

## Roteiro do Experimento “Energia” – Parte I

### A) Introdução ao experimento

O experimento consiste em analisar o movimento de oscilação de um carrinho, preso por molas, sobre um trilho de ar. O objetivo final é estudar o comportamento das energias cinética, potencial e total do sistema, em função do tempo, mas, nesta primeira parte, vamos apenas coletar os dados e prepará-los para a análise que será realizada em grupos na 2ª parte.

### B) Procedimento de análise

**B1.** Assista ao vídeo disponível na aba *Apresentação* da página do experimento, observando o comportamento periódico do movimento do carrinho.

**B2.** Observe os quadros da situação que lhe foi designada. A sequência dos quadros corresponde a uma oscilação completa. Anote os valores das massas das molas e do carrinho (disponíveis na aba *Filmes e Quadros* da página do experimento) e os valores das constantes elásticas das molas, segundo a Tabela 1 do Apêndice.

**B3.** Monte uma tabela associando os valores das posições do carrinho, medidos através da trena, com os respectivos instantes de tempo, indicados à direita dos quadros. Anote o valor da posição de equilíbrio,  $S_0$ , segundo a Tabela 2 do Apêndice.

**B4.** Por conta do truque que vamos usar para determinar a velocidade com melhor precisão, precisamos calcular o instante médio do intervalo de tempo  $[t_{i-1}; t_{i+1}]$  usado para estimar a derivada da posição, ou seja, para cada  $i$  calculamos o instante médio a partir da fórmula:

$$t'_i = \frac{t_{i-1} + t_{i+1}}{2}$$

**B5.** Calcule a velocidade no instante médio  $t'_i$  como sendo a velocidade média no intervalo de tempo  $[t_{i-1}; t_{i+1}]$ , ou seja:

$$v(t'_i) \cong \frac{x(t_{i+1}) - x(t_{i-1})}{t_{i+1} - t_{i-1}}$$

onde a notação  $x(t_{i+1})$  na fórmula significa a posição da quina dianteira do carrinho no instante de tempo  $t_{i+1}$ .

**B6.** Faça os cálculos na planilha para todos os  $i$  possíveis (não será possível estimar a velocidade nem no primeiro nem no último quadro) e com os valores obtidos faça um gráfico da evolução temporal da velocidade,  $t'_i \times v(t'_i)$ .

**B7.** Calcule os valores das energias cinética  $E_c(t'_i)$  e potencial elástica  $E_p(t'_i)$  em cada instante  $t'_i$ , a partir das equações

$$E_c(t'_i) = \frac{1}{2} m \cdot [v(t'_i)]^2$$

$$E_p(t'_i) = \frac{1}{2} (k_1 + k_2) \cdot (x_i - x_0)^2$$

onde  $m$ , na expressão da energia cinética, é um valor de massa que deve incluir a massa das molas; uma primeira aproximação é somar metade da massa de cada mola à massa do carrinho.

**B8.** Calcule a energia total do sistema  $E_{total}(t'_i)$ .

*Importante!* use o sistema CGS para as unidades de energia.

### C) Procedimento de elaboração da síntese

Você deve entregar apenas uma síntese dos resultados experimentais; o relatório propriamente dito será feito em grupo, contendo uma análise dos seus resultados juntamente com os resultados obtidos por mais outros colegas. A síntese desta primeira parte deve conter as seções relacionadas abaixo:

**C1. Identificação:** inclua nome, turma e a identificação do conjunto de dados (situação) que analisou.

**C2. Dados Obtidos:** apresente os dados brutos de posição e tempo extraídos da análise inicial do conjunto de quadros. Apresente também uma tabela com os valores de  $t'_i$ ,  $v(t'_i)$ ,  $E_c(t'_i)$ ,  $E_p(t'_i)$  e  $E_{total}(t'_i)$ , bem como o gráfico da velocidade em função do tempo. Verifique se expressou os valores das grandezas em unidades apropriadas e com o número adequado de algarismos significativos, bem como se inseriu barras de incerteza em todos os gráficos.

### D) Apêndice

**Tabela 1** – A última coluna fornece a constante de força  $k$  da mola identificada pelo número que aparece na 1ª coluna. A coluna do meio relaciona as situações em que a mola foi usada.

Mola	Situações	k(d/cm)
1	1 a 10	3750
2	1 a 10	3915
5	11 a 20	17000
6	11 a 20	16000

**Tabela 2** – Valores das posições de equilíbrio das molas utilizadas no experimento.

Situações	Posições de equilíbrio (cm)
1 – 10	160
11 - 20	164