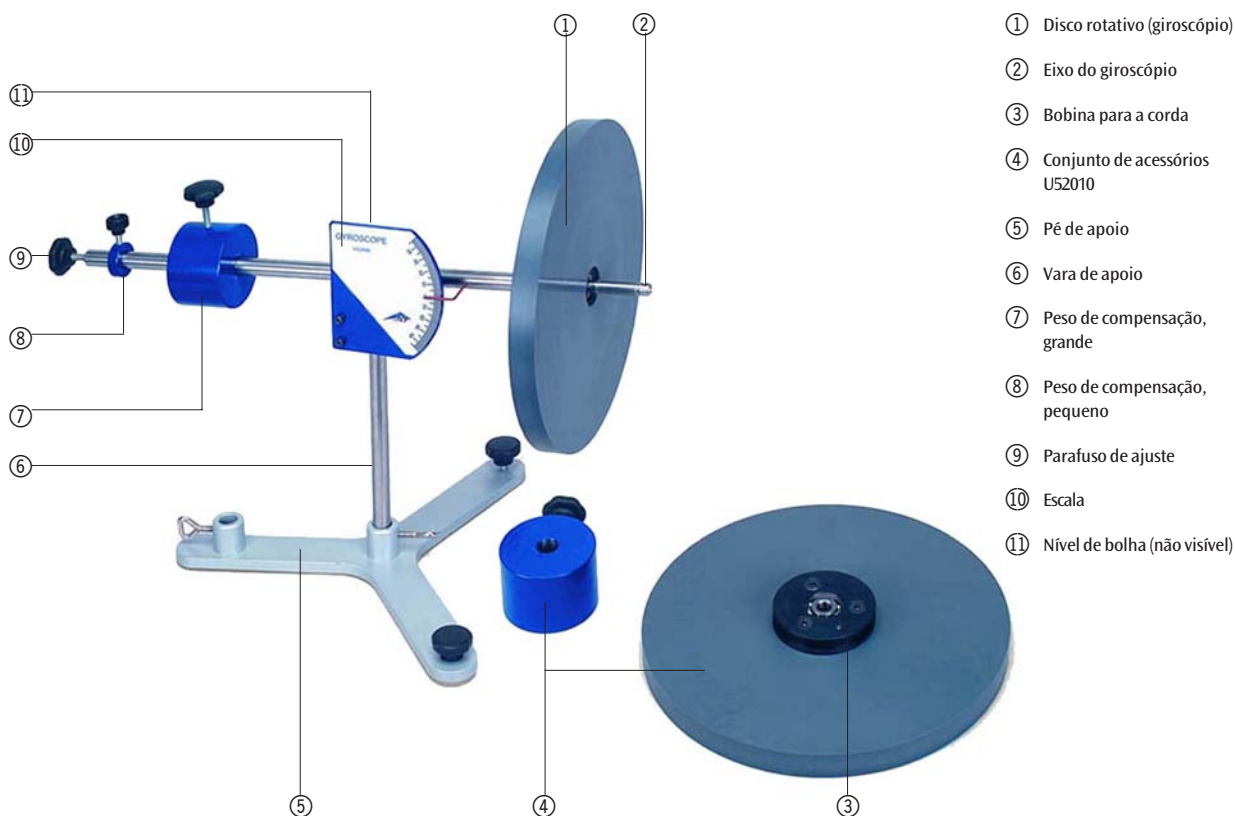


Giroscópio U52006

Acessórios para o giroscópio U52010

Manual de instruções

9/05 ALF



- ① Disco rotativo (giroscópio)
- ② Eixo do giroscópio
- ③ Bobina para a corda
- ④ Conjunto de acessórios U52010
- ⑤ Pé de apoio
- ⑥ Vara de apoio
- ⑦ Peso de compensação, grande
- ⑧ Peso de compensação, pequeno
- ⑨ Parafuso de ajuste
- ⑩ Escala
- ⑪ Nível de bolha (não visível)

O giroscópio serve tanto para a demonstração como para a pesquisa quantitativa das Leis da rotação da Terra em experiências práticas. Os seguintes temas podem ser tratados experimentalmente:

- Momento de inércia do giroscópio
- Momento de rotação/impulso de rotação
- Precessão
- Nutação

1. Indicações de segurança

- Garantir uma boa estabilidade do giroscópio.
- Prestar atenção para que nenhuma peça do giroscópio (disco, pesos) possa cair.

2. Descrição, dados técnicos

2.1 Giroscópio

O giroscópio consiste no eixo do giroscópio ②, com capacidade de giro horizontal e vertical e apoiado numa vara de apoio ⑥, num lado do qual encontra-se instalado um disco rotativo ① equipado de um duplo rolamento. No lado oposto encontram-se dois pesos de compensação móveis ⑦, ⑧ para o estabelecimento do equilíbrio, sendo que o ajuste fino ocorre por meio do parafuso de ajuste ⑨ na ponta do eixo. Para a criação de momentos de rotação externos, pendura-se no eixo um suporte com um peso suplementar. O ângulo de inclinação do eixo é visível numa escala ⑩ de leitura fácil. Um nível de bolha ⑪ permite o posicionamento do giroscópio na horizontal. O disco rotativo pode ser posto em

movimento de rotação manualmente ou por meio de uma corda, enquanto que o duplo rolamento garante uma longa duração do movimento de rotação praticamente sem atritos. Ao mesmo tempo, o modo construtivo aberto do giroscópio permite uma ótima observação dos fenômenos ligados aos corpos giroscópicos.

Escala:	-45° bis +45°
Divisão da escala:	1°
Disco rotativo:	250 mm Ø
Massa do disco:	1500 g
Massa dos contrapesos:	50 g, 1400 g
Massa total:	4650 g

2.2 Acessórios para o giroscópio

O conjunto de acessórios para o giroscópio U52006 consiste em mais um disco rotativo e um peso de compensação. Ele serve para a demonstração da anulação dos fenômenos ligados à rotação, com dois giroscópios frente a frente girando em sentidos contrários com o mesmo número de rotações.

3. Teoria

Por giroscópio entende-se um corpo rígido que gira em torno de um eixo num ponto fixo. Se nenhum momento de rotação externo age sobre o giroscópio, então o eixo de rotação (ao mesmo tempo eixo de impulso rotativo) mantém a sua posição no espaço. Caso uma força externa agir sobre o eixo, então o momento de rotação exerce uma alteração no impulso de rotação. O eixo desvia-se lateralmente. O giroscópio move-se numa direção perpendicular em relação ao eixo da figura e à força ativa. Este movimento é chamado de precessão. Se um giroscópio que gira estavelmente recebe um golpe contra o seu eixo de rotação, então esse momento de rotação provoca um movimento de rotação adicional. O giroscópio efetua movimentos de inclinação, chamados de nutação. Em geral, os dois movimentos se sobrepõem.

4. Utilização

- Posicionar o pé de apoio ⑤ sobre uma superfície de trabalho plana e livre de oscilações.
- Instalar a vara de apoio ⑥ no pé de apoio e fixá-la.
- Inserir o eixo do giroscópio ② no rolamento.
- Posicionar o aparelho na horizontal por meio do nível de bolha ①.
- Enfiar o disco giratório ① e os contrapesos ⑦, ⑧ no eixo. Fixar o disco giratório com o anel de fixação. Colocar o giroscópio em situação de equilíbrio. Efetuar o ajuste final com o parafuso de ajuste ⑨.
- Pôr o aparelho em rotação manualmente ou por meio da corda enrolada na bobina para a corda ③.

5. Exemplos de experiências

Para a execução das experiências são necessários os seguintes aparelhos adicionais:

- U11901 cronômetro mecânico de adição para a medição da frequência de precessão e de nutação.

- U15002 pé de apoio e U13250 manga dupla para a fixação do giroscópio.
- U18020 barreira luminosa e U21005 contador digital para a medição do tempo de circunvolução do giroscópio.

5.1 Determinação do momento de inércia I do disco giratório

- Montar o giroscópio como indicado na figura 1 estabelecer o equilíbrio do mesmo.
- Um momento de rotação conhecido D é aplicado sobre o disco. O ângulo de aceleração $d\omega/dt$ produzido é medido. É válido:

$$\frac{d\omega}{dt} = \frac{D}{I}$$

- Além disso, enrolar a corda na bobina, pendurar um peso na ponta da corda e logo deixá-lo cair.
- Para o momento de rotação D é válido $D = mgr$ (m = massa do peso a ser propulsado e r = rádio da bobina para a corda).
- Para a determinação do ângulo de aceleração, mede-se o tempo Δt do momento da liberação do disco até o momento em que o peso atinge o solo.
- Logo, determinar imediatamente a velocidade angular ω_E . Para tal, medir a duração de uma circunvolução do disco com a barreira luminosa. Antes da experiência, colar uma tira de papel flexível na borda do disco giratório.
- O momento de inércia I resulta de:

$$\frac{d\omega}{dt} = \frac{\omega_E}{\Delta t} \quad I = \frac{D \Delta t}{\omega_E}$$

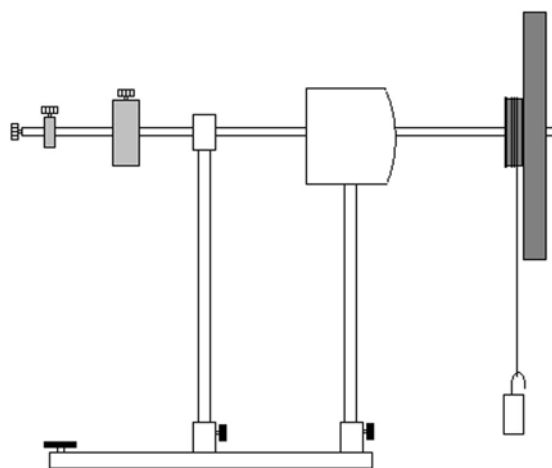


Fig.1: Determinação do momento de inércia do disco giratório

5.2 Precessão

- O objetivo da experiência é demonstrar a precessão e pesquisar a dependência da duração da precessão da frequência de rotação do disco.
- Montar o giroscópio como indicado na figura 2 estabelecer o equilíbrio do mesmo.

- Instalar os pesos adicionais no eixo.
- Pôr o aparelho em rotação manualmente ou por meio da corda enrolada na bobina para a corda.
- O giroscópio executa um movimento de precessão.
- Determinar a frequência de rotação f do disco e medir a duração de uma circunvolução de precessão T_p .
- A relação entre f e T_p resulta da equação:

$$f = \frac{m g R}{4\pi^2 I} T_p$$

Sendo que R é a distância do ponto de apoio do eixo do giroscópio ao ponto de ataque da massa suplementar m .

- Registrar outros pontos de medição a medida que a frequência de rotação diminui.
- Inscrever a frequência de rotação como função da duração de uma circunvolução de precessão num sistema de coordenadas.
- De modo alternativo ao método acima descrito, pode-se determinar a partir da inclinação a das retas o momento de inércia I do disco:

$$f = \frac{m g R}{4\pi^2 a}$$

- Repetir a experiência com outro peso adicional. Assim fica visível que a massa suplementar é aproximadamente proporcional a frequência de precessão.

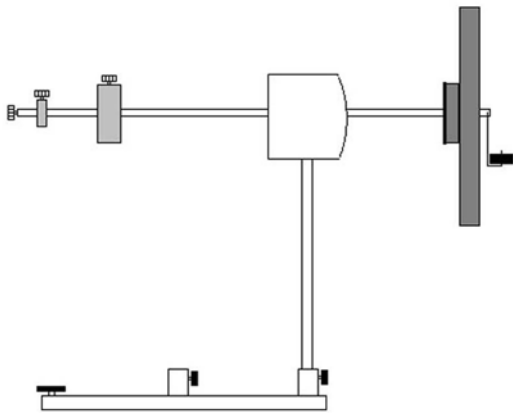


Fig. 2: Precessão

5.3 Nutação

- O objetivo da experiência é demonstrar a nutação e pesquisar a dependência da frequência de nutação da frequência de rotação do disco.
- Montar o giroscópio conforme a figura 3 e estabelecer o equilíbrio do mesmo.
- Pôr o aparelho em rotação manualmente ou por meio da corda enrolada na bobina para a corda.
- Por meio de um leve golpe lateral no eixo do giroscópio é provocada uma nutação.
- Para o cálculo quantitativo da experiência, determinar a duração do número de circunvoluções de nutação apropriado.
- Logo, medir o tempo de circunvolução do disco.

- Registrar outros pontos de medição a medida que a frequência de rotação diminui.
- Inscrever a frequência de nutação como função da frequência de rotação num sistema de coordenadas.
- A frequência de nutação é proporcional a frequência de rotação.

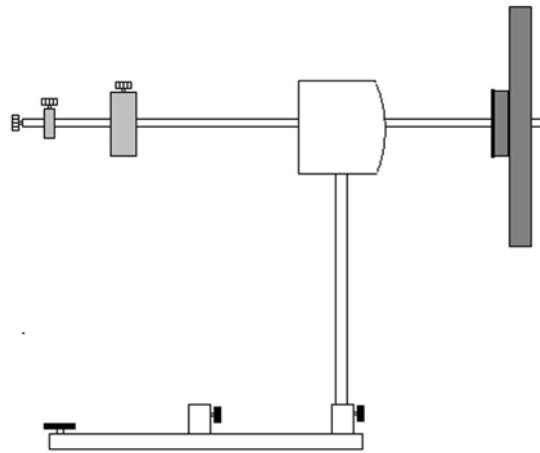


Fig. 3: Nutação

5.4 Anulação dos fenômenos ligados aos corpos giroscópicos

- Enfiar o segundo disco giratório e o peso de compensação no eixo conforme a figura 4. Fixar o disco giratório com o anel de fixação.
- Equilibrar o giroscópio.
- Colocar as massas suplementares.
- Pôr os discos giratórios em movimento rotativo manualmente, de modo que eles girem no mesmo sentido. Para melhorar a visualização do sentido de rotação pode-se colar um pedaço de papel branco na borda dos discos giratórios.
- Demonstrar a precessão e a nutação.
- Ambas pontas da corda são então enroladas nas respectivas bobinas na direção oposta uma em relação à outra.
- Depois de se puxar a corda, os dois discos giram com aproximadamente o mesmo número de rotações, porém em sentidos contrários.
- Demonstrar a anulação dos fenômenos ligados aos corpos giroscópicos.

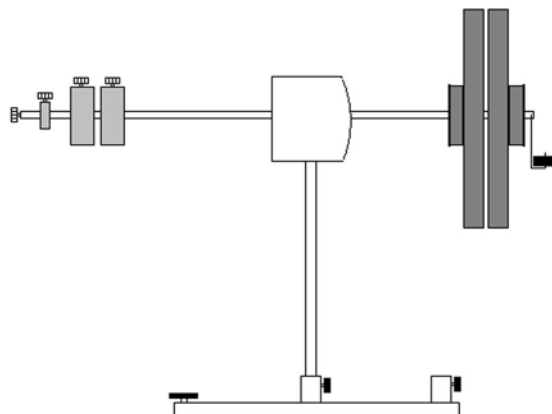


Fig. 4: Anulação dos fenômenos ligados aos corpos giroscópicos