



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die Ingenieur-Mathematik in elementarer Behandlung

Das Potential und seine Anwendung auf die Theorien der Gravitation, des Magnetismus, der Elektrizität, der Wärme und der Hydrodynamik

Holzmüller, Gustav

Leipzig, 1898

2) Das Gesetz von der Gleichheit der Wirkung und Gegenwirkung

[urn:nbn:de:hbz:466:1-77934](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:466:1-77934)

beschleunigung $g_1 = 0,00276$ m, also etwas mehr als $\frac{1}{4}$ cm. Jetzt folgt:

$$\frac{g}{g_1} = \frac{9,81}{0,00276} = \text{rd. } 3555.$$

Dafs nicht genau 3600 erhalten wird, hat seinen Grund in der Annahme der abgerundeten Zahlen 60 und 40000000. Auch müfste 9,81 um den Betrag vergrößert werden, um den g infolge der Erddrehung vermindert worden ist. Der Näherungswert reicht aber für unsere Zwecke aus. (Will man genauer rechnen, so addiere man zu dem Äquatorialwerte $g = 9,780$ den durch die Centrifugalkraft verloren gegangenen Anteil 0,033, was 9,813 giebt und nehme z. B. das arithmetische Mittel zwischen diesem Werte und dem Polarwerte 9,831, was auf 9,822 führt.) Nimmt man umgekehrt das Newtonsche Gesetz als richtig an, so ergibt sich die Mondentfernung aus $\frac{g}{g_1} = \frac{(x\varrho)^2}{\varrho^2}$ oder $\frac{g}{x^2} = \frac{4\pi^2 x\varrho}{t^2}$ als $x = \sqrt[3]{\frac{gt^2}{4\pi^2\varrho}} = 60,144$ Erdradien, denn hier bedeutet $1 : x$ das Verhältnis der Entfernungen.

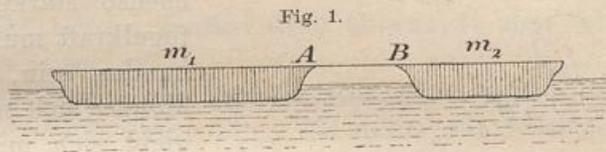
2) Das Gesetz der Gleichheit von Wirkung und Gegenwirkung.

Newton stellte ferner das Gesetz von der Gleichheit der Wirkung und der Gegenwirkung auf, das uns als etwas Selbstverständliches erscheint, damals aber bei manchen Gelehrten auf Widerspruch stiefs.

Er behauptete also: Die Erde wird vom Monde mit derselben Kraft angezogen wie der Mond von der Erde.

Zur Erläuterung dieser Annahme diene folgendes Beispiel: Zwei Schiffe von den Massen m_1 und m_2 , Fig. 1, seien durch ein Tau AB miteinander verbunden, dieses Tau aber werde auf irgend eine Weise angespannt, sei es, dafs bei A oder bei B oder gleichzeitig bei A und B gezogen wird, was ganz gleichgültig ist. Ist nun p die spannende Kraft, so setzen sich beide Schiffe in Bewegung, das eine gemäß der Formel $p = m_1 g_1$, das andere gemäß der Gleichung $p = m_2 g_2$, sobald nur vom Widerstande des Wassers und der Luft abgesehen wird. Daraus aber folgt: $m_1 g_1 = m_2 g_2$ und $m_1 : m_2 = g_2 : g_1$, d. h. die Beschleunigungen verhalten sich umgekehrt wie die Massen der Schiffe.

Man kann nun die spannende Kraft durch irgend eine andere ersetzen; man denke sich z. B. bei A den Nordpol eines starkwirkenden Magnetstabes, bei B den Südpol eines anderen Magneten. Auch dabei



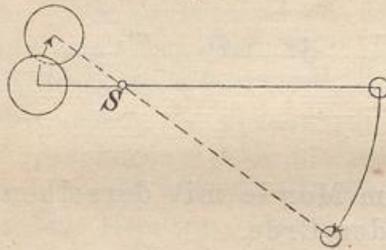
ist die Anziehung eine gegenseitige, d. h. es wird wiederum für jede Stellung $m_1 g_1 = m_2 g_2$ oder $p_1 = p_2$. Eine ähnliche gegenseitige Anziehung nimmt Newton, ohne ihr Wesen weiter zu erklären*), auch bei dem Monde und der Erde an. Würden also beide zunächst stillgestellt, so würden sie sich einander entgegen bewegen, und zwar würde der Mond mit der oben berechneten Beschleunigung von etwa $\frac{1}{4}$ cm beginnen, die Erde aber, deren Masse nach unten anzuhebender Berechnung etwa 81 mal so groß ist wie die des Mondes, mit dem 81. Teile dieser Beschleunigung. Schliesslich würden sie sich in dem Punkte treffen, der den ursprünglichen Abstand im Verhältnis 1:81 teilt, d. h. (wenn man beide Körper als Punkte betrachtet, so dass die Mittelpunkte einander unendlich nahe rücken können) in dem gemeinschaftlichen Schwerpunkte, der während der ganzen Bewegung seine Lage nicht ändern würde.

Hierin lag der erste Keim zu dem später entwickelten Schwerpunktsprinzip der Mechanik.

3) Mond und Erde umkreisen den gemeinschaftlichen Schwerpunkt.

Nach dem Gesagten wird der Mond durch die Centripetalkraft an die Erde gefesselt, jedoch durch eine ebenso große Centrifugalkraft gehindert, sich ihr zu nähern. Eine ebenso starke Centripetal- und Centrifugalkraft muss auch bei der Erde vorhanden sein, wenn ihr Abstand vom

Fig. 2.



Monde sich nicht ändern soll. So ergibt sich mit Notwendigkeit die Annahme, dass beide Körper um den gemeinschaftlichen Schwerpunkt kreisen, Fig. 2. Dabei wirken, wenn r_1 und r_2 die Abstände von diesem sind, die entgegengesetzt gerichteten Centrifugalkräfte $m_1 r_1 \vartheta^2$ und $m_2 r_2 \vartheta^2$, wo ϑ die gemeinschaftliche Winkelgeschwindigkeit ist. Beide sind gleich, denn es ist $m_1 = 81 m_2$, $r_1 = \frac{1}{81} r_2$, also $m_1 r_1 = 81 m_2 \cdot \frac{1}{81} r_2 = m_2 r_2$. Ebenso groß wie die Centrifugalkräfte sind die wirkenden Centripetalkräfte.

In dieser neuen Auffassung lag der Keim zu der von Newton angebahnten Himmelsmechanik, die durch Laplace und Gauß erfolgreich ausgebaut wurde, obwohl z. B. das Problem der drei Körper

*) Die neuere Physik ersetzt die Fernwirkungen durch vermittelnde Aktionen der Ätherteilchen aufeinander, die wie elektrische und optische Ätherschwingungen mit großer Geschwindigkeit den Weltraum durchheilen.