

TM-273 PROJETO E LANÇAMENTO DE ESPAÇOMODELOS

AULAS LECIONADAS EM 2014/2

Atualizado em 13 Nov 2014 às 22:18 h

ATENÇÃO: a reprovação por frequência nesta disciplina é atingida com 4 dias de faltas.

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_2014_v8.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, estágio, Mestrado e Doutorado: ver o arquivo temas_para_orientacao_prof_Marchi_setembro_2013.pdf no site da disciplina

Aula 16 (ÚLTIMA): PLANO para 29 Nov 2014

Objetivos:

- Receber o trabalho sobre lançamentos de espaçomodelo [Trabalho_Lancamento_TM273_2014_2.pdf]
- Entregar certificado de conclusão do curso

Aula 15: PLANO para 22 Nov 2014

Objetivos:

- Apresentar os resultados dos lançamentos de 8 Nov 2014 [Resultados_lancamentos_2014_11_08.pdf e outros]
- Esclarecer dúvidas a respeito do trabalho sobre lançamentos de espaçomodelo [Trabalho_Lancamento_TM273_2014_2.pdf]

Aula 14: lecionada em 8 Nov 2014 (período: 13:00-15:40=2h40)

Atenção: para entrar no Centro Politécnico neste dia, caso seja necessário, o aluno deverá se identificar na portaria, informando ao segurança que seu nome está em uma lista de autorização de entrada chamada de **LANÇAMENTOS DE FOGUETES**. Esta autorização vale para seus acompanhantes.

Dependendo das condições climáticas (se estiver chovendo ou tenha chovido muito durante o dia anterior, ou esteja com vento muito forte), não serão feitos os lançamentos. Tendo dúvida, acesse o blog <http://fogueteufpr.blogspot.com.br/> para ver se há algum aviso adiando os lançamentos.

Local: campo de futebol número 1 do CED/UFPR

Hora: 13:00

Objetivos:

- Mostrar os equipamentos a serem usados nos lançamentos
- Realizar 10 lançamentos de minifoguetes com motor A6-0/BT/2013 e altímetro de bordo (micropeak)

Aviso: os resultados dos lançamentos de 8 Nov 2014 estarão disponíveis no site da disciplina a partir do dia 13 Nov 2014

Aula 13: lecionada em 1 Nov 2014 (período: 13:00-13:45=45m; 24 alunos)

Aviso: estão confirmados os lançamentos para o dia 8 Nov 2014 a partir das 13:00 h no campo de futebol 1 do CED/UFPR.

Objetivos:

- Norma de segurança da NAR [codigo_seguranca_NAR.pdf; codigo_seguranca_NAR_traduzido.pdf]
- Norma de segurança da ABAEE [codigo_seguranca_ABAEE.pdf]
- Lei RBHA-101 [LEI_RBHA_20101.pdf]
- Receber o trabalho sobre projeto de espaçomodelo [Trabalho_Projeto_TM273_2014_2_v2.pdf] e os dois minifoguetes montados
- Apresentar o trabalho sobre lançamentos de espaçomodelo [Trabalho_Lancamento_TM273_2014_2.pdf]
- Comentar sobre a próxima aula

Tarefa (valendo nota) para entregar até o dia 29 Nov 2014: em equipe, relatório dos lançamentos de acordo com o texto do arquivo Trabalho_Lancamento_TM273_2014_2.pdf

O trabalho sobre os lançamentos deverá ser feito com os alunos organizados nas seguintes equipes:

- Equipe UP: alunos indicados pelo prof. Alysson da UP
- Equipe UTFPR: alunos indicados pelo prof. Germer da UTFPR e outros alunos da UTFPR
- Equipe GF-UFPR: alunos do Grupo de Foguetes Carl Sagan da UFPR
- Equipe Mecânica-UFPR: alunos dos cursos de engenharia mecânica da UFPR
- Equipe Geral: alunos do ensino médio, técnico, PUC, FAE e outros alunos

Aula 12: lecionada em 25 Out 2014 (período: 13:05-14:55=1h50; 25 alunos)

Aviso: estão confirmados os lançamentos para o dia 8 Nov 2014 a partir das 13:00 h no campo de futebol 1 do CED/UFPR.

Objetivos:

- Estimativa experimental do apogeu [Estimativa_experimental_do_apogeu_v2.pdf (6 p.)]
- Aprender a usar o aplicativo Apogeu 1.1 com os exemplos 1 e 2 [Apogeu_1p1_todos_os_arquivos.zip]
- Mostrar os resultados dos lançamentos da turma 2010/2 [Resultados_lancamentos_28_Nov_2010.pdf (2 p.)]
- Mostrar os resultados do **Festival de Minifoguetes de Curitiba 2014** [Resultados_Finais_2014_04_20.pdf]
- Esclarecer dúvidas sobre o projeto [Trabalho_Projeto_TM273_2014_2_v2.pdf]; **o texto do trabalho foi alterado**
- Executar parte do projeto durante a aula; estarão disponíveis para os alunos: 3 balanças, 2 paquímetros e 1 altímetro micropeak.

ATENÇÃO, valendo nota, para a próxima aula, dia 1 Nov 2014: cada equipe deverá entregar, 2 espaçomodelos montados e o relatório do projeto deles de acordo com o texto do arquivo Trabalho_Projeto_TM273_2014_2_v2.pdf

Aula 11: lecionada em 18 Out 2014 (período: 13:01-15:00=1h59; 24 alunos)

Objetivos:

- Aprender a usar o aplicativo RockSim 7.0 com curva de empuxo própria [RockSim7_tutorial4.pdf (página 1 até a página 8)]
- Mostrar fisicamente três tipos de altímetro de bordo: Perfect Flite; Altimeter Two; MicroPeak.
- Mostrar resultados experimentais de altímetros de bordo:
 - MicroPeak: LAE-45_mP-10_LT_2014-04-11.pdf e LAE-45_mP-10_LT_2014-04-11_tabelas.pdf
 - Altimeter Two: LAE-21_resultados.pdf
 - Perfect Flite: Altimetro_grafico_LAE_36_LT_13_Abr_2014.pdf
- Esclarecer dúvidas sobre o projeto [Trabalho_Projeto_TM273_2014_2.pdf]
- Executar parte do projeto durante a aula; estarão disponíveis para os alunos: 3 balanças, 2 paquímetros e 1 altímetro micropeak.

Aula 10: lecionada em 11 Out 2014 (período: 13:04-14:46=1h42)

Objetivos:

- Concluir o Tutorial 3 do aplicativo RockSim 7.0 para calcular trajetória [RockSim7_tutorial3.pdf (seções 2 e 4)]

- Mostrar o efeito das empenas sobre o desempenho do Sondinha II [Otimizacao_empenas_Sondinha_II_Marchi_et_al_1989.pdf]
- Esclarecer dúvidas sobre o projeto [Trabalho_Projeto_TM273_2014_2.pdf]
- Executar parte do projeto durante a aula; estarão disponíveis para os alunos: 3 balanças, 2 paquímetros e 1 altímetro micropeak.
- Formar equipes para o **Festival de Minifoguetes de Curitiba 2015** [<http://www.foguete.ufpr.br/>]; as inscrições de equipes vão até 15 de outubro.

CONVITE:

Durante o 22º EVINCI (Evento de Iniciação Científica) da UFPR, no dia **7 Out 2014, entre 14:30 e 18:00 h, no campus Botânico, auditório Saúde Vermelho, sala 2**, serão apresentados os trabalhos de cada uma das 5 equipes da UFPR que venceram o Festival de Minifoguetes de Curitiba 2014.

Aula 9: lecionada em 4 Out 2014 (período: 13:00-14:54=1h54; 24 alunos)

Objetivos:

- Aprender a usar o aplicativo RockSim 7.0 para calcular trajetória [RockSim7_tutorial3.pdf (página 1 até a página 21)]
- Apresentar o trabalho sobre projeto de espaçomodelo [Trabalho_Projeto_TM273_2014_2.pdf]
- Entregar 2 kits do espaçomodelo FM300/D20/Acrux e 2 motores Bandeirante A6-0/2013 a cada equipe

Tarefa (sem valer nota) para concluir até a aula do dia 11 Out 2014: fazer o exercício do arquivo Exercicio_RockSim_Tutorial_3_2014-2.pdf

Tarefa (valendo nota) para entregar até o dia 1 Nov 2014: em equipe, 2 espaçomodelos montados e o relatório do projeto deles de acordo com o texto do arquivo Trabalho_Projeto_TM273_2014_2.pdf

O trabalho de projeto deverá ser feito com os alunos organizados nas seguintes equipes:

- Equipe UP: alunos indicados pelo prof. Alysson da UP
- Equipe UTFPR: alunos indicados pelo prof. Germer da UTFPR e outros alunos da UTFPR
- Equipe GF-UFPR: alunos do Grupo de Foguetes Carl Sagan da UFPR
- Equipe Mecânica-UFPR: alunos dos cursos de engenharia mecânica da UFPR
- Equipe Geral: alunos do ensino médio, técnico, PUC, FAE e outros alunos

Precisando, peçam-me o e-mail dos colegas de suas equipes.

Aula 8: lecionada em 27 Set 2014 (período: 13:02-15:05=2h3; 26 alunos)

Objetivos:

- Receber o trabalho sobre testes estáticos [Trabalho_Testes_Estatico_TM273_2014_2.pdf]
- Cap. 5 Trajetória [Capitulo_05_Trajectoria_v2.pdf (página 1 até o fim da seção 5.5.2 na página 6)]
- Aprender a usar o aplicativo Trajetoria 1.0:
 - Trajetoria_1p0.zip
 - Trajetoria_1p0_teorias.pdf (página 1 a 5)
 - Tutorial_Trajectoria_1p0.pdf (página 1 a 8)

Tarefa (sem valer nota) para concluir até a aula do dia 4 Out 2014: fazer os exercícios 1 a 8 da página 8 do arquivo Tutorial_Trajectoria_1p0.pdf

Também está disponível o aplicativo Trajetoria 1.1 que permite usar empuxo e coeficiente de arrasto variáveis

CONVITES (todos estão convidados a participar):

- No dia **23 Set 2014, às 10:30 h, no LMH** (Laboratório de Máquinas Hidráulicas) do DEMEC/UFPR, serão feitos 18 testes estáticos com motores Bandeirante das classes **C6-0, C6-5, C6-7, C6-10 e D6-6**.
- No dia **24 Set 2014, às 13:30 h, no auditório do prédio da administração**, ocorrerá a defesa de doutorado do trabalho **Otimização da geometria da seção divergente de tubos de motores-foguete**, de Jonas Joacir Radtke.
- No dia **25 Set 2014, às 10:30 h, no LMH** (Laboratório de Máquinas Hidráulicas) do DEMEC/UFPR, serão feitos 14 testes estáticos com motores Bandeirante das classes **B6-0 e B6-4**.

- No dia **26 Set 2014, às 15:30 h, no LMH** (Laboratório de Máquinas Hidráulicas) do DEMEC/UFPR, serão feitos 14 testes estáticos com motores Bandeirante da classe **A6-2**, e três tipos de motores usados em fogos de artifício com vara, que se estima serem das classes **1/4A e 1/2A**.

Aula 7: lecionada em 20 Set 2014 (período: 13:00-14:57=1h57; 29 alunos)

Objetivos:

- Mostrar o experimento de queda livre de um martelo e uma pena na Lua (<https://www.youtube.com/watch?v=yA4Xba6xrJg>) e na sala de aula
- Cap. 4 Coeficiente de Arrasto (C_D) [Capitulo_04_Cd_v2.pdf (página 1 até o fim da seção 4.6 na página 5)]
- Esclarecer dúvidas sobre o trabalho dos testes estáticos [Trabalho_Testes_Estatico_TM273_2014_2.pdf]
- Comentar sobre o **Festival de Minifoguetes de Curitiba 2015** [<http://www.foguete.ufpr.br/>]
- Aprender a usar o aplicativo RockSim 7.0 para calcular o C_D [RockSim7_tutorial_2c.pdf (página 1 até a página 3)]

Tarefa (sem valer nota) para concluir até a aula do dia 27 Set 2014:

- Usar o aplicativo RockSim 7.0 para ver o efeito de cada parte do minifoguete Sondinha II sobre o C_D ; para isso, fazer simulações visando confirmar os resultados apresentados nas tabelas 1 a 12 das páginas 4 a 9 do arquivo RockSim7_tutorial_2c.pdf
- Fazer o exercício 4.1 que está no arquivo Exercicios_RockSim_Tutorial_2_2014-2.pdf

CONVITE: no dia **15 Set 2014, às 13:30 h, no auditório da Administração**, ocorrerá a defesa de doutorado do trabalho **Avaliação do efeito da geometria da seção convergente em tubeiras de motor-foguete**, de Eduardo Matos Germer. Todos estão convidados a participar.

Aula 6: lecionada em 13 Set 2014 (período: 13:00-14:46=1h46; 41 alunos)

Aviso: dentro da pasta **TRABALHO TESTES ESTATICOS** foram incluídas duas pastas com fotos e vídeos feitos durante os testes estáticos do dia 30 de agosto de 2014.

Objetivos:

- Aprender a usar o aplicativo RockSim 7.0 para calcular o CP [RockSim7_tutorial1.pdf]
- Mostrar projetos de espaçomodelos inseridos no aplicativo RockSim 7.0
- Esclarecer dúvidas sobre o trabalho dos testes estáticos [Trabalho_Testes_Estatico_TM273_2014_2.pdf]

Tarefa (sem valer nota) para concluir até a aula do dia 20 Set 2014:

- Acessar a pasta <ftp://ftp.demec.ufpr.br/foguete/Aplicativos/RockSim7/>
- Transferir para o seu computador o arquivo rs700prd.zip (aplicativo RockSim 7.0)
- Instalar o aplicativo RockSim 7.0
- Refazer o RockSim7_tutorial1.pdf
- Fazer os exercícios 3.9, 3.10 e 3.11 que estão no arquivo Exercicios_RockSim_Tutorial_1_2014-2.pdf

Informação: o manual do RockSim7 está disponível no arquivo Rocksim_7_manual.pdf

Aula 5: lecionada em 6 Set 2014 (período: 13:05-14:57=1h52; 40 alunos)

Objetivos:

- Apresentar o trabalho sobre testes estáticos [Trabalho_Testes_Estatico_TM273_2014_2.pdf]
- Cap. 3 Estabilidade: CG, CP e E [Capitulo_03_Estabilidade.pdf; cap_3_escaneamento_Stine.pdf; e relatorio_final_projeto_AEN2_CNPq_2008_v12.pdf (páginas 16 e 17)]
- Demonstrar experimentalmente (com o método da corda) espaçomodelos estáveis (B-1 e DI-16) e instáveis (A-2, DI-20 e DI-21), e fotos de voos estáveis (DI-14 e 16) e instáveis (DI-19, 22 e 24).
- Aprender a usar o aplicativo AeroCP 3.0 para calcular o CP [AeroCP3_tutorial_1b.pdf; e AeroCp.exe]

Tarefa (sem valer nota) para concluir até a aula do dia 13 Set 2014: em equipe, fazer os exercícios 3.1 a 3.8 do arquivo Exercicios_Cap_3_Estabilidade.pdf (conferir com Respostas_cap_3.pdf)

Tarefa (valendo nota) para entregar até a aula do dia 27 Set 2014: em equipe, fazer o relatório dos testes estáticos de acordo com o texto do arquivo Trabalho_Testes_Estatico_TM273_2014_2.pdf

Os dados dos testes estáticos estão disponíveis no site da disciplina, dentro da pasta [TRABALHO TESTES ESTATICOS](#).

Leituras recomendadas (arquivos na pasta bibliografia):

- tir-30_estabilidade.pdf
- tir-33_CP.pdf
- Barrowman_report.pdf

Aula 4: lecionada em 30 Ago 2014 (período: 13:00-14:15=1h15; 43 alunos)

ATENÇÃO: esta aula será no Laboratório de Máquinas Hidráulicas do DEMEC.

Objetivos:

- Demonstrar o uso do sistema de ignição Estes E-Engine 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 12 testes estáticos de motores de espaçomodelos dos tipos A6-0, B6-0, C6-0 e C6-7 da Bandeirante, com aquisição de dados da força de empuxo ao longo do tempo de queima do propelente

CONVITE: no dia **25 Ago 2014 (segunda-feira)**, a partir das **13:30 h**, defesa de mestrado de Diego Moro. Veja detalhes em [Defesa Diego](#).

Aula 3: lecionada em 23 Ago 2014 (período: 13:00-14:43=1h43; 41 alunos)

ATENÇÃO: a aula 4, do dia **30 Ago 2014**, será no Laboratório de Máquinas Hidráulicas do DEMEC.

Objetivos:

- Comentar algumas características de motores da Estes [Estes_TN-2.pdf]
- Ensinar a usar o programa computacional Curva_Empuxo_1p2 e fazer os 3 exercícios do tutorial [Curva_Empuxo_1p2_para_disciplina_EM_2014_2.zip; e Tutorial_Curva_Empuxo_1p2_em_2014-08-20.pdf]
- Apresentar a teoria para fazer análise de incertezas experimentais de curvas de empuxo [Analise_de_incertezas_experimentais_2014-2.pdf; e Planilha_para_calculo_de_incerteza_2014-2.xlsx]

Tarefa (sem valer nota) para concluir até a aula do dia 30 Ago 2014: em equipe, fazer os exercícios 1 a 12 do arquivo Analise_de_incertezas_experimentais_2014-2.pdf

Leituras recomendadas para fazer até a aula do dia 30 Ago 2014:

- relatorio_TE_motores_BT_2010_Jul_e_Set_v4.pdf
- Estes_TN-2.pdf

CONVITE: no dia **24 Ago 2014 (domingo)**, a partir das **8:00 h**, deverão ser realizados 7 lançamentos de espaçomodelos com motores das classes A e B e altímetro de bordo, mas sem paraquedas. Detalhes e como se inscrever, veja em [LT 24 Ago 2014](#).

Aula 2: lecionada em 16 Ago 2014 (período: 13:00-14:48=1h48; 42 alunos)

Objetivos:

- Capítulo 2. Motor-foguete de espaçomodelo [capitulo_2_Motor-foguete_de_espacomodelo_v3.pdf]
- Mostrar fisicamente motores de espaçomodelos: A6-4, B6-0, C6-0, C6-5 e E6-0
- Mostrar fisicamente uma tampa e uma tubeira de motor de espaçomodelo da Bandeirante
- Mostrar fisicamente as tubeiras dos minifoguetes X-1 e Netuno-R
- Mostrar vídeos de motores de espaçomodelos em funcionamento (A6-0, B6-0, C6-0, C6-5 e E6-0) [BT-128_A6-0, BT-129_B6-0, BT-130_C6-0, BT-123_C6-5, LB-3_E6-0]

Tarefa (sem valer nota) para concluir até a aula do dia 23 Ago 2014: em equipe, fazer os 4 exercícios da seção 2.7 da apostila (conferir com Respostas_cap_2.pdf)

Para fazer estes exercícios e os trabalhos da disciplina, que valerão nota, os alunos deverão se organizar nas seguintes equipes:

- Equipe UP-Alysson: alunos indicados pelo prof. Alysson da UP

- Equipe UP-Arileide: alunos indicados pela profa. Arileide da UP
- Equipe UTFPR: alunos da UTFPR, incluindo aqueles indicados pelo prof. Germer da UTFPR
- Equipe PUC-PR: alunos da PUC-PR + FAE
- Equipe GF: alunos do Grupo de Foguetes da UFPR
- Equipe Física-UFPR: alunos do curso de física e de outros cursos da UFPR
- Equipe Mecânica-UFPR: alunos dos cursos de engenharia mecânica da UFPR
- Equipe Geral: alunos do ensino médio e técnico

Precisando, peçam-me o e-mail dos colegas de suas equipes.

Tarefa para quem não veio à primeira aula do dia 9 Ago 2014: estudar o material visto na aula 1.

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.

Aula 1: lecionada em 9 Ago 2014 (período: 13:02-15:03=2h1; 48 alunos)

Objetivos:

- Mostrar fisicamente kits de espaçomodelos desmontados: VS-40 e FM-300
- Mostrar fisicamente espaçomodelos montados: Durepoxi-1, Sondinha II e Alpha
- Mostrar fisicamente um motor de espaçomodelo da classe A
- Mostrar fisicamente um espaçomodelo na rampa de lançamento: Thunderhawk
- Mostrar fisicamente equipamentos: sistema de ignição, ignitor, altímetro de bordo
- Mostrar fisicamente minifoguetes experimentais: X-1 e Netuno-R
- Mostrar fisicamente um motor-foguete a propelente líquido: 200 N do INPE
- Apresentar o edital sobre a forma de comunicação com os alunos [edital_ftp_TM273_2014-2.pdf]
- Apresentar o plano de ensino da disciplina [plano_TM273_2014-2_v3.pdf]
- Mostrar fisicamente o manual da NAR (Stine)
- Apresentar a introdução à disciplina [Capitulo_1_Tipos_Foguetes_e_Minifoguetes_v2.pdf]
- Apresentar um esquema dos foguetes brasileiros de sondagem [PEB_IAE_2013_04_01_pagina_11.pdf]
- Mostrar os records para cruzar os Estados Unidos
[recorded_times_transportation_systems_NASA_1976.pdf]

Leituras recomendadas para fazer até o dia 16 Ago 2014:

- Material visto nesta aula
- PEB_IAE_2013_04_01.PDF