



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

265) Elektromagnetische Wirkung einer Spule

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

264) Tangentenboussole. Der Apparat wird nicht nachgedreht, so daß p horizontal bleibt. Beim Gleichgewicht wird

$$mq \frac{l}{2} \sin \alpha = \frac{l}{2} \cdot \frac{2 \pi J m \pi n}{r} \cos \alpha,$$

also

$$J = \frac{1}{\pi_1} \cdot \frac{qr}{2 \pi n} \tan \alpha.$$

265) Elektromagnetische Wirkung einer Spule (Spirale). Statt der Spiralwindungen denke man sich n Kreisströme.

Ist $\frac{r}{2} = 1$ gesetzt, so handelt es sich für jeden Kreis um $V = J\varphi$, wo φ der körperliche Winkel ist, unter dem er von P aus gesehen wird. Das Gesamtpotential also ist $J \sum \varphi$. Verschiebt man die Spule um den kleinen Weg w , der die Entfernung der Kreise voneinander angiebt, so ist es ebenso, als ob man nur den schraffierten Kreis um die ganze Länge der Spule verschoben hätte. Dies giebt die Potentialdifferenz

$$V_a - V_b = J(\varphi_a - \varphi_b).$$

Nach Nr. 44 und 258 ist aber

$$\varphi_a = 2 \pi (1 - \cos \alpha) \quad \text{und} \quad \varphi_b = 2 \pi (1 - \cos \beta),$$

also $\varphi_a - \varphi_b = 2 \pi (\cos \beta - \cos \alpha)$, so wird die Potentialdifferenz gleich

$$2 \pi J (\cos \beta - \cos \alpha).$$

Jetzt denke man sich die ganze Spule um den sehr kleinen Weg $w = \frac{l}{n}$ verschoben, was dieselbe Arbeit giebt, dann ist die überwundene Kraft

$$p = \frac{V_a - V_b}{w} = \frac{2 \pi J (\cos \beta - \cos \alpha)}{w} = \frac{2 \pi n J (\cos \beta - \cos \alpha)}{l}.$$

Bei D ist $\beta = 90^\circ$, also $\cos \beta = 0$, dort ist also $p = -\frac{2 \pi n J \cos \alpha_1}{l}$.

Bei C ist $\alpha = 90^\circ$, es folgt für diese Stelle $p = +\frac{2 \pi n J \cos \beta}{l}$. In der Mitte sind die Winkel Supplementwinkel, also

$$\cos \beta - \cos (180 - \beta) = \cos \beta + \cos \beta = 2 \cos \beta,$$

Fig. 202.

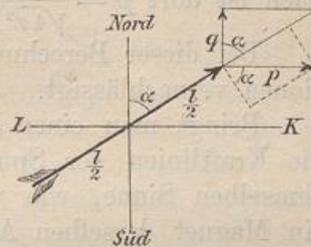
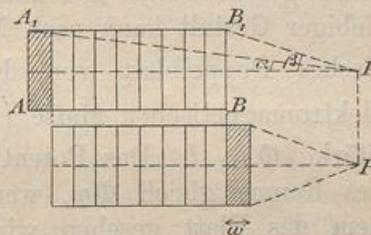


Fig. 203.



und jeder Cosinus hat dabei den Wert $\pm \frac{\frac{l}{2}}{\sqrt{r^2 + \frac{l^2}{4}}} = \frac{l}{\sqrt{4r^2 + l^2}}$. Demnach ist dort $p = \frac{4\pi nJ}{\sqrt{4r^2 + l^2}}$.

Bei dieser Berechnung sind die noch nicht besprochenen Induktionen vernachlässigt.

Bringt man einen Kern weichen Eisens in die Spule, so treten die Kraftlinien der Spule in das Eisen und polarisieren dieses in demselben Sinne, wie vorher den Luftraum. Das Eisen wird also ein Magnet derselben Art, wie die Spule. Über das Maß der Verstärkung der Gesamtwirkung findet man empirische Formeln und Tabellen in den Lehrbüchern. Die Verstärkung kann auf das 30fache gehen. Dort sehe man auch die Zeichnung der Kraftlinien nach.

266) Bemerkung über die potentielle Energie geschlossener Ströme im magnetischen Felde. Die Wirkung eines geschlossenen Stromkreises von der Intensität J und von beliebiger Gestalt kann nach Nr. 256 ersetzt werden durch ein magnetisches Doppelblatt von der Stärke $\Phi = \frac{1}{2}\kappa J$, oder wenn im elektromagnetischen Maße (mit $\frac{1}{2}\kappa = 1$) gerechnet wird, von der Stärke $\Phi = J$. Das Potential des Blattes ist aber für jeden Punkt des Raums gleich $\Phi\varphi$, wenn φ der körperliche Winkel ist, unter dem das Blatt gesehen wird. Dies gilt nun auch für den Strom. Befindet sich nun in dem Raumpunkte P die magnetische Masse m , so ist der Potentialwert des Blattes für diese m Einheiten gleich $\Phi\varphi m$. Umgekehrt ist dies auch der Potentialwert der Masse m in Bezug auf das in seinem Felde liegende Blatt.

Statt des Ausdrucks Potentialwert kann man auch „potentielle Energie“ sagen. In der Entfernung 1 von dem Punkte P ist die Feldstärke der in ihm befindlichen Masse m gleich $\frac{m}{1^2} = m$. Dies ist zugleich die Anzahl der Kraftlinien, die durch die Fläche der um P gelegten Einheitskugel gehen. Da nun das Blatt auf dieser Einheitskugel die scheinbare Fläche φ einnimmt (körperlicher Winkel, unter dem das Blatt gesehen wird), so gehen von P nach dem magnetischen Blatte $m\varphi$ Kraftlinien, und ebensoviele durchsetzen den Kreisstrom, d. h. jede in diesem aufgespannte Fläche. Dadurch ist der von P nach dort gehende Kraftfluß bestimmt. Die Bedeutung des gegenseitigen Potentials ist die der Arbeit, die nötig ist, entweder das Blatt aus dem Felde des festgehaltenen Magnetpols P in unendliche Entfernung zu versetzen oder den Pol P unter Festhaltung des Blattes ins Unendliche zu bewegen.