

## دستور کار آزمایش صندلی چرخان (ژیروسکوپ)

هدف آزمایش: مشاهده پایستگی تکانه زاویه ای

وسایل آزمایش: صندلی چرخان، چرخ ژیروسکوپ همراه با دسته های مربوطه، وزنه های گاورنر (۲ عدد) ، سه پایه زمینی بزرگ



### تئوری آزمایش

کمیت های دارای پایستگی از مهم ترین مباحث در مکانیک و فیزیک هستند، اهمیت این کمیت ها در آن است که آن ها ارتباط دهنده حالت کنونی سیستم مورد بررسی و حالت آن در گذشته و یا آینده هستند. یکی از این کمیت ها تکانه زاویه ای است که در این آزمایش به بررسی و مشاهده آن خواهید پرداخت. برای یک ذره که دارای حرکت دورانی است تکانه زاویه ای از رابطه زیر محاسبه می گردد.

$$\vec{L} = \vec{r} \times \vec{P} \quad (1)$$

که در آن  $L$  تکانه زاویه ای و  $P$  تکانه خطی و  $r$  بردار مکان ذره نسبت به محور دوران است. چنانچه مسیر حرکت ذره بر روی یک دایره واقع باشد اندازه  $L$  از رابطه زیر محاسبه می شود.

$$L = rmv \quad (2)$$

که در آن  $v$  سرعت ذره است. اما می دانیم در حرکت دایروی  $v = r\omega$  و با جانشانی این رابطه در رابطه فوق خواهیم داشت:

$$L = mr^2\omega \quad (۳)$$

مقدار  $mr^2$  را به عنوان گشتاور لختی ذره تعریف می کنیم و آن را با  $I$  نشان می دهیم، بنابراین:

$$L = I\omega \quad (۴)$$

روابط فوق را تنها برای یک ذره بدست آوردیم چنانچه بخواهیم آن ها را برای یک جسم که از تعداد بسیاری ذره تشکیل شده است استفاده کنیم داریم:

$$L = \sum m_i r_i^2 \omega$$

$$L = \omega \sum m_i r_i^2 \quad (۵)$$

در رابطه فوق  $\sum m_i r_i^2$  همان گشتاور لختی جسم است که به علت زیاد بودن تعداد ذرات تشکیل دهنده آن می توان آن را به صورت زیر نیز نوشت:

$$I = \int r^2 dm \quad (۶)$$

بنابراین برای یک جسم نامشخص نیز رابطه (۴) برقرار است با این نکته که مقدار  $I$  از رابطه (۶) محاسبه می شود. پایستگی تکانه زاویه ای برای یک سیستم در حال دوران که تحت اثر نیروهای خارجی قرار ندارد داریم:

$$L_1 = I_1\omega_1$$

چنانچه سرعت و یا گشتاور لختی این جسم تحت تاثیر نیروهای داخلی آن تغییر کند خواهیم داشت:

$$L_2 = I_2\omega_2$$

اما از آن جایی که تکانه زاویه ای یک کمیت پایستار است.

$$L_1 = L_2$$

و بنابراین:

$$I_1\omega_1 = I_2\omega_2 \quad (۷)$$

می بینیم که پایستگی تکانه زاویه ای ایجاب می کند چنانچه از چهار کمیت رابطه (۷) سه کمیت آن معلوم باشد کمیت چهارم به راحتی به دست می آید.

## روش آزمایش

**الف)** بروی صندلی نشسته و وزنه ها را در دست بگیرید و آن ها را به سینه خود بفشارید سپس از همگروهی خود بخواهید تا شما را بچرخاند. در هنگام چرخش سعی کنید تا دستان خود را کاملا از یکدیگر باز کنید، چه اتفاقی می افتد؟ چرا؟

بلافاصله دست های خود را به حالت اول برگردانید، چه روی می دهد؟ چرا؟

**ب)** آزمایش قبل را بدون در دست گرفتن وزنه ها دوباره تکرار کنید و این بار دستان خود را مشت کرده و به سینه فشار داده

و سپس دستانتان را کاملا از یکدیگر باز کنید. این بار نیز توضیح دهید چه روی می دهد؟

تغییر سرعت دورانی نسبت به قسمت الف چه تغییری می کند؟ چرا؟

ج) روی صندلی نشسته و چرخ را در دست بگیرید بگونه ای که محور آن به موازات قامت شما باشد، از همگروهی خود بخواهید تا چرخ را بچرخاند، محور چرخ را به طور ساعتگرد طوری حرکت دهید تا محور آن کاملاً معکوس شود. این بار نیز توضیح دهید چه اتفاقی می افتد و چرا؟

بار دیگر آزمایش را تکرار کنید و این بار محور چرخ را پادساعتگرد بچرخانید. چه تغییری در نتایج مشاهده می کنید؟  
د) از روی صندلی برخیزید. چرخ را با یک دست طوری در دست بگیرید تا محور آن افقی باشد و از همگروهی خود بخواهید تا آن را بچرخاند سعی کنید انتهای آزاد محور را به سمت بالا حرکت دهید بدون اینکه محور از صفحه قائمی که در آن واقع است خارج شود. احساس می کنید نیرویی به مچ دستتان وارد می شود. جهت این نیرو به کدام سمت است؟  
بار دیگر سعی کنید تا انتهای آزاد محور را به پایین حرکت دهید، جهت نیرو چه تغییری می کند؟ چرا؟