

目 次

1. 放射光源からの光	3-1
1. 導入	3-1
2. 蓄積リングから光を取り出す	3-1
2.1. 偏向電磁石	3-1
2.2. ウィグラー	3-2
2.3. 多極ウィグラー	3-3
2.4. アンジュレータ	3-5
2.5. 真空封止型短周期アンジュレータ	3-5
3. 光の波長域とパラメータ	3-7
3.1. 光束密度と全光束	3-8
3.2. 実効的な光束密度	3-8
3.3. 位相空間	3-9
3.4. 輝度	3-10
3.5. 回折限界	3-10
3.6. コヒーレントな部分	3-10
3.7. パルス幅とパルス間隔	3-11
3.8. 縦方向コヒーレント長と時間コヒーレント	3-12
3.9. 可変偏光アンジュレータ	3-12
3.10. 光束密度の表式	3-13
2. 放射光源の概略	3-14
1. 入射器と蓄積リング	3-14
1.1. KEKつくばの電子陽電子加速器	3-14
1.2. 電子蓄積リングの構成	3-14
2. 入射器の構成	3-15
2.1. 入射器全体の構成	3-15
2.2. 電子銃	3-16
2.3. 粒子の発散角、ソレノイドによる集束	3-17
2.4. RF	3-17
2.5. バンチャー	3-18
2.6. LINACパルスの時間構成	3-18
2.7. RF源、立体回路	3-19
2.8. 空間電荷効果、断熱減衰	3-20
2.9. 加速管の数と加速勾配、ビームパワー	3-21
2.10. 振り分け偏向電磁石、BT	3-22
3. PFリングの構成	3-23
3.1. 全体の概略	3-23
3.2. ビームライン	3-23
3.3. チャンネル	3-24
3.4. 蓄積リングに必要な要素	3-24
3.5. 横方向と縦方向	3-25
3.6. リングのLDC電磁石	3-26
3.7. 集束力、中心軌道、軌道周りの微小振動	3-26
3.8. ヒルの方程式	3-27
3.9. 4極電磁石による集束力	3-28

3.10. 強集束と位相安定性	3-28
3.11. エネルギー収差	3-29
3.12. 振動数と共鳴振動	3-30
3.13. ダイナミックアパーチャ、物理アパーチャ	3-32
3.14. ビーム寿命	3-33
3.15. 色収差の補正	3-33
3.16. 入射	3-34
3.17. 放射減衰と放射励起	3-36
3.18. RF加速空洞	3-37
3.19. 位相安定性	3-40
3.20. 真空ダクト	3-43
3.21. ビーム診断系	3-47
3.22. フィードバックシステム	3-50
3.23. 制御系、安全系、タイミング系	3-51
3.24. 電気、水、圧空、空調	3-54
3.25. シンクロトロン放射積分	3-57
3.26. ビームサイズと色消シラティス	3-58
3.27. 放射光源の歴史と世代	3-59
3. ビーム力学の基礎	3-61
1. 運動方程式とその解	3-61
1.1. 運動方程式	3-61
1.2. 電磁石の磁場	3-62
1.2.1. 2次元の場合	3-62
1.2.2. 電磁石のギャップと磁場の強さ	3-63
1.3. フロケーの定理と解の性質	3-64
1.3.1. フロケーの定理	3-64
1.3.2. 方程式の解	3-65
1.3.3. 周期構造と波数空間	3-67
1.3.4. 位相空間の面積不変	3-68
1.4. 転送行列	3-69
1.4.1. ドリフトスペース	3-69
1.4.2. 偏向電磁石	3-70
1.4.3. 集束型4極電磁石	3-70
1.4.4. 発散型4極電磁石	3-71
1.4.5. 矩形偏向電磁石	3-71
1.5. トウイスパラメータの転送	3-72
1.5.1. トウイスパラメータの転送	3-72
1.5.2. クーラン・シュナイダー不変量	3-74
1.5.3. 規格化運動量と規格化座標	3-75
1.5.4. 位相空間内の楕円の転送	3-75
1.6. 色収差と6極による補正	3-76
1.7. 分散による軌道長のずれ	3-77
1.8. 誤差キックによる軌道のずれ	3-78
1.8.1. 数学的準備	3-78
1.8.2. CODの導出	3-79
2. 縦方向の粒子の運動	3-80
2.1. 周回時間と運動量偏差	3-80

2.2. 縦方向の振動	3-80
2.2.1. 微小振動としての解	3-81
2.2.2. 微小でない場合への解	3-81
3. エミッタンスとバンチ長	3-83
3.1. 放射減衰	3-83
3.2. 放射励起	3-84
4. 付録	3-86
1. ソレノイドとスキュー4極	3-86
1.1. ソレノイドの磁場	3-86
1.1.1. 線形成分の簡単な導出	3-86
1.1.2. 高次を含むソレノイドの磁場	3-86
1.1.3. 3次元磁場に対する粒子の運動方程式	3-88
1.1.4. ソレノイドに対する運動方程式	3-88
1.2. 転送行列の導出	3-88
1.2.1. skew 4極の転送行列	3-89
1.2.2. ソレノイドの転送行列	3-90
1.2.3. ソレノイドの途中の座標	3-91
1.2.4. ソレノイドの端の効果	3-91
2. 振幅依存チューンシフト	3-93
2.1. 調和振動子の運動方程式	3-93
2.2. 作用変数と角変数の導入	3-93
2.3. 調和振動子に対する摂動論	3-93
2.4. 2次と3次の項がある場合のハミルトニアン	3-95
2.5. 3次の場合の摂動による解	3-95
2.6. 2次の場合の摂動による解	3-95
2.7. 微分方程式を直に解く	3-96
2.8. 実際の加速器の場合のハミルトニアン	3-97
2.9. 実際の加速器の場合の摂動	3-98
2.10. 8極の振幅依存チューンシフト	3-99
3. 挿入光源の影響と転送行列	3-101
3.1. 水平偏光の場合	3-101
3.2. 一般化した場合	3-103
3.3. 一般化した場合の転送行列	3-104
3.4. 水平偏光の場合の非線形チューンシフト	3-105
3.5. トラッキングを行う場合の注意	3-105
あとがき	3-107
参考文献	3-107