

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Физический факультет

УТВЕРЖДЕНО:
Декан физического факультета
С.Н. Филимонов

Оценочные материалы по дисциплине

Кинетика фазовых переходов

по направлению подготовки

03.03.02 Физика

Направленность (профиль) подготовки:
Фундаментальная и прикладная физика

Форма обучения
Очная

Квалификация
Бакалавр

Год приема
2025

СОГЛАСОВАНО:
Руководитель ОП
С.Н. Филимонов

Председатель УМК
О.М. Сюсина

Томск – 2025

1. Компетенции и индикаторы их достижения, проверяемые данными оценочными материалами

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-2 Способен проводить научные исследования физических объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные.

ПК-1 Способен проводить научные исследования в выбранной области с использованием современных экспериментальных и теоретических методов, а также информационных технологий.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИОПК 2.2 Анализирует и интерпретирует экспериментальные и теоретические данные, полученные в ходе научного исследования, обобщает полученные результаты, формулирует научно обоснованные выводы по результатам исследования

ИПК 1.1 Собирает и анализирует научно-техническую информацию по теме исследования, обобщает научные данные в соответствии с задачами исследования

2. Оценочные материалы текущего контроля и критерии оценивания

Элементы текущего контроля:

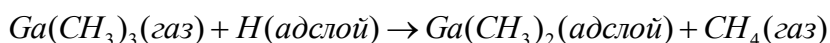
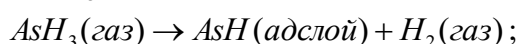
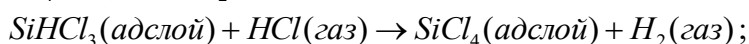
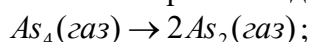
- опросы по лекционному материалу;
- домашние задания (в виде практических задач).

Примеры контрольных вопросов: (ПК-1):

1. Какие химические реакции называются последовательными?
2. Как связано производство энтропии системы с необратимыми потоками и сопряженными им термодинамическими силами?
3. Назовите основные механизмы миграции атомов в твердом теле.
4. Что такое гетерофазная реакция? Как связана скорость этой реакции с межфазным потоком?
5. С чем связано существование некоторого критического радиуса устойчивости формы шарообразной фазы? При каком режиме роста шар более устойчив?
6. Какой вид имеет зависимость скорости образования зародышей твердой фазы из расплава от температуры?

Примеры практических задач (ПК-1, ИОПК 2.2):

1. Используя I постулат формальной химической кинетики (закон действующих масс) записать выражения для скоростей следующих элементарных реакций:



Примечание: адслой означает, что частица находится в адсорбированном состоянии на поверхности. Считать, что справедлива модель адсорбции по Ленгмюру.

2. Используя аналогию с рассмотренной в лекции миграцией атома в кристалле по междоузлиям, получить выражение для константы скорости переходов адсорбированного атома между соседними адсорбционными центрами.

3. Используя приведенное в лекциях уравнение непрерывности для плотности компонента k (количество молей вещества k в единице объема), ρ_k , получить уравнение непрерывности для полной массовой плотности $\rho^M = \sum_k \rho_k^M$, где $\rho_k^M = M_k \rho_k$ (M_k - масса одного моля вещества k). Какой смысл будет иметь входящая в это уравнение конвективная скорость? Указание: заменить стехиометрические коэффициенты ν_{jk} в выражении для мощности источника вещества на $\nu_{jk}^M = M_k \nu_{jk}$ и учесть закон сохранения массы в закрытой системе.
4. Используя приведенные в лекциях определения, доказать равенство нулю суммы потоков взаимной диффузии: $\sum_{k=1}^m \vec{J}_k = 0$.
5. Используя рассмотренный в лекциях метод, провести анализ устойчивости формы шарообразной фазы при появлении впадины (ямки) глубиной $\delta \ll R$. Сформулировать критерий устойчивости формы в данном случае. Найти выражение для $\Delta V = V_\delta - V_R$.
Примечание: кривизна впадины (ямки) – отрицательная величина.
6. Используя подстановку $u = x / \sqrt{2t}$ привести уравнения теплопроводности к обыкновенным дифференциальным уравнениям, приведенным в лекции.

Критерии оценивания:

Положительный результат текущего контроля по дисциплине (контрольная точка) предполагает посещаемость более половины лекций, правильные ответы на контрольные вопросы и выполнение не менее половины домашних заданий.

3. Оценочные материалы итогового контроля (промежуточной аттестации) и критерии оценивания

Экзаменационный билет состоит из двух частей.

Первая часть содержит два теоретических вопроса, проверяющих ПК-1, ИПК 1.1. Ответ на вопросы первой части дается в развернутой форме.

Вторая часть содержит 2 контрольных вопроса, проверяющих ИОПК 2.2. Ответы на вопросы второй части даются в краткой форме.

Примеры теоретических вопросов:

1. Возрастание энтропии в "прерывных" системах. Потоки и движущие силы.
2. Приближение пограничного слоя Нёрнста. Кинетический и диффузионный режимы роста (растворения).
3. Решеточные модели диффузии.
4. Устойчивость сферической поверхности раздела фаз.
5. Линейная неравновесная термодинамика. Феноменологические коэффициенты.
6. Кинетика образования жидких капель из пересыщенного пара. Формула Зельдовича.

Примеры контрольных вопросов:

1. Сформулируйте второй постулат формальной химической кинетики (принцип Аррениуса).
2. Чем отличаются гетерогенные реакции от гомогенных и гетерофазных реакций?
3. Сформулируйте теорему (принцип) Пригожина для стационарных состояний.
4. В чем заключается приближение пограничного слоя Нёрнста?
5. Используя понятия коэффициент диффузии, кинетический коэффициент и характерный размер новой фазы, сформулируйте критерии, при которых реализуются кинетический и диффузионный режимы роста (растворения).

6. В чем заключается квазистационарное приближение в описании роста твердой фазы из раствора?

Критерии оценивания:

Результаты зачета с оценкой определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Оценка «отлично» ставится, если студент твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, способен самостоятельно принимать и обосновывать решения, оценивать их эффективность. Оценка «хорошо» ставится, если студент твердо знает материал, грамотно излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает не критичные неточности в ответе. Оценка «удовлетворительно» ставится, если студент, показывает фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно точно формулирует базовые понятия. Оценка «неудовлетворительно» ставится, если студент не знает большей части основного содержания дисциплины, допускает грубые ошибки в формулировках основных понятий дисциплины.

4. Оценочные материалы для проверки остаточных знаний (сформированности компетенций)

Примеры контрольных вопросов

Вопрос 1 (ИОПК 2.2)

Корректно ли использование закона действующих масс по отношению к неэлементарным химическим реакциям?

Ответ. Нет, поскольку закон действующих масс предполагает отсутствие корреляций между протеканием отдельных актов реакции.

Вопрос 2 (ИОПК 2.2)

Может ли диффузия атомов в бинарном растворе протекать в направлении градиента их концентрации?

Ответ. Да, при положительной парциальной парной энергии смешения, когда образование связей между одноименными атомами выгоднее, чем между разноименными.

Примеры теоретических вопросов (ПК-1, ИОПК 2.2):

1. Какой режим фазового превращения характерен для ранней и поздней стадий роста новой фазы в не перемешиваемом растворе?

Ответ должен содержать представления о многостадийности процесса роста новой фазы и о диффузионном и кинетическом режимах роста.

2. Кинетика образования зародышей в модели Беккера-Дёринга.

Ответ должен содержать описание роста зародыша как результат протекания обратимых бимолекулярных реакций и представление о стационарной скорости образования зародышей.

Информация о разработчиках

Эрвье Юрий Юрьевич, доктор физ.-мат. наук, ТГУ, кафедра физики полупроводников, профессор.