

Segunda lei de Newton - Força constante

O objectivo deste trabalho é verificar a relação entre força, massa e aceleração.

Teoria: $a = F_{\text{resultante}}/m$

Para este trabalho experimental um sensor de força mede o movimento de um carrinho que é puxado por uma corda. A corda está ligada a uma massa e suspensa de uma roldana. Um sensor de força, montado no carrinho mede a força que acelera o carro. O computador calcula a velocidade do carrinho e o gráfico da velocidade em função do tempo mostra a aceleração do carrinho que depois é comparada com o valor teórico esperado.

Setup:

1. Ligar o Science Workshop interface ao computador, ligar o interface, e depois (só aqui!) ligar o computador.
2. Ligar as fichas do sensor de movimento aos canais digitais 1 e 2 do interface: Ligar a ficha amarela ao canal digital 1 e a segunda ficha ao canal digital 2
3. Ligar a ficha DIN do sensor de força ao canal analógico A.
4. Abrir o ficheiro Windows "P11_CONF.SWS"
 - a. O documento abre com um display gráfico da velocidade em função do tempo e uma tabela da força (em N).
 - b. As sampling options são *periodic samples* = fast at 200Hz e *digital timing*=1000Hz

Calibração do sensor e setup do equipamento:

Calibração do sensor:

Não é necessário calibrar o sensor de movimento.

1. Para calibrar o sensor de força alterar a janela para tamanho integral.
2. Em seguida activar o ícone do sensor de força para abrir a respectiva janela de setup. A janela de calibração do sensor de força mostra os valores default de calibração (50N produzem 8V, -50N -8V). O sensor de força está calibrado de modo a que uma força que afasta é negativa.
3. Montar o sensor de força numa barra horizontal de modo que o gancho fique para baixo. Não colocar qualquer objecto no gancho do sensor de força, para já.

4. Para calibrar o valor mais elevado premir o botão de tara no lado do sensor para estabelecer o 0. Premir o botão "read". Como não há objecto escrever 0 como valor mais elevado.
5. Para calibrar o valor mínimo pendurar um objecto de massa conhecida do gancho.
6. Premir o botão "read" para o valor mais baixo. Entrar o peso do objecto em Newtons. (O peso será um valor negativo porque é uma força que afasta do sensor).

Setup experimental

1. Colocar a calha numa superfície horizontal. Nivelar a calha.
2. Ligar uma roldana a um extremo da calha.
3. Colocar o sensor de movimento no lado oposto da calha a que se ligou a roldana. O carrinho será afastado do senso. A distância mínima do sensor ao alvo é 40cm. Colocar uma marca à distância de 40 cm do sensor de movimento.
4. Montar o sensor de força no carrinho. Medir cuidadosamente e registar a massa total de carrinho mais sensor.
5. Colocar o carrinho na calha de modo a que o lado do sensor que tem o gancho aponte no sentido oposto ao do sensor de movimento.
6. Usar um fio com 10cm a mais do que o comprimento necessário para chegar ao chão quando o carrinho está junto à roldana. Ligar um extremo ao gancho do sensor de força.
7. Juntar 20 ou 30 g de massa ao aparelho que permite suspender as massas. Medir a massa total.
8. Ligar o suspensor de massa ao outro extremo do fio e passar pela roldana. Ajustar a roldana de modo que o fio fique paralelo à calha.

Aquisição de dados:

1. Colocar o carrinho na parte esquerda da calha tendo o cuidado de o manter a pelo menos 40 cm do sensor de movimento e não deixar que o suspensor de massas bata na roldana.
2. Premir "REC" para iniciar a aquisição de dados e largar o carrinho.
3. Premir o "STOP" para terminar o registo de dados mesmo antes de o carrinho embater na roldana.
4. Parar o carrinho antes de ele bater na roldana.
 - a. Vai aparecer RUN#1 na lista de dados da janela de experimental setup.

Análise de dados:

1. Premir o botão de estatística no canto inferior esquerdo do display para abrir a área de estatística. Premir o botão de autoscale para re-escalar o gráfico de modo a compatibilizá-lo com os dados.
2. No gráfico da velocidade usar o cursor para seleccionar uma determinada área em torno da região de interesse
3. Premir o botão de estatística na área respectiva. Seleccionar o curve fit, linear fit do respectivo menu.
 - a. A secção de estatística apresentará o ponto de intersecção com o eixo dos yy' e o declive para o melhor ajuste ao conjunto de pontos obtido. O declive é a aceleração média do carrinho.
4. Registrar o declive (aceleração) do melhor ajuste na secção de dados.
5. Calcular e registar a aceleração teórica do sistema.
6. Activar a tabela e premir o botão de estatística.
 - a. A secção de estatística no fundo da tabela mostra Min, Max média e Std.Dev.
7. Registrar o valor médio da força na secção de dados.
8. Calcular e registar a força exercida no conjunto carrinho/sensor de força (i.e. o peso no extremo da corda).

Colisões: impulso e quantidade de movimento

Objectivo

O objectivo deste trabalho é estudar a colisão elástica e medir a variação da quantidade de movimento durante a colisão e o integral da força durante o tempo da colisão.

Teoria

Quando um objecto embate numa barreira a força no objecto varia à medida que a colisão ocorre.

A variação de momento linear do objecto pode ser calculada por dois processos.

1. Usando as velocidade inicial e final
2. Usando a força resultante no momento do impacto.

Uma colisão abrupta demora menos tempo do que uma colisão mais suave mas a força é maior para a colisão mais forte do que para a mais suave. É possível que o objecto sofra a mesma variação de quantidade de movimento independentemente do tipo de colisão.

Procedimento:

Para este trabalho o sensor de movimento mede o movimento do carrinho antes e depois da colisão com o "bumper" que está montado na frente do sensor de força. O sensor de força mede a força durante a colisão. O programa Science Workshop calcula a velocidade do carrinho antes e depois da colisão e o integral da força durante o tempo da colisão.

Parte I - Setup do computador:

1. Ligar a interface Science Workshop ao computador, ligar a interface, depois ligar o computador.
2. Ligar as fichas do sensor de movimento aos canais digitais 1 e 2 da interface. Ligar a ficha amarela ao canal digital 1 e a outra ao 2.
3. Ligar a ficha DIN do sensor de força ao canal analógico "A" da interface.
4. Abrir o ficheiro Science workshop P14_COLL.SWS
 - a. O documento abre com o display gráfico mostrando um gráfico da força em função da velocidade e outro gráfico da velocidade em função do tempo.
5. As sampling options são Periodic samples= fast at 500Hz e digital timing=10000Hz

Parte II: Calibração do sensor e do setup experimental

Não é necessário calibrar o sensor de movimento.

1. Para calibrar o sensor de força alterar a dimensão da janela de experiment setup fazendo Zoom ou maximizando (botão no canto superior direito da janela)
2. na janela de experiment setup premir duas vezes no ícone do sensor de força para abrir a respectiva janela de setup.
 - a. A janela de setup do sensor de força apresenta os valores default de calibração. Lembrar que uma força que afasta é negativa.
3. Montar o sensor de força numa barra horizontal de modo a que o gancho do sensor fique virado para baixo. Não colocar nenhum objecto no gancho
4. Para calibrar o valor mais elevado da escala premir o botão de tara no lado do sensor de força para levar o sensor a zero. Premir o botão read para o valor mais elevado. Como não há nenhum objecto colocar zero no valor.
5. Para calibrar o valor mínimo, pendurar um objecto de massa conhecida no gancho

6. Premir o botão read para o valor mínimo e escrever o valor do peso do corpo em Newtons.
 - a. Lembrar que o peso do corpo tem um valor negativo (corresponde a uma força que afasta do sensor)
7. Premir OK para voltar à janela de setup

Setup do equipamento

1. Montar o sensor de força no respectivo suporte e colocá-lo no lado da calha.
2. Levantar o extremo da calha oposto àquele em que está colocado o sensor de força cerca de 1,5cm de modo a que o carrinho tenha a mesma velocidade inicial para cada medida.
3. Colocar o sensor de movimento num dos extremos da calha de modo a medir o movimento do carrinho. Colocar uma marca na calha a 40cm do sensor de movimento.
4. Prender o extremo da calha, do lado do sensor de força a uma massa pesada de modo a que a calha não se mova durante a colisão.
5. Medir cuidadosamente a massa do carrinho. Registrar essa medida.
6. Substituir o gancho do sensor de força pelo "bumper" adequado para colisões

Parte III - registo de dados.

1. Para dar início ao registo de dados premir o botão de tara no lado do sensor de força.
2. Colocar o carrinho na calha a pelo menos 40 cm da frente do sensor de movimento.
3. Premir o botão REC para dar início ao registo de dados e, ao mesmo tempo, largar o carrinho de modo a que ele inicie o movimento em direcção ao sensor de força.
4. Premir o botão de STOP para terminar a aquisição de dados depois de o carrinho ter colidido com o sensor de força.
 - a. Vai aparecer RUN#1 na lista de dados na janela de experimental setup

Análise de dados

1. Registrar a massa do carrinho na tabela
2. Premir o botão de estatísticas no canto inferior esquerdo do gráfico abrir a secção de estatística à direita do gráfico.

3. Premir o botão autoscale na secção inferior esquerda do gráfico para alterar a escala do gráfico de modo a ser compatível com os dados adquiridos.
4. Seleccionar a ferramenta Magnifier no canto inferior esquerdo do gráfico. O curso tomará a forma de uma lupa. Usar o cursor para desenhar um rectângulo na região do gráfico da força em função do tempo correspondente à colisão.
 - a. A região seleccionada vai expandir-se de modo a preencher a área do gráfico.
5. Premir o botão do menu de estatística no gráfico da força. Seleccionar a integração.
6. Registrar o valor da área abaixo da curva (integral) da força (em N) em função do tempo (s) na secção de dados.
7. Para achar a velocidade imediatamente antes e imediatamente depois da colisão usar o cursor para desenhar um rectângulo em torno da região do gráfico da velocidade em função do tempo que corresponde à colisão.
8. Premir o botão do menu de estatística no gráfico de velocidade. Seleccionar o mínimo do menu de estatística. Premir de novo o botão do menu de estatística e seleccionar o máximo.
9. Examinar a secção de estatística à direita do gráfico de velocidade. Registrar o valor máximo de y como a velocidade antes da colisão e o valor mínimo de y como a velocidade depois da colisão.
10. Calcular o momento linear antes e depois da colisão.

Teorema do trabalho energia cinética

Objectivo: Medir o trabalho realizado num objecto e a consequente variação da energia cinética.

Teoria:

Quando um objecto de massa m sofre a acção de uma força F ao longo de uma distância d (paralela à força) o trabalho realizado no objecto é $W = Fd$. Se o trabalho realizado fizer variar a velocidade do objecto (apenas) a energia cinética respectiva variará de uma quantidade igual ao trabalho realizado.

Procedimento:

Neste trabalho o sensor de força vai medir a força aplicada ao carrinho por uma corda suspensa de uma roldana com um objecto de massa conhecida

ligado ao extremo suspenso da corda. Por outro lado mede-se o movimento do carrinho à medida que ele se desloca sob a acção desta força. O programa Science Workshop faz gráficos da força, da distância e da velocidade do objecto. Integral da área abaixo da curva da força em função da distância dá o trabalho realizado. O programa calcula ainda a energia cinética final do carrinho.

Parte I: Setup do computador.

1. Ligar a interface do Science Workshop ao computador, ligar a interface e só depois ligar o computador.
2. Ligar a ficha DIN do sensor de força ao canal analógico A da interface. Ligar a ficha da roldana ao canal digital1.
3. Abrir o programa do science workshop P22_WORK.SWS
 - a. O documento abrirá com um gráfico da força (N) e distância
4. Sampling Options: Periodic samples=fast at 50Hz, Digital timing=10000Hz.

Parte II: setup do equipamento e calibração de sensores.

Setup do equipamento:

1. Montar o sensor de força no carrinho
2. Medir a massa do carrinho+sensor e registar o valor.
3. Colocar a calha numa superfície horizontal e nivelá-la.
4. Pôr uma pinça no extremo da calha. Montar a roldana na pinça de modo que o extremo superior da roldana esteja aproximadamente à mesma altura que o gancho do sensor de força que está montado no carrinho.
5. Usar um pedaço de corda com aproximadamente 10cm mais do que a distância do cimo da roldana ao chão. Ligar um dos extremos da corda ao gancho do sensor e passar a corda pela roldana.
6. Ligar um objecto de massa conhecida ao outro extremo da corda de modo que quando o carrinho estiver o mais próximo possível da roldana o objecto fique mesmo acima do chão.

Calibração do sensor.

Não é preciso calibrar a roldana.

1. Para calibrar o sensor de força alterar a dimensão da janela de experimental setup para full size premindo a caixa de zoom ou o botão de maximize no canto superior direito da janela.
2. Na janela de experimental setup premir o ícone do sensor de força para abrir a respectiva janela de setup.

- a. A calibração default é como dito atrás - 50N produzem 8V e - 50N produzem -8. Uma força que afasta do sensor é tida como negativa.
3. Desligar a corda do gancho do sensor de força.
4. Para calibrar o ponto High Value premir o botão de tara no lado do sensor de força para estabelecer o zero do sensor. Como não há nenhum corpo no gancho do sensor escrever 0.
5. Para calibrar o Low value tornar a ligar a corda a que está ligado o objecto de massa conhecida.
6. Premir o botão de read para low Value. Escrever o peso do objecto em newtons (este peso deverá ser negativo visto que actuará de modo a afastar o carrinho do sensor).
7. Premir OK para voltar à janela de experiment setup

Parte II: registo de dados

1. Afastar o carrinho da roldana de modo que o objecto no extremo da corda esteja imediatamente abaixo da roldana.
2. Virar a roldana de modo a que o feixe da fotogate da roldana não esteja bloqueado (O LED no topo da fotogate deverá estar desligado).
3. Premir o botão REC para dar início ao registo de dados.
4. Largar o carrinho de modo a que ele se desloque em direcção à roldana.
5. Premir o botão de STOP para terminar a aquisição de dados imediatamente antes de o carrinho chegar à roldana.
 - a. Aparecerá RUN#1 na lista de dados na janela de experimental setup.
6. Premir a tabela para a tornar activa. Premir o botão de estatística no lado esquerdo do display.
 - a. A parte inferior da tabela apresentará o mínimo, máximo, média e desvio padrão
7. Registrar o valor máximo da velocidade para o RUN#1.

Análise de dados:

1. Calcular a energia cinética do carrinho. Premir o botão da calculadora na janela de experimental setup para a abrir.
2. Na área de fórmula escrever 0.5 e premir o botão de multiplicação.
3. Escrever o valor da massa do carrinho+sensor, e premir multiplicação de novo.
4. Premir o botão do input menu. Seleccionar digital 1, velocidade v do menu de entrada.

5. Premir " v^2 " que significa que o quadrado da velocidade, depois de @.v, o símbolo para digital 1, velocidade v.
6. Escrever a energia cinética na área do calculation name. Designar KE na área do short name. Escrever J na área de unidades.
7. Premir =
8. premir em cima da tabela. Premir o botão Add plot Menu. Seleccionar Calculation, kinetic energy do add plot menu.
9. Registrar o valor Max de KE na secção de dados.
10. Premir no gráfico para o tornar activo. Premir o botão de estatística para abrir a área de estatística. Premir o botão autoscale para re-escalar o gráfico de modo a incluir todos os dados.
11. Premir o botão do menu de estatística. Seleccionar integração do menu de estatística.
 - a. Será integrada a área abaixo da curva da força em função da posição.
12. Registrar o valor de integral (que é o trabalho) na secção de dados.

Verificar o acordo dos resultados (trabalho calculado e energia cinética máxima).

Qual é a diferença percentual entre os dois?

Haverá alguma justificação para essa diferença? Qual?