Preparação

Maria do Pilar de Gomes Teixeira PL8 - G6 (14.03.2022)

2ª SÉRIE:

T6A - MOVIMENTO HARMÓNICO SIMPLES - DETERMINAÇÃO DA CONSTANTE ELÁSTICA DE UMA MOLA

OBJETIVOS:

• Determinar a constante elástica de uma mola pelo método estático e pelo método dinâmico.

• Estudar as condições de validade da Lei de Hooke para o sistema massa-mola estático.

• Estudar a dinâmica do sistema massa-mola em condições de movimento harmónico simples, sendo a mola homogénea.

PROPOSTA:

→ Método Estático:

1.- Medir a massa da mola, após retirada do suporte, e seguidamente a massa do prato (m prato).

2.- Medir ~~cada~~ cada uma das massas (mi) e ordená-las por ordem crescente.

3.- Colocar a mola no suporte e o prato na sua extremidade.

4.- Ler a posição extrema do prato (L_0) → (Sem as massas mi)

5.- Colocar a massa ~~m~~ mais pequena (mi) e ler a posição Li do prato. Acrescentar a massa m_{i+1} e ler a posição L_{i+1}.

6.- Distribuir as massas mi pela base do prato e utilizar um esquadro para reduzir os erros de paralaxe.

ATENÇÃO! - O prato deve estar ESTÁTICO ao medir Li.
- Não retirar a massa anterior antes de colocar a nova.

7.- Construir uma tabela como os valores obtidos em 5.

8.- Retire as massas mi por ordem inversa da de colocação e ler o Li respetivo.

9.- Completar a tabela com os dados obtidos em 8. (sentido decrescente das massas)

Maria do Pilar de Gomes Teixeira PL8 - G6 Preparação (14.03.2022)

2ª SÉRIE:

TG4 - MOVIMENTO HARMÓNICO SIMPLES - DETERMINAÇÃO DA CONSTANTE ELÁSTICA DE UMA MOLA

OBJETIVOS:

- Determinar a constante elástica de uma mola pelo método estático e pelo método dinâmico.
- Estudar as condições de validade da Lei de Hooke para o sistema massa-mola estático.
- Estudar a dinâmica do sistema massa-mola em condições de movimento harmónico simples, sendo a mola homogénea.

PROPOSTA:

→ Método Estático:

1.- Medir a massa da mola, após retirada do suporte, e seguidamente a massa do prato (m prato).

2.- Medir ~~uma~~ cada uma das massas (m_i) e ordena-las por ordem crescente.

3.- Colocar a mola no suporte e o prato na sua extremidade.

4.- Ler a posição extrema do prato (L_0) → (Sem as massas m_i)

5.- Colocar a massa ~~m~~ mais pequena (m_i) e ler a posição L_i do prato. Acrescentar a massa m_{i+1} e ler a posição L_{i+1}.

6.- Distribuir as massas m_i pela base do prato e utilizar um esquadro para reduzir os erros de paralaxe.

ATENÇÃO! - O prato deve estar ESTÁTICO ao ~~l~~ medir L_i.
- Não retirar a massa anterior antes de colocar a nova.

7.- Construir uma tabela como os valores obtidos em 5.

8.- Retire as massas m_i por ordem inversa da de colocação e ler o L_i respetivo.

9.- Completar a tabela com os dados obtidos em 8. (sentido decrescente das massas)

11.- TRAÇAR o gráfico de mi em função de x:

- Determinar K (constante elástica da mola) e ΔK (incerteza de K) em unidades SI.
- Determinar a ordenada na origem da dependência linear observada e indicar qual o seu significado físico.
- Concluir se F é do tipo eslástico e justificar.

↳ FORÇA

→ Método Dinâmico:

1.- Colocar a massa mais pequena (mi) no prato e ler a posição (Li). Distender a mola cerca de 2 cm e largar o sistema sem velocidade inicial. Garantir que a oscilação ocorre ao longo do eixo da mola e evitar efeitos de torção. Medir o tempo de 20 oscilações completas (20T(mi)).

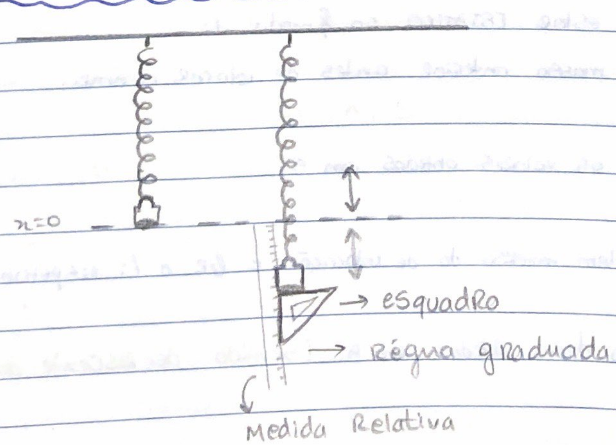
2.- Colocar mi+1 e repetir o processo 1. medindo 20T(mi+1).

3.- Construir uma tabela com os dados obtidos.

4.- TRAÇAR o gráfico de T^2(mi) em função de mi:

- Determinar K e ΔK em unidades SI.
- Determinar a ordenada na origem da dependência linear observada e indicar qual o seu significado físico.
- Concluir se a Eq ~~[illegible]~~ é válida.
- Comparar os valores de K determinados para cada método e discutir os resultados

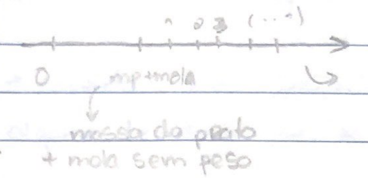
→ ESQUEMA EXPERIMENTAL:



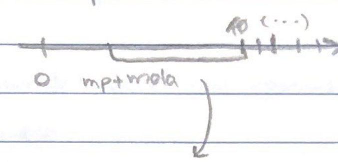
→ TOMAR ATENÇÃO:

Ao colocar as massas no prato deve-se começar por ordem crescente, porque:

ordem crescente:



sem ser por ordem crescente:



Quando se coloca as massas sem ser por ordem crescente, ficamos com uma diferença muito grande entre a situação de equilíbrio (mp+mola) e a situação com as massas.

→ EXPRESSÕES:

$Mg = k\Delta L$

$T^2 = \frac{4\pi^2}{K} M$

$M = m_{prato} + \frac{m_{mola}}{3} + \sum_i m_i$

→ RESULTADOS:

MÉTODO ESTÁTICO:

M (±0,00001) kg	Soma das massas (±0,00001) kg	m_i (±0,00001) kg	Li Carga (±0,0005) m	Li Descarga (±0,0005) m	ΔL Carga (±0,0005)m	ΔL Descarga (±0,0005)m	K Carga (N/M)	K Descarga (N/M)
0,14041	0	0	0,568	0,569	0	0	#DIV/0!	#DIV/0!
0,18843	0,04802	0,04802	0,585	0,585	0,017	0,016	27,7	29,4
0,23675	0,09634	0,04832	0,601	0,590	0,033	0,021	28,6	45,0
0,28556	0,14515	0,04881	0,617	0,617	0,049	0,048	29,1	29,7
0,33514	0,19473	0,04958	0,634	0,633	0,066	0,064	28,9	29,8
0,38521	0,2448	0,05007	0,650	0,649	0,082	0,080	29,3	30,0
0,43551	0,2951	0,0503	0,666	0,665	0,098	0,096	29,5	30,2
0,48599	0,34558	0,05048	0,682	0,682	0,114	0,113	29,7	30,0
0,53649	0,39608	0,0505	0,698	0,699	0,130	0,130	29,9	29,9
0,58796	0,44755	0,05147	0,715	0,715	0,147	0,146	29,9	30,1
0,64120	0,50079	0,05324	0,733	0,733	0,165	0,164	29,8	30,0

m_{mola} (±0,00001) kg	m_{prato} (±0,00001) kg
0,14139	0,09328

K´(Carga) (N/M)	29,2
K´(Descarga) (N/M)	31,4
K´ (N/M)	30,3
u (K´ carga) (N/M)	0,206
u (K´ descarga) (N/M)	1,435
u (K´) (N/M)	0,434

CARGA			
m	3,06	-0,0039	**b**
S_m	0,0125	0,00121	**S_b**
r^2	1,00	0,00214	**S_y**

DESCARGA			
m	3,00	0,0074	**b**
S_m	0,0559	0,00535	**S_b**
r^2	1,00	0,00977	**S_y**

Gráfico 1 - ΔL Carga (Soma das massas)

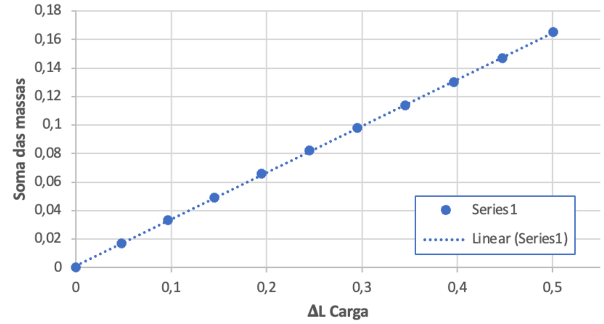


Gráfico 2 - dos Resíduos de Carga

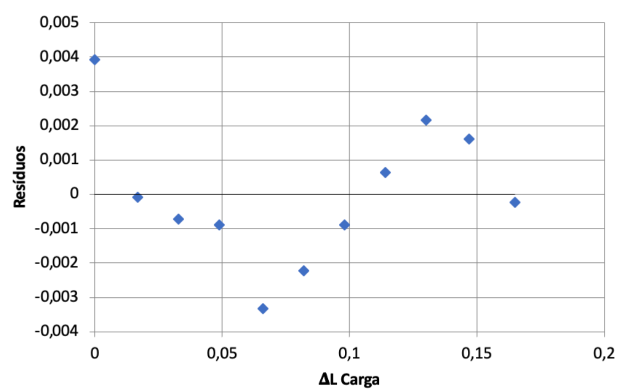


Gráfico 3 - ΔL Descarga (Soma das massas)

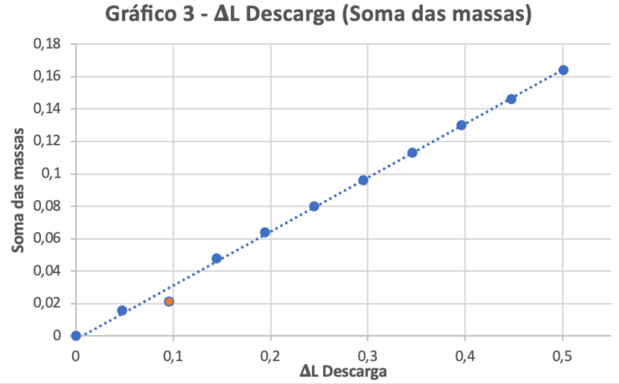
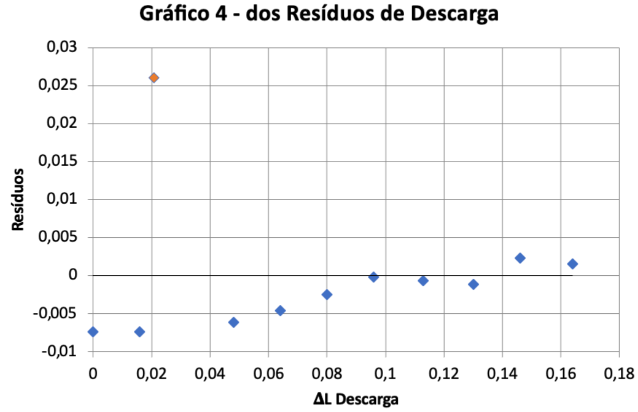


Gráfico 4 - dos Resíduos de Descarga



→ Com a análise dos resultados verificamos que os resíduos relativos aos gráficos (2) e (4) são relativamente baixos, ~~apresentando~~ sendo que os menor valores se encontram no gráfico correspondente ao processo de descarga.

→ Contudo, estes resíduos não se distribuem aleatoriamente, mas sim apresentando alguma tendência em ambos os casos, de carga e descarga.

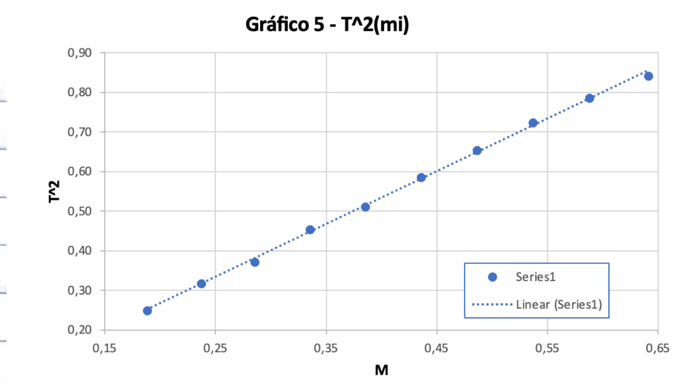
→ Além disto ~~...~~ existem, em ambos os casos, alguns ~~...~~ valores duvidosos (assinalados nos gráficos)

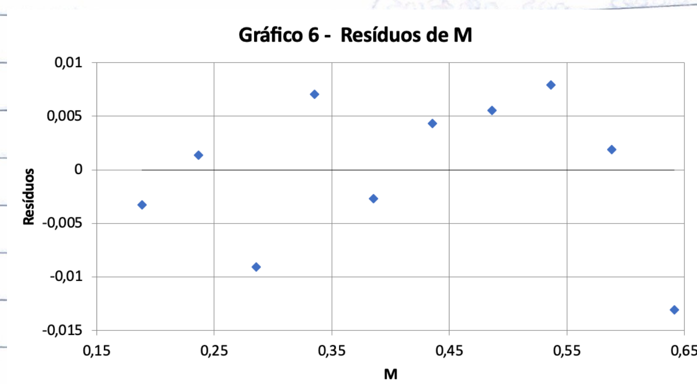
MÉTODO DINÂMICO:

M (±0,00001)kg	Soma das massas (±0,00001)kg	m_i (±0,00001)kg	20T (±0,01)s	T (±0,01)s	T^2 (±0,01)s	K (N/M)
0,18843	0,04802	0,04802	9,97	0,50	0,25	29,94
0,23675	0,09634	0,04832	11,27	0,56	0,32	29,43
0,28556	0,14515	0,04881	12,20	0,61	0,37	30,30
0,33514	0,19473	0,04958	13,48	0,67	0,45	29,13
0,38521	0,2448	0,05007	14,30	0,72	0,51	29,75
0,43551	0,2951	0,0503	15,30	0,77	0,59	29,38
0,48599	0,34558	0,05048	16,17	0,81	0,65	29,35
0,53649	0,39608	0,0505	17,01	0,85	0,72	29,28
0,58796	0,44755	0,05147	17,73	0,89	0,79	29,54
0,64120	0,50079	0,05324	18,35	0,92	0,84	30,07

m_{mola} (±0,00001) kg	m_{prato} (±0,00001) kg
0,14139	0,09328
K´ (N/M)	29,6
u (K´) (N/M)	0,114

m	1,33	0,0008	b
s_m	0,0162	0,00708	S_b
r^2	1,00	0,00741	S_y





→ Os resíduos representados no gráfico (6) encontram-se distribuídos aleatoriamente em torno de zero, não apresentando, desta vez, qualquer tipo de tendência.

→ São ainda valores relativamente reduzidos, representando um bom ajuste ao gráfico.

RESUTADOS DA CONSTANTE ELÁSTICA:

• Modelo Estático:

$K' = 30,3$ → Sendo K' a média de K'(carga) e K'(descarga)

Apresentando uma incerteza de:

$u(K') = 0,434$

• Modelo Dinâmico:

$K' = 29,6$ → Sendo K' a média dos vários K obtidos para os diferentes valores de M.

Apresentando uma incerteza de:

$u(K') = 0,114$

→ ANÁLISE:

• Os valores obtidos para K pelos dois métodos são muito próximos e da mesma ordem de grandeza, como esperado.

• Contudo, é de notar que o resultado para a constante elástica obtido através do método dinâmico apresenta uma incerteza associada muito inferior ao obtido pelo método estático ($u(K'_D) = 0{,}114 < u(K'_E) = 0{,}434$).

Desta forma, seria o mais correto considerar o método dinâmico como o mais fidedigno. No entanto, uma vez que não temos qualquer conhecimento sobre o tipo de mola que foi usada, não possuímos nenhum valor de referência para poder confirmar esta última afirmação.

• Considerando, assim, a constante elástica da mola como a média dos dois valores finais obtidos em ambos os modelos, temos que $K = 29{,}95 \approx 30$

• Apesar de não se ter tido a oportunidade de testar a situação em que, no modelo estático, as massas não eram colocadas por ordem crescente, é fácil concluir que os resultados teriam sido relativamente parecidos. De facto, ao colocar as massas por ordem crescente apenas se verifica uma variação de L_i de carga e descarga mais notável e progressiva do que a que se verificaria ao colocar as massa de forma aleatória.

• Verificamos ainda que a Lei de Hooke se verifica tendo a mola mantendo o seu regime elástico, uma vez que quando colocadas as massas no prato esta tendia a regressar sempre ao seu estado de equilíbrio, sem sofrer rotura.

→ CONCLUSÃO:

Concluímos, assim, que a mola utilizada nesta experiência apresenta uma constante elástica de aproximadamente $K = 30$.

Verificámos, ainda, que quando removidas as massas e a força (no caso do modelo dinâmico), a mola tende a regressar ao seu estado inicial de equilíbrio, confirmando a validade da Lei de Hooke inicialmente assinalada.