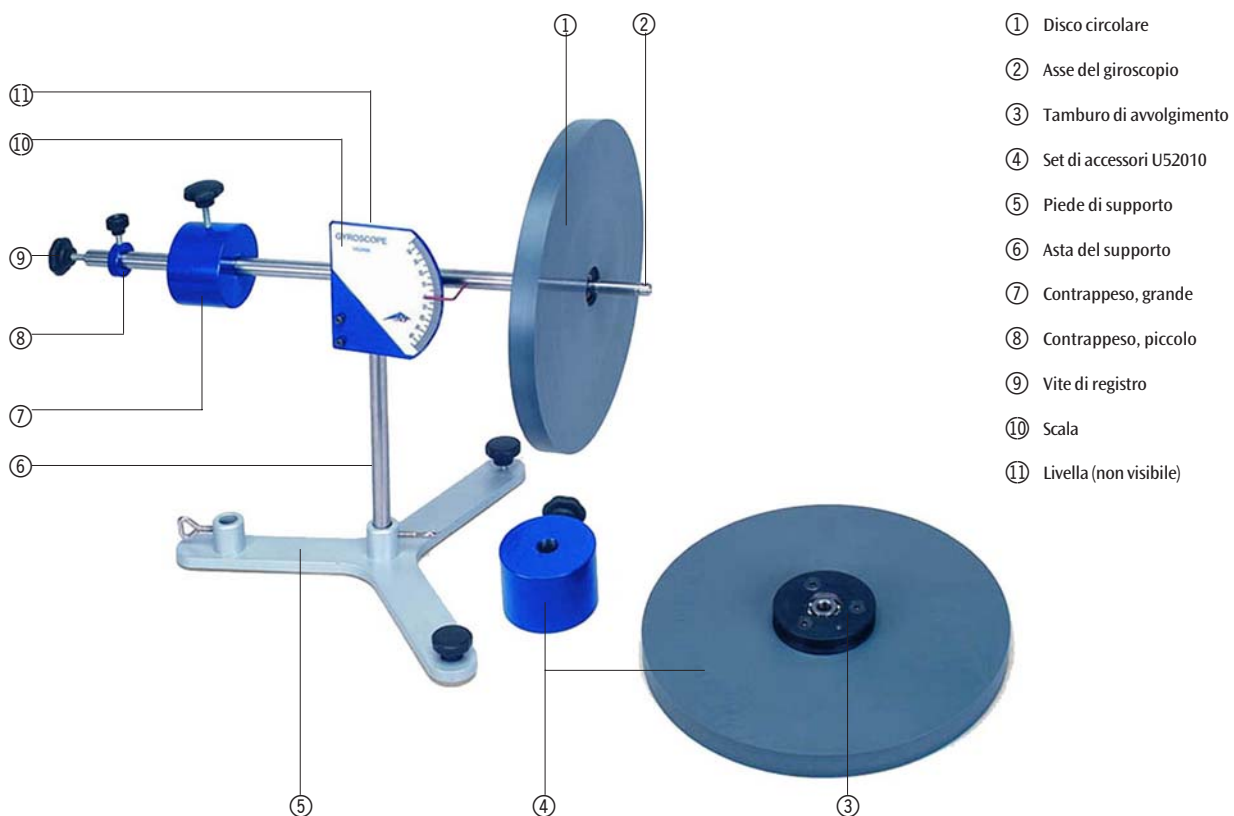


## Giroscopio U52006

## Accessori per giroscopio U52010

### Istruzioni per l'uso

9/05 ALF



- ① Disco circolare
- ② Asse del giroscopio
- ③ Tamburo di avvolgimento
- ④ Set di accessori U52010
- ⑤ Piede di supporto
- ⑥ Asta del supporto
- ⑦ Contrappeso, grande
- ⑧ Contrappeso, piccolo
- ⑨ Vite di registro
- ⑩ Scala
- ⑪ Livella (non visibile)

Il giroscopio serve per la dimostrazione e la determinazione quantitativa delle leggi sui fenomeni giroscopici in esperimenti a scopo di training. Possono essere elaborati in via sperimentale i seguenti argomenti:

- momento d'inerzia del disco circolare
- momento torcente/momento cinetico
- precessione
- nutazione

#### 1. Norme di sicurezza

- Assicurarsi che il giroscopio sia stabile.
- Assicurarsi che i componenti del giroscopio (disco circolare, pesi) non cadano.

#### 2. Descrizione, caratteristiche tecniche

##### 2.1 Giroscopio

Il giroscopio è costituito da un asse ② girevole in orizzontale e verticale appoggiato su un'asta di supporto ⑥, su un lato del quale è presente un disco circolare dotato di doppio cuscinetto a sfera ①. Sul lato opposto si trova un peso compensatorio mobile ⑦, ⑧ con funzione di contrappeso, la cui regolazione di precisione avviene mediante una vite di registro ⑨ posta all'estremità dell'asse. Per generare momenti torcenti esterni, viene agganciato un elemento sospeso con un peso aggiuntivo. L'angolo di inclinazione dell'asse viene indicato su una scala ⑩ chiaramente leggibile. Il giroscopio viene posizionato orizzontalmente grazie ad una livella ⑪. Il disco circolare può essere messo in rotazione manualmente o

mediante una corda; i due cuscinetti a sfera garantiscono una rotazione di lunga durata e pressoché priva di attrito. La struttura aperta del giroscopio permette di osservare in modo ottimale i fenomeni giroscopici.

Scala:	da $-45^\circ$ a $+45^\circ$
Divisione scala:	$1^\circ$
Disco circolare:	250 mm $\varnothing$
Peso del disco:	1.500 g
Peso dei contrappesi:	50 g, 1.400 g
Peso totale:	4.650 g

## 2.2 Accessori per giroscopio

Il set di accessori per il giroscopio U52006 è costituito da un disco circolare e un contrappeso supplementari. Serve per dimostrare l'annullamento dei fenomeni giroscopici causato da due dischi contrapposti che ruotano allo stesso numero di giri.

## 3. Teoria

Con il termine giroscopio si intende un corpo rigido che ruota attorno ad un asse fissato in un punto fisso. Se sul giroscopio non agiscono momenti torcenti esterni, l'asse rotante (contemporaneamente all'asse del momento cinetico) mantiene la propria posizione nello spazio. Se sull'asse interviene una forza esterna, il momento torcente modifica il momento cinetico. L'asse si sposta lateralmente. Il giroscopio si muove in direzione verticale rispetto all'asse del corpo e alla forza incidente. Questo movimento viene denominato precessione. Se un giroscopio che ruota ad un basso numero di giri riceve un urto contrario al suo asse di rotazione, questo momento torcente innesca un ulteriore movimento di rotazione. Il giroscopio compie movimenti basculanti, chiamati nutazione. Generalmente, questi movimenti si sovrappongono.

## 4. Utilizzo

- Posizionare il piede di supporto ⑤ su un piano di lavoro piatto e stabile.
- Inserire e fissare l'asta del supporto ⑥ nel piede.
- Inserire l'asse del giroscopio ② nel supporto.
- Allineare orizzontalmente l'apparecchio con la livella ①.
- Infilare il disco circolare ① e i contrappesi ⑦, ⑧ sull'asse. Bloccare il disco circolare con l'anello elastico. Mettere in equilibrio il giroscopio. Eseguire la regolazione di precisione con la vite di registro ⑨.
- Avviare la rotazione dell'apparecchio manualmente o con la corda avvolta sul tamburo ③.

## 5. Esempi di esperimenti

Per l'esecuzione degli esperimenti sono inoltre necessari i seguenti apparecchi:

- U11901 Cronometro meccanico con addizione per la misurazione della frequenza di precessione e nutazione

- U15002 Asta di supporto e U13250 Doppio manicotto per il fissaggio del giroscopio
- U18020 Fotocellula e U21005 Contatore digitale per la misurazione del tempo di rotazione del disco circolare

### 5.1 Determinazione del momento d'inerzia/del disco circolare

- Montare il giroscopio come indicato nella Fig. 1 e metterlo in equilibrio.
- Viene esercitato un determinato momento torcente  $D$  sul disco circolare. Viene misurata l'accelerazione angolare  $d\omega/dt$  incidente. Ossia:

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

- Avvolgere la corda sul tamburo di avvolgimento, appendere un peso all'estremità della corda e lasciarlo cadere.
- Per il momento torcente  $D$  vale la regola  $D = mgr$  ( $m$  = massa del peso in accelerazione e  $r$  = raggio del tamburo di avvolgimento).
- Per determinare l'accelerazione angolare viene misurato il tempo  $\Delta t$  partendo dallo sblocco del disco fino alla caduta del peso sul pavimento.
- Quindi determinare immediatamente la velocità angolare  $\omega_E$ . A tale proposito, misurare la durata di un giro del disco con la fotocellula. Prima dell'esperimento, incollare una striscia di carta morbida sul bordo del disco circolare.
- Il momento d'inerzia  $I$  viene calcolato come segue:

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

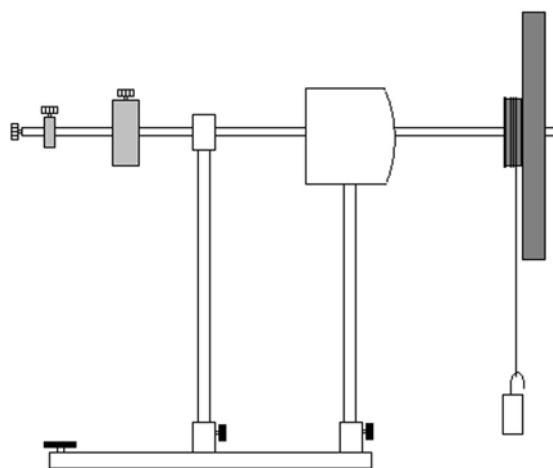


Fig.1: Determinazione del momento d'inerzia del disco circolare

### 5.2 Precessione

- Obiettivo dell'esperimento è la dimostrazione della precessione e l'analisi del rapporto tra durata di precessione e frequenza di rotazione del disco.
- Montare il giroscopio come indicato nella Fig. 2 e metterlo in equilibrio.
- Appendere il peso supplementare all'asse.

- Mettere in rotazione l'apparecchio manualmente o utilizzando la corda.
- Il giroscopio esegue un movimento di precessione.
- Determinare la frequenza di rotazione  $f$  del disco e misurare la durata di un moto di precessione  $T_p$ .
- Il rapporto tra  $f$  e  $T_p$  viene calcolato con l'equazione seguente:

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

In questo caso,  $R$  è la distanza del punto di supporto dell'asse del giroscopio dal punto di applicazione della massa supplementare  $m$ .

- Determinare altri punti di misurazione diminuendo la frequenza di rotazione.
- Riportare in un sistema di coordinate la frequenza di rotazione come funzione della durata di un moto di precessione.
- Dall'incremento  $a$  delle rette, in alternativa al metodo summenzionato, è possibile determinare il momento d'inerzia  $I$  del disco circolare:

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

- Ripetere l'esperimento con un altro peso aggiuntivo. È possibile dimostrare che la massa supplementare è approssimativamente proporzionale alla frequenza di precessione.

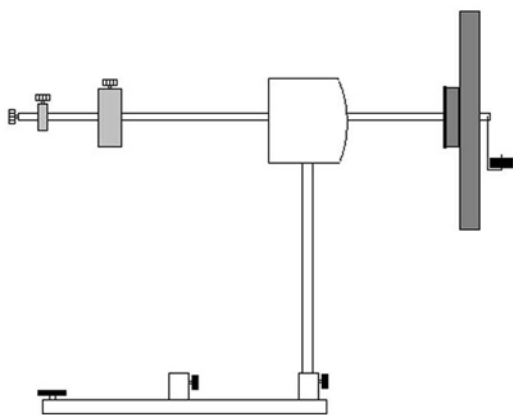


Fig. 2: Precessione

### 5.3 Nutazione

- Obiettivo dell'esperimento è la dimostrazione della nutazione e l'analisi del rapporto tra frequenza di nutazione e frequenza di rotazione del disco.
- Montare il giroscopio come indicato nella Fig. 3 e metterlo in equilibrio.
- Mettere in rotazione il disco circolare manualmente o utilizzando la corda.
- Impartendo un leggero colpo laterale all'asse del giroscopio si attiva la nutazione.
- Per l'analisi quantitativa dell'esperimento, determinare la durata di un numero adatto di moti di nutazione.

- Successivamente misurare il tempo di rotazione del disco circolare.
- Determinare altri punti di misurazione diminuendo la frequenza del disco.
- Riportare in un sistema di coordinate la frequenza di nutazione come funzione della frequenza di rotazione del disco.
- La frequenza di nutazione è proporzionale alla frequenza di rotazione.

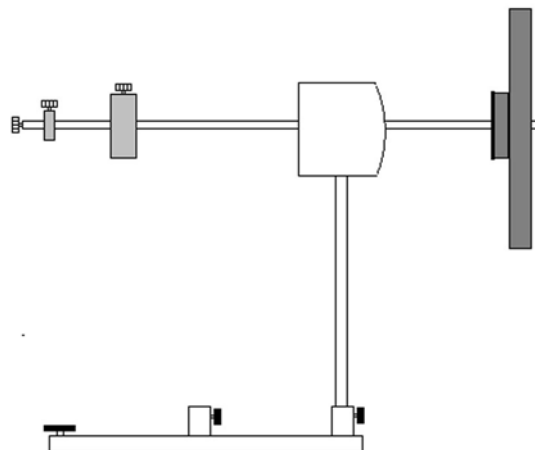


Fig. 3: Nutazione

### 5.4 Annullamento dei fenomeni giroscopici

- Spostare sull'asse il secondo disco circolare e il contrappeso come indicato nella Fig. 4. Bloccare il disco circolare con l'anello elastico.
- Mettere il giroscopio in equilibrio.
- Montare il peso supplementare.
- Mettere in rotazione manualmente i dischi circolari, facendoli girare nella stessa direzione. Per rendere più visibile il senso di rotazione, è possibile incollare il pezzo di carta bianca sui dischi.
- Dimostrare la precessione e la nutazione.
- Avvolgere quindi entrambe le estremità della corda sui tamburi corrispondenti in senso opposto.
- Tirando la corda, i due dischi ruotano con una velocità pressoché identica ma in senso opposto.
- Dimostrare l'annullamento dei fenomeni giroscopici.

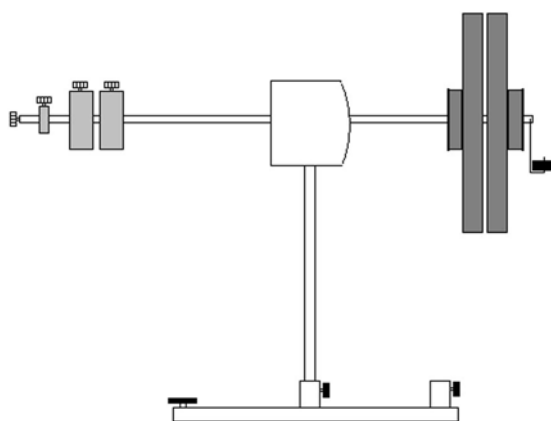


Fig. 4: Annullamento dei fenomeni giroscopici