



ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
Departamento de Engenharia Mecânica

Segundo Exercício de Modelagem e Simulação Computacional – Abril 2013
EMSC#2 - MECÂNICA B – PME 2200

Uma barra delgada de comprimento L e massa M está articulada em O . A barra é abandonada a um ângulo θ_0 sendo sujeita à ação gravitacional até colidir com a partícula A no ponto C . A partícula A tem massa m , posição vertical $u(t)$ e apoia-se sobre uma mola de rigidez k . O comprimento deformado da mola quando sujeito ao peso da massa m é u_0 , conforme mostrado na Figura 1. Obtenha as equações de movimento do sistema, implemente a solução numérica, realize as simulações conforme as condições iniciais indicadas e responda as questões formuladas. Considere que:

- a mola é bastante rígida para não haver mudança substancial da altura da partícula, de modo que os impactos ocorrem com $\theta \approx \pi/2$;
- os impactos ocorrem sem atrito, ortogonalmente à barra;
- a barra não encosta na guia da mola.

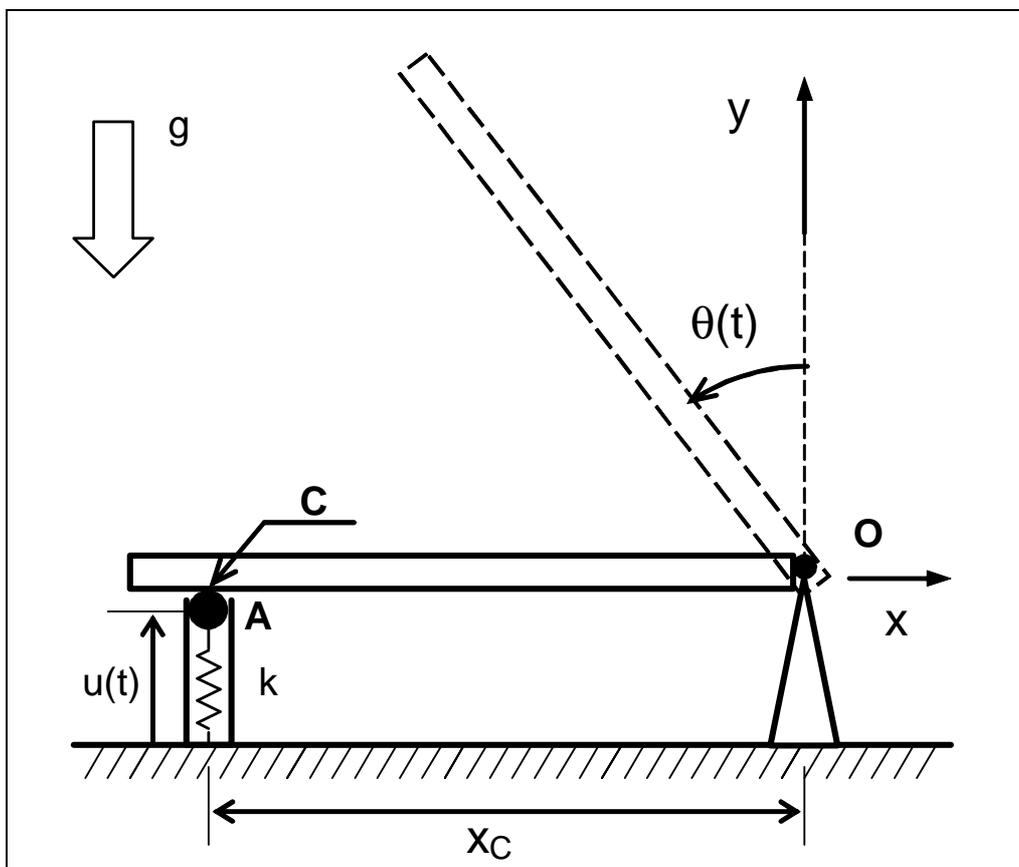


Figura 1 – Barra em queda livre e impacto com partícula



ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
Departamento de Engenharia Mecânica

Após escrever as equações representativas do movimento da barra e da massa, realize experimentos de simulação dinâmica adotando os dados numéricos e as condições enumeradas abaixo:

a) Dados gerais

$$M = 0,33 \text{ kg}$$

$$L = 1,0 \text{ m}$$

$$x_C = 1,0 \text{ m}$$

$$m = 0,30 \text{ kg}$$

$$k = 1000 \text{ N/m}$$

$$g = 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$e=1$$

$$\text{passo de integração} = 0,001\text{s}$$

$$\text{tempo total de simulação} = \mathbf{3,0\text{s}}$$

Condições iniciais:

$$1^{\text{a}} \quad \theta(0)=10^\circ, \quad \dot{\theta}(0)=0 \text{ rad/s} \quad u(0)=0 \quad \dot{u}(0)=0$$

$$2^{\text{a}} \quad \theta(0)=60^\circ, \quad \dot{\theta}(0)=1 \text{ rad/s} \quad u(0)=0 \quad \dot{u}(0)=0$$

Execute as seguintes tarefas:

- 1) Desenhe os gráficos de variação temporal de posições e velocidades angulares da barra e lineares da massa;
- 2) Repita a simulação com $e=0.5$ e interprete os resultados.

Para você que já concluiu as tarefas anteriores, resolva, optativamente, os seguintes problemas:

- 1) Determine o valor do impulso entre a barra e a partícula a cada evento de choque;
- 2) Determine o valor do impulso reativo na articulação O a cada evento de choque;