

## OBJETIVO:

- Estudar o trabalho da energia mecânica através do movimento do carrinho no trilho de ar.

## MATERIAL UTILIZADO:

- Kit do trilho de ar; balança;

## PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Tabela 1: Massa que compõem o sistema

Carrinho	Suporte de massa	Massa1 de 10g	Massa1 de 20g
$(0,20490 \pm 0,00001)$ kg	$(0,00797 \pm 0,00001)$ kg	$(0,00895 \pm 0,00001)$ kg	$(0,01899 \pm 0,00001)$ kg

Erros de medida associados ao tempo e a posição:

Erro tempo =  $\pm 2\%$

Erro posição =  $\pm 0,5\text{cm}$

Altura inicial do suporte de massas ao chão  $h = 0,8900 \pm 0,0005$  m.

Tabela 2: Tempo medido entre os deslocamentos demarcados, para impulso com massa de 10g.

$X_F$	$\Delta t$ 1 (ms)	$\Delta t$ 2 (ms)	$\Delta t$ 3 (ms)	$\Delta t$ 4 (ms)	$\Delta t$ 5 (ms)	Média $\Delta t$ (ms)
0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
$(0,100 \pm 0,005)$ m	$(0,5380 \pm 0,0108)$ s	$(0,5260 \pm 0,0105)$ s	$(0,5350 \pm 0,0107)$ s	$(0,5320 \pm 0,0106)$ s	$(0,535 \pm 0,0107)$ s	$(0,5330 \pm 0,0107)$ s
$(0,200 \pm 0,005)$ m	$(0,8950 \pm 0,0179)$ s	$(0,8970 \pm 0,0179)$ s	$(0,8990 \pm 0,0179)$ s	$(0,901 \pm 0,018)$ s	$(0,900 \pm 0,018)$ s	$(0,8980 \pm 0,0179)$ s
$(0,300 \pm 0,005)$ m	$(1,1480 \pm 0,0229)$ s	$(1,150 \pm 0,023)$ s	$(1,151 \pm 0,023)$ s	$(1,153 \pm 0,023)$ s	$(1,1440 \pm 0,0229)$ s	$(1,1490 \pm 0,0229)$ s
$(0,400 \pm 0,005)$ m	$(1,3270 \pm 0,0265)$ s	$(1,3210 \pm 0,0264)$ s	$(1,3280 \pm 0,0265)$ s	$(1,3330 \pm 0,0266)$ s	$(1,3190 \pm 0,0263)$ s	$(1,3260 \pm 0,0265)$ s
$(0,500 \pm 0,005)$ m	$(1,4710 \pm 0,0294)$ s	$(1,4650 \pm 0,0293)$ s	$(1,4690 \pm 0,0293)$ s	$(1,4710 \pm 0,2942)$ s	$(1,4710 \pm 0,2942)$ s	$(1,4690 \pm 0,0293)$ s

Tabela 3: Tempo medido entre os deslocamentos demarcados, para impulso com massa de 20g.

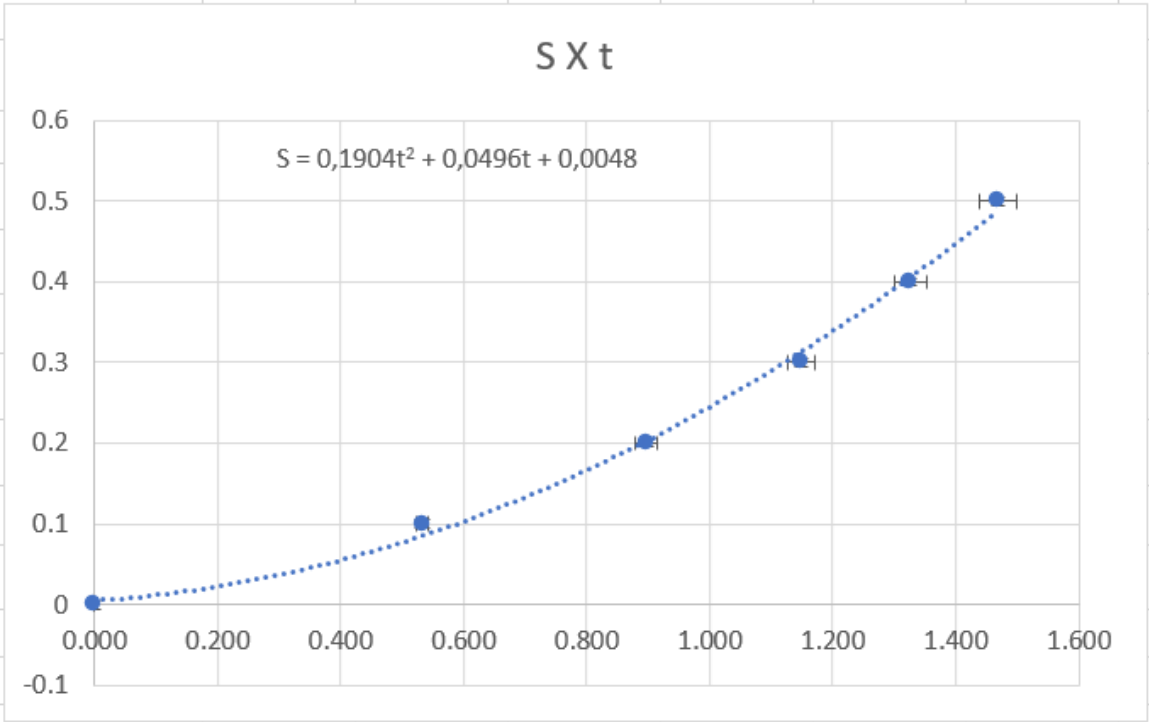
$X_F$ (cm)	$\Delta t$ 1 (ms)	$\Delta t$ 2 (ms)	$\Delta t$ 3 (ms)	$\Delta t$ 4 (ms)	$\Delta t$ 5 (ms)	Média $\Delta t$ (ms)
0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
$(0,100 \pm 0,005)$ m	$(0,4050 \pm 0,0081)$ s	$(0,4090 \pm 0,0082)$ s	$(0,4090 \pm 0,0082)$ s	$(0,4070 \pm 0,0081)$ s	$(0,4080 \pm 0,0082)$ s	$(0,4080 \pm 0,0082)$ s
$(0,200 \pm 0,005)$ m	$(0,6080 \pm 0,0122)$ s	$(0,6060 \pm 0,0121)$ s	$(0,6040 \pm 0,0121)$ s	$(0,6040 \pm 0,0121)$ s	$(0,6060 \pm 0,0121)$ s	$(0,6060 \pm 0,0121)$ s
$(0,300 \pm 0,005)$ m	$(0,7540 \pm 0,0150)$ s	$(0,7550 \pm 0,0151)$ s	$(0,7510 \pm 0,0150)$ s	$(0,7550 \pm 0,0151)$ s	$(0,7570 \pm 0,0151)$ s	$(0,7540 \pm 0,0151)$ s
$(0,400 \pm 0,005)$ m	$(0,8750 \pm 0,0175)$ s	$(0,8840 \pm 0,0177)$ s	$(0,8770 \pm 0,0175)$ s	$(0,8830 \pm 0,0177)$ s	$(0,8820 \pm 0,0176)$ s	$(0,8800 \pm 0,0176)$ s
$(0,500 \pm 0,005)$ m	$(0,9830 \pm 0,0197)$ s	$(0,9840 \pm 0,0197)$ s	$(0,9790 \pm 0,0196)$ s	$(0,9840 \pm 0,0197)$ s	$(0,9800 \pm 0,0196)$ s	$(0,9820 \pm 0,0196)$ s

Tabela 4: Tempo medido entre os deslocamentos demarcados, para impulso com massa de 30g.

X <sub>F</sub> (cm)	Δt 1 (ms)	Δt 2 (ms)	Δt 3 (ms)	Δt 4 (ms)	Δt 5 (ms)	Média Δt (ms)
0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
(0.100 ± 0,005) m	(0,3560 ± 0,0071) s	(0,3620 ± 0,0072) s	(0,3570 ± 0,0071) s	(0,3570 ± 0,0071) s	(0,3610 ± 0,0072) s	(0,3590 ± 0,0072) s
(0.200 ± 0,005) m	(0,5210 ± 0,0104) s	(0,5190 ± 0,0104) s	(0,5180 ± 0,0104) s	(0,5170 ± 0,0103) s	(0,5180 ± 0,0104) s	(0,5190 ± 0,0104) s
(0.300 ± 0,005) m	(0,6410 ± 0,0128) s	(0,6380 ± 0,0128) s	(0,6390 ± 0,0128) s	(0,6390 ± 0,0128) s	(0,6460 ± 0,0129) s	(0,6410 ± 0,0128) s
(0.400 ± 0,005) m	(0,7450 ± 0,0149) s	(0,7440 ± 0,0149) s	(0,7420 ± 0,0148) s	(0,7420 ± 0,0149) s	(0,7480 ± 0,0150) s	(0,7440 ± 0,0149) s
(0.500 ± 0,005) m	(0,8370 ± 0,0167) s	(0,8340 ± 0,0167) s	(0,8410 ± 0,0168) s	(0,8410 ± 0,0168) s	(0,8370 ± 0,0167) s	(0,8380 ± 0,0168) s

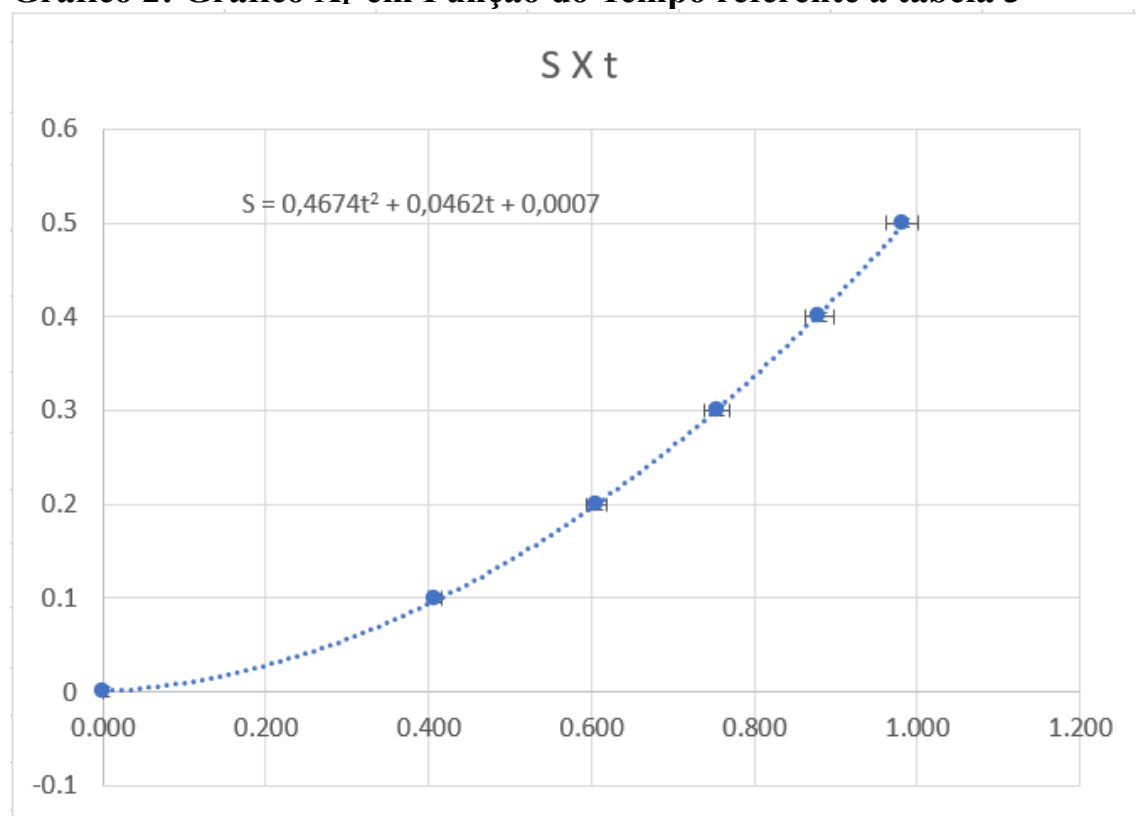
Para apresentar no relatório:

Gráfico 1: Gráfico X<sub>F</sub> em Função do Tempo referente a tabela 2



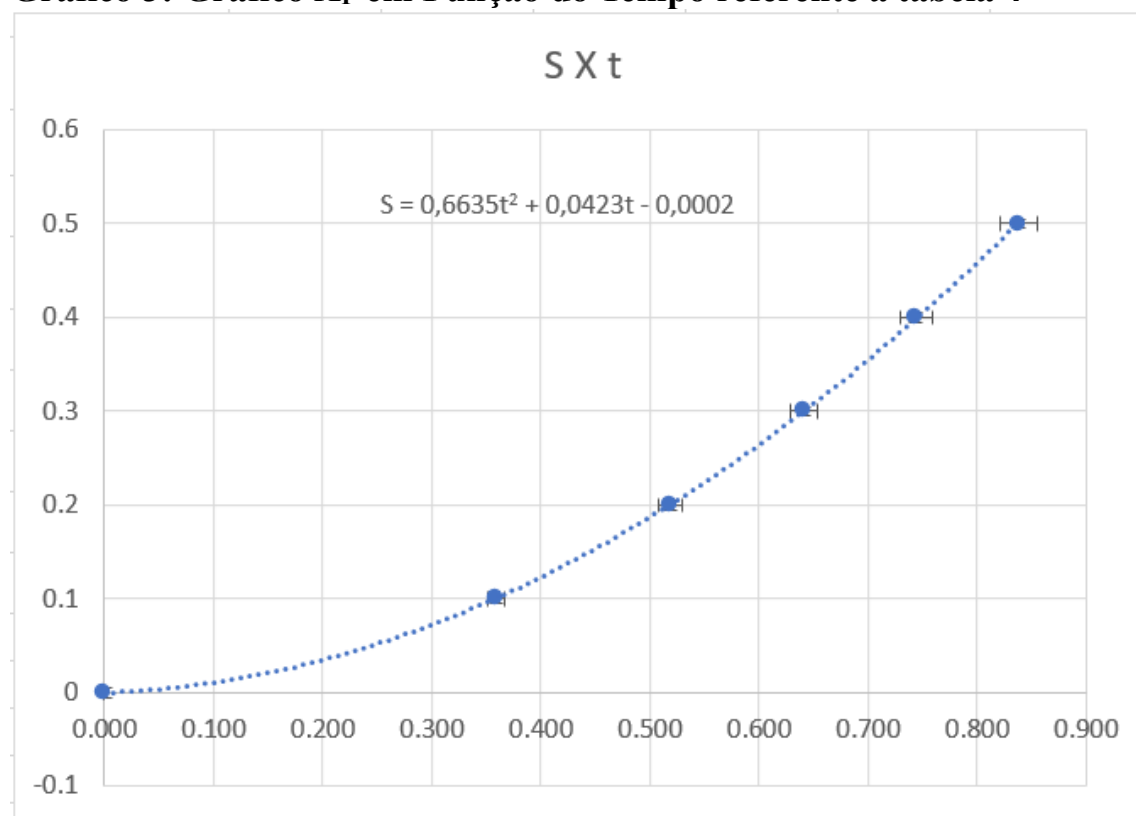
Aceleração do Sistema: 0,3808 m/s<sup>2</sup>

**Gráfico 2: Gráfico  $X_F$  em Função do Tempo referente a tabela 3**



Aceleração do Sistema:  $0,9348 \text{ m/s}^2$

**Gráfico 3: Gráfico  $X_F$  em Função do Tempo referente a tabela 4**



Aceleração do sistema =  $1,327 \text{ m/s}^2$

**Tabela 5: Resumo dos Resultados referentes ao Gráfico 1.**

$X_F$ (cm)	$E_{pF}$ (J)	$V_F$ (m/s)	$E_{cF}$ (J)	$\tau_{Fr}$ (J)	$\Delta E_c$ (J)	$\Delta E_p$ (J)	$\Delta E_M$ (J)
0	$(0,1476 \pm 0,0003)$ J	0	0	0	0	0	0
0.1	$(0,131 \pm 0,001)$ J	$(0,203 \pm 0,004)$ m/s	$(0,0046 \pm 0,0002)$ J	$(0,0092 \pm 0,0005)$ J	$(0,0046 \pm 0,0002)$ J	$(-0,017 \pm 0,001)$ J	$(-0,012 \pm 0,002)$ J
0.2	$(0,114 \pm 0,001)$ J	$(0,342 \pm 0,007)$ m/s	$(0,0131 \pm 0,0005)$ J	$(0,0183 \pm 0,0005)$ J	$(0,0131 \pm 0,0005)$ J	$(-0,033 \pm 0,001)$ J	$(-0,020 \pm 0,002)$ J
0.3	$(0,098 \pm 0,001)$ J	$(0,438 \pm 0,009)$ m/s	$(0,025 \pm 0,001)$ J	$(0,0275 \pm 0,0005)$ J	$(0,025 \pm 0,001)$ J	$(-0,050 \pm 0,001)$ J	$(-0,025 \pm 0,002)$ J
0.4	$(0,081 \pm 0,001)$ J	$(0,50 \pm 0,01)$ m/s	$(0,029 \pm 0,001)$ J	$(0,0367 \pm 0,0005)$ J	$(0,029 \pm 0,001)$ J	$(-0,066 \pm 0,001)$ J	$(-0,038 \pm 0,002)$ J
0.5	$(0,064 \pm 0,001)$ J	$(0,56 \pm 0,01)$ m/s	$(0,035 \pm 0,001)$ J	$(0,0459 \pm 0,0005)$ J	$(0,035 \pm 0,001)$ J	$(-0,083 \pm 0,001)$ J	$(-0,048 \pm 0,003)$ J

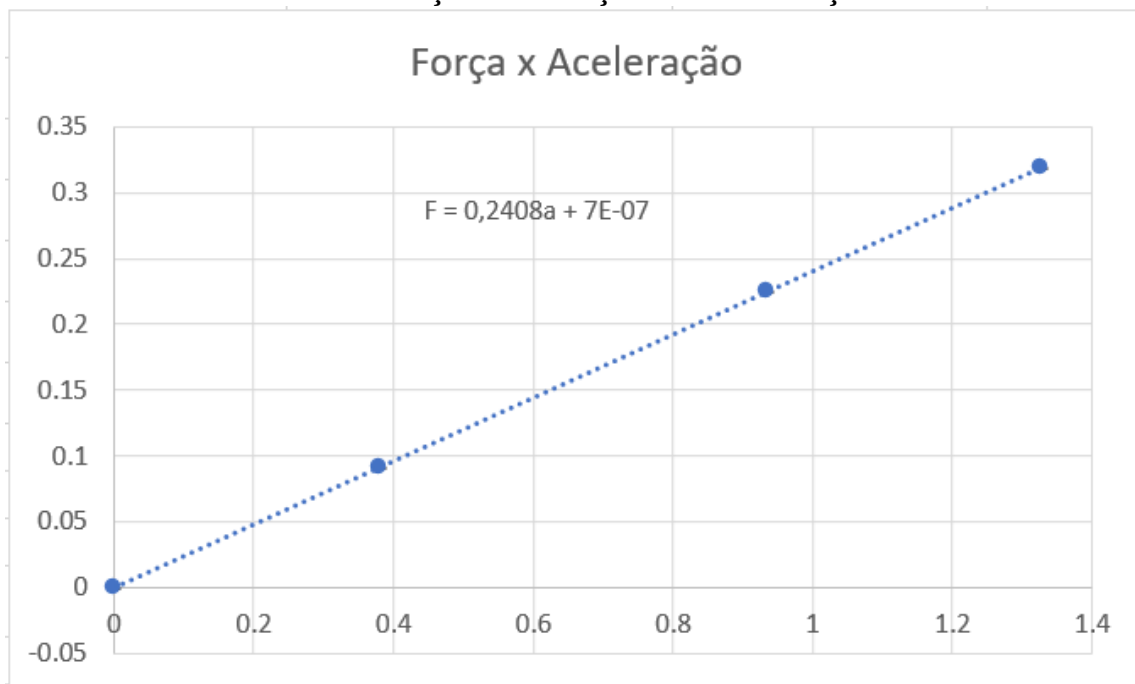
**Tabela 6: Resumo dos Resultados referentes ao Gráfico 2.**

$X_F$ (cm)	$E_{pF}$ (J)	$V_F$ (m/s)	$E_{cF}$ (J)	$\tau_{Fr}$ (J)	$\Delta E_c$ (J)	$\Delta E_p$ (J)	$\Delta E_M$ (J)
0	$(0,2351 \pm 0,0003)$ J	0	0	0	0	0	0
0.1	$(0,209 \pm 0,002)$ J	$(0,381 \pm 0,007)$ m/s	$(0,0156 \pm 0,0006)$ J	$(0,023 \pm 0,001)$ J	$(0,0156 \pm 0,0006)$ J	$(-0,026 \pm 0,002)$ J	$(-0,011 \pm 0,003)$ J
0.2	$(0,182 \pm 0,002)$ J	$(0,57 \pm 0,01)$ m/s	$(0,034 \pm 0,001)$ J	$(0,045 \pm 0,001)$ J	$(0,034 \pm 0,001)$ J	$(-0,053 \pm 0,002)$ J	$(-0,019 \pm 0,003)$ J
0.3	$(0,156 \pm 0,002)$ J	$(0,70 \pm 0,01)$ m/s	$(0,062 \pm 0,003)$ J	$(0,068 \pm 0,001)$ J	$(0,062 \pm 0,003)$ J	$(-0,079 \pm 0,002)$ J	$(-0,017 \pm 0,004)$ J
0.4	$(0,129 \pm 0,002)$ J	$(0,82 \pm 0,02)$ m/s	$(0,072 \pm 0,003)$ J	$(0,090 \pm 0,001)$ J	$(0,072 \pm 0,003)$ J	$(-0,106 \pm 0,002)$ J	$(-0,033 \pm 0,005)$ J
0.5	$(0,103 \pm 0,002)$ J	$(0,92 \pm 0,02)$ m/s	$(0,090 \pm 0,004)$ J	$(0,113 \pm 0,001)$ J	$(0,090 \pm 0,004)$ J	$(-0,132 \pm 0,002)$ J	$(-0,042 \pm 0,006)$ J

**Tabela 7: Resumo dos Resultados referentes ao Gráfico 3.**

$X_F$ (cm)	$E_{pF}$ (J)	$V_F$ (m/s)	$E_{cF}$ (J)	$\tau_{Fr}$ (J)	$\Delta E_c$ (J)	$\Delta E_p$ (J)	$\Delta E_M$ (J)
0	$(0,0695 \pm 0,0001)$ J	0	0	0	0	0	0
0.1	$(0,0617 \pm 0,0005)$ J	$(0,476 \pm 0,009)$ m/s	$(0,026 \pm 0,001)$ J	$(0,032 \pm 0,002)$ J	$(0,026 \pm 0,001)$ J	$(-0,0078 \pm 0,0006)$ J	$(0,019 \pm 0,002)$ J
0.2	$(0,0539 \pm 0,0005)$ J	$(0,69 \pm 0,01)$ m/s	$(0,055 \pm 0,002)$ J	$(0,064 \pm 0,002)$ J	$(0,055 \pm 0,002)$ J	$(-0,0156 \pm 0,0006)$ J	$(0,040 \pm 0,003)$ J
0.3	$(0,0461 \pm 0,0005)$ J	$(0,85 \pm 0,02)$ m/s	$(0,098 \pm 0,004)$ J	$(0,096 \pm 0,002)$ J	$(0,098 \pm 0,004)$ J	$(-0,0234 \pm 0,0006)$ J	$(0,074 \pm 0,005)$ J
0.4	$(0,0383 \pm 0,0005)$ J	$(0,99 \pm 0,02)$ m/s	$(0,113 \pm 0,005)$ J	$(0,128 \pm 0,002)$ J	$(0,113 \pm 0,005)$ J	$(-0,0312 \pm 0,0006)$ J	$(0,082 \pm 0,006)$ J
0.5	$(0,0305 \pm 0,0005)$ J	$(1,11 \pm 0,02)$ m/s	$(0,144 \pm 0,006)$ J	$(0,160 \pm 0,002)$ J	$(0,144 \pm 0,006)$ J	$(-0,0391 \pm 0,0006)$ J	$(0,105 \pm 0,007)$ J

**Gráfico 4: Gráfico XY Força em Função de Aceleração.**



O coeficiente angular representa a massa total do sistema.

De acordo com a teoria da conservação de energia, a energia mecânica de um sistema é a soma da energia cinética e da energia potencial do sistema. Quando apenas forças conservativas atuam, a energia mecânica deve ser preservada. Portanto, podemos afirmar que a energia em um sistema desse tipo é constante e não pode ser criada nem destruída, apenas transformada de uma forma para outra.

Além disso, de acordo com o teorema trabalho-energia, o trabalho resultante é igual à variação da energia cinética, e a energia é a capacidade de realizar trabalho. Esses princípios podem ser observados em nossos experimentos, onde a variação da energia mecânica é muito próxima de zero nos resultados. Durante o experimento, à medida que a energia cinética aumentava, a energia potencial diminuía, e o sistema mantinha praticamente a mesma energia mecânica do início.

No entanto, é importante mencionar que houve uma pequena discrepância entre o trabalho da força resultante obtido e a variação da energia cinética. Esses valores deveriam ter sido mais próximos um do outro.