

Mecânica e Campo Eletromagnético

DEPARTAMENTO DE FÍSICA

Ano letivo 2017/2018

TRABALHO 1: DINÂMICA DE TRANSLAÇÃO

Objetivos

- Estudar o movimento retilíneo de um corpo, no plano horizontal.
- Determinar, experimentalmente, o valor da aceleração da gravidade, g .

1. INTRODUÇÃO

Considere dois corpos de massas m_1 e m_2 (considerados como pontos materiais) ligados entre si por um fio que passa através da gola de uma roldana, como ilustra a figura 1.

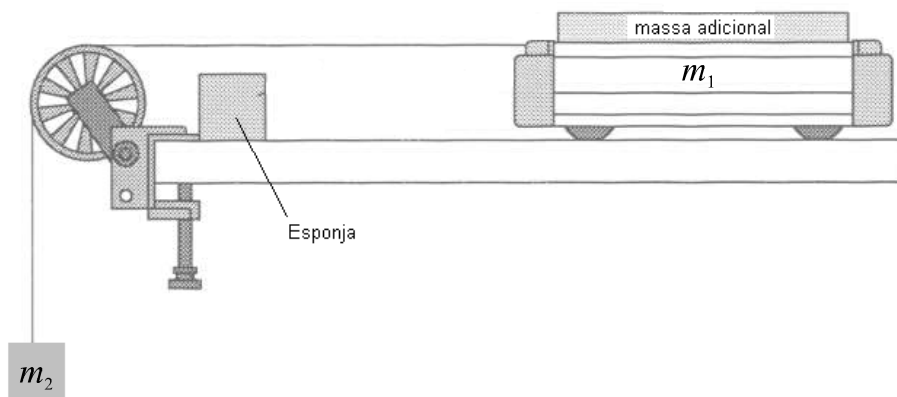


Figura 1. Esquema da montagem experimental.

Admitindo que o corpo de massa m_1 desliza, sem atrito, sobre a superfície horizontal e desprezando o atrito entre o fio e a roldana e entre a roldana e o seu eixo, assim como a massa do fio e da roldana, o seu movimento é uniformemente acelerado e a variação da posição na direção do movimento é dada por:

$$s = s_0 + v_0(t - t_0) + \frac{1}{2}a(t - t_0)^2 \quad (1)$$

onde s_0 e v_0 representam, respetivamente, a posição e a velocidade em $t=t_0$, a é a aceleração dada por

$$a = \frac{m_2}{(m_1 + m_2)}g \quad (2)$$

2. PREPARAÇÃO DO TRABALHO¹

Analise a Figura 2 e responda às questões seguintes.

1. Complete a legenda do gráfico (Figura 2), identificando qual das curvas corresponde à variação temporal da velocidade e da posição de um corpo que se desloca com movimento uniformemente acelerado.
2. Estime o valor das constantes s_0 , t_0 , v_0 e a , equação (1). Justifique.

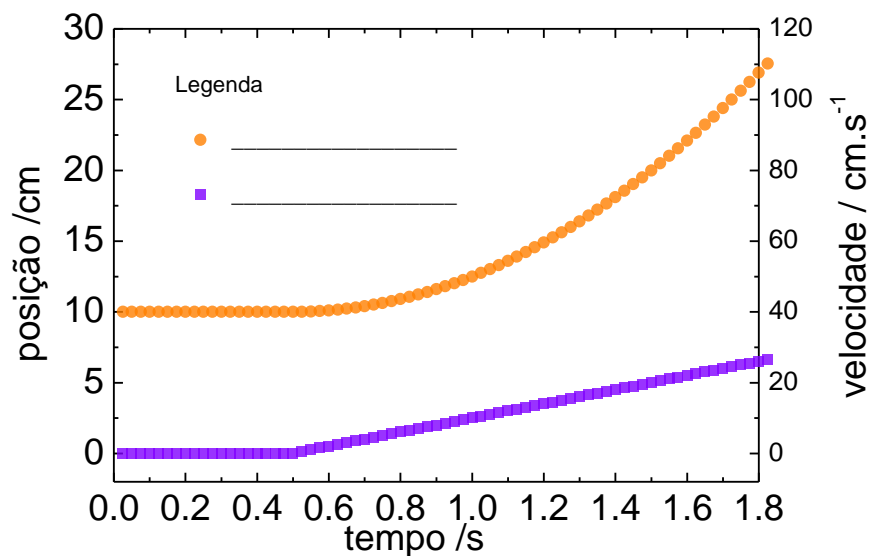


Figura 2. Resultados experimentais da variação temporal da posição e da velocidade de um corpo em movimento uniformemente acelerado numa direção específica.

¹ Se tiver dúvidas consulte o docente.

3. Para o caso do movimento dos corpos ilustrado na Figura 1, a aceleração a que estão sujeitos é descrita pela equação (2).
4. Com o objetivo de determinar o valor da aceleração ($a \pm \Delta a$), linearize a expressão (1), considerando a velocidade inicial nula.
5. Escreva as expressões que lhe permitem calcular o valor da aceleração $a \pm \Delta a$, partindo dos parâmetros da reta, nomeadamente declive e ordenada na origem ($m \pm \Delta m$ e $b \pm \Delta b$).
6. Escreva as equações que lhe permitem calcular a aceleração da gravidade $g \pm \Delta g$, a partir da determinação de $a \pm \Delta a$.

3. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

A Figura 3 mostra uma fotografia da montagem experimental. Identifique os elementos indicados.



- Calha metálica com régua
- Carro deslizante (de massa m_1)
- Sonar
- Roldana; fio; argolas metálicas (de massa m_2)

Figura 3. Fotografia da montagem experimental disponível na aula.

1. Familiarize-se com o programa de aquisição de dados, efetuando alguns testes preliminares (ver folha de instruções afixada junto ao trabalho).
2. Monte a experiência de acordo com a figura 3, utilizando como corpo deslizante o carro fornecido (m_1 , sem massa adicional) e com o corpo suspenso (m_2), um gancho

com duas ou três argolas metálicas ($6 < m_2 < 9$ g). Meça e registe o valor das massas m_1 e m_2 .

3. Garanta que a calha está horizontal; previna a existência de atrito entre a calha e o carro, e entre o fio e a roldana; confirme que a esponja amortecedora está colocada no final da calha.
4. Coloque o carro na posição 15 cm. Inicie o programa de aquisição de dados e deixe o carro deslizar sobre a calha. Interrompa a aquisição de dados, quando o carro atingir a esponja.
5. Efetue uma análise qualitativa dos resultados obtidos, utilizando as representações gráficas de $s(t)$ e $v(t)$ do programa de aquisição de dados. Se necessário, refine as condições experimentais e repita a experiência.
6. Identifique o instante t_0 e selecione um conjunto adequado de 10 pares de valores (tempo e posição).

4. ANÁLISE E TRATAMENTO DE DADOS

Com base nesta secção, deverá preparar o relatório preliminar obrigatoriamente entregue ao docente no final da aula.

- O carro (m_1) tem um movimento uniformemente acelerado. Justifique.
- Usando os dados experimentais adquiridos na aula, represente-os graficamente, utilizando as expressões linearizadas na preparação do trabalho. Represente as barras de erro associadas às variáveis x e y .
- Aplicando o método MMDQ, determine a melhor reta e escreva a respetiva equação na forma $y = (m \pm \Delta m)x + (b \pm \Delta b)$. Represente-a no gráfico anterior.
- Determine, a partir dos parâmetros da reta, o valor da aceleração do movimento ($a \pm \Delta a$).
- A partir de a , determine a aceleração da gravidade g e o respetivo erro Δg . Comente o valor obtido. (*sugestão. analise a precisão do resultado experimental $g \pm \Delta g$ e verifique se este pode ser considerado idêntico ao valor real (considere $g_{REAL} = 9,80 \pm 0,01 \text{ m.s}^{-2}$).*)

- Identifique as possíveis fontes de erros experimentais e sugira processos de as eliminar ou reduzir, de forma a aumentar a precisão e exatidão dos resultados obtidos.
- Considere a equação (1). Se a massa do corpo em queda for muito maior do que a massa do corpo a deslizar sem atrito, o que acontece à aceleração do movimento? Qual o tipo de movimento, neste caso?

BIBLIOGRAFIA

- [1] Serway, R. A., Physics for Scientist and Engineers with modern Physics, 2000, Saunder College Publishing.
- [2] Alonso & Finn, *Física - um curso universitário*, vol. 1, 3ª edição, editora Edgard Blucher, 1981: Cap.5 e 7.
- [3] R. Resnick e D. Halliday, *Física*, vol. 2, 4ª ed.. editora Livros Técnicos e Científicos, 1990.
- [4] Tipler: *Física*, vol.1, 2ª edição, editora Guanabara, 1982: Cap.2 e 4.

ANEXO TRABALHO 1

A. Montagem experimental

- Garantir que as ligações se encontram conforme o descrito na figura A1.
- Todos os cabos **têm de estar ligados** antes de ligar o computador.
- Ligar a *interface 500* no interruptor on/off (**antes de ligar o computador**).
- Ligar o computador e preparar a montagem experimental de acordo com o guia.

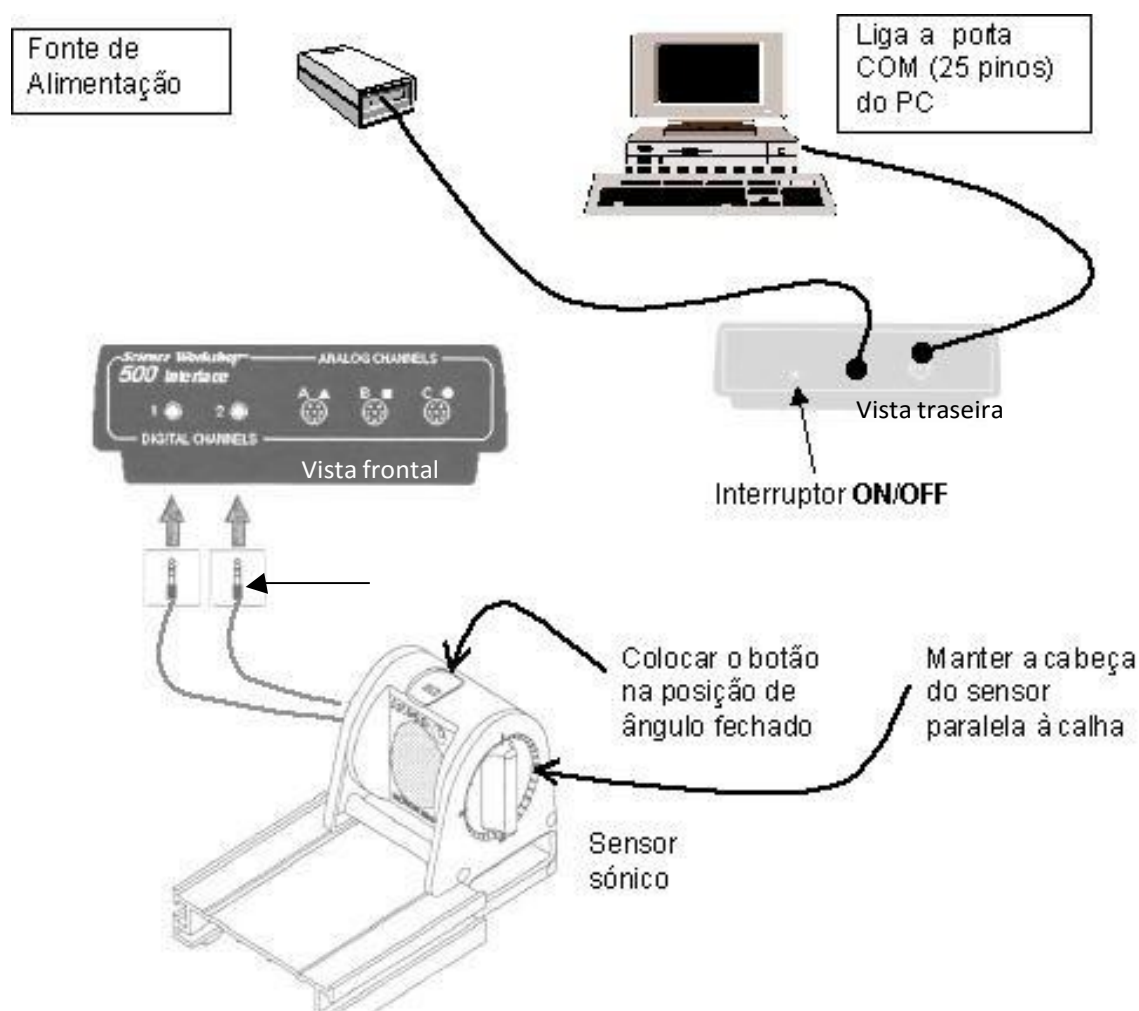
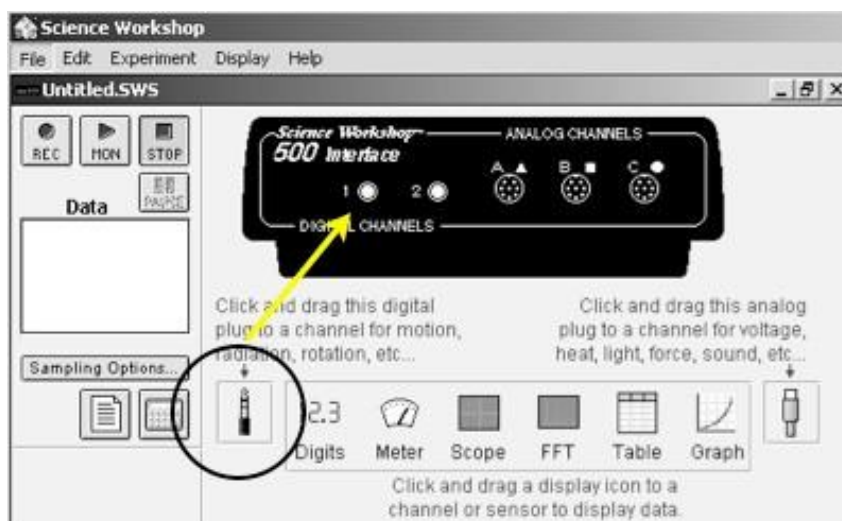


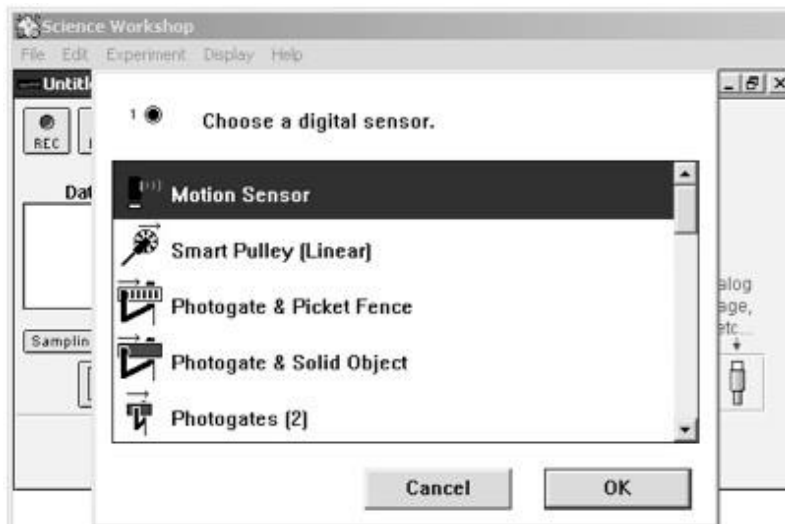
Figura A1. Esquema da montagem experimental.

B. Início do programa de aquisição de dados

- Garantir que a montagem experimental esta corretamente efectuada
- Abrir programa Science Workshop. NOTA: se no seu computador estiver instalado o DataStudio
- Configurar programa:
 1. Selecionar o icon da ficha de ligação do lado esquerdo sobre o canal 1.



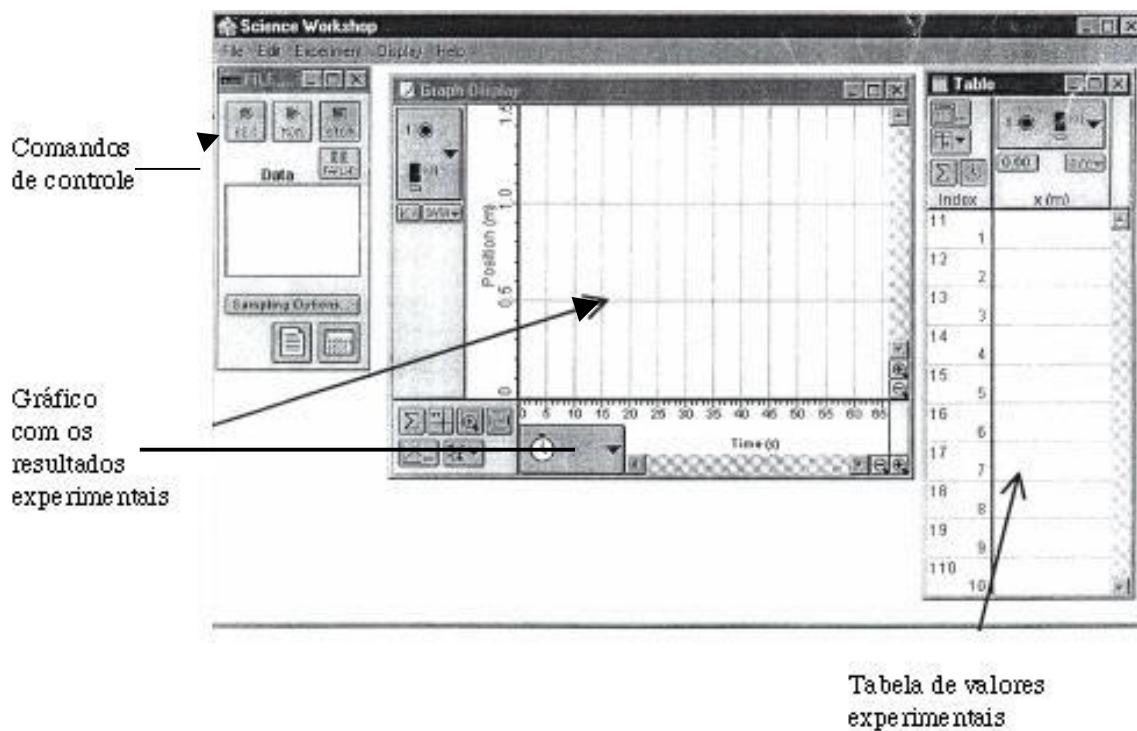
2. Escolha o sensor “Motion sensor” da lista.



3. Para obter uma tabela colocar, com o rato, o icon da tabela sobre o canal 1.
Proceder de forma equivalente para obter o gráfico.



- O écran terá um aspeto semelhante ao da seguinte janela:



C. Utilização do programa de aquisição de dados



O programa está configurado para medir, a uma cadência pré-definida, o tempo que um impulso sónico demora a regressar ao sensor após ser refletido no alvo (carro). Com este tempo, e sabendo a velocidade do impulso sónico, o programa determina a posição do objeto relativamente ao sensor. Os dados experimentais (tempo e posição) são apresentados sob a forma de (a) gráfico e (b) tabela de valores.

Tendo a experiência corretamente montada:

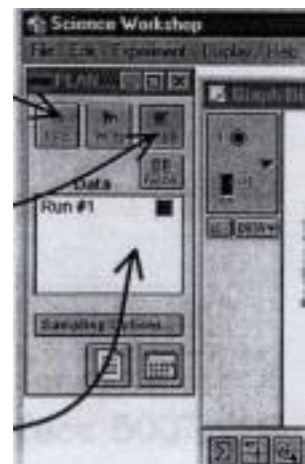
- Colocar o carro na posição inicial.
- Carregar em REC esperar alguns instantes até que o indicador azul acenda.
- Largar o carro.
- Para parar a aquisição de dados, carregue em STOP assim que o carro embata na esponja.

Veja a figura seguinte para uma melhor compreensão dos comandos de controlo da experiência.

REC: Iniciar a aquisição de dados (aparece uma luz verde intermitente e ouve-se também um som intermitente).

STOP: Parar a aquisição de dados e guardar o resultado.

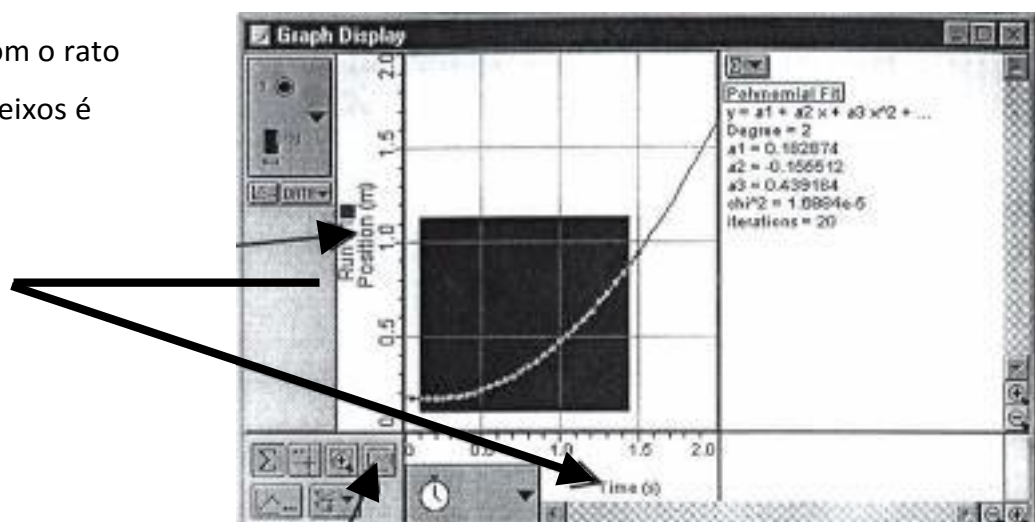
Na janela **"DATA"** aparece uma indicação correspondente à experiência efetuada e o gráfico e a tabela de valores são atualizados.



Nota sobre a janela "DATA": Nesta janela aparecem os vários conjuntos de dados resultantes das várias experiências efetuadas. Para cada experiência, aparece **"RUN # n [cor]"** onde **n** é o número de ordem da experiência e **[cor]** corresponde à cor utilizada para a visualização, no gráfico, desse conjunto de dados.

D. VISUALIZAÇÃO DOS RESULTADOS EXPERIMENTAIS

Carregando com o rato sobre um dos eixos é





possível alterar os limites
desse eixo.

A zona escura do gráfico corresponde aos pontos que vão entrar nos cálculos. Para os seleccionar basta criar, carregando no botão esquerdo do rato, uma janela em redor dos pontos de interesse.

E. REGISTO DOS RESULTADOS

Ao seleccionar os pontos de interesse do gráfico, ter em atenção que, tanto os instantes iniciais (imediatamente antes de largar o carro) como os instantes finais (durante o choque com a esponja) não interessam para o objetivo pretendido, devendo ser desprezados.

O erro instrumental associado a estes valores é igual à unidade da última casa decimal apresentada pelo programa.

F. PROCEDIMENTO PARA TERMINAR

- Sair do programa (menu FILE -> QUIT)
- Sair do Windows (menu FILE -> EXIT WINDOWS)
- Desligar o computador e a "interface 500" (interruptor on/off)

