

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие ко второму изданию	5
Предисловие	6
Глава 1. (Вводная, она же заключительная). Что такое ядерная физика	12
§ 1. Наша программа	12
<i>Обращение к читателю. — Этапы познания природы. — Четыре элемента древних греков. — Атомистическая теория. — Тысячи молекул из сотни атомов. — Три элементарных кирпичика. — Новые открытия. — Опять сотня. — А может быть, их все-таки три? — Программа этой книги.</i>	
§ 2. Элементарные частицы и силы, действующие между ними	16
<i>Из чего и как устроен атом. — Протон, нейтрон и электрон. — Ядерные и электромагнитные силы. — Позитрон и нейтрино. — Слабые силы. — Мезоны. — Странные частицы. — Свойства элементарных частиц. — Законы сохранения. — Античастицы. — Резонансы. — Кварки.</i>	
§ 3. Взаимодействие элементарных частиц со средой	22
<i>Сильное, электромагнитное и слабое взаимодействия протона. — Разнообразие электромагнитного взаимодействия заряженных частиц. — Особенности взаимодействия нейтронов со средой. — Быстрые и тепловые нейтроны. — Замедлители и поглотители нейтронов. — Взаимодействие γ-квантов со средой: фотоэффект, эффект Комптона, образование электрон-позитронных пар.</i>	
§ 4. Атомные ядра	25
<i>Заряд и масса. — Размеры и форма. — Энергия связи. — Капельная модель. — Модель ядерных оболочек. — Магические числа. — Спин и магнитный момент ядра. — Возбужденное состояние ядра. — Ядерные уровни. — Антиядра.</i>	
§ 5. Радиоактивные превращения ядер	28
<i>Закон радиоактивного распада. — Постоянная распада, время жизни и период полураспада. — α-Распад. — β-Распад. — Захват электрона. — Искусственная β-радиоактивность. — γ-Излучение. — Внутренняя конверсия. — Ядерная изомерия. — Эффект Мёссбауэра. — Спонтанное деление. — Испускание запаздывающих нейтронов.</i>	
§ 6. Ядерные взаимодействия	32
<i>Виды ядерных реакций. — Законы сохранения. — Энергия реакции Q. — Пороговые реакции. — Промежуточное ядро. — Формула Брейта—Винера. — Нейтронная спектроскопия. — Рассеяние быстрых нейтронов. — Прямые процессы.</i>	
§ 7. Ядерная энергетика	35
<i>Особенности реакции деления. — Цепная реакция. — Первые реакторы и атомная бомба. — Применение атомной энергии. — Реакция синтеза. — Возможность самоподдерживающегося процесса синтеза. — Термоядерная реакция на Солнце. — Водородная бомба. — Трудности осуществления управляемого синтеза.</i>	
Глава 2. Ядерная физика и теория Эйнштейна	39
§ 8. Масса и энергия	39
<i>Всегда ли прав Ньютон? — Классическая и релятивистская механика. — Полная энергия и энергия покоя. — Что такое аннигиляция? — Может ли</i>	

§ 28. Как этого добились	147
<i>Трудности проблемы. — Разбухающая сабля. — Опасный прогивник. — Читатель в плену. — Подвиг нейтрона. — Уран-графитовая решетка. — Критические размеры и критическая масса. — Атомная бомба и ядерный реактор. — Читатель отдыхает.</i>	

Глава 7. На стыке с другими науками 154

§ 29. Ядерная физика и математика	154
---	-----

Взаимосвязь физики и математики. — Три типа задач. — Задача о пьяном человеке и ее решение пьющим и напьющим читателем. — Читатель ставит опыт на себе. — Читатель на вертолете. — Сыграем в рулетку. — Бумажный человек. — Метод Монте-Карло. — Бильярд атомную. — Сложная игра микрочастиц. — Расчет коэффициента размножения.

§ 30. Ядерная физика и химия	168
--	-----

Три трудности: очень мало, очень похожи, очень быстро распадаются. — Как открыли искусственную позитронную радиоактивность. — Метод носителя. — Читатель ставит опыт с горохом. — Искусственная электронная радиоактивность. — Метод Сицларда — Чалмерса. — Свойства осколков деления. — Первый трансуранный элемент — нептуний. — Ионобменная хроматография. — Плутоний. — Ультрамикрохимия. — 17 атомов менделеева. — Без химиков плохо! — Открытие 104-го. — Элемент, живущий долю секунды. — Экспресс-химия. — Химические свойства по 11 атомам!

§ 31. Ядерная физика и медицина	179
---	-----

Радиостанция в желудке. — Репортаж из тонкой кишки. — Самая маленькая радиостанция. — Как измерили скорость и объем кровотока. — Сколько крови в человеке. — Органы-коллекционеры. — Путешествия радиоактивного иода. — Алао, алао, говорят цитовидная железа. — Чудесная краска. — Диагностика рака. — Как запеленговать опухоль. — Телерадиация из печени. — Лучевая терапия. — Из пушки — по клеткам. — И т. б. и т. п.

§ 32. Ядерная физика и археология	186
---	-----

Хронология древностей. — Точные науки и хронология. — «Замороженный» магнетизм. — Радиоуглеродный метод. — Читатель летит в прошлое. — Печка и мушкет в роли часов. — Посмертный возраст. — О «правилах игры» в науке. — Читатель становится физиком. — Расчет опыта. — Трудности измерения. — «Омолождение» каменного угля. — Дерево как машина времени. — Нераскрытый секрет природы. — Трудная наука — физика!

Глава 8. Занимательная коллекция 200

§ 33. Неожиданные применения	202
--	-----

1. Загадка Тунгусского метеорита	202
--	-----

Как это произошло. — Пять недоуменных вопросов. — Ядерная гипотеза. — Опыт на расстоянии. — Опять древесные кольца. — Эффект 1909 г.

2. Ядерная физика и ... криминалистика	204
--	-----

Вычислительная машина «ловит» преступника. — Следы всегда остаются. — Что такое активационный анализ? — Можно ли найти человека по одному его волоску? — Как раскрыли преступление, совершенное полтора года назад. — Взрыва не будет!

3. Поиски сокровищ	208
------------------------------	-----

По стопам Осана Бендера. — Верили ли нам наши предки? — Взгляд сквозь толщу пирамиды.

4. Разведка кладовых природы	209
--	-----

Сокровища природы. — Разведка в самолетах. — Нейтрон — ищатель. — Радиоактивный каротаж. — Укоритель в буровой скважине. — Подземный разведчик. — Как отличают нефть от воды. — Разведка через стальную стену. — Нефть из старых скважин. — Подводный разведчик. — Золото со дна океана.

5. В погоню за илом	214
-------------------------------	-----

Читатель следит за фарватером. — Мартышкин труд. — Куда сбросить ил, чтобы он не вернулся? — Меченый грунт.

6. Ядерное тепло	214
----------------------------	-----

Когда шуба греет. — Саморазогревающиеся препараты. — Ядерный скафандр водолаза. — Ядерная печка Лунхода.

7. Радиоактивный громоотвод	215
---------------------------------------	-----

Как работает обыкновенный громоотвод. — Радиус действия громоотвода. — γ-Кванты в роли остряка.

8. В помощь больному сердцу 216

Враг № 1. — Операция на сухом сердце. — Человек с чужим сердцем. — Мечта об искусственном сердце. — Борьба с аритмией. — Ядерный стимулятор сердца. — Атомная электростанция внутри организма. — Сердце в животе.

§ 34. Интересные проекты 219

1. Воздушные и космические ядерные двигатели 219

Почему трудно построить атомный самолет? — Самолет хорошо — дирижабль лучше. — Летящая гостиница. — Атомный космический корабль. — Полет на Марс.

2. Подземные ядерные взрывы 222

Дешево и сердито. — Ядерная труба. — Как повысить выход газа или нефти из скважины. — Подземные хранилища. — Воздушный аккумулятор. — Геотермальная электростанция. — Второй Панамский канал. — Вопросы безопасности.

3. Гигантские ускорители 224

Самый большой в мире. — Электромагнит длиной в 1,5 км. — 500 000 км за 3 сек. — Можно ли найти советский вымпел на Луне? — Есть 76 миллиардов электронвольт! — Впереди 200—500 миллиардов электронвольт. — Кибернетический «Гигант» на 1000—5000 миллиардов электронвольт. — Ускорители нового типа. — Релятивистские дейтроны.

§ 35. Удивительные точности 227

1. Самое маленькое время жизни 227

«Долговечные» и короткоживущие частицы. — Как извлекают точность из неопределенности. — Самые короткоживущие.

2. Самое точное измерение энергии 229

Время жизни ядерного уровня. — Естественная ширина линии. — Эффект Мёссбауэра. — Пушка на лафете. — Не так-то просто! — Когда возможен эффект Мёссбауэра. — Как проигрыватель для грампластинок послужил высокой науке.

3. Самая маленькая разность масс 234

Одна десятичная от микрограмма. — Можно ли заметить лишнюю каплю воды в озере? — В сто миллиардов раз меньше массы электрона.

§ 36. Любопытные эффекты и остроумные решения 235

1. Радиоактивность ... человека 235

Радиоактивный читатель. — Как измеряют радиоактивность человека. — Мужчина или женщина?

2. Радиоактивный сыр 236

Когда залежавшиеся продукты лучше свежих.

3. Восстановление фотографий 237

Пропавшее изображение. — Автографы невидимок. — Вторая жизнь фотоснимка.

4. Светящийся электрон 238

Какого цвета электрон? — «Разноцветные» атомы. — Еще раз о свечении Вавилова — Черенкова. — Как увидели один электрон. — Синхротронное излучение. — Электрон «хамелеон». — Вести из глубин Вселенной.

5. μ -Катализ 240

Странный родственник электрона. — μ -Мезоатом. — Зачем μ -мезону большая масса? — Ядерный катализатор. — А счастье было так возможно, так близко ... — Внутри ядра. — Землемер микромира.

6. Встречные пучки 243

Читатель терпит аварию. — Что такое хорошо и что такое плохо? — Можно ли в результате столкновения двух «Волг» получить автобус? — Читателю повезло. — Ускорители со встречными пучками. — Накопительные кольца. — ВЭП-1 и ВЭП-2. — Планы на будущее.

Глава 9. Некоторые нерешенные проблемы 248

Два типа задач. — Притча о закате и море.

§ 37. Новая теория элементарных частиц	249
<i>Белое пятно на карте теории. — Впереди самая сумасшедшая!</i>	
§ 38. Проблема антивещества	251
<i>Вторая половина мира. — Идеальное горючее. — Антимир на кончике пера. — Свойства позитрона. — Космические и «домашние» позитроны. — Как открыли антипротон. — Антинейтрон и антигипероны. — Первое антиядро. — 5 ядер антигелия. — Где хранят античастицы. — Антивещество во Вселенной.</i>	
§ 39. Существуют ли кварки?	260
<i>Буквы, частицы и физики.</i>	
1. Унитарная симметрия	261
<i>Супермультиплеты. — Замечательная десятка. — Ω — Гиперон. — Откуда берутся разности масс. — Музыканты и спортсмены.</i>	
2. Кварковая гипотеза	266
<i>Коммарные частицы. — Десять комбинаций. — Идеальный «Конструктор».</i>	
3. Поиски кварков	268
<i>Природные и «самодельные» кварки. — Австралийская сенсация. — Кварки в воде и в метеоритах. — Два слова «за здравие» кварков. — Заманчивое применение. — А теперь «за упокой».</i>	
§ 40. Монополю Дирака	272
<i>Несимметрия уравнений электродинамики. — Магнитный заряд. — Свойства монополя. — Поиски монополей на ускорителях. — Рождение монополей на ускорителях. — Рождение монополей космическими лучами. — Поиски монополей. — Поиски монополей на ускорителях. — Рождение монополей космическими лучами. — Поиски монополей в метеоритах и на Луне. — Использование магнитного поля Земли. — Существует ли монополю?</i>	
§ 41. Новые ядра	281
<i>β-Стабильные и β-радиоактивные ядра. — Что такое нуклонная стабильность ядер? — О протонной и двухпротонной радиоактивности. — Существуют ли ядра из одних нейтронов? — Сверхтяжелый гелий. — Где кончается периодическая система Менделеева? — Как получают новые ядра. — Голубая мечта физиков — омниотрон. — Поиски сверхтяжелых ядер в природе.</i>	
Заключение	288
Литература	290

Константин Никифорович Мухин
Занимательная ядерная физика

Издание второе

Редактор В. Н. Безрукова

Художественный редактор А. С. Александров

Переплет художника Н. В. Носова

Технический редактор Е. И. Мазель, Корректор Г. Л. Кокосова

Сдано в набор 13/IV 1971 г. Подписано к печати 25/XI 1971 г. Т-18650. Формат 60×90¹/₁₆.
 Бумага типографская № 2. Усл. печ. л. 18,5. Уч.-изд. л. 19,05. Тираж 125 000 экз.
 (Первый завод 1—70 000). Цена 77 коп. Зак. изд. 70113. Зак. тип. 353.
 Атомиздат, 103031, Москва, К-31, ул. Жданова, 6/7.

Ярославский полиграфкомбинат Главполиграфпрома Комитета по печати при Совете Министров СССР, Ярославль, ул. Свободы, 97.