

TAREFAS

- Medição da direção da oscilação como função do tempo.
- Determinação da velocidade de rotação.
- Determinação da latitude geográfica.

OBJETIVO

Comprovação da rotação da terra com um pêndulo de Foucault

RESUMO

Um pêndulo de Foucault é um pêndulo de fio longo com grande massa de pêndulo, com cujo auxílio a rotação da terra pode ser demonstrada. Na experiência, é usado um pêndulo com 1,2 m de comprimento, cuja direção de oscilação pode ser determinada com muita precisão através de uma projeção de sombras. Para um tempo de observação mais extenso, o abafamento da oscilação pode ser compensado por uma estimulação eletromagnética infinitamente ajustável.



APARELHOS NECESSÁRIOS

Número	Instrumentos	Artigo Nº
1	Pêndulo de Foucault (230 V, 50/60 Hz)	U8403000-230 ou
	Pêndulo de Foucault 115 V, 50/60 Hz)	U8403000-115
1	Cronômetro digital	U11902

2

FUNDAMENTOS GERAIS

Um pêndulo de Foucault é um pêndulo de fio longo com grande massa de pêndulo, com cujo auxílio a rotação da terra pode ser demonstrada. Ele remete a Jean Foucault, que, em 1851, descobriu em um pêndulo de 2 m de comprimento, que a direção da oscilação se alterava com o passar do tempo. Mais tarde, a experiência foi sendo repetida com pêndulos cada vez mais longos e pesados.

Como a terra gira ao redor de seu próprio eixo, uma força de Coriolis age em relação ao sistema de coordenadas fixo da terra do pêndulo oscilante.

$$(1) \quad \mathbf{F} = 2 \cdot m \cdot \boldsymbol{\Omega}_0 \times \mathbf{v}$$

m : Massa do corpo do pêndulo
 $\boldsymbol{\Omega}_0$: Vetor da velocidade angular da terra
 \mathbf{v} : Vetor de velocidade do pêndulo oscilante

transversalmente à direção da oscilação. Ela causa uma rotação do plano de oscilação com uma frequência circular que depende da latitude geográfica φ do ponto de suspensão.

Para que o pêndulo de Foucault seja deslocado apenas por pequenos ângulos α , o corpo do pêndulo se move exclusivamente no plano horizontal estendido, na Fig. 1 entre o eixo que aponta para o norte N e o eixo apontando para o leste E. Somente são observados deslocamentos na horizontal, pois o corpo do pêndulo está suspenso por um fio. Por este motivo, somente o componente vertical

$$(2) \quad \Omega(\varphi) = \Omega_0 \cdot \sin\varphi$$

do vetor Ω_0 é relevante. Por isto, a equação do movimento do pêndulo de Foucault oscilante é

$$(3) \quad \frac{d^2\alpha}{dt^2} \cdot \mathbf{e}_p + 2 \cdot \Omega_0 \cdot \sin\varphi \cdot \frac{d\alpha}{dt} \cdot \mathbf{e}_v + \frac{g}{L} \cdot \alpha \cdot \mathbf{e}_p = 0$$

L : Comprimento do pêndulo, g : Aceleração da gravidade

\mathbf{e}_p : Vetor unitário horizontal paralelo à direção atual de oscilação

\mathbf{e}_v : Vetor unitário horizontal perpendicular à direção atual de oscilação

Sua solução pode ser dividida em uma solução para o ângulo de deslocamento α e uma solução par o vetor unitário giratório \mathbf{e}_p paralelo à direção atual de oscilação:

$$(4a) \quad \alpha(t) = \cos(\omega \cdot t + \beta) \quad \text{com} \quad \omega = \sqrt{\frac{g}{L}}$$

$$(4b) \quad \mathbf{e}_p(t) = \mathbf{e}_E \cdot \cos(\psi(t)) + \mathbf{e}_N \cdot \sin(\psi(t)) \quad \text{com}$$

$\psi(t) = \Omega_0 \cdot \sin\varphi \cdot t + \psi_0$: Direção da oscilação

\mathbf{e}_E : Vetor unitário horizontal para leste

\mathbf{e}_N : Vetor unitário horizontal para norte

O plano de oscilação, portanto, gira, com o decorrer do tempo, com a frequência dada na equação (2). No hemisfério norte, a rotação ocorre para a direita e, no hemisfério sul, para a esquerda. Nisto, a velocidade de rotação é máxima nos polos, enquanto não há deslocamento no Equador.

Na experiência, é usado um pêndulo de fio com 1,2 m de comprimento. Para evitar oscilações elípticas, o fio do pêndulo se choca, a cada deslocamento, contra um anel de Charon. A direção da oscilação é lida através de

uma projeção de sombra do fio com alta precisão sobre uma escala angular. Já depois de poucos minutos, a rotação do plano de oscilação pode ser observada. Para um tempo de observação mais extenso, o abafamento da oscilação pode ser compensado por uma estimulação eletromagnética infinitamente ajustável.

ANÁLISE

O ângulo de direção ψ do plano de oscilação depende linearmente do tempo, vide Fig. 2. A inclinação da reta através dos pontos de medição é o valor $\Omega(\varphi)$ procurado.

Calcula-se a latitude geográfica em graus conforme transformação da equação (2).

$$\varphi = \frac{180^\circ}{\pi} \cdot \arcsin\left(\frac{86400 \text{ s}}{360 \text{ grd}} \cdot \Omega(\varphi)\right)$$

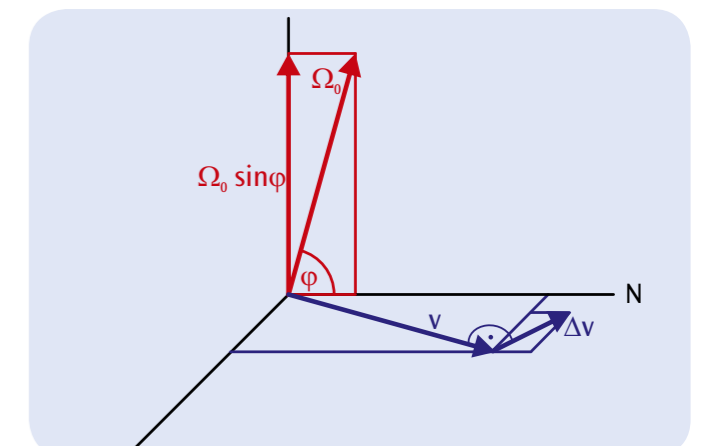


Fig. 1: Representação no sistema de coordenadas fixo da terra do pêndulo de Foucault

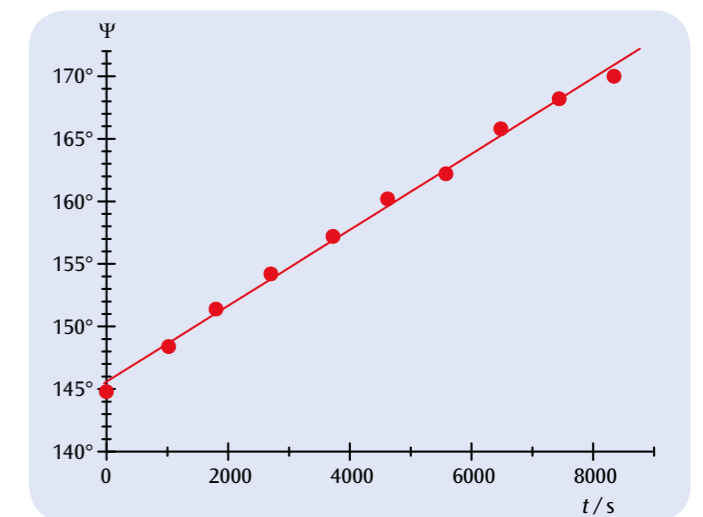


Fig. 2: Curva de medição registrada na latitude geográfica $\varphi = 50^\circ$