# Комплект оценочных материалов по дисциплине «Специальные разделы химии (химические основы технологии электронных средств)»

**Задания закрытого типа**

**Задания закрытого типа на выбор правильного ответа**

1. Выберите один правильный ответ

Граница перехода от ламинарного течения к турбулентному зависит от  
безразмерной величины, которая носит название

А) число Рейнольдса

Б) параметр состояния

В) число Больцмана

Правильный ответ: А

Компетенции (индикаторы): ПК-7 (ПК-7.3)

2. Выберите один правильный ответ

В каких процессах химические реакции протекают на поверхности твердого тела, граничащего с жидкостью или газом, находящихся в движении?

А) гетерогенных

Б) гомогенных

В) однофазных

Правильный ответ: А

Компетенции (индикаторы): ПК-7 (ПК-7.1)

3. Выберите один правильный ответ

Если на границе поверхности с движущейся средой в диффузионной области протекает необратимая гетерогенная химическая реакция с участием нескольких исходных компонентов A1, A2, …, Ai, то для протекания реакции достаточно, чтобы между потоками J1, J2, …, Ji и стехиометрическими коэффициентами a1, a2, …, ai выполнялось условие стехиометрии:

А) J1/a1 = J2/a2 = ... = Ji/ai

Б) J1\*a1 = J2\*a2 = ... = Ji\*ai

А) a1/J2 = a2/J1

Правильный ответ: А

Компетенции (индикаторы): ПК-7 (ПК-7.1)

4. Выберите один правильный ответ

При высоких давлениях паров адсорбата, когда константа равновесия Kадс>>1, то с учетом уравнения Ленгмюра степень заполнения адсорбционных центров θ:

А) Близка к 1

Б) Близка к 0

В) Превосходит Kадсна несколько порядков

Правильный ответ: А

Компетенции (индикаторы): ПК-7 (ПК-7.2)

**Задания закрытого типа на установление соответствия**

1. Установите соответствие между механизмами роста пленки и их описаниями. Каждому элементу левого столбца соответствует только один элемент правого столбца.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | Механизм роста пленки |  | Описание механизма роста |
| 1) | Зародышевый механизм | А) | Имеет место на атомно-гладких поверхностях с малыми индексами Миллера, наиболее вероятен для плотноупакованных структур. Необходимым условием образования зародышей являются высокие пересыщения, достигающие десятков процентов |
| 2) | Послойный механизм | Б) | Наиболее вероятен рост на тех местах поверхности, в которых осаждение частицы дает наибольший энергетический выигрыш – адсорбированные атомы, попав на ступеньку, передвигаются к излому и закрепляется в трехгранном угле до заполнения всей цепочки |
| 3) | Спиральный механизм роста | В) | Реализуется на подложках, которые имеет линейные дефекты в виде винтовых дислокаций, выходящих на поверхность и образующих ступени с изломами |

Правильный ответ:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 |
| А | Б | В |

Компетенции (индикаторы): ПК-7 (ПК-7.1)

2. Установите соответствие между видами эпитаксии и их характеристиками. Каждому элементу левого столбца соответствует только один элемент правого столбца.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | Вид эпитаксии |  | Характеристика |
| 1) | Гомоэпитаксия | А) | Для получения эпитаксиальной пленки с кристаллографической ориентацией, идентичной  ориентации подложки, процесс должен быть организован так, чтобы выполнялось условие ориентированного роста. |
| 2) | Гетероэпитаксия | Б) | В ходе процесса наращивания вещества, отличающегося по составу от вещества подложки, имеет место кристаллохимическое взаимодействие  срастающихся фаз с образованием переходного эпитаксиального слоя. |
| 3) | Хемоэпитаксия | В) | Сформированный слой отличается по составу, как от вещества подложки, так и вещества, поступающего на ее поверхность. |

Правильный ответ:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 |
| А | Б | В |

Компетенции (индикаторы): ПК-7 (ПК-7.2)

3. Установите соответствие между методами эпитаксии и их особенностями. Каждому элементу левого столбца соответствует только один элемент правого столбца.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | Метод эпитаксии |  | Особенности метода |
| 1) | Молекулярно-лучевая эпитаксия | А) | Отличительной особенностью является низкая скорость роста пленки (1 монослой/сек), что позволяет модулировать молекулярные пучки, попадающие на подложку. |
| 2) | Газофазная эпитаксия | Б) | Относится к непрямым процессам переноса. В результате определенных химических реакций, протекающих на подложке или в близости от нее, образуется эпитаксиальный слой. |
| 3) | Жидкофазная эпитаксия | В) | Эпитаксия монокристаллических слоев полупроводниковых материалов осуществляется из растворов-расплавов полупроводников в легкоплавком металле-растворителе. |

Правильный ответ:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 |
| А | Б | В |

Компетенции (индикаторы): ПК-7 (ПК-7.3)

4. Установите соответствие между типами химических реакций, используемых в технологии эпитаксиальных слоев и общим видом уравнения протекающей реакции. Каждому элементу левого столбца соответствует только один элемент правого столбца.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | Тип химических реакций |  | Уравнение протекающей реакции |
| 1) | Реакции разложения | А) | AB(g) → A(s) + B(g) |
| 2) | Реакции восстановления | Б) | AB(g) + С(g)→ A(s) + BC(g) |
| 3) | Газотранспортные химические реакции | В) | *a*A(s) + *b*B(g) → *a*AB(g) |

Правильный ответ:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 |
| А | Б | В |

Компетенции (индикаторы): ПК-7 (ПК-7.3)

**Задания закрытого типа на установление правильной последовательности**

1. Расположите в правильной логической последовательности.

Цитратный метод получения наночастиц серебра выполняется по следующему алгоритму:

А) Берется определенный объем раствора AgNO3, приготовленного на дистиллированной воде, и нагревается в химическом сосуде на магнитной мешалке до кипения.

Б) Готовится раствор Na3C6H5O7 в другом сосуде и, при непрерывном размешивании, добавляется в кипящий раствор AgNO3.

В) Наблюдается изменение цвета раствора от бесцветного к желтому, что свидетельствует о восстановлении ионов серебра.

Г) Охлаждение раствора до температуры нормальных условий.

Правильный ответ: А, Б, В, Г

Компетенции (индикаторы): ПК-7 (ПК-7.1)

2. Расположите в правильной логической последовательности.

Процесс формирования пленок окиси кремния за счет диффузии окислителя через растущий оксидный слой к поверхности полупроводника может быть изображен в виде нескольких стадий:

А) диффузионный перенос окислителя (O2, H2O) из газовой фазы к поверхности раздела газ-окисел и последующей его адсорбции

Б) процесс растворения адсорбированного окислителя в объеме окисла, на граничной поверхности газ-окисел

В) диффузионный перенос растворенных в окисле молекул окислителя под действием градиента концентрации и электрического поля к границе раздела окисел-полупроводник

Г) гетерогенная реакция взаимодействия окислителя с полупроводником на граничной поверхности окисел-полупроводник

Правильный ответ: А, Б, В, Г

Компетенции (индикаторы): ПК-7 (ПК-7.3)

3. Расположите в правильной логической последовательности.

Процесс гетерогенного зародышеобразования может быть представлен в виде последовательности следующих основных стадий:

А) массоперенос частиц – одиночных, либо двухатомных из исходной фазы на поверхность подложки

Б) адсорбция частиц на поверхности с одновременной диссоциацией двухатомных молекул на единичные атомы

В) поверхностная диффузия, сопровождающаяся образованием докритических, критических и субкритических зародышей.

Правильный ответ: А, Б, В

Компетенции (индикаторы): ПК-7 (ПК-7.2)

4. Расположите в правильной логической последовательности.

Процесс газового транспорта может быть представлен в виде трех основных стадий:

А) превращение материала источника с помощью химической реакции в газообразное соединение (газовое травление)

Б) перенос полученного соединения в область осаждения (область подложки)

В) разложение газообразного соединения непосредственно на подложке или вблизи нее с выделением твердофазного материала источника

Правильный ответ: А, Б, В

Компетенции (индикаторы): ПК-7 (ПК-7.3)

**Задания открытого типа**

**Задания открытого типа на дополнение**

1. Напишите пропущенное слово (словосочетание).

Процесс зародышеобразования на поверхности и дальнейшего роста происходит благодаря упорядочивающей и выравнивающей роли \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ диффузии.

Правильный ответ: поверхностной

Компетенции (индикаторы): ПК-7 (ПК-7.1)

2. Напишите пропущенное слово (словосочетание).

Процесс зародышеобразования на поверхности является динамическим из-за чего разрастаются и принимают участие в процессе образования пленки лишь те зародыши, радиус которых \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ критического радиуса зародышеобразования.

Правильный ответ: больше

Компетенции (индикаторы): ПК-7 (ПК-7.2)

3. Напишите пропущенное слово (словосочетание).

Реакции восстановления – частный случай реакций \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_, протекающих с участием второго химически активного вещества.

Правильный ответ: разложения

Компетенции (индикаторы): ПК-7 (ПК-7.2)

4. Напишите пропущенное слово (словосочетание).

Реакции, сопровождающиеся понижением химической стойкости соединений нормальной валентности, обычно используют для \_\_\_\_\_\_\_\_ и реже для получения эпитаксиальных структур.

Правильный ответ: очистки

Компетенции (индикаторы): ПК-7 (ПК-7.3)

**Задания открытого типа с кратким свободным ответом**

1. При эпитаксии с использованием реакции восстановления в качестве восстановителей обычно применяют \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_.

Правильный ответ: чистый водород или пары металлов

Компетенции (индикаторы): ПК-7 (ПК-7.1)

2. Реакции диспропорционирования основаны на том, что многие нелетучие элементы при высоких температурах \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_.

Правильный ответ: образуют нестабильные галоидные соединения низшей валентности

Компетенции (индикаторы): ПК-7 (ПК-7.2)

3. Процессы восстановления чаще всего реализуются в реакторах проточного типа, конструкция которых позволяет \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_.

Правильный ответ: регулировать соотношение вводимого основного вещества и восстановителя, проводить легирование растущих слоев, получать многослойные структуры

Компетенции (индикаторы): ПК-7 (ПК-7.2, ПК-7.3)

4. Компоненты бинарных систем образуют друг с другом в твердой фазе химические соединения постоянного или переменного состава с кристаллической решеткой \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_.

Правильный ответ: отличной от решеток исходных веществ / не совпадающей с решетками исходных веществ

Компетенции (индикаторы): ПК-7 (ПК-7.2, ПК-7.3)

**Задания открытого типа с развернутым ответом**

1. Дайте развернутый ответ на вопрос.

Какое число атомов содержится в наночастице золота диаметром 3 нм, если радиус атома Au составляет 0,144 нм?

Время выполнения – 15 мин.

Критерии оценивания: полное содержательное соответствие приведенному ниже пояснению:

Радиус частицы – 1,5 нм. Число атомов Au в 1,5 нм составит около 10,42. Таким образом, если вычислить объем частицы в единицах атомов Au по формуле V=(4/3)πR3, то пренебрегая пустотами между атомами получим 4734.

Компетенции (индикаторы): ПК-7 (ПК-7.1)

2. Дайте развернутый ответ на вопрос.

Какая доля в % атомов золота находится на поверхности наночастицы Аu диаметром 3 нм?

Время выполнения – 15 мин.

Критерии оценивания: полное содержательное соответствие приведенному ниже пояснению:

Долю золота находящегося на поверхности наночастицы можно рассчитать как отношение разности объемов наночастицы с диаметром 3 нм и частицы с диаметром, уменьшенным на 1 атом, к объему наночастицы с исходным диаметром, умноженную на 100%: 100\*(Vисх-Vисх-1)/Vисх. Таким образом, доля атомов на поверхности будет составлять около 26%.

Компетенции (индикаторы): ПК-7 (ПК-7.1)

3. Дайте развернутый ответ на вопрос.

Опишите метод молекулярно-лучевой эпитаксии. Назовите его основные преимущества перед газофазной и жидкофазной эпитаксией.

Время выполнения – 25 мин.

Критерии оценивания: полное содержательное соответствие приведенному ниже пояснению:

Молекулярно-лучевая эпитаксия является процессом прямого переноса вещества источника к нагретой монокристаллической подложке. Осевшие на поверхность частицы удерживаются межмолекулярными силами и образуют правильную структуру, определяемую кристаллической ориентацией подложки. Процесс проводится в сверхвысоком вакууме. Рост пленок осуществляется в режиме молекулярных потоков условиях, исключающих столкновение частиц.

МЛЭ, по сравнению с методами ЖФЭ и ГФЭ, обладает следующими основными достоинствами:

– высокая точность управления уровнем легирования;

– расширен выбор легирующих элементов как p-, так и n-типа;

– эпитаксиальные слои обладают совершенной структурой и однородны по толщине;

– метод позволяет выращивать гетеропереходы с сопряженными решетками и с постепенно изменяющимися периодами;

– обеспечивает низкие температуры процесса;

– открывает возможности для получения сверхтонких пленок и многослойных структур на их основе;

– высокий вакуум, присущий МЛЭ, позволяет осаждать металлические, диэлектрические и полупроводниковые пленки на особо чистой поверхности, что дает возможность создавать приборы с улучшенными параметрами.

Компетенции (индикаторы): ПК-7 (ПК-7.2, ПК-7.3)