sim (-1)$ кВ, для торможения быстрых обратнорассеянных электронов, что бы предотвратить выгорание люминофора сцинтилляционного экрана; 3) ~ 30 кВ, для отклонения быстрых обратнорассеянных электронов от сцинтилляционного экрана; 4) $\sim (-30)$ кВ, для отклонения быстрых обратнорассеянных электронов от сцинтилляционного экрана; 5) ~ 200 В, для отбора вылетевших от образца медленных вторичных электронов.
55. Как исправляется астигматизм электромагнитных линз: 1) Системой специальных катушек – астигматорами; 2) Применением воздействия на электроны пучка энергетических фильтров; 3) Использованием рассеивающих электромагнитных линз, у которых притивоположная по знаку аберрация; 4) Применением большей ускоряющей разности потенциалов; 5) Применением более глубокого вакуума.
56. Укажите один из способов борьбы с зарядкой образца: 1) Используют низковакуумный режим и модифицированный детектор Эверхарта-Торнли; 2) Увеличение тока в конденсорной линзе, так что меньшее количество электронов достигает образца; 3) Увеличение тока в объектной линзе, так что электроны фокусируются в тонкий пучок и проходят на значительную глубину; 4) Изменяют стигму по оси x и y ; 5) Уменьшают потенциал на коллекторе детектора вторичных электронов.
57. Что понимают под истинно вторичными электронами: 1) электроны атомов поверхности образца, покинувшие внешние орбиты под действием электронов первичного пучка, а так же упруго и неупруго обратноотражённых электронов; 2) все электроны покинувшие поверхность образца: неупруго и упруго отражённые, вылетевшие из электронных оболочек атомов вещества; 3) только упруго и неупруго отражённые электроны поверхностных атомов образца; 4) только те электроны, которые являются "паразитными" и вылетевшими из элементов конструкции рабочей камеры электронного микроскопа; 5) те электроны, которые попадают в детектор вторичных электронов при запирающем напряжении сетки Фарадея.
58. Укажите один из способов борьбы с зарядкой образца: 1) Осуществляют плазменное напыление тонкого нанометрового проводящего покрытия и соединяют его с землёй; 2) Увеличение тока в конденсорной линзе, так что меньшее количество электронов достигает образца; 3) Увеличение тока в объектной линзе, так что электроны фокусируются в тонкий пучок и проходят на значительную глубину; 4) Изменяют стигму по оси x и y ; 5) Уменьшают потенциал на коллекторе детектора вторичных электронов.
59. Как исправляется сферическая аберрация электромагнитных линз: 1) Использованием рассеивающих электромагнитных линз, у которых притивоположная по знаку аберрация; 2) Системой специальных катушек - астигматорами; 3) Применением воздействия на электроны пучка энергетических фильтров; 4) Применением большей ускоряющей разности потенциалов; 5) Применением более глубокого вакуума.
60. Какое увеличение давал первый просвечивающий электронный микроскоп: 1) ~ 17 раз; 2) ~ 120 раз; 3) ~ 1000 раз; 4) ~ 200 раз; 5) ~ 500 раз.

61. Какие открытия непосредственно способствовали созданию электронной микроскопии: 1) Луи де Бройль в 1925 г открыл корпускулярно-волновой дуализм свойств объектов природы; 2) Открытие законов фотоэффекта А. Эйнштейном в 1900 г.; 3) Открытие красного смещения Э. Хабблом в 1924 г.; 4) Исследования Прохорова и Басова по созданию радиочастотного лазера в 1954 г.; 5) Создание А. Эйнштейном общей теории относительности в 1921 году.

62. От чего зависит интенсивность потока электронов, испускаемых катодом: 1) от формы, типа, напряжения накала катода и от напряжения смещения; 2) от скорости нагрева катода; 3) от времени работы катода; 4) от величины тока в конденсорной линзе; 5) от величины тока в объектной линзе.

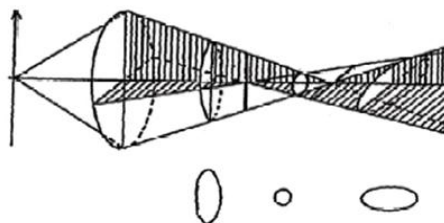
63. Какую функцию выполняет электрод Венельта: 1) Управляет током в электронном пучке; 2) Смещает электронный пучок в горизонтальной плоскости по осям x и y ; 3) Смещает электронный пучок по вертикальной оси z ; 4) Ускоряет поток электронов по направлению к аноду; 5) Тормозит электроны пучка, которые имеют наибольшую скорость.

64. Какие характерные длины свободного пробега электронов для металлов и диэлектриков соответственно: 1) до 5 нм (металл); 25-50 нм (диэлектрик); 2) до 40 нм (металл); 60-100 нм (диэлектрик); 3) до 100 нм (металл); 25-50 нм (диэлектрик); 4) до 50 нм (металл); 250-500 нм (диэлектрик); 5) до 10 нм (металл); 50 - 100 нм (диэлектрик).

65. Что называют контаминацией: 1) Образование на поверхности образца под действием вторичных электронов углеродосодержащей плёнки, которая состоит из полимеризовавшихся органических молекул, адсорбированных поверхностью; 2) Процесс прожига электронным пучком поверхностного слоя атомов образца ; 3) Удаление адсорбированных поверхностью молекул первичным пучком электронов; 4) Зависимость выхода истинно вторичных электронов от локальной геометрии образца; 5) Появление на поверхности атомов углерода из воздуха.

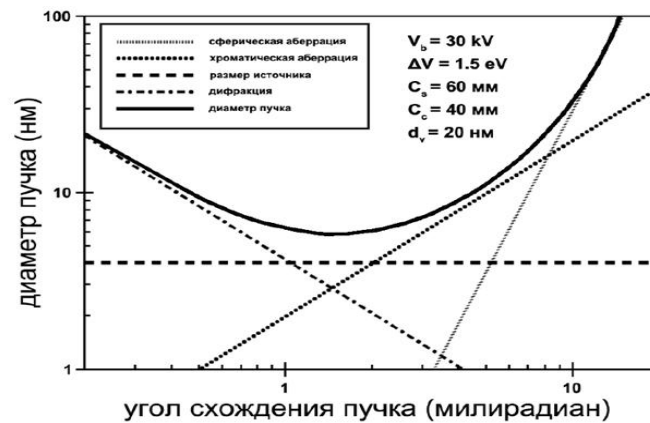
66. Что определяет формула Бете: 1) скорость потери энергии электронов с учётом всех возможных механизмов потери энергии; 2) выражает глубину проникновения электронов первичного пучка в образец; 3) определяет горизонтальный размер локального разрешения; 4) скорость потери энергии электронов на выбивание электронов внутренних оболочек, с образованием характеристического рентгеновского излучения и оже электронов; 5) выражает длину свободного пробега электронов в образце.

67. Рисунок поясняет: 1) Суть астigmatизма электромагнитной линзы ; 2) Объясняет суть понятия "глубина фокуса"; 3) Суть сферической aberrации электромагнитной линзы; 4) Суть хроматической aberrации электромагнитной линзы; 5) Суть дифракционной aberrации электромагнитной линзы.



68. На рисунке показана зависимость диаметра электронного зонда от угла его схождения, для ускоряющего напряжения 30 кВ. Разброс энергии - 1.5 эВ, размер кроссовера – 20 нм, уменьшение колонны – 5х. Объясните появление минимума зависимости.: 1) Так как диаметр размытия электронного пучка при дифракционной aberrации обратно пропорционален углу схождения электронного пучка, в отличие от сферической и хроматической aberrации; 2) Так как диаметр размытия электронного пучка при сферической aberrации обратно пропорционален углу схождения электронного пучка, в отличие от дифракционной и хроматической aberrации; 3) Так как диаметр размытия электронного пучка при хроматической aberrации обратно пропорционален углу схождения электронного пучка, в отличие от дифракционной и сферической aberrации; 4) Так как диаметр размытия электронного пучка при хроматической и сферической aberrации обратно пропорционален углу схождения электронного пучка, а при дифракционной прямо

пропорционален; 5) Так как диаметр размытия электронного пучка при хроматической и дифракционной aberrации обратно пропорционален углу схождения электронного пучка, а при сферической прямо пропорционален



69. Почему возможность достижения коэффициента вторичной эмиссии, большего единицы, имеет большую практическую значимость: 1) Возможно компенсировать эффект зарядки образцов; 2) При этом велико отношение сигнал-шум; 3) Изображения при этом имеют очень хорошую яркость; 4) Изображения при этом имеют очень хорошую контрастность; 5) Изображение при этом имеет самую высокую глубину фокуса.

70. Как влияет величина применяемого ускоряющего напряжения на разрешающую способность электронного микроскопа: 1) Увеличивая $U_{\text{уск}}$ увеличивается разрешающая способность; 2) Уменьшает; 3) Увеличивает; 4) Увеличивая $U_{\text{уск}}$ уменьшается разрешающая способность.

71. Для чего предназначена сетка Фарадея на детекторе вторичных электронов: 1) Ускорение энергии низкоэнергетичных вторичных электронов; 2) Не изменяет энергию низкоэнергетичных вторичных электронов; 3) Уменьшение энергии низкоэнергетичных вторичных электронов.

72. Как устроен детектор Эверхарта-Торнли: 1) Коллектор, световод, сцинтиллятор, фотоумножитель; 2) Световод, сцинтиллятор, фотоумножитель; 3) Коллектор, световод, фотоумножитель; 4) Коллектор, световод.

73. Как влияет ускоряющее напряжение на коэффициент истинно вторичной электронной эмиссии и зарядку образца: 1) Сначала увеличивается, а потом в некоторый момент убывает; 2) Увеличивается; 3) Уменьшается; 4) Неменяется.

74. Какие методы борьбы с зарядкой образца вы знаете: 1) Все перечисленное; 2) Изменение энергии первичного пучка для диэлектрика; 3) Напыление платины и её заземление; 4) Наблюдение в низковакуумном режиме.

75. Кто начал первое серийное производство электронных микроскопов: 1) Немецкая компания Siemens, под маркой Elmiskop; 2) Японская компания Jeol, под маркой JSM; 3) Немецкая компания Carl Zeiss, под маркой Carl Zeiss; 4) Японская компания Hitachi, под маркой Hitachi; 5) Нидерландская компания Philips, под маркой FEI.

76. Как выглядит общее выражения для волны Де Бройля для движущейся частицы:

$$\text{A) } \lambda = \frac{\hbar}{p} \quad \text{B) } \lambda = \frac{h}{p} \quad \text{C) } \lambda = \frac{h}{2\pi p} \quad \text{D) } \lambda = \frac{h}{m_0 v} \quad \text{E) } \lambda = \frac{h}{eU}$$

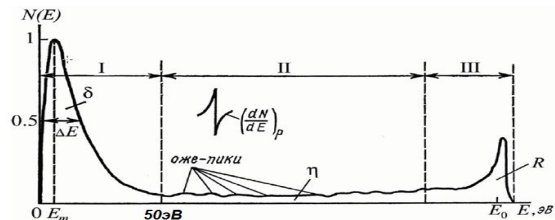
77. Что понимают под истинно вторичными электронами: 1) электроны атомов поверхности образца, покинувшие внешние орбиты под действием электронов первичного пучка, а так же упруго и неупруго обратноотражённых электронов; 2) все электроны покинувшие поверхность образца: неупруго и упруго отражённые, вылетевшие из электронных оболочек атомов вещества; 3) только упруго и неупруго отражённые электроны поверхностных атомов образца; 4) только те электроны, которые являются "паразитными" и вылетевшими из элементов конструкции рабочей камеры электронного микроскопа; 5) те электроны, которые попадают в детектор вторичных электронов при запирающем напряжении сетки Фарадея.

78. Какую функцию выполняет электрод Венельта: 1) Сглаживает пульсации потока электронов в пучке при флуктуациях термоэлектронной эмиссии; 2) Смещает электронный пучок в горизонтальной плоскости по осям x и y; 3) Смещает электронный пучок по вертикальной оси z; 4) Ускоряет поток электронов по направлению к аноду; 5) Тормозит электроны пучка, которые имеют наибольшую скорость.

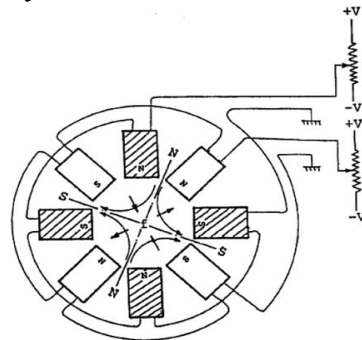
79. Борьба с какой из аббераций играет наибольшую роль для увеличения разрешения в автоэмиссионном электронном микроскопе: 1) Со сферической абберацией; 2) С хроматической абберацией; 3) С дифракционной абберацией; 4) С дифракционной и хроматической абберациями; 5) Ни одна из них не влияет на разрешение.

80. Что такое кантен-эффект: 1) Явление увеличения коэффициента истинно вторичной эмиссии на остриях, выступах, структурах и других неровностях поверхности, размеры которых сравнимы с глубиной выхода вторичных электронов; 2) Образование на поверхности образца под действием электронного пучка углеродосодержащей плёнки, которая состоит из полимеризовавшихся органических молекул, адсорбированных поверхностью; 3) Процесс прожига электронным пучком поверхностного слоя атомов образца; 4) Удаление адсорбированных поверхностью молекул первичным пучком электронов; 5) Появление на поверхности атомов углерода из воздуха.

81. На рисунке дан спектр энергий электронов, вылетевших из образца под действием электронов первичного пучка. Чему соответствует область I: 1) Медленным истинно вторичным электронам, которые образуются при выбивании электронами первичного пучка электронов внешних оболочек атомов образца; 2) Оже электронам, образованным при выбивании электронами первичного пучка электронов внутренних оболочек атомов образца; 3) Неупруго рассеянными на атомах вещества электронами первичного пучка; 4) Упруго рассеянными на атомах вещества электронами первичного пучка; 5) Обратнотражённым электронами первичного пучка



82. На рисунке показана суть работы: 1) астигматора; 2) конденсорной линзы; 3) объектной линзы; 4) электромагнитных наклоняющих катушек; 5) сканирующих катушек для растровой реализации движения электронного пучка.



83. Укажите один из способов борьбы с зарядкой образца: 1) Используют низковакуумный режим и модифицированный детектор Эверхарта-Торнли; 2) Увеличение тока в конденсорной линзе, так что меньшее количество электронов достигает образца; 3) Увеличение тока в объективной линзе, так что электроны фокусируются в тонкий пучок и проходят на значительную глубину; 4) Изменяют стигму по оси x и y; 5) Уменьшают потенциал на коллекторе детектора вторичных электронов.

84. Сумма вероятностей оже-процесса и испускания характеристического рентгеновского кванта как функция атомного номера мишени есть: 1) Константа; 2) Линейная функция; 3) Периодическая (синусоидальная) функция; 4) Логарифмическая функция; 5) Экспоненциальная функция.

85. В чём заключается явление контаминации: В появление трудно удаляемой углеродной пленки возникающей за счет ионизации адсорбирующихся молекул на поверхности образца и превращением их в радикалы с дальнейшей полимеризацией.

86. Изменение размеров структур при контаминации: 1) Увеличиваются размеры исследуемых структур; 2) Уменьшаются размеры исследуемых структур; 3) Остаются неизменными.

87. Чем можно объяснить явление астигматизма в электронно-оптической системе электронных микроскопов: 1) Все перечисленное; 2) Загрязнение; 3) Адсорбция; 4) Окисление; 5) Внешние магнитные поля.

88. Принцип действия стигматоров: 1) Сжатие электронного пучка в одном направлении и растяжение в другом; 2) Растяжение электронного пучка в одном направлении и растяжение в другом; 3) Сжатие электронного пучка в одном направлении и сжатие в другом.

89. Использование контаминации для настройки электронного зонда: Расфокусируют пучок, вращением ручек коррекции астигматизма добиваются чтобы островок контаминации круглую форму и повторяют до тех пор пока не добьются точки.

90. Какими были характеристики первого серийного просвечивающего микроскопа: 1) Ускоряющее напряжение 80 кВ. Разрешение 10 нм; 2) Ускоряющее напряжение 30 кВ. Разрешение 100 нм; 3) Ускоряющее напряжение 10 кВ. Разрешение 500 нм; 4) Ускоряющее напряжение 20 кВ. Разрешение 200 нм; 5) Ускоряющее напряжение 50 кВ. Разрешение 1 нм.

91. В чём заключается причина лучшей глубины фокусировки РЭМ в отличии с оптическим микроскопом: 1) В самом принципе создания изображения в виде растровой схемы движения электронного пучка по поверхности образца и сбора появившихся вторичных электронов; 2) В возможности отклонения магнитными полями электромагнитных линз электронов в любую часть фокального расстояния; 3) Длина волны Де Бройля может быть меньше, чем длина световой волны; 4) На фокусировку в оптическом микроскопе сильно влияет аккомодация человеческого глаза; 5) На фокусировку в оптическом микроскопе сильно влияет подсветка внешним источником освещения.

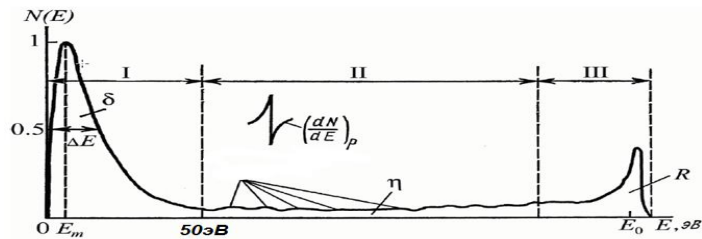
92. Что понимают под характеристической глубиной выхода истинно вторичных электронов: 1) глубина от поверхности образца на которой вероятность выхода истинно вторичных электронов уменьшилась в e (2,7) раз; 2) глубина от поверхности образца, ниже которой электроны не могут выйти из образца; 3) глубина, на которую проникают самые быстрые электроны пучка, и следовательно самая большая глубина выхода вторичных электронов; 4) расстояние, на котором ещё возможна ионизация атомов образца под действием быстрых электронов первичного пучка; 5) глубина неровностей на поверхности образца, из которых за счёт отражений могут выйти истинно вторичные электроны.

93. Что такое "спейсер": 1) Кольцо определённой толщины, регулирующее расстояние между эммитирующей вершиной катода и электродом Венельта; 2) Шайба, изменяющая расстояние между электродом Венельта и конденсорной линзой; 3) Шайба, изменяющая расстояние между апертурой и конденсорной линзой; 4) Острая часть автоэмиссионного катода, с которой происходит эмиссия электронов; 5) Кольцо на пути электронного пучка, отсекающее часть низкоэнергетичных электронов.

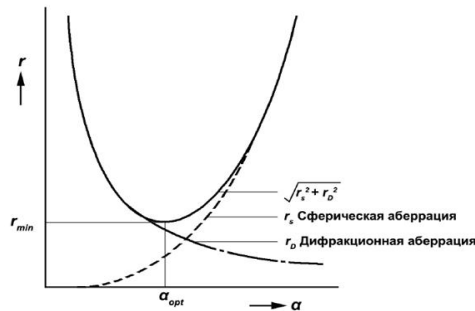
94. Борьба с какой из аббераций играет наибольшую роль для увеличения разрешения в термоэмиссионном электронном микроскопе: 1) С хроматической абберацией; 2) С дифракционной абберацией; 3) С дифракционной и хроматической абберациями; 4) Ни одна из них не влияет на разрешение; 5) Со сферической абберацией.

95. Что представляет собой сферическая абберация электромагнитных линз: 1) Электроны движущиеся в электромагнитной линзе дальше от оси пучка отклоняются магнитным полем сильнее, чем электроны движущиеся ближе к оси пучка; 2) Обусловлена разбросом в энергии электронов. Электроны, которые имеют скорость большую отклоняются полем электромагнитной линзы слабее, чем электроны с меньшей скоростью; 3) может быть множество: загрязнение, адсорбция, окисление, дефекты на поверхности полюсных наконечников линз, внешние магнитные поля и др.; 4) Обусловлена волновыми свойствами электронов - их дифракцией на краях полюсных наконечников электромагнитных линз; 5) Обусловлена рассеянием электронов на молекулах воздуха при низком вакууме.

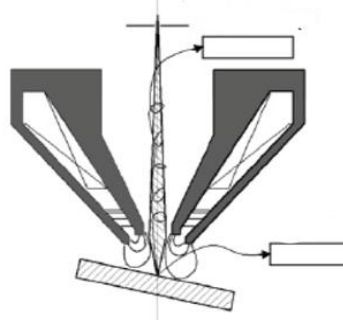
96. На рисунке дан спектр энергий электронов, вылетевших из образца под действием электронов первичного пучка. Чему соответствует область II: 1) Оже электронам и неупруго рассеянными на атомах вещества электронами первичного пучка; 2) Медленным истинно вторичными электронами, которые образуются при выбивании электронами первичного пучка электронами внешних оболочек атомов образца; 3) Неупруго рассеянными на атомах вещества электронами первичного пучка; 4) Упруго рассеянными на атомах вещества электронами первичного пучка; 5) Обратнотражёнными электронами первичного пучка.



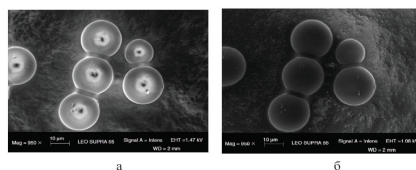
97. Что на рисунке обозначает величина $\alpha(\text{opt})$: 1) Угол обзора апертуры объектной линзы на оптимальной дистанции, при совместном действии aberrаций; 2) Оптимальное расстояние на котором разрешение самое максимальное; 3) Размер spot size; 4) Угол расхождения пучка после прохождения конденсорной линзы; 5) Оптимальный размер диафрагмы конденсорной линзы



98. На рисунке изображено: 1) Объектная иммерсионная электромагнитная линза; 2) Типичная объектная электромагнитная линза; 3) Конденсорная линза; 4) Астигматор; 5) Отклоняющие электроны электромагнитные катушки



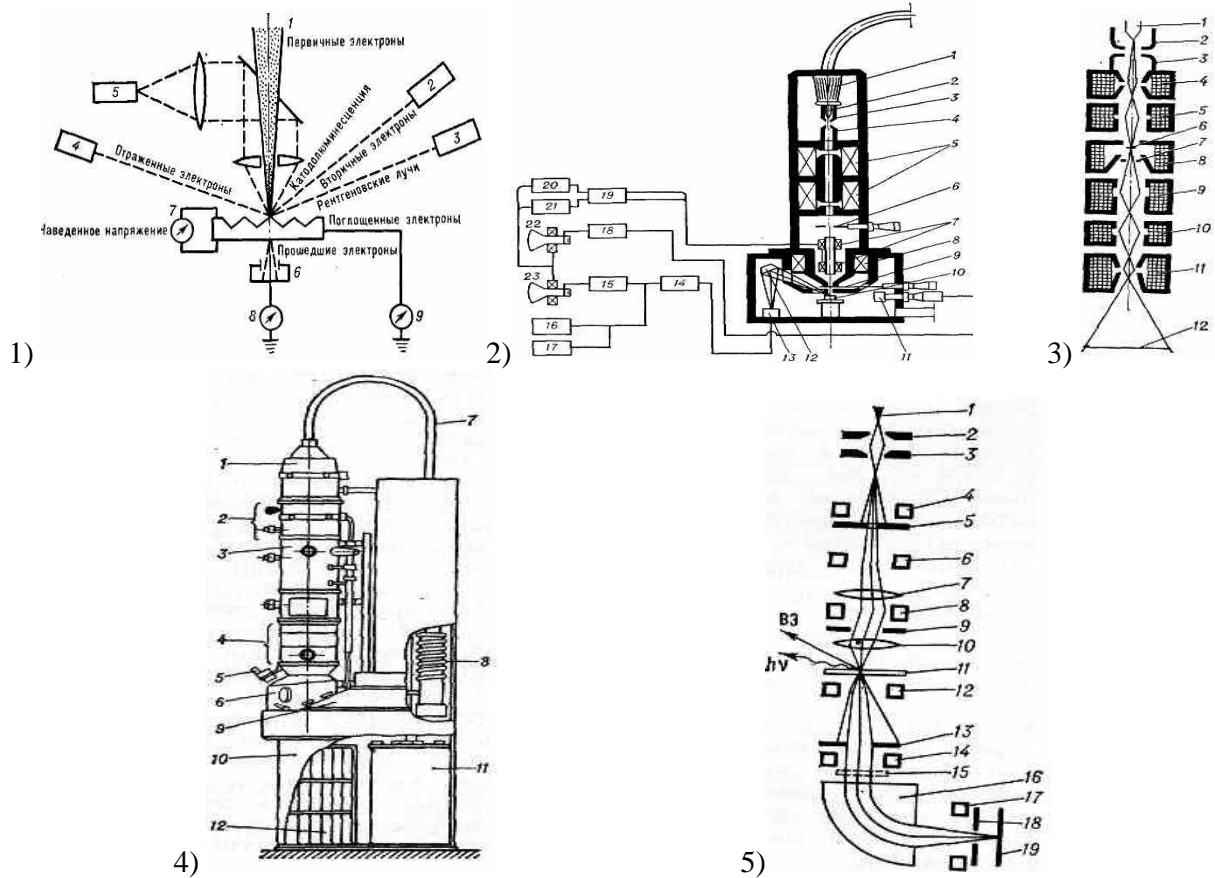
99. В чём отличие изображений одного и того же участка с латексными шариками на рисунках а) и б): 1) На рисунке а) происходит зарядка шариков и как следствие искажение изображений электрическим полем зарядов. На рисунке б) уменьшили энергию электронов, а коэффициент вторичной эмиссии стал примерно равен единице (отсутствует зарядка); 2) На рисунке а) увеличили энергию электронов и они проникнув в образец на большую глубину показали существование у шариков внутренней структуры. На рисунке б) уменьшили энергию электронов и внутренняя структура стала недоступна; 3) На рисунке а) изображение строится за счёт обратноотражённых электронов. На рисунке б) изображение строится за счёт истинно вторичных электронов; 4) На рисунке а) изображение строится в режиме химического контраста. На рисунке б) изображение строится в режиме топографического контраста; 5) На рисунке а) изображение строится в режиме низкого вакуума. На рисунке б) изображение строится в режиме высокого вакуума (обычном режиме)



100. Что такое фактор Биннинга: 1) Усреднение сигнала по соседним точкам для каждой энергии рентгеновских квантов; 2) Преобразование энергии каждого фотона рентгеновского излучения; 3) Категорирование вариаций сечения ионизации первичного пучка; 4)

Минимальная разница в энергиях частиц; 5) Усреднение сигнала регистрируемых частиц амплитуд токов или напряжений.

101. Схема регистрации рентгеновского излучения в СЭМ:



102. Контаминация это: 1) Явление образование углеродосодержащей плёнки на поверхности исследуемого образца; 2) Процесс образования органических ионизаторов; 3) Концентрирование атомов металла в исследуемом образце; 4) Явление образования неупругих связей, в связи с волновыми свойствами электронов; 5) Увеличение потенциала быстрых обратнорассеянных электронов.

103. Укажите формулу Бете – Блоха :

1)
$$\frac{dE}{\rho dx} = K \frac{z^2 Z}{\beta^2 A} \left(\frac{1}{2} \ln \frac{2m_e c^2 \beta^2 \gamma^2 T_{max}}{I^2} - \beta^2 - \frac{\delta}{2} \right)$$

2)
$$\beta_e = \beta_u + (\beta_u - \beta_d) \frac{D}{E} (1 - T)$$

3)
$$p = \frac{1}{c} \sqrt{W_k (W_k + 2E_0)}$$

4)
$$a^2 \int_0^1 \sin^2 \frac{n\pi x}{l} dx = 1.$$

5)
$$U = U_0 + \frac{9n\hbar}{\omega_m^3} \int_0^{\omega_m} \frac{kT}{\hbar\omega} \omega^3 d\omega = U_0 + 3nkT,$$

104. Что из себя представляет спектр рентгеновской трубки: 1) Наложение тормозного и характеристического рентгеновских спектров; 2) Наложение истинного, тормозного и характеристического рентгеновских спектров; 3) Наложение сплошного и тормозного рентгеновских спектров; 4) Наложение характеристического и сплошного рентгеновских спектров; 5) Наложение истинного и сплошного рентгеновских спектров.

105. Формула Аббе для предела разрешения опт. микроскопа имеет вид:

A) $\delta = 0.61 \frac{\lambda}{n \cdot \sin\alpha}$ B) $\delta = \frac{\lambda}{n \cdot \sin\alpha}$ C) $\delta = 0.61 \frac{n \cdot \sin\alpha}{\lambda}$ D) $\delta = 61 \frac{\lambda}{n \cdot \cos\alpha}$ E) $\delta = 0.61 \frac{\lambda}{n \cdot \text{tg}\alpha}$

106. Какие факторы внешней среды влияют на качество изображения в электронном микроскопе: 1) Уровень электромагнитных и помех и механических воздействий (колебаний здания, вибрации, дрожание, толчки и т.д.); 2) Только электромагнитные волны высокочастотного диапазона; 3) Только внешние переменные и постоянные магнитные поля; 4) Уровень звукового давления и интенсивности звуковых волн; 5) Точность вертикальной установки колонны электронного микроскопа и колебания напряжения в питающей сети.

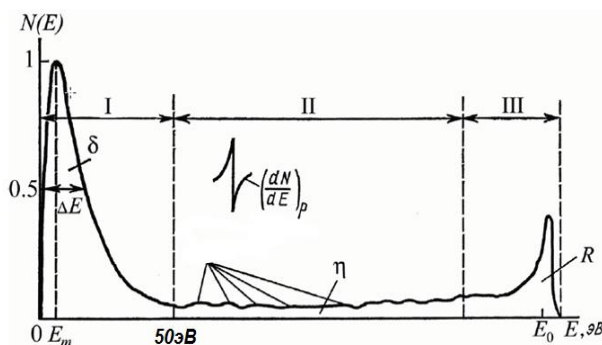
107. Каков характерный диапазон энергии истинно вторичных электронов при ускоряющем напряжении электронов первичного пучка больше, чем 1 кВ: 1) до 50 эВ; 2) от 50 до 100 эВ; 3) от 0 до 150 эВ; 4) от 0 до 1 кэВ; 5) от 50 до 1 кэВ.

108. Какова рабочая температура термоэмиссионного вольфрамового катода: 1) 2800 К; 2) 1800 К; 3) 300 К; 4) 5000 К; 5) 4500 К.

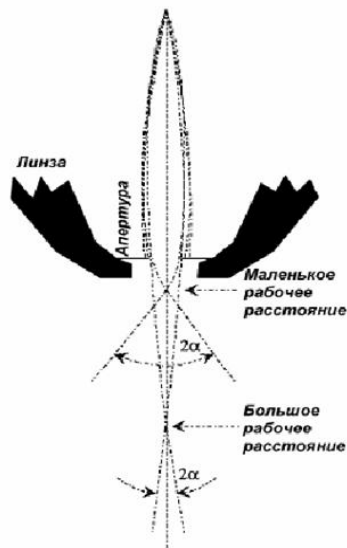
109. Что такое Spot Size, как его уменьшить: 1) Это "Размер пятна" на образце - изменяется током в конденсорной линзе. Чем больше ток в линзе, тем меньше Spot Size и более сфокусирован электронный пучок на образце; 2) Это "Размер пятна" на катоде, с которого происходит эмиссия электронов. Изменяется напряжением смещения.; 3) Это "Размер кроссовера", - изменяется потенциалом электрода Венельта; 4) Это "Размер отверстия" в цилиндре Фарадея. Изменяется заводом изготовителем; 5) Это "Размер пятна" на образце - изменяется при включении низковакуумного режима.

110. Что представляет собой хроматическая aberrация электромагнитных линз: 1) Обусловлена разбросом в энергии электронов. Электроны, которые имеют скорость большую отклоняются полем электромагнитной линзы слабее, чем электроны с меньшей скоростью; 2) Заключается в нарушении симметричности электронного пучка. Причин может быть множество: загрязнение, адсорбция, окисление, дефекты на поверхности полюсных наконечников линз, внешние магнитные поля и др.; 3) Обусловлена волновыми свойствами электронов - их дифракцией на краях полюсных наконечников электромагнитных линз; 4) Обусловлена рассеянием электронов на молекулах воздуха при низком вакууме; 5) Электроны движущиеся в электромагнитной линзе дальше от оси пучка отклоняются магнитным полем сильнее, чем электроны движущиеся ближе к оси пучка.

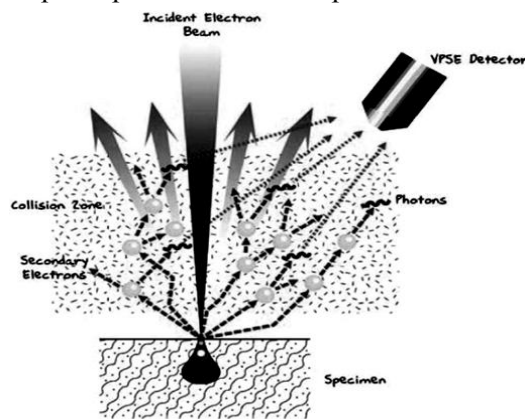
111. На рисунке дан спектр энергий электронов, вылетевших из образца под действием электронов первичного пучка. Чему соответствует область III: 1) Упруго рассеянными на атомах вещества электронам первичного пучка; 2) Оже электронам и неупруго рассеянными на атомах вещества электронам первичного пучка; 3) Медленным истинно вторичным электронам, которые образуются при выбивании электронами первичного пучка электронов внешних оболочек атомов образца; 4) Неупруго рассеянными на атомах вещества электронам первичного пучка; 5) Нет правильного ответа



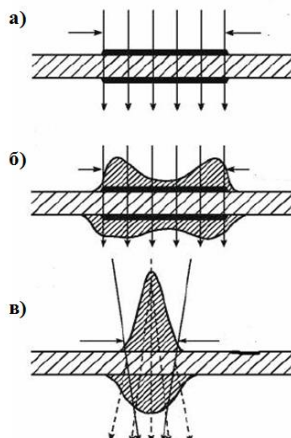
112. На рисунке показано: 1) Объясняет суть понятия "глубина фокуса"; 2) Суть астигматизма электромагнитной линзы; 3) Суть сферической aberrации электромагнитной линзы; 4) Суть хроматической aberrации электромагнитной линзы; 5) Суть дифракционной aberrации электромагнитной линзы.



113. На рисунке демонстрируется: 1) Принцип получения сигнала изображения в низковакуумном режиме с помощью модифицированного детектора вторичных электронов; 2) Принцип получения сигнала изображения классическим детектором вторичных электронов; 3) Принцип работы энергодисперсионного детектора рентгеновских квантов характеристического излучения; 4) Принцип получения сигнала изображения детектором обратнорассеянных электронов; 5) Принцип работы детектора дифракции обратнорассеянных электронов.



114. На рисунке показаны особенности роста углеродосодержащих полимеризовавшихся структур в ПЭМ. Укажите правильно, используемый в этих случаях, диаметр электронного пучка: 1) а) больше 10 мкм, б) порядка нескольких мкм, в) меньше 50 нм; 2) а) больше 100 мкм, б) порядка нескольких десятков мкм, в) меньше 500 нм; 3) а) меньше 50 нм, б) больше 10 мкм, в) порядка нескольких мкм; 4) а) порядка нескольких мкм, б) порядка нескольких десятков мкм, в) порядка нескольких сотен мкм; 5) а) порядка нескольких нм, б) порядка нескольких десятков нм, в) порядка нескольких сотен нм.



115. Соотношение сигнал/шум определяется: 1) Величиной сигнала, зарегистрированного детектором в единицу времени и временем накопления спектра; 2) Величиной сигнала уменьшения регистрации спектра; 3) Величиной сигнала генерируемых импульсов тока; 4) Величиной сигнала рентгеновского излучения; 5) Величиной сигнала времени простоя и спектрального распределения.

116. Для получения спектра рентгеновского излучения необходимо: 1) Расположить образец оптимально по отношению к детектору, выбрать величину энергии и тока пучка, соответствующее соотношению сигнал/шум;

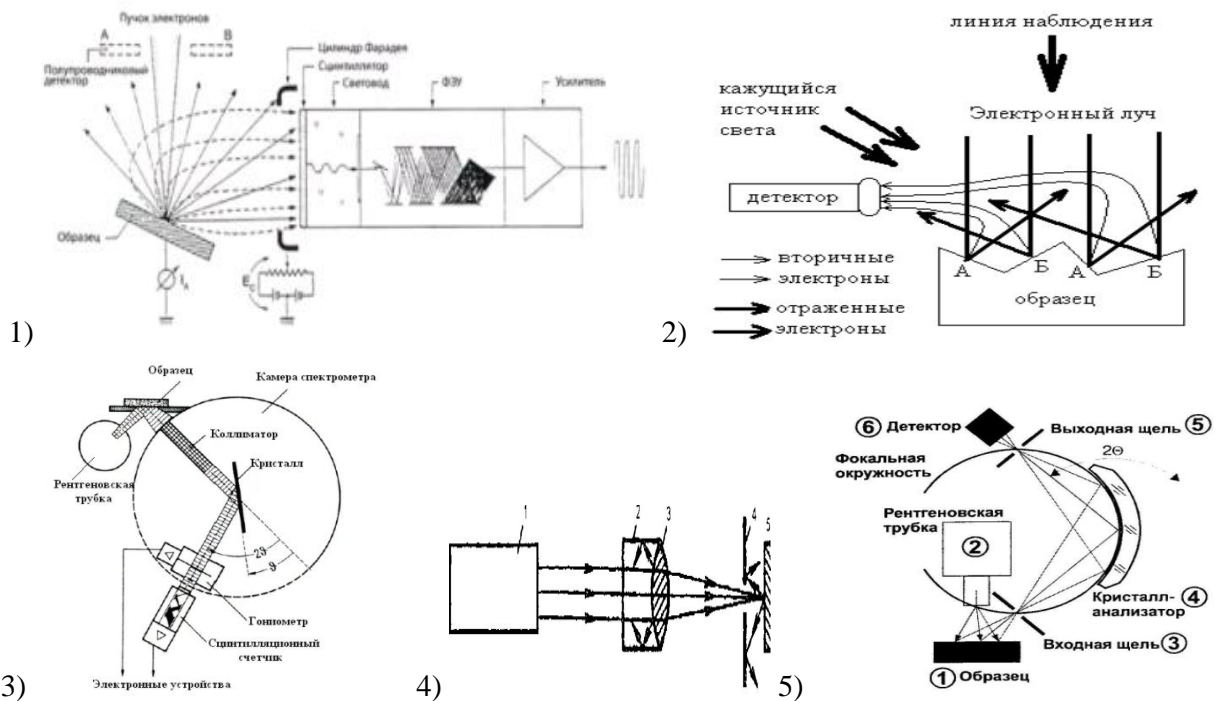
2) Зарегистрировать соотношения сигнал/шум, попадающих на детектор импульсов тока; 3) Соблюсти геометрические расположения интенсивности рентгеновского излучения; 4) Расположить образец перпендикулярно детектору и выбрать время регистрации спектра; 5) Увеличить интенсивность выше определённого значения.

117. Почему обычный детектор Эверхарта-Торнли не может работать в режиме низкого вакуума:

1) Вследствие возможного пробоя из-за давления паров; 2) Уменьшение длины световода и увеличение интенсивности газа; 3) Претерпевание торможения электронного пучка; 4) Образование прерывного направленного влёта электронов; 5) Возбуждение эмиссии.

118. Какое максимальное ускоряющее напряжение используется в РЭМ JEOL JSM 6610LV: 1) до 30 кВ; 2) до 10 кВ; 3) до 40кВ; 4) до 70кВ; 5) до 100 кВ.

119. Выберите блок-схему принципа работы детектора Эверхарта-Торнли :



120. Почему не имеет смысла пытаться сделать увеличение оптического микроскопа больше чем ~ 250-300 раз: 1) Мешает дифракционный предел, определяемый длиной волны видимого света; 2) Мешает ограниченный показатель преломления стеклянных линз; 3) Мешает сильно увеличенная кривизна поверхности линзы объектива микроскопа; 4) Мешает необходимость слишком точной обработки стеклянной поверхности линз; 5) Мешает отсутствие иммерсионной среды между линзой объектива и объектом.

121. Какие направления механических помех (x, y, z) оказывают наибольшее влияние на предел разрешения электронного микроскопа: 1) Большее влияние колебания по осям x и y, меньшее по оси z; 2) Большее влияние колебания по осям x и z, меньшее по оси y; 3) Большее влияние колебания по оси z, меньшее по осям x и y; 4) Меньшее влияние колебания по осям x и y, большее по оси z, так как эта ось направлена вдоль движения пучка; 5) Равноценно оказывают механические колебания по всем осям x, y и z.

122. Что называют коэффициентом истинно вторичной эмиссии: 1) отношение числа истинно вторичных электронов к числу падающих на поверхность образца электронов первичного пучка; 2) отношение числа падающих на поверхность образца электронов первичного пучка к числу

образованных истинно вторичных электронов; 3) отношение числа обратно отражённых электронов к числу образованных истинно вторичных электронов; 4) отношение числа только неупруго отражённых электронов первичного пучка к числу образованных истинно вторичных электронов; 5) отношение числа падающих на поверхность образца электронов первичного пучка к числу вторичных электронов, вылетевших из элементов рабочей камеры микроскопа.

123. Какова рабочая температура термополевого катода на эффекте Шоттки: 1) 1800 К; 2) 2800 К; 3) 300 К; 4) 5000 К; 5) 4500 К.

124. Что называют характеристическим рентгеновским излучением: 1) Электромагнитное излучение рентгеновского диапазона (от $10E-8$ до $10E-12$ м), которое возникает при переходах электронов вышележащих электронных оболочек атомов на нижележащие, где электроны были выбиты быстрыми электронами первичного пучка.; 2) Электромагнитное излучение рентгеновского диапазона (от $10E-8$ до $10E-12$ м), которое возникает при ускоренном движении (торможении) электронов первичного электронного пучка в электрическом поле (ядер) атомов образца.; 3) Электромагнитное излучение рентгеновского диапазона (от $10E-8$ до $10E-12$ м), которое характеризует выход Оже электронов; 4) Электромагнитное излучение рентгеновского диапазона (от $10E-8$ до $10E-12$ м), которое подчиняется закону Крамерса; 5) Электромагнитное излучение рентгеновского диапазона (от $10E-8$ до $10E-12$ м), которое характеризует излучение атомов при возбуждении их электронов.

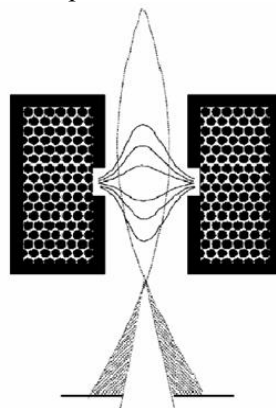
125. Что представляет собой дифракционная aberrация электромагнитных линз: 1) Обусловлена волновыми свойствами электронов - их дифракцией на краях полюсных наконечников электромагнитных линз; 2) Обусловлена рассеянием электронов на молекулах воздуха при низком вакууме; 3) Электроны движущиеся в электромагнитной линзе дальше от оси пучка отклоняются магнитным полем сильнее, чем электроны движущиеся ближе к оси пучка; 4) Обусловлена разбросом в энергии электронов. Электроны, которые имеют скорость большую отклоняются полем электромагнитной линзы слабее, чем электроны с меньшей скоростью; 5) Заключается в нарушении симметричности электронного пучка. Причин может быть множество: загрязнение, адсорбция, окисление, дефекты на поверхности полюсных наконечников линз, внешние магнитные поля и др.

126. Выберите правильное выражение для определения вероятности выхода истинно вторичных электронов в зависимости от глубины

A) $p(z) = p(0) \exp\left(-\frac{z}{z_{se}}\right)$ B) $p(z) = p(0) \exp\left(\frac{z}{z_{se}}\right)$ C) $p(z) = p(0) \exp(-z)$

D) $p(z) = p(0) / \exp\left(-\frac{z}{z_{se}}\right)$ E) $p(z) = p(0) \exp\left(-\frac{z^2}{z_{se}}\right)$

127. На рисунке показана суть работы: 1) конденсорной линзы; 2) объектной линзы; 3) электромагнитных наклоняющих катушек; 4) сканирующих катушек для растровой реализации движения электронного пучка; 5) астigmatора



128. На рисунке демонстрируется: 1) Принцип получения сигнала изображения полупроводниковым детектором (in lense) вторичных электронов; 2) Принцип получения сигнала изображения в низковакуумном режиме с помощью модифицированного детектора вторичных электронов; 3) Принцип получения сигнала изображения классическим детектором вторичных

электронов; 4) Принцип работы энергодисперсионного детектора рентгеновских квантов характеристического излучения; 5) Принцип получения сигнала изображения детектором обратнорассеянных электронов.



129. При падении электронного пучка на определённую область поверхности образца происходит локальный нагрев. Как изменение температуры в локальной области связана с коэффициентов теплопроводности образца:

1) обратно пропорционально ; 2) прямо пропорционально; 3) экспоненциально; 4) логарифмически; 5) квадратично.

130. Что такое фактор Биннинга: 1) Усреднение сигнала по соседним точкам для каждой энергии рентгеновских квантов; 2) Время, затрачиваемое прибором на регистрацию рентгеновских квантов одной энергии; 3) Время, затрачиваемое на приведение кристалла в начальное положение, когда потенциал между его противоположными сторонами приводится к некоторому нулевому значению; 4) Минимальная разность в энергиях частиц (ΔE), при которой их гистограммы импульсов, вырабатываемые датчиками еще возможно разрешить.

131. Для чего предназначен Энергодисперсионный детектор: 1) Для преобразования энергии каждого фотона рентгеновского излучения в пропорциональный энергии сигнал напряжения; 2) Для преобразования вспышек сцинтиллятора в пропорциональный энергии вторичных электронов сигнал напряжения; 3) Для преобразования характеристического спектра по длинам волн в пропорциональный энергии сигнал напряжения; 4) Для преобразования сплошного спектра по длинам волн в пропорциональный энергии сигнал напряжения.

132. Что из себя представляет детектор Эверхарта-Торнли: 1) Детектор типа сцинтиллятор-фотоумножитель;

2) Кристаллический спектрометр; 3) Полупроводниковый спектрометр; 4) Полупроводниковый детектор.

133. Для чего напыляют диэлектрические образцы слоем платины: 1) Чтобы избежать зарядки образца; 2) Чтобы избежать эффекта контаминации; 3) Чтобы уменьшить Кантен-эффект; 4) Чтобы уменьшить эмиссию на краях структуры.

134. Какой сигнал позволяет определить морфологию поверхности образца: 1) Истинно-вторичные электроны;

2) Характеристическое рентгеновское излучение; 3) Оже-электроны; 4) Катодолюминесценция.

135. Каковы принципиальные пути незначительного улучшения разрешающей способности оптического микроскопа: 1) Можно применить иммерсионную жидкость с повышенным показателем преломления и увеличить апертурный угол; 2) Использование для изготовления линз стекла с большим показателем преломления; 3) Использование для изготовления линз стекла с меньшим показателем преломления; 4) Использование большого количества просветляющих слоёв; 5) Использование более короткого фокусного расстояния линз объектива и окуляра.

136. Какие направления электромагнитных помех (x , y , z) оказывают наибольшее влияние на разрешающую способность электронного микроскопа: 1) Больше влияние колебания по осям x и y , меньше по оси z ; 2) Больше влияние колебания по осям x и z , меньше по оси y ; 3) Больше влияние колебания по оси z , меньше по осям x и y ; 4) Меньше влияние колебания по осям x и y , больше по оси z , так как эта ось направлена вдоль движения пучка; 5) Равноценно оказывают электромагнитные колебания по всем осям x , y и z .

137. Какое максимальное ускоряющее напряжение используется в РЭМ JEOL JSM 6610LV: 1) до 30 кВ; 2) до 10 кВ; 3) до 50 кВ; 4) до 80 кВ; 5) до 100 кВ.

138. Какова рабочая температура автоэмиссионного катода: 1) 300 К; 2) 1800 К; 3) 2800 К; 3) 5000 К; 4) 4500 К.

139. Примерно во сколько раз коэффициент эмиссии истинно вторичных электронов, образованных от обратноотражённых электронов, больше чем такой же коэффициент электронов, образованных от электронов первичного пучка: 1) ~ 3 раза ; 2) ~ 5 раз; 3) ~ 10 раз; 4) ~ 15 раз; 5) Они одинаковы, т.е. ~ 1 раза.

140. Что такое астигматизм электромагнитных линз: 1) Заключается в нарушении симметричности электронного пучка. Причин может быть множество: загрязнение, адсорбция, окисление, дефекты на поверхности полюсных наконечников линз, внешние магнитные поля и др.; 2) Обусловлена волновыми свойствами электронов - их дифракцией на краях полюсных наконечников электромагнитных линз; 3) Обусловлена рассеянием электронов на молекулах воздуха при низком вакууме; 4) Электроны движущиеся в электромагнитной линзе дальше от оси пучка отклоняются магнитным полем сильнее, чем электроны движущиеся ближе к оси пучка; 5) Обусловлена разбросом в энергии электронов. Электроны, которые имеют скорость большую отклоняются полем электромагнитной линзы слабее, чем электроны с меньшей скоростью.

141. Выражение определяющее длину пробега электрона по ломаной линии, вследствие его рассеяний на атомах образца, имеет вид:

$$\begin{aligned}
 \text{A)} \quad \lambda_{\text{Беме}} &= \int_{E=E_0}^{E=0} \frac{1}{dE/dx} dE & \text{B)} \quad x &= \frac{0,1 * E^{1,5}}{\rho} [\text{мкм}] & \text{C)} \quad y &= \frac{0,077 * E^{1,5}}{\rho} [\text{мкм}] \\
 \text{D)} \quad p(z) &= p(0) \exp\left(-\frac{z}{z_{SE}}\right) & \text{E)} \quad R &= 0,0276 \frac{AE^{1,67}}{Z^{0,899} \rho} [\text{мкм}]
 \end{aligned}$$

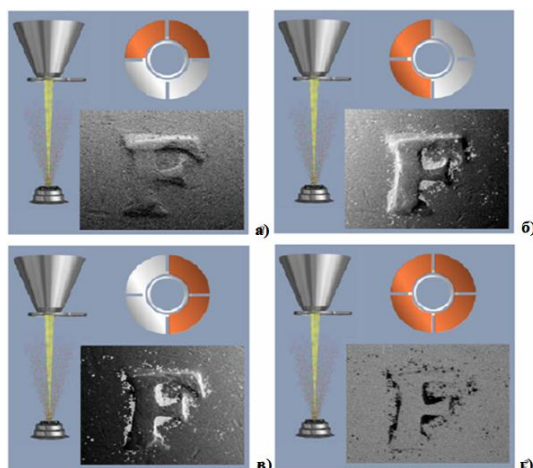
142. Диаметр кроссовера определяется выражением:

$$\begin{aligned}
 \text{A)} \quad \lambda_{\text{Беме}} &= \int_{E=E_0}^{E=0} \frac{1}{dE/dx} dE & \text{B)} \quad x &= \frac{0,1 * E^{1,5}}{\rho} [\text{мкм}] & \text{C)} \quad y &= \frac{0,077 * E^{1,5}}{\rho} [\text{мкм}] \\
 \text{D)} \quad d_c &\approx 2f \sqrt{\frac{kT_k}{eV_a}} & \text{E)} \quad R &= 0,0276 \frac{AE^{1,67}}{Z^{0,899} \rho} [\text{мкм}]
 \end{aligned}$$

143. Предельное разрешение ПЭМ с корректором сферических aberrаций может достигать: 1) 0,1 нм;

2) 10 нм; 3) 100 нм; 4) 1 нм; 5) 50 нм

144. Охарактеризуйте изображения на рисунках, полученных в РЭМ: 1) На рисунках а, б, в - изображение получено детектором обратноотражённых электронов (ППД) в режиме топографического контраста. На рисунке г) тот же детектор включен в режиме химического контраста; 2) На рисунках а, б, в - изображение получено детектором истинно вторичных электронов в режиме химического контраста. На рисунке г) тот же детектор включен в режиме топографического контраста ; 3) На рисунках а, б, в - изображение получено детектором обратноотражённых электронов (ППД) в режиме химического контраста. На рисунке г) тот же детектор включен в режиме топографического контраста; 4) На рисунках а, б - изображение получено детектором обратноотражённых электронов (ППД) в режиме химического контраста. На рисунках в) и г) тот же детектор включен в режиме топографического контраста; 5) На рисунке а, в - изображение получено детектором обратноотражённых электронов (ППД) в режиме химического контраста. На рисунке б, г тот же детектор включен в режиме топографического контраста.



145. Из чего обычно изготавливают полупроводниковый кристалл-детектор: 1) Кремний с примесями лития; 2) Вольфрам; 3) Гексаборид лантана; 4) Арсенид галлия.

146. Что из себя представляют иммерсионные электромагнитные линзы: В них электромагнитное поле выходит в пространство между полюсными наконечниками и образцом, обеспечивая, таким образом, дополнительную фокусировку

147. Что такое энергетическое разрешение: 1) Минимальная разность в энергиях частиц (ΔE), при которой их гистограммы импульсов, вырабатываемые датчиками еще возможно разрешить; 2) Усреднение сигнала по соседним точкам для каждой энергии рентгеновских квантов; 3) Время, затрачиваемое прибором на регистрацию рентгеновских квантов одной энергии; 4) Время, затрачиваемое на приведение кристалла в начальное положение, когда потенциал между его противоположными сторонами приводится к некоторому нулевому значению.

148. Какой сигнал позволяет определить элементный состав образца: 1) Характеристическое рентгеновское излучение; 2) Истинно-вторичные электроны; 3) Оже-электроны; 4) Катодолюминесценция.

149. Почему обычный детектор Эверхарта-Торнли не может работать в режиме низкого вакуума: 1) Из-за большого тока в пучке электронов может случиться пробой; 2) Происходит увеличение нагрева системы; 3) Электроны ионизируют частицы воздуха; 4) Электроны не могут приобрести достаточную энергию.

150. В каком году был создан просвечивающий электронный микроскоп: 1) 1932; 2) 1960; 3) 2000; 4) 1912; 5) 1980.

151. В чём физические причины большей разрешающей способности электронного микроскопа перед оптическим: 1) Предел разрешения определяется длиной волны Де Бройля электронов, которую можно менять изменяя скорость движения электронов пучка; 2) В том, что электрон намного меньше, чем фотон светового пучка; 3) Электрон движется со скоростью намного меньшей, чем скорость света и поэтому у него больше времени провзаимодействовать с объектом; 4) В том, что электрон лучше огибает мелкие препятствия в виде атомов; 5) В том, что электрон заряженная частица, и, следовательно лучше взаимодействует с веществом.

152. Какой уровень вакуума необходим для начала работы на просвечивающем микроскопе: 1) $3 \times 10E-5$ Па; 2) $5 \times 10E-7$ Па; 3) $2 \times 10E-6$ Па; 4) $7 \times 10E-8$ Па; 5) $2 \times 10E-4$ Па.

153. Что такое "кроссовер": 1) это сужение электронного пучка, возникающее от фокусирующего действия отрицательного потенциала электрода Венельта; 2) это место на поверхности термоэмиссионного катода, с которого вылетают электроны; 3) это точка фокусировки электронного пучка объектной линзой на поверхности образца; 4) это точка фокуса конденсорной линзы, после которой электронный пучок можно считать гомоцентрическим; 5) это сужение электронного пучка, возникающее от фокусирующего действия иммерсионной объектной линзы.

154. Рабочая температура для термоэмиссионных катодов из гексаборида лантана LaB6 примерно равна:

1) 1800 К; 2) 2500 К; 3) 2800 К; 4) 500 К; 5) 300 К.

155. Что называют сплошным рентгеновским излучением: 1) Электромагнитное излучение рентгеновского диапазона (от $10E-8$ до $10E-12$ м), которое возникает при ускоренном движении (торможении) электронов первичного электронного пучка в электрическом поле (ядер) атомов образца; 2) Электромагнитное излучение рентгеновского диапазона (от $10E-8$ до $10E-12$ м), которое возникает при переходах электронов вышележащих электронных оболочек атомов на нижележащие, где электроны были выбиты быстрыми электронами первичного пучка; 3) Электромагнитное излучение рентгеновского диапазона (от $10E-8$ до $10E-12$ м), которое характеризует выход Оже электронов; 4) Электромагнитное излучение рентгеновского диапазона (от $10E-8$ до $10E-12$ м), которое подчиняется закону Крамерса; 5) Электромагнитное излучение рентгеновского диапазона (от $10E-8$ до $10E-12$ м), которое характеризует излучение атомов при возбуждении их электронов.
156. Как исправляется астигматизм электромагнитных линз: 1) Системой специальных катушек - астигматорами; 2) Применением воздействия на электроны пучка энергетических фильтров; 3) Использованием рассеивающих электромагнитных линз, у которых противоположная по знаку aberrация; 4) Применением большей ускоряющей разности потенциалов; 5) Применением более глубокого вакуума.
8. Выражение Канае-Окаяма, для длины пробега электронов в образце, имеет вид:

$$\begin{aligned}
 \text{A)} \quad \lambda_{\text{Беме}} &= \int_{E=E_0}^{E=0} \frac{1}{dE/dx} dE & \text{B)} \quad x &= \frac{0,1 * E^{1,5}}{\rho} [\text{мкм}] & \text{C)} \quad y &= \frac{0,077 * E^{1,5}}{\rho} [\text{мкм}] \\
 \text{D)} \quad p(z) &= p(0) \exp\left(-\frac{z}{z_{SE}}\right) & \text{E)} \quad R &= 0,0276 \frac{AE^{1,67}}{Z^{0,899} \rho} [\text{мкм}]
 \end{aligned}$$

157. Укажите последовательно принадлежность формулы диаметра размытия электронного пучка для соответствующей aberrации: 1) сферическая aberrация, хроматическая aberrация, дифракционная aberrация, размытие определяемое степенью уменьшения электронной колонны; 2) дифракционная aberrация, размытие определяемое степенью уменьшения электронной колонны, сферическая aberrация, хроматическая aberrация; 3) хроматическая aberrация, дифракционная aberrация, размытие определяемое степенью уменьшения электронной колонны, сферическая aberrация; 4) размытие определяемое степенью уменьшения электронной колонны, сферическая aberrация, хроматическая aberrация, дифракционная aberrация; 5) дифракционная aberrация, сферическая aberrация, хроматическая aberrация, размытие определяемое степенью уменьшения электронной колонны.

$$\begin{aligned}
 \text{A)} \quad d_s &= 2C_s \alpha^3 & \text{B)} \quad d_c &= C_c \alpha \frac{\Delta E}{E} & \text{C)} \quad d_d &= 1,22 \frac{\lambda}{\alpha} & \text{D)} \quad d_g &= d_v / M
 \end{aligned}$$

158. Принцип работы классического детектора вторичных электронов заключается в: 1) Регистрации и фотоумножении вспышек, вторичных электронов вызванных вторичными электронами на сцинтилляторе; 2) Регистрации тока электрон-дырочных пар, возникающих при бомбардировке поверхности полупроводника электронами; 3) Регистрации нагрева датчика, вызываемого электронной бомбардировкой поверхности полупроводника электронами; 4) Непосредственном измерении тока пучка; 5) Регистрации квантов, излучаемых атомами и молекулами газовой среды примыкающей к поверхности образца, при возбуждении их вторичными электронами.
159. Из каких основных элементов состоит растровый электронный микроскоп: 1) Система эмиссии электронов, система фокусировки, система вакуумирования, система регистрации, персональный компьютер; 2) Система эмиссии электронов, система вакуумирования, блок регулировки магнитного поля, персональный компьютер; 3) Система эмиссии электронов, система фокусировки, система регистрации, система освещения, персональный компьютер; 4) Система эмиссии электронов,

нагревательный элемент, система фокусировки, система вакуумирования, система регистрации, персональный компьютер.

160. Что представляют собой магнитные линзы микроскопа: 1) Цилиндрически симметричные электромагниты с острым полюсным наконечником; 2) Намагниченные оптические линзы; 3) Тонкие намагниченные стержни, расположенные параллельно электронному пучку; 4) Тонкие слои металла, отклоняющие электроны в результате зарядки электронным пучком.

161. Что такое "спейсер": 1) Шайба, регулирующая расстояние между катодом и электродом Венельта;

2) Система аппаратного подавления шумов на изображении; 3) Усилитель сигнала от образца в электронном микроскопе; 4) Последняя из магнитных линз в колонне, обеспечивающая точную фокусировку.

162. Как настраивать апертуру в режиме Wobble: 1) При увеличении больше 10 000 регулировкой ручек на электронной колонне добиваемся неподвижности изображения; 2) При увеличении менее 100 регулировкой параметра Heating adjustment добиваемся неподвижности изображения; 3) При минимальном токе накала и ускоряющем напряжении регулированием ручек на электронной колонне добиваемся появления светящейся точки в центре рабочего окна программы; 4) При атмосферном давлении в камере регулированием тока накала добиваемся наибольшей чёткости изображения.

163. Как работает вакуумная система микроскопа: 1) Низкий вакуум достигается форвакуумным насосом, высокий – турбомолекулярным; 2) Низкий вакуум достигается роторно-пластинчатым насосом, высокий вакуум достигается аннигиляцией рабочего газа; 3) Низкий вакуум достигается диффузионным насосом, высокий вакуум достигается ионно-сорбционным насосом; 4) Низкий вакуум достигается турбомолекулярным насосом, диффузионным насосом.

164. Кто создатель просвечивающего электронного микроскопа: 1) Немецкие физики М. Кнолл и Э. Руск; 2) Американские физики Дэвиссон и Джермер; 3) Швейцарские физики Герд Бинниг и Гейнрих Рорер; 4) Американские физики Ферми и Дирак; 5) Русские физики Капица и Иоффе.

165. Какие теоретические и экспериментальные исследования непосредственно способствовали созданию электронной микроскопии: 1) 1926-27 гг. Буш - разработка основ управления и фокусировки электронных пучков; 2) Создание в 1982 г. сканирующего туннельного микроскопа Биннигом и Рорером; 3) Открытие законов фотоэффекта А. Эйнштейном в 1900 г.; 4) Открытие красного смещения Э. Хабблом в 1924 г.; 5) Исследования Прохорова и Басова по созданию радиочастотного мазера в 1954 г.

166. Какова должна быть толщина просвечиваемой зоны образца: 1) порядка 50-100 нм; 2) порядка 500 – 800 нм; 3) порядка 1 мкм; 4) порядка 2 - 5 мкм; 5) порядка 5-10 нм.

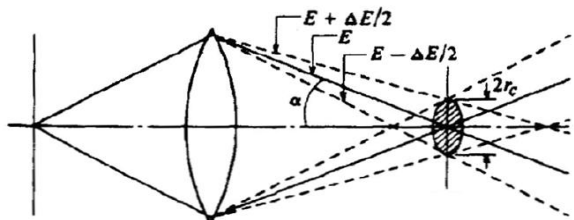
167. Какую функцию выполняет электрод Венельта: 1) Фокусирует пучок электронов в кроссовер; 2) Смещает электронный пучок в горизонтальной плоскости по осям x и y; 3) Смещает электронный пучок по вертикальной оси z; 4) Ускоряет поток электронов по направлению к аноду; 5) Тормозит электроны пучка, которые имеют наибольшую скорость.

168. Выберите последовательно разброс в энергиях электронов для: 1) вольфрамового термоэмиссионного катода; 2) автоэмиссионного катода; 3) термоэмиссионного на основе гексаборида лантана; 4) термополевого катода на основе эффекта Шоттки: 1) 2.3 эВ; 0.3–0.5 эВ; 1.5 эВ; 0.6–0.8 эВ; 2) 1.5 эВ; 2.3 эВ; 0.3–0.5 эВ; 0.6–0.8 эВ; 3) 0.6–0.8 эВ; 1.5 эВ; 2.3 эВ; 0.3–0.5 эВ; 4) 0.3–0.5 эВ; 0.6–0.8 эВ; 1.5 эВ; 2.3 эВ; 5) 0.3–0.5 эВ; 2.3 эВ; 0.6–0.8 эВ; 1.5 эВ.

169. Что понимают под диаметром электронного зонда: 1) диаметр мысленного диска, расположенного симметрично и перпендикулярно электронному пучку, в который попадает 80% электронов; 2) расстояние между точками электронного пучка, на котором плотность электронов уменьшается в 2,7 раза (e раз); 3) диаметр мысленного диска, расположенного симметрично и перпендикулярно электронному пучку, в который попадает 100% всех электронов; 4) диаметр мысленного диска, расположенного симметрично и перпендикулярно электронному пучку, в который попадает 50% электронов пучка; 5) это расстояние между противоположными точками электронного пучка, в которые ещё могут попасть электроны, даже самые медленные.

170. Как исправляется хроматическая aberrация электромагнитных линз: 1) Применением воздействия на электроны пучка энергетических фильтров; 2) Использованием рассеивающих электромагнитных линз, у которых противоположная по знаку aberrация; 3) Применением большей ускоряющей разности потенциалов; 4) Применением более глубокого вакуума; 5) Системой специальных катушек - астigmatорами.

171. Рисунок поясняет: 1) Суть хроматической aberrации электромагнитной линзы; 2) Суть дифракционной aberrации электромагнитной линзы; 3) Суть астigmatизма электромагнитной линзы; 4) Объясняет суть понятия "глубина фокуса"; 5) Суть сферической aberrации электромагнитной линзы.



172. Укажите один из способов борьбы с зарядкой образца: 1) Изменение энергии электронного пучка таким образом, чтобы коэффициент вторичной эмиссии приближался к значению равному единице; 2) Увеличение тока в конденсорной линзе, так чтобы меньшее количество электронов достигало образца; 3) Увеличение тока в объектной линзе, так чтобы электроны фокусируются в тонкий пучок и проходят на значительную глубину; 4) Изменяют стигму по оси x и y; 5) Уменьшают потенциал на коллекторе детектора вторичных электронов.

173. Методом оже-спектроскопии можно детектировать элементы, начиная с : 1) He; 2) H; 3) Li; 4) Be; 5) B.

174. Что такое спейсер: 1) Кольцо определённой толщины, регулирующее расстояние между эммитирующей вершиной катода и электродом Венельта; 2) Шайба, изменяющая расстояние между электродом Венельта и конденсорной линзой; 3) Шайба, изменяющая расстояние между апертурой и конденсорной линзой; 4) Острая часть автоэмиссионного катода, с которой происходит эмиссия электронов; 5) Кольцо на пути электронного пучка, отсекающее часть низкоэнергетических электронов.

175. Какое напряжение смещения подают на электрод Венельта относительно потенциала катода: 1) До сотни Вольт; 2) Несколько единиц Вольт; 3) До нескольких тысяч Вольт; 4) До нескольких десятков Вольт.

176. Что такое астigmatизм электромагнитных линз: 1) Заключается в нарушении симметричности электронного пучка. Причин может быть множество: загрязнение, адсорбция, окисление, дефекты на поверхности полюсных наконечников линз, внешние магнитные поля и др; 2) Обусловлена волновыми свойствами электронов - их дифракцией на краях полюсных наконечников электромагнитных линз; 3) Обусловлена рассеянием электронов на молекулах воздуха при низком вакууме; 4) Электроны движущиеся в электромагнитной линзе дальше от оси пучка отклоняются магнитным полем сильнее, чем электроны движущиеся ближе к оси пучка; 5) Обусловлена разбросом в энергии электронов. Электроны, которые имеют скорость большую отклоняются полем электромагнитной линзы слабее, чем электроны с меньшей скоростью.

177. При увеличении тока в конденсорной линзе (продолжите правильно предложение) ... 1) угол расхождения прошедшего электронного пучка уменьшается, количество прошедших электронов уменьшается, размер зонда на образце уменьшается, разрешение увеличивается; 2) угол расхождения прошедшего электронного пучка увеличивается, количество прошедших электронов уменьшается, размер зонда на образце увеличивается, разрешение увеличивается; 3) угол расхождения прошедшего электронного пучка уменьшается, количество прошедших электронов увеличивается, размер зонда на образце уменьшается, разрешение уменьшается; 4) угол расхождения прошедшего электронного пучка уменьшается, количество прошедших электронов уменьшается, размер зонда на образце уменьшается, разрешение увеличивается; 5) угол расхождения прошедшего электронного пучка увеличивается, количество прошедших

электронов увеличивается, размер зонда на образце увеличивается, разрешение увеличивается.

178. От чего зависит интенсивность потока электронов, испускаемых катодом: 1) от формы, типа, напряжения накала катода и от напряжения смещения; 2) от скорости нагрева катода; 3) от времени работы катода; 4) от величины тока в конденсорной линзе; 5) от величины тока в объектной линзе.

179. Какое увеличение давал первый просвечивающий электронный микроскоп: 1) ~17 раз; 2) ~120 раз; 3) ~1000 раз; 4) ~200раз; 5) ~500 раз.

180. Какие открытия непосредственно способствовали созданию электронной микроскопии: 1) Луи де Бройль в 1925 г открыл корпускулярно-волновой дуализм свойств объектов природы; 2) Открытие законов фотоэффекта А. Эйнштейном в 1900 г.; 3) Открытие красного смещения Э. Хабблом в 1924 г.; 4) Исследования Прохорова и Басова по созданию радиочастотного мазера в 1954 г.; 5) Создание А. Эйнштейном общей теории относительности в 1921 году.

181. От чего зависит интенсивность потока электронов, испускаемых катодом: 1) от формы, типа, напряжения накала катода и от напряжения смещения; 2) от скорости нагрева катода; 3) от времени работы катода; 4) от величины тока в конденсорной линзе; 5) от величины тока в объектной линзе.

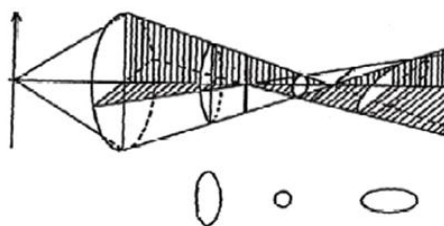
182. Какую функцию выполняет электрод Венельта: 1) Управляет током в электронном пучке; 2) Смещает электронный пучок в горизонтальной плоскости по осям x и y ; 3) Смещает электронный пучок по вертикальной оси z ; 4) Ускоряет поток электронов по направлению к аноду; 5) Тормозит электроны пучка, которые имеют наибольшую скорость.

183. Какие характерные длины свободного пробега электронов для металлов и диэлектриков соответственно: 1) до 5 нм (металл); 25-50 нм (диэлектрик); 2) до 40 нм (металл); 60-100 нм (диэлектрик); 3) до 100 нм (металл); 25-50 нм (диэлектрик); 4) до 50 нм (металл); 250-500 нм (диэлектрик); 5) до 10 нм (металл); 50 - 100 нм (диэлектрик).

184. Что называют контаминацией: 1) Образование на поверхности образца под действием вторичных электронов углеродосодержащей плёнки, которая состоит из полимеризовавшихся органических молекул, адсорбированных поверхностью; 2) Процесс прожига электронным пучком поверхностного слоя атомов образца ; 3) Удаление адсорбированных поверхностью молекул первичным пучком электронов; 4) Зависимость выхода истинно вторичных электронов от локальной геометрии образца; 5) Появление на поверхности атомов углерода из воздуха.

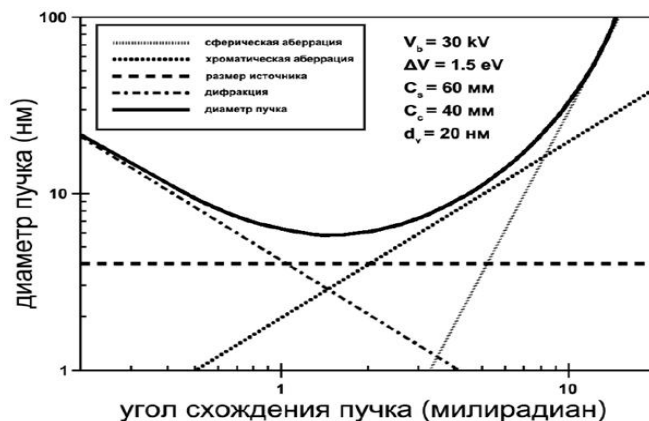
185. Что определяет формула Бете: 1) скорость потери энергии электронов с учётом всех возможных механизмов потери энергии; 2) выражает глубину проникновения электронов первичного пучка в образец; 3) определяет горизонтальный размер локального разрешения; 4) скорость потери энергии электронов на выбивание электронов внутренних оболочек, с образованием характеристического рентгеновского излучения и оже электронов; 5) выражает длину свободного пробега электронов в образце.

186. Рисунок поясняет: 1) Суть астigmatизма электромагнитной линзы ; 2) Объясняет суть понятия "глубина фокуса"; 3) Суть сферической aberrации электромагнитной линзы; 4) Суть хроматической aberrации электромагнитной линзы; 5) Суть дифракционной aberrации электромагнитной линзы.



187. На рисунке показана зависимость диаметра электронного зонда от угла его схождения, для ускоряющего напряжения 30 кВ. Разброс энергии - 1.5 эВ, размер кроссовера – 20 нм, уменьшение

колонны – 5х. Объясните появление минимума зависимости.: 1) Так как диаметр размытия электронного пучка при дифракционной aberrации обратно пропорционален углу схождения электронного пучка, в отличие от сферической и хроматической aberrации; 2) Так как диаметр размытия электронного пучка при сферической aberrации обратно пропорционален углу схождения электронного пучка, в отличие от дифракционной и хроматической aberrации; 3) Так как диаметр размытия электронного пучка при хроматической aberrации обратно пропорционален углу схождения электронного пучка, в отличие от дифракционной и сферической aberrации; 4) Так как диаметр размытия электронного пучка при хроматической и сферической aberrации обратно пропорционален углу схождения электронного пучка, а при дифракционной прямо пропорционален; 5) Так как диаметр размытия электронного пучка при хроматической и дифракционной aberrации обратно пропорционален углу схождения электронного пучка, а при сферической прямо пропорционален



188. Почему возможность достижения коэффициента вторичной эмиссии, большего единицы, имеет большую практическую значимость: 1) Возможно компенсировать эффект зарядки образцов; 2) При этом велико отношение сигнал-шум; 3) Изображения при этом имеют очень хорошую яркость; 4) Изображения при этом имеют очень хорошую контрастность; 5) Изображение при этом имеет самую высокую глубину фокуса.

189. Как влияет величина применяемого ускоряющего напряжения на разрешающую способность электронного микроскопа: 1) Увеличивая $U_{\text{уск}}$, увеличивается разрешающая способность; 2) Уменьшает; 3) Увеличивает; 4) Увеличивая $U_{\text{уск}}$, уменьшается разрешающая способность.

190. Для чего предназначена сетка Фарадея на детекторе вторичных электронов: 1) Ускорение энергии низкоэнергетичных вторичных электронов; 2) Не изменяет энергию низкоэнергетичных вторичных электронов; 3) Уменьшение энергии низкоэнергетичных вторичных электронов.

191. Как устроен детектор Эверхарта-Торнли: 1) Коллектор, световод, сцинтиллятор, фотоумножитель; 2) Световод, сцинтиллятор, фотоумножитель; 3) Коллектор, световод, фотоумножитель; 4) Коллектор, световод.

192. Как влияет ускоряющее напряжение на коэффициент истинно вторичной электронной эмиссии и зарядку образца: 1) Сначала увеличивается, а потом в некоторый момент убывает; 2) Увеличивается; 3) Уменьшается; 4) Неменяется.

193. Какие методы борьбы с зарядкой образца вы знаете: 1) Все перечисленное; 2) Изменение энергии первичного пучка для диэлектрика; 3) Напыление платины и её заземление; 4) Наблюдение в низковакуумном режиме.

Шкала оценивания результатов тестирования: в соответствии с действующей в университете балльно-рейтинговой системой оценивание результатов промежуточной аттестации обучающихся осуществляется в рамках 100-балльной шкалы, при этом максимальный балл по промежуточной аттестации обучающихся по очной форме обучения составляет 36 баллов, по очно-заочной и заочной формам обучения – 60 баллов (установлено положением П 02.016).

Максимальный балл за тестирование представляет собой разность двух чисел: максимального балла по промежуточной аттестации для данной формы обучения (36 или 60) и максимального балла за решение компетентностно-ориентированной задачи (6).

Балл, полученный обучающимся за тестирование, суммируется с баллом, выставленным ему за решение компетентностно-ориентированной задачи.

Общий балл по промежуточной аттестации суммируется с баллами, полученными обучающимся по результатам текущего контроля успеваемости в течение семестра; сумма баллов переводится в оценку по 5-балльной шкале следующим образом:

Соответствие 100-балльной и 5-балльной шкал

<i>Сумма баллов по 100-балльной шкале</i>	<i>Оценка по 5-балльной шкале</i>
100-85	отлично
84-70	хорошо
69-50	удовлетворительно
49 и менее	неудовлетворительно

Критерии оценивания результатов тестирования:

Каждый вопрос (задание) в тестовой форме оценивается по дихотомической шкале: выполнено – **2 балла**, не выполнено – **0 баллов**.

2.2 КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ЗАДАЧИ

Компетентностно-ориентированная задача № 1

В результате долгого прижима (порядка 3 лет) отполированных брусков металлов свинца и олова произошла диффузия атомов одного металла в другой. Предложите методику определения характерной глубины проникновения одного металла в другой с использованием ЭДС, РЭМ и соответствующее прикладное программное обеспечение.

Компетентностно-ориентированная задача № 2

При производстве микросистемной техники на контактные ножки некоторых ответственных электронных элементов напыляется слой золота определённой толщины и чистоты. На заводе выпускающем электронику для "чёрных ящиков" стало много выбраковываться деталей с такими элементами из-за нарушения контакта. Предложите способ контроля за соблюдением технологии пайки таких деталей и выяснения причин брака с помощью аналитической электронной микроскопии.

Компетентностно-ориентированная задача № 3

Предложите методику примерного определения и экспериментальной проверки резонансной частоты колебания кантилевера, размеры которого неизвестны. Для этого можно использовать растровый электронный микроскоп, атомно-силовой микроскоп.

Компетентностно-ориентированная задача № 4

При сканировании кантилевером в контактном режиме одностенной УНТ, находящейся на подложке, был получено, что её диаметр равнялся 25 нм. Стоит ли верить этим данным? Предложите методику определения радиуса зонда кантилевера по изображениям УНТ.

Компетентностно-ориентированная задача № 5

На электронном микроскопе JSM 6610 Iv в результате несанкционированного доступа нерадивых студентов, в неработающем состоянии микроскопа, была сбита настройка апертуры объектной линзы вращением ручек её смещения по оси X и Y. В результате при включении всех узлов микроскопа изображения так и не было получено. Предложите последовательность действий, которые вы вынуждены будете совершить, чтобы настроить электронную колонну микроскопа для получения качественных изображений.

Компетентностно-ориентированная задача № 6

При наблюдении наноразмерных металлических структур на растровом электронном микроскопе JSM 6610 Iv, полученных на подложке посредством магнетронного напыления из-за получившейся зеркальной поверхности оказалось практически невозможно качественно сделать ряд настроек (астигматизма по X и Y, настройку апертуры относительно оси электронной колонны в режиме Wobble, размер точки Spot Seis и др.). Предложите способы произвести качественную настройку электронной пушки.

Компетентностно-ориентированная задача № 7

При наблюдении нанотрубок, полученных пиролитическим способом на электронном микроскопе JSM 6610 Iv и проведении ЭДС- анализа, оказалось, что кроме характеристических пиков, соответствующих углероду наблюдаются пики алюминия. Причём по процентам получается алюминия больше. В чём причина и как решить эту проблему по анализу УНТ?

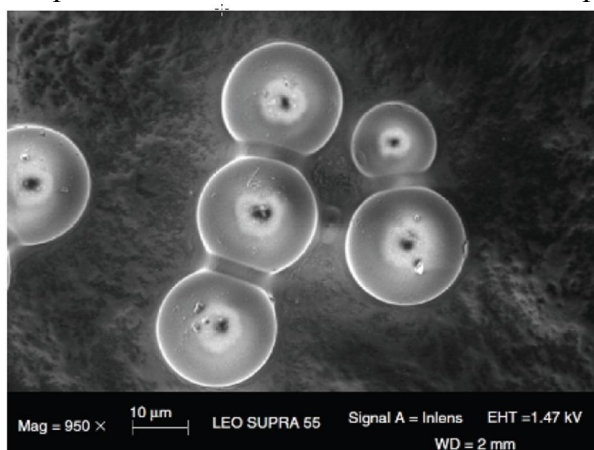
Компетентностно-ориентированная задача № 8

При получении изображения на электронном микроскопе JSM 6610 Iv дендритных структур, полученных при пропускании электрического тока между медными электродами через раствор УНТ в плавиковой кислоте, оказалось, что изображение на большом увеличении порядка 50 000 крат недостаточно для получения более точных размеров, из-за расплывания изображения по каким-то причинам. Предложите последовательность действий, которые на ваш взгляд позволят улучшить качество изображения и кратность увеличения.

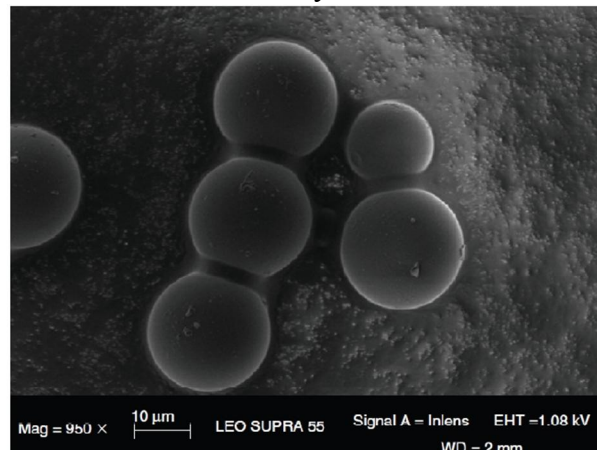
Компетентностно-ориентированная задача № 9

При наблюдении в РЭМ LEO SUPRA 55 силиконовых шариков (см. рисунок а)) были обнаружены загадочные образования на вершинах. Однако, при изменении ускоряющего напряжения они исчезли. Объясните, используя ваши знания в электронной

микроскопии, что это за образования и почему они исчезли.



а



б

Компетентностно-ориентированная задача № 10

В результате термической обработки и проникновении атомов хрома в поверхность железной детали, на достаточно большую глубину, не меньше чем 20 мкм, намечено при помощи ЭДС определить изменение процентного содержания атомов хрома при диффузии в металлическую деталь от глубины. Предложите способ определения зависимости процентного содержания хрома от глубины посредством применения ЭДС и явления контаминации.

Компетентностно-ориентированная задача № 11

При быстром запуске воздуха в электронную колонну микроскопа, сразу после выключения катодной пушки, оказалось, что при последующем наблюдении объектов качество изображения стало при всех тех же параметрах менее четким. Почему это произошло, как это обнаружить и как этого избежать в будущем?

Компетентностно-ориентированная задача № 12

При наблюдении в РЭМ JSM 6610 Iv шарика оловянно-свинцового припоя были обнаружены светлые и темные области. При увеличении темного включения было обнаружено изменение его формы (образование поплыло). Объясните наблюдаемые явления и что нужно предпринять, чтобы прекратилось изменение формы темного включения? Как проверить ваши доводы?

Компетентностно-ориентированная задача № 13

При наблюдении в электронный микроскоп полированного шлифа металлического образца, который для полировки на станке был залит в держатель из эпоксидного клея, было обнаружено, что образец самопроизвольно изменяет своё местоположение. Качественного снимка его поверхности (при медленной скорости сканирования электронного пучка) оказалось невозможно произвести. Почему это происходит, и как всё же получить качественное изображение поверхности?

Компетентностно-ориентированная задача № 14

Одними из основных сплавов серебра является его сплавы с медью. При определении состава эталонного сплава серебра и меди на ЭДС при ускоряющем напряжении 15 кВ оказалось содержание серебра значительно меньше, чем положено. Объясните причину этого. Как преодолеть данное затруднение в определении состава меди и серебра?

Шкала оценивания решения компетентностно-ориентированной задачи: в соответствии с действующей в университете балльно-рейтинговой системой оценивание результатов промежуточной аттестации обучающихся осуществляется в рамках 100-балльной шкалы, при этом максимальный балл по промежуточной аттестации обучающихся по очной форме обучения составляет 36 баллов, по очно-заочной и заочной формам обучения – 60 (установлено положением П 02.016).

Максимальное количество баллов за решение компетентностно-ориентированной задачи – 6 баллов.

Балл, полученный обучающимся за решение компетентностно-ориентированной задачи, суммируется с баллом, выставленным ему по результатам тестирования.

Общий балл промежуточной аттестации суммируется с баллами, полученными обучающимся по результатам текущего контроля успеваемости в течение семестра; сумма баллов переводится в оценку по 5-балльной шкале следующим образом:

Соответствие 100-балльной и 5-балльной шкал

<i>Сумма баллов по 100-балльной шкале</i>	<i>Оценка по 5-балльной шкале</i>
100-85	отлично
84-70	хорошо
69-50	удовлетворительно
49 и менее	неудовлетворительно

Критерии оценивания решения компетентностно-ориентированной задачи:

6-5 баллов выставляется обучающемуся, если решение задачи демонстрирует глубокое понимание обучающимся предложенной проблемы и разностороннее ее рассмотрение; свободно конструируемая работа представляет собой логичное, ясное и при этом краткое, точное описание хода решения задачи (последовательности (или выполнения) необходимых трудовых действий) и формулировку доказанного, правильного вывода (ответа); при этом обучающимся предложено несколько вариантов решения или оригинальное, нестандартное решение (или наиболее эффективное, или наиболее рациональное, или оптимальное, или единственно правильное решение); задача решена в установленное преподавателем время или с опережением времени.

4-3 балла выставляется обучающемуся, если решение задачи демонстрирует понимание обучающимся предложенной проблемы; задача решена типовым способом в установленное преподавателем время; имеют место общие фразы и (или) несущественные недочеты в описании хода решения и (или) вывода (ответа).

2-1 балла выставляется обучающемуся, если решение задачи демонстрирует поверхностное понимание обучающимся предложенной проблемы; осуществлена попытка шаблонного решения задачи, но при ее решении допущены ошибки и (или) превышено установленное преподавателем время.

0 баллов выставляется обучающемуся, если решение задачи демонстрирует непонимание обучающимся предложенной проблемы, и (или) значительное место занимают общие фразы и голословные рассуждения, и (или) задача не решена.