

AL 2.2 – Bola Saltitona

Autora : Fernanda Neri

TI-Nspire™

Palavras-chave:

Energia cinética; Energia Potencial; Energia Mecânica; Forças conservativas; Forças dissipativas; Transformação de energia; Transferência de energia; Coeficiente de elasticidade.

Ficheiros associados:

bola_saltitona_atividade_professor; bola_saltitona_atividade_aluno; bola_saltitona.tns

1. Objetivos

Identificar transferências e transformações de energia que ocorrem num sistema;

Aplicar a Lei da Conservação da Energia;

Identificar a dissipação de energia num sistema;

Relacionar o valor do coeficiente de restituição com uma determinada dissipação de energia;

Relacionar o valor do coeficiente de restituição com a elasticidade dos materiais.

2. Introdução teórica

A variação da energia mecânica de um sistema está relacionada com a variação da energia cinética e da energia potencial desse sistema. A energia dissipada está também relacionada com a variação da energia mecânica.

Se deixarmos cair uma bola na vertical, esta ao colidir com o solo ressalta. Durante o movimento da bola, ocorrem transformações e transferências de energia entre a bola e as vizinhanças, deste modo a energia total do sistema (bola) não se conserva. A bola no ressalto não sobe até à altura de que caiu pois mesmo que se despreze o efeito da resistência do ar há dissipação de energia quando a bola colide com o solo. Quando a bola bate no chão a sua energia interna varia devido a transferências de energia. A dissipação de energia pode estimar-se quando se relaciona com o valor do coeficiente de restituição. Numa colisão em que o alvo (neste caso o solo) é fixo, define-se coeficiente de restituição (e) pelo quociente:

$$e = \frac{v_{afast}}{v_{aprox}}$$

Em que V_{afast} corresponde à velocidade de afastamento e V_{aprox} corresponde à velocidade de aproximação (em relação ao solo). O coeficiente de restituição relaciona-se com a dissipação de energia e com a elasticidade dos materiais. Os valores de coeficiente de restituição estão compreendidos entre 0 e 1.

Quando:

- ♦ $e = 0$ (Toda a energia é dissipada, a bola não ressalta (fica parada)).
- ♦ $e = 1$ ($v_{afast} = v_{aprox}$) não há dissipação de energia e a bola sobe até à altura de queda.

Aplicando a Lei da Conservação da Energia Mecânica à queda e ao ressalto da bola, conclui-se que:

$$\frac{v_{afast}}{v_{aprox}} = \sqrt{\frac{h_{ressalto}}{h_{queda}}} = e$$

3. Comentários

Para minimizar o tempo de aquisição de dados cada grupo pode fazer a experiência com uma condição (tipo de piso ou tipo de bola) e depois comparar os resultados com os obtidos pelos restantes grupos e tirar conclusões.

O documento bola_saltitona.tns serve para o professor por os alunos a explorar dados de uma experiência já realizada e fazer

uma avaliação dos conceitos adquiridos nesta atividade.

4. Material

- ◆ Unidade portátil TI-Nspire ou computador com software TI-Nspire
- ◆ Lab Cradle
- ◆ CBR
- ◆ Bolas diferentes
- ◆ Esponja e/ou tecido

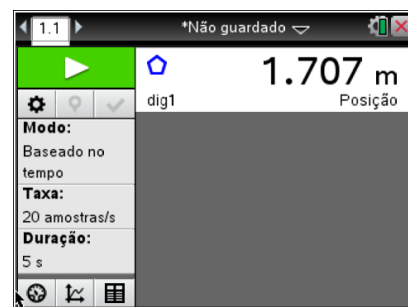


5. Procedimento

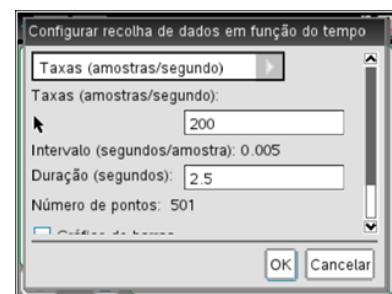
- A. Ligue o cabo de ligação à entrada digital do CBR ao canal digital do Lab Cradle.
- B. Ligue a unidade portátil, se surgir o ecrã ao lado pressione o ícone 



- C. É comum o sensor ser logo reconhecido aparecendo o seguinte ecrã



- D. Escolha um intervalo de tempo curto (2,5s) para isso faça **[menu]** → **[1]:Experiência** → **[8]: Modo de recolha** → **[1]:Baseado no Tempo**



- E. Coloque a bola a cerca de 30 cm do sensor de posição de quando acionar o botão do canto inferior esquerdo (iniciar) largue a bola.
- F. Repita a experiência usando uma bola diferente ou uma superfície de contacto diferente.

6. Resultados

Os gráficos obtidos podem ter dois aspetos diferentes, tal como vêm apresentados nas figuras abaixo

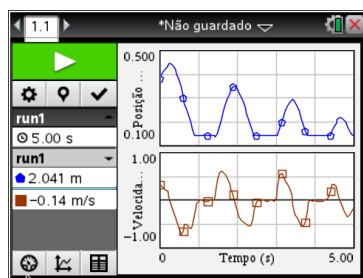


Figura A

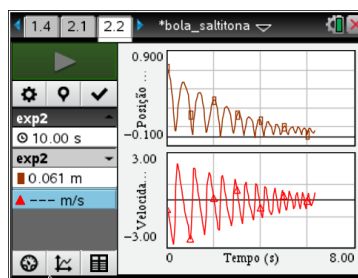


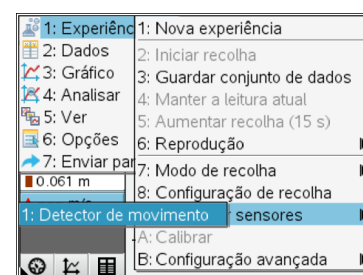
Figura B

Figura A: Leitura da distância do sensor à bola (quando cai afasta-se do sensor, aumentando a distância).

Figura B: Para conseguir um gráfico semelhante a este deve antes de iniciar a recolha de dados proceder como abaixo descrito:

menu → 1:Experiência → 9: Configurar sensor → 1:Detetor de movimento → Leituras invertidas

Para que os resultados sejam melhor compreendidos pelos alunos deve colocar o CBR num suporte e pousar a bola no chão debaixo do sensor, de modo que este meça a altura a que está da bola. Por isso para além de inverter deve colocar o sensor a zero.



menu → 1:Experiência → 9: Configurar sensor → 1:Detetor de movimento → Zero

Se obtiver um gráfico parecido com o da figura e quiser desprezar os dados que não interessam para o estudo selecione com o cursor a zona que pretende eliminar

menu → 2: dados → 5: rasurar dados → 1: Na região selecionada

Para ajustar os dados faça:

3: Gráfico → 7: Utilizar escala automática agora

Organize uma tabela na qual registre os valores recolhidos no gráfico com as alturas de queda e as alturas de ressalto. Para isso abra a página Listas e Folha de Cálculo.

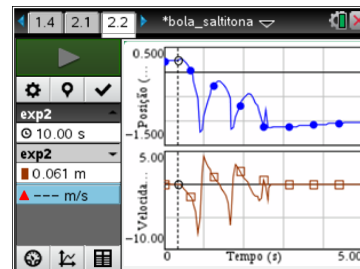
menu → 4: Adicionar Listas e Folha de Cálculo

Elabore um gráfico da altura de ressalto em função da altura de queda correspondente a cada uma das bolas usadas ou às diferentes superfícies.

menu → 5: Adicionar Dados e Estatística

Trace a reta que melhor se ajusta.

menu → 4: Analisar → 6: Regressão



7. Conclusões

O coeficiente de restituição da bola, obtido deve estar compreendido entre zero e um, quanto menor for o coeficiente de restituição maior é a energia dissipada.

Na determinação do coeficiente de restituição usando o CBR podem ter ocorrido erros tais como não manter o CBR na mesma posição em relação à bola quando tentamos acompanhar o movimento da bola.

8. Questionários

bola_saltitona_atividade_aluno

Preparação da experiência:

1. Não.
2. A bola que tiver maior elasticidade atingirá uma altura mais próxima da altura de queda.
3. Não.
4. Se se desprezar a resistência do ar durante a queda há energia potencial que é transformada em cinética.
Quando toca com o solo há transferência de energia para o solo havendo parte da energia cinética que se transforma em energia interna.
Quando ressalta há transformação de energia cinética em energia potencial.
5. Nesta experiência não há conservação de energia mecânica, pois há sempre energia dissipada, quer quando a bola toca no chão quer mesmo devido à resistência do ar.

Resultados:

1. Não. (O aluno pode usar os valor de $h_{\max}$ para calcular a E_p antes de largar a bola e no valor da velocidade máxima que corresponde ao ponto em que a bola bate no chão e verificar se mesmo aí $\sqrt{\frac{h_{\text{ressalto}}}{h_{\text{queda}}}} = e$ há $\sqrt{0.444947} = e$ conservação da energia mecânica)
2. Traçando a regressão que melhor se ajusta aos dados verifica que o declive da reta corresponde a
Como então

