

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие ко второму изданию . . . . .	8
Предисловие к первому изданию . . . . .	9
<b>Глава I. Введение.</b> . . . . .	<b>11</b>
§ 1.1. Условия возникновения термоядерных реакций. Реакции в дейтерии и смеси дейтерия с тритием. Зависимость выхода ядерных реакций от температуры. Тормозное излучение высокотемпературной плазмы. . . . .	11
§ 1.2. Магнитная термоизоляция плазмы. КПД термоядерного генератора. Прямое преобразование термоядерной энергии в электрическую. Воспроизводство трития . . . . .	21
§ 1.3. Общая классификация методов термоизоляции и нагрева плазмы. . . . .	32
<b>Глава II. Движение частиц в плазме.</b> . . . . .	<b>36</b>
§ 2.1. Адиабатическая инвариантность величины $W_{\perp}/H$ . . . . .	36
§ 2.2. Дрейфовое движение в неоднородном магнитном поле. Общий характер движения заряженной частицы в неоднородных магнитных полях. Экспериментальная проверка адиабатической инвариантности. . . . .	42
§ 2.3. Движение в скрещенных полях и полях, изменяющихся с течением времени. Продольный адиабатический инвариант. Механизм ускорения частиц по Ферми. . . . .	49
§ 2.4. Кулоновское взаимодействие заряженных частиц в плазме. Дебаевский радиус. Средняя длина свободного пробега, определяемая кулоновскими соударениями. Эффективное сечение кулоновских соударений. Среднее время между двумя соударениями. . . . .	56
§ 2.5. Теплообмен между электронами и ионами в плазме. Время выравнивания разности температур. Торможение и рассеяние быстрых частиц в плазме. . . . .	61
§ 2.6. Процессы ионизации в плазме. Эффективные сечения ионизации атомов электронами и быстрыми ионами. Среднее	

время жизни нейтрального атома в плазме. Излучение атомов и ионов примесей . . . . .	69
§ 2.7. Процессы перезарядки и их роль в энергетическом балансе плазмы . . . . .	78
<b>Глава III. Явления переноса в плазме. . . . .</b>	<b>84</b>
§ 3.1. Электрический ток в плазме. Электропроводность полностью ионизованной плазмы. Диэлектрическая постоянная плазмы . . . . .	84
§ 3.2. Переход электронов в процесс непрерывного ускорения . . . . .	88
§ 3.3. Влияние магнитного поля на ток в плазме. Диэлектрическая постоянная плазмы в скрещенных полях. Восстановление проводимости. Анизотропия проводимости . . . . .	92
§ 3.4. Диффузия в поперечном магнитном поле. Коэффициент диффузии по классической теории. Аномальная диффузия. Формула Бома. Опыты Жаринова. . . . .	97
<b>Глава IV. Магнитогидродинамическая теория плазмы. . . . .</b>	<b>105</b>
§ 4.1. Основные магнитогидродинамические уравнения для плазмы. . . . .	105
§ 4.2. Равновесие плазмы в магнитном поле. Теория пинч-эффекта. Нагревание плазмы джоулевым теплом. Предельный ток Брагинского — Пиза . . . . .	111
§ 4.3. Равновесные тороидальные конфигурации. Стабилизация радиального расширения плазменного шнура с помощью проводящего кожуха. . . . .	117
§ 4.4. Диффузия магнитного поля в плазму . . . . .	125
§ 4.5. Теория пограничного слоя между плазмой и магнитным полем . . . . .	127
§ 4.6. «Вмораживание» силовых линий в плазму. Увлечение поля сжимающейся плазмой. . . . .	133
§ 4.7. Колебания и волны в плазме. Лэнгмюровские электронные колебания. Ионный звук. Волны Альфвена . . . . .	135
<b>Глава V. Импульсные процессы малой длительности. . . . .</b>	<b>143</b>
§ 5.1. Установки и методы измерений в исследованиях импульсных разрядов малой длительности. . . . .	143
§ 5.2. Основные характеристики кратковременных импульсных разрядов . . . . .	147
§ 5.3. Механизм импульсных разрядов малой длительности (быстрый линейный пинч-эффект). Теория Леонтовича и Осовца. Расчет характеристик процесса с помощью численного интегрирования на больших электронных вычислительных машинах . . . . .	155
§ 5.4. Возникновение нейтронов и жестких рентгеновских лучей в импульсных разрядах. Предполагаемый механизм этих	

явлений. Перспективы использования быстрого линейного пинч-эффекта для достижения сверхвысоких температур . . . . .	173
§ 5.5. Полный плазменный шнур . . . . .	188
§ 5.6. Сжатие плазмы быстро нарастающим внешним полем ( $\theta$ -пинч). Экспериментальные устройства для изучения этого процесса и результаты опытов . . . . .	191
§ 5.7. Механизм явлений, происходящих при образовании $\theta$ -пинча. Кумулятивное сжатие. Захват обратного поля. Возникновение нейтронов . . . . .	201
§ 5.8. Плазменный виток в быстро нарастающем магнитном поле. Теория и результаты экспериментов . . . . .	210
§ 5.9. Ивжекция плазмы путем ускорения плазменных сгустков электродинамическими силами . . . . .	214
<b>Глава VI. Нагревание и удержание плазмы в электрических разрядах с медленным нарастанием тока. . . . .</b>	<b>223</b>
§ 6.1. Методы стабилизации неустойчивости плазменного шнура с током. Классификация деформаций шнура. Критерий устойчивости Крускала—Шафранова. Критерий устойчивости Сайдэма . . . . .	223
§ 6.2. Конструкция экспериментальных установок, используемых в опытах с тороидальными разрядами . . . . .	236
§ 6.3. Методика измерения основных величин, характеризующих процесс . . . . .	243
§ 6.4. Результаты экспериментов с парамагнитными плазменными шнурами (стабилизация слабым внешним полем) на установках «Зета», «Скептр» и «Альфа» . . . . .	253
§ 6.5. Интерпретация данных, полученных в опытах с парамагнитными шнурами . . . . .	263
§ 6.6. Тороидальные системы «Токамак» с сильным продольным полем. Результаты измерений, проведенных с этими системами . . . . .	267
§ 6.7. Выводы из опытов с установками «Токамак». Дальнейшие перспективы исследований на установках этого типа. . . . .	289
§ 6.8. Нагревание плазмы в тороидальных камерах с помощью нарастающего во времени продольного магнитного поля. Стабилизация полого плазменного витка в устройстве «Левитрон» . . . . .	299
<b>Глава VII. Магнитные ловушки. Общие принципы . . . . .</b>	<b>304</b>
§ 7.1. Отличие магнитных ловушек от систем с пинч-эффектом. Ловушки для отдельных частиц . . . . .	304
§ 7.2. Задача компенсации или ограничения дрейфа. «Идеальная» ловушка. Магнитная конфигурация типа «восьмерки». Гофрированный тор . . . . .	307

§ 7.3. Движение заряженных частиц в магнитных полях с аксиальной симметрией . . . . .	312
§ 7.4. Вопрос об устойчивости плазмы. Устойчивая и неустойчивая форма границы при $\beta=1$ . Устойчивость плазмы низкой плотности. Желобковые деформации. Условия устойчивости разреженной плазмы по отношению к желобковым деформациям (конвективная устойчивость) . . . . .	319
§ 7.5. Скорость нарастания неустойчивых деформаций . . . . .	329
§ 7.6. Неустойчивость, обусловленная вращением плазмы. Токовоконвективная неустойчивость, неустойчивость по отношению к раскатке дрейфовых волн. Неустойчивость неоднородной плазмы без тока . . . . .	335
§ 7.7. «Пучковая» неустойчивость. Неустойчивость по отношению к диамагнитному «слипанию» . . . . .	345
§ 7.8. Бетатронное излучение плазмы в сильном магнитном поле. . . . .	359
<b>Глава VIII. Конкретные типы магнитных ловушек. . . . .</b>	<b>364</b>
§ 8.1. Стелларатор. Структура магнитного поля. Движение отдельных частиц . . . . .	364
§ 8.2. Равновесие и устойчивость плазмы в стеллараторе . . . . .	372
§ 8.3. Конструкция стелларатора. Омический нагрев плазмы. Нагрев плазмы по методу «магнитной накачки» . . . . .	377
§ 8.4. Нагревание ионов методом циклотронного резонанса . . . . .	382
§ 8.5. Экспериментальные результаты исследования плазмы в стеллараторах . . . . .	386
§ 8.6. Возможные механизмы аномальной диффузии в стеллараторе . . . . .	392
§ 8.7. Ловушки с магнитными пробками. Распределение частиц в ловушке. Потеря частиц за счет выхода через пробки в результате кулоновских столкновений. Время жизни частиц в ловушке . . . . .	395
§ 8.8. Различные методы заполнения пробочных ловушек плазмой. Инжекция молекулярных ионов. Инжекция ионов в переменное поле. Инжекция нейтральных частиц. . . . .	404
§ 8.9. Методы «внутренней инъекции». Инжекция холодной плазмы с последующим нагреванием ее в нарастающих полях . . . . .	410
§ 8.10. Пробочные ловушки с динамическими магнитными полями. Многократное сжатие плазмы. Некоторые экспериментальные результаты . . . . .	413
§ 8.11. Ионный магнетрон. Конструкция и результаты экспериментального исследования. Доказательство неустойчивости плазмы в ловушках с магнитными пробками . . . . .	418
§ 8.12. Иксион. Вращение плазмы в скрещенных полях . . . . .	427

§ 8.13. Огра. Метод накопления плазмы путем диссоциации молекулярных ионов. Результаты измерения времени жизни ионов . . . . .	431
§ 8.14. Установка «ДСХ» . . . . .	440
§ 8.15. Астрон. Принцип действия . . . . .	443
§ 8.16. Удержание плазмы с помощью высокочастотных электромагнитных полей. Движение частиц в быстропеременных полях . . . . .	445
§ 8.17. Равновесие плазмы в высокочастотном поле . . . . .	451
§ 8.18. Конкретные способы удержания плазмы высокочастотным полем. Плазма в поле бегущей волны. Ловушка с высокочастотными пробками. Стабилизация деформаций плазменного шнура высокочастотным полем (метод «динамической стабилизации») . . . . .	453
§ 8.19. Ловушка с встречными полями. Элементарная теория. . . . .	458
§ 8.20. Инжекция плазмы в ловушку с встречными полями. Результаты экспериментального исследования систем с встречными полями. Время жизни плазмы в ловушках такого типа . . . . .	465
§ 8.21. Магнитные ловушки с полями комбинированного типа. Результаты первых экспериментов . . . . .	477
Заключение . . . . .	482
Литература . . . . .	486
Предметный указатель . . . . .	494