

EME-713 PROJETO E TESTE DE MINIFOGUETE EXPERIMENTAL

AULAS LECIONADAS EM 2013/3

Atualizado em 9 Nov 2013 às 15:09 h

As notas de aula digitais específicas desta disciplina estão em ftp://ftp.demec.ufpr.br/foguete/curso_MFE/

Sobre a disciplina de espaçomodelismo:

As notas de aula digitais estão em <ftp://ftp.demec.ufpr.br/foguete/apostila/>

As leituras complementares estão em <ftp://ftp.demec.ufpr.br/foguete/bibliografia/>

Os aplicativos estão em <ftp://ftp.demec.ufpr.br/foguete/Aplicativos/>

Interessados sobre:

- As atividades desenvolvidas no grupo de pesquisa em *CFD, propulsão e aerodinâmica de foguetes*, da UFPR: ver no site da disciplina o arquivo Grupo_CFD_fevereiro_2013_v7.pdf e o site www.cfd.ufpr.br
- Foguetes: ver o site do grupo de foguetes da UFPR em www.foguete.ufpr.br e o blog <http://fogueteufpr.blogspot.com.br/>
- Orientação do prof. Marchi para trabalho de Iniciação Científica, Trabalho de Fim de Curso, Mestrado e Doutorado: ver o arquivo temas_para_orientacao_prof_Marchi_setembro_2013.pdf no site da disciplina

Aula 13: lecionada em 8 Nov 2013 (período: 13:30-15:15=1h45; 5 alunos)**Avisos:**

- O 2º trabalho (fabricação), definido no arquivo Trabalho_2_fabricacao.pdf, deverá ser entregue até o dia 18 de novembro.
- Os alunos deverão cotar tubos de acrílico entre 10 e 50 mm de diâmetro externo.
- Os alunos deverão cotar sistema com manômetro analógico para medir pressão de combustão.

Objetivos:

- Capítulo 9 Escoamento Bifásico, da apostila de Richard Nakka
- Discutir as propostas dos alunos para obter os parâmetros a e n da equação da taxa de queima de propelente $r = a P_o^n$

Arquivos usados durante a aula:

- Cap_09_escoamento_bifasico.pdf
- todos os arquivos da pasta Apostila/Vyverman_1978

Tarefa (valendo nota) para entregar até a aula do dia 29 Nov 2013: em equipe, fazer o 3º trabalho (projeto de motor-foguete para obtenção dos parâmetros a e n da equação da taxa de queima de propelente $r = a P_o^n$) do arquivo Trabalho_3_taxa-queima.pdf

Tarefa sem valer nota:

- Estudar o relatório que está na pasta Apostila/Vyverman_1978

Aula 12: lecionada em 1 Nov 2013 (período: 13:30-15:37=2h7; 6 alunos)**Objetivos:**

- Capítulo 8 Pressão na Câmara, da apostila de Richard Nakka
- Aprender a usar o aplicativo Empuxo 1.1
- Comentar o artigo Capellari e Oliveira (2000)

Arquivos usados durante a aula:

- Cap_08_pressao_camara.pdf
- Empuxo_1p1_2013.zip
- Capellari_Oliveira_2000.pdf

Tarefa (**valendo nota**) para entregar até a aula do dia 8 Nov 2013: individualmente, propor um motor-foguete para obtenção dos parâmetros a e n da equação da taxa de queima de propelente $r = a P_o^n$

Tarefa sem valer nota:

- Estudar o artigo que está no arquivo Capellari_Oliveira_2000.pdf

AVISO: a partir de hoje, as aulas da disciplina serão apenas às sextas-feiras 13:30 h. Desta forma, a disciplina se encerrará apenas em fevereiro de 2014.

Aula 11: lecionada em 25 Out 2013 (período: 13:30-15:45=2h15; 6 alunos)

Objetivos:

- Capítulo 7 Impulso e C-Estrela, da apostila de Richard Nakka
- Discutir o artigo de Stancato e Miraglia (1997)
- Aprender a usar o aplicativo Trajetoria 1.0

Arquivos usados durante a aula:

- Cap_07_Impulso.pdf
- Trajetoria_1p0.zip
- Tutorial_Trajetoria_1p0.pdf (página 1 a 8)

Tarefa (**valendo nota**) para entregar até a aula do dia 1 Nov 2013: individualmente, prever o coeficiente de arrasto dos voos 3 e 4 do artigo de Stancato e Miraglia (1997) com o aplicativo Trajetoria 1.0

Tarefa sem valer nota:

- Estudar o artigo que está no arquivo Stancato_et_al_2000a.pdf
- Estudar o artigo que está no arquivo Stancato_et_al_2000b.pdf

Aula 10: lecionada em 22 Out 2013 (período: 13:30-15:20=1h50; 5 alunos)

Objetivos:

- Capítulo 8 Grão-Propelente, manuscrito
- Capítulo 9 Grão-Propelente, manuscrito
- Apresentar o aplicativo pressao

Arquivos usados durante a aula:

- cap_8_grao-propelente_manuscrito_Marchi.pdf
- cap_9_propelentes_manuscrito_Marchi.pdf
- pressao.zip
- pressao_manual.pdf

Tarefa (**valendo nota**) para entregar até a aula do dia 25 Out 2013: individualmente, fazer os exercícios 8.1 e 8.2 do cap_8_grao-propelente_manuscrito_Marchi.pdf

Tarefa (**valendo nota**) para discussão na aula do dia 25 Out 2013: individualmente, analisar o artigo que está no arquivo Stancato_Miraglia_1997.pdf

Aula 9: lecionada em 18 Out 2013 (período: 13:30-15:20=1h50; 3 alunos)

Objetivos:

- Capítulo 6 Empuxo de Motor-Foguete e o Coeficiente de Empuxo, da apostila de Richard Nakka
- Capítulo 7 Tubeira, manuscrito

Arquivos usados durante a aula:

- Cap_06_Empuxo.pdf
- cap_7_tubeira_manuscrito_Marchi.pdf

Tarefa (**valendo nota**) para executar até a aula do dia 5 Nov 13: em equipe, fazer o 2º trabalho (fabricação) do arquivo Trabalho_2_fabricacao.pdf

Tarefa (**valendo nota**) para entregar até a aula do dia 22 Out 2013: individualmente, fazer os exercícios 7.1 a 7.3 do arquivo cap_7_tubeira_manuscrito_Marchi.pdf

Aula 8: lecionada em 15 Out 2013 (período: 13:30-15:30=2h; 6 alunos)

Objetivos:

- Capítulo 5 Teoria de Tubeira, da apostila de Richard Nakka
- Apresentar os aplicativos Mach2 e Mach1, para cálculos de escoamentos em tubeiras, e executar exemplos
- Apresentar o aplicativo Nozzle, de W. J. Davenport
- Apresentar resultados numéricos que mostram o escoamento em uma tubeira

Arquivos usados durante a aula:

- Cap_05_Tubeira.pdf
- Mach2.zip
- mach1.zip
- Converging Diverging Nozzle.htm
- relatorio_3_modelos_fisicos_Mach2D_AEB3_v5.pdf

Aula 7: lecionada em 11 Out 2013 (período: 13:30-16:08=2h38; 5 alunos)

Objetivos:

- Capítulo 4 Combustão do Propelente, da apostila de Richard Nakka
- Apresentar 3 aplicativos para cálculos de reação química do sistema H_2/O_2

Arquivos usados durante a aula:

- Cap_04_Combustao.pdf
- PROPI1.zip
- AGUA4.zip
- Gibbs_1p3.zip
- CFD5_relatorio_tecnico_1_versao3.pdf
- CFD5_relatorio_tecnico_2_versao3.pdf

Tarefa (**valendo nota**) para entregar até a aula do dia 18 Out 2013: individualmente, fazer o exercício do arquivo Exercicios_Cap_04_Combustao.pdf

Aula 6: lecionada em 4 Out 2013 (período: 13:00-14:30=1h30; 6 alunos)

Objetivos:

- Demonstrar o uso do sistema de ignição Estes com a queima de um ignitor.
- Explicar o funcionamento da bancada usada para realizar testes estáticos de motores de espaçomodelos, com aquisição de dados da força de empuxo ao longo do tempo de queima do propelente.
- Realizar 28 testes estáticos de micromotores-foguete da classe C6-0 com diversos tipos de tubeiras, no Laboratório de Máquinas Hidráulicas do DEMEC.

Aula 5: lecionada em 1 Out 2013 (período: 13:30-15:10=1h40; 5 alunos)

Objetivos:

- Capítulo 1 Introdução, da apostila de Richard Nakka
- Capítulo 2 Hipóteses Básicas, da apostila de Richard Nakka
- Capítulo 3 Grão-Propelente, da apostila de Richard Nakka

Arquivos usados durante a aula:

- Notas_do_tradutor.pdf
- Cap_01_Introducao.pdf
- Cap_02_Hipoteses_Basicas.pdf
- Cap_03_Grao-Propelente.pdf

Tarefa (**valendo nota**) para entregar até a aula do dia 11 Out 2013: individualmente, fazer os exercícios 1 a 3 do arquivo Exercicios_Cap_03_Grao-Propelente_Nakka.pdf

Aula 4: lecionada em 27 Set 2013 (período: 13:30-15:21=1h51; 3 alunos)

Objetivos:

- Comentar a magnitude de alguns parâmetros de motores da Estes
- Mostrar um relatório de testes estáticos feitos com motores de espaçomodelos

- Aprender a usar o programa computacional Curva_Empuxo_1p2 e fazer os 3 exercícios do tutorial
- Aprender a fazer análise de incertezas experimentais de curvas de empuxo

Arquivos usados durante a aula:

- Estes_TN-2.pdf
- relatorio_TE_motores_BT_2010_Jul_e_Set_v4.pdf
- Curva_Empuxo_1p2.zip
- Tutorial_Curva_Empuxo_1p2.pdf
- Analise_de_incerteza_experimentais.pdf
- Planilha_para_calculo_de_incerteza.xls
- Esclarecer dúvidas sobre o 1º trabalho

Tarefa (valendo nota) para entregar até a aula do dia 1 Out 2013: individualmente, fazer os exercícios 1 a 12 do arquivo Analise_de_incerteza_experimentais.pdf e entregar cópia impressa da planilha usada.

Tarefa sem valer nota:

- Estudar o arquivo relatorio_TE_motores_BT_2010_Jul_e_Set_v4.pdf
- Estudar o arquivo Estes_TN-2.pdf

Aula 3: lecionada em 24 Set 2013 (período: 13:30-15:30=2h; 5 alunos)

Objetivos:

- Capítulo 2. Motor-foguete de espaçomodelo
- Mostrar a lista atual de motores certificados pela NAR
- Mostrar a classificação dos tipos de motores da NAR
- Mostrar fisicamente motores de espaçomodelos: A6-0, B6-0, C6-0, C6-5 e E6-0
- Mostrar vídeos de motores de espaçomodelos em funcionamento
- Mostrar a evolução dos meios de transporte
- Esclarecer dúvidas sobre o 1º trabalho

Arquivos usados durante a aula:

- Capitulo_02_Motor-foguete_de_espacomodelo.pdf (páginas 1 a 8)
- motores_certificados_NAR_2012-11-22.pdf
- codigo_padrao_motores_da_NAR.pdf
- relatorio_final_projeto_AEN2_CNPq_2008_v12.pdf (páginas 4 a 9)
- Vídeos: BT-128_A6-0, BT-129_B6-0, BT-130_C6-0, BT-123_C6-5, LB-3_E6-0
- recorded_times_transportation_systems_NASA_1976.pdf

Tarefa (valendo nota) para entregar até a aula do dia 27 Set 2013: individualmente, fazer os 4 exercícios da seção 2.7 da apostila.

Tarefa sem valer nota:

- Estudar o arquivo Capitulo_01_Tipos_Foguetes_e_Minifoguetes.pdf
- Ver o arquivo referencias_2010_2_e.pdf

Observação: no site da disciplina, na pasta Projeto_AEN-2_CNPq há vários relatórios técnicos sobre dezenas de testes estáticos feitos com motores de espaçomodelos de diversos tipos.

CONVITE: no próximo dia 23 Set 2013, a partir das 11:30 h, serão realizados testes estáticos de micromotores-foguete A6-0/BT no Laboratório de Máquinas Hidráulicas do DEMEC.

Aula 2: lecionada em 20 Set 2013 (período: 13:30-15:34=2h4; 6 alunos)

Objetivos:

- Apresentar um relatório sobre 23 testes estáticos do MFE Netuno-R
- Mostrar fisicamente o minifoguete Netuno-R e 4 tipos de tubeiras usadas nele
- Esclarecer dúvidas sobre o 1º trabalho

Arquivos usados durante a aula:

- todos os arquivos da pasta Apostila/Marchi_et_al_1990

Tarefa para executar até a aula do dia 24 Set 13: estudar o material visto nesta aula.

CONVITE: no próximo dia 23 Set 2013, a partir das 11:30 h, serão realizados testes estáticos de micromotores-foguete A6-0/BT no Laboratório de Máquinas Hidráulicas do DEMEC.

Aula 1: lecionada em 17 Set 2013 (período: 13:30-15:33=2h3; 4 alunos)

Objetivos:

- Apresentar o plano de ensino da disciplina
- Apresentar o projeto do MFE Netuno/Netuno-R
- Mostrar fisicamente os minifoguetes X-1, Netuno-R e Sondinha II

Arquivos usados durante a aula:

- plano_EME713_MFE_2013_3.pdf
- pasta Apostila/Marchi_1985: inicio.pdf, cap_1.pdf, cap_2.pdf, cap_3_texto.pdf, cap_3_figuras.pdf

Tarefa (**valendo nota**) para executar até a aula do dia 1 Out 13: em equipe, fazer o 1º trabalho (orçamentos) do arquivo Trabalho_1_orcamentos.pdf

Tarefa para executar até a aula do dia 20 Set 13: estudar o material visto nesta aula.