

*Н.Б. Чагина*

**Практические занятия по курсу  
«Радиоактивность и экология»**

Государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Поморский государственный университет  
имени М.В.Ломоносова»

Н.Б. Чагина

Практические занятия по курсу  
«Радиоактивность и экология»

Архангельск  
Поморский университет

2007

Печатается по решению редакционно-издательской комиссии естественно-географического факультета  
Поморского университета

Автор: Чагина Н.Б., кандидат технических наук,  
доцент кафедры химии  
ПГУ имени М.В.Ломоносова;

Рецензенты: Левандовская Т.В., кандидат химических наук,  
доцент кафедры химии  
ПГУ имени М.В.Ломоносова;

Киселев Г.П., доктор геолого-минералогических наук,  
заведующий лабораторией экологической радиологии  
ИЭПС УрО РАН.

Методические рекомендации содержат типовые задачи и лабораторные работы по основным разделам курсов «Радиоэкология» и «Радиоактивность и экология».

Предназначены для подготовки студентов отделений экологии, химии и химии-биологии к практическим работам по радиоэкологии.

## Введение

Предлагаемые методические рекомендации составлены в соответствии с программой 4 курса для студентов отделений экологии и химии, содержат задачи различного уровня сложности по общетеоретическим вопросам: строение ядра, энергия связи, механизмы радиоактивного излучения, закон радиоактивного распада. В практической части представлены лабораторные работы по дозиметрии и радиохимической подготовке пробы. Данные работы позволяют научить студентов проводить измерения радиационного фона, удельной активности пробы, плотности потока частиц с поверхности, а также познакомиться с особенностями химической подготовки проб природных объектов (почв, строительных материалов) для проведения радиоспектрометрических исследований.

## Часть 1. Теоретические занятия

### Занятие 1. Строение ядра

#### Содержание занятия

Исторический обзор: катодные лучи, рентгеновское излучение, опыты А. Беккереля. Работы М. Кюри и П. Кюри по естественной радиоактивности, открытие И. Кюри и Ф. Жолио-Кюри искусственной радиоактивности. Синтез трансурановых элементов: работы Г.Т. Сиборга, Э. Ферми, Г.Н. Флёрова.

Основные понятия: радиоактивность, радиоактивный элемент, радиоактивное вещество, изотоп, изобар, изотон. Строение ядра: модель Д.Д. Иваненко – В.К. Гейзенберга. Основные характеристики ядра: радиус, масса, плотность, спин и т. д.

#### Типовые задачи

1. Исходя из структурных символов изотопов  ${}^1\text{H}$ ,  ${}^2\text{He}$ ,  ${}^{19}\text{F}$ ,  ${}^{55}\text{Mn}$ ,  ${}^{209}\text{Bi}$ , указать для атома каждого из них: а) общее число нуклонов; б) число протонов и нейтронов в ядре; в) число электронов, образующих электронную оболочку атома.

2. Существуют ли элементы, ядра атомов которых содержали бы протонов больше, чем нейтронов? Ответ обосновать анализом таблицы Д.И. Менделеева.

3. Указать, к каким элементам относятся ядра состава (9p10n), (30p34n), (84p126n), (82p124n).

4. Учитывая, что для водорода известны изотопы  $^1\text{H}$ ,  $^2\text{H}$ ,  $^3\text{H}$ , а для кислорода  $^{16}\text{O}$ ,  $^{17}\text{O}$ ,  $^{18}\text{O}$ , написать все возможные формулы воды. Указать среди них самую «легкую» и самую «тяжелую» воду, подсчитать их молекулярные массы.

5. Написать формулы: дейтерометана, дейтеросерной кислоты, хлорида дейтероаммония, пероксида дейтерия.

6. Указать среди приведенных структурных символов элементов изотопы, изобары и изотоны:  $^{39}\text{K}$ ,  $^{64}\text{Ni}$ ,  $^{64}\text{Zn}$ ,  $^{40}\text{Ca}$ ,  $^{40}\text{K}$ ,  $^{68}\text{Zn}$ ,  $^{58}\text{Fe}$ ,  $^{199}\text{Pt}$ ,  $^{40}\text{Ar}$ ,  $^{195}\text{Pt}$ ,  $^{198}\text{Hg}$ ,  $^{56}\text{Fe}$ ,  $^{38}\text{Ar}$ ,  $^{50}\text{Ti}$ ,  $^{58}\text{Ni}$ ,  $^{50}\text{Cr}$ .

7. Ядра атомов двух изобар, у которых число протонов одного из них равно числу нейтронов в другом, называются «зеркальными». Среди ядер приведенных элементов указать зеркальные:  $^6\text{Li}$ ,  $^7\text{Li}$ ,  $^7\text{Be}$ ,  $^9\text{Be}$ ,  $^{14}\text{N}$ ,  $^{15}\text{N}$ ,  $^{15}\text{O}$ ,  $^{16}\text{O}$ .

8. В плеяде хлора на один атом изотопа-37 приходится приблизительно 3 атома изотопа-35. Какой средней атомной массе плеяды хлора это соответствует?

9. Вычислить среднюю атомную массу плеяды меди состава:  $31^{65}\text{Cu}$  +  $69^{63}\text{Cu}$ . Результат подсчета сопоставить с величиной атомной массы, приведенной в таблице Д.И. Менделеева.

10. В плеяде таллия изотопы этого элемента содержатся в следующем соотношении  $^{203}\text{Tl} : ^{205}\text{Tl} = 3:7$ . Вычислить среднюю атомную массу таллия.

11. Плеяда брома в атомных процентах содержит 50,52%  $^{79}\text{Br}$ , а остальное – изотоп  $^{81}\text{Br}$ . Вычислить среднюю атомную массу плеяды брома.

12. В плеяде магния содержание изотопов  $^{24}\text{Mg}$ ,  $^{25}\text{Mg}$ ,  $^{26}\text{Mg}$  в атомных процентах составляет 78,60%, 10,11%, 11,29%. Чему равна средняя атомная масса магния.

13. Состав плеяды сурьмы может быть записан так:  $x^{121}\text{Sb} + y^{123}\text{Sb}$ . Определить величины  $x$  и  $y$ , если средняя атомная масса сурьмы, найденная опытным путём, оказалась равной 121,57.

14. В современной системе масс атомов за атомную единицу массы (а.е.м.) принята 1/12 массы углерода-12 вместо старой единицы массы, равной 1/16 массы атома кислорода-16. Как изменились численные значения масс атомов при переходе от старой единицы массы к новой?

## Занятие 2. Энергия связи

### Содержание занятия

Энергия связи и устойчивость ядер. Удельная энергия связи, упаковочный множитель, дефект массы. Природа ядерных сил. Кварковая

## Оглавление

<b>Введение</b> .....	4
<b>Часть 1. Теоретические занятия</b> .....	4
Занятие 1. Строение ядра.....	4
Занятие 2. Энергия связи .....	5
Занятие 3. Закон радиоактивного распада .....	7
Занятие 4. Радионуклиды в окружающей среде .....	8
Занятие 5. Ядерные реакции .....	9
Занятие 6. Атомная энергетика и биологическое действие ионизирующего излучения.....	10
<b>Часть 2. Лабораторные работы</b> .....	12
Лабораторная работа 1. Определение мощности эквивалентной дозы (МЭД) естественного фона радиоактивного излучения дозиметром-радиометром ДРГБ – 01 – «ЭКО – 1».....	12
Лабораторная работа 2. Измерение удельной активности радионуклидных источников Cs-137 и Sr-90 в пробах дозиметром- радиометром ДРГБ – 01 – «ЭКО – 1».....	14
Лабораторная работа 3. Определение плотности потока $\beta$ -частиц от загрязненной поверхности дозиметром-радиометром ДРГБ – 01 – «ЭКО – 1».....	17
Лабораторная работа 4. Измерение удельной активности изотопов урана-234, 238 в грунтах и горных породах $\alpha$ -спектрометрическим методом с радиохимическим выделением.....	18
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ 1</b> .....	21
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ 2</b> .....	24
<b>Библиографический список</b> .....	29