

Sumário

1	Introdução à Astrofísica	1
	EXERCÍCIOS	4
2	Gravitação	5
2.1	Geocentrismo	6
2.2	Heliocentrismo	9
2.2.1	A Elipse	10
2.2.2	Leis de Kepler	11
2.3	Mecânica Newtoniana	15
2.3.1	Leis da Mecânica Newtoniana	16
2.4	Lei da Gravitação Universal	20
2.4.1	Evolução das Ideias	22
2.4.2	Teorema das Cascas	23
2.5	Órbitas	25
2.5.1	Movimento Orbital	25
2.5.2	Lua em Queda	27
2.5.3	Mudança de Órbita	29
2.5.4	Baricentro	31
2.6	Sistemas Múltiplos	34
2.7	Pontos de Lagrange	37
2.7.1	Variáveis Cataclísmicas	39
2.8	Velocidade de Escape	40
2.8.1	Buraco Negro	43
2.9	Causas das Marés	44
2.9.1	Atrito	48

2.9.2	Consequências do Atrito no Sistema Terra-Lua	49
2.9.3	O Limite de Roche	51
	EXERCÍCIOS	53
3	Luz	55
3.1	A Natureza da Luz	56
3.1.1	A Teoria Ondulatória da Luz	57
3.1.2	Teoria Corpuscular da Luz	59
3.1.3	Teoria Ondulatória <i>versus</i> Teoria Corpuscular da Luz	59
3.1.4	Dualidade Onda-Partícula	63
3.2	A Natureza das Ondas Eletromagnéticas	65
3.2.1	Comprimento de Onda e Frequência	68
3.2.2	Espectro Eletromagnético	69
3.2.3	Espectroscopia	74
3.3	Efeito Doppler	79
3.3.1	<i>Redshift</i> e <i>Blueshift</i>	83
3.3.2	Método Doppler	84
3.4	Corpo Negro	85
3.4.1	Cores e lei da distribuição de Planck	89
3.5	O Modelo Atômico de Bohr e a Luz	91
3.5.1	Efeito Fotoelétrico	91
3.5.2	O Modelo Atômico de Bohr	94
3.6	Opacidade da Atmosfera Terrestre	99
	EXERCÍCIOS	101
4	Óptica	105
4.1	Reflexão e Refração	106
4.1.1	Dispersão	108
4.2	Espalhamento	110
4.2.1	As Cores do Céu	112
4.3	Polarização	113
4.4	Espelhos	117
4.5	Lentes	121
4.6	Interferência e difração	124

4.6.1	Princípio de Huygens	126
4.6.2	<i>Spikes</i>	128
4.6.3	Fenda Simples	130
	EXERCÍCIOS	133
5	Instrumentos Astrofísicos	137
5.1	Telescópios Ópticos	137
5.1.1	Conceitos Básicos	138
5.1.2	Resolução Angular	140
5.1.3	Telescópios de Grande Abertura	149
5.1.4	Aumento	151
5.2	Tipos de Telescópios	154
5.2.1	Telescópios Refratores	155
5.2.2	Telescópios Refletores	157
5.2.3	Telescópios Catadióptricos	160
5.2.4	Montagem	161
5.2.5	Telescópios Não-Ópticos	166
5.2.6	Rádio Telescópio	168
5.2.7	Telescópio de Raio-X	169
5.2.8	Telescópio de Raios Gama	170
5.3	Observatórios Astronômicos	171
5.4	Poluição Luminosa	179
5.5	Telescópios Espaciais	180
5.5.1	Telescópio Espacial Hubble	181
5.5.2	Telescópio Espacial James Webb	184
5.6	Outras Fontes de Informação Astrofísica	187
5.7	Detectores	189
	EXERCÍCIOS	195
6	Sistema Solar	199
6.1	Estrutura do Sistema Solar	199
6.2	Classificação dos Planetas	205
6.2.1	Mercúrio	205
6.2.2	Vênus	208

6.2.3	Terra	212
6.2.4	Marte	214
6.2.5	Júpiter	218
6.2.6	Saturno	220
6.2.7	Urano	223
6.2.8	Netuno	226
6.3	Comparações - Composições Internas	228
6.4	Comparações - Inclinações	234
6.5	Comparações - Luas	235
6.6	Exploração Espacial	235
6.7	Planetas Anões	237
6.7.1	Plutão	245
6.7.2	Ceres	246
6.8	Satélites do Sistema Solar	248
6.8.1	A Lua	249
6.8.2	A Lua Europa	261
6.8.3	A Lua Titã e a Missão Cassini-Huygens	262
6.8.4	A Lua Mimas	265
6.9	Corpos Menores do Sistema Solar	266
6.9.1	Asteroides	266
6.9.2	Cometas	274
6.9.3	Meteoros, Meteoroides e Meteoritos	276
6.10	Anéis de Poeira	280
	EXERCÍCIOS	282
7	O Sol	285
7.1	Caraterísticas solares	285
7.2	A Vida do Sol	288
7.3	Equilíbrio Hidrostático	289
7.4	Transferência de Calor	291
7.5	Estrutura do Sol	293
7.5.1	Núcleo	295
7.5.2	Zona Radiativa	302

7.5.3	Zona Convectiva	303
7.5.4	Fotosfera	304
7.5.5	Cromosfera	307
7.5.6	Coroa	310
7.6	O Campo Magnético Solar	312
7.6.1	Plasma	313
7.6.2	<i>Loops</i> Magnéticos do Sol	317
7.6.3	Explosões Solares	319
7.6.4	Manchas Solares	321
7.6.5	Vento Solar	325
	EXERCÍCIOS	327
8	Exoplanetas	329
8.1	Os Descobridores	331
8.2	Velocidade Radial	332
8.3	Trânsito Planetário	338
8.4	Imageamento Direto	341
8.5	Micro lente gravitacional	344
8.6	Astrometria	346
8.7	Propriedades dos Exoplanetas	347
8.8	Zona de Habitabilidade	347
8.9	Exoplanetas Exóticos	356
8.10	Atmosferas	358
	EXERCÍCIOS	361
9	Formação de Sistemas Planetários	363
9.1	Colapso da Nebulosa - Dados Observacionais	364
9.1.1	Modelo de Formação	366
9.1.2	Formação dos Planetas	368
9.2	Exoplanetas em Formação	373
9.3	Formação das Luas	378
9.3.1	Formação da Nossa Lua	380
9.4	Formação dos Anéis	383
9.5	Júpiteres Quentes	385

9.6 Quando a Estrela Morre	386
EXERCÍCIOS	388
10 A Vida	391
10.1 O que é Vida?	392
10.2 Elementos Básicos da Vida	394
10.2.1 Síntese Proteica	396
10.2.2 Fotossíntese e Respiração	399
10.3 Abiogênese	402
10.3.1 Síntese de Aminoácidos	404
10.3.2 Chaminés	406
10.4 Protocélulas	409
10.5 Evolução	410
10.6 Formas de Vida na Terra	413
10.7 Condições Extremas	416
EXERCÍCIOS	424
11 A Vida na Terra	425
11.1 Surgimento da Vida na Terra	425
11.1.1 Terra Primitiva	429
11.1.2 Evidências do Surgimento da Vida	431
11.1.3 Linha do Tempo	432
11.1.4 Evolução da Vida na Terra	435
11.2 Explosão do Cambriano	438
11.3 Atmosfera e Vida	441
11.3.1 Evolução da Atmosfera	441
11.3.2 Ciclo do Carbono	444
11.3.3 Idades do Gelo	447
11.3.4 Ciclo de Milankovitch	450
11.4 Extinções em Massa	451
11.4.1 A Hipótese do Asteroide	456
11.4.2 Impactos	460
11.4.3 Falta de Oxigênio nos Oceanos	464
11.4.4 A Hipótese do Vulcanismo	465

EXERCÍCIOS	466
12 Detecção da Vida	469
12.1 Onde?	470
12.2 Quando?	473
12.3 Como?	474
12.4 Bioassinaturas	477
12.4.1 Elementos Químicos	482
12.4.2 Moléculas Simples	484
12.4.3 Moléculas orgânicas complexas	486
12.4.4 Isótopos	487
12.5 Sondas	488
12.5.1 Asteroides	490
12.6 Luz	491
12.6.1 Espectro de Planetas	494
EXERCÍCIOS	496
13 Busca por Vida Inteligente	497
13.1 Chances de Existir Vida Extraterrestre Inteligente	498
13.1.1 A Equação de Drake	502
13.1.2 Paradoxo de Fermi	506
13.2 Sinais de Vida Inteligente	510
13.2.1 Atmosferas Planetárias	511
13.2.2 Engenharia Planetária e Estelar	511
13.2.3 O Curioso Caso da Estrela de Tabby	512
13.2.4 Escalas Tecnológicas	515
13.3 Receber e Enviar Notícias	517
13.4 E se Houver Contato?	519
13.4.1 Consequências Benéficas	519
13.4.2 Consequências Neutras	520
13.4.3 Consequências Más	521
EXERCÍCIOS	522
Referências Bibliográficas	525

A Solucionário	587
Índice Remissivo	611