

Л. А. Арцимович
Р. З. Сагдеев

ФИЗИКА ПЛАЗМЫ

для
ФИЗИКОВ



URSS

Л. А. Арцимович, Р. З. Сагдеев

ФИЗИКА ПЛАЗМЫ ДЛЯ ФИЗИКОВ

Издание стереотипное



URSS
МОСКВА

**Арцимович Лев Андреевич,
Сагдеев Рояльд Зиннурович**

Физика плазмы для физиков. Изд. стереотип. — М.: ЛЕНАНД, 2023. — 320 с.

В книге дано изложение физики плазмы как раздела современной физики в расчете на широкую физическую аудиторию, имеющую дело с плазменными явлениями вне собственно физики плазмы. В этой связи систематически прослеживаются плазменные аналогии в физике сплошной среды, физике твердого тела и полупроводников, геофизике, астрофизике и т. д.

Специалисты по физике плазмы могут почерпнуть из книги информацию о распространении идей и представлений о различных процессах, протекающих в плазме, на смежные области физики.

Данная книга представляет собой задуманное академиком Л. А. Арцимовичем систематическое развитие краткого курса лекций «Что каждый физик должен знать о плазме». Чтение книги предполагает подготовку на уровне университетского курса общей физики.

Книга предназначена для физиков и инженеров-физиков широкого профиля.

Artsimovich L. A., Sagdeev R. Z. Plasma Physics for Physicists

Acad. Lev Artsimovich, soon after he completed a shorter version «What should every physicist know about Plasma», invited Acad. Roald Sagdeev as coauthor. He decided to fill it with appropriate theoretical guideline and convert it into Basic course on Physics of Hot Plasmas, which could be used by much broader audience than fusion community only.

But unfortunately Acad. Lev Artsimovich left unfinished this book. Joint work was revised and finished by coauthor in 1978 in order to give up-to-date picture of principal ideas in the field of Hot Plasma Physics, originated mainly by fusion research. Later they diffused to space plasma, to astrophysics as well as to solid-state plasma.

To read this book it requires the knowledge of basic physics of university level.

Формат 60×90/16. Печ. л. 20. Доп. тираж. Зак. № АС-7530.

Отпечатано в ООО «ЛЕНАНД».

117312, Москва, проспект 60-летия Октября, 11А, стр. 11.

ISBN 978-5-9710-5018-6

© ЛЕНАНД, 2017, 2022

978-5-9519-3742-1

(мягкая обложка)

978-5-9519-3743-8

(твердый переплет)



Все права защищены. Никакая часть настоящей книги не может быть воспроизведена или передана в какой бы то ни было форме и какими бы то ни было средствами, будь то электронные или механические, включая фотокопирование и запись на магнитный носитель, а также размещение в Интернете, если на то нет письменного разрешения владельца.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие к первому изданию	3
1. ПЛАЗМА БЕЗ МАГНИТНОГО ПОЛЯ	6
§ 1.1. Общие сведения о плазме	6
§ 1.2. Плазменные колебания	10
§ 1.3. Классификация видов плазмы	15
§ 1.4. Столкновения частиц в плазме	20
§ 1.5. Явления переноса в плазме	27
§ 1.6. Плазма в высокочастотном поле	31
§ 1.7. Проникновение электромагнитной волны в плазму. Трансформация в плазменные колебания	36
§ 1.8. Излучение плазмы	43
§ 1.9. Кинетическое уравнение для плазмы	53
§ 1.10. Гидродинамическое описание плазмы	59
§ 1.11. Звук в плазме	64
§ 1.12. Кинетическая теория волн в плазме	69
§ 1.13. Кинетическая теория волн в плазме (ленгмюровские колебания)	78
§ 1.14. Пучковая неустойчивость	84
§ 1.15. Параметрическая неустойчивость	91
§ 1.16. Резонансное взаимодействие волн и частиц (квазилинейная теория)	99
§ 1.17. Резонансное взаимодействие волн и частиц (индуцированное рас- сеяние)	109
§ 1.18. Нелинейное взаимодействие волн в слабой турбулентности	114
§ 1.19. Модуляционная неустойчивость и коллапс ленгмюровских волн	119
§ 1.20. Стационарные нелинейные волны	125
2. ПЛАЗМА В МАГНИТНОМ ПОЛЕ	134
§ 2.1. Движение заряженных частиц в магнитном поле	134
§ 2.2. Примеры движения частиц в магнитном поле	142
§ 2.3. Адиабатические инварианты движения частиц в магнитном поле	148
§ 2.4. Кинетическая теория плазмы в магнитном поле	152
§ 2.5. Гидродинамика плазмы в магнитном поле	156

§ 2.6. Колебания и волны в плазме с магнитным полем	164
§ 2.7. Кинетическая теория волн в плазме	177
§ 2.8. Взаимодействие волн с частицами плазмы в магнитном поле и квазилинейная диффузия	187
§ 2.9. Равновесие плазмы в магнитном поле	198
§ 2.10. Примеры равновесия плазмы в магнитном поле. Токамак	202
§ 2.11. Устойчивость границы плазмы в магнитном поле	212
§ 2.12. Желобковая неустойчивость плазмы и энергетический принцип устойчивости в магнитной гидродинамике	218
§ 2.13. Стабилизация магнитогидродинамических неустойчивостей в термоядерных ловушках	223
§ 2.14. Магнитогидродинамическая неустойчивость равновесия при конечной электропроводности	231
§ 2.15. Неустойчивость тиринг-моды	236
§ 2.16. «Дрейфовая» неустойчивость плазмы	244
§ 2.17. Микронеустойчивость плазмы и аномальная диффузия	254
§ 2.18. Энергетический баланс плазмы в токамаке	258
§ 2.19. Аномальное сопротивление в плазме и образование двойных слоев	273
§ 2.20. Бесстолкновительные ударные волны	290
§ 2.21. Генерация и усиление магнитного поля	303
Список литературы	312
Алфавитно-предметный указатель	313