

Г. Приборы с управлением силой тока (электронные лампы)	240
6,13. Диод и его характеристика	241
6,14. Диод как вентиль или выпрямитель	243
6,15. Триод и его применение	247
6,16. Сетка как управляющий электрод	249
6,17. Введение дальнейших сеток	253
6,18. Электроннооптическое влияние структуры сетки	257
6,19. Электронные токи в цепи сеток	261
6,20. Сложные многосеточные лампы	263
6,21. Управление посредством магнитного поля (магнетрон)	265
6,22. Электронные лампы с отдельными пучками	268
Глава седьмая. Трубки для получения электронных лучей и рентгеновские трубки	271
А. Общий обзор трубок для получения электронных лучей и рентгеновских трубок	271
7,1. Родство между трубками для получения электронных и рентгеновских лучей	272
7,2. Ускоряющее поле как электронная линза	276
7,3. Особые средства фокусировки при длинном пути луча	279
Б. Трубки для весьма высоких напряжений	282
7,4. Проблема электрической прочности	282
7,5. Получение весьма высоких напряжений	288
7,6. Типы высоковольтных генераторов	292
В. Общие сведения о рентгеновских трубках	296
7,7. Положение фокуса	297
7,8. Предохранение от лучей и электрическая прочность	299
7,9. Трубки большой мощности	302
7,10. Некоторые особые конструкции трубок	309
Г. Смежные типы трубок	310
7,11. Светящиеся ячейки	311
Глава восьмая. Лучевые приборы	312
А. К теории электроннолучевой трубки без газовой фокусировки	313
8,1. Эволюция электроннолучевых трубок	313
8,2. Устройство электроннолучевой трубки	316
8,3. Ускоряющее поле и изображение катода	319
8,4. Роль анодной диафрагмы при изображении катода	321
8,5. Фокусировка пятна на экране	323
8,6. Предварительная фокусировка	325
8,7. Предварительная фокусировка при установке фокусного пятна на экран	328
Б. Осциллограф с холодным катодом	329
8,8. Устройство осциллографа	330
8,9. Формы исполнения и скорость работы осциллографа	334
8,10. Переход к низким напряжениям	337
В. Трубка с накаливаемым катодом и газовой фокусировкой	340
8,11. Газовая фокусировка	341
8,12. Электроннолучевая трубка как электронный микроскоп	342
8,13. Вопросы конструкции катода и проблема срока службы	346
8,14. Принципиальные вопросы чувствительности	349
8,15. Повышение чувствительности посредством добавочных полей	351
8,16. Развитие технических трубок с газовой фокусировкой	353
Г. Высоковакуумная трубка с накаливаемым катодом	357
8,17. Возникновение высоковакуумной трубки	358
8,18. Главная собирающая линза	360
8,19. Линза предварительной фокусировки и управления	363

8,20. Технические осциллографы	366
8,21. Трубки высокой эффективности	370
Д. Лучевые приборы для развертки изображений	374
8,22. Телевидение при помощи электронного луча	374
8,23. Приборы, синтезирующие изображение	376
8,24. Иконоскоп	381
8,25. Другие анализаторы изображения	383
8,26. Электронный растровый микроскоп	387
8,27. Другие лучевые трубки	390
Глава девятая. Электроннооптические приборы	392
А. Получение изображений с помощью электронов	394
9,1. Оптические и электроннооптические системы	394
9,2. Геометрическое соответствие изображения предмета	396
9,3. Различия между световым и электронным изображениями	399
9,4. Предел разрешающей силы электронного микроскопа	401
9,5. Другие ограничения разрешающей силы	405
Б. Электронный микроскоп с небольшим увеличением	410
9,6. Электростатический электронный микроскоп	410
9,7. Магнитный электронный микроскоп	413
9,8. Вспомогательные детали электронного микроскопа	415
9,9. Особые электроннооптические методы	418
9,10. Некоторые применения	419
В. Электронный сверхмикроскоп	421
9,11. Устройство многоступенчатого электронного микроскопа	422
9,12. Магнитный сверхмикроскоп	425
9,13. Электростатический сверхмикроскоп	429
9,14. Другие микроскопы большой разрешающей силы	431
9,15. Предел разрешающей силы	434
9,16. Некоторые применения	436
9,17. Особые приспособления	440
9,18. Дальнейшие успехи	443
Г. Электроннооптический преобразователь	447
9,19. Простейший электроннооптический преобразователь	448
9,20. Электроннооптические преобразователи с магнитной фокусировкой	450
9,21. Электроннооптические преобразователи с чисто электростатической фокусировкой	454
9,22. Чувствительность электроннооптических преобразователей и методы ее повышения	457
9,23. Применение электроннооптических преобразователей	461
Глава десятая. Ультравысокочастотные приборы	463
А. Изменение направления в высокочастотном поле	464
10,1. Отклоняющее действие конденсатора	464
10,2. Явления в скрещенных отклоняющих полях	467
10,3. Собирающая и рассеивающая линзы	469
10,4. Высокочастотное поле для измерения скоростей	472
10,5. Анализ масс и скоростей посредством высокочастотного поля	474
10,6. Отклоняющее поле как монохроматор	476
Б. Приборы для получения быстрых частиц (резонансные ускорители)	479
10,7. Линейный резонансный ускоритель	479
10,8. Циклический резонансный ускоритель	482
10,9. Циклотрон	484
10,10. Электронная оптика в циклотронах	486

В. Высокочастотные приборы для усиления тока (умножители)	489
10,11. Переход от резонансного ускорителя к множителю	489
10,12. Высокочастотный умножитель	491
10,13. Циклический высокочастотный умножитель	494
10,14. Динамический и статический умножители	495
Г. Возбуждение колебаний	496
10,15. Возникновение колебаний	497
10,16. Устройства для возбуждения колебаний и принципы их работы	499
10,17. Механизм возбуждения колебаний посредством продольного поля	501
10,18. Возбуждение колебаний посредством отклоняющего конденсатора	504
10,19. Переход к потенциальному жолобу	508
10,20. Колебания в продольном поле	510
10,21. Замена потенциального жолоба магнитным полем (магнетрон)	514
10,22. Магнетрон с разрезным анодом	519
10,23. Ультравысокочастотные приборы с управлением скоростью (клистроны)	523
Глава одиннадцатая. Спектральные приборы	526
А. Общие вопросы разложения лучей	527
11,1. Непосредственное (механическое) измерение параметров лучей	527
11,2. Косвенное определение параметров излучения	529
11,3. Универсальный спектрограф	530
11,4. Упрощение универсального спектрографа	531
Б. Общие вопросы фокусировки	533
11,5. Введение фокусировки по направлению	533
11,6. Спектрографы с многократной фокусировкой	535
В. Спектрографы для лучей с одним параметром	536
11,7. Постановка вопросов	537
11,8. Развитие магнитного спектрографа скоростей	538
11,9. Монохроматор с поперечным полем в качестве спектрографа скоростей	540
11,10. Другие монохроматоры	544
11,11. Спектрография масс анодных лучей	545
11,12. Диффракционный спектрограф	548
Г. Ранние типы спектрографов для лучей с двумя параметрами	554
11,13. Исторический обзор простых методов определения	554
11,14. Масс-спектрография электронов	556
11,15. Спектрография масс без фокусировки	559
11,16. Спектрография масс с фокусировкой по направлению	562
11,17. Спектрография масс с фокусировкой по скорости	564
Д. Спектрография масс с двойной фокусировкой	568
11,18. Двойная фокусировка в комбинированном длинном поле	568
11,19. Применение принципов двойной фокусировки по скорости и направлению в спектрографах	572
11,20. Спектрограф с двойной фокусировкой без фокусирующих линз	575
11,21. Другие улучшенные спектрографы	579
11,22. Применение прецизионного масс-спектрографа с двойной фокусировкой	579
Указатель литературы	581
Алфавитный указатель	583

ВВЕДЕНИЕ. ЭЛЕКТРОННЫЕ ЛУЧИ

Известные нам виды излучений можно разделить на три большие группы: 1) электромагнитное излучение, 2) лучи, состоящие из незаряженных частиц, и 3) лучи, состоящие из заряженных частиц.

К первой группе, характеризуемой только длиной волны, принадлежат радиоволны ($\lambda \sim 100 \text{ м}$), видимый свет ($\lambda \sim 10^{-5} \text{ см}$), рентгеновские лучи ($\lambda \sim 10^{-8} \text{ см}$) и γ -лучи ($\lambda \sim 10^{-11} \text{ см}$). Можно и это излучение рассматривать как поток незаряженных частиц — световых квантов. Световые кванты движутся в пространстве со скоростью света. Не обладая массой покоя, они переносят из места своего возникновения к месту своего исчезновения определенное количество энергии и пропорциональную ей массу.

Во вторую группу лучей входят пучки различных незаряженных частиц. Здесь мы можем различать три подгруппы: во-первых, лучи, состоящие из элементарных частиц, во-вторых, атомные лучи и, в-третьих, молекулярные лучи. В противоположность первой обе последние подгруппы содержат сравнительно сложные частицы. К элементарным незаряженным частицам относится нейтрон, который, согласно табл. 1, обла-

Таблица 1

Заряд	Масса					
	1 $\frac{1}{1800} \ll 1$	~ 1	2	3	4	5
3					$\oplus \oplus \oplus$	${}^6\text{Li}^{+++}$
2			Ядро водорода		${}^4\text{He}^{++}$	
1	\oplus	\oplus	$\oplus \oplus$	$\oplus \oplus \oplus$	α -частица	
	Позитрон	Протон ${}^1\text{H}^+$	Дейтерон ${}^2\text{H}^+$	${}^3\text{H}^+$		
0		\circ				
	\ominus	Нейтрон				
-1	\ominus					
	Электрон β -частица					
-2	Элементарные частицы			Сложные ядра		