

Министерство образования и науки Российской Федерации
Ярославский государственный университет им. П. Г. Демидова

В. Н. Казин
Е. М. Плисс
А. И. Русаков

КУРС ФИЗИЧЕСКОЙ ХИМИИ

Учебное пособие

Допущено
Учебно-методическим Советом по биологии
Учебно-методического объединения
по классическому университетскому образованию
в качестве учебного пособия для студентов
высших учебных заведений, обучающихся
по направлению 020200 «Биология», специальности 020201
«Биология» и другим биологическим специальностям

Ярославль 2011

УДК 544
ББК Г 5я73+Г 6я73
К 14

*Рекомендовано
Редакционно-издательским советом университета
в качестве учебного издания. План 2009/2010 учебного года*

Рецензенты:

О. Т. Касаикина, доктор химических наук, профессор
Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова;
кафедра физической и коллоидной химии Ивановского
государственного химико-технологического университета

К 14 **Казин, В. Н. Курс физической химии:** учебное пособие / В. Н. Казин, Е. М. Плисс, А. И. Русаков; Яросл. гос. ун-т им. П. Г. Демидова. – Ярославль : ЯрГУ, 2011. – 236 с.
ISBN 978-5-8397-0787-0

В учебном пособии изложены основные разделы физической химии: газовые законы, химическая термодинамика, химическое и фазовое равновесие, растворы, электрохимия, химическая кинетика и катализ. Материал иллюстрируется справочными данными, графиками и примерами. Показана тесная связь физической химии с другими дисциплинами, изучаемыми студентами биологических специальностей.

В конце каждого раздела приведены примеры решения задач и варианты задач для самостоятельной работы, контрольно-тестовые задания, даны контрольные вопросы для собеседования.

Предназначено для студентов, обучающихся по специальностям 020201.65 Биология, 020801.65 Экология и направлению 020800.62 Экология и природопользование (дисциплина «Физическая химия», блок ЕН), очной и заочной формы обучения.

УДК 544
ББК Г 5я73+Г 6я73

ISBN 978-5-8397-9787-0

© Ярославский
государственный университет
им. П. Г. Демидова, 2011

Оглавление

Предисловие	9
1. Газы.....	11
1.1. Общие понятия об агрегатных состояниях вещества	11
1.2. Газовые законы	12
1.3. Газовые смеси. Законы для идеальных газовых смесей	17
1.4. Реальные газы	19
Примеры решения задач	20
Задачи	21
Тестовые задания	22
Вопросы для собеседования	25
2. Первый закон термодинамики. термохимия	26
2.1. Основные понятия и определения.....	26
2.2. Первое начало термодинамики.....	28
2.2.1. Первое начало термодинамики для круговых процессов	28
2.2.2. Первое начало термодинамики для некруговых процессов	29
2.2.3. Первое начало термодинамики для бесконечно малого изменения системы	30
2.2.4. Применение первого начала термодинамики к отдельным процессам	31
2.2.5. Первое начало термодинамики и биологические процессы	32
2.3. Работа расширения идеального газа.....	34
2.4. Термохимия.....	35
2.4.1. Закон Гесса. Следствия из закона Гесса	36
2.4.2. Стандартный тепловой эффект	38
2.4.3. Влияние температуры на тепловой эффект химической реакции. Уравнения Кирхгофа	39
Примеры решения задач	42
Задачи	43

Тестовые задания	44
Вопросы для собеседования	47
3. Второй закон термодинамики. Характеристические функции и термодинамические потенциалы	48
3.1. Равновесные и неравновесные процессы	49
3.2. Обратимые и необратимые процессы.....	51
3.3. Формулировки второго начала термодинамики.....	51
3.4. Энтропия	53
3.4.1. Энтропия как критерий самопроизвольности и равновесия процесса в изолированной системе	55
3.5. Статическая природа второго начала термодинамики	56
3.6. Характеристические функции и термодинамические потенциалы.....	58
3.6.1. Энергия Гельмгольца (изохорно-изотермический потенциал)	59
3.6.2. Объединенное уравнение первого и второго начала термодинамики. Максимальная и максимальная полезная работа	60
3.6.3. Энергия Гиббса (изобарно-изотермический потенциал)	60
3.6.4. Энергия Гельмгольца и Гиббса как критерий самопроизвольности процессов и равновесия.....	61
3.6.5. Способы расчета изменения энергии Гиббса.....	64
3.7. Химическое сродство. Принцип Бертло и его несостоятельность	65
3.8. Уравнение Гиббса – Гельмгольца	66
3.9. Химический потенциал.....	67
3.10. Химическое равновесие. Константа равновесия и способы ее выражения	69
3.10.1. Уравнение изотермы химической реакции	70
3.10.2. Уравнение изобары и изохоры	72
3.10.3. Равновесие в реальных системах. Понятие о летучести и активности.....	73
3.11. Второй закон термодинамики и биологические процессы....	75

3.12. Фазовое равновесие в однокомпонентных системах	77
3.12.1. Условия равновесия фаз.....	78
3.12.2. Однокомпонентные системы.....	79
3.12.3. Фазовая диаграмма однокомпонентной системы	80
3.12.4. Равновесие чистого вещества в двух фазах однокомпонентной системы. Уравнение Клапейрона – Клаузиуса	81
Примеры решения задач	82
Задачи	86
Тестовые задания	89
Вопросы для собеседования	92
4. Растворы	93
4.1. Давление насыщенного пара над раствором. Закон Рауля.....	93
4.2. Реальные растворы	96
4.3. Состав пара растворов. Законы Коновалова	98
4.4. Диаграмма «состав – давление пара»	100
4.5. Диаграмма «состав – температура кипения».....	101
4.6. Дистилляция и ректификация	103
4.7. Давление насыщенного пара в системах с ограниченной взаимной растворимостью компонентов. Перегонка с водяным паром	106
4.8. Растворимость газов в жидкостях. Закон Генри	107
4.9. Закон распределения Нернста. Экстракция из растворов	109
4.10. Температура замерзания разбавленных растворов.....	111
4.11. Температура кипения разбавленных растворов	113
4.12. Криоскопия и эбулиоскопия	114
4.13. Осмос. Осмотическое давление.....	115
4.14. Коллигативные свойства растворов.....	117
Примеры решения задач	118
Задачи	119
Тестовые задания	120
Вопросы для собеседования	123