

TM-273 PROJETO E LANÇAMENTO DE ESPAÇOMODELOS

AULAS LECIONADAS EM 2015/2

Atualizado em 10 Nov 2015 às 12:49 h

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

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

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

Os aplicativos estão em <http://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, Estágio, Trabalho de Fim de Curso, Mestrado e Doutorado: ver o arquivo temas_para_orientacao_prof_Marchi_janeiro_2015.pdf no site da disciplina.

Aula 15 (ÚLTIMA): PLANO para 24 Nov 2015

Objetivo: receber o trabalho sobre lançamentos de espaçomodelo
[Trabalho_Lancamento_TM273_2015-2.pdf]

Aula 14: PLANO para 17 Nov 2015

Atenção: caso os lançamentos não tenham sido realizados no dia 15 de novembro, não haverá aula no dia 17 de novembro; assim, o que está previsto para este dia 17 será apresentado somente em 24 de novembro.

Objetivos:

- Apresentar os resultados dos lançamentos de 15 Nov 2015
[Resultados_lancamentos_2015_11_15.pdf e outros]
- Esclarecer dúvidas a respeito do trabalho sobre lançamentos de espaçomodelo
[Trabalho_Lancamento_TM273_2015-2.pdf]

Aula 13: PLANO para 15 Nov 2015

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 a manhã do dia 15, 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 para o dia 22.

Local: campo de futebol número 1 do CED/UFPR

Hora: 14:00

Objetivos:

- Mostrar os equipamentos a serem usados nos lançamentos
- Realizar 5 lançamentos de minifoguetes com motor 1/4A0.2-0/LV/2012

Aviso: os resultados dos lançamentos de 15 Nov 2015 estarão disponíveis no site da disciplina a partir do dia 17 Nov 2015

Aula 12: PLANO para 10 Nov 2015

Aviso: estão confirmados os lançamentos para o dia 15 Nov 2015 a partir das 14:00 h no campo de futebol 1 do CED/UFPR.

Objetivos:

- Norma de segurança da NAR [codigo_seguranca_NAR_traduzido.pdf]
- Autorização para lançar minifoguetes [Autorizacao_para_lancar_minifoguetes_Marchi_2015-09-21.pdf]
- 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
- Apresentar o trabalho sobre lançamentos de espaçomodelo [Trabalho_Lancamento_TM273_2015-2.pdf]
- Receber o trabalho sobre projeto de espaçomodelo [Trabalho_Projeto_TM273_2015-2.pdf] e um minifoguete montado
- Comentar sobre as próximas aulas

Tarefa (valendo nota) para entregar até o dia 24 Nov 2015: individualmente, relatório do lançamento do seu minifoguete de acordo com o texto do arquivo Trabalho_Lancamento_TM273_2015-2.pdf

Leituras recomendadas para fazer até o dia 15 Nov 2015:

- codigo_seguranca_ABAEE.pdf
- codigo_seguranca_NAR.pdf

Aula 11: lecionada em 3 Nov 2015 (período: 16:30-17:55=1h25; 4 alunos)

ATENÇÃO, valendo nota, para a próxima aula, dia 10 Nov 2015: cada aluno deverá entregar 1 (um) espaçomodelo montado e o relatório do projeto dele de acordo com o texto do arquivo Trabalho_Projeto_TM273_2015-2.pdf

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_2015-2.pdf]
- Executar parte do projeto durante a aula; estarão disponíveis para os alunos: 1 balança e 1 paquímetro.

Aula 10: lecionada em 27 Out 2015 (período: 16:30-18:10=1h40; 4 alunos)

Objetivos:

- Mostrar o efeito das empenas sobre o desempenho do Sondinha II [Otimizacao_empenas_Sondinha_II_Marchi_et_al_1989.pdf]
- Aprender a usar o aplicativo RockSim 7.0 com curva de empuxo própria [RockSim7_tutorial4.pdf (página 1 até a página 8)]
- Esclarecer dúvidas sobre o projeto [Trabalho_Projeto_TM273_2015-2.pdf]
- Executar parte do projeto durante a aula; estarão disponíveis para os alunos: 1 balança e 1 paquímetro.

Aula 9: lecionada em 20 Out 2015 (período: 16:30-18:25=1h55; 4 alunos)

Objetivos:

- Aprender a usar o aplicativo RockSim 7.0 para calcular trajetória [RockSim7_tutorial3.pdf (página 1 até a página 21)]
- Mostrar os atuais recordes brasileiros de minifoguetes: <http://ftp.demec.ufpr.br/foguete/Recordes/>
- Apresentar o trabalho sobre projeto de espaçomodelo [Trabalho_Projeto_TM273_2015-2.pdf]
- Entregar 1 motor da classe 1/4A0.2-0 (Fogos Imperial tipo LV) a cada aluno

Tarefa (sem valer nota) para concluir até a aula do dia 27 Out 2015: fazer o exercício do arquivo Exercício_RockSim_Tutorial_3_2014-2.pdf

Tarefa (**valendo nota**) para entregar até o dia 10 Nov 2015: individualmente, 1 espaçomodelo montado e o relatório do projeto dele de acordo com o texto do arquivo Trabalho_Projeto_TM273_2015-2.pdf

Aula 8: lecionada em 13 Out 2015 (período: 16:30-18:17=1h47; 4 alunos)

Objetivos:

- Cap. 5 Trajetória [Capitulo_05_Trajectoria_v2.pdf (página 1 até o fim da seção 5.5.2 na página 6)]; correção: na página 5 o diâmetro da semiesfera é $\approx 0,71$ do diâmetro do círculo
- 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 20 Out 2015: 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

SEM AULA em 6 Out 2015 conforme calendário letivo da UFPR

CONVITE:

Nos dias **6 e 7 Out 2015**, serão apresentados 7 trabalhos no EVINCI (Evento de Iniciação Científica) e ENAF (Encontro das Atividades Formativas) da UFPR, relatando as atividades das 5 equipes da UFPR que venceram o Festival de Minifoguetes de Curitiba 2015 e dois trabalhos de iniciação científica, todos desenvolvidos no Grupo de Foguetes Carl Sagan da UFPR. Os detalhes sobre títulos dos trabalhos, e dia, hora e local onde cada trabalho será apresentado será divulgado nos próximos dias no blog <http://foguetefpr.blogspot.com.br/>

Aula 7: lecionada em 29 Set 2015 (período: 16:35-17:55=1h20; 4 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)]
- Aprender a usar o aplicativo RockSim 7.0 para calcular o C_D [RockSim7_tutorial_2c.pdf (página 1 até a página 3)]
- Receber o trabalho dos testes estáticos [Trabalho_Teste_Estatico_TM273_2015-2.pdf]
- Comentar sobre o **Festival de Minifoguetes de Curitiba 2016** [<http://www.foguete.ufpr.br/>]

Tarefa (sem valer nota) para concluir até a aula do dia 13 Out 2015:

- 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

Aula 6: lecionada em 22 Set 2015 (período: 16:30-18:25=1h55; 6 alunos)

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_Teste_Estatico_TM273_2015-2.pdf]

Tarefa (sem valer nota) para concluir até a aula do dia 29 Set 2015:

- 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 15 Set 2015 (período: 16:35-18:10=1h35; 5 alunos)

Objetivos:

- Apresentar o trabalho sobre testes estáticos [Trabalho_Teste_Estatico_TM273_2015-2.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) um espaçomodelo estável (DI-16) e um instável (DI-20), 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 22 Set 2015: 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 29 Set 2015: fazer o relatório dos testes estáticos de acordo com o texto do arquivo Trabalho_Teste_Estatico_TM273_2015-2.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 1º Set 2015 (período: 16:35-18:05=1h30; 6 alunos)

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

Objetivos:

- 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 16 testes estáticos de motores de minifoguetes do tipo TA(15mm) do Grupo de Foguetes Carl Sagan, da UFPR, com aquisição de dados da força de empuxo ao longo do tempo de queima do propelente

Aula 3: lecionada em 25 Ago 2015 (período: 16:30-18:05=1h35; 6 alunos)

ATENÇÃO: a aula 4, do dia **1º Set 2015**, 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_incetezas_experimentais_2014-2.pdf; e Planilha_para_calculo_de_incetenza_2014-2.xlsx]

Tarefa (sem valer nota) para concluir até a aula do dia 1º Set 2015: fazer os exercícios 1 a 12 do arquivo Analise_de_incetezas_experimentais_2014-2.pdf

Leituras recomendadas para fazer até a aula do dia 1º Set 2015:

- relatorio_TE_motores_BT_2010_Jul_e_Set_v4.pdf
- Estes_TN-2.pdf

CONVITE: no dia **19 Ago 2015 (quarta-feira), às 15:30 h, no LMH** (Laboratório de Máquinas Hidráulicas) do DEMEC/UFPR, serão feitos diversos testes estáticos com motores de várias classes.

Aula 2: lecionada em 18 Ago 2015 (período: 16:31-18:15=1h44; 6 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 25 Ago 2015: fazer os 4 exercícios da seção 2.7 da apostila (conferir com Respostas_cap_2.pdf)

Tarefa para quem não veio à primeira aula do dia 11 Ago 2015: 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 11 Ago 2015 (período: 16:30-18:26=1h56; 4 alunos)

Objetivos:

- Mostrar fisicamente kits de espaçomodelos desmontados
- Mostrar fisicamente espaçomodelos montados
- Mostrar fisicamente um motor de espaçomodelo
- Mostrar fisicamente um espaçomodelo na rampa de lançamento
- Mostrar fisicamente equipamentos: sistema de ignição, ignitor, altímetro de bordo
- Mostrar fisicamente minifoguetes experimentais
- Mostrar fisicamente um motor-foguete a propelente líquido
- Apresentar o edital sobre a forma de comunicação com os alunos [edital_ftp_TM273_2015-2.pdf]
- Apresentar o plano de ensino da disciplina [plano_TM273_2015-2.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 recordes para cruzar os Estados Unidos [recorded_times_transportation_systems_NASA_1976.pdf]

Leituras recomendadas para fazer até o dia 18 Ago 2015:

- Material visto nesta aula
- PEB_IAE_2013_04_01.PDF