

Anlage I. zum Berichte der mathematisch-physikalisch-chemischen Section.

Von der Rotation der physischen Körper und den dabei vorkommenden Erscheinungen.

Von Düsing, Oberstlieutenant a. D.

Nachdem der Vortragende an der einfachen um eine feste Achse stattfindenden Drehung die Begriffe: Winkelgeschwindigkeit, Trägheitsmoment, positive und negative Drehung erläutert hatte, ging derselbe zum Parallelogramm der Drehungen über, um die Vereinigung zweier Seitendrehungen zu einer Mitteldrehung, so wie auch die Zerlegung der letztern in zwei Seitendrehungen nach Analogie der Zerlegung und Vereinigung von Kräften an demselben zu zeigen. Die tägliche Bewegung der Erde um die Polachse $= 2\pi$ als Beispiel der Zerlegung gewählt, ergab für einen die Aequatorebene unter dem Winkel φ schneidenden Erddiameter $2\pi \cdot \sin \varphi$ als Seitendrehung, wie solche aus den Foucault'schen Pendelversuchen bekannt ist.

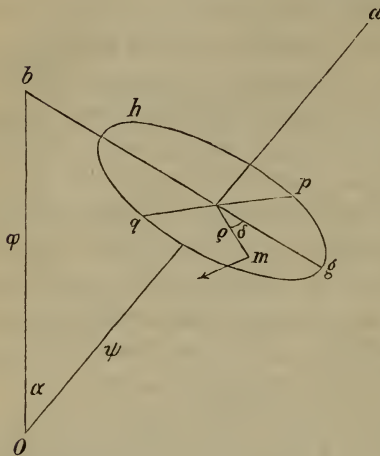
Eine ausführlichere Behandlung erfuhr die Drehung eines Körpers um einen festen Punkt. In diesem Falle beschreibt nämlich die Drehachse des Körpers im Raume einen Kegelmantel, dessen Spitze in dem festen Punkte der Achse liegt. Eine solche Drehung, welche entsteht, sobald auf einen rotirenden Körper eine äussere Kraft einwirkt, wurde als ein Aggregat von unendlich vielen besonderen Drehungen, jede von unendlich kurzer Zeitdauer, um feste auf der Mantelfläche eines Kegels in steter Reihenfolge neben einander liegende Achsen, sogenannte Augenblicks-Achsen, defnirt. Der Vortragende zeigte nun, wie man durch Combination zweier Kegel, von denen man den einen im Raume unbeweglich, den andern aber fest mit dem Körper verbunden auf ersterem ohne zu gleiten sich abrollend zu denken habe, im Stande sei, jede beliebige Art einer solchen Drehung darzustellen.

Alle diese Drehungen, bei denen die Achse im Raume einen Kegelmantel beschreibt, wurden als Kreiselbewegungen bezeichnet, und die Constanz des Scheitelwinkels im durchlaufenen Kegelmantel als Criterium für das Gleichgewicht des rotirenden Körpers aufgestellt.

Der Vortragende ging nun dazu über, für einen Kreisel (eine materielle Kreisscheibe, durch deren Schwerpunkt senkrecht auf die

Kreisebene eine Achse gelegt war) die Bedingung des Gleichgewichts aufzustellen und zu zeigen, wie bei schiefer Stellung der Drehachse das gestörte statische Gleichgewicht durch eine sogenannte Doppel-drehung wieder hergestellt werden könne.

Der eingeschlagene Weg war folgender:



Die materielle Kreisscheibe $gqh p$ rotire mit der Winkelgeschwindigkeit ψ um die Achse $o a$, und beschreibe letztere mit der Winkelgeschwindigkeit φ einen Kegelmantel um die $o b$. Die Achsen-Neigung sei α . Beide Drehungen sollen positiv gedacht werden und für $\alpha=0$, wenn die Achsen zusammen geklappt werden, in demselben Sinne erfolgen.

Der materielle Punkt m hat nun auf der Scheibe die Bewegung $\rho\psi$, welche in die beiden Componenten $\rho\psi \cos \delta$ und $\rho\psi \sin \delta$ zerfällt. Letztere Bewegung parallel der bg ist in Bezug auf die um bg stattfindende Drehung centrifugal todt. Erstere dagegen bei der um die bg mit der Winkelgeschwindigkeit $\varphi \sin \alpha$ stattfindenden Drehung centrifugal thätig. Die Grösse der in jedem Augenblicke im Punkte m zur Geltung kommenden Centrifugalkraft ist gleich dem Produkte der fortschreitenden Bewegung des Atoms mal der Winkelgeschwindigkeit desselben, also gleich $\rho\psi \cos \delta \cdot \varphi \sin \alpha$, welches Produkt noch mit der Masse des augenblicklich im Punkte m sich befindenden KörpermolecÜls, also mit $\rho \cdot d\delta \cdot d\rho \cdot \gamma$ zu multipliciren ist, wo γ die Dicke der Kreisscheibe bedeutet. Sondert man sämmtliche constante Factoren, deren Produkt der Kürze halber C heissen möge, ab und dehnt den Restfactor $\rho^2 \cos \delta \cdot d\delta \cdot d\rho$ durch Integration auf den ganzen Quadranten aus, so findet man die Centrifugalkraft

$$\text{für den untern Halbkreis } p g q = + \frac{2r^3}{3} \cdot C,$$

$$\text{für den obern Halbkreis } p h q = - \frac{2r^3}{3} \cdot C,$$

wenn r der Radius der Scheibe ist.

Aus beiden Bestrebungen erwächst nun ein centrifugales Gegenpaar, dessen Angriffspunkt man in den Schwerpunkten der Halbkreise anzunehmen hat, was erhellt, wenn man

$$\frac{r^2 \pi}{2} \cdot \frac{4r}{3\pi} \text{ für } \frac{2r^3}{3} \text{ schreibt.}$$

Substituirt man der Kreisscheibe eine Kugel, welche man als ein Aggregat von unendlich vielen und unendlich dünnen Scheiben ansehen kann, so erhält man für diese das Gegenpaar

$$\pm C \cdot \frac{2}{3} r^3 \pi \cdot \frac{2}{3} r,$$

welches den Schwerpunkt der Halbkugel zum Angriffspunkte und eine von der Masse der Halbkugel abhängige Intensität hat.

Keht man nun zum Scheiben-Kreisel zurück, so sieht man, dass das Bestreben des centrifugalen Gegenpaares dahin gerichtet ist, die positive Achsenseite oa auf die gleichnamige ob zu schieben und beide Drehungen in eine einzige übergehen zu lassen. Soll nun der Kreisel bei geneigter Achsenstellung im Gleichgewicht bleiben, so muss das Gegenpaar

$$\pm \frac{2r^3}{3} \gamma \cdot \psi \varphi \sin. \alpha$$

gerade hinreichen, die Wirkung der Schwere aufzuheben. Es darf daher weder ψ noch φ gleich Null werden, noch dürfen beide in den Vorzeichen verschieden sein, weil ein negatives Produkt dem Gegenpaar die entgegengesetzte Drehrichtung ertheilen würde.

Versuche mit dem Fessel'schen Apparate liessen die Bestrebungen der Centrifugalkräfte mit der grössten Entschiedenheit zu Tage treten. War der Apparat für die Ruhelage in's Gleichgewicht gebracht und horizontal gestellt, so verblieb derselbe in dieser Lage, das Laufrad mochte sich drehen oder stillstehen. Wurde nun der Apparat bei drehendem Laufrade durch einen Seitenstoss in eine Rotirung um seinen Fuss versetzt, so erfolgte je nach Umständen eine Hebung oder Senkung des Laufrades, immer jedoch so, dass die positive Achsenseite des Laufrades der positiven Achsenseite der vertikalen Raumachse zustrebte. Stellte man das Laufrad gleichfalls horizontal, so dass beide Achsen vertikal standen, so blieb der Apparat bei jeder Seitenbewegung in Bezug auf Hebung und Senkung indifferent, offenbar weil beide Achsen parallel, schon im höchsten Stadium der Annäherung sich befanden.

Es wurde nun ferner nachgewiesen, dass überall da, wo ein mit Achsenpräcession rotirender Körper im Zustande des Gleichgewichts angetroffen werde, eine von aussen auf den Körper einwirkende, die centrifugalen Drehkräfte aufhebende Kraft vorhanden sein müsse. So werde beim fortschreitenden Kreisel die Drehung der Achse durch die Kraft der Schwere, beim fliegenden Spitzgeschoss durch den Luftwiderstand aufgehoben. Bei unserem Erdkörper finde dasselbe jedoch in umgekehrter Weise statt. Die Präcession der Achse erfolge in positiver, der Umlauf der Erde um ihre Achse dagegen in negativer Drehung, wenn man das Auge des Beobachters in den Pol der Ecliptik versetze. Die Wirkung des centrifugalen Gegenpaares sei in diesem Falle eine negative, den Nordpol der Erdachse von dem gleichnamigen Pole der Ecliptikachse abstossende, also die Schiefe der Ecliptik vergrössernde. Wenn nun nichts desto weniger die Erdachse im Gleichgewicht präcedire, so müsse eine äussere, die Wirkung der Centrifugalkräfte aufhebende Kraft hinzutreten. Eine solche Kraft glaubte der Vortragende in der Anziehung der Sonne auf den Aequator-Wulst der Erde, welche bekanntlich in ihrer Form einem Rotations-Ellipsoide um die kleine Achse ähnlich sei, zu finden. Wäre diese Kraft mit der Wirkung des centrifugalen Gegenpaares vollständig im Gleichgewicht, so würde die Erdachse einen glatten Kegelmantel durchlaufen. Da der Sonnenwirkung sich aber noch eine variable Mondwirkung zugeselle, so überwiege bald die eine bald die andere der beiden Kräfte, was ein Wanken der Erdachse zur Folge habe. Letztere durchlaufe daher keinen glatten, sondern einen kannelirten Kegelmantel und beschreibe mit dem Pole am Himmel die unter dem Namen Nutation bekannte schlangenförmige Linie.

Zum Schluss wurde noch bemerkt, dass die Wahrnehmung einer Polabplattung und schiefen Achsenstellung bei anderen Planeten zu der Annahme berechtige, dass die Erscheinung der Präcession auch bei diesen Weltkörpern vorkommen müsse und kein ausschliessliches Attribut unserer Erde sei.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Jahresbericht des Westfälischen Provinzial-Vereins für Wissenschaft und Kunst](#)

Jahr/Year: 1874

Band/Volume: [3](#)

Autor(en)/Author(s): Düsing Karl

Artikel/Article: [Von der Rotation der physischen Körper und den dabei vorkommenden Erscheinungen. 145-148](#)