

БАКАЛАВР. АКАДЕМИЧЕСКИЙ КУРС

И. Н. Бекман

РАДИОХИМИЯ

Том 1

ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ
РАДИОХИМИЯ

УЧЕБНИК и ПРАКТИКУМ



СООТВЕТСТВУЕТ
ПРОГРАММАМ
ВЕДУЩИХ НАУЧНО-
ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ
ШКОЛ

 **Юрайт**
ИЗДАТЕЛЬСТВО

УМО ВО рекомендует

biblio-online.ru

И. Н. Бекман

РАДИОХИМИЯ

ТОМ 1

ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ РАДИОХИМИЯ

УЧЕБНИК И ПРАКТИКУМ
ДЛЯ АКАДЕМИЧЕСКОГО БАКАЛАВРИАТА

*Рекомендовано Учебно-методическим отделом
высшего образования в качестве учебника
для студентов высших учебных заведений,
обучающихся по естественно-научным направлениям
и специальностям*

Книга доступна в электронной библиотечной системе
biblio-online.ru

Москва ■ Юрайт ■ 2016

УДК 544.58(075.8)
ББК 24.13я73
Б42

Автор:

Бекман Игорь Николаевич — профессор, доктор химических наук, профессор кафедры радиохимии химического факультета Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова, заслуженный профессор МГУ.

Рецензенты:

Афанасов М. И. — доктор химических наук, профессор кафедры радиохимии химического факультета Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова;

Сергиевский Б. В. — доктор химических наук, профессор, заведующий кафедрой общей химии факультета технической физики Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», заслуженный деятель науки РФ.

Бекман, И. Н.

Б42 Радиохимия. В 2 т. Том 1. Фундаментальная радиохимия : учебник и практикум для академического бакалавриата / И. Н. Бекман. — М. : Издательство Юрайт, 2016. — 473 с. — Серия : Бакалавр. Академический курс.

ISBN 978-5-9916-7345-7 (т. 1)

ISBN 978-5-9916-7346-4

Учебник содержит систематический материал по физическим основам радиохимии, дозиметрии и технике безопасности, ядерно-физическим, химическим и радиотоксическим свойствам радиоактивных элементов, фундаментальной радиохимии, включая химию ядерных превращений и радиационную химию, промышленной радиохимии (производство радионуклидов для ядерных зарядов и для топлива атомных реакторов), прикладной радиохимии (включая методы использования меченых атомов), экологической (состояние и миграция радионуклидов в природных средах) и медицинской радиохимии (синтез меченых соединений медицинского назначения и создание радиофармпрепаратов для диагностики и терапии).

Соответствует Федеральному государственному образовательному стандарту высшего образования четвертого поколения.

Для студентов и аспирантов химических факультетов университетов, химико-технологических и технических вузов, специализирующихся в области радиохимии и ядерной химии, для аспирантов и преподавателей смежных специальностей, а также для специалистов и исследователей, работающих с радиоактивными веществами, изотопами, ионизирующими излучениями в технических областях, медицине и в области охраны окружающей среды.

УДК 544.58(075.8)
ББК 24.13я73



Все права защищены. Никакая часть данной книги не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме без письменного разрешения владельцев авторских прав. Правовую поддержку издательства обеспечивает юридическая компания «Дельфи».

ISBN 978-5-9916-7345-7 (т. 1)
ISBN 978-5-9916-7346-4

© Бекман И. Н., 2013
© ООО «Издательство Юрайт», 2016

Оглавление

Предисловие к изданию	5
Предисловие к тому 1	8
Принятые сокращения	9
Введение	11
1. Радиохимия и смежные науки	11
2. Краткая история радиохимии	19
Глава 1. Физические основы радиохимии	28
1.1. Атомное ядро	29
1.2. Типы радиоактивного распада	41
1.3. Кинетика радиоактивного распада	51
1.4. Ионизирующие излучения	63
1.5. Ядерные реакции	72
1.6. Измерение ионизирующих излучений	91
1.7. Статистическая обработка результатов радиометрических измерений	106
<i>Вопросы и задания для самоконтроля</i>	124
<i>Задачи</i>	126
Глава 2. Радиоактивные элементы	135
2.1. Технеций	135
2.2. Прометий	156
2.3. Полоний	159
2.4. Астат	169
2.5. Радон	174
2.6. Франций	181
2.7. Радий	184
2.8. Актиний	194
2.9. Актиниды	199
2.10. Торий	206
2.11. Протактиний	220
2.12. Уран	227
2.13. Нептуний	259
2.14. Плутоний	273
2.15. Америций	311
2.16. Кюрий	317
2.17. Берклий	321
2.18. Калифорний	322
2.19. Эйнштейний	326
2.20. Фермий	328
2.21. Менделевий	329

2.22. Нобелий	331
2.23. Лоуренсий	332
2.24. Трансактинидные элементы	332
2.25. Резерфордий	341
2.26. Дубний	342
2.27. Сиборгий	343
2.28. Борий	344
2.29. Хассий	344
2.30. Мейтнерий	345
2.31. Дармштадтий	346
2.32. Рентгений	346
2.33. Коперниций	347
2.34. Унунтрий	348
2.35. Флеровий	348
2.36. Унунпентий	349
2.37. Ливерморий	350
2.38. Унунсептий	350
2.39. Унуноктий	351
<i>Вопросы и задания для самоконтроля</i>	351
<i>Задачи</i>	354
Глава 3. Фундаментальная радиохимия	355
3.1. Изотопный обмен	356
3.2. Методы разделения радиоактивных веществ	363
3.2.1. Соосаждение	364
3.2.2. Адсорбция	372
3.2.3. Электрохимия радиоактивных элементов	376
3.2.4. Ионнообменная хроматография	381
3.2.5. Метод экстракции	387
3.2.6. Мембранное разделение	395
3.2.7. Газохимические методы разделения	401
3.3. Состояние радионуклидов в различных средах	407
3.3.1. Коллоидное состояние радиоактивных элементов	407
3.3.2. Состояние радионуклидов в твердой фазе	417
3.3.3. Состояние радиоактивных изотопов в газовой фазе	420
3.4. Радиационная химия в радиохимии	422
3.5. Химические явления, связанные с ядерными превращениями... ..	430
3.5.1. Эффект отдачи	431
3.5.2. Химические последствия радиоактивного распада	441
3.5.3. Эффект Сцилларда – Чалмерса	447
3.5.4. Химия горячих атомов	450
3.5.5. Химические последствия ядерных реакций (n, p), (n, α) и (γ, n)	454
3.6. Изотопные эффекты	458
3.7. Методы анализа изотопного состава	460
<i>Вопросы и задания для самоконтроля</i>	463
<i>Задачи</i>	465
Рекомендуемая литература	468
Предметный указатель к тому 1	469