

Formelsammlung Physik Quanten Mechanik

Basic Formeln

Formelsammlung Physik Elektrische Feld Betrag der Elektrischen Feldstärke einer Punktladung:

$$|E| = \frac{1}{4\pi \cdot E_0 \cdot \epsilon_r} \cdot \frac{Q}{r^2}$$

Epsilon_0 = Naturkonstante

Epsilon_r = Materialabhängige Konstante

Weil $\frac{1}{r^2}$ nimmt das Feld stark abnimmt

Kraft welche durch das Feld ausgeführt wird:

$$F = E_1 \cdot Q_2$$

Formelsammlung Physik Elektromagnetismus

Basic Formeln

Symbol: B

Einheit: [B] = (V dot s) / m^2 = 1 T (Tesla)

V: Volt

B-Feld eines unendlichen langen, geraden, stromdurchflossenen Leiter

$$\text{Magnetische Feldstärke: } |B| = \mu_0 / (2 \cdot \pi \cdot r)$$

Umstellen der Formel nach I:

$$I = (B \cdot 2 \cdot \pi \cdot r) / \mu_0$$

Formelsammlung Ampersches Durchflutungsgesetz

Magnetfeld eines geraden Leiters, der einen Strom führt:

$$B(r) = \mu_0 / (2 \cdot \pi \cdot r)$$

Vectorform der Formel:

$$\Sigma(B \cdot \Delta s) = \mu_0 \cdot I$$

Ampersches Durchflutungsgesetz:

Integralform: $\int (B \cdot ds) = \mu_0 \cdot I$

Spule mit Integrationsweg:

$$B = (\mu_0 \cdot N \cdot I) / l$$

N = Anzahl der Windungen

I = Stromstärke

l = Länge der Spule

μ_0 = Permeabilität des Vakuums

$$\text{genauere Formel für Spule: } B = (\mu_0 \cdot N \cdot I) / \sqrt{(2 \cdot r)^2 + l^2}$$

Stromdichte:

$$J = I / (\pi \cdot c^2 - \pi \cdot b^2) J = \text{Stromdichte}$$

I = Stromstärke

c = Innenradius

b = Außenradius

Die Zylinderspule speichert Energie. Gleich wie der Kondensator die Energie im zwischen zwei Elektroden auftreten. konzentriert elektrische Feld zusammenfasst, gibt es auch eine geometrische Anordnung eines stromführenden Leiters der ein Homogenes konzentriertes Magnetfeld erzeugt: die Zylinderspule.

Die Energiedichte, die in einer Spule gespeicherten Energie lässt sich auf über das Feld ausdrücken:

Energiedichte = Energie / Volumen Die Gesamtenergiedichte setzt sich aus magnetischer und elektrischer Energiedichte zusammen.

$$\text{Energiedichte} = W / V$$

W = Energie, V = Volumen

Da wir jetzt die Energie im Feld wissen wollen:

$$W = V \cdot B^2 / (2 \cdot \mu_0)$$

Wichtig zu beachten: $V = \pi \cdot r^2 \cdot l \rightarrow$ daraus können wir den Radius r aus A oder l deuten.

Formelsammlung Lorenzkraft

Die Lorenzkraft ist die Kraft, die ein Magnetfeld auf bewegte elektrische Ladungen oder Stromflüsse ausübt.

Auf ein positiv geladenes Teilchen mit Ladung q, das sich mit Geschwindigkeit v bewegt, wirkt die Lorenzkraft F_l .

Vektorform: $F_l = Q \cdot v \times B$ Das Kreuzprodukt erzwingt: F_l steht senkrecht auf v und auf B.

Die Skalarform: $F_l = |Q| \cdot v \cdot B \cdot \sin(\alpha)$ Sie enthält nur den Winkel alpha zwischen v und B.

Die Skalarform lässt sich aus der Vektorform ableiten: $|v \times B| = v \cdot B \cdot \sin(\alpha)$

Gibt ein paar Sonderfälle: bei $\alpha = 0^\circ$ oder 180° ist $F_l = 0$, bei $\alpha = 90^\circ$ ist $F_l = |q| \cdot v \cdot B$ (maximal).

Kraft auf einen stromfuehrenden Leiter: $F_l = I \cdot s \cdot B \cdot \sin(\alpha)$ I: Stromstaerke

B: Magnetfeldstaerke

alpha: Winkel zwischen Magnetfeld und dem Leiter

Beispiel Aufgabe:

Berechne F_l auf ein Alpha-Teilchen, das sich in einem homogenen Magnetfeld von 0.05 T mit $v = 450 \text{ m/s}$ bewegt.

Ladung Alpha-Teilchen: zwei Protonen und zwei Neutronen.

$$|Q| = 2 \cdot e = 2 \cdot 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

e: Elementarladung

$$F_l = |q| \cdot v \cdot B \cdot \sin(90^\circ) = 3.2 \cdot 10^{-19} \text{ C} \cdot 4590 \text{ m/s} \cdot 0.05 \text{ T} \cdot \sin(90^\circ)$$

Kreisbewegung verursacht durch die Lorentzkraft: $F_l = q \cdot v \times B$ F_l steht senkrecht auf v .

Die Kraft steht immer senkrecht zur momentanen Bewegungsrichtung, sie aendert nur die Richtung und nicht den Betrag von v . Nur wenn $|v|$ konstant bleibt.

Energieerhaltung: $|q| \cdot U = 1/2 \cdot m \cdot v^2 \Rightarrow v = \sqrt{(2 \cdot |q| \cdot U) / m}$ (ungefaehr 10% von c)

Kreisbewegung Zentripetalkraft: $F_Z = m \cdot v^2 / r$

Kreisbahn = Lorentzkraft: $m \cdot v^2 / r = |q| \cdot v \cdot B$

Radius der Kreisbahn: $r = (m \cdot v) / (|q| \cdot B)$

Magnetfeldstaerke mit r : $B = (m \cdot v) / (|q| \cdot r)$

Frequenz mit B und $|Q|$: $f = 1/T = (|Q| \cdot B) / (2 \cdot \pi \cdot m)$ Kreisfrequenz omega: $\omega = 2 \cdot \pi \cdot f = (|Q| \cdot B) / m$

Formelsammlung Physik Induktionsgesetz

Magnetische Flussdichte = magnetischer Fluss / Flaeche

Faraday'sches Induktionsgesetz: $U_{ind} = -\frac{d\Phi}{dt} = \Delta\Phi/\Delta t$

Die induzierte Spannung hängt von der zeitlichen änderung des magnetischen Flusses ab.

Wenn der Stromkreis N dicht beieinander liegende Schleifen enthaelt, gilt: $U_{ind} = -N \cdot \frac{d\Phi}{dt} = -N \cdot \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ Grundformel: $U_{ind} = -N \cdot \frac{d}{dt}(B \cdot A \cdot \cos(\theta))$

Eine Spannung wird nur induziert, wenn sich der Fluss aendert. Fuer homogenes Feld gilt: $\Phi = B \cdot A \cdot \cos(\theta)$.

Beispiel: $B = 0.006 \text{ T}$ (konstant), $\theta = 0 \text{ deg}$ (konstant), $A(t) = 0.0004 \text{ m}^2 \cdot e^{(-t/(2 \text{ s}))}$

Nur $A(t)$ ist nicht konstant, daher leiten wir nur $A(t)$ ab. Mit der Kettenregel ergibt sich: $A'(t) = 0.0004 \text{ m}^2 \cdot e^{(-t/(2 \text{ s}))} \cdot (-1/(2 \text{ s})) = -0.0004 \text{ m}^2 \cdot e^{(-t/(2 \text{ s}))}$ Ergebnis: $-0.0002 \text{ m}^2/\text{s} \cdot e^{(-t/(2 \text{ s}))}$