

Movimento uniformemente acelerado

MEDIÇÃO DA VELOCIDADE MOMENTÂNEA CONFORME A DISTÂNCIA PERCORRIDA

- Exame de movimentos uniformemente acelerados conforme a massa aceleradora.
- Exame de movimentos uniformemente acelerados conforme a massa acelerada.

UE1030250

10/16 MEC

FUNDAMENTOS GERAIS

Em aceleração constante, a velocidade momentânea v e a distância percorrida s aumentam com o decorrer do tempo t . Portanto, a velocidade é maior, quanto mais longa a distância percorrida.

Após o decurso do tempo t , a velocidade momentânea é de

$$v(t) = a \cdot t \quad (1)$$

e a distância percorrida é

$$s(t) = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2 \quad (2)$$

Então

$$v(s) = \sqrt{2 \cdot a \cdot s} \quad (3a)$$

ou

$$v^2(s) = 2 \cdot a \cdot s \quad (3b)$$

Esta relação é utilizada na experiência para a determinação da aceleração constante a de um carro sobre pista de rolamento. O carro de massa m_2 é acelerado uniformemente, porque o peso constante

$$F = m_1 \cdot g \quad (4)$$

o puxa com $g = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

através de fio sobre polia..

Por outro lado, o atrito do carro sobre a pista de rolagem deve ser considerado. A força de atrito

$$F_{\text{fr}} = \mu \cdot m_2 \cdot g \quad (5)$$

é proporcional ao peso do carro e constante em boa aproximação.

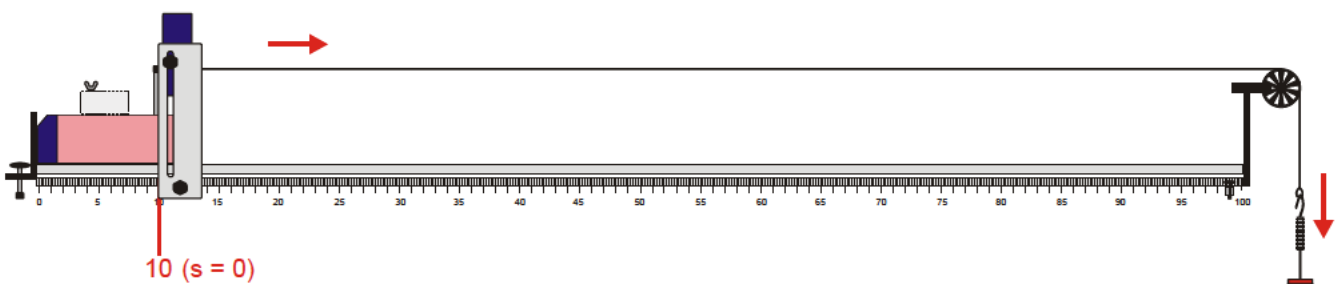


Fig. 1: Posição inicial do carro sobre a pista de rolagem

Em análise exata, a massa m_1 também é acelerada. Contudo, ela pode ser desprezada em comparação com m_2 . Então, vale

$$F - F_{fr} = m_2 \cdot a \tag{6}$$

ou

$$a = \left(\frac{m_1}{m_2} - \mu \right) \cdot g \tag{7}$$

Para a medição da velocidade momentânea

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} \tag{8}$$

um interruptor de largura conhecida Δs afixado ao carro aciona uma fotocélula. O tempo de interrupção Δt é medido com um contador digital.

LISTA DE APARELHOS

1 pista de rolagem	1003318 (U35000)
1 conjunto de pesos com fenda	1003227 (U30031)
1 corda para experimento	1001055 (U8724980)
1 célula fotoelétrica	1000563 (U11365)
1 contador digital (230 V)	1001033 (U8533341-230)
ou	
1 contador digital (115 V)	1001032 (U8533341-115)
1 par de cabos de segurança	1002849 (U13812)

MONTAGEM

- Montar experiência conforme fig. 1.
- Ajustar a pista de rolagem horizontal e fixar roda raçada como polia em sua extremidade direita.
- Utilizar o carro sem imãs, mas com 4 suportes de imãs.
- Fixar o interruptor longo com diâmetro $\Delta s = 9$ no carro e colocar o carro no início da pista de rolagem.

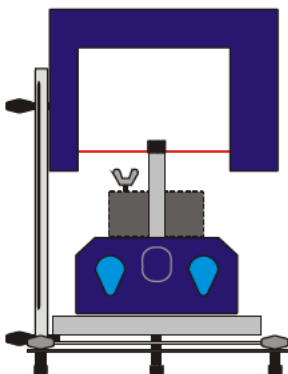


Fig. 2 Ajuste da fotocélula

Alteração da massa acelerada m_2 :

- Fixar a fotocélula com o suporte na marca de 10 cm da escala da pista de rolagem e ajustar sua altura de forma que o feixe de luz somente será interrompido pelo interruptor e não pelo parafuso borboleta da massa adicional, assim que o carro se movimentar, vide fig. 2.
- Conectar a fotocélula à tomada “A” do contador digital.
- Conectar as tomadas “OUT START” (amarela) e “IN STOP” (vermelho), por meio de cabos de experiência.
- Ajustar a chave seletora para Δt_{AB} (0.0 ms).
- Ajustar a posição do interruptor no carro de forma que a fotocélula por pouco não seja interrompida.
- Colocar a massa adicional à frente do carro, para que este não possa rolar para a frente.
- Cortar a corda de experimento no comprimento de 130 cm, fixar uma extremidade no interruptor e passar a outra extremidade sobre a polia e pendurar o prato do conjunto de pesos de fenda. Atentar para que a corda para experimentos esteja horizontal do carro até a polia.

REALIZAÇÃO

- Deslocar a fotocélula para a marca de 20 cm ($s = 10$ cm).
- Soltar o carro e deixar passar pela fotocélula.
- Ler o tempo de interrupção Δt e registrar na Tabela 1.
- Deslocar a fotocélula para a marca de 30 cm ($s = 20$ cm).
- Deixar o carro sair do começo da pista de rolagem e medir o tempo de interrupção Δt .
- Aumentar a distância s através de deslocamento da fotocélula em intervalos de 10 cm e repete as medições.
- Nisto, atentar sempre que a massa aceleradora não toque o chão antes da fotocélula ser interrompida.

Alteração da massa aceleradora m_1 : Colocar o peso de fenda de 10 g sobre o prato, para aumentar a massa a ser acelerada para $m_1 = 20$ g.

- Repetir toda sequência e anotar os valores na Tab.1
- Montar a massa adicional 500 g no carro, para aumentar a massa acelerado para $m_2 = 1000$ g.

- Repetir medição aumentando m_1 para 40 g e anotar os valores na tab. 2.

EXEMPLO DE MEDIÇÃO

Tab. 1: $m_2 = 500$ g

s / cm	$m_1 = 10$ g Δt / ms	$m_1 = 20$ g Δt / ms
10	52,4	34,0
20	38,1	25,0
30	31,4	20,6
40	27,6	17,6
50	24,4	16,3
60	22,3	14,4
70	20,9	13,8

Tab. 2: $m_2 = 1000$ g

s / cm	$m_1 = 10$ g Δt / ms	$m_1 = 20$ g Δt / ms	$m_1 = 30$ g Δt / ms	$m_1 = 40$ g Δt / ms
10	89,8	54,5	40,4	35,4
20	68,9	39,5	29,3	25,6
30	55,1	31,9	24,4	20,9
40	46,4	27,9	21,2	17,9
50	40,0	24,3	18,3	16,5
60	35,9	21,8	16,6	15,2
70	34,6	21,1	16,0	14,2

AVALIAÇÃO

- Calcular respectivamente , registrar os valores nas Tabelas 3 e 4 e demonstrar os resultados sobre os pontos em diagram v^2 -s.

Tab. 3: $m_2 = 500$ g

s / cm	$m_1 = 10$ g v^2 / m^2/s^2	$m_1 = 20$ g v^2 / m^2/s^2
10	0,030	0,070
20	0,056	0,130
30	0,082	0,191
40	0,106	0,261
50	0,136	0,305
60	0,163	0,391
70	0,185	0,425

Tab. 4: $m_2 = 1000$ g

s / cm	$m_1 = 10$ g v^2 / m^2/s^2	$m_1 = 20$ g v^2 / m^2/s^2	$m_1 = 30$ g v^2 / m^2/s^2	$m_1 = 40$ g v^2 / m^2/s^2
10	0,010	0,027	0,050	0,065
20	0,017	0,052	0,094	0,124
30	0,027	0,080	0,136	0,185
40	0,038	0,104	0,180	0,253
50	0,051	0,137	0,242	0,298
60	0,063	0,170	0,294	0,351
70	0,068	0,182	0,316	0,402

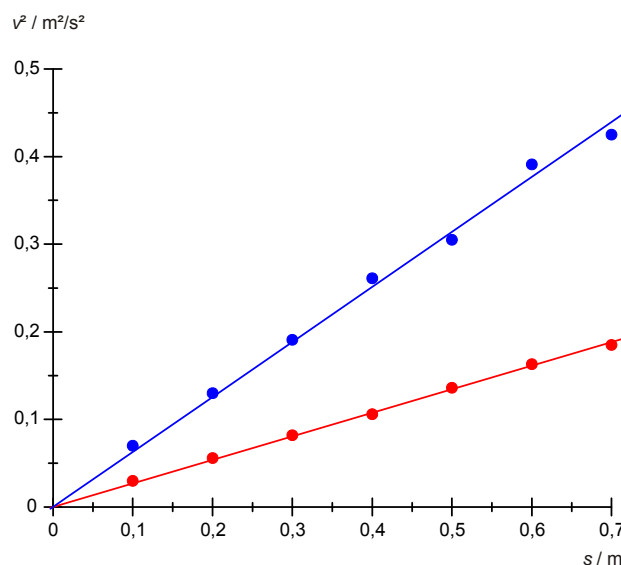


Fig. 3 Diagrama v^2 -s para $m_2 = 500$ g. $m_1 = 10$ g (●), 20 g (●)

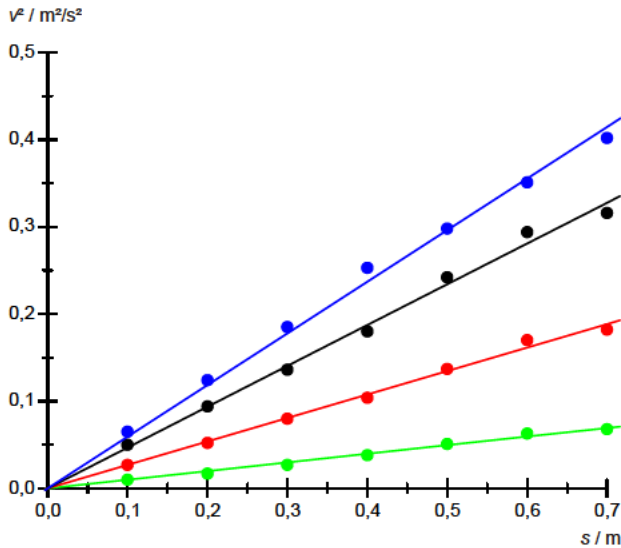


Fig. 4 Diagrama v^2 - s para $m_2 = 1000$ g.
 $m_1 = 10$ g (●), 20 g (●), 30 g (●), 40 g (●)

- Nas fig. 3 e 4, adaptar respectivamente as retas de origem aos pontos de medição.
- Calcular as acelerações a a partir das inclinações da reta de origem e registrar os valores na Tab. 5.
- Além disso, desenhar os valores em um diagrama e adequar a reta conforme GI (7).

Tab. 5: Valores descobertos a partir das inclinações de reta nas fig. 3 e 4 para a aceleração a

m_1 / g	m_2 / g	m_1/m_2	$a / m/s^2$
10	500	0,02	0,134
20	500	0,04	0,314
10	1000	0,01	0,049
20	1000	0,02	0,135
30	1000	0,03	0,234
40	1000	0,04	0,296

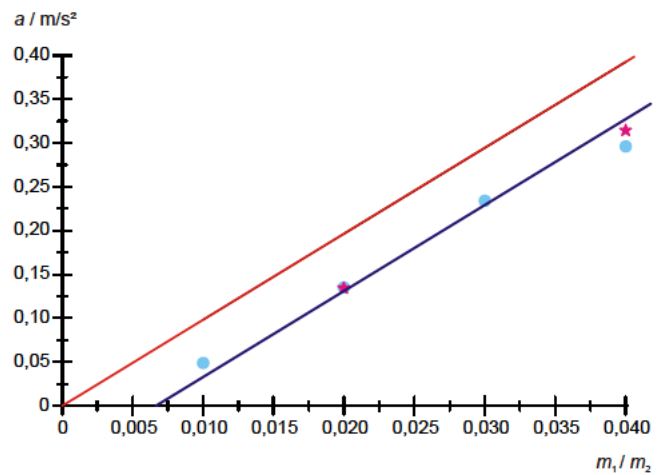


Fig. 5 Aceleração a conforme relação de massa m_1/m_2 . $a = m_1/m_2 * g$ (—),
 $a = (m_1/m_2 - \mu) * g$ (—), $m_2 = 500$ g (★), 1000 g (●)

Fig. 5 mostra a dependência da aceleração da relação entre massa. Os valores de medição estão, com boa aproximação, na mesma reta calculada conforme GI, (7) com $\mu = 0,0069$.

CONCLUSÃO

Na aceleração constante, o quadrado da velocidade momentânea cresce proporcionalmente à distância percorrida. Numa avaliação quantitativa, o atrito também deverá ser considerado. Ele é constante em pequenas velocidades, com boa aproximação, e proporcional ao peso do carro na pista de rolagem.