10.4 Experimento 8: Segunda Lei de Newton

10.4.1 Objetivo

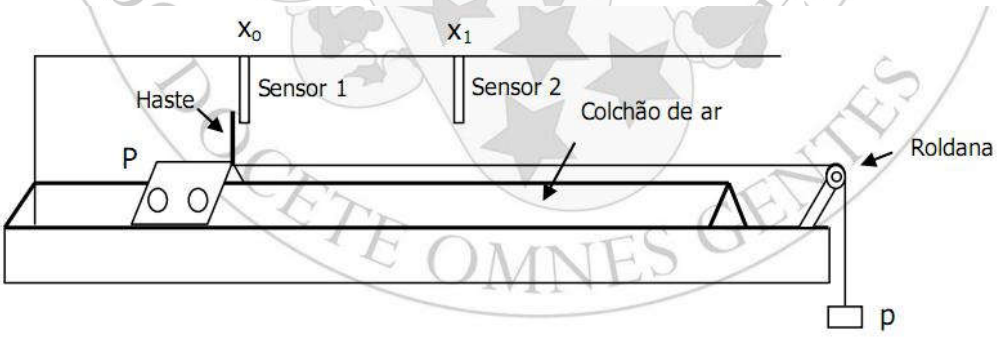
- ✓ Verificar que a aceleração adquirida por um corpo sob a ação de uma força constante é inversamente proporcional à massa, ou ao peso do corpo.

10.4.2 Materiais Necessários

- ✓ 01 colchão de ar com articulador dianteiro;
- ✓ 01 carro com imã e haste ativadora na cabeceira direita e mola com suporte na cabeceira esquerda;
- ✓ 08 massas acopláveis;
- ✓ 01 computador para ser utilizado como cronômetro digital;
- ✓ 02 sensores fotoelétricos;
- ✓ Polia;
- ✓ Fio com gancho e massa acoplada.

10.4.3 Montagem e Referencial Teórico

Considere dois objetos de pesos P e p, como na Figura 1:



Eles estão ligados entre si por meio de um fio muito leve e inextensível. Com esta montagem, as acelerações de P e p terão o mesmo módulo. Na ausência de

atrito entre as superfícies, o módulo da aceleração (a) de cada um dos objetos deverá ser:

$$a = \left(\frac{p}{P+p}\right) g \qquad (1)$$

Sendo g o módulo da aceleração da gravidade. Vamos adotar g = (9,80 ± 0,01) m/s^2.

Esta equação é obtida a partir da segunda lei de Newton, aplicada em cada um dos objetos de pesos P e p.

Neste experimento, usaremos um "colchão de ar". Este consiste de um trilho com orifícios laterais por onde o ar, proveniente de um compressor, escapa. O colchão de ar que se forma impede o contato entre as superfícies, eliminando o atrito.

Usaremos dois objetos de pesos P_1 e P_2, diferentes, puxados um de cada vez por um objeto de peso muito pequeno (p), se comparado com P_1 e P_2.

10.4.4 Procedimentos Experimentais

1. Escolha 04 pesos de massas iguais e acople ao carrinho. Pese o conjunto carro+pesos (chame de P_1) e anote seu valor na Tabela 1. Com o colchão de ar sem inclinação e desligado, coloque P_1 sobre este.

Obs: Não arraste o carro sobre o trilho com o colchão de ar desligado.

2. Pese o pequeno cilindro+gancho (chame de peso p) que será acoplado a P1 por meio de um fio, que passa por uma roldana. Veja Figura 1. Anote o valor de p na Tabela 1. Se preferir, pode usar somente o gancho.

3. Coloque a extremidade esquerda de P_1 sobre a posição 250 mm da escala (800 mm na escala do outro lado). O primeiro sensor deve ser posicionado de forma que a sombra da haste lateral do carro esteja sobre o buraco do mesmo, quando o carro se encontrar na posição descrita.

4. Coloque a extremidade esquerda do carro sobre a posição 300 mm da escala. Utilize a sombra da haste lateral do mesmo para posicionar o segundo sensor. Determine a incerteza na medida da posição por este método.

5. Anote a distância como sendo 50 mm ± a incerteza, determinada no procedimento 4.

6. Ligue o colchão de ar e verifique se o fluxo de ar é suficiente para eliminar o atrito entre o carrinho e o trilho, se não, regule com cuidado a bomba de ar.

7. Use o medidor de nível para verificar se o trilho está nivelado, se não, realize os ajustes necessários.

8. Posicione P_1 de forma que a haste fique o mais próximo possível do primeiro sensor. O carrinho quando solto nesta posição não deve se mover.

9. Monte o sistema, de acordo com a Figura 1. Ao fazer isto, mantenha este sistema em repouso (segure P_1). Não se esqueça de manter a haste de P_1 o mais próximo possível do primeiro sensor (isto garante que a velocidade inicial é da ordem de zero).

10. Um dos integrantes do grupo deve posicionar-se junto ao computador e colocar o cronômetro do experimento para funcionar.

11. Solte o carro da posição anterior. Se houver algum problema, chame o professor (ou monitor).

12. Anote, na Tabela 1, o tempo que o carro levou para percorrer a distância entre os sensores.

13. Repita os procedimentos 8 até 12, quatro vezes, anote na Tabela 1 os tempos (t) obtidos, a diferença entre eles será utilizada para a determinação do erro nas medidas de tempo.

14. Mova o segundo sensor 50 mm na escala (para 350 mm). Repita os procedimentos 8 a 13 para esta nova distância, depois aumente a distância mais 50 mm ... repita até que a posição final do segundo cursor seja de 600 mm. Anote os resultados na Tabela 1.

15. Troque os pesos que estão sobre carro, por outros. Chame o novo conjunto carro+pesos de P_2. Repita os procedimentos de 8 a 14, para este novo sistema. Anote os dados na Tabela 2.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO UNIVERSITÁRIO NORTE DO ESPÍRITO SANTO
Departamento de Engenharia e Ciências Exatas

Tabela 1 – Valores experimentais de pesos, distâncias percorridas, velocidades instantâneas e intervalos de tempo, necessários para o cálculo da aceleração do carro+pesos (P_1).

P_1 =				p=			
Distância (mm)	t_1	t_2	t_3	t_4	$t_m \pm \Delta t_m$	Velocidades instantâneas no fim do percursso com incerteza	
50							
100							
150							
200							
250							
300							
350							
400							
450							
500							
550							
600							

OBS: As velocidades instantâneas com respectivas incertezas, no final de cada percurso, podem ser obtidas utilizando as equações abaixo.

$$v = v_0 + a\Delta t$$

$$x = x_0 + v_0\Delta t + \frac{a\Delta t^2}{2}$$

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO UNIVERSITÁRIO NORTE DO ESPÍRITO SANTO
Departamento de Engenharia e Ciências Exatas

Obs: Considere v_0 = 0 em x = 0 (na posição 250 mm do colchão de ar).

Tabela 2 – Valores experimentais de pesos, distâncias percorridas, velocidades instantâneas e intervalos de tempo, necessários para o cálculo da aceleração do carro+pesos (P_2).

P_2 =				p=			
Distância (mm)	t_1	t_2	t_3	t_4	$t_m \pm \Delta t_m$	Velocidades instantâneas no fim do percursso com incerteza	
50							
100							
150							
200							
250							
300							
350							
400							
450							
500							
550							
600							

10.4.5 O que Incluir no Relatório do Experimento

- Faça gráficos de velocidade instantânea em função do tempo médio, para cada carro+pesos (P1 e P2), obtendo as respectivas acelerações (a_1 e a_2) e suas incertezas através dos respectivos coeficientes angulares das retas e suas incertezas.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO UNIVERSITÁRIO NORTE DO ESPÍRITO SANTO
Departamento de Engenharia e Ciências Exatas

- Calcule e compare $(P_1 + p)xa_1$ com $(P_2 + p)xa_2$ levando em consideração, as incertezas.

- Calcule e compare $(P_1 + p)/(P_2 + p)$ com a_2/a_1 levando em consideração as incertezas.

- Calcule pxg (com incerteza) e compare com os resultados acima.

- Os resultados destas comparações é o esperado ? Justifique. Caso não obtenha os resultados previstos, comente as possíveis causas.

- Deduza a equação (1), representando todas as forças numa figura e aplicando as leis de Newton a cada um dos corpos isoladamente.