

Experimento A1

Movimento Retilíneo Uniforme (MRU) e Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV)

INTRODUÇÃO

A Mecânica é a área da Física que estuda o movimento dos objetos. Por razões de organização do conhecimento, a Mecânica é separada em duas subáreas: a Cinemática e a Dinâmica.

Na Cinemática, analisamos os conceitos utilizados para descrever o movimento: velocidade, aceleração e trajetória, sem que haja preocupação com suas causas. Na Dinâmica, estudamos as leis do movimento, isto é, as leis que determinam que tipo de movimento terá um objeto, conhecidas as forças que atuam sobre ele. Aqui, vamos analisar o movimento retilíneo uniforme e o movimento retilíneo uniformemente variado.

Um objeto está em Movimento Retilíneo Uniforme (MRU) quando se movimenta em linha reta e sua velocidade é constante. Isso implica uma aceleração igual a zero, de modo que em intervalos de tempos iguais o móvel percorre a mesma distância. Um exemplo de MRU é quando estamos viajando em uma estrada plana e reta e o velocímetro indica sempre a mesma velocidade.

Um objeto está em Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV) quando se movimenta em linha reta, mas com velocidade variando uniformemente em razão ao tempo. Isso implica uma aceleração diferente de zero, mas com valor constante. Diz-se que a velocidade do móvel sofre variações iguais em intervalos de tempo iguais. Um exemplo de MRUV é a queda livre (quando pode-se desprezar os efeitos da resistência do ar sobre o movimento), onde a aceleração constante é conhecida como a aceleração da gravidade.

OBJETIVOS

- Estudar os movimentos retilíneos uniforme e uniformemente variado.
- Verificar que na ausência de atrito um corpo em movimento retilíneo horizontal permanece com velocidade constante.
- Constatar que o movimento em um plano inclinado pode ser considerado unidimensional e na ausência de atrito possui aceleração constante.
- Medir indiretamente o valor da aceleração da gravidade.

MATERIAIS UTILIZADOS

- Trilho de ar com unidade geradora de fluxo (compressor de ar) mostrado na Figura 1
- Dois carros de massas diferentes;
- Cinco sensores fotoelétricos;
- Uma régua obturadora de luz;
- Um suporte de madeira para elevar o trilho de ar;
- Multicronômetro digital;
- Suporte e nível bolha.

Comentado [JRCPI]: Nesse caso o nível bolha serve inicialmente para verificar o nível, mas depois se faz o nível via ajuste do trilho.

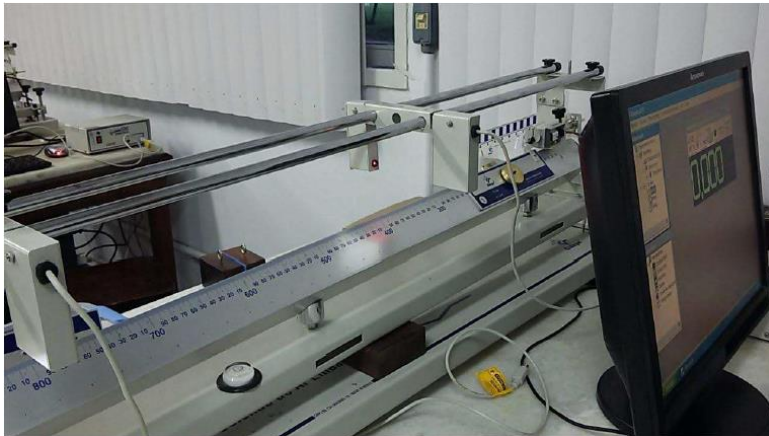


Figura 1 - Montagem do Experimento com trilho e sensores fotoelétricos, carrinho, régua obturadora e interface.

ANTES DA AULA

Recomenda-se a leitura de pelo menos umas das referências abaixo, que apresenta as discussões sobre os dois tipos de movimento que serão explorados nesta atividade experimental.

- ✓ HALLIDAY, RESNICK & WALKER, **Fundamentos de Física**, Vol. 1, 10^a edição, LTC. Capítulos 2 e 4.
- ✓ SEARS, ZEMANSKY, YOUNG, **Física 1, Mecânica**, Vol. 1, 12^a LTC. Capítulos 2 e 3.

Em seguida, responda as perguntas abaixo. Elas deverão ser apresentadas ao professor antes de iniciar a aula. **Atenção:** A não apresentação das respostas impedirá o aluno de participar da aula.

Questão 1) O método científico pode ser definido como um conjunto de regras básicas para realizar uma experiência, a fim de produzir um novo conhecimento, bem como corrigir e integrar conhecimentos preexistentes (Vianna, 2001). Faça um fluxograma com as etapas que envolvem o método científico e indique qual(ais) dessas etapas será(ão) realizada(s) no laboratório.

Questão 2) Descreva resumidamente as principais características do MRU e o MRUV.

Questão 3) Desenhe o plano inclinado, defina o melhor eixo de referência para analisar um movimento unidimensional ao longo deste plano (Justifique). Em seguida, demonstre a relação entre a aceleração e o ângulo de inclinação para um objeto descendo a rampa sem atrito.

Questão 4) Demonstre a fórmula do deslocamento em função do tempo para aceleração constante

$$x = x_0 + v_0 t + at^2/2$$

Questão 5) Escreva um pequeno resumo sobre os procedimentos experimentais que serão realizados.

Questão 6) Esboce os gráficos da posição, velocidade e aceleração em função do tempo para um objeto descrevendo um MRU e um MRUV.

Comentado [2]: Adicionei essa questão 0, que é geral e que entendo ser importante que o aluno se familiarize com isso.

DURANTE A AULA

Para a execução do experimento, siga o passo a passo descrito no procedimento experimental a seguir

→ ORIENTAÇÕES

- (i) Nunca movimente os carrinhos sobre o trilho sem que o gerador de fluxo de ar esteja funcionando. Isso pode provocar arranhões na superfície do trilho;
- (ii) Tenha cuidado com o equipamento. Uma queda de alguns centímetros pode inutilizar o carrinho;
- (iii) Sempre coloque os carrinhos sobre a espuma localizada sobre a bancada;
- (iv) Nivelamento do sistema: Use o nível de bolha mostrado na **Erro! Fonte de referência não encontrada.** (cuidado para não arrANHAR o trilho) para fazer um primeiro nivelamento. Agora, com o compressor ligado posicione o carrinho no centro do trilho e próximo do nível de bolha. Verifique que ele permanece em “quase” repouso. Se necessário ajuste o trilho para obter o máximo possível de repouso. Vocês saberiam dizer o porquê do carrinho não permanece em repouso absoluto?
- (v) Quando for realizar procedimentos que demandem a inclinação do trilho, o ângulo máximo de inclinação do trilho não deve ultrapassar 10° .
- (vi) Quando for iniciar o movimento de um carrinho para coletar medidas de tempo usando o multcronômetro, sempre posicione a régua obturadora (fixada sobre o carrinho) na iminência de deixar a luz passar pelo primeiro intervalo transparente. Isso é necessário, pois o intervalo azul impede a luz de atingir o sensor fotoelétrico, mantendo o cronômetro parado. Quando a régua sobre o carrinho entra em movimento, a luz passa através do intervalo transparente e dispara o cronômetro, até ser novamente pausado pela interrupção da luz do próximo intervalo azul. Com isso, é possível medir 10 intervalos de tempo, para deslocamentos de 18 mm em cada um deles;
- (vii) Leiam o manual de funcionamento do multcronômetro e os procedimentos e para leitura dos dados.



Figura 2 - Montagem para alinhamento do trilho, utilizando carrinho e suporte com nível de bolha.



→ PROCEDIMENTO MRU – COM DOIS SENSORES

- (i) Posicione o carrinho (lembre-se de movimentar o carrinho com o compressor ligado) de modo que o sensor S_0 fique pelo menos uns 2 cm de onde irá começar o movimento;
- (ii) A partir do sensor S_0 , posicione o sensor S_1 a aproximadamente 30 cm do sensor S_0 .
- (iii) Ligue o Multicronômetro e certifique-se que os cabos do primeiro e do último sensor estão ligados nos canais “ S_0 ” e “ S_1 ”. **Obs: solte todos os outros cabos no multicronômetro!;**
- (iv) Selecione a Função F7 – Choq-Inl 2 Sens. Esta função permite que os sensores S_0 e S_1 meçam 10 tempos de passagem;
- (v) Dê um impulso no carrinho de modo a iniciar o movimento;
- (vi) Acesse os 10 tempos de passagem registrados em cada sensor no Multicronômetro e anote na Tabela 1. **Obs: o primeiro tempo medido no sensor S_1 corresponde a duração do movimento entre o sensor S_0 e S_1 .** Anote as medidas na Tabela 1
- (vii) Refaça os procedimentos acima aumentando a massa do carrinho em 100g (aproximadamente) e anote as medidas na Tabela 1;

→ PROCEDIMENTO MRUV – COM CINCO SENSORES

- (i) Incline o trilho de ar, com o auxílio do suporte de madeira, em 3° (Figura 3).
- (ii) Agora, as medidas de tempo serão realizadas usando 5 sensores. Para isso, ligue os cabos dos cinco sensores nos canais S_0 a S_4 na ordem crescente com o movimento do carrinho. **Obs.: Ao religar os cabos faça um “reset” no sistema.**
- (iii) Posicione os sensores de modo que a distância entre eles seja de **120 mm**. **ATENÇÃO:** agora o sensor S_0 tem de ser posicionado na iminência do movimento. Vocês saberiam dizer o porquê isso é necessário?
- (iv) Selecione a Função F1 – Tempo de passagem entre os 5 sensores. Esta função mede o intervalo de tempo para o movimento entre sensores adjacentes.
- (v) Posicione o carrinho na extremidade erguida do trilho (lembre-se de movimentar o carrinho com o compressor ligado), tomando cuidado para que a régua a obturadora de luz fique na iminência de fazer uma sombra no sensor fotoelétrico S_0 .
- (vi) Abandone o carrinho de modo que ele comece a descer o plano inclinado.
- (vii) Acesse os **TODOS OS TEMPOS** de passagem entre sensores adjacentes registrados no Multicronômetro e anote os valores na Tabela 2.
- (viii) Mantendo o compressor ligado, refaça este procedimento mais 5 vezes.
- (ix) Agora, ajuste o plano inclinado para um ângulo de 6° e refaça os procedimentos acima, anotando as novas medidas de tempo na Tabela 3.



Figura 3 - Montagem do Experimento para o MRUV.

APÓS A AULA

Após a coleta de dados, deve-se escrever o relatório. Inicie as atividades a seguir, caso sobre tempo na aula. A escrita do relatório deve ser feita seguindo o modelo disponibilizado no AVA da disciplina. No tópico de **Análises e Discussões** do seu relatório, você deve responder e discutir os seguintes pontos:

MRU

- (a) A régua obturadora possui bloqueios a cada 18 mm, então, a velocidade em cada intervalo pode ser calculada dividindo o comprimento de cada bloqueio pelo intervalo de tempo de passagem $\Delta(t_{i+1} - t_i)$ em cada um, onde i representam o i -ésimo intervalo:

$$v_{i_{s_0}} = \frac{i \times 0,018 \text{ m}}{\Delta(t_{i+1} - t_i) \text{ s}}$$

A mesma expressão vale para o cálculo das velocidades do sensor S_1 . Mas, como o primeiro tempo medido no sensor S_1 corresponde a duração do movimento entre o sensor S_0 e S_1 . Esse tempo precisa ser descontado para o cálculo das velocidades a partir das medidas do sensor S_1 .

- (b) Usando as expressões acima, calcule a velocidade em cada intervalo. Aproveite a tabela dos dados e insira mais uma coluna para anotar os valores calculados para cada intervalo.
- (c) Obtenha o valor médio da velocidade e sua respectiva incerteza para os carrinhos com massas diferentes.
- (d) Nas condições em que o experimento foi realizado, qual a previsão teórica para os valores de velocidade de cada carrinho ao longo de todo o movimento: Deveriam permanecer constantes ou apresentar variações? Justifique.
- (e) Analise os dados encontrados e diga se as velocidades dos carrinhos (massas M_1 e M_2) permaneceram constantes ou se houveram variações ao longo do movimento. Suas conclusões estão de acordo com as previsões teóricas que você discutiu acima? Justifique.
- (f) Discuta a seguinte questão: A utilização de dois carrinhos com massas diferentes teria alguma influência no movimento que cada um descreve? Justifique.



MRUV

- (a) Nas condições em que o experimento foi realizado, qual a previsão teórica para os valores de velocidade e aceleração do movimento em um plano inclinado? Justifique.
- (b) Faça um diagrama das forças que agem sobre o carrinho nesta configuração inclinada e mostre que a aceleração adquirida pelo carrinho é proporcional ao ângulo de inclinação.
- (c) Calcule a velocidade média do carrinho entre cada Sensor e considerando os dois ângulos de inclinação. Aproveite a tabela dos dados e insira mais uma coluna para anotar os valores calculados.
- (d) Calcule o valor médio de t e t^2 e suas respectivas incertezas para as diferentes inclinações e apresente os resultados em tabelas separadas para cada inclinação.
- (e) Com os dados das tabelas, plote o gráfico da posição versus tempo t^2 para cada inclinação e trace a reta que melhor se ajusta a esses pontos. Considere $v_0 = 0 \text{ m/s}$ e $x_0 = 0 \text{ m}$. Discuta porque essas considerações podem ser feitas.
- (f) Obtenha os coeficientes lineares e angulares dessas retas, para as duas inclinações, com suas respectivas incertezas e diga o que representam/significam cada um deles. Eles estão de acordo com as previsões teóricas discutidas na letra a acima? Justifique.
- (g) Com os valores obtidos anteriormente, obtenha o valor da gravidade com sua respectiva incerteza, para as duas inclinações. Em seguida, compare-o com o valor da gravidade medida no laboratório ($g = 9,8 \pm 0,1 \text{ m/s}^2$) e apresente argumentos que possam recomendar ou reprovar este procedimento como sendo adequado para se obter o valor de g ;
- (h) Verifique se o valor da aceleração da gravidade para as duas inclinações é igual e discuta possíveis diferenças entre eles.



Centro de Ciências Exatas
Departamento de Física
Roteiro de Física Experimental

Disciplinas
FIS 09058
FIS 06326
FIS 13737

Folha de dados do Experimento A1 Movimento Retilíneo Uniforme (MRU) e Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV)

Professor: _____ Data: ___/___/___

Alunos: _____, _____, _____

MRU – 2 Sensores

Tabela 1: Tempo de passagem e velocidade para cada detecção no Sensor 1 (t_1 e v_1) e para o Sensor 2 (t_2 e v_2). As massas dos carrinhos utilizados foram $M_1 = (\quad \pm \quad)$ g e $M_2 = (\quad \pm \quad)$ g.

$M_1 =$ Massa do Carrinho 1				$M_2 =$ Massa do Carrinho 1 + Massa adicionada ao carrinho			
X_{S_0} (cm)	$t_{1,M1}$ (s)	X_{S_1} (cm)	$t_{2,M1}$ (s)	X_{S_0} (cm)	$t_{1,M2}$ (s)	X_{S_1} (cm)	$t_{2,M2}$ (s)
0,018		0,480		0,018		0,480	
0,036		0,498		0,036		0,498	
0,054		0,516		0,054		0,516	
0,072		0,534		0,072		0,534	
0,090		0,552		0,090		0,552	
0,108		0,570		0,108		0,570	
0,126		0,588		0,126		0,588	
0,144		0,606		0,144		0,606	
0,162		0,624		0,162		0,624	
0,180		0,642		0,180		0,642	

MRUV – 5 Sensores

Tabela 2: Tempo de passagem através dos cinco Sensores para inclinação de $(\quad \pm \quad)^\circ$.

N	t_1 tempo de passagem entre os sensores S0 e S1 (s) (s)	t_2 tempo de passagem entre os sensores S0 e S2 (s) (s)	t_3 tempo de passagem entre os sensores S0 e S3 (s) (s)	t_4 tempo de passagem entre os sensores S0 e S4 (s) (s)
1				
2				
3				
4				
5				

Tabela 3: Tempo de passagem através dos cinco Sensores para inclinação de $(\quad \pm \quad)^\circ$.

N	t_1 tempo de passagem entre os sensores S0 e S1 (s) (s)	t_2 tempo de passagem entre os sensores S0 e S2 (s) (s)	t_3 tempo de passagem entre os sensores S0 e S3 (s) (s)	t_4 tempo de passagem entre os sensores S0 e S4 (s) (s)
1				
2				
3				
4				
5				