

Laboratório de Mecânica
4300254
6^a Aula

Nemitala Added

nemitala@if.usp.br

Prédio novo do Linac, sala 204, r. 6824

Experimento 3

Rolamento

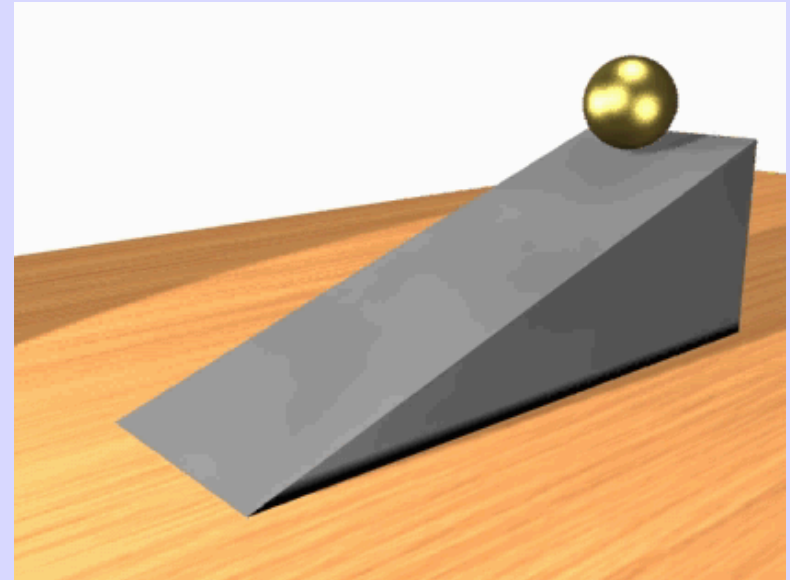
Influência da distribuição de massa (momento de inércia)

Variação de parâmetros

Distribuição de massa

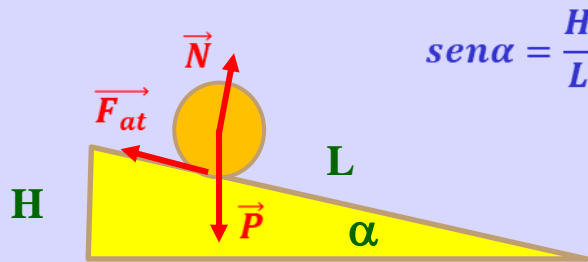
Movimento sem escorregamento

Histogramas + Gráficos



É possível checar homogeneidade da distribuição de massa em um corpo?

Movimento em plano inclinado



$$\text{sen}\alpha = \frac{H}{L}$$

$$m \frac{d^2x}{dt^2} = P \text{ sen}\alpha - F_{at} \quad P \text{ cos}\alpha = N$$

Sem atrito

$$\frac{d^2x}{dt^2} = g \text{ sen}\alpha$$

Todos os pontos com a mesma velocidade

Com atrito

Escorregamento + rolamento

Pontos com velocidades diferentes

Movimento sem escorregamento

Rotação em torno de um eixo instantâneo de rotação

Eixo muda continuamente de posição

Eixo paralelo passando pelo CM

Translação + rotação

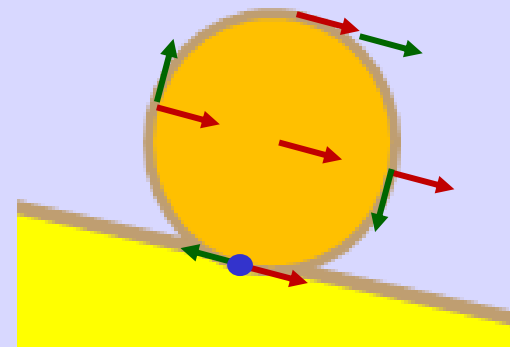
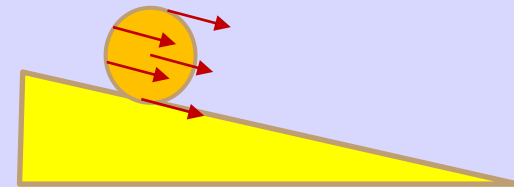
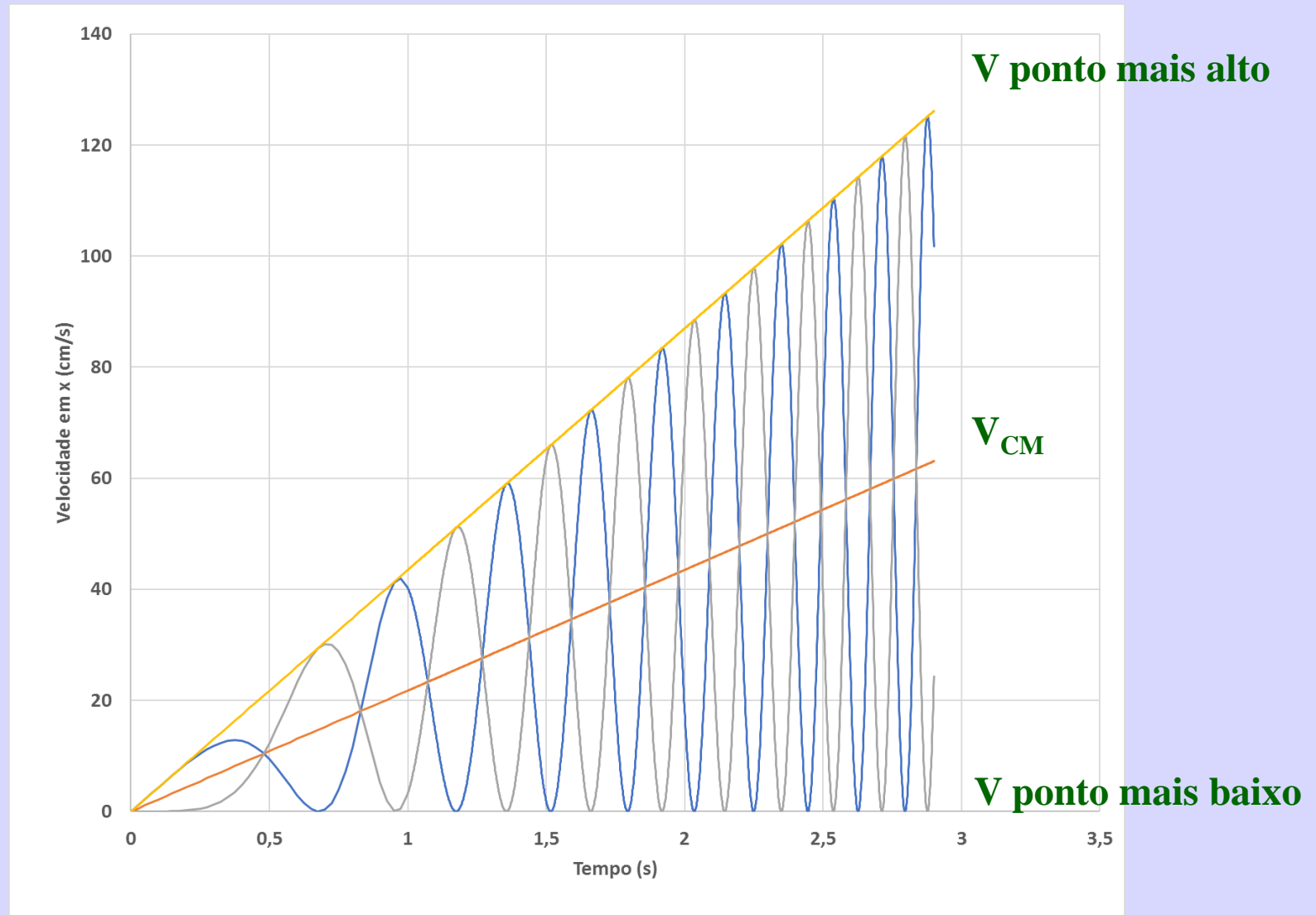


Gráfico da componente V_x



Movimento em plano inclinado

Deduzindo equação de movimento em relação ao CM

Translação do CM (resultante das forças)

$$\frac{d^2 x}{dt^2} = g \operatorname{sen} \alpha - \frac{F_{at}}{m}$$

Rotação (torque em relação ao CM)

$$\tau = F_{at} R = I \frac{d^2 \varphi}{dt^2} \quad F_{at} = \frac{I}{R} \frac{d^2 \varphi}{dt^2}$$

Lembrando que

$$\frac{dx}{dt} = R \frac{d\varphi}{dt}$$

Como R constante

$$\frac{d^2 x}{dt^2} = R \frac{d^2 \varphi}{dt^2}$$

Resulta em

$$\frac{d^2 x}{dt^2} = g \operatorname{sen} \alpha - \frac{I}{mR^2} \frac{d^2 x}{dt^2}$$

$$\frac{d^2 x}{dt^2} = \frac{g \operatorname{sen} \alpha}{1 + \frac{I}{mR^2}}$$

Aceleração constante

Aceleração gravidade

Ângulo plano

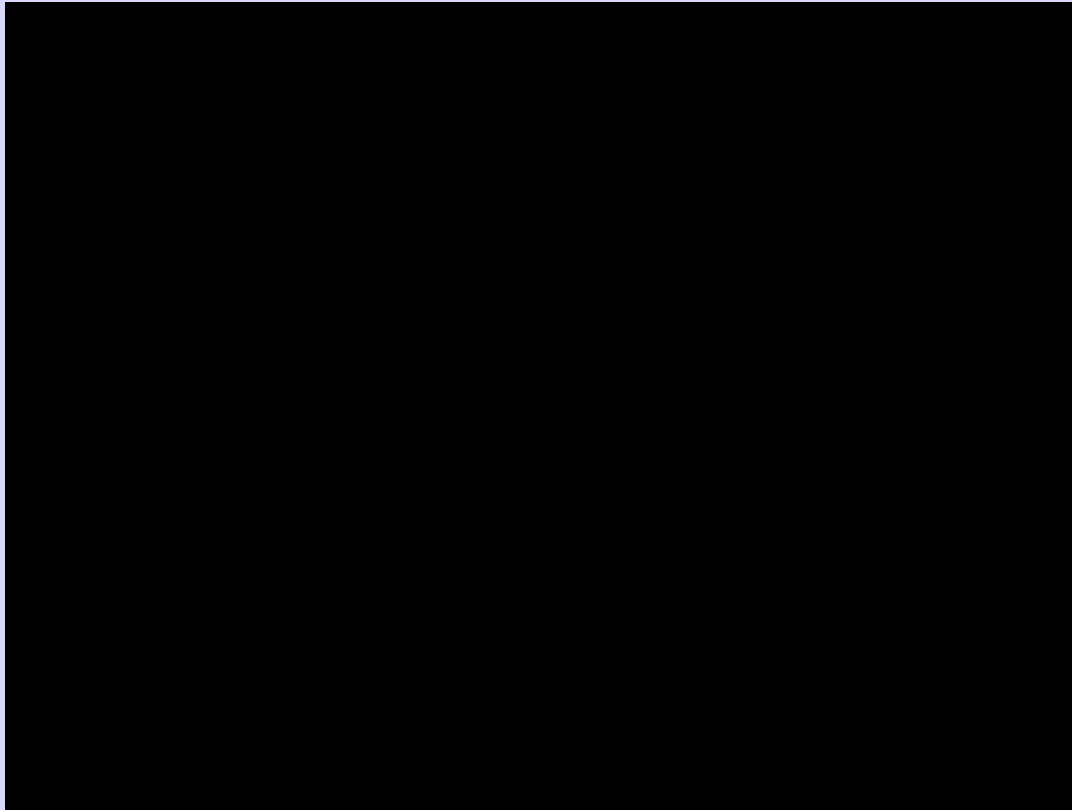
Momento de inércia

Equação de movimento

$$x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} \frac{g \operatorname{sen} \alpha}{K} t^2$$

Distribuição de massa

Massas iguais - Mesma geometria



Filme completo: <http://eaulas.usp.br/portal/video.action?idItem=5685>

Momento de Inércia

Distribuição de massa

Eixo de rotação

$$I = \int r^2 dm$$

Para um cilindro homogêneo

$$dm = \frac{M}{\pi R^2 H} r dr d\theta dz$$

Rotação no eixo de simetria

$$I = \frac{M}{\pi R^2 H} \int_0^R \int_0^{2\pi} \int_0^H r^3 dr d\theta dz$$

$$I = \frac{M}{\pi R^2 H} \frac{R^4}{4} 2\pi H = \frac{MR^2}{2}$$

Substituindo na equação da aceleração

$$\frac{d^2 x}{dt^2} = \frac{g \operatorname{sen} \alpha}{\left(1 + \frac{I}{MR^2}\right)} = \frac{g \operatorname{sen} \alpha}{3/2}$$

Se homogêneo não depende massa ou raio

Atividades

Etapa

Medidas experimentais

Medir ângulo do plano inclinado

5 medidas de cada lado do plano (invertendo o calço de lado)

Medir o tempo de queda no plano

10 medidas de tempo para cada um dos 3 cilindros para o plano inclinado com o calço nos dois lados

Calcular o tempo médio entre as duas situações

$$t = \sqrt{\frac{2t_1^2 t_2^2}{(t_1^2 + t_2^2)}}$$

IMG_massa_latão_c1

VID_plano_latãoC1_direita

Arranjo experimental

Medidas em cm



Comprimento total da prancha ($1,20 \pm 0,01$) m

Percurso percorrido pelo cilindro ($1,000 \pm 0,005$) m

Suponha que bloco de madeira foi colocado no final da prancha

