

# Formelsammlung Physik Quanten Mechhanik

## Basic Formeln

## Formelsammlung Physik Elektrische Feld

Betrag der Elektrischen Feldstärke eine Punktladung:

$$|E| = \frac{1}{4\pi \cdot \epsilon_0 \cdot \epsilon_r} \cdot \frac{Q}{r^2}$$

$\epsilon_0$  = Naturkonstante

$\epsilon_r$  = Materialabhaengige Konstante

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

Kraft welche dur das Feld ausgeführt wird:

$$F = E_1 \cdot Q_2$$

$$\vec{F}_L \perp \vec{v}$$

## Formelsammlung Physik Elektromagnetismus

### Basic Formeln

Symbol: B

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

V: Volt

B-Feld eines unendlichen langem, geraden, stromdurchflossenen Leiter

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

Umstellen der Formel nach I:

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

## Formelsammlung Ampersches Durchflutungsgesetzt

Magnetfeld eines gerade Leiters, der einen Strom führt:

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

Vectorform der Formel:

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

Ampersches Durchflutungsgesetz:

$$\int \vec{B} \cdot d\vec{s} = \mu_0 I$$

Spule mit Integrationsweg:

$$B \approx \frac{\mu_0 \cdot N \cdot I}{l}$$

$N$  = Anzahl der Windungen

$I$  = Stromstärke

$l$  = Länge der Spule

$\mu_0$  = Permeabilität des Vakuums

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

Stromdichte:

$$J = \frac{I}{\pi \cdot c^2 - \pi \cdot b^2}$$

$J$  = 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, der in der Spule gespeicherten Energie lässt sich auf über das Feld ausdrücken:

$$\text{Energiedichte} = \frac{\text{Energie}}{\text{Volumen}}$$

Die Gesamtenergiedichte setzt sich aus magnetischer und elektrischer Energiedichte zusammen.

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

$W$  = Energie,  $V$  = Volumen

Da wir jetzt die Energie im Feld wissen wollen:

$$W = V \cdot \frac{B^2}{2 \cdot \mu_0}$$

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

# Formelsammlung Lorentzkraft

Die Lorentzkraft 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 Lorentzkraft  $F_l$ .

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

$$180^\circ$$

ist

$$F_l = 0$$

, bei

$$\alpha = 90^\circ$$

ist

$$F_l = |q| \cdot v \cdot B$$

(maximal).

Kraft auf einen stromführenden Leiter:

$$F_l = I \cdot s \cdot B \cdot \sin(\alpha)$$

$I$ : Stromstärke

$B$ : Magnetfeldstärke

$\alpha$ : 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  $v = 450$  m/s bewegt.

Ladung Alpha-Teilchen: zwei Protonen und zwei Neutronen.

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

e: Elementarladung

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

Kreisbewegung verursacht durch die Lorentzkraft:

$$F_l = q \cdot v \cdot B$$

$$F_l$$

steht senkrecht auf

$$v$$

.

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

Energieerhaltung:

$$|q| \cdot U = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$$

$$\Rightarrow v = \sqrt{\frac{2 \cdot |q| \cdot U}{m}}$$

(ungefähr 10% von

$$c$$

)

Kreisbewegung Zentripetalkraft:

$$F_Z = m \cdot \frac{v^2}{r}$$

Kreisbahn = Lorentzkraft:

$$m \cdot \frac{v^2}{r} = |q| \cdot v \cdot B$$

Radius der Kreisbahn:

$$r = \frac{m \cdot v}{|q| \cdot B}$$

Magnetfeldstärke mit r:

$$B = \frac{m \cdot v}{|q| \cdot r}$$

Frequenz mit B und |Q|:

$$f = \frac{1}{T} = \frac{|Q| \cdot B}{2 \cdot \pi \cdot m}$$

Kreisfrequenz omega:

$$\omega = 2 \cdot \pi \cdot f = \frac{|Q| \cdot B}{m}$$

## Formelsammlung Physik Induktionsgesetz

Magnetische Flussdichte:

$$B = \frac{\Phi}{A}$$

Faraday'sches Induktionsgesetz:

$$U_{\text{ind}} = -\frac{d\Phi}{dt} = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

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

Wenn der Stromkreis N dicht beieinander liegende Schleifen enthält, gilt:

$$U_{\text{ind}} = -N \cdot \frac{d\Phi}{dt} \approx -N \cdot \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

Grundformel:

$$U_{\text{ind}} = -N \cdot \frac{d}{dt}(B \cdot A \cdot \cos(\theta))$$

Eine Spannung wird nur induziert, wenn sich der Fluss ändert. Für homogenes Feld gilt:

$$\Phi = B \cdot A \cdot \cos(\theta)$$

*Beispiel:*

$$B = 0.006T$$

,

$$\Theta = 0 \text{ deg}$$

,

$$A(t) = 0.0004m^2 \cdot e^{-\frac{t}{2s}}$$

Nur A(t) ist nicht konstant, daher leiten wir A(t) ab. Mit der Kettenregel ergibt sich:

$$A'(t) = 0.0004m^2 \cdot e^{-\frac{t}{2s}} \cdot \left(-\frac{1}{2s}\right)$$

$$\Rightarrow 0.0004m^2 \cdot e^{-\frac{t}{2s}} \cdot \left(-\frac{1}{2s}\right)$$

Ergebnis:  $-0.0002 \frac{m^2}{s} \cdot e^{-\frac{t}{2s}}$