



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Lehrbuch der Experimentalphysik

Lommel, Eugen von
Leipzig, 1908

42. Kreiselbewegung

[urn:nbn:de:hbz:466:1-83789](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:466:1-83789)

die Maschine in Umdrehung versetzt, durch die an den Fäden ziehenden Zentrifugalkräfte gleichzeitig gehoben, wenn die mit doppelter Geschwindigkeit umlaufende mit einem viermal so großen Gewicht belastet ist.

Aus dem Versuch mit den beiden Kugeln folgt, daß die Drehungsachse durch den Schwerpunkt gehen muß, wenn die Fliehkräfte der Masse sich das Gleichgewicht halten sollen. Doch ist das nicht für jede beliebige durch den Schwerpunkt gehende Achse der Fall. Hängt man einen zylindrischen Stab aus Holz oder Metall mittels eines Fadens an das untere Ende der Zentrifugalmaschine, so rotiert er zwar anfangs um die vertikal stehende Zylinderachse (Fig. 47 A), bei der geringsten zufälligen Abweichung aus dieser Lage entsteht aber durch die Zentrifugalkräfte, welche die Masse des Körpers soweit als möglich von der Achse zu entfernen streben, ein Kräftepaar, wodurch das Stäbchen endlich in die horizontale Lage B übergeführt wird. In diese stabile Lage, zu deren Herstellung die Zentrifugalkräfte die größtmögliche Arbeit geleistet haben, kehrt das Stäbchen nach etwaiger Störung von selbst wieder zurück. Ebenso stellt sich ein an dem Faden hängender Ring, der anfangs um seinen vertikalen Durchmesser gedreht wird, in eine horizontale Ebene ein.

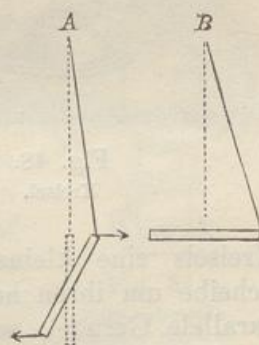


Fig. 47.

Rotierendes Stäbchen.

Die durch die tägliche Umdrehung der Erde erzeugte Zentrifugalkraft ist an jedem Ort senkrecht zur Erdachse und von dieser weggerichtet; da für alle Punkte der Erdoberfläche die Umlaufzeit die nämliche ist, so ist die Zentrifugalkraft an jedem Ort dem Halbmesser des Kreises proportional, den der Ort während der täglichen Umdrehung beschreibt, d. h. des Parallelkreises. Am Äquator, wo sie der Schwerkraft gerade entgegenwirkt, ist sie am größten und beträgt $\frac{1}{289}$ der Schwerkraft.

42. Kreiselbewegung. Ist die Masse eines starren Körpers, der sich um eine Achse dreht, rings um die Achse gleichmäßig verteilt, so wirkt auf diese keine aus der Drehung entspringende Kraft, da ja die Schwungkraft eines jeden Massenteilchens durch die gleiche und entgegengesetzte Schwungkraft des gerade gegenüberliegenden Massenteilchens aufgehoben wird; in diesem Falle wird die Achse eine freie Achse genannt. Da jedes um eine freie Achse kreisende Massenteilchen vermöge der Trägheit in seiner zur Achse senkrechten Drehungsebene zu verharren strebt, so zeigt infolgedessen auch die freie Achse das Bestreben, ihre Richtung im Raum zu bewahren, und setzt daher einer äußeren Kraft, welche sie aus dieser Richtung heraus bringen will, einen um so größeren Widerstand entgegen, je größer die Wucht der Drehungsbewegung ist. Daher kommt es, daß ein hinlänglich rasch sich drehender Kreisel nicht umfällt, selbst wenn seine Achse schief steht (Fig. 48), und daß

Räder (Veloziped), Reifen, Geldstücke usw. nicht umfallen, wenn man sie auf ihrem Rande rollen oder um den lotrechten Durchmesser „tanzen“



Fig. 48.
Kreisel.

Kreisels eine kleine Senkung der Achse, also eine Drehung der Scheibe um ihren horizontalen Durchmesser AB (oder um eine damit parallele Gerade), so bleiben die Bewegungsrichtungen des obersten

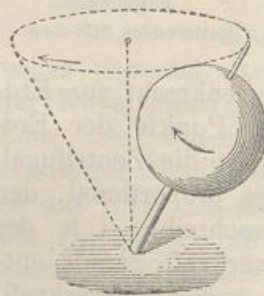


Fig. 49.
Kreisel.

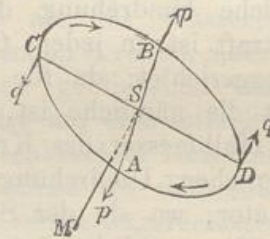


Fig. 50.
Kreisel.

Scheibe entspringen in A und B die Kräfte p und p senkrecht zu ihrer Ebene. Diese gleichen und entgegengesetzten Kräfte bilden ein Kräftepaar, welches eine Drehung der Scheibe um den auf AB senkrechten Durchmesser CD und damit eine Vorwärtsbewegung des oberen Endes der Achse im Sinne des Uhrzeigers bewirkt. Dadurch werden nun auch die Punkte C und D ihre Bewegungsrichtung zu verlassen genötigt, und das Widerstreben gegen diese Richtungsänderung gibt zu dem Kräftepaar qq Anlaß, welches die Scheibe um ihren horizontalen Durchmesser AB derart dreht, daß die Achse sich hebt.

Das Bestreben einer freien Achse, ihre Richtung im Raum beizubehalten, läßt sich durch Bohnenbergers Rotationsapparat

läßt. Die Wirkung der störenden Kraft (nämlich der Schwerkraft) auf den Kreisel äußert sich vielmehr dadurch, daß die Achse in einer zur Richtung der störenden Kraft senkrechten Richtung ausweicht und in langsamer Bewegung die Oberfläche eines Kegels beschreibt, ohne daß die Achse ihre Neigung gegen die horizontale Ebene ändert (Fig. 49). Dreht sich nämlich eine kreisförmige Scheibe $ACBD$ (Fig. 50) um ihre in M unterstützte Symmetrieachse MS in der Richtung der gekrümmten Pfeile (von oben gesehen in der Richtung des Uhrzeigers) und bewirkt das im Schwerpunkt S angreifende Gewicht des

und untersten Punktes C und D , da sie nur eine parallele Verschiebung erleiden, ungeändert; an den beiden Enden des horizontalen Durchmessers AB aber und in geringeren Maße an anderen Punkten des Umfangs tritt eine Richtungsänderung ein, und aus dem Beharrungsvermögen der

(Fig. 51) nachweisen, welcher aus einer Kugel besteht, deren Drehungsachse vermöge ihrer Aufhängung in drei ineinander drehbaren Ringen unbehindert jede beliebige Stelle annehmen kann. Versetzt man die Kugel durch Abziehen einer auf ihre Achse gewickelten Schnur in rasche Umdrehung, so bleibt die Achse mit sich selbst parallel, wie man auch den ganzen Apparat drehen und neigen mag. Beispiele von Drehung um freie Achsen bieten uns die Planeten und unter diesen die Erde dar. Die Erdachse würde, wenn die Erde eine vollkommene Kugel wäre, immerdar mit sich selbst parallel und stets nach dem Polarstern gerichtet bleiben. Aus der Anziehungskraft der Sonne auf die den Erdäquator umgürtende Anschwellung entspringt aber eine störende Kraft, welche die zur Ebene der Erdbahn (Ekliptik) unter einem Winkel von $66,5^\circ$ geneigte Erdachse zur Bahnebene senkrecht zu stellen strebt. Ähnlich wie beim Kreisel ändert aber die Erdachse ihre Neigung zur Erdbahn nicht, sondern beschreibt im Verlauf von etwas mehr als 25800 Jahren einen Kegel von etwa 47° Öffnung um das auf der Ekliptik errichtete Lot, so daß im Laufe der Jahrtausende nach und nach immer andere Sterne die Rolle des Polarsterns übernehmen werden; so wird z. B. nach etwa 12000 Jahren der schöne Stern Wega Polarstern sein. Diese kegelförmige Bewegung der Erdachse hat zur Folge, daß die Nachtgleichenpunkte auf der Ekliptik jährlich um etwa 50 Bogensekunden nach Westen vorrücken, und wird daher das Vorrücken oder die Präzession der Nachtgleichen genannt.



Fig. 51.
Bohnenbergers
Rotationsapparat.

43. Bewegungen auf der rotierenden Erde. Foucaultsches Pendel. Da alle Körper auf der Erde an der Erddrehung teilnehmen, so besitzen sie einen gewissen Betrag von kinetischer Energie, und verhalten sich infolgedessen, wenn sie auf der Erde in Bewegung gesetzt werden, anders als wenn die Erde sich nicht drehte.

Die Geschwindigkeit der Körper infolge der Erddrehung ist um so größer, je weiter die Körper von der Erdachse entfernt sind; sie ist größer auf der Spitze eines Turmes als an seiner Basis. Läßt man einen Stein von der Spitze herabfallen, so behält er während des Falles die größere Geschwindigkeit vom Westen nach Osten, die er auf der Spitze besaß, bei; er eilt also den unteren Partien voraus und zeigt beim Auffallen eine östliche Abweichung von dem Punkte, der lotrecht unter dem Ausgangspunkt liegt. Versuche haben diese Überlegung bestätigt. Reich fand z. B. bei einer Falltiefe von 158,5 m eine östliche Abweichung von 28,4 mm.

Denkt man sich ein Pendel über den Nordpol der Erde aufgehängt, so behält vermöge der Trägheit die Schwingungsebene des Pendels ihre Richtung im Raume bei, während die Erde samt dem auf ihr stehenden Beobachter sich unter dem Pendel von West nach