

UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA - UDESC
CENTRO DE CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS – CCT
JOINVILLE



FÍSICA EXPERIMENTAL I – FEX1001
Joinville/SC, 2025

Roteiro/Relatório da Experiência 3

Trabalho e energia, conservação de energia, sistemas de partículas e colisões

Equipe (Número da bancada):
Nomes

Introdução

Um lançador utiliza mola para disparo. Qual é a relação entre a força da mola e a velocidade do objeto lançado? Nesta investigação serão obtidos os gráficos da força $F(x)$ e da velocidade $v(x)$ em função da posição x e a partir do conceito gráfico do trabalho W , a relação entre elas a fim de verificar experimentalmente o Teorema do Trabalho e Energia.

Objetivo

Verificar experimentalmente o Teorema do Trabalho e Energia.

Equipamentos fixos (não devem ser retirados/alterados da bancada da experiência)

- Sistema de pista inclinável com suporte de sensor de força e amortecedores elásticos (Pista)

Material (na bancada de manutenção, solicitar ao docente e devolver depois da experiência)

- 1 Carrinho: $\Delta x = 0,2 \text{ mm}$; $\Delta t = 2 \text{ ms}$; $\Delta F = 0,1 \text{ N}$
- 2 massas: $m = 2 \times (250,00 \pm 0,01) \text{ g}$
- 1 mola: $k = (3,4 \pm 0,1) \text{ N/m}$
- 1 elástico colocado na extremidade da mola

Aplicativo/Software

- PASCO [SPARKvue®](#)

Cuidados

- Não deixe o carrinho colidir violentamente, risco de dano permanente.
- Cada carrinho tem um número ID próprio, ao conectar no software certifique se é da equipe.
- Não estique demais a mola, risco de deformação permanentemente (esticamento $\leq 50 \text{ cm}$).
- Desligue o carrinho após a experiência.
- Salve a experiência no software para poder revisar posteriormente.

Montagem e configuração

Verifique se a pista está nivelada horizontalmente. Coloque a extremidade da mola com o elástico no gancho do suporte no final da pista e passe o elástico em volta do parafuso do lado externo (Figura 1) para evitar que a mola seja lançada.



Figura 1: Montagem e configuração.

No software abra o arquivo experimental (“Abrir uma experiência da PASCO” → “Essential Physics” → “10B_WorkEnergyTheorem.spklab”). Para configurar a parada automática de dados assim que o carrinho atinge o amortecedor elástico, na parte inferior esquerdo clique no ícone ao lado do campo “periódico: 500 Hz” → “Condição de parada” → “Tipo de condição: Baseado na medida” → “Medição: Força” → “Condição: Cair abaixo de” → “Valor: 0,1”.

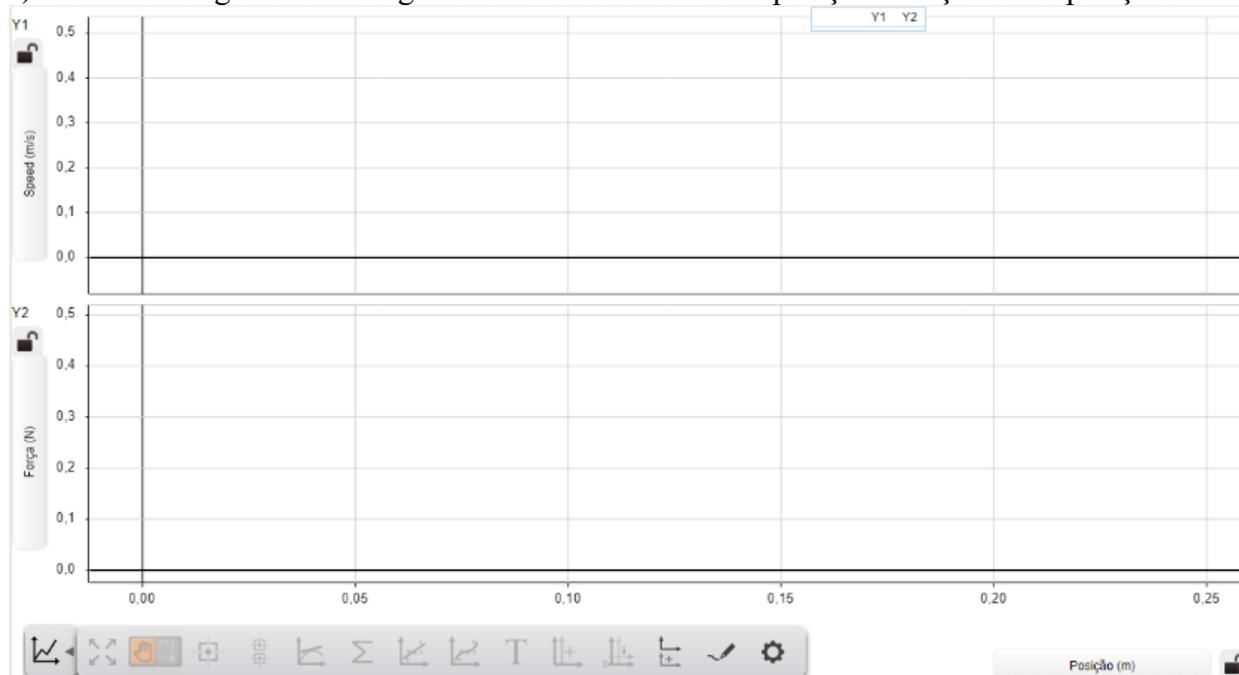
Em seguida ligue o carrinho, conecte-o, posicione as rodinhas do carrinho no sulco da pista com o sentido “+X” (lado onde tem gancho) voltado ao amortecedor elástico, e coloque o gancho na extremidade livre da mola, mas não exercendo força (Figura 1).

Etapa 1

1. [1,0] Observações

Puxe o carrinho para trás esticando a mola por cerca de 20 cm, inicie a coleta de dados e solte o carrinho do repouso. A coleta de dados para automaticamente.

a) Esboce na figura abaixo o gráfico da velocidade versus posição e força versus posição.



Descreva o que é observado na velocidade e na força em função da posição quando é alterado:

- b) O esticamento da mola (diminua ou aumente um pouco o esticamento);
- c) A propriedade elástica (troque a mola por um elástico entre gancho e suporte no final da pista);
- d) A massa do carrinho (coloque massas adicionais no carrinho).

2. [1,0] Experimentos

Qual é a relação entre a força F , o trabalho W realizado no deslocamento d e a velocidade v ? A seguir são apresentados o procedimento experimental necessário para investigação.

Procedimento experimental

A experiência começa com o ajuste inicial da **Montagem e configuração** com o carrinho sem as massas adicionais, e a mola no estado relaxado entre o gancho e suporte final da pista.

- Puxe o carrinho para trás $50,00\text{ cm}$ em relação a posição inicial de relaxamento, esticando a mola, utilize a escala milimétrica na lateral da pista.
- Inicie a coleta de dados no software e solte o carrinho do repouso. Após a parada automática da coleta de dados, salve a experiência. **A coleta dos dados é realizada apenas uma vez, o restante é análise gráfica utilizando o software.**

- Determine o trabalho W realizado pela mola obtendo a área^{*1} do gráfico $F(x)$ vs x pelo aplicativo/software, para um deslocamento d (de $x_i = 0$ até $x_f = d$) e a velocidade v ^{*2} na posição $x_f = d$. Inicie com $d = 5,00\text{ cm}$, determine o trabalho W e a velocidade v .

*1. Selecione "Y2", altere para "modo selecionar" e marque de $x_i = 0$ até $x_f = d$, depois clique no "Σ" → "Area" → "OK".

*2. Selecione "Mostrar/ocultar ferramenta multi-coordenadas" e arraste a linha vertical até $x_f = d$ e leia o valor da velocidade.

- Repita c) para outros valores de d (escolhida arbitrariamente pelo docente, entre 5 a 45 cm). Ao completar a coluna correspondente da equipe, compartilhe com demais equipe^{**} e complete a Tabela 1.

**Cada equipe é responsável pelos valores compartilhados, notando divergência no número de algarismos significativos, revise com a equipe que apresentar divergência até chegar a um consenso, revise as medidas gravada no software.

$d(\text{cm})$	Equipe 1		Equipe 2		Equipe 3		Equipe 4		Equipe 5	
	$W(\text{J})$	$v(\text{m/s})$								

Após a experiência verifique se o carrinho está em ordem, desligue e acondicione todos os materiais na caixa e devolva para a bancada de manutenção. Mantenha a bancada organizada.

3. [1,0] Teoria

Revise o conceito do trabalho [1] realizado por força variável $F(x)$ em função da posição x ,

$$W = \int_{x_i}^{x_f} F(x) dx. \quad (1)$$

- Qual a relação entre trabalho e o gráfico de $F(x)$ vs x para um deslocamento $d = x_f - x_i$?

Para entender a relação entre o trabalho W realizado por uma força elástica da mola em um deslocamento d de um objeto de massa m que atinge uma velocidade v movendo em um plano horizontal sem atrito, revise o **Teorema do Trabalho e Energia** [1]. Considerando que a mola exerça força na massa m do repouso até o deslocamento d onde atinge uma velocidade v , demonstre:

$$W = \frac{1}{2}mv^2. \quad (2)$$

b) Demonstração da equação (2) a partir do Teorema do Trabalho e Energia

4. [1,0] Identificação das variáveis

Identifique as quantidades físicas das variáveis no **2. Experimentos** e complete a Tabela 2.

Tabela 2	
Quantidade Física	Variável
	Independente
	Dependente

5. [1,0] Linearização

a) Linearize a equação (2) para construção do gráfico linear no papel milimetrado e compare com a equação da reta $y' = a'x' + b'$.

b) Escreva as relações para:

Variável independente $x' =$

Variável dependente $y' =$

Coeficiente angular $a' =$

Coeficiente linear $b' =$

(3)

Etapa 2

6. [1,0] Análise estatística

A partir das medidas da Tabela 1, calcule e preencha

- A média do trabalho \overline{W} e da velocidade \overline{v} na Tabela 3.
- O desvio médio do trabalho $\overline{\Delta W}$ e da velocidade $\overline{\Delta v}$ na Tabela 4.
- O desvio padrão do trabalho σ_W e da velocidade σ_v na Tabela 5.

Tabela 3		Tabela 4		Tabela 5	
\overline{W} (J)	\overline{v} (m/s)	$\overline{\Delta W}$ (J)	$\overline{\Delta v}$ (m/s)	σ_W (J)	σ_v (m/s)

7. [1,0] Construção e análise do gráfico linear no papel milimetrado

- Utilizando as relações (3) e os valores da Tabela 3, preencha a Tabela 6 e a partir desta construa um gráfico linear no papel milimetrado (em anexo).

Tabela 6	
x' (unidade) =	y' (unidade) =

- Indique na reta obtida, os pontos P₁, P₂ e P₃ com os valores lidos, calcule os coeficientes da equação da reta com suas respectivas unidades e escreva a equação experimental obtida.

Apresente os valores lidos dos pontos P₁, P₂ e P₃ e os cálculos dos coeficientes

Equação experimental (papel milimetrado):

(4)

8. [1,0] Construção e análise do gráfico linear no SPARKvue®

Na “**Entrada Manual**” copie os valores da Tabela 6 e ajuste uma curva e escreva a equação experimental obtida.

Equação experimental (SPARKvue®)	(5)
----------------------------------	-----

9. [1,0] Resultados

a) Utilize as equações (4) e/ou (5) e as relações (3) e determine e determine a massa m do carrinho.

b) O valor de referência é $m = (250,00 \pm 0,01)$ g. Determine o erro percentual.

1. [1,0] Conclusões

Faça síntese dos resultados. O objetivo foi alcançado?

Referências

[1] HALLIDAY, D., RENSICK, R. e WALKER, J. – Fundamentos de Física – Volume 1 – Mecânica – Livros Técnicos e Científicos Editora – 8ª Edição.

250

200

150

100

50

0

50

100

150