

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие . . . . .	3
<b>Глава 1. Введение</b> . . . . .	5
§ 1. Физика космических лучей как самостоятельная отрасль науки . . . . .	5
§ 2. Основные этапы изучения физики космических лучей . . . . .	7
<b>Часть I</b>	
<b>ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ЧАСТИЦ ВЫСОКОЙ ЭНЕРГИИ С ЯДРАМИ И АТОМАМИ</b>	
<b>Глава 2. Электромагнитные взаимодействия</b> . . . . .	13
§ 1. Элементарные процессы . . . . .	13
§ 2. Ионизация . . . . .	14
§ 3. Тормозное излучение . . . . .	19
§ 4. Взаимодействие фотонов с веществом . . . . .	22
§ 5. Радиационная единица длины и критическая энергия . . . . .	25
§ 6. Рассеяние электронов . . . . .	28
§ 7. Ограничения со стороны высоких энергий . . . . .	28
§ 8. Электронно-фотонные ливни . . . . .	29
§ 9. Пространственное расхождение частиц в ливне . . . . .	42
§ 10. Экспериментальное изучение каскадных ливней . . . . .	44
§ 11. Физические измерения, основанные на свойствах электромагнитных взаимодействий . . . . .	47
Вопросы и задачи . . . . .	51
<b>Глава 3. Элементарные частицы</b> . . . . .	51
§ 1. Методы определения массы частиц . . . . .	51
§ 2. Мюоны . . . . .	55
§ 3. Нейтрино . . . . .	66
§ 4. Сильно взаимодействующие частицы . . . . .	68
Вопросы и задачи . . . . .	75
<b>Глава 4. Ядерные взаимодействия при высоких энергиях</b> . . . . .	75
§ 1. Основные характеристики . . . . .	75
§ 2. Кинематика столкновений релятивистских частиц . . . . .	77
§ 3. Неупругие столкновения . . . . .	82
§ 4. Методы изучения ядерных взаимодействий в космических лучах . . . . .	95
§ 5. Изучение ядерных взаимодействий . . . . .	107
§ 6. Природа ливневых частиц . . . . .	112
§ 7. Множественность ливневых частиц . . . . .	114
§ 8. Угловое распределение ливневых частиц . . . . .	115
§ 9. Поперечный импульс . . . . .	122

§ 10. Коэффициент неупругости . . . . .	123
§ 11. Энергетические спектры рождающихся частиц . . . . .	127
§ 12. Взаимодействия ядер при высоких энергиях . . . . .	131
§ 13. Теоретическая трактовка вопросов множественного рождения частиц . . . . .	134
Вопросы и задачи . . . . .	142

## Часть 2

### ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ПЕРВИЧНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ С МАГНИТНЫМИ ПОЛЯМИ И ВЕЩЕСТВОМ

<b>Глава 5. Первичное космическое излучение . . . . .</b>	<b>143</b>
§ 1. Основные определения . . . . .	143
§ 2. Основные свойства первичных космических лучей . . . . .	145
Вопросы и задачи . . . . .	152
<b>Глава 6. Взаимодействие первичного излучения с магнитным полем Земли . . . . .</b>	<b>152</b>
§ 1. Геомагнитные эффекты . . . . .	152
§ 2. Движение заряженной частицы в магнитном поле диполя . . . . .	154
§ 3. Практическое применение теории . . . . .	164
Вопросы и задачи . . . . .	172
<b>Глава 7. Движение частиц во внутренней разрешенной области (области захвата) . . . . .</b>	<b>172</b>
§ 1. Геометрия области захвата . . . . .	172
§ 2. Источники частиц в области захвата . . . . .	173
§ 3. Радиационные пояса Земли . . . . .	174
§ 4. Приборы для изучения радиационных поясов . . . . .	183
§ 5. Экспериментальное исследование радиационных поясов . . . . .	184
Вопросы и задачи . . . . .	192
<b>Глава 8. Стабильность и вариации космического излучения . . . . .</b>	<b>193</b>
§ 1. Постоянство средней интенсивности во времени . . . . .	193
§ 2. Вариации космических лучей . . . . .	200
§ 3. Вариации различного происхождения . . . . .	205
§ 4. Механизм солнечных вариаций . . . . .	209
Вопросы и задачи . . . . .	215
<b>Глава 9. Взаимодействие космических лучей с атмосферой Земли . . . . .</b>	<b>215</b>
§ 1. Атмосфера . . . . .	215
§ 2. Прохождение космического излучения через атмосферу . . . . .	216
§ 3. Ядерно-каскадный процесс в атмосфере . . . . .	220
§ 4. Пионы в атмосфере . . . . .	227
§ 5. Мюоны . . . . .	229
§ 6. Электронно-фотонная компонента . . . . .	236
§ 7. Нейтрино . . . . .	239
§ 8. Широкие атмосферные ливни . . . . .	241
§ 9. Определение энергии частиц, генерирующих ливень . . . . .	261
Вопросы и задачи . . . . .	263

## Часть 3

### ПРОИСХОЖДЕНИЕ КОСМИЧЕСКИХ ЛУЧЕЙ

<b>Глава 10. Происхождение космических лучей . . . . .</b>	<b>265</b>
§ 1. Введение . . . . .	265
§ 2. Возможные источники космических лучей . . . . .	267
§ 3. Механизм ускорения космических частиц . . . . .	269
Приложение . . . . .	276
Литература . . . . .	279