



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

241) Berechnung der Feldstärke für einen Magnetstab

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

Abschnürungen hervor. Ein ähnliches Abschnüren der Kraftlinien erfolgt bei den Hertz'schen Schwingungen. (Siehe unten.)

Es ist lehrreich, die mathematische Konstruktion der Kraftlinien für den Fall der Punktpole bei solcher Lagerung durchzuführen und die Kurven mit den praktisch gefundenen Linien zu vergleichen.

240) Schwingungen der Magnetnadel im magnetischen Felde. Ist ein homogenes Feld von der Feldstärke $+F$, so heisst dies, daß an jeder Stelle auf die Einheit des entgegengesetzten Magnetismus die anziehende Kraft F ausgeübt wird, auf m solcher Einheiten dagegen die Kraft Fm . Hat nun die Magnetnadel von Polstärke m die Länge l , so ist das Maximalmoment gleich Fml . Dabei steht die Nadel senkrecht gegen die Kraftlinien des Feldes. In jeder anderen Lage handelt es sich um $Fml \sin \alpha$ als GröÙe der Direktionskraft. Die Schwingungsdauer ist nach Nr. 237 $t = \pi \sqrt{\frac{T}{Fml}}$, oder wenn man das magnetische Moment $M = ml$ der Nadel einführt,

$$t = \pi \sqrt{\frac{T}{MF}},$$

die Schwingungszahl für die Sekunde also

$$n = \frac{1}{\pi} \sqrt{\frac{MF}{T}}.$$

Nun kann im allgemeinen jedes magnetische Feld für einen sehr kleinen Bezirk als homogen betrachtet werden. Eine sehr kleine Magnetnadel wird also im Bereiche der Feldstärke F nach dem angegebenen Gesetze schwingen. Kennt man also das magnetische Moment $M = ml$ und das Trägheitsmoment der kleinen Nadel, so kann man die Feldstärke bestimmen als

$$F = \frac{n^2 \pi^2 T}{M}.$$

In gewissen Fällen läßt sich aber die Stärke eines Feldes auch theoretisch ohne Schwierigkeit bestimmen, wenn zunächst von der Einwirkung des Erdmagnetismus abgesehen wird.

241) **Aufgabe.** Ein Magnetstab von der Länge $2l$ und der Polstärke m hat auf der Achse in Entfernung r vom Mittelpunkte welche Feldstärke?

Auflösung. Die Feldstärke bestimmt sich aus der Differenz der Feldstärken der beiden Pole, da die Krafrichtungen in dieselbe Gerade fallen. Es ist demnach

$$F = F_2 - F_1 = \frac{m}{(r-l)^2} - \frac{m}{(r+l)^2} = m \frac{(r+l)^2 - (r-l)^2}{(r^2-l^2)^2} = \frac{4ml}{(r^2-l^2)^2}$$

$$= \frac{4ml}{r^4 \left(1 - \frac{l^2}{r^2}\right)^2} = \frac{4ml}{r^3 \left(1 - \frac{l^2}{r^2}\right)^2}.$$

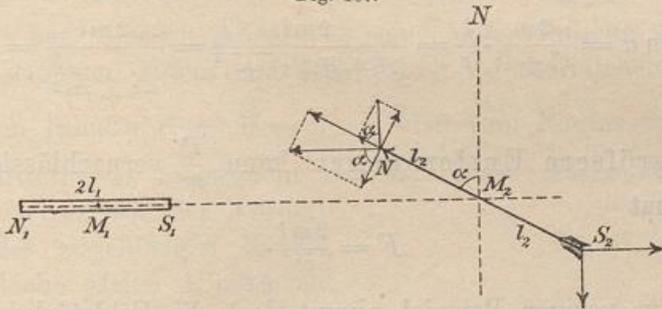
In größerer Entfernung kann man $\frac{l^2}{r^2}$ vernachlässigen. Dort wird also

$$F = \frac{4ml}{r^3},$$

d. h. dort ist die Feldstärke umgekehrt proportional der 3^{ten} Potenz der Entfernung, nimmt also sehr schnell ab. (Vgl. Störungsgesetz.)

242) **Aufgabe.** Eine kleine Magnetnadel von der Länge $2l_2$ und der Polstärke m_2 befinde sich auf der Achse eines Magnetstabes von der Länge $2l_1$ und der Polstärke m_1 , und zwar in der (großen) Entfernung r von der Mitte. Um wieviel wird sie aus der normalen Stellung abgelenkt, wenn der Stab senkrecht gegen den magnetischen Meridian liegt?

Fig. 167.



Auflösung. Bei größerer Entfernung sind die richtenden Kräfte als parallel zur Achse anzunehmen. Die Feldstärke ist nach Nr. 241 als $\frac{4m_1l_1}{r^3}$ anzunehmen, bei der durch α angedeuteten Gleichgewichtstellung also ist das die Nadel richtende Moment des Stabes gleich $\frac{4m_1l_1}{r^3} m_2 l_2 \cos \alpha$. Ist nun E die Feldstärke des Erdmagnetismus, so ist ihr richtendes Moment bei derselben Lage $E m_2 l_2 \sin \alpha$. Im Gleichgewichtszustande sind beide Momente gleich zu setzen. Daraus ergibt sich

$$\tan \alpha = \frac{4m_1l_1}{Er^3}.$$

Bemerkung. Man kann die letztere Formel, bei der Länge und Polstärke der Nadel gleichgültig sind, benutzen, um mit Hilfe der