

Ю. Д. Гамбург

Химическая термодинамика

3-е издание, электронное



Москва
Лаборатория знаний
2025

УДК 544
ББК 24.53я73
Г18

Серия основана в 2009 г.

Гамбург Ю. Д.

Г18 Химическая термодинамика : учебное пособие / Ю. Д. Гамбург. — 3-е изд., электрон. — М. : Лаборатория знаний, 2025. — 240 с. — (Учебник для высшей школы). — Систем. требования: Adobe Reader XI ; экран 10". — Загл. с титул. экрана. — Текст : электронный.

ISBN 978-5-93208-871-5

Новый учебник химической термодинамики написан в соответствии с современными университетскими программами для химиков и химиков-технологов. Он содержит представительное описание основ термодинамической науки наряду с более сжатым изложением вопросов фазовых и химических равновесий, теории растворов, электрохимической термодинамики и начал термодинамики поверхностных явлений. В книге использован материал лекций, которые автор читал на протяжении ряда лет студентам 2-го и 3-го курсов РХТУ им. Д. И. Менделеева. Учебник отличаются конкретность и краткость, точность формулировок, отсутствие общих слов и пространных рассуждений. Благодаря этому автору удалось в книге небольшого объема изложить большую часть современного курса физической химии. В то же время книгу нельзя рассматривать как краткое пособие — это полноценный учебник. Приведены задачи с решениями.

Для студентов, аспирантов и преподавателей химических факультетов и вузов.

УДК 544
ББК 24.53я73

Деривативное издание на основе печатного аналога: Химическая термодинамика : учебное пособие / Ю. Д. Гамбург. — М. : Лаборатория знаний, 2016. — 237 с. : ил. — (Учебник для высшей школы).

ISBN 978-5-906828-74-3

В соответствии со ст. 1299 и 1301 ГК РФ при устранении ограничений, установленных техническими средствами защиты авторских прав, правообладатель вправе требовать от нарушителя возмещения убытков или выплаты компенсации

ISBN 978-5-93208-871-5

© Лаборатория знаний, 2016

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	3
Глава 1. Введение и основные законы (начала) термодинамики ...	5
1.1. Термодинамические системы, величины и процессы	5
1.2. Первое начало термодинамики	7
1.3. Второе начало термодинамики	12
1.4. Различные виды процессов	18
1.5. КПД тепловой машины. Цикл Карно	21
1.6. Экстенсивные и интенсивные свойства	25
1.7. Фазы	25
1.8. Фундаментальное уравнение Гиббса. Химические потенциа- лы	27
1.9. Энтальпия и энергия Гиббса	29
1.10. Теплоемкости	32
1.11. Термохимические расчеты	44
1.12. Уравнение Кирхгофа	51
1.13. Третье начало термодинамики	54
1.14. Уравнения состояния	55
1.15. Вычисление энтропии	62
1.16. Вывод термодинамических формул	66
1.17. Расчет химических потенциалов	68
1.18. Бесконечно малые процессы и условия равновесия систем	71
1.19. Различные типы равновесий. Направления изменения си- стем	72
1.20. Химическое межфазное равновесие	73
Глава 2. Фазовые равновесия и фазовые переходы	76
2.1. Правило фаз Гиббса	76
2.2. Фазовые диаграммы	78
2.3. Химический потенциал и фазовые равновесия	83
2.4. Уравнение Клапейрона–Клаузиуса	85
2.5. Уравнение Шредера	89
2.6. Парциальные молярные величины	91
2.7. Диаграммы состояния двухкомпонентных систем	96
2.8. Трехкомпонентные системы	107
2.9. Фазовые переходы первого и второго рода	109

Глава 3. Химическое равновесие	111
3.1. Равновесие в газовой фазе. Изотерма химической реакции	111
3.2. Виды констант химического равновесия	116
3.3. Зависимость константы равновесия от температуры. Изобара химической реакции	120
3.4. Равновесия в гетерогенных системах	125
Глава 4. Растворы	129
4.1. Концентрация раствора	129
4.2. Энтальпия растворения	131
4.3. Растворимость. Закон Генри	133
4.4. Закон Рауля. Идеальные и реальные растворы	136
4.5. Отклонения от закона Рауля	138
4.6. Химический потенциал компонентов раствора и коэффициенты активности	140
4.7. Стандартные состояния компонентов раствора. Типы растворов	143
4.8. Уравнение Дюгема–Маргулеса	144
4.9. Диаграммы состав–температура кипения и другие типы диаграмм для растворов летучих веществ	146
4.10. Перегонка растворов	152
4.11. Равновесие бинарного жидкого раствора с твердой фазой	153
4.12. Криоскопия и эбулиоскопия	155
4.13. Распределение вещества между двумя растворителями	158
4.14. Перегонка с паром	158
4.15. Осмос. Осмотическое давление	159
Глава 5. Электрохимическая термодинамика	163
5.1. Электролитическая диссоциация	163
5.2. Энергия сольватации ионов	165
5.3. Коэффициенты активности	168
5.4. Электрические поля в электрохимических системах	174
5.5. Уравнение Нернста	182
5.6. Стандартный потенциал	184
5.7. Классификация электродов	189
5.8. Стандартный водородный электрод (СВЭ)	192
5.9. Электроды сравнения и индикаторные электроды	192
5.10. Мембранные электроды	193
5.11. Электрохимические цепи	196
5.12. Экспериментальное определение стандартного потенциала ..	207
Глава 6. Поверхностные явления	209
6.1. Однокомпонентные системы	210
6.2. Явления капиллярности и равновесие фаз с неплоской поверхностью	211
6.3. Краевой угол (угол смачивания)	212

6.4. Адсорбция	215
6.5. Зависимость энергии вещества от его дисперсности	222
6.6. Зависимость поверхностного натяжения раствора от его концентрации	224
Приложения	227
Список рекомендуемой литературы	234