

Física Básica

Um resumo de Física Baseada baseado no programa do EUF.

Ugo de Lima Pozo

2 de Abril de 2018

Sumário

Resumo	v
I. Mecânica Clássica	1
1 Leis de Newton	1
2 Movimento unidimensional	1
3 Oscilações lineares	1
4 Movimento em duas e três dimensões	1
5 Gravitação newtoniana	1
6 Cálculo variacional	1
7 Equações de Lagrange e de Hamilton	2
8 Forças centrais	2
9 Sistemas de partículas	2
10 Referenciais não inerciais	2
11 Dinâmica de corpos rígidos	2
12 Oscilações acopladas	2
II. Eletromagnetismo	3
1 Campos eletrostáticos no vácuo e nos materiais dielétricos	3
2 Resolução das equações de Poisson e Laplace	3
3 Campos magnéticos, correntes estacionárias e materiais não magnéticos	3
4 Força eletromotriz induzida e energia magnética	3
5 Materiais magnéticos	3
6 Equações de Maxwell	3
7 Propagação de ondas eletromagnéticas	3
8 Reflexão e Refração	3
9 Radiação	3
10 Eletromagnetismo e Relatividade	3
III. Física Moderna	5
1 Fundamentos da relatividade restrita	5
2 Mecânica relativística das partículas	5
3 Propagação da luz e a relatividade newtoniana	5
4 Experimento de Michelson e Morley	5
5 Postulados da teoria da relatividade restrita	5
6 As transformações de Lorentz	5
7 Causalidade e simultaneidade	5
8 Energia e momento relativísticos	5
9 Radiação térmica, o problema do corpo negro e o postulado de Planck	5
10 Fótons e as propriedades corpusculares da radiação	5
11 O modelo de Rutherford e o problema da estabilidade dos átomos	5
12 O modelo de Bohr	5
13 Distribuição de Boltzmann da energia	5
14 Átomos, Moléculas e Sólidos	5
IV. Mecânica Quântica	7
1 Introdução às ideias fundamentais da teoria quântica	7
2 O aparato matemático da mecânica quântica de Schrödinger	7
3 Formalização da Mecânica Quântica. Postulados. Descrição de Heisenberg	7
4 O oscilador harmônico unidimensional	7
5 Potenciais Unidimensionais	7
6 A equação de Schrödinger em três dimensões. Momento angular	7
7 Forças centrais e o átomo de Hidrogênio	7
8 Spinors na teoria quântica não-relativística	7
9 Adição de momentos angulares	7
10 Teoria de perturbação independente do tempo	7
11 Partículas idênticas	7

V. Termodinâmica e Física Estatística	9
1 Sistemas termodinâmicos	9
2 Variáveis e equações de estado, diagramas PVT	9
3 Trabalho e primeira lei da termodinâmica	9
4 Equivalente mecânico do calor	9
5 Energia interna, entalpia, ciclo de Carnot	9
6 Mudanças de fase	9
7 Segunda lei da termodinâmica e entropia	9
8 Funções termodinâmicas	9
9 Aplicações práticas de termodinâmica	9
10 Teoria cinética dos gases	9
11 Descrição Estatística de um Sistema Físico	9
12 Ensemble Microcanônico	9
13 Ensemble Canônico	9
14 Gás Clássico no Formalismo Canônico	9
15 Ensemble Grande Canônico	9
16 Gás Ideal Quântico	9
17 Gás Ideal de Fermi	9
18 Condensação de Bose-Einstein	9
Referências	11

Resumo

Esta apostila tem como objetivo servir como guia de estudos para o EUF. Ela não tem como objetivo ensinar o conteúdo de que trata, e sim servir como revisão e referência para consulta durante estudos para o EUF.

I. Mecânica Clássica

1. Leis de Newton
2. Movimento unidimensional
3. Oscilações lineares
4. Movimento em duas e três dimensões
5. Gravitação newtoniana
6. Cálculo variacional

Seja $\mathcal{F}(q_1(t), \dots, q_n(t), \dot{q}_1(t), \dots, \dot{q}_n(t)) := \int_{t_0}^{t_1} dt f(t, q_1(t), \dots, q_n(t), \dot{q}_1(t), \dots, \dot{q}_n(t))$ um funcional que possua mínimos locais nas funções $\mathcal{Q} := \{\chi_1(t), \dots, \chi_n(t)\}$. Então, $\forall i \in \{1, \dots, n\}$, \mathcal{Q} é a solução do sistema de equações diferenciais:

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial f}{\partial \dot{q}_i} \right) = \frac{\partial f}{\partial q_i} \quad (1)$$

Exemplo 6.1 (Princípio de Fermat). O princípio de Fermat diz que a luz andando num meio percorre o caminho que minimiza o **tempo** de percurso. Isto é, dado um meio bidimensional cujo índice de refração depende da posição ($n = n(x, y)$), temos:

$$\begin{aligned} T &= \int_{t_0}^{t_1} dt = \\ &= \frac{1}{c} \int_{t_0}^{t_1} dt \frac{c}{v} \frac{ds}{dt} = \\ &= \frac{1}{c} \int_A^B ds n(x, y) = \\ &= \frac{1}{c} \int_A^B \sqrt{dx^2 + dy^2} n(x, y) = \\ &= \frac{1}{c} \int_{x_0}^{x_1} dx \sqrt{1 + \dot{y}^2} n(x, y) \end{aligned} \quad (2)$$

Onde $\dot{y} := \frac{dy}{dx}$. Desse modo, se definirmos o funcional $\mathcal{T}(y, \dot{y}) := \int_{x_0}^{x_1} dx \sqrt{1 + \dot{y}^2} n(x, y)$, sabemos que o caminho $y(x)$ é solução da Equação 1 para $f(x, y, \dot{y}) = \sqrt{1 + \dot{y}^2} n(x, y)$.

Exemplo 6.2 (Catenária). A catenária é a curva que minimiza a energia potencial gravitacional de uma corda inelástica presa pelas suas duas extremidades, e cujo corpo é livre e não encosta no chão.

A energia potencial gravitacional de uma partícula puntiforme é dada por $E_g = mgy$, e, considerando uma corda com densidade linear de massa ρ , podemos fazer:

$$\begin{aligned} E_g &= \int_M dm gy = \\ &= \int_A^B ds \rho gy = \\ &= \rho g \int_A^B \sqrt{dx^2 + dy^2} y = \\ &= \rho g \int_{x_0}^{x_1} dx y \sqrt{1 + \dot{y}^2} \end{aligned} \quad (3)$$

Novamente, $\dot{y} := \frac{dy}{dx}$. Também de forma análoga ao Exemplo 6.1, definindo o funcional $\mathcal{E}(y, \dot{y}) := \int_{x_0}^{x_1} dx \, y \sqrt{1 + \dot{y}^2}$, teremos que a curva $y(x)$ será a catenária, e será solução da Equação 1 para $f(y, \dot{y}) = y \sqrt{1 + \dot{y}^2}$.

Entre outros exemplos úteis, temos:

Nome	Definição	Equação
Braquistócrona	Superfície que minimiza o tempo que uma partícula demora para deslizar sob influência de um campo gravitacional	$f(y, \dot{y}) = y^{\frac{1}{2}} \sqrt{1 + \dot{y}^2}$
Geodésica hiperbólica	Menor caminho entre dois pontos em um semi-plano hiperbólico	$f(y, \dot{y}) = y^{-1} \sqrt{1 + \dot{y}^2}$

Tabela 1: Resultados comuns de cálculos variacionais

Essas equações podem ser derivadas de maneira extremamente similar à do Exemplo 6.1 e do Exemplo 6.2.

De maneira geral, se um funcional tem um lagrangiano (i.e. $\mathcal{F} = \int dt \, L$) independente do tempo (no caso, a variável de integração), pode-se usar a Identidade de Beltrami para encontrar grandezas constantes que auxiliam a resolução das equações de Euler-Lagrange:

Equação 4 - Identidade de Beltrami.

$$\frac{d}{dt} \left(L - \dot{q}_i \frac{\partial L}{\partial \dot{q}_i} \right) = 0$$

7. Equações de Lagrange e de Hamilton

8. Forças centrais

9. Sistemas de partículas

10. Referenciais não inerciais

11. Dinâmica de corpos rígidos

12. Oscilações acopladas

II. Eletromagnetismo

- 1. Campos eletrostáticos no vácuo e nos materiais dielétricos**
- 2. Resolução das equações de Poisson e Laplace**
- 3. Campos magnéticos, correntes estacionárias e materiais não magnéticos**
- 4. Força eletromotriz induzida e energia magnética**
- 5. Materiais magnéticos**
- 6. Equações de Maxwell**
- 7. Propagação de ondas eletromagnéticas**
- 8. Reflexão e Refração**
- 9. Radiação**
- 10. Eletromagnetismo e Relatividade**

III. Física Moderna

1. Fundamentos da relatividade restrita
2. Mecânica relativística das partículas
3. Propagação da luz e a relatividade newtoniana
4. Experimento de Michelson e Morley
5. Postulados da teoria da relatividade restrita
6. As transformações de Lorentz
7. Causalidade e simultaneidade
8. Energia e momento relativísticos
9. Radiação térmica, o problema do corpo negro e o postulado de Planck
10. Fótons e as propriedades corpusculares da radiação
11. O modelo de Rutherford e o problema da estabilidade dos átomos
12. O modelo de Bohr
13. Distribuição de Boltzmann da energia
14. Átomos, Moléculas e Sólidos

IV. Mecânica Quântica

1. Introdução às ideias fundamentais da teoria quântica
2. O aparato matemático da mecânica quântica de Schrödinger
3. Formalização da Mecânica Quântica. Postulados. Descrição de Heisenberg
4. O oscilador harmônico unidimensional
5. Potenciais Unidimensionais
6. A equação de Schrödinger em três dimensões. Momento angular
7. Forças centrais e o átomo de Hidrogênio
8. Spinors na teoria quântica não-relativística
9. Adição de momentos angulares
10. Teoria de perturbação independente do tempo
11. Partículas idênticas

V. Termodinâmica e Física Estatística

- 1. Sistemas termodinâmicos**
- 2. Variáveis e equações de estado, diagramas PVT**
- 3. Trabalho e primeira lei da termodinâmica**
- 4. Equivalente mecânico do calor**
- 5. Energia interna, entalpia, ciclo de Carnot**
- 6. Mudanças de fase**
- 7. Segunda lei da termodinâmica e entropia**
- 8. Funções termodinâmicas**
- 9. Aplicações práticas de termodinâmica**
- 10. Teoria cinética dos gases**
- 11. Descrição Estatística de um Sistema Físico**
- 12. Ensemble Microcanônico**
- 13. Ensemble Canônico**
- 14. Gás Clássico no Formalismo Canônico**
- 15. Ensemble Grande Canônico**
- 16. Gás Ideal Quântico**
- 17. Gás Ideal de Fermi**
- 18. Condensação de Bose-Einstein**

Referências

INSTITUTO DE FÍSICA - USP, INSTITUTO DE FÍSICA DE SÃO CARLOS - USP, INSTITUTO DE FÍSICA "GLEB WATAGHIN" - UNICAMP, INSTITUTO DE FÍSICA TEÓRICA - UNESP, UFABC, UFSCAR, UFRGS, UFMG, UFPE, UFRN. **Edital:** Exame Unificado de Pós-Graduações em Física - EUF 2018-2. São Paulo: [s.n.], 2018. Disponível em: <http://143.54.179.227/Eventos/Temp/edital_euf_2018-25058724.pdf>. Acesso em: 2 abr. 2018.