

Das Foucaultsche Pendel

Inhaltsverzeichnis

- 1. Vorwort**
- 2. Einleitung**
- 3. Material und Methoden**
- 4. Resultate**
- 5. Diskussion**
- 6. Schlusswort**
- 7. Literaturliste**

Vorwort

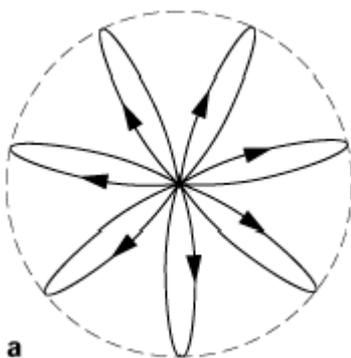
Wir beschäftigen uns mit dem Foucaultschen Pendel, mit diesem Experiment messen wir die Geschwindigkeit der Erdrotation. 1851 führte ein französischer Physiker Jean Bernard Foucault in einer Kirche diesen Versuch durch. Er setzte ein 40 Meter langes Pendel in Bewegung und beobachtete, dass sich im Verlauf der Zeit seine Richtung zu ändern schien. Um dieses Experiment durchzuführen, sollte es sehr ruhig sein und es darf keine andere Kraft wirken ausser der Gravitation und der Corioliskraft. Die Richtungsänderung der Schwingungsebene wird von der Corioliskraft verursacht. Da unsere geographische Breite $47^{\circ} 22'$ beträgt ist die Richtungsänderung der Kugel nicht so gross wie auf den Polen.



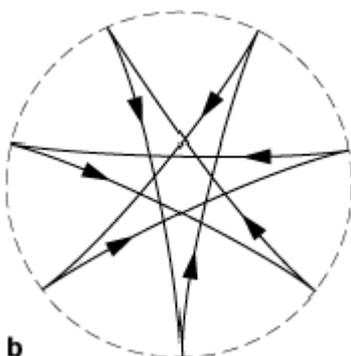
← Jean Bernard Foucault

Einleitung

Was erwarten wir? Kann man die Abweichung von Auge sehen? Wir erwarteten eine heftige Richtungsänderung, doch da wir nicht auf den Polen leben, wo die Auslenkung 360° beträgt, mussten wir unsere Erwartungen ein wenig einschränken. Am ersten Tag konnten wir keine nützlichen Messungen machen, da viele Leute im Treppenhaus unterwegs waren und wir zuerst das Foucaultsche Pendel zusammenbauen mussten, was ca. 2 Stunden dauerte. Zudem mussten wir uns zuerst überlegen wie wir das Pendel anstossen wollen, da es von Hand immer an der Treppe anslug. Somit brachten wir das Pendel durch Impuls in Schwingung, wobei wir die Schnur nach vorne gezogen haben und sie angebunden haben mit einem feinen Faden. Um die Kugel zum pendeln zu bringen mussten wir nur diesen feinen Faden durchschneiden.



a



b

→ wird das Pendel aus der Ruhelage angestossen, so führt es auf Grund der Erdrotation Rosettenbahnen mit Schleifen durch (a), wobei es hier sehr übertrieben dargestellt ist. Wird es aus der Lage maximaler Auslenkung losgelassen, Rosettenbahnen mit Spitzen (b)

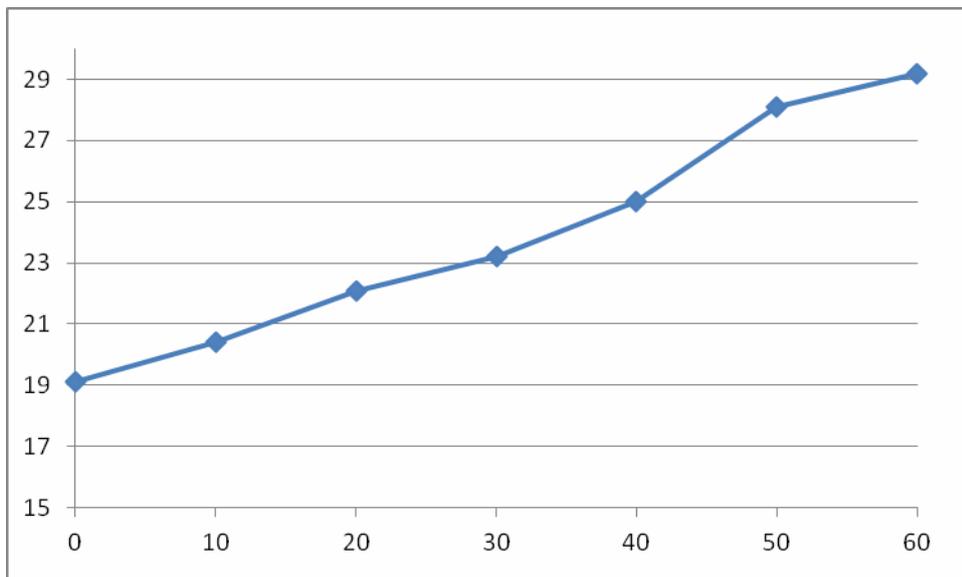
Material und Methoden

Die Schnur haben wir an der obersten Treppe befestigt und durch einen Charron-Ring gezogen um Störungen zu vermeiden. Anschliessend haben wir bei der untersten Treppe eine 20kg schwere Kugel am Ende der Schnur befestigt, um diese pendeln zu lassen. Wäre die Schnur nicht so lang und die Kugel nicht so schwer, dann würde das Experiment nicht funktionieren. Denn die schwere Kugel hat viel mehr Energie als eine leichtere. Unter der Kugel haben wir zum Schutz eine Holzrampe aufgestellt, welche die Kugel auffängt, falls die Schnur reissen sollte. Um die Messungen machen zu können haben wir einen Kreutztisch von einem Mikroskop befestigt. Am Kreutztisch war ein Pfeifenputzer befestigt. Der Kreutztisch kann, mithilfe von zwei Stellschrauben, in zwei senkrechte Richtungen bewegt werden. Die Position der „Ecke“ wurde von zwei Messskalen (mit Nonius) angezeigt. Das Ende des Pfeifenputzers wurde über mehrere Schwingungsperioden (ca. 60) zum Umkehrpunkt des Fadens auf dieser Höhe gehalten. Schliesslich waren wir bereit um die ersten Messungen zu machen. Am Anfang hielten wir die Kugel (mit einem dünnen Faden) seitlich aus der Gleichgewichtslage verschoben. Nach dem Loslassen war sie in einer Schwingung. Mit einer Tabelle schrieben wir die Werte auf, die wir von dem Kreutztisch ablesen konnten. Damit konnte die Rotation der Schwingungsebene verfolgt werden.

Resultate

Die Ausgangsposition ist bei 19,1mm. Nach 10 Schwingungen gab es eine Abweichung von 1,3mm nach rechts, d.h. wir waren bei 20,4mm. Nach der 20igsten Schwingung waren wir bei 22,1mm, nach 30 Schwingungen bei 23,2 und nach 40 Schwingungen bei 25mm.

Daraus ergab sich, dass sich pro Schwingung eine Abweichung von 0,17 mm zeigt.



Anzahl Schwingungen	„Kreisbogenlänge“ (in mm)
0	19.1
10	20.4
20	22.1
30	23.2
40	25
50	28.1
60	29.2

Diskussion

Bei diesem Experiment geht es darum, die Erdrotation zu beweisen mit einem Pendel das schwingt und durch die Corioliskraft ihre Richtung ändert. Am Äquator macht es diese Bewegungen nicht. Es schwingt ganz normal nach vorne und zurück. Am Nordpol ist die Bewegung nach rechts orientiert und im Südpol nach links.

Um die Länge auszurechnen brauchten wir folgende Formel. Wobei „T“ die Periodendauer des Pendels ist, die 6.2 Sekunden beträgt und „g“ eine Konstante. Als mathematisches Pendel betrachtet ergibt dies:

$$L = \frac{T_{\text{Pendel}}^2}{4\pi^2} \cdot g \approx 955\text{cm}$$

Um die Umlaufzeit zu berechnen muss man nicht die synodische Tageslänge nehmen, sondern die siderische Tageslänge (86164 s). Berechnung der Umlaufzeit des Foucaultschen Pendels (theoretisch) für 47°22′ nördliche Breite:

$$T_{\text{Fouc}} = \frac{86164 \text{ s}}{\sin 47.37^\circ} = 117118\text{s}$$

Da die theoretische Periodendauer 0.13 Millimeter stimmten wir nicht exakt mit den wissenschaftlichen Werten überein, denn unser Wert war 0.17. Doch für unser Verhältnis war dies eine sehr erfolgreiche Messung. Jedoch muss man auch die schlechten Bedingungen einbeziehen, die bei uns herrschten. Es sei b_{Periode} die Bogenlänge welcher ein Umkehrpunkt im Verlauf einer Schwingungsperiode (auf einem Kreis mit Umfang 2500 nm) zurücklegt. Man erhält:

$$b_{\text{Periode}} = \frac{w \cdot T_{\text{Pendel}}}{T_{\text{Foucault}}} = \frac{2500\text{mm} \cdot 6.2 \text{ s}}{117118 \text{ s}} = 0.13\text{mm} \quad \leftarrow \text{theoretisch}$$

Um dieses Experiment genauer und besser zu machen sollte man viel mehr Platz haben und eventuell unten an der Kugel eine Spitze anhängen, sodass man ein Blatt hinlegen kann oder Sand. Diese Spitze würde dann die Bewegungen des Pendels genau aufzeichnen.

Das Experiment wurde auch schon im Kölner Dom und im Dom von Speyer wiederholt. Die Ergebnisse waren qualitativ nicht zufriedenstellend. Das Foucaultsche Pendel findet man auch in vielen naturwissenschaftlichen Museen.

Schlusswort

Die Arbeit hat uns gut gefallen, am Anfang (Dienstag) war es mühsam. Da das Experiment nicht funktioniert hat, weil zu viele Leute vorbei gelaufen sind. Wir mussten erstmal 1 halb Stunden alles aufbauen. Am nächsten Tag, grad am morgen hat es das Experiment 3 Mal hintereinander funktioniert. Es war sehr eindrücklich da man die Bewegung nach rechts wirklich sehen konnte. Es braucht viel Geduld. Wie schon gesagt war ein gutes Experiment würde es aber nicht nochmals machen in der Schule, da es viel zu aufwendig ist und lang braucht bis es wirklich funktioniert, sprich die Bedingungen sind nicht wirklich günstig hier in der Schule. Man sollte es aufnehmen mit einer Videokamera, damit man die Schwingungen auf Band hat und definitiv die umgelenkten Bewegungen sieht.

Zusammenfassung

Wir beschäftigen uns mit dem Foucaultschen Pendel, mit diesem Experiment messen wir die Erdrotation. Da unsere geographische Breite $47^{\circ} 22'$ beträgt ist die Richtungsänderung der Kugel nicht so gross wie auf den Polen. Am ersten Tag konnten wir keine nützlichen Messungen machen, da viele Leute im Treppenhaus unterwegs waren und wir zuerst das Foucaultsche Pendel zusammenbauen mussten, was ca. 2 Stunden dauerte. Anschliessend haben wir eine 20kg schwere Kugel am Ende der Schnur befestigt, um diese pendeln zu lassen. Um die Messungen machen zu können haben wir einen Kreuztisch von einem Mikroskop befestigt, der Millimeter genaue Abmessungen machen kann, mithilfe eines Pfeifenputzers. Es stellte sich heraus, dass das Pendel sich nach rechts bewegt, also im Uhrzeigersinn. Für unser Verhältnis war dies eine sehr erfolgreiche Messung. Um dieses Experiment genauer und besser zu machen sollte man viel mehr Platz haben und eventuell unten an der Kugel eine Spitze anhängen, sodass man ein Blatt hinlegen kann oder Sand. Diese Spitze würde dann die Bewegungen des Pendels genau aufzeichnen.

Literaturliste

Da wir das meiste selber gemachten und bestimmt haben, ist die Literaturliste relativ übersichtlich.

- R. Szostak, Ein permanent schwingendes Foucault-Pendel für Schulen, Plus Lucis (Verein zur Förderung des physikalischen und chemischen Unterricht, Band 2 (2002-1/2003, S.11-15)
- Wikipedia