

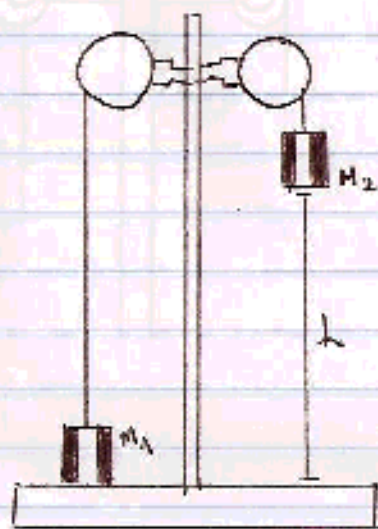
A máquina de Atwood

25/09/08 19

Objetivo: Verificar experimentalmente a segunda lei de Newton, testando a relação entre força resultante, massa e aceleração.

Material: Máquina de Atwood 1 polia muito leve, mas quase não suportar duas massas M_1 e M_2 , unidas por um cordão, 2 cliques e cronômetro.

Montagem



Procedimentos e resultados:

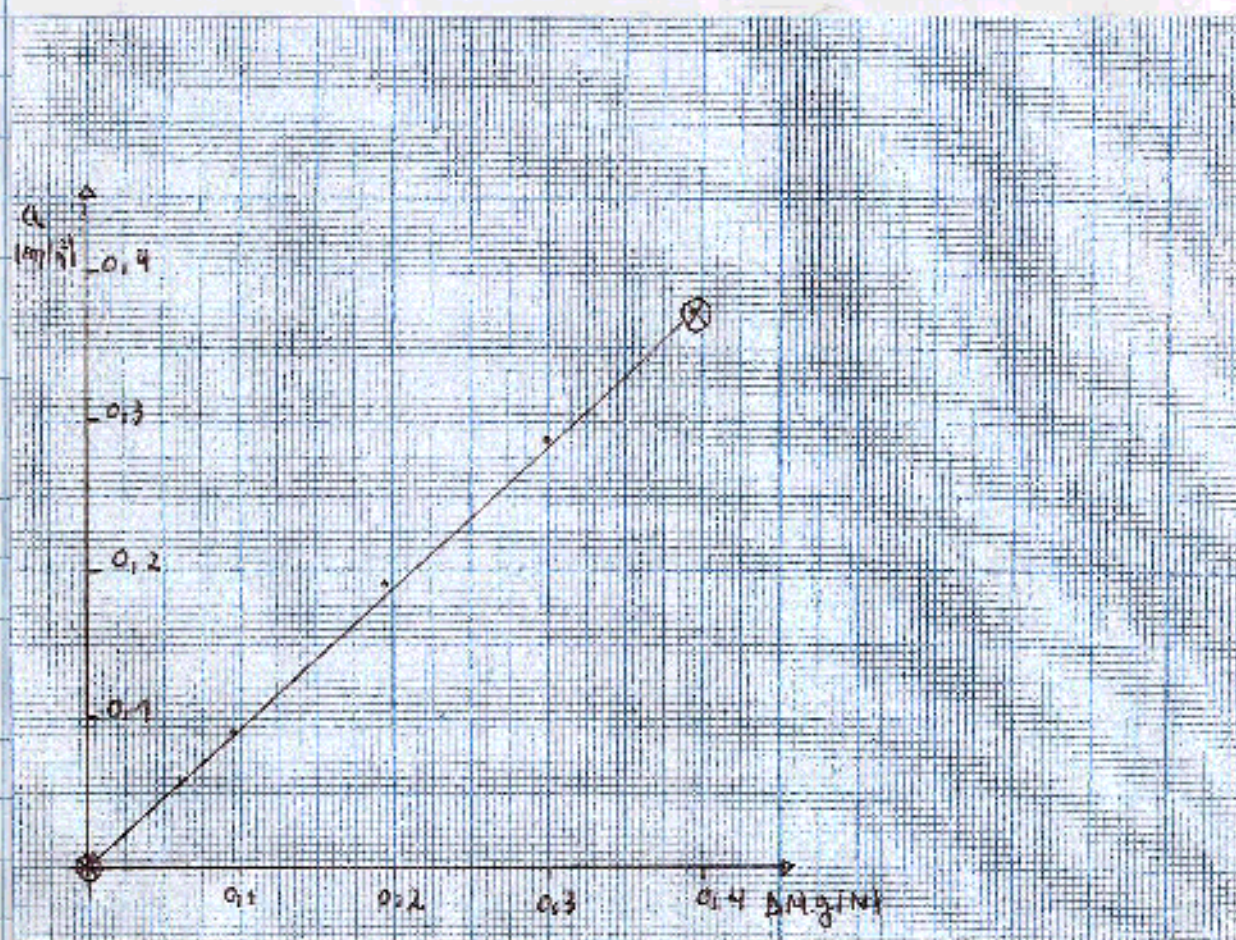
— Medir a medida h , encontramos $h = 0,61\text{m}$.

— Para corrigir o atrito adicionamos cliques a M_1 . A massa dos cliques encontrada foi de $0,0041\text{kg}$.

— Medimos os tempos médios para cada variação de massa, para encontrar a aceleração a partir da equação $a = \frac{2h}{t^2}$ desta forma, podemos preencher

a tabela que segue:

$\Delta M_1 (g)$	$\Delta M_2 (g)$	$\Delta t_1 (s)$	$\Delta t_2 (s)$	$\Delta t_3 (s)$	$\Delta \bar{t} (s)$	$a (m/s^2)$	$\Delta M (kg) = \Delta M_1, \Delta M_2$
20	20	-	-	-	-	0	0
15	25	3,66	3,66	3,69	3,66	0,09	0,010
10	30	2,56	2,50	2,53	2,53	0,19	0,020
5	35	2,07	2,06	2,13	2,08	0,28	0,030
0	40	1,88	1,82	1,75	1,81	0,37	0,040



$$\Delta a = \frac{0,37 \text{ m/s}^2 - 0}{0,392 \text{ m/s}^2 \cdot \text{kg}^{-1}} = 0,4 \cdot 0,94 \text{ kg}^{-1}$$

essa forma; a declividade da reta nos dá o inverso da massa

85101 A máquina de Atwood

25/09/08 21

Segue abaixo a diferença de percentual entre
entre a declividade da reta e o valor esperado

$$1,041 \quad \text{---} \quad 100\%$$

$$1,0638 \quad \text{---} \quad 2$$

$$\alpha = 102,19\%$$

$$102,19\% - 100\% = 2,19\%$$

$$\text{Obs.: } 0,94^{-1} = 1,0638$$

A inclusão da massa dos elips foi necessária
para a conexão do atrito. ✓

Conclusões:

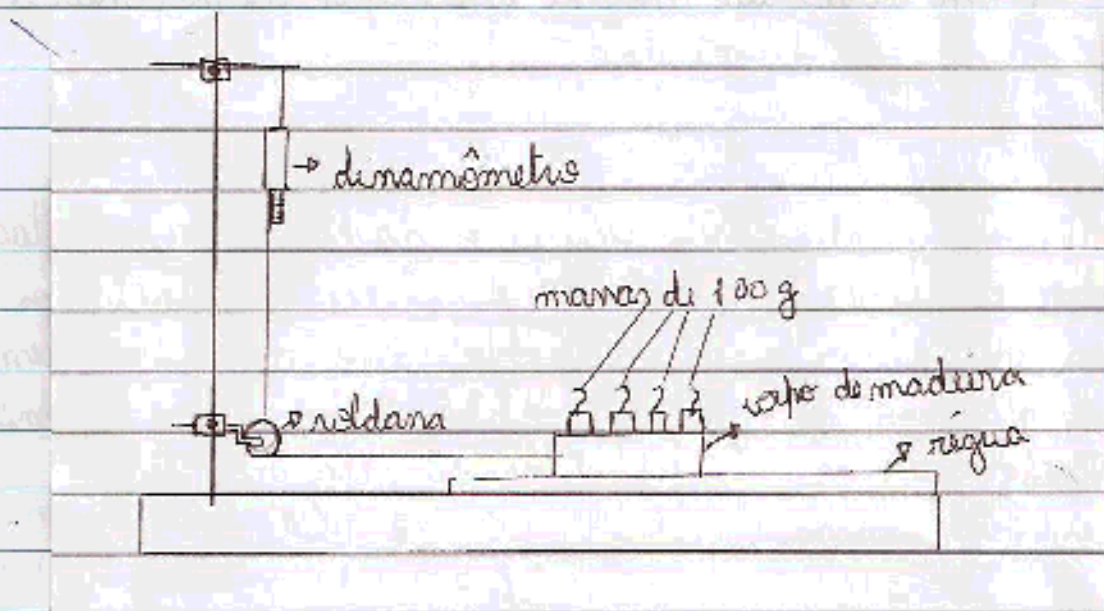
A partir das equações dadas e dos resultados
obtidos podemos inferir que a 2ª lei de Newton se
aplica muito bem ao experimento, uma vez que obtivemos
uma margem de erro de 2,19%. Além disso podemos
constatar que a declividade da reta nos dá o
inverso da massa.

"A -" Falta apenas mostrar
que $\alpha = \frac{4m}{m_{\text{total}}}$ no body. Atacad.

Objetivo: Determinar os coeficientes de atrito estático e cinético para um par de superfícies de contato.

Material: Dinamômetro (3 N e 2 N), régua de madeira, corpo de madeira ($m = 100\text{g}$), 4 massas metálicas ($m = 100\text{g}$ cada uma) e equipamentos compostos de soldana + suporte + fio de nylon.

Montagem:



Procedimentos e resultados:

Para medir o atrito estático, para esse fim esticamos o fio de nylon, enquanto o colega de equipe puxava a régua ou analisava a força marcada no dinamômetro. Essa força é a força de atrito estático máxima.

$$\text{Desse forma } F_E = \mu_E N$$

$$N = m \cdot g$$

A seguinte tabela mostra os resultados obtidos para força de atrito estático.

Ps. Para o corpo de madeira usamos uma massa de 0,115 Kg. A cada medida adicionamos uma massa de 0,1 kg.

m (kg)	F ₁ (N)	F ₂ (N)	F ₃ (N)	F ₄ (N)	F ₅ (N)	\bar{F} (N)
0,115	0,25	0,30	0,30	0,40	0,40	0,33
0,215	0,60	0,65	0,55	0,55	0,60	0,59
0,315	1,05	1,10	1,10	1,20	0,90	1,07
0,415	1,20	1,20	1,15	1,20	1,25	1,20
0,515	1,50	1,50	1,40	1,45	1,60	1,49

Para encontrar o coeficiente de atrito estático usamos a fórmula $\mu_s = \frac{F_c}{mg}$ $\mu_s = \frac{0,33 \text{ N}}{1,127 \text{ N}} = 0,28$

logo $\mu_s = 0,28$

o cálculo declividade do gráfico.

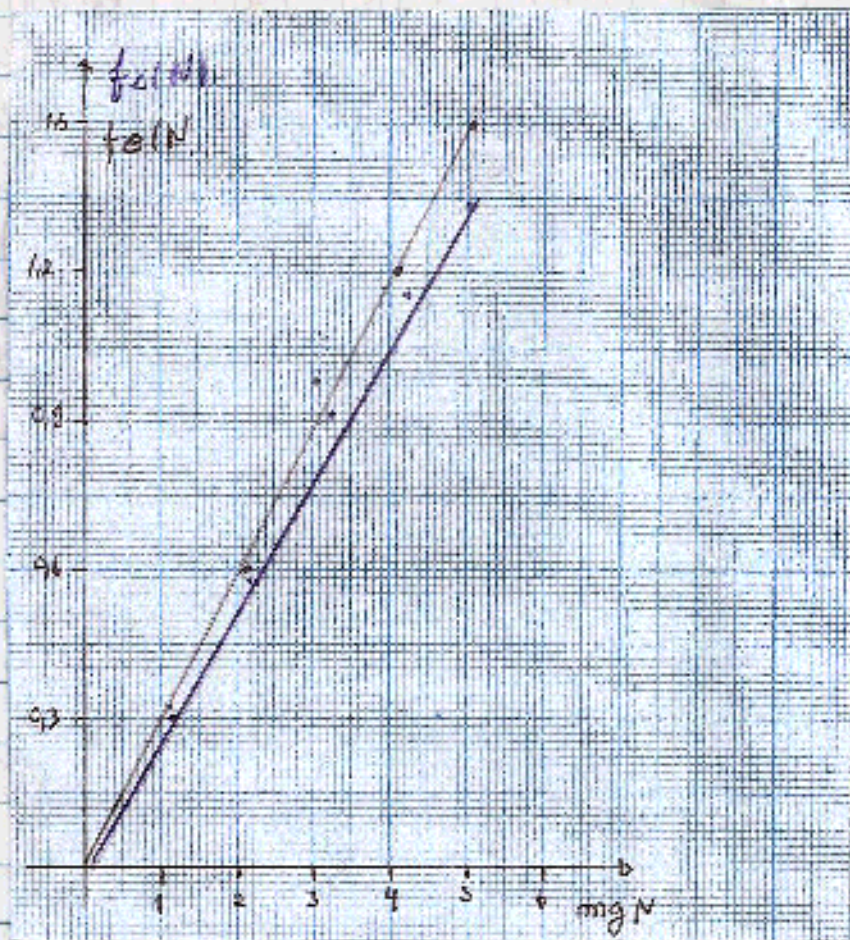
Para a medida do atrito cinético usamos o mesmo procedimento do estático, porém a régua ~~foi~~ foi puxada de modo a ficar em MRU.
 Obtivemos os seguintes resultados:

m (kg)	F ₁ (N)	F ₂ (N)	F ₃ (N)	F ₄ (N)	F ₅ (N)	\bar{F} (N)
0,115	0,30	0,30	0,30	0,32	0,30	0,30
0,215	0,60	0,60	0,62	0,60	0,58	0,60
0,315	0,90	0,90	0,90	0,90	1,00	0,92
0,415	1,20	1,25	1,20	1,10	1,00	1,15
0,515	1,40	1,40	1,30	1,30	1,30	1,34

Calculamos μ_c a partir de:

$\mu_c = \frac{F_c}{mg}$ $\mu_c = \frac{0,30 \text{ N}}{1,127 \text{ N}} = 0,26$ gráfico

O gráfico que segue nos dá f_c e f_s em função de mg .



Conclusões: A partir dos experimentos podemos concluir que em geral o coeficiente de atrito estático é maior que o cinético como mostrado pelos mesmos experimentos. Podemos também inferir que o coeficiente de atrito é a tangente do ângulo. Tivemos um pouco de dificuldade para medir a força de atrito cinético, pois foi muito difícil deixar o corpo de madeira em MRU.

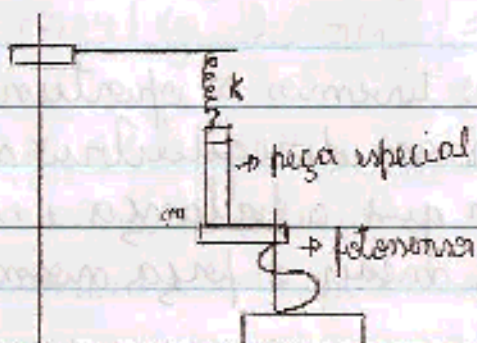
→ que ângulo? Isso não foi descrito no procedimento, o μ não pode simplesmente "aparecer" na conclusão... μ

30 Conservação da energia 16/10/08

Objetivo: Verificar a conservação da energia mecânica no movimento vertical de um sistema mola-massa.

Material: mola, suporte preso à mesa para suspender a mola, peça especial de cerca de 80 g, cronômetro digital com um fotossensor, balança e régua.

Montagem:



Procedimentos e resultados

Medimos a massa da peça especial $m = 0,079 \text{ kg}$ para encontrar a constante da mola a partir de $K = \frac{mg \Delta m}{\Delta x}$; ✓

Medimos $\Delta x = 0,44 \text{ m}$;

A tabela abaixo mostra as constantes K obtidas :

$\Delta m (\text{kg})$	$\Delta x (\text{m})$	$(\Delta m) g (\text{N})$	$K (\text{N/m})$
0,020	0,07	0,196	2,80
0,040	0,135	0,392	2,90
0,060	0,205	0,588	2,87

Obtemos $\bar{K} = 2,86 \text{ N/m}$ ✓

Para a fórmula acima usamos Δm para Δx medidas.

Medimos a massa da peça especial $m = 0,079 \text{ kg}$ ✓

Conservação da energia

16/10/08

31

Medições intervalos de tempo para $d = 0,05 \text{ m}$ usando a peça especial

$\Delta t(i)$	0,0271	0,0286	0,0290	0,0293	0,0277
	0,0276	0,0281	0,0285	0,0274	0,0277

$$\bar{\Delta t}(1) = 0,0281$$

$$v_2 = \frac{0,01 \text{ m}}{0,0281 \text{ s}} = 0,35 \text{ m/s} \quad 0,35 \text{ m/s} \quad \checkmark$$

Intervalos de tempo medidos para $d = 0,1 \text{ m}$

$\Delta t(i)$	0,0137	0,0142	0,0142	0,0145	0,0137
	0,0155	0,0147	0,0147	0,0144	0,0140

$$\bar{\Delta t}(1) = 0,0143$$

$$v_2 = \frac{0,01 \text{ m}}{0,0143 \text{ s}} = 0,7 \text{ m/s} \quad 0,7 \text{ m/s} \quad \checkmark$$

Encontramos a deformação da mola correspondente ao sistema em equilíbrio

$$x_2 = \frac{mg}{k} = \frac{0,079 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2}{2,86 \text{ N/m}} = 0,27 \text{ m} \quad 0,27 \text{ m} \quad \checkmark$$

$$d = 0,05 \text{ m} \quad \begin{cases} v_1 = 0 \\ y_1 = 0,05 \text{ m} \\ x_1 = x_2 + d = 0,227 \text{ m} \end{cases} \quad \begin{cases} v_2 = 0,35 \text{ m/s} \\ y_2 = 0,01 \text{ m} \\ x_2 = 0,227 \text{ m} \end{cases}$$

$$d = 0,10 \text{ m} \quad \begin{cases} v_1 = 0 \\ y_1 = 0 \\ x_1 = x_2 + d = 0,327 \text{ m} \end{cases} \quad \begin{cases} v_2 = 0,7 \text{ m/s} \\ y_2 = 0,01 \text{ m} \\ x_2 = 0,227 \text{ m} \end{cases}$$

32

Conservação da energia

16/10/08

$d = 0,05 \text{ m}$

$$E_1 = \frac{2,86 \cdot 0,07}{2} + 0,07 \cdot 9,8 \cdot 0,05 = 0,135 \text{ J}$$

$$E_2 = \frac{0,079 \cdot 0,12}{2} + \frac{2,86 \cdot 0,06}{2} + 0,079 \cdot 9,8 \cdot 0,01 = 0,195 \text{ J}$$

$d = 0,1 \text{ m}$

$$0,079 \cdot 9,8 \cdot 0,1 + \frac{2,86 \cdot 0,327}{2} = 0,22 \text{ J}$$

$$\frac{0,079 \cdot 0,49}{2} + \frac{2,86 \cdot 0,37}{2} + 0,079 \cdot 9,8 \cdot 0,01 = 0,21 \text{ J}$$

Assim usou as seguintes fórmulas

$$\text{erro} = \frac{0,22 - 0,21}{0,22} \cdot 100 = 4,54\%$$

$$v \quad E_1 = 0 + \frac{Kx^2}{2} + mgy_1$$

$$E_2 = \frac{1}{2} m v^2 + \frac{Kx_2}{2} + mgy_2$$

Conclusão: Verificamos com este experimento que a energia mecânica de sistema mola-mola na direção vertical, se conserva.

"P = "

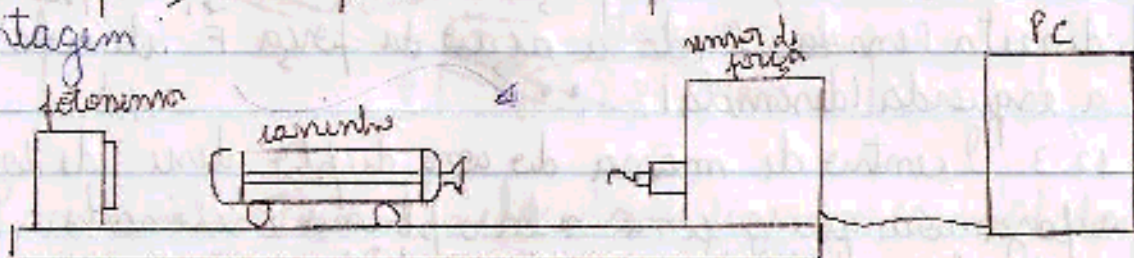
Impulso e momentum linear

06/11/08 33

Objetivo: Estudar a variação de momentum linear utilizando o sistema de aquisição de dados da Parco e comparar estes resultados com a variação do momentum estimada através das medidas de velocidade utilizando o fotomensor.

Material: trilho, carrinhos de rolamento, fotomensor, balança, sensor de força e computador com software Parco

Montagem:



Procedimentos e resultados:

Medimos a massa do carrinho $m = 0,51003 \text{ kg}$.

Para determinar a velocidade do carrinho usamos os tempos medidos no fotomensor $t_1 = 0,2517 \text{ s}$ e $t_2 = 0,2913 \text{ s}$ e a largura da fita que obtivemos no fotomensor $d = 0,110 \text{ m}$.

$$v_1 = \frac{d}{t_1} = \frac{0,110 \text{ m}}{0,2517 \text{ s}} = 0,437 \text{ m/s}$$

$$v_2 = \frac{d}{t_2} = \frac{0,110 \text{ m}}{0,2913 \text{ s}} = 0,377 \text{ m/s}$$

Então, calculamos a variação do momentum linear

$$\Delta p = m |v_2 - v_1| = 0,51003 (|0,377 - 0,437|) = 0,415 \text{ N}\cdot\text{s}$$

E através do software parco obtivemos $0,3866 \text{ N}\cdot\text{s}$

$$\text{Erro} = \frac{0,415 - 0,387}{0,387} \times 100 = 7,2\%$$

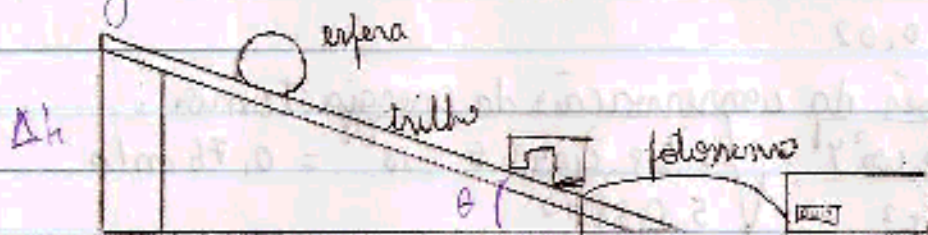
Conclusões: Com 7,2% de erro confirmamos que o impulso é igual a variação de momentum linear. O resultado não foi exatamente o esperado devido à força de atrito.

A

Objetivo: Estudar os movimentos simultâneos de translação e rotação de uma esfera de aço que rola em um trilho em forma de U.

Material: trilho com fotocromos, esfera, régua e paquímetro

Montagem:



Para encontrar a velocidade fizemos 10 medidas de tempo com o cronômetro na posição gate 10,1 m/s e calculamos \bar{t} .

t (ms)

Procedimentos e resultados

0,0289	0,0288	0,0291	0,0292	0,0288
0,0292	0,0293	0,0290	0,0292	0,0287

$$\bar{t} = 0,02902 \text{ s}$$

O diâmetro da esfera é 0,02 m. Distância:

$$s = \frac{0,02 \text{ m}}{0,02902 \text{ s}} = 0,689 \text{ m/s}$$

Para encontrar a aceleração medimos 10 vezes o tempo no modo pulso (1 m/s) e calculamos \bar{t}

3,305	3,499	3,067	3,322	3,378
3,437	3,527	3,409	3,439	3,502

$$\bar{t} = 3,381$$

$$s = 1,27 \text{ m}$$

Comp. trigonométrica

$$a = \frac{2 \Delta x}{\bar{t}^2} = \frac{2 \cdot 1,27 \text{ m}}{(3,381)^2} = 0,222 \text{ m/s}^2$$

36

Translação e rotação de um corpo rígido 27/11/08

Medidas $h = 0,043 \text{ m}$, a partir disso calculamos $\sin \theta$

$$\sin \theta = \frac{0,043 \text{ m}}{1,27 \text{ m}} = 0,03$$

$$\theta = \arcsin(0,03) = 0,03 \text{ rad}$$

$$\gamma = \frac{L}{2\pi} = \frac{0,0069}{0,02} = 0,345 \text{ rad} = 20,18^\circ$$

Através da conservação da energia temos:

$$\omega = \sqrt{\frac{2gh \cdot 5 \cos^2 \gamma}{5 \cos^2 \gamma + 2}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 9,8 \cdot 0,043 \cdot 5 \cdot 0,88}{5 \cdot 0,88 + 2}} = 0,76 \text{ m/s}$$

$$a = \frac{g \sin \theta \cdot 5 \cos^2 \gamma}{5 \cos^2 \gamma + 2} = \frac{9,8 \cdot 0,03 \cdot 5 \cdot 0,88}{5 \cdot 0,88 + 2} = 0,201 \text{ m/s}^2$$

Conclusão: Podemos verificar que os resultados experimentais são confirmados pela conservação de energia e dinâmica, para o rolamento.

"A" = E

incluindo dentro
entre resultados