

Relatório Final para F809: **Leis de Conservação sobre trilho de ar**

28 de Novembro de 2005

Aluno: Ricardo L. Henrique, 002401

Orientador: Y. E. Nagai

Introdução

Este relatório vem mostrar os aspectos finais da colisão entre dois moveis sobre um trilho de ar. Com isso, os cálculos necessário para se provar a conservação do momento linear, bem como da energia mecânica total dos sistema.



Fig.1: Foto do trilho de ar com os carrinhos ligados ao aspirador invertido.

Descrição

Este experimento utilizou um trilho de ar em “V” e dois moveis suspensos sobre o trilho com uma mola entre eles. Cada carrinho continha um lançador vertical de tinta usando um material piezoelétrico a frequência de 10 Hz. A tinta serve para marcar um papel e conseqüentemente calcular a velocidade dos carrinhos.

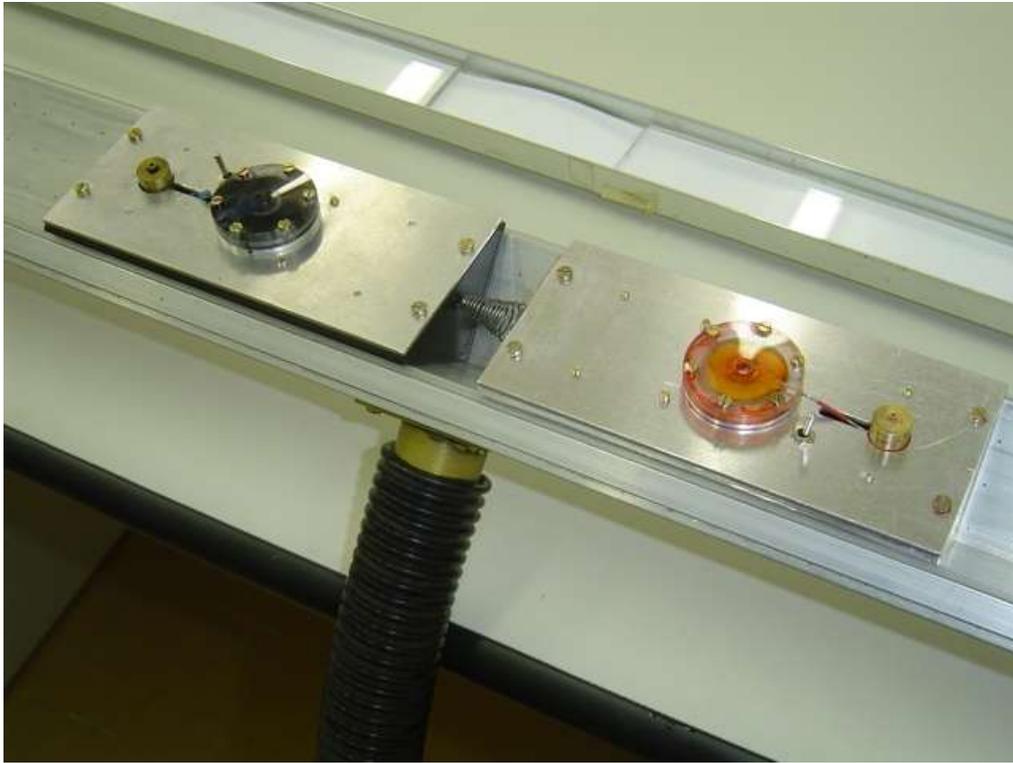


Fig.2: Fotos dos dois carrinhos sobre o trilho colidindo.

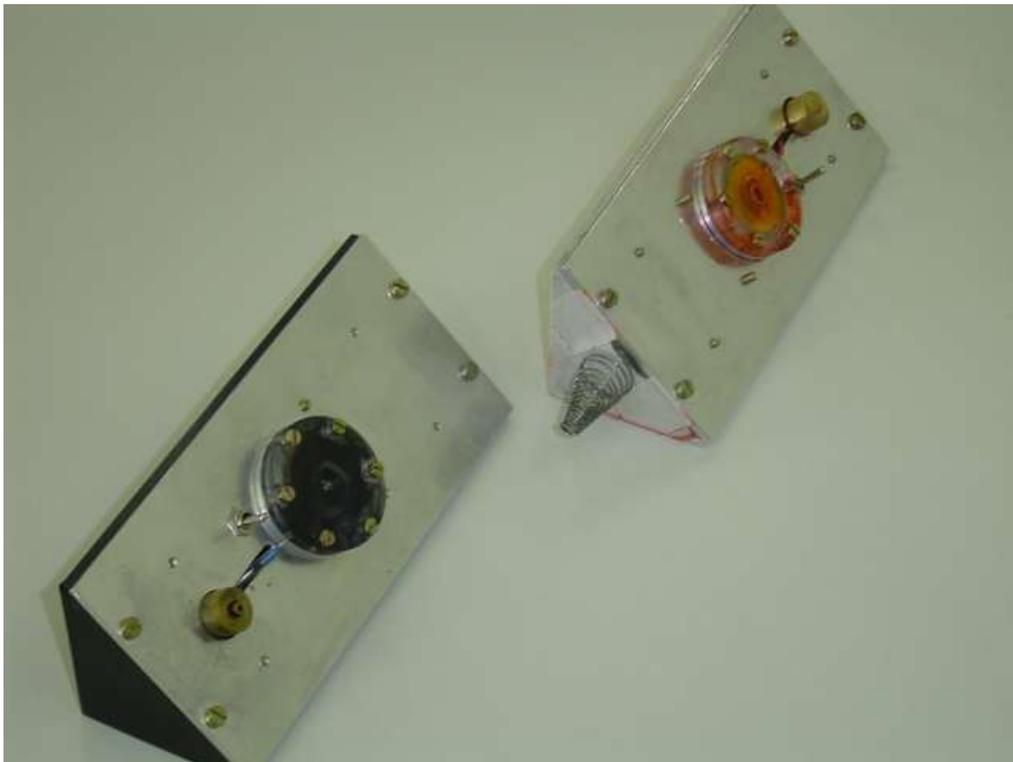


Fig.3: Fotos dos carrinhos em com base em "V".

Primeiramente os carrinho foram construídos usando-se uma bateria comum de 9 V. Essa tensão passa por um pequeno transformador para diminuí-la. Posteriormente este sinal passa por uma série de transistores, capacitores e diodos que fazem o sinal pulsar. Por fim o sinal foi regulado para pulsar a 10 Hz de frequência.

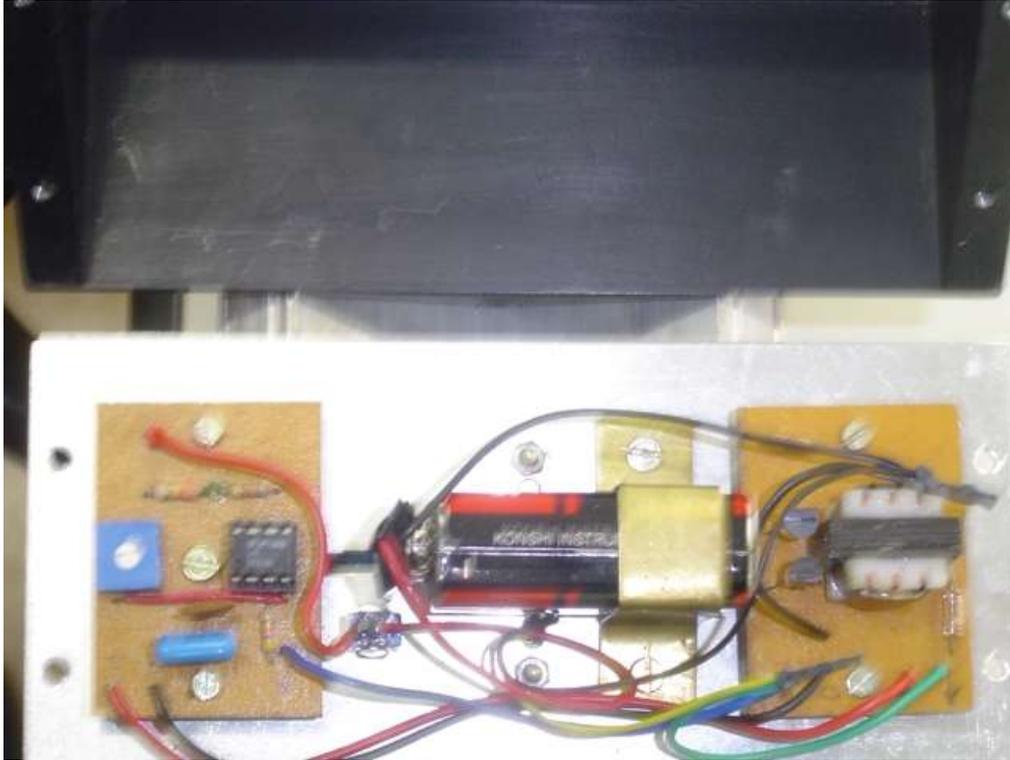


Fig.4: Foto do circuito elétrico interno do carrinho.

O pulso de elétrico é enviado para um anel com material piezoelétrico que deflete em um reservatório de tinta. Essa deflexão faz pressão dentro do reservatório que, conseqüentemente, lança uma gotícula dessa tinta por um orifício.



Fig.5: Foto do aparato para recarga de tinta no carrinho.

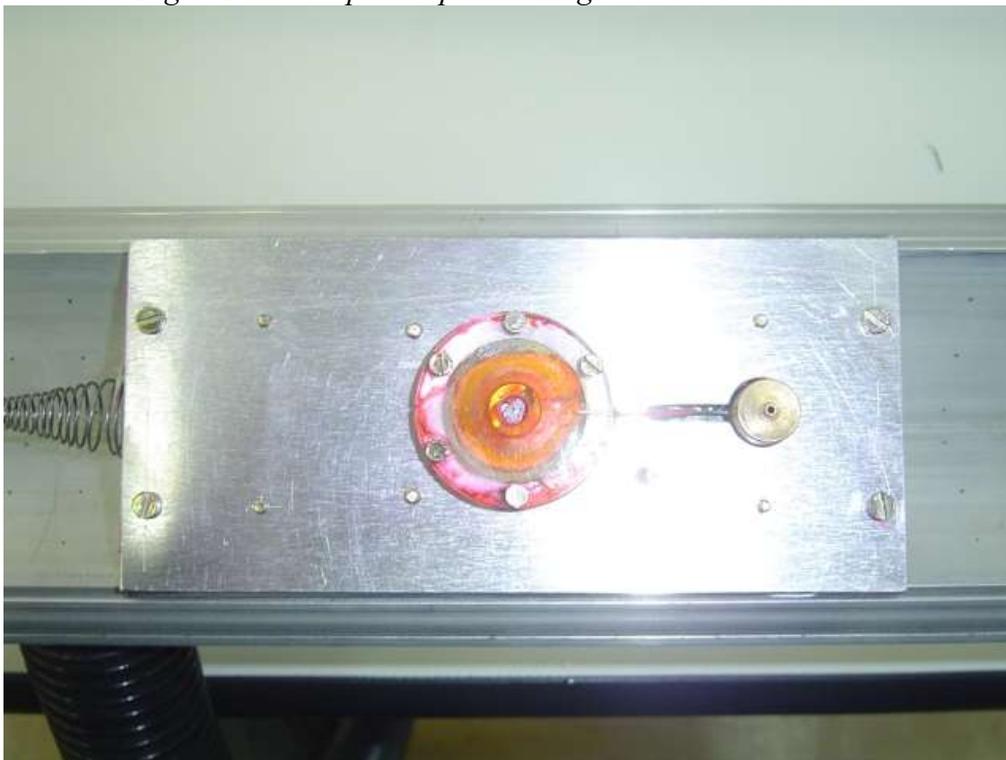


Fig.6: Foto superior do carrinho e o respectivo lançador vertical de tinta.

Procedimento

Os carrinhos foram colocados sobre o trilho de ar ligados, ou seja, os lançadores de tinta ligados. Então o papel marcador foi colocado sobre toda extensão do trilho e, por fim, foi dada uma velocidade inicial aos carrinhos manualmente.

Conhecida a frequência de lançamentos das gotículas lançadas sobre o papel, medindo-se a distancia entre essas gotas, descobre-se a velocidade do carrinho.

Agora, sabendo-se a velocidade de cada carrinho e sua massa, calcula-se o momento linear assim como a energia cinética destes.

Dado que os carrinhos têm massa fixa, onde a massa perdida por lançar as gotículas de tinta são desprezíveis:

As massas dos carrinhos são:

$$M_B = 326,0 \text{ g}$$

$$M_A = 342,0 \text{ g}$$

Conservação do Momento Linear:

Usando a segunda Lei de Newton,

$$\vec{F} = d\vec{p}/dt$$

$$d\vec{p} = \vec{F}(t)dt$$

$$\int_{p_i}^{p_f} d\vec{p} = \int_{p_i}^{p_f} F(t)dt = \vec{J}$$

$$\vec{J} = \Delta\vec{p} = F_{méd} \Delta t$$

“Em um sistema isolado e fechado, contendo uma colisão, a quantidade de movimento linear de cada corpo pode variar, mas a quantidade de movimento linear total \vec{P} do sistema não pode variar.” [1]

Ou seja,

(quantidade de movimento total \vec{P}_i antes da colisão) = (quantidade de movimento total \vec{P}_f depois da colisão)

Assim, se usamos, no trilho de ar, somente uma dimensão, ao longo do eixo horizontal, podemos escrever:

$$m_A v_{Ai} + m_B v_{Bi} = m_A v_{Af} + m_B v_{Bf} \quad (1)$$

Conservação da Energia Mecânica:

Em um sistema isolado, as variações de energia existem, mas a soma total das energias não se altera. Como exemplos de energia cinética (K), potencial gravitacional (U(y)) e potencial elástica (U(x)).

$$E_{mec} = K + U(y) + U(x)$$

Essa energia mecânica deve ser uma constante para antes e depois de uma colisão. Sabendo que no trilho de ar não teremos variação de altura, nem o uso de uma mola.

Assim:

$$\Delta U(x) = 0$$

$$\Delta U(y) = 0$$

então

$$\Delta E_{mec} = \Delta K$$

e

$$K = \frac{1}{2} m v^2$$

Portanto:

$$K_{Ai} + K_{Bi} = K_{Af} + K_{Bf} \quad (2)$$

Cálculo da velocidade dos carrinhos

$$f = 10 \text{ Hz}$$

$$f = \frac{1}{T}$$

$$v = \frac{\Delta S}{\Delta t} \rightarrow v = \frac{d}{T}$$

$$v = d \cdot f$$

Sendo d a distância entre as gotículas lançadas sobre o papel marcador.

Dados

Foram feitas colisões simples, ou seja, onde a velocidade inicial do carrinho B é sempre zero $v_{Bi} = 0$.

v_{Ai} (cm/s)	v_{Bi} (cm/s)	v_{Af} (cm/s)	v_{Bf} (cm/s)	Δp (%)	ΔE_{mec} (%)
90	0	4	96	1,6	8,6
51	0	0	57	6,5	19

28	0	0	32	8,9	24
38	0	2	34	-9,5	-24
60	0	0	60	-4,7	-5
34	0	1	30	-13	-26
52	0	2	48	-8,9	-19
57	0	0	56	-6,4	-8
10,5	0	0,5	9	-14	-30
55	0	0	64	10	29
21,5	4	5	20	-5	-15

Tab.1: Dados experimentais

As contas de variação de momento e de energia cinética foram feitas para se perceber a porcentagem de perda ou ganho destes após a colisão; calculadas pelas equações (1) e (2) respectivamente.

Conclusão

Inicialmente a maior dificuldade foi fazer o jateador de material piezoelétrico funcionar corretamente. Regular a frequência, desentupir o jateador, vedar corretamente o reservatório de tinta para que exista pressão suficiente para o lançamento das gotículas marcadoras e nivelar o trilho. Ajustar o ângulo de abertura dos carrinhos para que coincidissem com o do trilho, foi um pouco das adversidades experimentais.

A análise dos dados obtidos com a colisão dos carrinhos não mostra importantes fatores que influenciaram no experimento.

Por razões óbvias o experimento não foi feito em um sistema isolado de perdas de energia. Ou seja, as condições experimentais foram relevantes nos resultados obtidos.

O principal fator de perda de energia foi quando ocorria a colisão, os carrinhos tinham seu centro de massa deslocados do eixo horizontal, raspando nas paredes do trilho. Outros fatores como variação sistemática da frequência de lançamento das gotas, os furos do trilho de ar que fazem o carrinho oscilar, a própria resistência da viscosidade do ar. Perdas com a compressão da mola também são efeitos de perda que não podem ser calculados sem uma estatística elaborada, ou seja, muitos pontos, mesmo assim, isso dependeria de que as colisões fossem sempre iguais, o que não acontece, visto que a velocidade inicial dos carrinhos é sempre diferente por ser lançado manualmente. Assim como, as colisões seriam melhores em baixas velocidades, mas nisso o desnível de arqueamento do trilho influencia drasticamente no movimento.

Portanto, vimos neste experimento que todos os dados ficaram com perdas menores que 30% da energia inicial, assim como colisões aonde a aproximação entre o antes e o pós-colisão chegou a apenas 5%.

Colisões aonde a energia final é maior que a inicial explica-se pelo fato de com o atrito com as paredes durante a colisão, o carrinho que deveria ter velocidade negativa não o faz.

Mas o objetivo principal do experimento foi alcança, visando conseguir por em prática o teste quanto à conservação de energia mecânica e momento linear usando um

jateador de tinta piezoelétrico. Isto porque a maioria dos marcadores de movimento usados, em trilhos de ar usam a descarga elétrica por uma grande diferença de potencial, o que torna inviável tal experimento para o ensino básico.

Bibliografia

[1] Halliday, Resnick, Walker. Fundamentos de Física 1, Mecânica, 6a. Ed. LTC. 2002.