

UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA - UDESC
CENTRO DE CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS – CCT
JOINVILLE



Roteiro da Experiência 2

Construção de gráficos e linearização

FÍSICA EXPERIMENTAL I – FEX1001

Joinville/SC, julho de 2022

Exercício 1 – Gráfico em escala milimetrada e escala mono-log

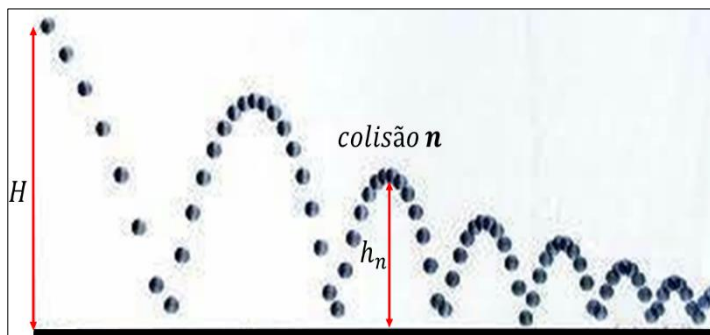
1. Objetivo

Determinar o coeficiente de restituição r entre uma bola e o chão.

2. Teoria

Em uma experiência de colisão inelástica [1], uma bola é solta do repouso de uma altura inicial H em relação ao chão e ela sofre um número n de colisões inelásticas sucessivas, quicando n vezes. A equação teórica que relaciona a altura h_n máxima que a bola sobe para um número n de colisões inelásticas sucessivas é

$$h_n = Hr^{2n} \quad (1).$$



3. Descrição da Experiência

Para cada número n de colisão, as alturas h_n são medidas por meio do gráfico em anexo.

4. Identificação das variáveis físicas

Identifique as variáveis das quantidades físicas (veja a 3. Descrição da Experiência)

Quantidade Física	Variável
Nº n de colisão	
Altura h_n	

5. Tabela

Tabela 1				$h_0(m) =$			
$h_n(m)$							
$\log(h_n)$							
$n(-)$	1	2	3	4	5	6	7

- Determine pelo gráfico em anexo, a altura inicial h_0 .
- Determine pelo gráfico em anexo, as alturas máximas h_n atingida pela bola para cada número n de colisão e anote.
- Calcule o logaritmo da altura h_n e complete a **Tabela 1**.

6. Construção de gráfico linear e determinação dos coeficientes a' e b' da equação da reta $y'(x') = a'x' + b'$.

I. Construção de gráficos e linearização na escala milimetrada

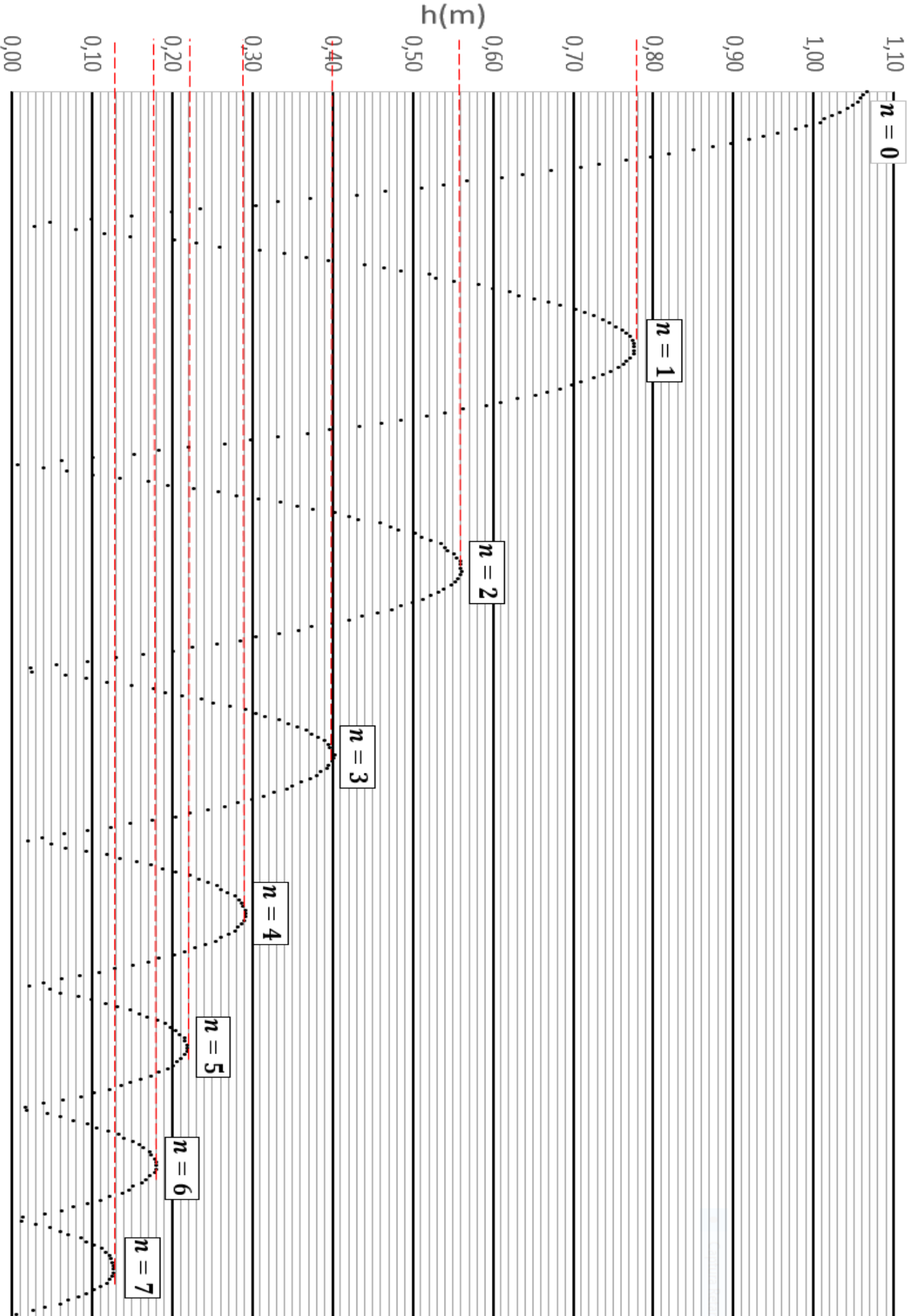
- A partir da **Tabela 1**, faça um gráfico linear $\log(h_n)$ vs n . Indique na reta obtida no gráfico, os pontos P_1 , P_2 e P_3 . Apresente os valores lidos com suas respectivas unidades.
- A partir dos valores dos pontos P_1 , P_2 e P_3 , calcule os coeficientes o valor de a' e b' com suas respectivas unidades.
- Linearize a equação (1) para o gráfico construído e obtenha as equações para a' e b' .
- Determine o valor experimental de r e H a partir dos valores de a' e b' do item (c) e das equações obtidas na linearização no item (d).
- Determine o erro percentual de H . Considere como referência o valor anotado de h_0 .

II. Construção de gráficos e linearização na escala mono-log

- A partir da **Tabela 1**, faça um gráfico linear h_n vs n . Indique na reta obtida no gráfico, os pontos P_1 , P_2 e P_3 . Apresente os valores lidos com suas respectivas unidades.
- A partir dos valores dos pontos P_1 , P_2 e P_3 , calcule os coeficientes o valor de a' e b' com suas respectivas unidades.
- Linearize a equação (1) para o gráfico construído e obtenha as equações para a' e b' .
- Determine o valor experimental de r e H a partir dos valores de a' e b' do item (c) e das equações obtidas na linearização no item (d).
- Determine o erro percentual de H . Considere como referência o valor anotado de h_0 .

Referências

[1] Experiência 7 – Colisão inelástica, FEX1001, UDESC/CCT, Joinville, 2022.



Exercício 2 – Gráfico em escala milimetrada e escala di-log

1. Objetivo

Determinar a massa do Sol.

2. Teoria

O movimento planetário é descrito pelas leis de Kepler, conhecidos como lei das órbitas elípticas (*Figura 1*), lei das áreas e lei dos períodos [1]. Esta última descreve o período orbital T (tempo que leva para completar a órbita) em função da distância média entre o planeta e o Sol a (semieixo maior da elipse)

$$T^2 = \left(\frac{4\pi^2}{GM}\right) a^3, (1)$$

onde M é a massa do corpo celeste no foco F da elipse, e $G = 6,674184 \times 10^{-11} \frac{m^3}{kg.s^2}$ a constante gravitacional.

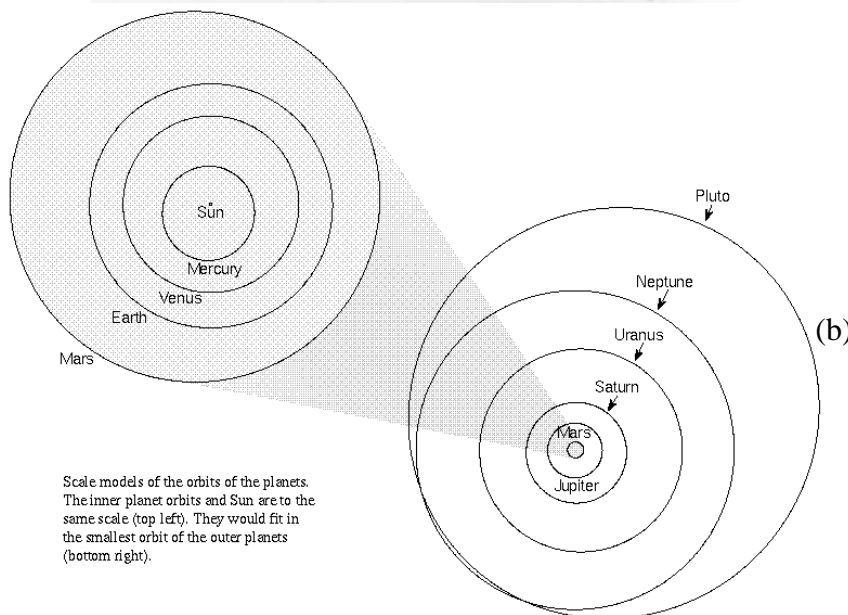
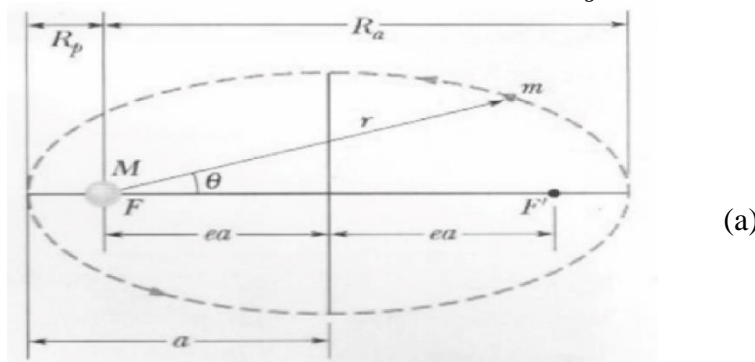


Figura 1: (a) Órbita elíptica do planeta, onde R_p é o periélio, R_a o afélio e $a = (R_p + R_a)/2$ é o semieixo maior da elipse, a distância média entre o planeta e o Sol. (b) Sistema solar e orbita dos planetas em escala. Entre Marte e Júpiter há um cinturão de asteroides (C.A.) não representado na figura. Na escala é apresentada os planetas internos ao C.A. e os planetas externos ao C.A.

3. Descrição da Experiência

Em uma observação astronômica, um planeta localizado a uma a distância média a do Sol é escolhido arbitrariamente e o período T é registrado na **Tabela 1** [2].

4. Identificação das variáveis físicas

Identifique as variáveis das quantidades físicas (veja a **3. Descrição da Experiência**)

Quantidade Física	Variável
Distância média a	
Período orbital T	

5. Tabelas

Tabela 1 (UA é Unidade Astronômica, distância média entre o Sol e a Terra)			Tabela 2	
Planeta	$a(UA)$	$T(ano)$	$a^3(UA^3)$	$T^2(ano^2)$
Planetas internos ao C.A.				
Mercúrio	0,387	0,241		
Vênus	0,723	0,615		
Terra	1,000	1,000		
Marte	1,524	1,881		
Planetas externos ao C.A.				
Júpiter	5,203	11,863		
Saturno	9,537	29,448		
Urano	19,189	84,017		
Netuno	30,070	164,791		

(a) A partir dos valores da **Tabela 1**, calcule e complete **Tabela 2**.

6. Construção de gráfico linear e determinação dos coeficientes a' e b' da equação da reta $y'(x') = a'x' + b'$.

As tabelas 1 e 2 estão divididos em planetas internos ao C.A. e externos ao C.A. devido as limitações da escala que surgem ao fazer gráficos em papel.

- **Gráficos em papel:** Construir com os planetas internos ao C.A. durante a aula. Se houver tempo, construir gráficos com os planetas externos ao C.A. durante a aula.
- **Gráficos em Excel:** Não há limitação de escala, utilizar todos os valores das tabelas.

I. Construção de gráficos e linearização na escala milimetrada

- A partir da **Tabela 2**, faça um gráfico linear e indique na reta obtida no gráfico, os pontos P_1 , P_2 e P_3 . Apresente os valores lidos com suas respectivas unidades.
- A partir dos valores dos pontos P_1 , P_2 e P_3 , calcule os coeficientes o valor de a' e b' no Sistema Internacional de unidades. Considere $1 UA = 1,4959 \times 10^{11} m$, $1 ano = 31557600 s$ e $G = 6,674184 \times 10^{-11} \frac{m^3}{kg \cdot s^2}$.
- Linearize a equação (1) para o gráfico construído e obtenha as equações para a' e b' .
- Determine o valor da massa do Sol M a partir dos valores de a' e b' em (b) e das equações obtidas na linearização (c).
- Determine o erro percentual de M . Considere como valor de referência $M = 1,98847 \times 10^{30} kg$.

II. Construção de gráficos e linearização na escala di-log

- A partir da **Tabela 1**, faça um gráfico linear e indique na reta obtida no gráfico, os pontos P_1 , P_2 e P_3 . Apresente os valores lidos com suas respectivas unidades.
- A partir dos valores dos pontos P_1 , P_2 e P_3 , calcule os coeficientes o valor de a' e b' no Sistema Internacional de unidades. Considere $1 UA = 1,4959 \times 10^{11} m$, $1 ano = 31557600 s$ e $G = 6,674184 \times 10^{-11} \frac{m^3}{kg \cdot s^2}$.
- Linearize a equação (1) para o gráfico construído e obtenha as equações para a' e b' .
- Determine o valor da massa do Sol M a partir dos valores de a' e b' em (b) e das equações obtidas na linearização (c).
- Determine o erro percentual de M . Considere como valor de referência $M = 1,98847 \times 10^{30} kg$.

Referências

[1] HALLIDAY, D., RENSICK, R. e WALKER, J. – Fundamentos de Física – Volume 2 – Gravitação, Ondas e Termodinâmica – Livros Técnicos e Científicos Editora – 8ª Edição.

[2] [Sol Planetary System Data \(princeton.edu\)](http://Sol.Planetary.System.Data.princeton.edu)