

Содержание

Предисловие к четвертому изданию	5
Из предисловия к третьему изданию	8
Из предисловия ко второму изданию	10
Введение	11
§ В.1. Наука о космических лучах как самостоятельная отрасль физики	11
§ В.2. Что измеряют в опытах с космическими лучами	14
§ В.3. Теорема Лиувилля	17

ЧАСТЬ I.

Космические лучи и методы их изучения

ГЛАВА 1. Движение частиц в магнитном поле	20
§ 1.1. Магнитная жесткость и определение импульса заряженных частиц	20
§ 1.2. Движение частиц в магнитном поле Земли	21
§ 1.3. Некоторые практические применения теории	33
§ 1.4. Магнитные измерения в наземных экспериментах	35

ГЛАВА 2. Кинематические методы измерения

энергии столкновения	37
§ 2.1. Кинематика столкновения релятивистских частиц	37
§ 2.2. Экспериментальное определение характеристик столкновений	40
§ 2.3. Особенности измерений в космических экспериментах	44
§ 2.4. Описание взаимодействий	50

ГЛАВА 3. Калориметрические методы измерения

энергии	55
§ 3.1. Первые измерения в атмосфере Земли	55
§ 3.2. Процессы диссипации энергии в калориметре	60
§ 3.3. Вычисление энергии, выделившейся в калориметре	64
§ 3.4. Заключение	68

ГЛАВА 4. Методы исследования космического

излучения сверхвысокой энергии	69
§ 4.1. Введение	69
§ 4.2. Что такое ШАЛ?	72
§ 4.3. Измеряемые параметры ливня	74
§ 4.4. Пространственное распределение частиц в ливнях	78
§ 4.5. Энергетические свойства ШАЛ	85
§ 4.6. Черенковское излучение ШАЛ	86
§ 4.7. Ионизационное свечение	92
§ 4.8. Радиоизлучение ШАЛ	97
§ 4.9. Крупнейшие комплексные установки для изучения космического излучения при высоких энергиях	102
§ 4.10. Заключение	114

ГЛАВА 5. Подземные, глубоководные и космические

лаборатории	117
§ 5.1. Введение	117
§ 5.2. Примеры подземных лабораторий	117

§ 5.3. Высокогорные станции и эксперименты, проводимые на высоте гор	122
§ 5.4. Глубоководные исследования	124
§ 5.5. Баллонные эксперименты	125
§ 5.6. Использование спутников и межпланетных станций	127

ЧАСТЬ II.

Глубины Космоса

ГЛАВА 6. Вселенная	132
§ 6.1. Что такое Вселенная. Определение (Общеобразовательное введение)	132
§ 6.2. Наша Галактика	136
§ 6.3. Плотность вещества в Метагалактике	139
§ 6.4. Из чего состоит Метагалактика?	141
§ 6.5. Звезды	145
§ 6.6. Как умирают звезды	149
§ 6.7. Расширение Метагалактики	158
ГЛАВА 7. Электромагнитные излучения	161
§ 7.1. Разнообразие электромагнитных излучений ...	161
§ 7.2. Метагалактика в γ -лучах	161
§ 7.3. Космические γ -всплески	170
§ 7.4. Метагалактика в рентгеновских лучах	175
§ 7.5. Космическая фоновая радиация	179
ГЛАВА 8. Метагалактика в «нейтринном свете» ...	183
§ 8.1. Поиск стационарных источников	183
§ 8.2. Несколько слов о свойствах нейтрино	184
§ 8.3. Методы регистрации нейтрино	186
§ 8.4. Нестационарные потоки нейтрино	188
§ 8.5. Регистрация антигалактик	190
ГЛАВА 9. Темная материя и темная энергия	192
§ 9.1. Скрытая масса	192
§ 9.2. Свидетельства существования темной материи	192
§ 9.3. Состав темной материи	195

§ 9.4. Экзотические объяснения	201
§ 9.5. Экспериментальный поиск темной материи ...	205
§ 9.6. Темная энергия	207

ГЛАВА 10. Попытки теоретического описания строения

Метагалактики	211
§ 10.1. Стандартная модель	211
§ 10.2. Неприятности	215
§ 10.3. Три проблемы	216
§ 10.4. Откуда все взялось?	219

ЧАСТЬ III.

Космическое излучение

ГЛАВА 11. Посланцы Космоса

§ 11.1. Геомагнитные исследования первичного космического излучения	232
§ 11.2. Общий взгляд на спектр	236
§ 11.3. Ядерный состав космического излучения	249
§ 11.4. Электроны в первичном космическом излучении	269

ГЛАВА 12. Происхождение космических лучей

§ 12.1. Основные вопросы	273
§ 12.2. Возможные источники космических лучей ...	276
§ 12.3. Природа степенного спектра космических частиц	281
§ 12.4. Прохождение космического излучения через межзвездное пространство	286
§ 12.5. Источники	289
§ 12.6. Заключение	298

ГЛАВА 13. История космических лучей

§ 13.1. Постановка проблемы	300
§ 13.2. Методы исследования космической радиации в отдаленные эпохи	301
§ 13.3. Метод ископаемых треков	311
§ 13.4. Заключение	314

ГЛАВА 14. Космические лучи в гелиосфере	315
§ 14.1. Гелиосфера	315
§ 14.2. Вариации интенсивности космических лучей	326
§ 14.3. Основные типы вариаций	330
§ 14.4. Непериодические вариации	336
§ 14.5. Причины возникновения вариаций космических лучей	339
§ 14.6. Взаимодействие космических частиц с магнитными неоднородностями и солнечным ветром [8]	342
§ 14.7. Анизотропия космического излучения	344
§ 14.8. Коэффициент модуляции	347
§ 14.9. Механизм форбуш-понижений	351
§ 14.10. Механизм 11-летних вариаций	351
§ 14.11. Аномальная компонента в гелиосфере	352
§ 14.12. Солнечные космические лучи	357
§ 14.13. Ускорение солнечных космических частиц ..	361
ГЛАВА 15. Захваченное космическое излучение ...	364
§ 15.1. Радиационные пояса Земли [1, 2, 5]	364
§ 15.2. Приборы для изучения радиационных поясов [8]	378
§ 15.3. Экспериментальное исследование радиационных поясов	381
§ 15.4. Вариации радиационных поясов Земли и источники частиц	390
§ 15.5. Происхождение электронов в радиационных поясах	397
§ 15.6. Радиационные пояса Юпитера	398
ГЛАВА 16. Прохождение космического излучения через атмосферу	401
§ 16.1. Свойства атмосферы	401
§ 16.2. Качественная картина прохождения космических лучей через атмосферу	402
§ 16.3. Исследование адронов в глубине атмосферы ..	405
§ 16.4. Ядерно-каскадный процесс в атмосфере	410
§ 16.5. Пионы в атмосфере	415
§ 16.6. Мюоны	417

§ 16.7. Результаты экспериментов по изучению мюонов	421
§ 16.8. Электронно-фотонная компонента	425
§ 16.9. Нейтрино	427
§ 16.10. Атмосферные нейтрино	435
§ 16.11. Заключение	445
 ГЛАВА 17. Прикладное значение космических лучей	
§ 17.1. Введение	449
§ 17.2. Дистанционные методы измерения влагозапасов	450
§ 17.3. Полеты высотной авиации	454
§ 17.4. Земная томография	458
§ 17.5. Заключение	460
 Приложения	 462
 Предметный указатель	 473