



# 目 次

<b>1. マクスウェル方程式と電磁波</b>	1~24
<b>1-1</b> マクスウェル方程式 .....	1
<b>1-2</b> マクスウェル方程式の意味 .....	4
<b>1-3</b> 電荷と電流に関する連続方程式 .....	5
<b>1-4</b> 電磁場ポテンシャルとゲージ変換 .....	6
<b>1-5</b> 電磁場の波動方程式 .....	7
<b>1-6</b> クーロンゲージによる方程式 .....	9
<b>1-7</b> 電磁場のエネルギー保存 .....	11
<b>1-8</b> 電磁場の運動量 .....	13
<b>1-9</b> 平面電磁波 .....	15
<b>1-10</b> 平面波のエネルギーと運動量 .....	17
<b>1-11</b> 電磁波の偏光とスピン .....	18
演習問題 1. ....	22
<b>2. 電磁波の伝播</b>	25~46
<b>2-1</b> 周波数が一定の電磁波のマクスウェル方程式 .....	25
<b>2-2</b> 電磁場の境界条件 .....	27
<b>2-3</b> 平行導体板に挟まれた空間での電磁波解 .....	29
<b>2-4</b> 導波管内を伝播する電磁波の方程式 .....	33
<b>2-5</b> 長方形断面の導波管中の TE 波 .....	34
<b>2-6</b> ヘルムホルツ方程式の球面波解 .....	36
<b>2-7</b> 球面電磁波 .....	40
演習問題 2. ....	44
<b>3. 電磁波の放射</b>	47~69
<b>3-1</b> 遅延ポテンシャルの導入 .....	47
<b>3-2</b> 遅延ポテンシャルが波動方程式の解である証明 .....	50

<b>3-3</b>	ヘルムホルツ方程式のグリーン関数.....	53
<b>3-4</b>	電気双極子放射 .....	56
<b>3-5</b>	放射されるエネルギー .....	59
<b>3-6</b>	単色波放射における長波長近似 .....	60
<b>3-7</b>	磁気双極子放射 .....	65
	演習問題 3.....	68
<b>4. 特殊相対性理論</b>		70~92
<b>4-1</b>	相対論入門.....	70
<b>4-2</b>	ローレンツブースト変換.....	76
<b>4-3</b>	ローレンツ変換と因果律.....	80
<b>4-4</b>	速度の合成, 固有時, ローレンツ収縮 .....	82
<b>4-5</b>	4次元速度ベクトル, 運動量, 運動エネルギー .....	84
<b>4-6</b>	相対論的運動方程式 .....	88
	演習問題 4.....	90
<b>5. 電磁場のローレンツ変換</b>		93~108
<b>5-1</b>	4次元座標系の表記法 .....	93
<b>5-2</b>	ローレンツ変換と共変微分 .....	95
<b>5-3</b>	電磁場ポテンシャルの共変形式 .....	97
<b>5-4</b>	電磁場の共変形式.....	99
<b>5-5</b>	電磁場のローレンツ変換.....	102
<b>5-6</b>	等速度運動する電荷のつくる電磁場.....	104
	演習問題 5.....	107
<b>6. 電磁場中での荷電粒子の運動</b>		109~128
<b>6-1</b>	粒子の相対論的運動を表すラグランジアン.....	109
<b>6-2</b>	電磁場中の荷電粒子の相対論的運動.....	112
<b>6-3</b>	共変的運動方程式とゲージ不変性 .....	114
<b>6-4</b>	アハラノフ・ボーム効果.....	115
<b>6-5</b>	一定電磁場中での荷電粒子の運動 .....	118
<b>6-6</b>	一定磁場中での電荷の運動 .....	119

<b>6-7</b>	直交する磁場と電場中での電荷の運動 .....	121
<b>6-8</b>	一定電場中での電荷の運動 .....	123
<b>6-9</b>	平行な電場と磁場中での電荷の運動 .....	125
	演習問題 6. ....	127

## 7. 加速運動する電荷からの電磁波放射 129~148

<b>7-1</b>	リエナール・ヴィーヘルトポテンシャル .....	129
<b>7-2</b>	運動する電荷に伴う電磁場 .....	132
<b>7-3</b>	遅延ポテンシャルによる導出 .....	133
<b>7-4</b>	加速する電荷から放出される電磁波 .....	134
<b>7-5</b>	加速度が速度と平行な場合の放射 .....	136
<b>7-6</b>	加速度が速度と垂直な場合の放射 .....	138
<b>7-7</b>	チェレンコフ放射 .....	139
<b>7-8</b>	電荷による電磁波の散乱 .....	141
<b>7-9</b>	電磁波放射の反作用 .....	143
<b>7-10</b>	電荷をもつ調和振動子による電磁波の散乱 .....	146
	演習問題 7. ....	147

## 付 録 149~155

<b>A.</b>	ベクトル解析の公式 .....	149
<b>B.</b>	角運動量 .....	153

演習問題略解	157
--------	-----

索引	173
----	-----