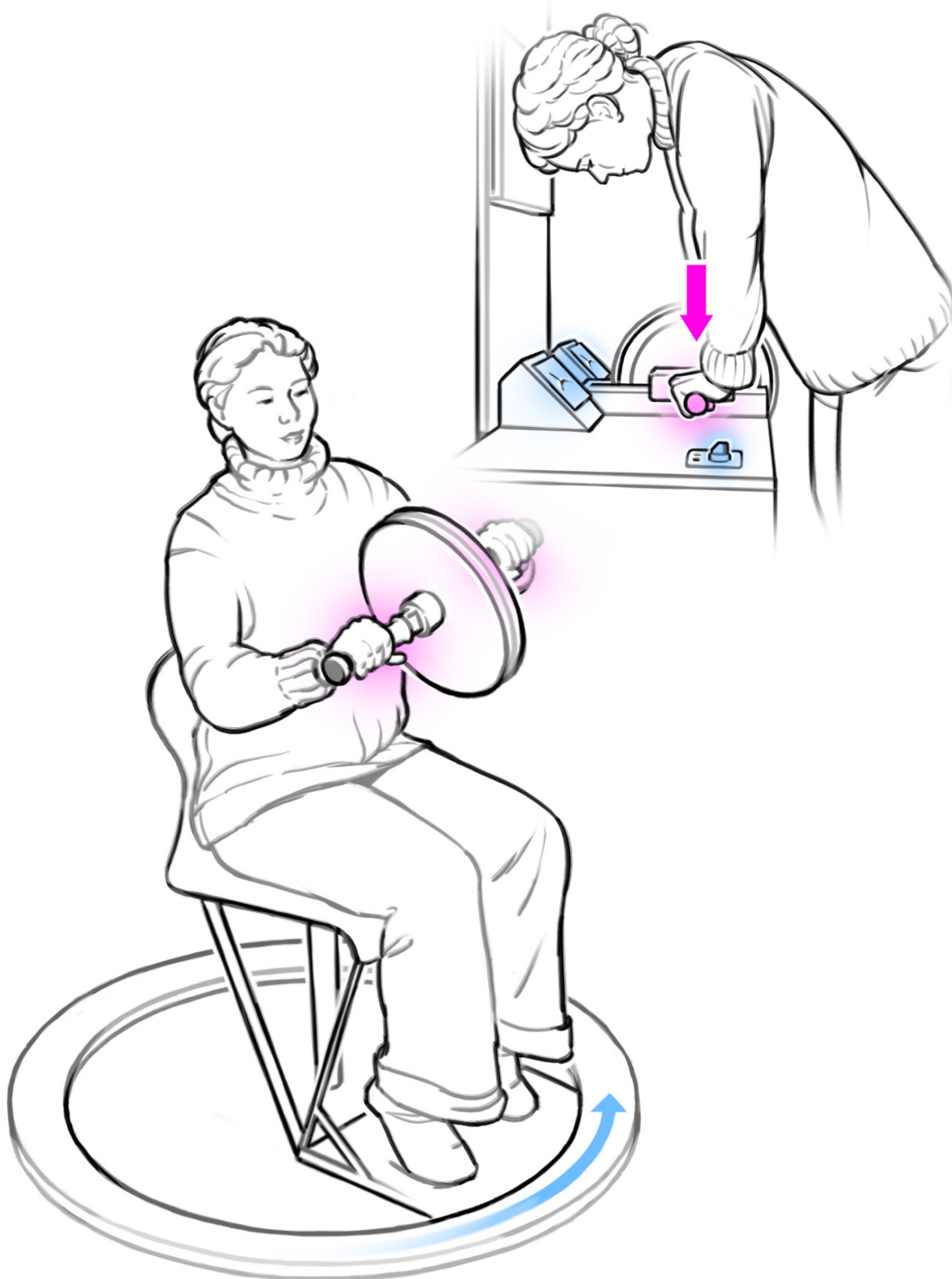




Drehstuhl mit elektrischem Doppelkreisel



Was tun und beobachten:

- Achten Sie auf die Drehschalter – für einen ersten Versuch sollten beide auf die gleiche Drehrichtung geschaltet sein.
- Zum Starten den Doppelkreisel in seiner Halterung herunterdrücken. Nach kurzer Zeit ist der Kreisel „aufgeladen“.
- Nehmen Sie den Doppelkreisel mit beiden Händen von seinem Startgehäuse und setzen Sie sich mit ihm auf den Stuhl (Füße auf die Ablage stellen!). Kippen Sie ihn auf die eine oder andere Seite!
- Stellen Sie an der Startbox gegenläufige Drehrichtungen ein und wiederholen Sie den Versuch!

Wer mehr wissen möchte:

lesen Sie den Zusatztext



Drehstuhl mit elektrischem Doppelkreisel

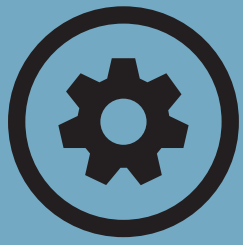


Was tun und beobachten:

- Achten Sie auf die Drehschalter – für einen ersten Versuch sollten beide auf die gleiche Drehrichtung geschaltet sein.
- Zum Starten den Doppelkreisel in seiner Halterung herunterdrücken. Nach kurzer Zeit ist der Kreisel „aufgeladen“.
- Nehmen Sie den Doppelkreisel mit beiden Händen von seinem Startgehäuse und setzen Sie sich mit ihm auf den Stuhl (Füße auf die Ablage stellen!). Kippen Sie ihn auf die eine oder andere Seite!
- Stellen Sie an der Startbox gegenläufige Drehrichtungen ein und wiederholen Sie den Versuch!

Wer mehr wissen möchte:





Drehstuhl mit elektrischem Doppelkreisel



Wer mehr wissen möchte

Der Stuhl dreht sich bei dem Kippen des Kreisels. Wie jeder drehende Körper hat auch der Kreisel einen **Dreh-schwung**, der **Drehimpuls oder Drall genannt wird**. Er verläuft in Richtung der **Drehachse**. Drehende Körper widersetzen sich einer Änderung ihres Drehimpulses.

Dieses Beharrungsvermögen wird im „Satz von der **Erhaltung des Drehimpulses**“ beschrieben, d.h. ohne Einwirkung von Aussen bleibt der Drehimpuls erhalten.

Aus dem Satz folgt weiter: Wenn ich auf dem Stuhl sitzend den rotierenden Kreisel in waagerechter Lage halte, besitze ich, zusammen mit dem schnell laufenden Kreisel, einen Drehimpuls von Null – jedenfalls auf die Drehachse des Stuhls bezogen. Kippe ich den Kreisel auf die Seite, so liegen die Drehachse des Stuhls und jene des Kreisels parallel zueinander.

Der Drehimpuls des Kreisels muss durch einen entgegengesetzt wirkenden Drehimpuls ausgeglichen werden – der Stuhl dreht sich entgegen der Kreisel-drehung.

Die *Drehgeschwindigkeit* des Stuhles ist infolge grösserer Masse wesentlich kleiner als die des Kreisels.

Ungewöhnlich erscheint zunächst folgendes: Sie lassen sich (sitzend) von einem Partner den Kreisel mit senkrechter Achse überreichen; wenn Sie nun die Achse in die Waagerechte drehen, dreht sich der Stuhl plötzlich. Von dem Moment an, wo Ihnen der Kreisel übergeben worden ist, findet keine Einwirkung von Aussen mehr statt, der Drehimpuls des Systems (= Sie, der Kreisel und der Stuhl) muss also erhalten bleiben. Wenn Sie dann innerhalb des Systems den Drehimpuls eines Teiles des Systems ändern – also den Kreisel kippen –, muss sich der Stuhl zum Ausgleich ebenfalls drehen! Dieses Denken in abgeschlossenen Systemen ist für uns ungewohnt.

Wenn Sie **verschiedene Drehrichtungen am Kreisel** eingestellt haben, ist der Effekt verschwunden – die Drehimpulse beider Kreisels, die gleiche Masse und gleich grosse Drehgeschwindigkeit besitzen, heben sich auf.

Verwandte Exponate:
Drehstuhl mit Velokreisel
Drehscheibe

Was tun und beobachten:





Rotating Chair with electric double Gyroscope



To do and notice:

- *Look at the rotary switches – for a first attempt both switches should be turned in the same direction. To start the gyroscope spinning press it down in its holder and after a short time it is charged.*
- *Hold both handles and after taking the gyro out of its holder, sit on the chair (put your feet on the footrest). Tip the gyro to one side or the other.*
- *Replace the gyro in the start box and start it spinning in the other direction.*
- *Can you make yourself spin in the chair one way and then the other?*

Want to know more?





Rotating Chair with electric double Gyroscope

Want to know more?

Angular momentum (explained below) is at work here, in the same way as at the neighbouring exhibit, **Electric Double-gyroscope**. A gyroscope is resistant to any change in its angular momentum. Because you are holding the gyroscope and sitting on a freely rotating chair you form a closed system with the machine.

If you try to change the axis of rotation by force, (such as tipping the wheel to one side) the gyroscope will want to move at right angles to the direction of the change. It can't move, but because you are sitting on a rotating chair, it can move you. This movement is called **precession**. The total amount of energy in the system remains constant - an unusual concept for us to understand.

A rotating gyroscope has what is called **angular momentum**. Angular momentum is related to how something moves around a point. All moving objects have some sort of angular momentum but it is used most often to describe rotating objects. Forces or **torque** in certain directions can change the angular momentum of an object.

Just as with linear momentum, the greater the mass of an object and the faster it is moving, the more difficult it is to slow down and stop the movement and rotation. Angular momentum is conserved when no force is acting to change the rotation. This is known as **conservation of angular momentum**.

Because the gyroscope wheels have the same mass and momentum, if the wheels turn in opposite directions the effect disappears.

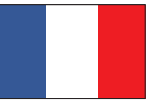
Related Exhibits:
Bicycle Wheel Gyroscope
Momentum Machine

To do and notice:





Chaise tournante et double Gyroscope électrique

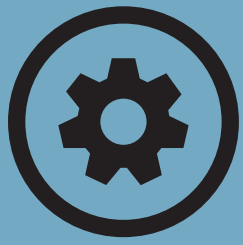


A vous de jouer:

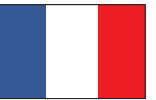
- *Faites attention à la position des manettes: pour un premier essai, elles devraient être positionnées dans la même direction. Pour le démarrage, il faut enfoncer le double gyroscope dans son dispositif de maintien. Au bout de quelques instants, il est «chargé».*
- *Sortez le double gyroscope à deux mains du dispositif et asseyez-vous sur la chaise (posez les pieds sur le repose-pieds). Basculez le gyroscope d'un côté puis de l'autre côté, lentement.*
- *Remettez-la sur son «chargeur», mettez les manettes en position opposée et recommencez l'expérience.*

Pour en savoir plus:





Chaise tournante et double Gyroscope électrique



Pour en savoir plus

La chaise tourne lorsque vous basculez le gyroscope. Comme chaque corps en **rotation**, le **gyroscope** a également un **moment cinétique**. C'est un vecteur orienté dans la même direction que **l'axe de rotation**. Les corps en rotation s'opposent à toute modification de leur moment cinétique.

Cette propriété de refus de modification est décrite par le «**principe de conservation du moment cinétique**»: sans influence extérieure le moment cinétique est conservé.

En résumé: si, assis sur la chaise, vous tenez le gyroscope à l'horizontale, vous possédez, avec le **gyroscope** en rotation rapide, **un moment cinétique** de valeur nulle – en tout cas par rapport à l'axe de rotation de la chaise. Si vous basculez le gyroscope sur le côté, l'axe de rotation de la chaise et celui du gyroscope sont alors parallèles.

Le moment cinétique du gyroscope doit être neutralisé par un autre moment cinétique ayant l'effet inverse – la chaise tourne dans le sens contraire de la rotation du gyroscope.

La vitesse de rotation de la chaise est suite à sa plus grande masse beaucoup plus faible que celle du gyroscope.

La chose suivante semble d'abord inhabituelle: tout en étant assis, vous vous faites passer par une deuxième personne le gyroscope avec son axe vertical; quand vous tournez ensuite l'axe à l'horizontale, la chaise tourne soudainement.

A partir du moment où le gyroscope vous a été transmis, il n'y a plus d'influence extérieure, le moment cinétique du système (vous-même, le gyroscope et la chaise) sera donc conservé.

Si vous changez ensuite à l'intérieur du système le moment cinétique d'une partie du système en basculant le gyroscope, la chaise est alors obligée de tourner également afin de rééquilibrer le tout. Le fait de penser en système isolé est inhabituel pour nous.

Si vous avez donné **des sens de rotation différents au gyroscope**, l'effet disparaît: les moments cinétiques des deux gyroscopes, qui ont la même masse et la même

Manipulations sur le même thème:
Chaise tournante et roue de vélo
Disque tournant

A vous de jouer:





Sedia girevole con doppio giroscopio elettrico



Che cosa fare:

- Guardate gli interruttori del banco di carica del giroscopio: per fare il primo esperimento, entrambi gli interruttori dovranno essere predisposti per farlo girare nella stessa direzione. Per iniziare la carica, premere verso il basso il doppio giroscopio nel vano di carica appositamente predisposto. Nel giro di qualche decina di secondi, il giroscopio è „carico“.
- Prendete il doppio giroscopio con ambedue le mani, sollevatelo dal vano di carica, e sempre tenendolo in mano sedetevi sulla sedia, posando i piedi sull'apposita sbarra. Ora provate a inclinare il giroscopio su uno o sull'altro lato.
- Ora provate a invertire i sensi di carica dei dischi del giroscopio, e a ripetere l'esperimento!

Vuole saperne di più?





Sedia girevole con doppio giroscopio elettrico



Vuole saperne di più?

Inclinando il giroscopio, sentirete che la sedia si muove. Al pari di ogni corpo in rotazione, anche il giroscopio ha un momento di rotazione, che viene chiamata anche momento angolare o spin. Questa forza è orientata secondo la direzione dell'asse di rotazione. Perciò i corpi rotanti oppongono resistenza a una modifica del loro momento di rotazione.

Questa capacità di mantenere la posizione viene descritta mediante il „principio della conservazione della quantità di moto“: in base a tale principio, in assenza di un influsso esterno, il momento di rotazione si conserva.

Da questo principio deriva anche che, quando mi siedo sulla sedia e tengo in posizione orizzontale il giroscopio, il mio corpo e la sedia possiedono, insieme al giroscopio, un momento angolare pari a 0, comunque rispetto all'asse di rotazione della sedia. Se tuttavia inclino di lato il giroscopio, allora gli assi di rotazione della sedia e rispettivamente del giroscopio si trovano in posizione parallela l'uno rispetto all'altro.

Il momento di rotazione del giroscopio deve essere compensato da un equivalente momento di rotazione che produca l'effetto opposto: perciò la sedia comincia a ruotare in senso opposto a quello di rotazione del giroscopio.

La velocità di rotazione della sedia è più piccola di quella del giroscopio, a causa della sua maggiore massa.

Quello che risulta insolito è anzitutto questo: se si rimane seduti sulla sedia e ci si fa passare il giroscopio con l'asse in posizione verticale da una persona in piedi, per poi fare assumere all'asse la posizione orizzontale, allora la sedia comincia improvvisamente a muoversi.

Dall'istante in cui è stato passato il giroscopio, alla persona seduta non viene fornita più alcuna sollecitazione esterna: il momento di rotazione del sistema (che comprende il corpo della persona, la sedia e il giroscopio) deve dunque conservarsi inalterato.

Così, quando, all'interno del sistema, si modifica il momento angolare di una parte del sistema, come si può fare per esempio inclinando il giroscopio, anche la sedia deve cominciare a girare per compensare questa variazione. Questo modo di pensare in sistemi chiusi ci può sembrare insolito, eppure funziona.

Esperimento affine:
Sedia girevole con giroscopio ciclistico
Disco rotante

Che cosa fare:

