

ÍNDICE

PREFÁCIO	vii
AGRADECIMENTOS	ix
NOTA PRÉVIA	1
1 FUNDAMENTOS	5
1.1 Prólogo: vetores	8
1.2 Forças e campos	17
1.3 A abordagem dos problemas em Física	26
2 O ESPAÇO, O TEMPO E A RELATIVIDADE DE GALILEU	39
2.1 Referenciais inerciais	43
2.2 O Princípio da Relatividade de Galileu	46
2.3 Rotações	50
2.4 <i>A estrutura do espaço-tempo de Galileu</i>	53
2.5 O movimento circular no plano	70
2.6 <i>Descrição intrínseca do movimento</i>	79
3 PRINCÍPIOS DE CONSERVAÇÃO	99
3.1 O momento linear	102
3.2 A energia	114
3.3 O momento angular	120
3.4 Exemplos de aplicação	126
3.5 Considerações sobre o equilíbrio	141

4	EQUILÍBRIO DE FORÇAS	161
4.1	Descrição global de um sistema	163
4.2	Condições gerais para o equilíbrio de forças	181
4.3	Redução de sistemas de forças	186
4.4	Forças de atrito	189
4.5	O Princípio do Trabalho Virtual	196
4.6	Exemplos de aplicação	204
5	PROCESSOS FÍSICOS ELEMENTARES	243
5.1	Graus de liberdade de um sistema	245
5.2	A solução das equações do movimento	250
5.3	O oscilador harmónico	253
5.4	Acoplamento e desintegração de partículas	262
5.5	Choques de partículas	268
5.6	<i>A noção de secção eficaz</i>	279
5.7	As leis de Kepler e a matéria escura	293
5.8	<i>O cálculo microscópico da pressão num gás</i>	301
6	MOVIMENTOS OSCILATÓRIOS	323
6.1	Prólogo: o oscilador amortecido	325
6.2	O oscilador forçado	329
6.3	Osciladores acoplados	335
6.4	Múltiplos osciladores acoplados	343
6.5	<i>A análise de Fourier</i>	349
6.6	Teoria das perturbações	356
7	ONDAS	385
7.1	A equação das ondas	391
7.2	Solução da equação das ondas	394
7.3	Condições iniciais e condições de fronteira	399
7.4	Ondas longitudinais e transversais	403
7.5	<i>Momento linear de uma onda</i>	423
7.6	Polarização	425
7.7	<i>Ondas em membranas</i>	431
7.8	Exemplos de aplicação	436
8	FENÓMENOS ONDULATÓRIOS	457
8.1	Refração e reflexão	459
8.2	Sobreposição de ondas	465

8.3	Interferência e difração	473
8.4	Exemplos de aplicação	485
9	O ESPAÇO-TEMPO E A RELATIVIDADE DE EINSTEIN	517
9.1	Problemas com a luz	519
9.2	Primeiras experiências para detetar o éter	521
9.3	A experiência de Michelson e Morley	522
9.4	A Relatividade de Einstein	525
9.5	A dilatação do tempo	527
9.6	A contração do espaço	531
9.7	A geometria do espaço-tempo	533
9.8	As transformações de Lorentz	542
9.9	A estrutura do espaço-tempo relativista	553
9.10	Exemplos de aplicação	560
10	DINÂMICA RELATIVISTA	593
10.1	O quadrivetor energia-momento	595
10.2	O momento angular relativista	603
10.3	Criação e decaimento de partículas	606
10.4	Choques de partículas	610
10.5	Exemplos de aplicação	617
11	MÉTODOS VARIACIONAIS	633
11.1	O Princípio de Hamilton	636
11.2	Constrangimentos	642
11.3	As equações de Euler-Lagrange	650
11.4	O Lagrangiano em referenciais acelerados	656
11.5	Método dos multiplicadores de Lagrange	659
11.6	Simetrias no método variacional	665
11.7	Transformações canónicas	672
11.8	O teorema de Liouville	684
11.9	<i>Teoria de Hamilton-Jacobi</i>	688
11.10	Exemplos de aplicação	693
12	OBSERVAÇÕES E MEDIDAS	749
12.1	Grandezas físicas e operações de medida	752
12.2	Unidades de base e escalas de medição	755
12.3	Quantidades derivadas	757
12.4	Sistemas de unidades	763
12.5	Teorema II de Buckingham	771
12.6	Exemplos de aplicação	774

A	ÁLGEBRA LINEAR	795
B	ANÁLISE INFINITESIMAL	813
B.1	Análise infinitesimal em $\mathbb{R}$	817
B.2	Análise infinitesimal em $\mathbb{R}^n$	831
C	MÉTODOS COMPUTACIONAIS SIMBÓLICOS	853
C.1	Operações matriciais	855
C.2	Cálculo de Integrais	859
C.3	Representação gráfica	860
	BIBLIOGRAFIA	867
	ÍNDICE REMISSIVO	872