

Mecânica Geral
NANHT3037-13
(2021)

Prof. Lúcio Campos Costa

Turma: NANHT3037-13SA, quartas das 19h-23h.

Atendimento: terças, das 17h-18h e quartas das 18h-19h.

Atividades Síncronas: Google Meet.

Plataformas de interação e comunicação: SIGAA, e-mail e WhatsApp.

EMENTA: Introdução à História da Mecânica, Princípios da mecânica, forças centrais, gravitação, movimento em referenciais não inerciais, coordenadas generalizadas e vínculos, equações de Euler-Lagrange e de Hamilton.

METODOLOGIA: O curso terá uma dinâmica baseada em atividades síncronas e assíncronas envolvendo textos (sobretudo o livro de J. Taylor, Classical Mechanics), vídeo-aulas expositivas (sobretudo as do Prof. Jorge de Sá Martins - UFF), discussões e pesquisas. Conforme o andamento do curso algumas atividades poderão ser revistas.

AVALIAÇÃO: A avaliação será baseada na participação dos estudantes nas discussões e na entrega semanal de trabalhos relativos às atividades planejadas.

Referências Bibliográfica

Textos e artigos de caráter historiográfico fornecidos pelo professor.

I. B. Cohen - O Nascimento de uma nova Física, Gradiva, Lisboa, 1988.

John R. Taylor - Classical Mechanics, University Science Books, 2005.

Prof. Jorge Sá Martins - Vídeo-aulas na UFF - Mecânica Clássica (Canal do YouTube).

K. R. Symon - Mecânica, Editora Campus, 6a. Edição, 1982.

H. Goldstein, Classical Mechanics, Addison-Wesley, 1980.

N. Lemos - Mecânica Analítica, Editora Livraria da Física, 2007.

S. T. Thornton & J. B. Marion, Dinâmica Clássica de Partículas e Sistemas, Cenage, 5a. Edição, 2011.

R. Feynman, R. Leighton and M. Sands, Lições de Física, Vol. 1, Bookman, 2008.

M. Nussenzveig, Curso de Física Vol.1, Edgard Blucher, 3a. Edição, 1996.

Cronograma previsto para o curso

Tópicos de Mecânica Newtoniana

SEMANA 1 - Apresentação geral da disciplina e Física em Referenciais não inerciais

03/02 - 19h-21h - Atividade Síncrona - Apresentação geral da disciplina.

03/02 - 21h-23h - Atividades Assíncronas:

- 1) Assista as vídeo-aulas (do Prof. Jorge Sá Martins da UFF) cujos links estão abaixo. Elabore notas pessoais sobre as aulas explicando os conceitos trabalhados e todas as demonstrações e passagens matemáticas. Tais notas pessoais devem ser enviadas ao e-mail indicado pelo professor até a terça feira da semana seguinte, dia 09/02.

Aula 28.1 - Forças inerciais: a 2a lei em referenciais não inerciais

<https://www.youtube.com/watch?v=fjvVAXORM8g&t=461s>

Aula 28.2 - Aplicação: pêndulo no interior de um vagão acelerado

<https://www.youtube.com/watch?v=cgsUdopwcl>

Aula 29.2 e 29.3 – Massa Inercial x Massa Gravitacional & Princípio da Equivalência

<https://www.youtube.com/watch?v=on2W-00wI2w>

<https://www.youtube.com/watch?v=JiDvTcZfckE>

SEMANA 2 - Oscilações Harmônicas Simples

10/02 - 19h-21h - Atividade Síncrona - Complementação e discussão dos tópicos tratados nas vídeo-aulas da semana anterior.

10/02 - 21h-23h - Atividades Assíncronas:

- 1) Assista as vídeo-aulas (do Prof. Jorge Sá Martins da UFF) cujos links estão abaixo. Elabore notas pessoais sobre as aulas explicando os conceitos trabalhados e todas as demonstrações e passagens matemáticas. Tais notas pessoais devem ser enviadas ao e-mail indicado pelo professor até a terça feira da semana seguinte, dia 23/02.

Aula 16.1 - Lei de Hooke e a equação de movimento do oscilador harmônico

<https://www.youtube.com/watch?v=dYkVF3VRcQs>

Aula 16.2 - Movimento harmônico simples nas vizinhanças do equilíbrio estável

<https://www.youtube.com/watch?v=piqjuepGV50>

Aula 16.3 - Exemplo: cubo apoiado sobre superfície lateral de cilindro de base circular

<https://www.youtube.com/watch?v=kp4Le3K5LLI>

Aula 16.4 - Solução da equação de movimento: combinação linear de exponenciais complexas

<https://www.youtube.com/watch?v=UzXyDxf5p2w>

Aula 16.5 - Solução da equação de movimento: combinação linear de funções senoidais

<https://www.youtube.com/watch?v=VNuBqXCWbi4>

Para quem tiver interesse, ver as seguintes aulas EXTRAS:

Aula 16.6 - Solução da equação de movimento: representação gráfica no plano complexo

<https://www.youtube.com/watch?v=EvzuQsquTvE>

Aula 17.1 - Oscilador bidimensional isotrópico

<https://www.youtube.com/watch?v=qLqPh0t8x2o>

Aula 17.2 - Oscilador bidimensional anisotrópico e figuras de Lissajous

https://www.youtube.com/watch?v=MzAJ_klzdVE

SEMANA 3 – Feriado de Carnaval - reposição em 29/4

SEMANA 4 - Oscilações Amortecidas e Forçadas I

24/02 - 19h-21h - Atividade Síncrona - Complementação e discussão do tema das vídeo-aulas da semana anterior.

24/02 - 21h-23h - Atividade Assíncrona:

- 1) Assista as vídeo-aulas (do Prof. Jorge Sá Martins da UFF) cujos links estão abaixo. Elabore notas pessoais sobre as aulas explicando os conceitos trabalhados e todas as demonstrações e passagens matemáticas. Tais notas pessoais devem ser enviadas ao e-mail indicado pelo professor até a terça feira da semana seguinte, dia 02/03.

Aula 18.1 - Análogos elétricos: circuitos LC e RLC

<https://www.youtube.com/watch?v=BCEh5cuiWdY&t=15s>

Aula 18.2 - Equação de movimento do oscilador amortecido e forçado; comentários sobre sua solução

<https://www.youtube.com/watch?v=cJxIWdX2jZA>

Aula 18.3 - Solução particular da equação não homogênea

<https://www.youtube.com/watch?v=1wSbhtU-Utg>

Aula 18.4 - Características da equação horária do oscilador amortecido e forçado
<https://www.youtube.com/watch?v=5qoNb79rhc8>

SEMANA 5 - Oscilações Amortecidas e Forçadas II

03/03 - 19h-21h - Atividade Síncrona - Complementação e discussão do tema das vídeo-aulas da semana anterior.

03/03 - 21h-23h - Atividade Assíncrona:

- 1) Assista as vídeo-aulas (do Prof. Jorge Sá Martins da UFF) cujos links estão abaixo. Elabore notas pessoais sobre as aulas explicando os conceitos trabalhados e todas as demonstrações e passagens matemáticas. Tais notas pessoais devem ser enviadas ao e-mail indicado pelo professor até a terça feira da semana seguinte, dia 09/3.

Aula 17.3 - Equação de movimento, solução geral e solução para amortecimento fraco
https://www.youtube.com/watch?v=FmoGTZNfU_s

Aula 17.4 - Solução para amortecimento forte: oscilador super-amortecido
<https://www.youtube.com/watch?v=JcnbJciAvA8&t=9s>

Aula 17.5 - Solução para amortecimento crítico e discussão comparativa entre os três regimes
https://www.youtube.com/watch?v=bBD-j0sB_yM

Mecânica Analítica

SEMANA 6 – A Equação de Euler-Lagrange

10/03 - 19h-21h - Atividade Síncrona - Complementação e discussão do tema das vídeo-aulas da semana anterior.

10/03 - 21h-23h - Atividade Assíncrona:

- 1) Assista as vídeo-aulas (do Prof. Jorge Sá Martins da UFF) cujos links estão abaixo. Elabore notas pessoais sobre as aulas explicando os conceitos trabalhados e todas as demonstrações e passagens matemáticas. Tais notas pessoais devem ser enviadas ao e-mail indicado pelo professor até a terça feira da semana seguinte, dia 16/03

Aula 19.1 - Como determinar o trajeto de menor comprimento entre dois pontos
<https://www.youtube.com/watch?v=GZ1rgq1NluQ>

Aula 19.2 - Princípio de Fermat e ótica geométrica

<https://www.youtube.com/watch?v=RwqVct8Xj-4&t=435s>

Aula 19.3 - Especificação do problema a ser resolvido pelo cálculo variacional

<https://www.youtube.com/watch?v=wwPHa1NYEVE>

Aula 19.4 - Equação de Euler-Lagrange

<https://www.youtube.com/watch?v=gJ2KLWzYu8Q&t=663s>

Aula 19.5 - Determinação do menor caminho entre 2 pontos pela equação de Euler-Lagrange

<https://www.youtube.com/watch?v=4MHQW4TzgW8>

SEMANA 7 - A Função Lagrangeana

17/03 - 19h-21h - Atividade Síncrona - Complementação e discussão do tema das vídeo-aulas da semana anterior.

17/03 - 21h-23h - Atividade Assíncrona:

- 1) Assista as vídeo-aulas (do Prof. Jorge Sá Martins da UFF) cujos links estão abaixo. Elabore notas pessoais sobre as aulas explicando os conceitos trabalhados e todas as demonstrações e passagens matemáticas. Tais notas pessoais devem ser enviadas ao e-mail indicado pelo professor até a terça feira da semana seguinte, dia 23/3.

Aula 20.1 - A noção matemática de funcional

<https://www.youtube.com/watch?v=QdHyI5gH18w>

Aula 20.2 - Equações de Euler-Lagrange para um funcional bi-dimensional

<https://www.youtube.com/watch?v=6NW398k3MrE>

Aula 20.3 - A função lagrangiana

<https://www.youtube.com/watch?v=oHFPVwORx-w>

SEMANA 8 - Princípio de Hamilton e exemplos

24/03 - 19h-21h - Atividade Síncrona - Complementação e discussão do tema das vídeo-aulas da semana anterior.

24/03 - 21h-23h - Atividade Assíncrona:

- 1) Assista as vídeo-aulas (do Prof. Jorge Sá Martins da UFF) cujos links estão abaixo. Elabore notas pessoais sobre as aulas explicando os conceitos trabalhados e todas as demonstrações e passagens matemáticas. Tais notas

personais devem ser enviadas ao e-mail indicado pelo professor até a terça-feira da semana seguinte, dia 30/03.

Aula 21.1 - Revisão: conexão entre a equação de Euler-Lagrange e a 2ª lei de Newton

<https://www.youtube.com/watch?v=LJUb8sxSQTY>

Aula 21.2 - Princípio de Hamilton e coordenadas generalizadas

<https://www.youtube.com/watch?v=M2SksXddK4o>

Aula 21.3 - O pêndulo simples na formulação lagrangiana

<https://www.youtube.com/watch?v=2NuCQsznNM8&t=5s>

Aula 21.4 - Partícula em movimento plano sujeita a uma força conservativa em coordenadas polares

<https://www.youtube.com/watch?v=gAUX0nj73DY>

Aula 21.5 - Como escrever a lagrangiana: 2 partículas isoladas e pêndulo duplo

<https://www.youtube.com/watch?v=CvyCr2CI5RM>

SEMANA 9 - Coordenadas ignoráveis e Teorema de Noether

31/03 - 19h-21h - Atividade Síncrona - Complementação e discussão do tema das vídeo-aulas da semana anterior.

31/03 - 21h-23h - Atividade Assíncrona:

- 1) Assista as vídeo-aulas (do Prof. Jorge Sá Martins da UFF) cujos links estão abaixo. Elabore notas pessoais sobre as aulas explicando os conceitos trabalhados e todas as demonstrações e passagens matemáticas. Tais notas pessoais devem ser enviadas ao e-mail indicado pelo professor até a terça-feira da semana seguinte, dia 06/04.

Este primeiro vídeo tem a finalidade de revisar coordenadas bidimensionais. Ele ajudará a entender melhor a aula 23.1. Para quem quiser uma revisão ainda anterior, ver a aula 1.4 do Prof. Martins)

Aula 3.6 - Coordenadas polares bidimensionais: derivadas temporais dos vetores unitários

<https://www.youtube.com/watch?v=JEkhOe0Wes0>

Aula 23.1 - O vetor velocidade em coordenadas esféricas

<https://www.youtube.com/watch?v=utgvGzgfP8>

Aula 23.2 - Miçanga presa a um aro girante: lagrangiana e equação de movimento

<https://www.youtube.com/watch?v=3tx0jLndaKw>

Aula 23.3 - Miçanga presa a um aro girante: equilíbrio e estabilidade no referencial em rotação

<https://www.youtube.com/watch?v=yVZTz9sPIMA>

Aula 23.4 - Coordenadas ignoráveis, simetrias e leis de conservação: teoremas de Noether

<https://www.youtube.com/watch?v=ujeUSC7V3UQ&t=289s>

SEMANA 10 – O Problema de Kepler I

07/04 - 19h-21h - Atividade Síncrona - Complementação e discussão do tema das vídeo-aulas da semana anterior.

07/04 - 21h-23h - Atividade Assíncrona:

- 1) Assista as vídeo-aulas (do Prof. Jorge Sá Martins da UFF) cujos links estão abaixo. Elabore notas pessoais sobre as aulas explicando os conceitos trabalhados e todas as demonstrações e passagens matemáticas. Tais notas pessoais devem ser enviadas ao e-mail indicado pelo professor até a terça feira da semana seguinte, dia 13/04.

Aula 25.1 - O problema de dois corpos sob ação de força central na natureza: caracterização

<https://www.youtube.com/watch?v=8dsN1h99-68>

Aula 25.2 - Coordenada do centro de massa, coordenada relativa e massa reduzida: a lagrangiana

<https://www.youtube.com/watch?v=pBdhDLhsk1U>

Aula 25.3 - Equações de movimento

<https://www.youtube.com/watch?v=KrOUEsj-W9A>

Aula 25.4 - Posições e momento angular no referencial do centro de massa: papel da massa reduzida

<https://www.youtube.com/watch?v=32cxrf8-Vi4>

Aula 25.5 - Conservação do momento angular: movimento da coordenada relativa é bidimensional

<https://www.youtube.com/watch?v=OAGuVTd6gul>

Aula 25.6 - Equação de movimento para a coordenada relativa e energia potencial centrífuga

<https://www.youtube.com/watch?v=8s8eGOhnxm0>

Aula 25.7 - Características do movimento relativo pela análise do gráfico da energia efetiva

<https://www.youtube.com/watch?v=wE9zKAWCvyk>

SEMANA 11 - O problema de Kepler II

14/04 - 19h-21h - Atividade Síncrona - Complementação e discussão do tema das vídeo-aulas da semana anterior.

14/04 - 21h-23h - Atividade Assíncrona:

- 1) Assista as vídeo-aulas (do Prof. Jorge Sá Martins da UFF) cujos links estão abaixo. Elabore notas pessoais sobre as aulas explicando os conceitos trabalhados e todas as demonstrações e passagens matemáticas. Tais notas pessoais devem ser enviadas ao e-mail indicado pelo professor até a terça feira da semana seguinte, dia 28/04.

Aula 26.1 - Equação radial, energia potencial efetiva e conservação da energia

<https://www.youtube.com/watch?v=-Hx-ZBv3kOO>

Aula 26.2 - Demonstração de que a 2a lei de Kepler é válida para qualquer interação central

<https://www.youtube.com/watch?v=cNKUGxNPLrE&t=1s>

Aula 26.3 - Transformação da equação radial na equação diferencial para a trajetória

<https://www.youtube.com/watch?v=SLTpGgjo1zA>

Aula 26.4 - Solução da equação da trajetória para uma partícula livre

<https://www.youtube.com/watch?v=n96cJ9HL5o4>

Aula 26.5 - Equação da órbita em coordenadas polares

<https://www.youtube.com/watch?v=HgMAh1NKpGU>

Aula 26.6 - Características das órbitas

<https://www.youtube.com/watch?v=WCjQs1sg2rs>

SEMANA 12 – Feriado Tiradentes – Reposição 7/05

SEMANA 13 – Reposição Carnaval - O problema de Kepler III

29/04 - 19h-21h - Atividade Síncrona - Complementação e discussão do tema das vídeo-aulas da semana anterior.

29/04 - 21h-23h - Atividade Assíncrona:

- 1) Assista as vídeo-aulas (do Prof. Jorge Sá Martins da UFF) cujos links estão abaixo. Elabore notas pessoais sobre as aulas explicando os conceitos trabalhados e todas as demonstrações e passagens matemáticas. Tais notas pessoais devem ser enviadas ao e-mail indicado pelo professor até a terça feira da semana seguinte, dia 04/05.

Aula 27.1 - Parâmetros geométricos das órbitas

<https://www.youtube.com/watch?v=nxpYVHXz4yE>

Aula 27.2 - Transformação da equação da órbita para coordenadas cartesianas

<https://www.youtube.com/watch?v=iqElkcf0TEQ>

Aula 27.3 - A 3a lei de Kepler

<https://www.youtube.com/watch?v=O3DX16LhS2o>

Aula 27.4 - Relação entre energia e excentricidade da órbita

<https://www.youtube.com/watch?v=MXW4xqgxLZQ>

EXTRAS (OPCIONAL):

Aula 27.5 - Pilotando uma espaçonave: como entrar numa órbita de transferência

<https://www.youtube.com/watch?v=WT5eadFi lo&t=760s>

Aula 27.6 - Pilotando uma espaçonave: como sair de uma órbita de transferência

<https://www.youtube.com/watch?v=KqLTWuJvl-4>

SEMANA 14 – Reposição Feriado de Tiradentes

07/05 – sexta-feira – Atividade Síncrona - Encerramento e lançamento dos conceitos Finais.