

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”.

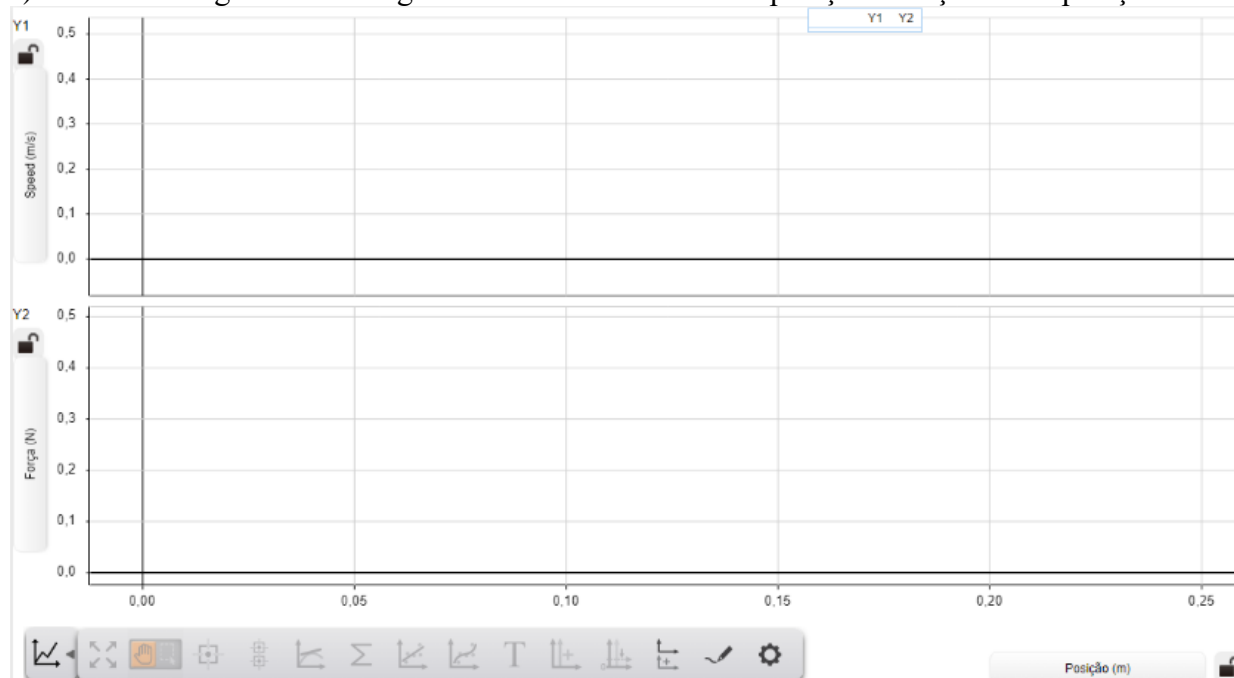
Em seguida ligue o carrinho, [conecte-o](#), posicione as rodinhas do carrinho no sulco da pista com o sentido “+X” (lado onde tem gancho) voltado ao amortecedor elástico, e coloque o gancho na extremidade livre da mola, mas não exercendo força (Figura 1).

## 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 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<sup>\*1</sup> do gráfico  $F(x)$  vs  $x$  pelo aplicativo/software, para um deslocamento  $d$  (de  $x_i = 0$  até  $x_f = d$ ) e a velocidade  $v$ <sup>\*2</sup> na posição  $x_f = d$ . Inicie com  $d = 5,00$  cm, determine o trabalho  $W$  e a velocidade  $v$ .

<sup>\*1</sup>. Selecione "Y2", altere para "modo selecionar" e marque de  $x_i = 0$  até  $x_f = d$ , depois clique no " $\Sigma$ "  $\rightarrow$  "Área"  $\rightarrow$  "OK".

<sup>\*2</sup>. 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<sup>\*\*</sup> e complete a Tabela 1.

<sup>\*\*</sup>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.

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

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  $\sigma_W$  e da velocidade  $\sigma_v$  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)	$\sigma_W$ (J)	$\sigma_v$ (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	
$x'(\text{unidade}) =$	$y'(\text{unidade}) =$

- Indique na reta obtida, os pontos  $P_1$ ,  $P_2$  e  $P_3$  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  $P_1$ ,  $P_2$  e  $P_3$  e os cálculos dos coeficientes**

Equação experimental (papel milimetrado):

(4)



250

200

150

100

50

0

50

100

150