



INSTITUTO
SUPERIOR
TÉCNICO

Física Experimental II

T.L. N°6

Estudo das Oscilações Livres e Forçadas num Sistema Massa-Mola

5ª Feira

GRUPO N°1

Lisboa, 29 de Abril de 2004

André Cunha	N° 53757
Tiago marques	N° 53775
Ricardo Figueira	N° 53755
Pedro santos	N° 53787
Mónica Silvério	N° 53765

LEFT

1. Determinação experimental da constante da mola utilizada através da Lei de Hooke

Depois de efectuar os ajustes necessários no aparato experimental, mediram-se os alongamentos da mola para diferentes pesos aplicados (utilizaram-se 10 massas diferentes, compreendidas entre 50 g e 95 g, sendo a diferença entre sucessivas massas de 5 g). traçou-se o gráfico (1) que traduz o alongamento da mola em função do peso e determinou-se por ajuste através da Lei de Hooke,

$$F_{mola} = K_{mola} \cdot \Delta z,$$

o valor da constante da mola. O valor obtido foi de 10,16 +/- 0.02351 N.m⁻¹.

2. Observação do regime livre oscilante com atrito do ar

Após verificar que a excentricidade do sistema era 2mm, utilizando apenas a massa de 50g, excitou-se suficientemente o sistema de modo a observar o regime livre oscilante. Através da medição do período de oscilação e do valor das amplitudes máximas em valores de índice par, traçou-se o gráfico (2) das amplitudes máximas em função do tempo. Aplicando a relação

$$A(t) = B + A_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t}$$

por ajuste, determinou-se o valor do coeficiente de amortecimento no ar (λ). O valor determinado foi de 0.06233 +/- 0.00375 s⁻¹.

3. Observação do regime livre oscilante com atrito magnético reduzido e do ar

O procedimento experimental foi em tudo idêntico ao anterior adicionando apenas um par de magnetos responsáveis pelo atrito magnético. Traçou-se então o gráfico (3) e determinou-se da mesma forma o valor do coeficiente de amortecimento magnético e do ar (λ). O valor calculado foi de 0.08687 +/- 0.00429 s⁻¹.

4. Observação do regime livre oscilante com atrito magnético acrescido e do ar

Aproximaram-se os magnetos de forma a aumentar o tipo de atrito em questão e repetiu-se o procedimento anterior (gráfico 4). O novo valor de (λ) obtido foi de 0.2421 +/- 0.02848 s⁻¹.

5. Determinação do perfil A(f) nas condições de atrito magnético acrescido e do ar

Utilizando o aparato anterior, mediram-se os valores das amplitudes em função da frequência de rotação em regime forçado. Traçaram-se, então, os gráficos (5), (6), (7) e (8) por ajuste e verificou-se então, através da análise dos gráficos, a existência de uma frequência de ressonância.

Através das seguintes equações:

$$\omega_{aR} = \sqrt{\omega_0^2 - 2\lambda^2},$$

$$\omega = 2\pi \cdot f,$$

determinou-se a frequência de ressonância, obtendo-se um valor igual a 1.603 Hz.

6. Determinação do perfil A(f) nas condições de atrito magnético reduzido e do ar

Através do aparato utilizado em 3. , efectuou-se um procedimento em tudo igual ao anterior. Desta forma, traçaram-se os gráficos (9), (10), (11) e (12). O valor da frequência de ressonância calculado foi de 1.604 Hz.

Conclusões:

O presente protocolo permitiu calcular o valor da constante K de uma mola com uma elevada precisão (desvio de 0,23 % à precisão). Também foi possível verificar a Lei de Hooke pela linearidade do gráfico 1.

De seguida, determinou-se a constante de amortecimento para três situações distintas. Desta vez, os valores foram obtidos com uma precisão já mais precária, tendo-se para o amortecimento do ar um desvio de 6,01%, para o atrito magnético reduzido e do ar um de 4,94 % e para o atrito magnético acrescido e do ar de 11,8 %. No último caso o desvio é muito maior, uma vez que foram efectuadas menos medições dado que o elevado amortecimento não permitiu mais leituras.

A análise dos resultados obtidos confirma, desde logo, que quanto maior fôr o atrito introduzido no sistema, maior vai ser o valor de λ , pelo que o decaimento vai ser bastante mais rápido.

Posteriormente, fez-se a análise dos gráficos das amplitudes máximas em função da frequência de rotação em regime forçado.

Foi possível, para dois sistemas distintos, analisar a frequência de ressonância. Verificou-se analiticamente, que a frequência de ressonância tende, com a diminuição do atrito, para a frequência própria de oscilação do sistema. Também se observou uma diminuição da frequência de ressonância com o aumento do amortecimento.

Ainda na análise dos gráficos, impusemos para uns os parâmetros (frequência própria e coeficiente de amortecimento) enquanto que noutros deixámos os mesmos para serem determinados por ajuste. Verificou-se que os valores impostos (obtidos nas alíneas anteriores) se aproximavam bastante dos determinados por ajuste, sendo a frequência a que sofreu uma menor variação e a constante de amortecimento a que variou de forma mais intensa.

Erros:

Ao longo de todo o procedimento experimental existem fontes de erro variadas, entre as quais, aquelas que têm origem na leitura de valores pelo operador, principalmente nas medições da elongação em função da massa. As próprias massas utilizadas nesse ponto do procedimento, podem já ter sofrido variações em relação à massa tabelada.

O próprio aparelho que é utilizado para a concretização da experiência, tem uma precisão limitada, pelo que também contribui para a inexactidão dos valores calculados. É ainda de salientar que a regulação inicial, que faz coincidir a posição de equilíbrio do sistema com o zero do sensor, é algo instável, uma vez que ao longo do tempo o aparelho fica descalibrado.

É também impossível assegurar que o atrito magnético introduzido seja sempre igual, uma vez que as superfícies dos ímans são irregulares impossibilitando a repetição de condições exactamente iguais.

Apêndice:

Uma prova da presença dos erros nas medições, foi o facto de depois de determinado o gráfico da amplitude em função da frequência se ter observado que este mal se ajustava aos pontos obtidos (gráfico 14). Quando se deixou o coeficiente de amortecimento para calcular por ajuste, viu-se que o valor deste era aproximadamente o dobro do obtido no gráfico do decaimento das amplitudes (gráfico 13). Esta situação foi provocada, muito provavelmente, por uma alteração accidental das condições iniciais. Por este motivo, procedeu-se novamente à execução da experiência e consequente recolha de dados.