



Das Licht



Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	2
Zusammenfassung.....	3
Grundlagen zum Schwingkreismodell	4
Kondensator und Spule.....	4
Prinzip eines Schwingkreises.....	4
Reihenschwingkreis	6
Parallelschwingkreis.....	6
Schwingkreismodell des Lichtes	7
Das Licht als Leitgröße	7
Modellschaltbild zur Impulsleitung des Lichtes	8
Supersymmetrie des Lichtes.....	8
Elektromagnetische Impulsleitung	11
Schwingkreismodell des Lichtes	13
Wellen- und Teilchencharakter des Lichtes	15
Die relative Lichtgeschwindigkeit	18
Teilchen – Wellen – Charakter des Lichtes	20
Schwingkreismodell und Plancksches Wirkungsquantum.....	20
Teilchen – Wellen - Charakter.....	23
Interferenz.....	24
Bohr – Schrödinger - Rydberg	27
Wellenmechanisches Atommodell	27
Frequenzrelationen	29
Frequenzbänder.....	32
Elektronenbahnkonstellationen	35





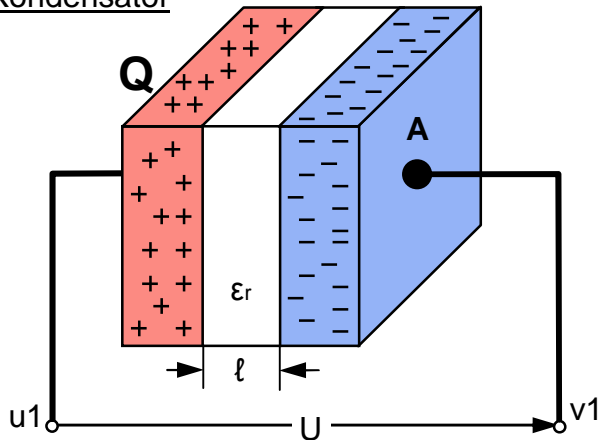
Zusammenfassung

1. Bekanntlich ist Licht eine elektromagnetische Welle. Nach einem neuen Denkmodell des Lichtes mit elektromagnetisch zu geordneten Symmetrien entsteht Licht durch das Resonanzverhalten elektromagnetischer Schwingkreise und verbreitet sich durch magnetisch induzierte Impulsweiterleitung.
2. Die Lichtgeschwindigkeit c wurde von Fizeau 1849 gemessen. Die Lichtgeschwindigkeit c wird durch die Kombination der Thomsonschen Schwingungsgleichung mit dem neuen Modell zu einer formal ableitbaren physikalischen Größe. Die Lichtgeschwindigkeit c steht in Relation zu den elektromagnetischen Bedingungen eines Raumes und kann daraus folgend errechnet werden.
3. Licht wird seit 1909 physikalisch ENTWEDER als Teilchen ODER als Welle betrachtet. Aufgrund der neuen formalen Zusammenhänge ergibt sich, dass Licht SOWOHL ein Teilchen ALS AUCH eine Welle ist. Es muss beide Bedingungen gleichzeitig erfüllen, um vorhanden zu sein. Die neue Formel zur Lichtgeschwindigkeit ist zum Planckschen Wirkungsquantum h hin ableitbar.
4. Von den neuen formalen Zusammenhängen der Definition der Lichtgeschwindigkeit c aus führen weitere Denkmodelle und Ableitungen zum Bohrschen Postulat der, durch Quantenbedingungen festgelegten, Elektronenbahnen; zu Schrödingers wellenmechanischen Atommodell und zur Rydberg-Frequenz. Demzufolge kann das Denkmodell zum Licht als in sich schlüssig angesehen werden.

Grundlagen zum Schwingkreismodell

Kondensator und Spule

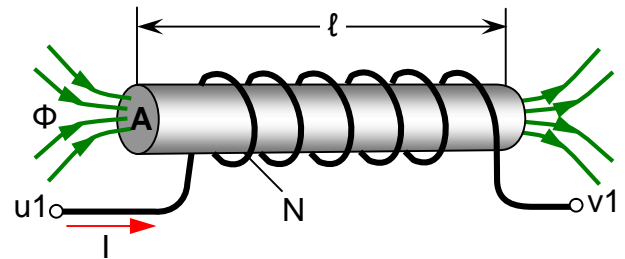
Kondensator



- A Plattenfläche
- U elektrische Spannung
- Q elektrische Ladung
- ϵ_r Permittivitätszahl des isolierenden Dielektrikums
- ℓ Abstand der Kondensatorplatten
- u1 Anschlussklemmenbezeichnung
- v1 Anschlussklemmenbezeichnung

Ein Kondensator ist ein Speicher für elektrische Energie.

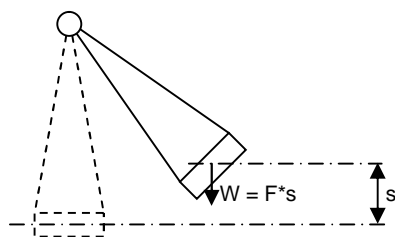
Spule



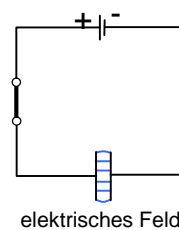
- A Polfläche, Spulenquerschnitt
- I elektrischer Strom
- Φ magnetischer Fluss
- N Anzahl der Spulenwindungen
- ℓ mittlere Feldlinienlänge, Spulenlänge
- u1 Anschlussklemmenbezeichnung
- v1 Anschlussklemmenbezeichnung

Eine Spule ist ein Speicher für magnetische Energie.

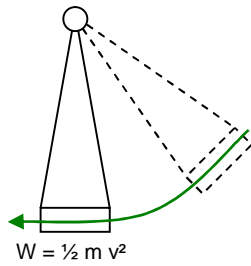
Prinzip eines Schwingkreises



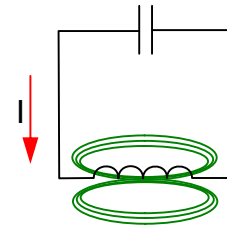
Lenkt man eine Schaukel aus, speichert sie potenzielle Energie



Wird ein Kondensator durch einen Gleichstrom aufgeladen, dann speichert er Arbeit oder elektrische Energie

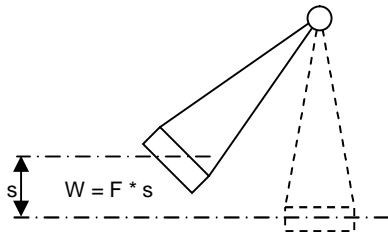


Lässt man die Schaukel los, verwandelt sich die potenzielle Energie in kinetische Energie

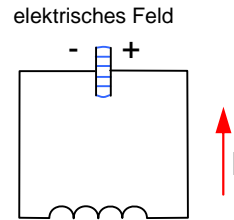


Magnetfeld

Wird ein Kondensator über eine Spule entladen, dann baut sich das elektrische Feld des Kondensators ab und es baut sich ein magnetisches Feld der Spule auf. Elektrische Energie wird zu magnetischer Energie.



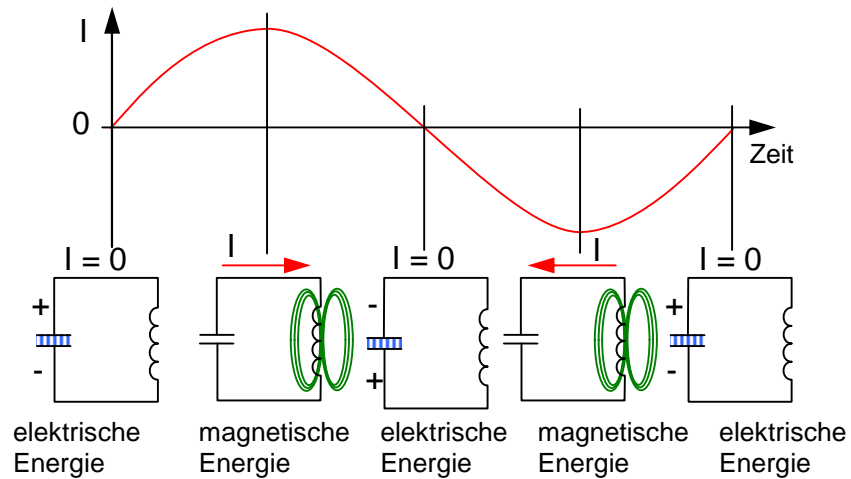
Die kinetische Energie hat ein Überschwingen über die lotrechte Lage der Schaukel hinaus zur Folge. Kinetische Energie wird für einen Moment wieder in potenzielle Energie umgewandelt.



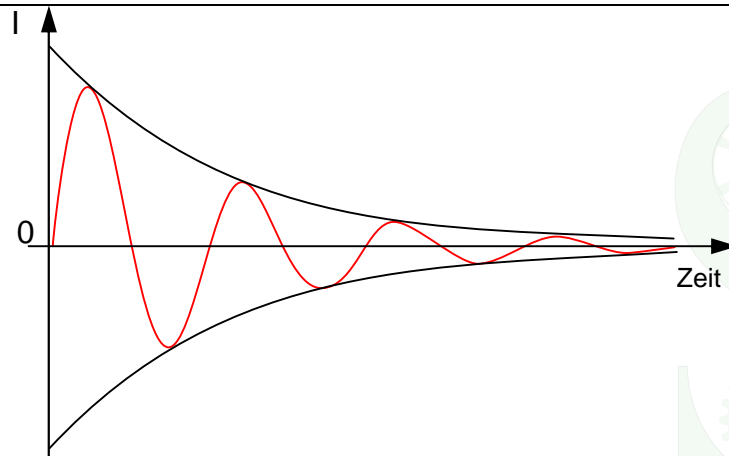
elektrisches Feld

Mit Ende des Entladevorgangs des Kondensators hat das magnetische Feld den höchsten Wert erreicht. Da kein Strom mehr fließt, bricht es wieder zusammen und induziert eine Spannung. Nach der Lenz'schen Regel wird der Strom in seiner ursprünglichen Richtung weitergetrieben und der Kondensator umgekehrt polarisiert wieder aufgeladen. Magnetische Energie wird zu elektrischer Energie.

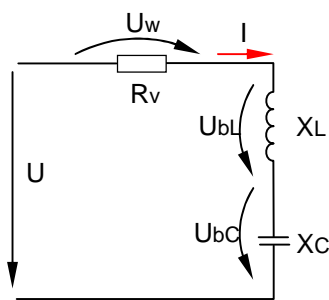
Stromverlauf in einem ungedämpften Schwingkreis



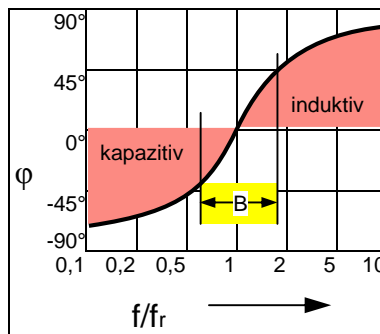
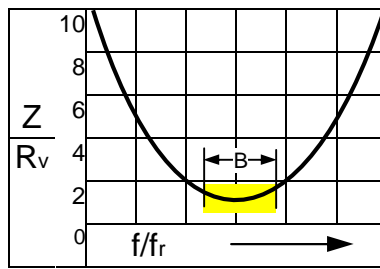
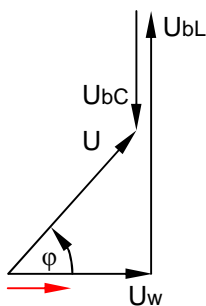
Stromverlauf in einem gedämpften Schwingkreis



Reihenschwingkreis

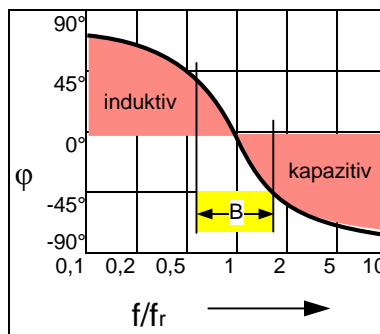
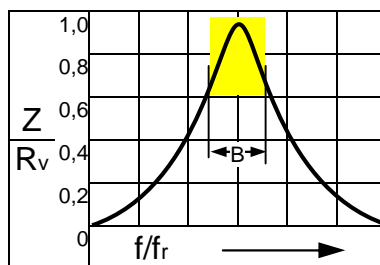
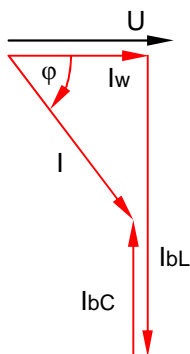
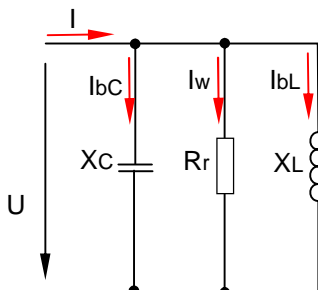


Vektoren der Spannungen bei Werten oberhalb der Resonanzfrequenz



- B Bandbreite
- f Frequenz
- f_r Resonanzfrequenz
- I Gesamtstrom
- R_v Spulenverlustwiderstand
- U Gesamtspannung
- U_w Widerstandsspannung
- U_{bC} Kondensatorspannung
- U_{bL} Spulenspannung
- X_C kapazitiver Blindwiderstand
- X_L induktiver Blindwiderstand
- Z Scheinwiderstand
- φ Phasenverschiebung

Parallelschwingkreis



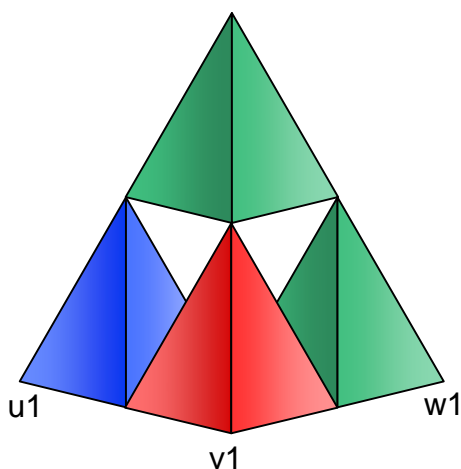
Vektoren der Ströme bei Werten unterhalb der Resonanzfrequenz

- B Bandbreite
- f Frequenz
- f_r Resonanzfrequenz
- I Gesamtstrom
- I_w Widerstandsstrom
- I_{bC} Kondensatorstrom
- I_{bL} Spulenstrom
- R_r Resonanzwiderstand
- U Gesamtspannung
- X_C kapazitiver Blindwiderstand
- X_L induktiver Blindwiderstand
- Z Scheinwiderstand
- φ Phasenverschiebung

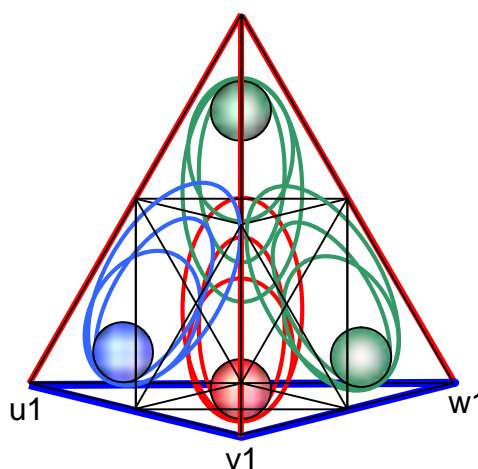
Schwingkreismodell des Lichtes

Das Licht als Leitgröße

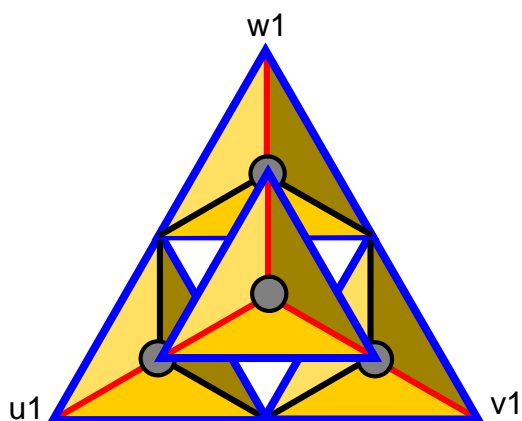
Entsprechend anerkannter Theorien geht man heute davon aus, dass in zeitlicher Nähe des Urknalls 12 Basisteilchen mit den entsprechenden Antiteilchen existierten. Letztendliches Ziel der Vereinigungstheorien ist es, nur eine Sorte gleichwertiger Teilchen zu beschreiben, die alle von einer einzigen Kraft beeinflusst werden. Es wird angenommen, dass im Urzustand alle Teilchen ununterscheidbar und supersymmetrisch waren. Ein Forschungsziel ist es, diese Art der Teilchen nachweisen zu können, um eine einheitliche Theorie zu formulieren. Eine Annäherung an dieses Ziel wird durch die „Supersymmetrie-Theorie“ formuliert, die statt mit den vier Dimensionen der Einstein'schen Raumzeit mit neun Dimensionen des Raumes operiert.



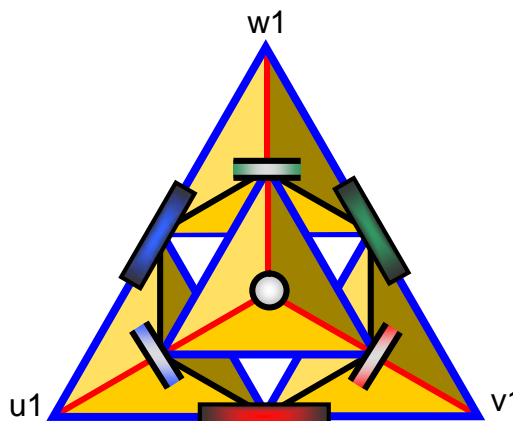
Tetraederkombination aus JAC-NAM-NIK



Feldverteilung elektrischer Ladungen



Tetraederkombination – Draufsicht

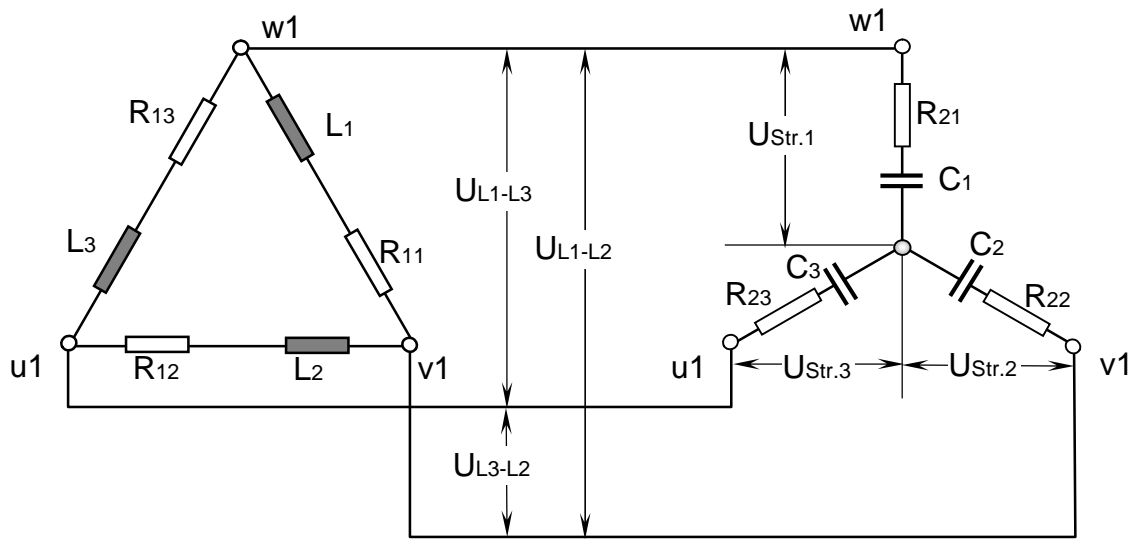


Tetraederkombination – Bauteilanordnung mit Induktivitäten im Dreieck und Kapazitäten im Stern

These:

Das Licht ist die Leitgröße, die die substanziale Veränderung des Raumes unverformt überstanden hat, dessen Grundeigenschaften immer noch vom Urzustand der Teilchen geprägt wird. Deshalb ist die Supersymmetrie bei Licht nach wie vor erhalten.

Modellschaltbild zur Impulsleitung des Lichtes



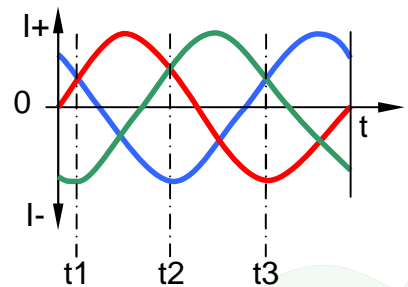
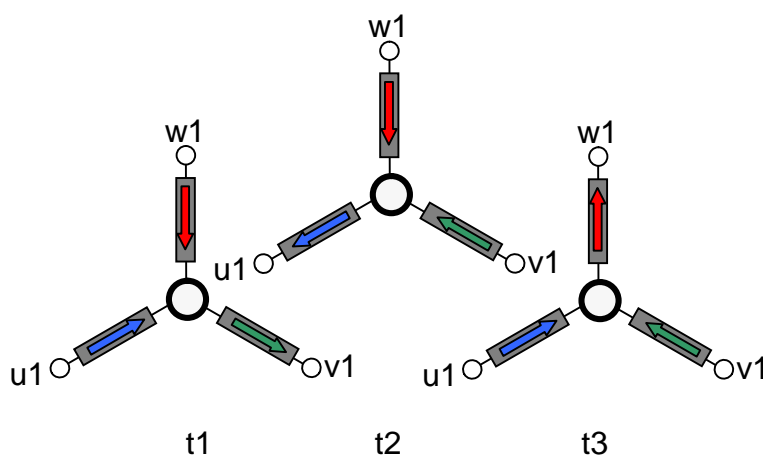
Induktivitäten in Dreieckschaltung und Kapazitäten in Sternschaltung

Modellschaltbild zur Impulsleitung des Lichtes als eine Verkettung von Induktivitäten L_1 , L_2 und L_3 mit den ohmschen Leiterwiderständen R_{11} , R_{12} und R_{13} in Dreieckschaltung und eine Verkettung von Kapazitäten C_1 , C_2 , C_3 mit den ohmschen Leiterwiderständen R_{21} , R_{22} , R_{23} in Sternschaltung.

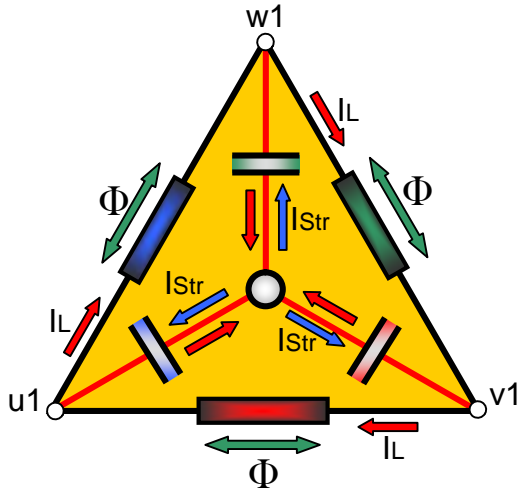
Die Strangspannung $U_{Str.}$ der Kapazitäten ist im Verhältnis $\sqrt{3}$ kleiner als die Leiterspannung U_L der Induktivitäten. $U_L : \sqrt{3} = U_{Str.}$

Die Schaltung entspricht dem Schaltbild eines kompensierten Drehstrom- Elektromotors.

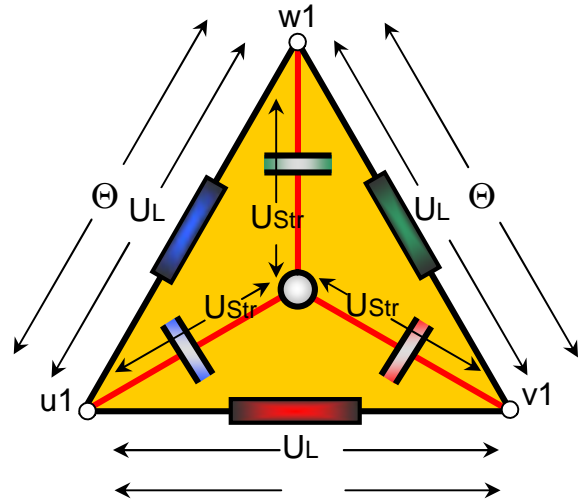
Supersymmetrie des Lichtes



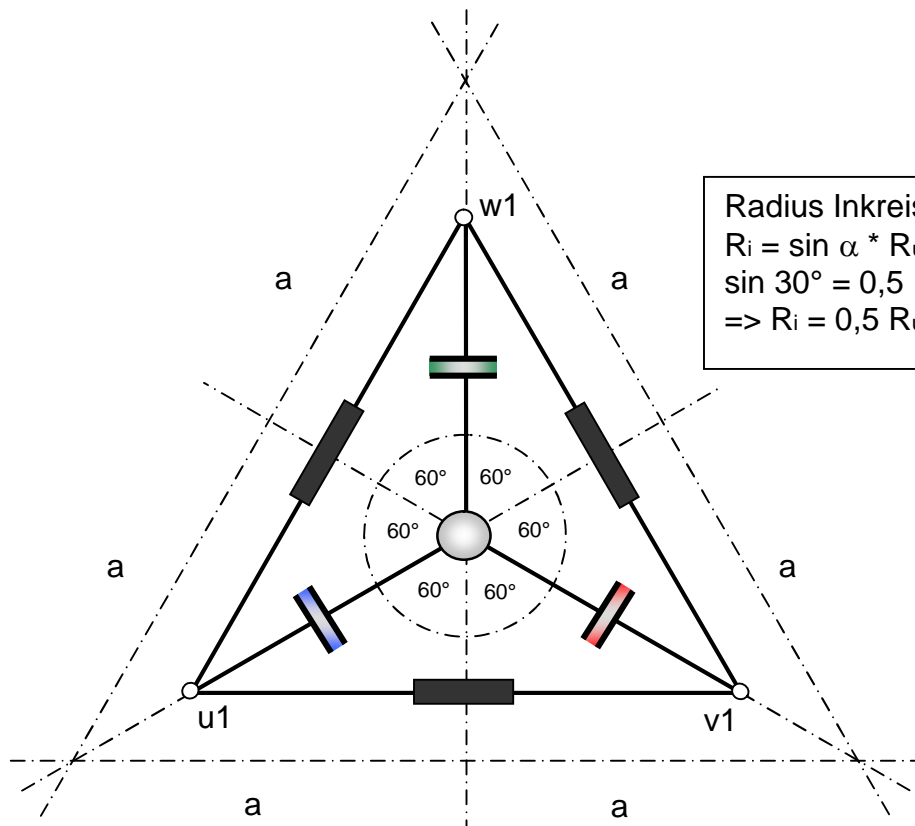
Drehstrom- Symmetrien: Nach Kirchhoff haben die Ströme im Knoten jederzeit den Wert 0



Elektrische Ströme und magnetische Flüsse

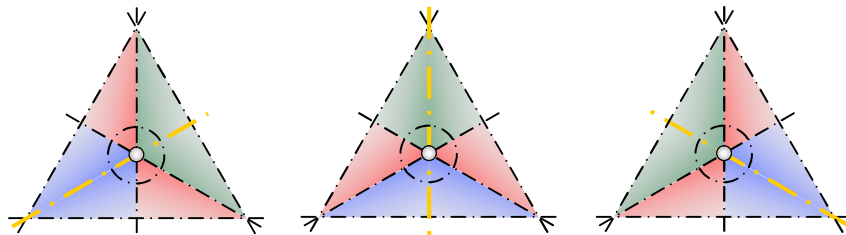


Elektrische und magnetische Spannungen



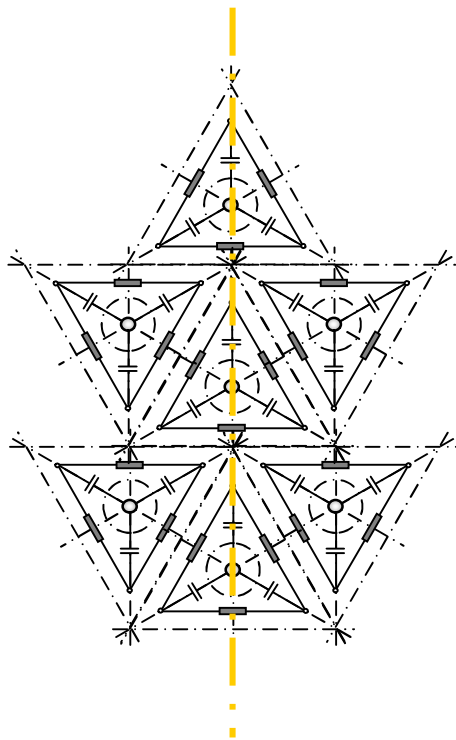
Radius Inkreis zu Radius Umkreis
 $R_i = \sin \alpha \cdot R_u$
 $\sin 30^\circ = 0,5$
 $\Rightarrow R_i = 0,5 R_u$

Bauteilsymmetrien

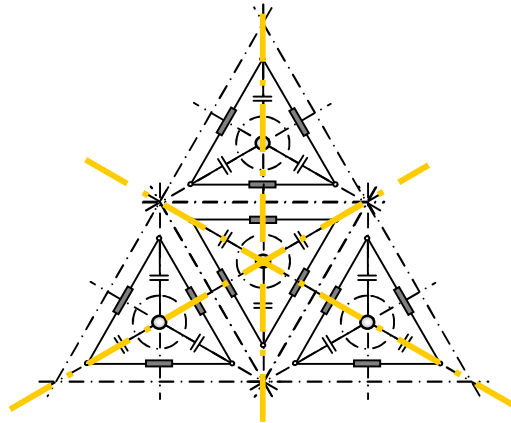


Flächensymmetrien





Vervielfachungen bilden neue Symmetrieachsen aus $3 * 2$ kongruenten Teilflächen.



Die Supersymmetrie des Lichtes ist eine Symmetrie

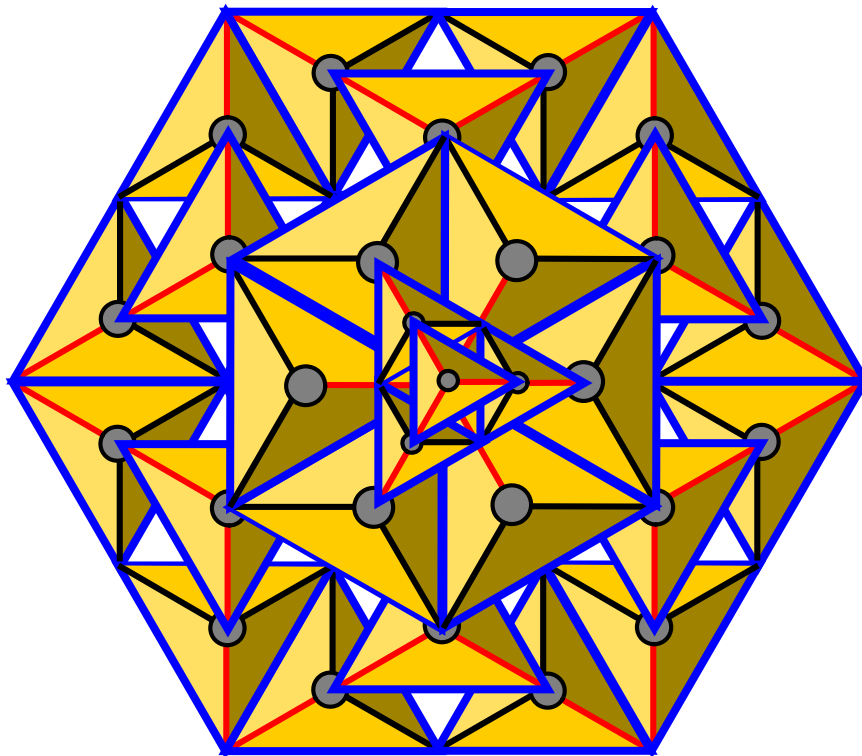
- der geometrischen Abstände dreier unterschiedlicher Ladungen
- der Ladungsverteilung
- der magnetischen Spannungen
- der magnetischen Flüsse
- der elektrischen Spannungen
- der elektrischen Ströme
- der Kompensation induktiver und kapazitiver Blindleistung
- der ausbalancierten Kräfte genau im Zentrum des Massenschwerpunktes des Ladungstripels
- der Achsen über Seitenhalbierende als Spiegellinien
- der Rotation vorne / hinten - links / rechts

Spiegelsymmetrie der

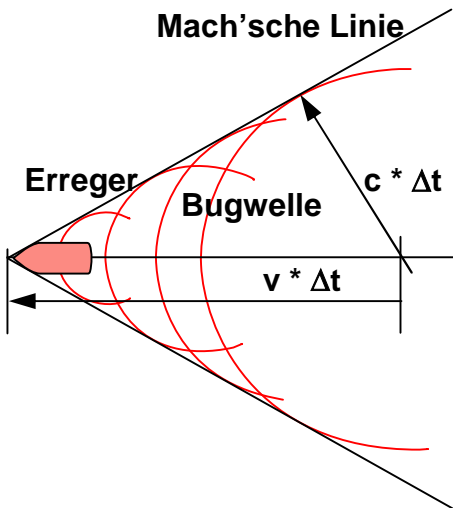
- Widerstandsdreiecke
- Stromdreiecke
- Spannungsdreiecke
- Leistungsdreiecke



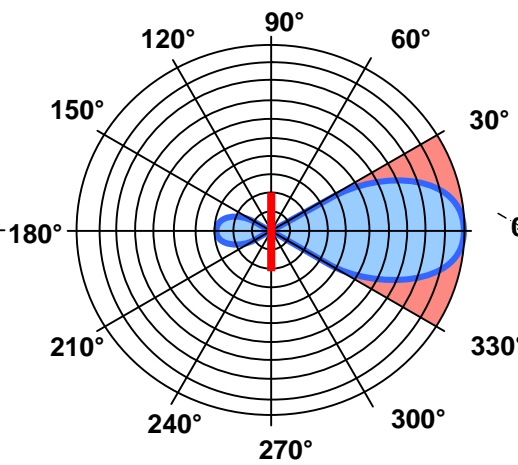
Elektromagnetische Impulsleitung



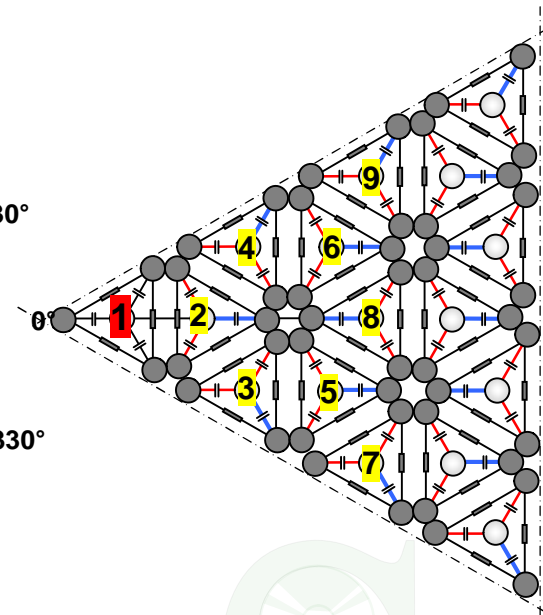
Raummodell der Impulsleitung von der Spitze zum Grund in der Draufsicht



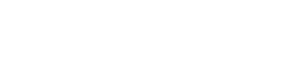
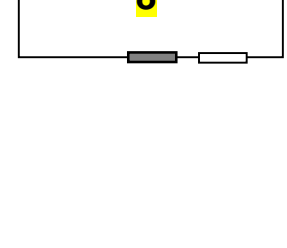
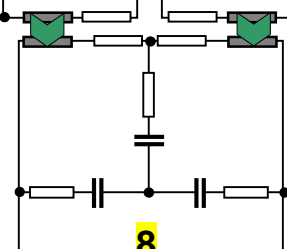
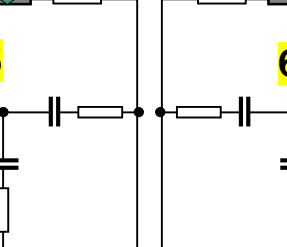
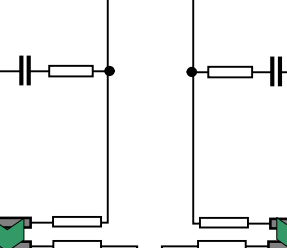
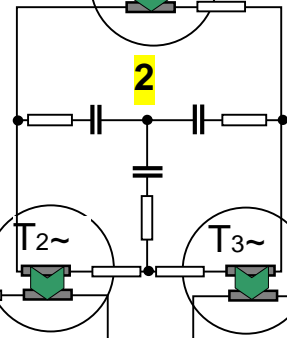
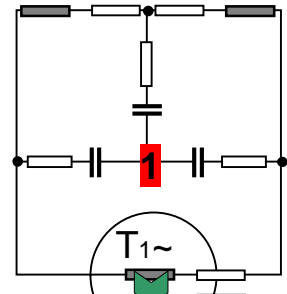
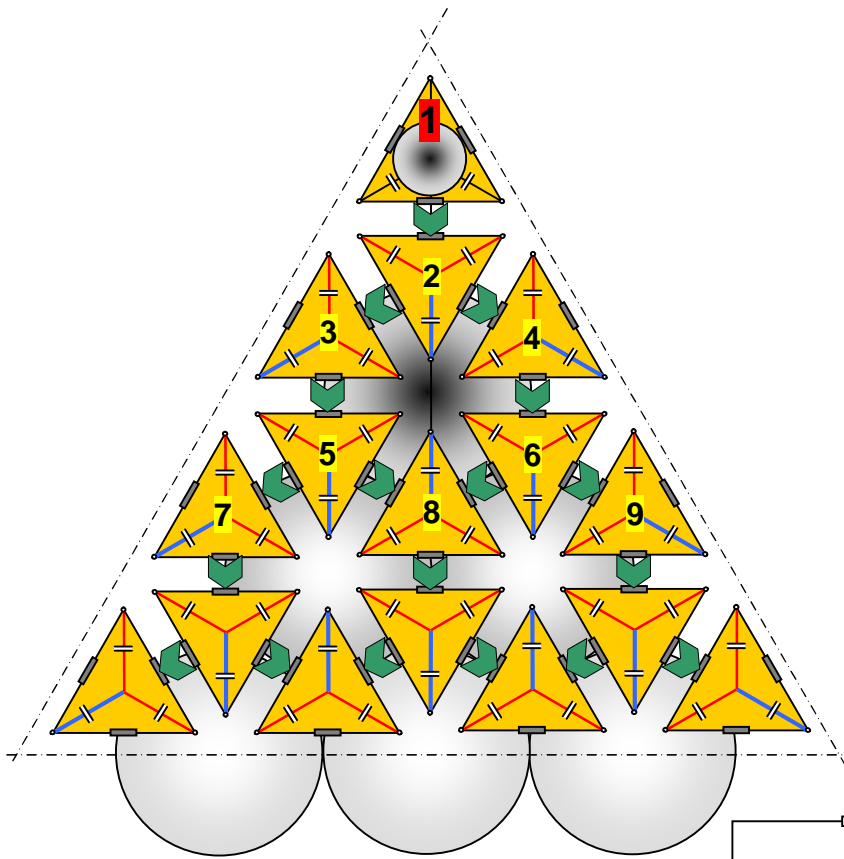
Figur F 13 Winkel der Mach'schen Linien eines fahrenden Bootes



Figur F 14 Abstrahlungswinkel der elektromagnetischen Wellen einer Dipolantenne (Rundfunkantenne)



Figur F 15 Flächenmodell der Impulsleitung von einem Erreger 1 aus



Impulsleitung von einem **Erreger 1** ausgehend als magnetische Übertragung nach dem Transformatorprinzip

Elektrotechnisches Schaltbild zur Impulsleitung von F 16 als Verkettung von Induktivitäten, Kapazitäten und ohmschen Leiterwiderständen



Schwingkreismodell des Lichtes

Für jeden Schaltkreis entstehen komplexe, wirkursächliche Relationen von Laden und Entladen der beteiligten Induktivitäten und Kapazitäten, die derzeit nicht darstellbar sind. Für deren Untersuchung bedarf es entsprechender Versuchsreihen und deren Auswertung. Jedoch lässt sich nach einer überschlägigen Abschätzung der Vorgänge in entsprechenden Schaltungen die

These aufstellen:

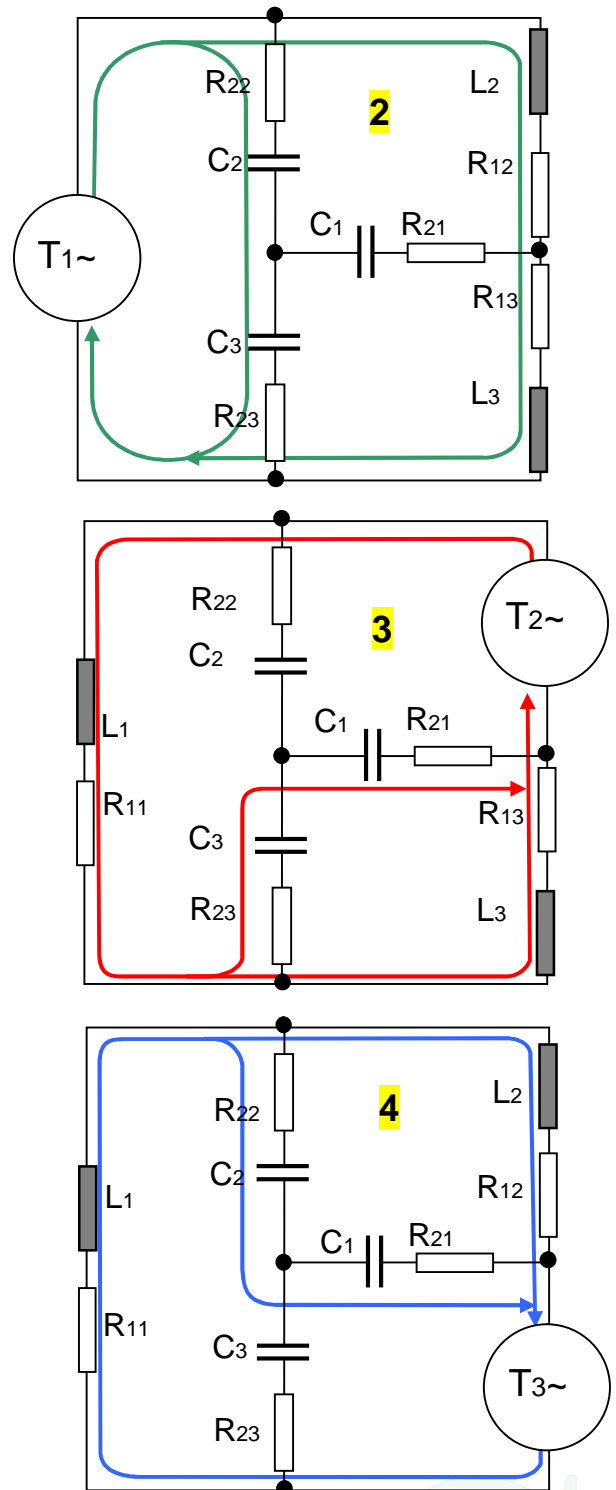
Es handelt sich um eine wechselnde Kombination von verketteten Reihen- und Parallelschwingkreisen.

Dabei wird eine Ursache zur physikalischen Wirkung (Energie mal Zeit \rightarrow „h“) und eine Wirkung zur Ursache: Beispielsweise wird im Gleichstromkreis ein elektrisch aufgeladener Kondensator zu einer Spannungsquelle, die eine Spule magnetisch aufladen kann.

Umgekehrt wird eine magnetisch aufgeladene Spule zu einer Spannungsquelle, die einen Kondensator elektrisch aufladen kann.

Beim **Parallelschwingkreis** wird, entsprechend den Abgleichbedingungen einer Wheatstonschen Brücke, davon ausgegangen, dass die Scheinwiderstände von $C_2/R_{22} - C_3/R_{23} - L_2/R_{12} - L_3/R_{13}$ gleich sind, so dass die Spannung über C_1/R_{21} gleich Null ist. Damit kann C_1/R_{21} schaltungstechnisch unberücksichtigt bleiben.

Erregerspannung von T_1 Induktionsspannung von L_2/L_3 nach Abschaltung T_1
 Korrespondierend zu der Magnetisierungs- und Entmagnetisierungskennlinie des Spulenkerns, zur Induktivität, zur Kapazität und den ohmschen Widerständen ergeben sich im Wechselstromkreis Frequenzkennlinien. Die periodisch wechselnden

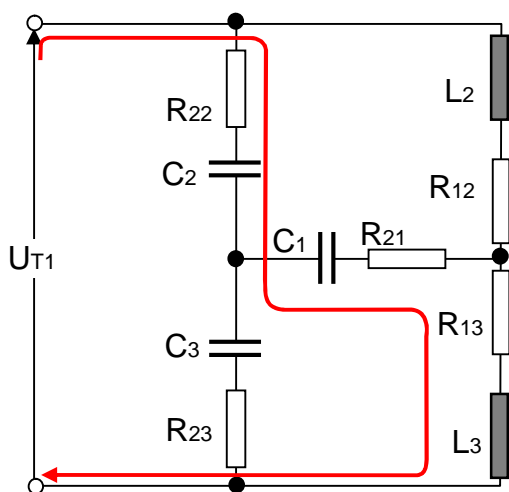


Maximalwerte „Spule 100% geladen“ und „Kondensator 100% geladen“ unterliegen diesen Frequenzen. Vom Modell verketteter elektromagnetischer Schwingkreise ausgehend entstehen Abfolgen von Frequenzgängen einer Erregerfrequenz ω im Verhältnis zur Resonanzfrequenz ω_r .

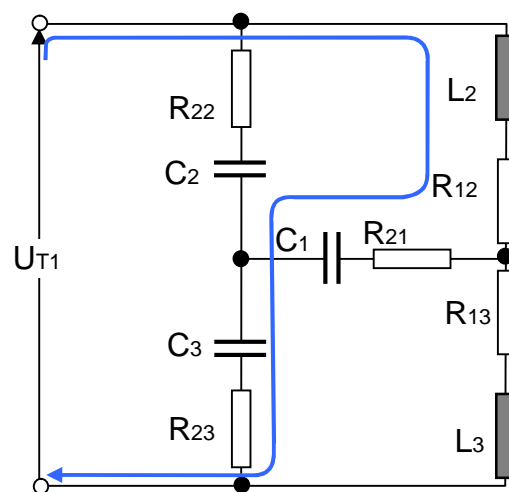
Zur Schaltung mit dem „Transformator“ T_1 als Einspeisepunkt ergeben sich, je nach Ladungsverlauf der beteiligten Induktivitäten und Kapazitäten, unterschiedliche Varianten der Schwingkreisbetrachtung.

Wenn eine Energie zwischen einem Kondensator und einer Spule pendelt, so wird mit abnehmender elektrischer Ladung des

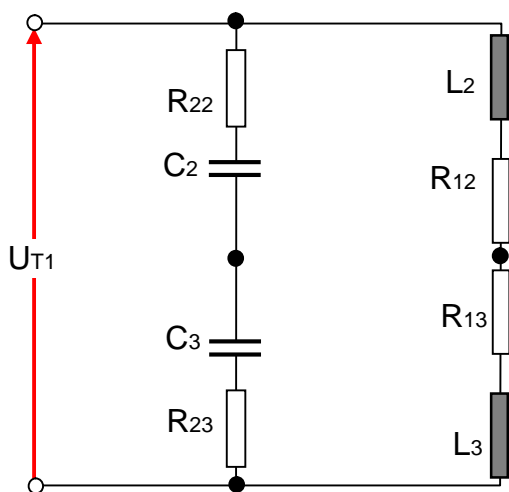
Kondensators die magnetische Ladung der Spule zunehmen und umgekehrt. Der gemeinsame Nulldurchgang „0“ ist kein absolutes „Null“, sondern der rechnerische Ausgleich zwischen magnetischer und elektrischer Energie. $W_{mag} + W_{elek} = 0$. Zugleich entspricht dieser Punkt der Resonanzbedingung, dass der Blindwiderstand der Spule gleich dem Blindwiderstand des Kondensators ist: $X_L = X_C$



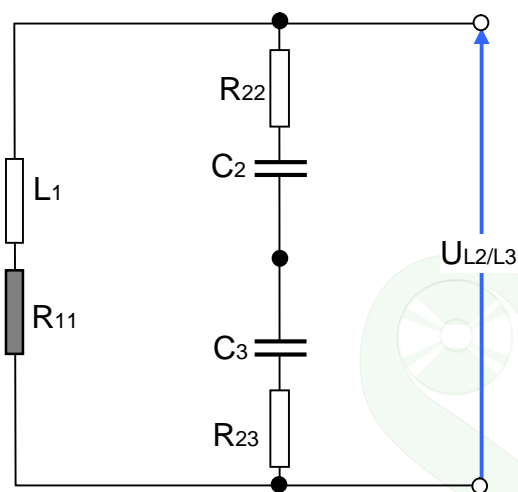
Reihenschwingkreis



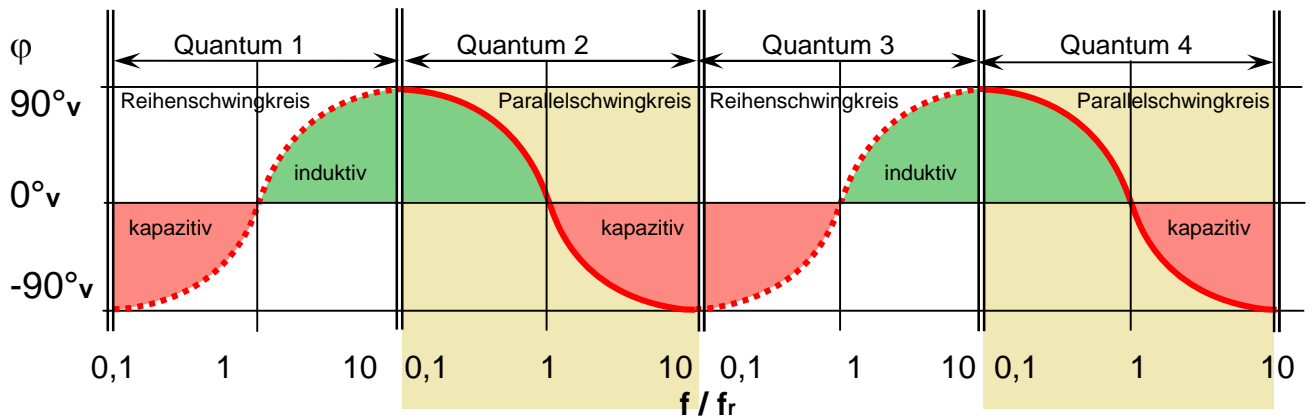
Figur F 20 Reihenschwingkreis



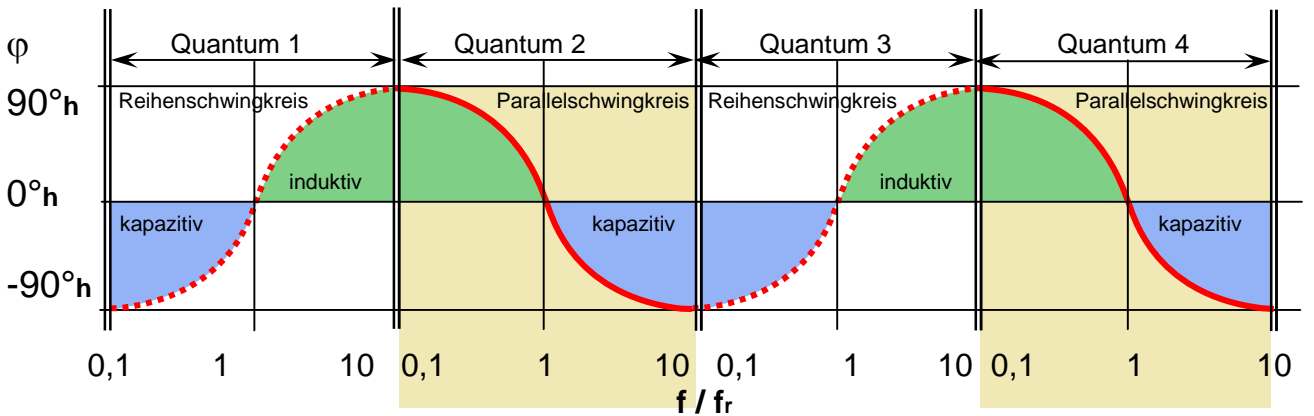
Figur F 21 Parallelschwingkreis



Figur F 22 Parallelschwingkreis



Vertikale verkettete Schwingkreise



Horizontale verkettete Schwingkreise

Wellen- und Teilchencharakter des Lichtes

Aus zwei Versuchen von Faraday (1791-1867) und Kerr (1824 – 1909) geht hervor, dass sowohl magnetische als auch elektrische Felder Licht beim Durchgang durch Materie beeinflussen können.

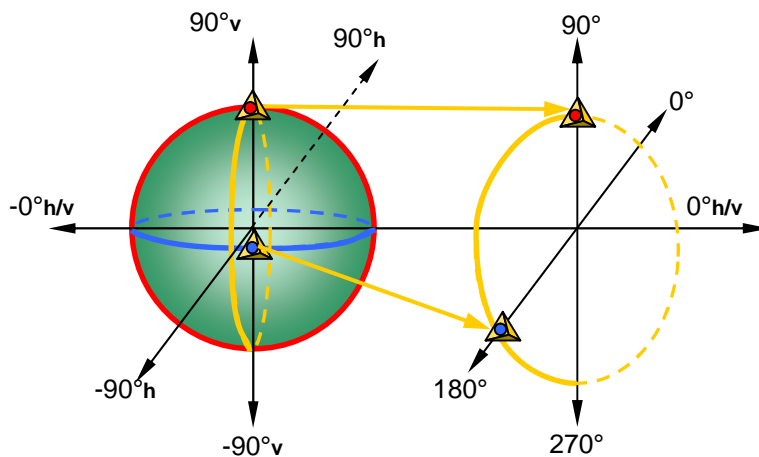
Der Faraday- Effekt:

Ein Stück Bleiglas wird zwischen die Polschuhe eines Elektromagneten gebracht. Die Polschuhe haben Bohrungen in Längsrichtung, damit Lichtstrahlen hindurchgeschickt werden können. Vor der Öffnung von Polschuh 1 befindet sich ein Polarisator. Wird der dazugehörige Analysator in eine gekreuzte Stellung zum Polarisator gebracht, so fällt kein Licht auf eine Projektionsfläche. Erregt man den Elektromagneten, so hellt sich der Schirm auf. Durch Drehen des Analysators kann man wieder Dunkelheit erreichen. Bleiglas dreht die Polarisationssebene des Lichtes, wenn es in der Durchstrahlungsrichtung von einem

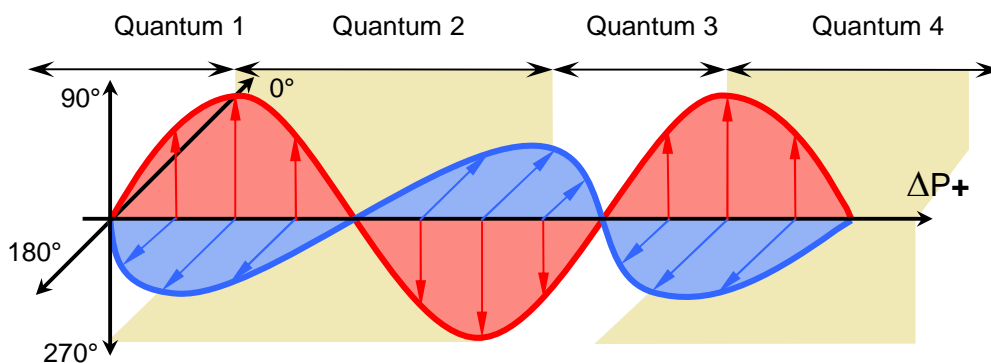
magnetischen Feld durchsetzt wird. Der Drehwinkel hängt von der Stärke des Magnetfeldes und von der Dicke der durchstrahlten Schicht ab.

Der Kerr- Effekt:

In einer mit Nitrobenzol gefüllten Kerrzelle fällt Licht durch den Raum zwischen zwei Kondensatorplatten. Vor der Zelle befindet sich ein Polarisator, der das Licht so polarisiert, dass seine Polarisations Ebene um 45° gegen die Ebenen der Kondensatorplatten geneigt ist. Hinter der Zelle kommt das Licht zu einem Analysator in gekreuzter Stellung, kann also nicht hindurch. Eine Projektionsfläche wird aber aufgehell, wenn man eine starke elektrische Spannung an den Kondensator legt. Mit Hilfe einer Kerrzelle lassen sich Spannungsschwankungen in Helligkeitsschwankungen umsetzen.



Koordinatensystem für eine horizontale und eine vertikale Kreisbewegung, die zu einer horizontalen und vertikalen Sinuslinie (Welle) abgewickelt werden können



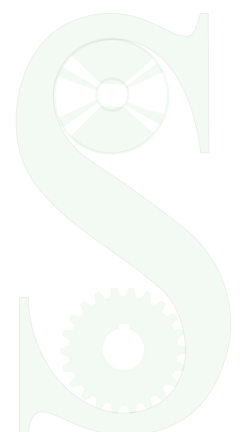
Koordinaten Elektromagnetische Welle als Abwicklung der Kreisbewegungen



Die doppelte Welle ist ein vereinfachtes Modell induktiver und kapazitiver Lade- und Entladevorgänge als eine kontinuierliche und (durch f/f_r) quantifizierte Welle die aus den Teilwellen besteht, die in den Grafiken zu horizontal und vertikal verketteten Schwingkreisen dargestellt sind.

Es entsteht somit folgendes Gesamtbild:

***Materiell vorhandene Träger- „Teilchen“ einer „Welle“
tauschen „kontinuierlich“ ihre jeweiligen magnetischen und
elektrischen Ladungen zwischen „quantifizierbaren“
Maximalwerten aus***



Die relative Lichtgeschwindigkeit

Entsprechend des Schwingkreismodells zum Licht müssen die folgenden Naturkonstanten zueinander in Beziehung stehen:

- Die elektrische Feldkonstante $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ [As/Vm]}$
- Die magnetische Feldkonstante $\mu_0 = 1,26 \cdot 10^{-6} \text{ [Vs/Am]}$
- Die Lichtgeschwindigkeit $c_{\text{Vakuum}} = 299,79 \cdot 10^6 \text{ [m/s]}$ bis $c_{\text{Glas}} = 200 \cdot 10^6 \text{ [m/s]}$

Da bereits Kirchhoff (1824-1887) und Maxwell (1831-1879) die Beziehung zwischen elektromagnetisch und elektrostatisch gemessener Elektrizitätsmengeneinheit und der Lichtgeschwindigkeit erkannten, wird nun eine - ebenfalls bekannte - formelle Beziehung zwischen elektrischer und magnetischer Feldkonstante und der Lichtgeschwindigkeit hergestellt.

$$\frac{1}{c^2} = \epsilon_0 \cdot \mu_0 \qquad \frac{\frac{\text{As}}{\text{Vm}} \cdot \frac{\text{Vs}}{\text{Am}}}{\text{m}^2} = \frac{\text{s}^2}{\text{m}^2}$$

$$\frac{1}{c^2} = 8,85 \cdot 10^{-12} \cdot 1,26 \cdot 10^{-6} = 11,151 \cdot 10^{-18} \text{ [s}^2/\text{m}^2\text{]}$$

$$c = \frac{1^{1/2}}{\{11,151 \cdot 10^{-18} \text{ [s}^2/\text{m}^2\text{]}\}^{1/2}} = 299,463 \cdot 10^6 \text{ [m/s]}$$

Für die Kapazität C und die Induktivität L werden die bekannten elektrotechnischen Grundgleichungen verwendet:

$$C = \frac{\epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot A}{\ell} \qquad \frac{\text{As} \cdot 1 \cdot \text{m}^2}{\text{Vm} \cdot \text{m}} = \frac{\text{As}}{\text{V}}$$

$$L = \frac{\mu_0 \cdot \mu_r \cdot A \cdot N^2}{\ell} \qquad \frac{\text{Vs} \cdot 1 \cdot \text{m}^2 \cdot 1}{\text{Am} \cdot \text{m}} = \frac{\text{Vs}}{\text{A}}$$

Für Vakuum ist die Permittivitätszahl, die „Übertragerzahl“ des elektrischen Feldes $\epsilon_r = 1$. Mit der Fläche $A = (\Delta P)^2$ und dem Abstand der Ladungen $\ell = \Delta P$ in gekürzter Form in die Gleichung der Kapazität C eingesetzt :

$$C = \epsilon_0 \cdot \Delta P$$

Für Luft ist die Permeabilitätszahl, die „Leitfähigkeitszahl“ des magnetischen Feldes $\mu_r = 1$. Mit der Fläche $A = (\Delta P)^2$ und dem Abstand der Ladungen $\ell = \Delta P$ in gekürzter Form in die Gleichung der Induktivität L eingesetzt :

$$L = \mu_0 \cdot N^2 \cdot \Delta P$$

Da Licht aus dem Kosmos sowohl durch Vakuum als auch durch Luft zur Erde gelangt, erscheint die gewählte Mischbetrachtung für einen vereinfachten Ansatz zulässig.

Nach der Schwingungsgleichung des englischen Physikers und Technikers William Thomson (1824 – 1907) ist die Schwingungsdauer eines Schwingkreises

$$T = 2\pi \cdot (L \cdot C)^{1/2} \qquad \frac{\text{Vs} \cdot \text{As}}{\text{A} \cdot \text{V}} = (\text{s}^2)^{1/2} = \text{s}$$

oder die Resonanzfrequenz

$$f_r = \frac{1}{2\pi * (L * C)^{1/2}} \quad \frac{A * V}{V_s * A_s} = \frac{1}{(s^2)^{1/2}} = \frac{1}{s} = \text{Hz}$$

als Kehrwert geschrieben

$$\frac{1}{f_r} = 2\pi * (L * C)^{1/2} \quad \frac{V_s * A_s}{A * V} = (s^2)^{1/2} = s = \frac{1}{\text{Hz}}$$

beide Seiten der Gleichung quadriert

$$\frac{1}{f_r^2} = (2\pi)^2 * L * C \quad \frac{V_s * A_s}{A * V} = s^2$$

Mit den Formeln zur Kapazität $\langle C \rangle$ und Induktivität $\langle L \rangle$ in die Formel zur Resonanzfrequenz eingesetzt entsteht die Formel

$$\frac{1}{f_r^2} = (2\pi)^2 * \mu_0 * N^2 * \Delta P * \epsilon_0 * \Delta P \quad \frac{V_s * A_s}{A * V} = s^2$$

umgeschrieben

$$\frac{1}{f_r^2} = (2\pi)^2 * N^2 * (\Delta P)^2 * \epsilon_0 * \mu_0 \quad \frac{V_s * A_s}{A * V} = s^2$$

$\epsilon_0 * \mu_0$ ist gleich $1/c^2$ daraus folgt

$$\frac{1}{f_r^2} = \frac{(2\pi)^2 * N^2 * (\Delta P)^2}{c^2} \quad \frac{m^2 * s^2}{m^2} = s^2$$

auf beiden Seiten der Gleichung die Quadratwurzel gezogen:

$$\frac{1}{f_r} = \frac{2\pi * N * \Delta P}{c} \quad \frac{m * s}{m} = s$$

nach $\langle c \rangle$ umgestellt

$$\mathbf{c = 2\pi * f_r * \Delta P * N}$$

$$\frac{1 * 1 * m}{s} = m/s$$

Die Lichtgeschwindigkeit ist abhängig von

- **der Resonanzfrequenz $\langle f_r \rangle$ [1/s]**
als ein Faktor der Winkelgeschwindigkeit oder Kreisfrequenz $\langle \omega_r = 2\pi f_r \rangle$
- **der Positionsdifferenz $\langle \Delta P \rangle$ [m]** als Abstand zweier Kondensatorplatten **oder** der Positionsdifferenz $\langle \Delta P \rangle$ als mittlere Feldlinienlänge einer Spule **oder** der Positionsdifferenz $\langle \Delta P \rangle$ als magnetischer Abstand (mittlere Feldlinienlänge) zwischen Primär- und Sekundärkreis eines Transformators **oder** dem räumlichen Abstand $\langle \Delta P \rangle$ zwischen Sender und Empfänger bzw. Emitter und Kollektor
- **der Anzahl $\langle N \rangle$ [1]**, der magnetisch wirksamen **und** elektrischen Strom leitenden Wicklungen als dimensionslose Größe.

Teilchen – Wellen – Charakter des Lichtes

Schwingkreismodell und Plancksches Wirkungsquantum

Ein in sich schlüssiges Modell des Lichtes als Wirkung elektromagnetischer Schwingkreise muss von der Formel zur Lichtgeschwindigkeit

$$c = 2\pi \cdot f_r \cdot \Delta P \cdot N = \omega_r \cdot (\Delta P) \cdot N$$

zu einer Formel hinführen, in der das Plancksche Wirkungsquantum h enthalten ist. Die einfachste Form einer Energie W ist ein mechanisches Drehmoment M , das ein Produkt aus Kraft F mal Hebelarm ΔP ist. Setzt man als Kraft F die elektromagnetische Urkraft F_{EM} aus der Seite „Die Gravitation“ ein, so entsteht die folgende Ausgangsgleichung:

$$W = M = F_{EM} \cdot \Delta P$$

$$W = B \cdot Q \cdot c \cdot \Delta P$$

Die Lichtgeschwindigkeit c in ihrer allgemeinen Form als Positionsdifferenz ΔP pro Zeitdifferenz Δt eingesetzt:

$$W = \frac{B \cdot Q \cdot \Delta P \cdot \Delta P}{\Delta t} = \frac{V_s \cdot A_s \cdot m \cdot m}{m^2 \cdot s} = V_s \cdot A = W_s$$

umgeschrieben:

$$W = B \cdot Q \cdot (\Delta P)^2 \cdot \frac{1}{\Delta t} = \frac{V_s \cdot A_s \cdot m^2}{m^2 \cdot s} = V_s \cdot A = W_s$$

Der Kehrwert einer Zeitdifferenz Δt zwischen zwei Zeitpunkten, eine Periodendauer, ist eine Frequenz f . Die magnetische Flussdichte B [Vsm^{-2}] ist in Luft das Produkt aus magnetischer Feldkonstante μ_0 [$Vs Am^{-1}$] und magnetischer Feldstärke H [Am^{-1}]. Die magnetische Feldstärke H entsteht durch den elektrischen Strom I [A], der durch eine Spulenwicklung mit der Windungszahl N [1] fließt und pro Längeneinheit ΔP [m] wirkt. Daraus ergeben sich dann die neuen formalen Bezüge für die magnetische Flussdichte B . Die elektrische Ladung Q [As] ist das Produkt aus der Kapazität C [$As V^{-1}$] und einer elektrischen Spannung U [V].

$$W = \frac{\mu_0 \cdot I \cdot N \cdot C \cdot U \cdot (\Delta P)^2 \cdot f}{\Delta P} = \frac{Vs \cdot A \cdot 1 \cdot As \cdot V \cdot m^2}{Am \cdot m \cdot V \cdot s} = As \cdot V = W_s$$



Die Kapazität $C < [As V^{-1}]$ ist abhängig von der Permittivität $\epsilon < [As Vm^{-1}]$, der Fläche $A < [m^2]$ zweier Platten mit positiver und negativer elektrischer Ladung pro Abstand $d < [m]$ der Platten zueinander. Die Permittivität $\epsilon < [As Vm^{-1}]$ ist das Produkt aus elektrischer Feldkonstante $\epsilon_0 < [As Vm^{-1}]$ und Permittivitätszahl $\epsilon_r < [1]$. Für Vakuum hat $\epsilon_r <$ den Wert 1. Daraus ergibt sich der neue formale Bezug für die Kapazität $C <$.

$$W = \frac{\mu_0 \cdot I \cdot N \cdot \epsilon_0 \cdot (\Delta P) \cdot U \cdot (\Delta P)^2 \cdot f}{\Delta P} = \frac{Vs \cdot A \cdot 1 \cdot As \cdot V \cdot m^2}{Am \cdot m \cdot V \cdot s} = As \cdot V = Ws$$

Die Gleichung gekürzt und in anderer Gliederung:

$$W = f \cdot U \cdot I \cdot N \cdot (\Delta P)^2 \cdot \mu_0 \cdot \epsilon_0 = \frac{V \cdot A \cdot 1 \cdot m^2 \cdot Vs \cdot As}{s \cdot Am \cdot Vm} = V \cdot A \cdot s = Ws$$

Das Produkt aus elektrischer Spannung $U < [V]$ und elektrischem Strom $I < [A]$ ist eine Leistung $P < [W]$. Der Kehrwert der Lichtgeschwindigkeit zum Quadrat $c^{-2} < [s^2 m^{-2}]$ ist das Produkt aus magnetischer Feldkonstante $\mu_0 <$ und elektrischer Feldkonstante $\epsilon_0 <$.

$$W = \frac{f \cdot P \cdot N \cdot (\Delta P)^2}{c^2} = \frac{W \cdot 1 \cdot m^2 \cdot s^2}{s \cdot m^2} = W \cdot s = Ws$$

Beide Seiten der Gleichung durch die Frequenz $f <$ dividiert:

$$\frac{W}{f} = \frac{P \cdot N \cdot (\Delta P)^2}{c^2} \quad \frac{Ws}{s^{-1}} = Ws^2 = \frac{W \cdot 1 \cdot m^2 \cdot s^2}{m^2}$$

Zur Vergleichbarkeit wird der Bezug des Planckschen Wirkungsquantums $h <$ umgeformt

$$h = W \cdot \Delta t \quad \Delta t = \frac{1}{f} \quad h = \frac{W}{f} = \frac{Ws}{s^{-1}} = Ws^2 = Js$$

und auf die durchgeführten Formelableitungen bezogen:

$$h = \frac{P \cdot N \cdot (\Delta P)^2}{c^2} = \frac{W \cdot 1 \cdot m^2 \cdot s^2}{m^2} = Ws^2 = Js$$

Die neue Formel zur Lichtgeschwindigkeit als Quadrat eingesetzt

$$h = \frac{P \cdot N \cdot (\Delta P)^2}{\omega_r^2 \cdot (\Delta P)^2 \cdot N^2} = \frac{W \cdot 1 \cdot m^2}{s^{-2} \cdot m^2 \cdot 1^2} = Ws^2 = Js$$

und gekürzt

$$h = \frac{P}{\omega_r^2 \cdot N} = \frac{W}{s^{-2} \cdot 1} = Ws^2 = Js$$

ergibt umgeschrieben

$$h = \frac{P}{\omega_r} \cdot \frac{1}{\omega_r \cdot N} = \frac{W}{s^{-1}} \cdot \frac{1}{s^{-1} \cdot 1} = Ws^2 = Js$$

und weiter umgeformt:

$$\frac{h \cdot \omega_r}{P} = \frac{1}{\omega_r \cdot N} = \frac{Ws^2 \cdot s^{-1}}{W} = \frac{1}{s^{-1} \cdot 1} = s$$

Die neue Formel zur Lichtgeschwindigkeit

$$c = \omega_r * (\Delta P) * N$$

umgeformt

$$s^{-1} * m * 1 = m / s$$

$$\frac{c}{(\Delta P)} = \omega_r * N$$

$$\frac{m}{s * m} = s^{-1}$$

und aus der Umformung den Kehrwert gebildet:

$$\frac{(\Delta P)}{c} = \frac{1}{\omega_r * N}$$

$$\frac{m * s}{m} = s$$

Sind zwei Größen einer dritten gleich, so sind sie untereinander gleich. Daraus folgt:

$$\frac{h * \omega_r}{P} = \frac{(\Delta P)}{c}$$

$$\frac{Ws^2 * s^{-1}}{W} = s$$

Umgeformt

$$\frac{h * c}{(\Delta P)} = \frac{P}{\omega_r}$$

$$\frac{Ws^2 * m}{m * s} = Ws^{-1}$$

Umgeformt

$$\frac{h * (\Delta P)}{(\Delta P) * \Delta t} = \frac{P}{\omega_r}$$

$$\frac{Ws^2 * m}{m * s} = Ws$$

Gekürzt und Δt^{-1} in f umgeschrieben

$$h * f = \frac{P}{\omega_r}$$

$$Ws^2 * s^{-1} = Ws$$

Eine Leistung P [$W = Nms^{-1}$] ist das Produkt aus Drehmoment M oder Energie W [$Nm = Js$] und der Winkelgeschwindigkeit oder Kreisfrequenz ω [s^{-1}].

$$P = M * \omega = W * \omega \Rightarrow W = \frac{P}{\omega}$$

$$\frac{W}{s^{-1}} = Ws$$

Befindet sich der Schwingkreis, auf den die neue Formel zur Lichtgeschwindigkeit bezogen ist, in Resonanz, so ist der Quotient aus Erregerfrequenz f [s^{-1}] und Resonanzfrequenz f_r [s^{-1}] gleich 1. Daraus folgt $\omega / \omega_r = 1$ [1]. Daraus folgt wiederum $\omega = \omega_r$ [s^{-1}]. Daraus folgt weiter $P/\omega = P/\omega_r = W$ [$Ws = J$]. Ergibt eingesetzt:

$$h * f = W$$

$$Js * s^{-1} = J$$

Damit ist eine durchgängige Ableitbarkeit der neuen Formel zur Lichtgeschwindigkeit c [ms^{-1}] zum Planckschen Wirkungsquantum h [Js] hin gegeben.

Teilchen – Wellen - Charakter

Die physikalische Größe „Licht“ ist von der physikalischen Vorstellung her stets mit der Ausdehnung im leeren Raum verbunden, insofern mit einer Geschwindigkeit behaftet und nicht als „ruhende Masse“ vorstellbar. Daraus ist zu schlussfolgern, dass im Augenblick einer Lichtgeschwindigkeit „ $c = 0$ “ kein Licht mehr vorhanden ist.

Wenn die Formel $c = 2\pi \cdot f_r \cdot \Delta P \cdot N$ unter diesem Gesichtspunkt betrachtet wird, dann ergeben sich folgende Fallmöglichkeiten:

$c = 0$, wenn $f_r = 0$ oder $\Delta P = 0$ oder $N = 0$

Daraus ergibt sich, dass das Licht substanziiell SOWOHL

- an die Existenz einer Welle mit der Resonanzfrequenz „ f_r “

ALS AUCH

- an die Existenz einer materiellen Leiterschleife „ N “ gebunden ist.

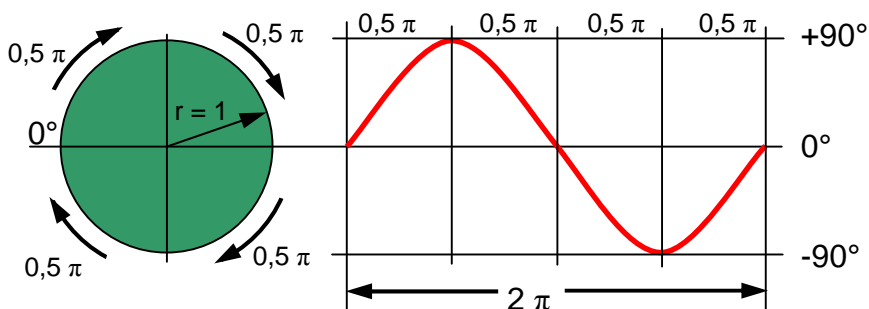
Dabei hat die Positionsdifferenz „ ΔP “ eine technisch und physikalisch nachvollziehbare Mehrfachfunktionalität:

- „ $\Delta P = 0$ “ \Rightarrow Abstand zweier Kondensatorplatten = 0 \Rightarrow Kurzschluss der Ladungen und es ist kein Kondensator mehr vorhanden
- „ $\Delta P = 0$ “ \Rightarrow mittlere Feldlinienlänge einer Spule = 0 \Rightarrow keine Spule mehr vorhanden
- „ $\Delta P = 0$ “ \Rightarrow magnetischer Abstand (mittlere Feldlinienlänge) zwischen Primär- und Sekundärkreis eines Transformators = 0 \Rightarrow räumliches Zusammenfallen von Primär- und Sekundärkreis = kein Transformator mehr vorhanden
- „ $\Delta P = 0$ “ \Rightarrow Abstand zwischen Sender und Empfänger = 0 \Rightarrow keine räumliche Ausbreitung
- „ $\Delta P = 0$ “ aufgrund Interferenz zweier Sender – Empfängersysteme nach der Voraussetzung entgegen gesetzt gerichteter phasengleicher Wellen ist „ $\Delta P_+ + \Delta P_- = 0$ “ \Rightarrow gegenseitige Eliminierung
- „ $\Delta P = 0$ “ \Rightarrow Örtlicher gemeinsamer Punkt von Sender und Empfänger bzw. Emittor und Kollektor („Schwarzes Loch“)

Interferenz

Stand der Schulphysik sind seit Jahrzehnten Experimente zum Wellencharakter des Lichtes. Dabei werden die Interferenzstreifen des Lichtes bei Reflektion und Durchtritt an einem optisch durchlässigen, dünnen Medium beobachtet. Hat das an der Unterseite des Mediums reflektierte Licht einen Phasenunterschied von π zum Licht, das an der Oberseite des Mediums reflektiert wird, so tritt Dunkelheit ein. Der Schulversuch zeigt, dass aufgrund der Interferenz, der Überlagerung von Wellen, bei einer „Addition“ Licht plus Licht als Ergebnis Dunkelheit entstehen kann. Mit dieser Erkenntnis soll der Wahrheitsgehalt der Formel zur Lichtgeschwindigkeit überprüft werden.

Dicke der Schicht in Wellenlängen $>d<$	Geometrischer Wegunterschied $>2d<$	Phasenunterschied für reflektiertes Licht	Ergebnis für reflektiertes Licht D = Dunkelheit H = Helligkeit
≈ 0	0	π	D
$\lambda/4$	$\lambda/2$	0	H
$\lambda/2$	λ	π	D
$3\lambda/4$	$3\lambda/2$	0	H
λ	2λ	π	D



Im Einheitskreis mit dem Radius $r = 1$ ist der Umfang des Kreises $2 \cdot r \cdot \pi = 2\pi$

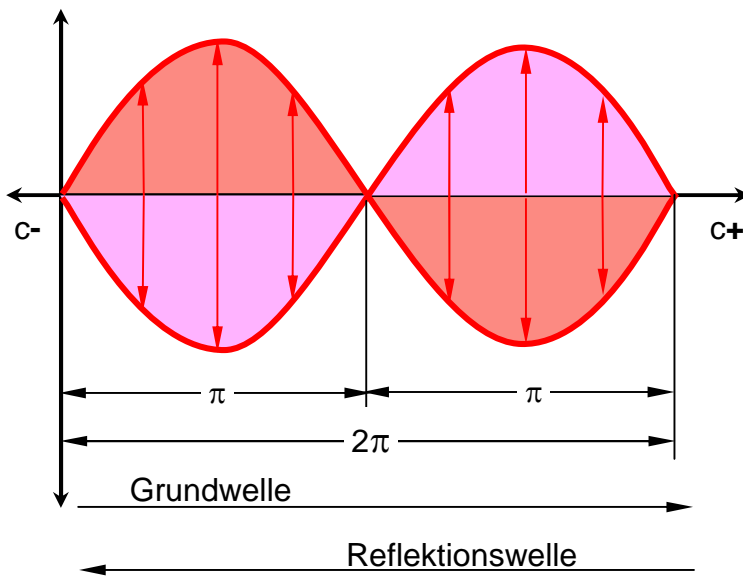
Die sinusförmige Abwicklung des Umfanges auf eine Strecke hat demzufolge für eine Welle die Länge 2π

Aus der Gleichung $c = 2\pi \cdot f_r \cdot \Delta P \cdot N$ folgt

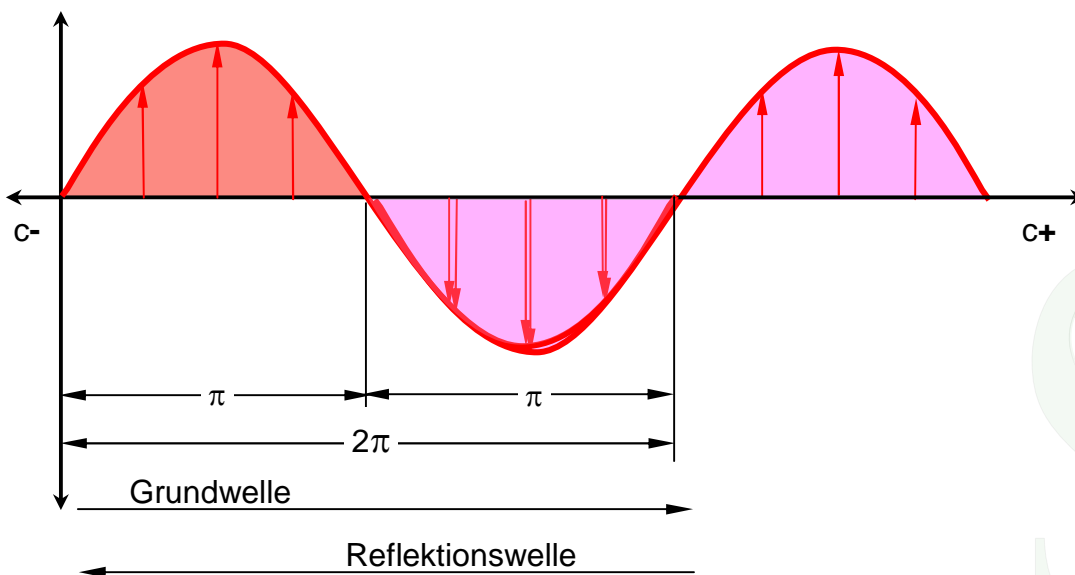
$$\pi = \frac{c}{2 \cdot f_r \cdot \Delta P \cdot N}$$

Dem entsprechend wird Dunkelheit eintreten, wenn eine Grundwelle, die sich in Richtung $c+$ ausbreitet, von ihrer Reflektionswelle in Richtung $c-$ um π phasenverschoben überlagert wird.

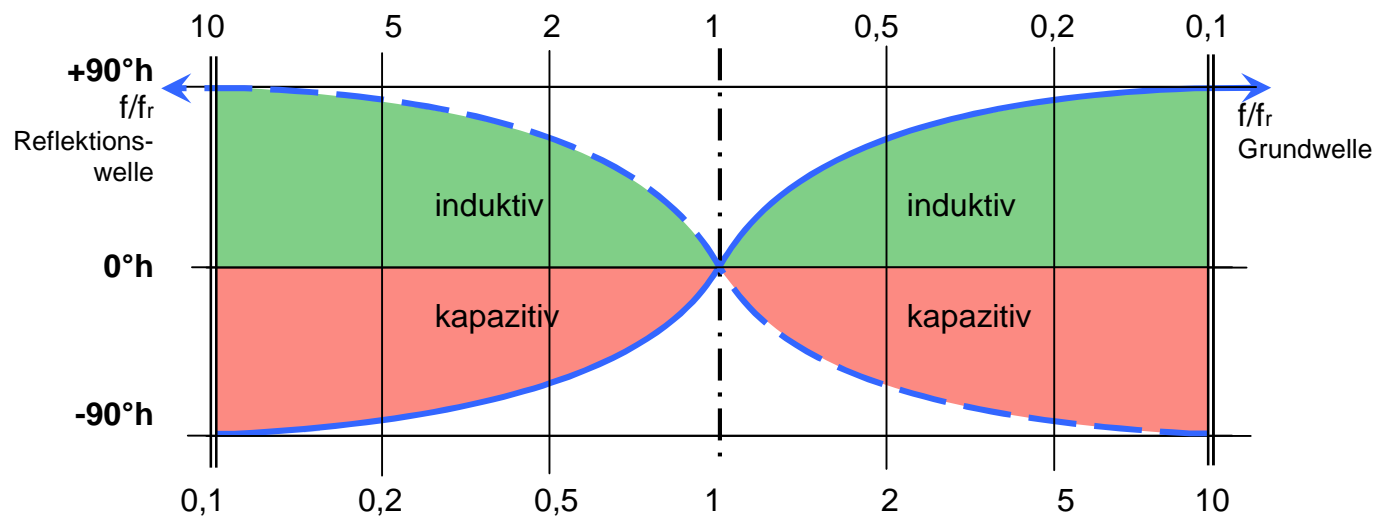
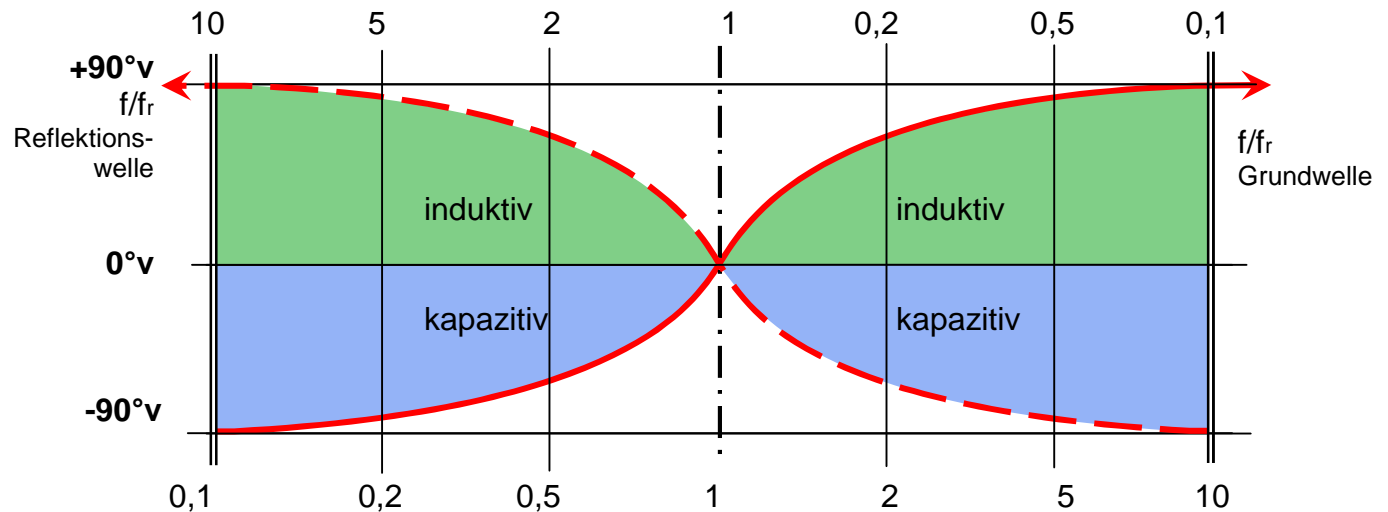
$$\frac{+c}{2 \cdot f_r \cdot \Delta P \cdot N} + \frac{-c}{2 \cdot f_r \cdot \Delta P \cdot N} = 0$$



Demgegenüber wird es bei fehlender Phasenverschiebung hell bleiben

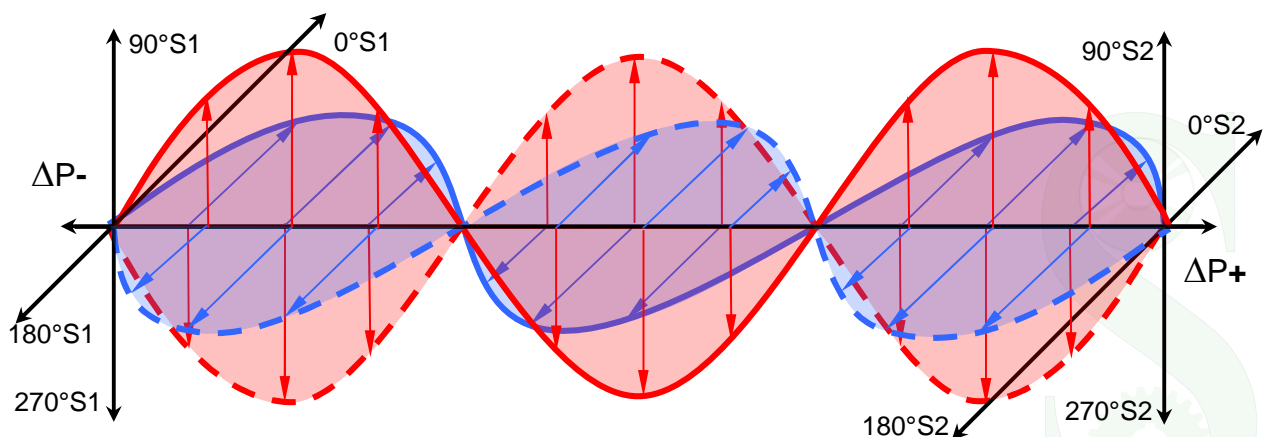


Interferenz des Lichtes als Wellenquantenbündel
 Interferenz beispielhaft anhand von vier Wellenquanten



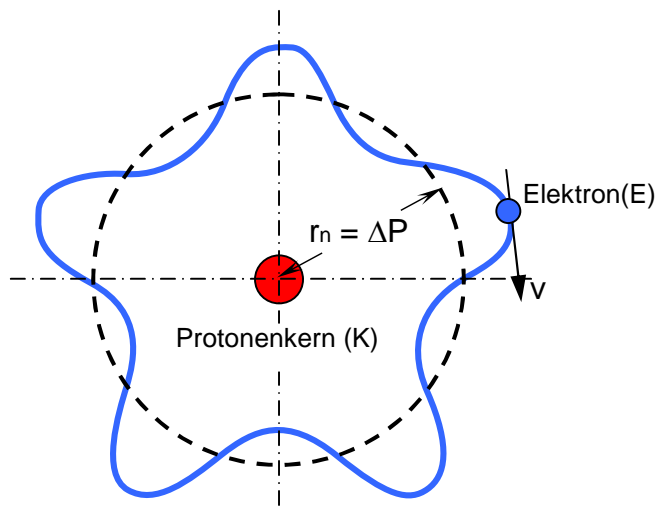
Interferenz des Lichtes als Wellenquantenbündel

Interferenz beispielhaft anhand von Wellenquanten, deren Spektren S1 und S2 entgegen gesetzte Ausbreitungsrichtung haben und sich räumlich überlagern.



Bohr – Schrödinger - Rydberg

Wellenmechanisches Atommodell



Schrödingers wellenmechanisches Atommodell

Bohr (1885-1962) entwickelte aus dem Modell von Rutherford (1871 – 1937) das noch heute in Praxis und Schule gebräuchliche Atommodell. Als erster Physiker führte er diskrete Umlaufbahnen ein, um die Gesetze der klassischen Physik mit den experimentellen Ergebnissen seiner Zeit, beispielsweise das Auftreten scharfer Spektrallinien in seinem Atommodell zu vereinen.

Schrödinger (1887-1961)

entwickelte aus dem Bohr'schen Atommodell unter Berücksichtigung der Gleichung zur Materiewelle von de Broglie (1892 – 1987) ein wellenmechanisches Atommodell. Sieht man das um den Kern laufende Elektron als eine stehende Materiewelle an, so muss der Umfang der Elektronenbahn ein ganzzahliges Vielfaches der Wellenlänge sein. Die Bohr'schen Bahnen werden durch räumlich stehende Wellen mit bestimmten Energien und Eigenfrequenzen ersetzt. Statt des Übergangs von einer Bahn zur anderen spricht man beim neuen Modell vom Übergang eines Zustandes in einen anderen.

Damit entsteht folgende Ausgangssituation:

Erstes Bohr'sches Postulat: Elektronen können den Atomkern nur auf bestimmten Bahnen strahlungslos umlaufen. Diese sind durch Quantenbedingungen festgelegt.

Zweites Postulat: Jeder der nach der Quantenbedingung zulässigen Elektronenbahn entspricht ein Energieniveau. Der Übergang von einer kernferneren zu einer kernnäheren Bahn erfolgt sprunghaft unter Abgabe eines Strahlungsquants.

Nach der Quantenbedingung muss der mit 2π multiplizierte Drehimpuls des Elektrons bei seiner Kreisbewegung ein ganzzahliges Vielfaches der Planckschen Konstanten h sein.

$$2\pi \cdot m_e \cdot r_n \cdot v_n = n \cdot h$$

$$\text{für } n \in \{1;2;3;\dots;n\}$$

Mit: Ruhemasse des Elektrons m_e , Radius der Elektronenbahn r_n , Geschwindigkeit des Elektrons v_n , Hauptquantenzahl n und Planckschem Wirkungsquantum h .

Nach de Broglie beträgt die Materiewellenlänge λ eines Elektrons

$$\lambda = \frac{h}{m_e \cdot v_n}$$

Entsprechend des Schrödinger'schen wellenmechanischen Modells muss die Elektronenbahn ein Vielfaches der Wellenlänge λ sein. Deshalb gilt:

$$2\pi \cdot r_n = n \cdot \lambda = \frac{n \cdot h}{m_e \cdot v_n}$$

Die Gleichung entsprechend des 1. Bohr'schen Postulats nach $2\pi \cdot r_n$ umgestellt bringt ein übereinstimmendes Ergebnis.

Die Geschwindigkeit v [m/s] eines kreisenden Körpers ist das Produkt seiner Kreisfrequenz $2\pi \cdot f$ [s⁻¹] und dem Radius r [m] der Kreisbahn.

$$v = 2\pi \cdot f \cdot r$$

Die allgemeine Gleichung für die Geschwindigkeit eines kreisenden Körpers in die Gleichung für die Elektronenbahn entsprechend Schrödinger oder Bohr eingesetzt ergibt die Ausgangsgleichung

$$2\pi \cdot r_n = \frac{n \cdot h}{m_e \cdot 2\pi \cdot f \cdot r_n} \quad \frac{1 \cdot \text{Js}}{\text{kg} \cdot 1 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}} = \frac{\text{Nms}^2}{\text{kg} \cdot \text{m}} = \frac{\text{kgm}^2\text{s}^2}{\text{s}^2\text{kgm}} = \text{m}$$

Aus der Umstellung der Gleichung entsteht

$$(2\pi \cdot r_n)^2 \cdot f = \frac{n \cdot h}{m_e} \quad \frac{1 \cdot \text{Js}}{\text{kg}} = \frac{\text{kg m}^2 \text{ s}}{\text{s}^2 \text{ kg}} = \frac{\text{m}^2}{\text{s}}$$

Das Planck'sche Wirkungsquantum in seine formalen Bestandteile aufgeschlüsselt

$$(2\pi \cdot r_n)^2 \cdot f = \frac{n \cdot W \cdot \Delta t}{m_e} \quad \frac{1 \cdot \text{Nm} \cdot \text{s}}{\text{kg}} = \frac{\text{kg m}^2 \text{ s}}{\text{s}^2 \text{ kg}} = \frac{\text{m}^2}{\text{s}}$$

Aus Energie W dividiert durch Masse m_e ergibt sich c^2

$$(2\pi \cdot r_n)^2 \cdot f = n \cdot c^2 \cdot \Delta t \quad \frac{1 \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}}{\text{s}^2} = \frac{\text{m}^2}{\text{s}}$$

Umgestellt ergibt

$$\frac{(2\pi \cdot r_n)^2}{c^2} = \frac{n \cdot \Delta t}{f} \quad \frac{\text{m}^2 \text{ s}^2}{\text{m}^2} = \frac{\text{s}}{\text{s}^{-1}} = \text{s}^2$$

Der Kehrwert einer Frequenz ist eine Zeitspanne, daraus folgt

$$n \cdot (\Delta t)^2 = \frac{(2\pi \cdot r_n)^2}{c^2} \quad \frac{\text{m}^2 \text{ s}^2}{\text{m}^2} = \text{s}^2$$

Die Quadratwurzel gezogen ergibt

$$n^{1/2} \cdot \Delta t = \frac{2\pi \cdot r_n}{c} \quad \frac{\text{m s}}{\text{m}} = \text{s}$$

Nach c umgestellt

$$c = \frac{2\pi \cdot r_n}{n^{1/2} \cdot \Delta t} \quad \text{m / s}$$

Der Kehrwert einer Zeitspanne ist eine Frequenz

$$c = \frac{2\pi \cdot r_n \cdot f}{n^{1/2}} \quad \text{m / s}$$

Die Formel zur Lichtgeschwindigkeit nach dem Schwingkreismodell
© Knut Schwedler, Uedem 2005

$$c = 2\pi * f_r * N * \Delta P \quad \text{m / s}$$

Aufgrund gemeinsamer Größe $\langle c \rangle$ werden beide Formeln gleichgesetzt

$$2\pi * f_r * N * \Delta P = \frac{2\pi * r_n * f}{n^{1/2}} \quad \text{m / s}$$

Umgestellt

$$N * \Delta P = \frac{2\pi * r_n * f}{n^{1/2} * 2\pi * f_r} \quad \frac{\text{m} * \text{s}^{-1}}{\text{s}^{-1}} = \text{m}$$

Umgestellt und gekürzt

$$\frac{f}{f_r} = \frac{r_n}{N * \Delta P * n^{1/2}} \quad \frac{\text{s}^{-1}}{\text{s}^{-1}} = \frac{\text{m}}{\text{m}} = 1$$

Aus $\langle r_n \rangle = \langle \Delta P \rangle$ ergibt sich weitere Kürzung

$$\frac{f}{f_r} = \frac{1}{N * n^{1/2}} \quad \frac{\text{s}^{-1}}{\text{s}^{-1}} = \frac{1}{1 * 1} = 1$$

Im vollständigen Resonanzfall ist $f/f_r = 1$

$$1 = \frac{1}{N * n^{1/2}} \quad 1$$

Im Resonanzfall ist die Anzahl der wirksamen Leiterschleifen $\langle N \rangle$ gleich dem Kehrwert der Quadratwurzel der Hauptquantenzahl.

$$N = \frac{1}{n^{1/2}} \quad 1$$

Umstellung zur Beseitigung der Quadratwurzel

$$N^2 = \frac{1}{n} \quad 1$$

Frequenzrelationen

Die Formel zur Lichtgeschwindigkeit $\langle c \rangle$ in Einsteins $\langle E=mc^2 \rangle$ eingesetzt ergibt die Ausgangsgleichung

$$W_p = m * (2\pi * f_r * N * \Delta P)^2 \quad \text{Nm}$$

Kreiszahl $\langle \pi \rangle$ und Resonanzfrequenz $\langle f_r \rangle$ werden zur Kreisfrequenz $\langle \omega_r \rangle$ zusammengefasst

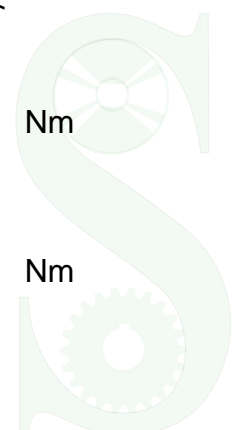
$$W_p = m * \omega_r^2 * N^2 * (\Delta P)^2 \quad \text{Nm}$$

$\langle (\Delta P)^2 \rangle$ für den speziellen Fall umgeschrieben in $\langle r_n^2 \rangle$

$$W_p = \frac{m * \omega_r^2 * r_n^2}{n} \quad \text{Nm}$$

Umgestellt

© Knut Schwedler, Uedem 2005



$$n = \frac{m \cdot \omega_r^2 \cdot r_n^2}{W_p} \quad \frac{\text{kg s}^{-2} \text{ m}^2}{\text{Nm}} = 1$$

Masse $\langle m \rangle$ dividiert durch Energie $\langle W_p \rangle$ ist gleich $\langle 1/c^2 \rangle$

$$n = \frac{\omega_r^2 \cdot r_n^2}{c^2} \quad \frac{\text{s}^{-2} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^2}{\text{m}^2} = 1$$

Die Quadratwurzel gezogen

$$n^{1/2} = \frac{\omega_r \cdot r_n}{c} \quad \frac{\text{s}^{-1} \text{ m} \cdot \text{s}}{\text{m}} = 1$$

Umgestellt

$$\omega_r = \frac{c \cdot n^{1/2}}{r_n} \quad \frac{\text{m}}{\text{s} \cdot \text{m}} = \text{s}^{-1}$$

$\langle \omega_{r n1} \rangle$ ist die Kreisresonanzfrequenz des kernferneren Abstandes des Elektrons auf seiner normalen Bahn $\langle n \rangle$

$$\omega_{r n1} = \frac{c \cdot n_1^{1/2}}{r_{n1}} \quad \frac{\text{m}}{\text{s} \cdot \text{m}} = \text{s}^{-1}$$

$\langle \omega_{r n2} \rangle$ ist die Kreisresonanzfrequenz des kernnäheren Abstandes des Elektrons auf seiner normalen Bahn $\langle n \rangle$

$$\omega_{r n2} = \frac{c \cdot n_2^{1/2}}{r_{n2}} \quad \frac{\text{m}}{\text{s} \cdot \text{m}} = \text{s}^{-1}$$

Zusammengefasst zu einer Differenz- Kreisresonanzfrequenz

$$\Delta \omega_r = \omega_{r n1} - \omega_{r n2} = \frac{c \cdot n_1^{1/2}}{r_{n1}} - \frac{c \cdot n_2^{1/2}}{r_{n2}} \quad \frac{\text{m}}{\text{s} \cdot \text{m}} = \text{s}^{-1}$$

c als gemeinsamer Faktor ausgeklammert

$$\Delta \omega_r = \omega_{r n1} - \omega_{r n2} = c \cdot \frac{n_1^{1/2} - n_2^{1/2}}{r_{n1} - r_{n2}} \quad \frac{\text{m}}{\text{s} \cdot \text{m}} = \text{s}^{-1}$$

Die einzelnen Kreisresonanzfrequenzen mit ihren formalen Bestandteilen aufgeführt und für $\langle c \rangle$ die Formel zur Lichtgeschwindigkeit eingesetzt

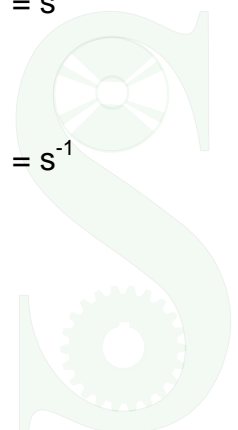
$$2 \pi f_{r n1} - 2 \pi f_{r n2} = 2 \pi \cdot f_r \cdot N \cdot r_n \cdot \frac{n_1^{1/2} - n_2^{1/2}}{r_{n1} - r_{n2}} \quad \frac{\text{s}^{-1} \cdot \text{m}}{\text{m}} = \text{s}^{-1}$$

Gemeinsamer Faktor ausgeklammert

$$2 \pi (f_{r n1} - f_{r n2}) = 2 \pi \cdot f_r \cdot n^{-1/2} \cdot r_n \cdot \frac{n_1^{1/2} - n_2^{1/2}}{r_{n1} - r_{n2}} \quad \frac{\text{s}^{-1} \cdot \text{m}}{\text{m}} = \text{s}^{-1}$$

Gekürzt

$$f_{r n1} - f_{r n2} = \frac{f_r \cdot r_n}{n^{1/2}} \cdot \frac{n_1^{1/2} - n_2^{1/2}}{r_{n1} - r_{n2}} \quad \frac{\text{s}^{-1} \cdot \text{m}}{\text{m}} = \text{s}^{-1}$$



Umgestellt

$$f_{r_{n1}} - f_{r_{n2}} = f_r \cdot \frac{(n_1^{1/2} - n_2^{1/2}) \cdot r_n}{n^{1/2} \cdot (r_{n1} - r_{n2})} \quad \frac{s^{-1} \cdot m}{m} = s^{-1}$$

Umgestellt

$$\frac{f_{r_{n1}} - f_{r_{n2}}}{f_r} = \frac{(n_1 - n_2)^{1/2} \cdot r_n}{n^{1/2} \cdot (r_{n1} - r_{n2})} \quad \frac{s^{-1}}{s^{-1}} = \frac{m}{m} = 1$$

Umgestellt

$$\frac{(f_{r_{n1}} - f_{r_{n2}}) \cdot (r_{n1} - r_{n2})}{f_r \cdot r_n} = \frac{(n_1 - n_2)^{1/2}}{n^{1/2}} \quad \frac{m \cdot s^{-1}}{m \cdot s^{-1}} = 1$$

Umgestellt

$$\frac{(\Delta r_n) \cdot (\Delta f_{r_n})}{r_n \cdot f_r} = \frac{(\Delta n)^{1/2}}{n^{1/2}} \quad \frac{m \cdot s^{-1}}{m \cdot s^{-1}} = 1$$

Relation von Frequenzen und Bahnen

$$\boxed{\frac{[(\Delta r_n) \cdot (\Delta f_{r_n})]^2}{(r_n \cdot f_r)^2} = \frac{\Delta n}{n}} \quad \frac{m^2 \cdot s^{-2}}{m^2 \cdot s^{-2}} = 1$$

Relation von Frequenzen und Bahnen

$$\boxed{\frac{(r_n \cdot f_r)^2}{n} = \frac{[(\Delta r_n) \cdot (\Delta f_{r_n})]^2}{\Delta n}} \quad m^2 \cdot s^{-2}$$

Relation von Frequenzen und wirksamer Leiterschleifen

$$(f_r \cdot r_n \cdot N)^2 = [(\Delta f_{r_n}) \cdot (\Delta r_n) \cdot (\Delta N)]^2 \quad m^2 \cdot s^{-2}$$

Relation von Frequenzen und wirksamer Leiterschleifen

$$\boxed{f_r \cdot r_n \cdot N = (\Delta f_{r_n}) \cdot (\Delta r_n) \cdot (\Delta N)} \quad m / s$$

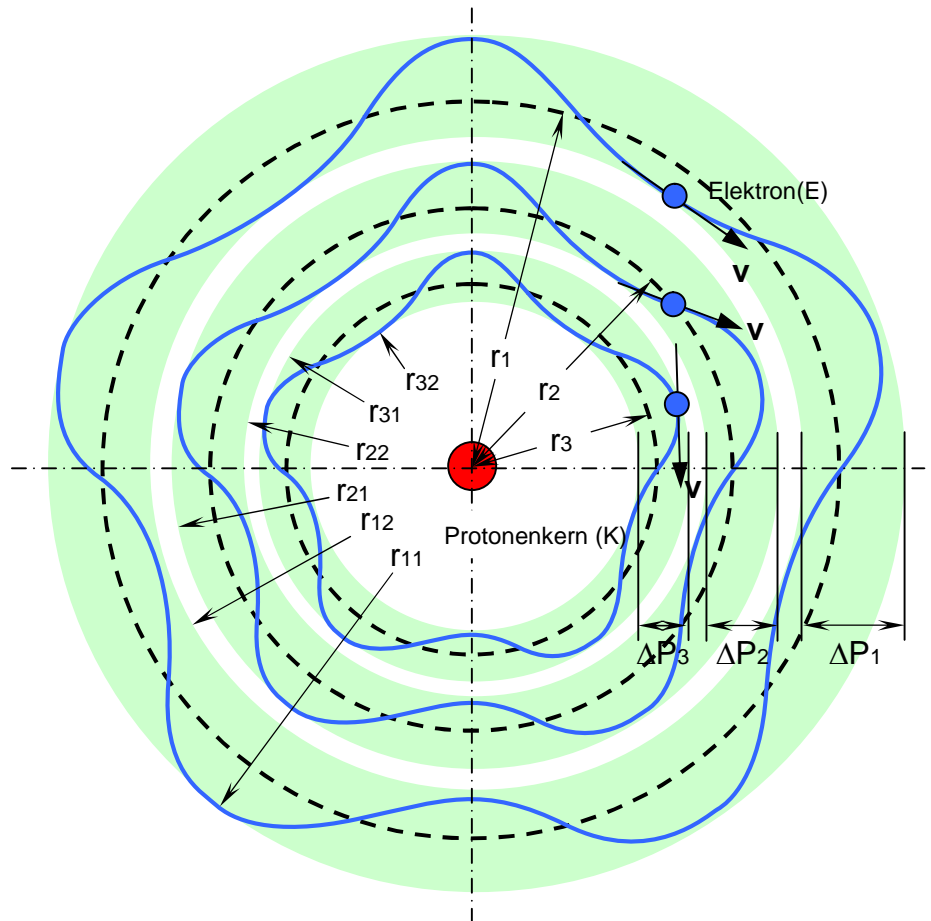
Relation von Frequenzen und wirksamer Leiterschleifen

$$\boxed{\frac{f_r \cdot r_n \cdot N}{(\Delta f_{r_n}) \cdot (\Delta r_n) \cdot (\Delta N)} = 1} \quad \frac{m^2 \cdot s^{-2}}{m^2 \cdot s^{-2}} = 1$$



Frequenzbänder

Schrödinger's
wellenmechanisches
Atommodell mit drei
Elektronenbahnen
dargestellt.



Ausgangsgleichung: Relation von Frequenzen und wirksamer Leiterschleifen

$$\frac{f_r \cdot r_n \cdot N}{(\Delta f_{r_n}) \cdot (\Delta r_n) \cdot (\Delta N)} = 1$$

$$\frac{m^2 \text{ s}^{-2}}{m^2 \text{ s}^{-2}} = 1$$

Umgestellte Ausgangsgleichung: Relation von Frequenzen und Bahnen

$$\frac{f_r \cdot r_n \cdot (\Delta n)^{1/2}}{(\Delta f_{r_n}) \cdot (\Delta r_n) \cdot n^{1/2}} = 1$$

$$\frac{m^2 \text{ s}^{-2}}{m^2 \text{ s}^{-2}} = 1$$

Umgestellt nach dem Verhältnis von mittlerem Bahnradius $\langle r_n \rangle$ zur Differenz der dazugehörigen inneren und äußeren Bahnradien $\langle \Delta r_n \rangle$

$$\frac{r_n}{(\Delta r_n)} = \frac{(\Delta f_{r_n})}{f_r} \cdot \frac{(\Delta n)^{1/2}}{n^{1/2}}$$

$$\frac{m^2}{m^2} = \frac{\text{s}^{-2}}{\text{s}^{-2}} = \frac{1}{1} = 1$$

Klassische Mechanik: Flächenberechnung eines Kreisringes über mittlerem Radius $\langle r_m \rangle$ oder über die Differenz der Durchmesser $\langle D \rangle$ und $\langle d \rangle$

$$A = 2\pi \cdot r_m \cdot b \quad \text{oder} \quad A = \pi/4 \cdot (D^2 - d^2)$$

Umformulierung der Ringbreite $\langle b \rangle$ in eine Positionsdifferenz $\langle \Delta P \rangle$

$$A = 2\pi \cdot r_n \cdot \Delta P \quad \text{oder} \quad A = \pi/4 \cdot [(2 \cdot r_{n1})^2 - (2 \cdot r_{n2})^2]$$

Beispielableitung mit speziellem Radius $\langle r_1 \rangle$ statt allgemeinem Radius $\langle r_n \rangle$

© Knut Schwedler, Uedem 2005

$$A = 2\pi * r_1 * \Delta P_1 \quad \text{oder} \quad A = \pi/4 * [(2*r_{11})^2 - (2*r_{12})^2]$$

Vergleich der Kreisringflächenberechnung mit speziellem äußerem Bahnradius $>r_{11}<$ und speziellem inneren Bahnradius $>r_{12}<$

$$2\pi * r_1 * (r_{11} - r_{12}) = \frac{\pi * (4*r_{12}^2 - 4*r_{11}^2)}{4}$$

Umstellung nach gemeinsamen Faktor

$$2\pi * r_1 * (r_{11} - r_{12}) = \frac{4\pi * (r_{11}^2 - r_{12}^2)}{4}$$

Kürzung

$$2 * r_1 * (r_{11} - r_{12}) = (r_{11}^2 - r_{12}^2)$$

Das 3.Binomen (a^2-b^2) als Produkt geschrieben

$$2 * r_1 * (r_{11} - r_{12}) = (r_{11} + r_{12}) * (r_{11} - r_{12})$$

Kürzung

$$2 * r_1 = (r_{11} + r_{12})$$

Einführung eines allgemeinen Vergrößerungsfaktors $>k<$

$$k * 2 * r_1 = k * (r_{11} + r_{12})$$

Schlussfolgerung

$$k*(r_{11} + r_{12}) = k* r_{11} + k* r_{12} \Rightarrow k* r_{11} - k* r_{12} = k (r_{11} - r_{12}) = k (\Delta r_1)$$

Rückwandlung in allgemeine Form

$$k * r_n \Rightarrow k (\Delta r_n) \quad \Rightarrow \quad \frac{r_n}{(\Delta r_n)} = k$$

Substitution des Verhältnisses der Bahnradien durch den Vergrößerungsfaktor $>k<$

$$k = \frac{(\Delta f_{r_n})}{f_r} * \frac{(\Delta n)^{1/2}}{n^{1/2}} \quad \frac{s^{-2}}{s^{-2}} = \frac{1}{1} = 1$$

Umwandlung nach dem Verhältnis der Resonanzfrequenzen

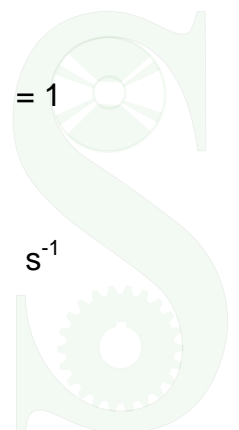
$$\frac{k * n^{1/2}}{(\Delta n)^{1/2}} = \frac{(\Delta f_{r_n})}{f_r} \quad \frac{1}{1} = \frac{s^{-2}}{s^{-2}} = 1$$

Umwandlung

$$f_r * k * n^{1/2} = (\Delta f_{r_n}) * (\Delta n)^{1/2}$$

Umwandlung

© Knut Schwedler, Uedem 2005



$$f_r = \frac{(\Delta f_{rn}) * (\Delta n)^{1/2}}{k * n^{1/2}} \quad s^{-1}$$

Allgemeine Elektrotechnik: Berechnung des kapazitiven Blindwiderstandes $\langle X_C \rangle$ und des induktiven Blindwiderstandes $\langle X_L \rangle$

$$X_C = \frac{1}{\omega * C} \quad X_L = \omega * L \quad \Omega$$

Wenn kapazitiver und induktiver Blindwiderstand gleich groß sind, befindet sich ein Schwingkreis in vollständiger Resonanz

$$X_C = X_L \Rightarrow \frac{X_L}{X_C} = 1 \quad \frac{1}{\omega * C * \omega * L} = 1 \Rightarrow \frac{1}{\omega^2 * C * L} = 1 \quad 1$$

Umwandlung

$$\frac{1}{\omega^2 * C * L} = 1 \Rightarrow \frac{1}{\omega * (C * L)^{1/2}} = 1 \Rightarrow \frac{1}{2\pi * f * (C * L)^{1/2}} = 1 \quad 1$$

Im Resonanzfall ist die Anregungsfrequenz $\langle f \rangle$ gleich der Resonanzfrequenz $\langle f_r \rangle$

$$\frac{f_r}{f} = 1 \Rightarrow \frac{f_r}{f} = \frac{1}{2\pi * f * (C * L)^{1/2}} \Rightarrow f_r = \frac{1 * f}{2\pi * f * (C * L)^{1/2}} \quad s^{-1}$$

Gleichsetzung aufgrund gemeinsamer Größe $\langle f_r \rangle$

$$\frac{1}{2\pi * (C * L)^{1/2}} = \frac{(\Delta f_{rn}) * (\Delta n)^{1/2}}{k * n^{1/2}} \quad s^{-1}$$

Umstellung

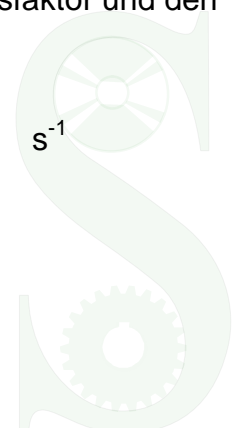
$$(\Delta f_{rn}) = \frac{k * n^{1/2}}{2\pi * (C * L)^{1/2} * (\Delta n)^{1/2}} \quad s^{-1}$$

Resonanzfall auf das Frequenzband bezogen

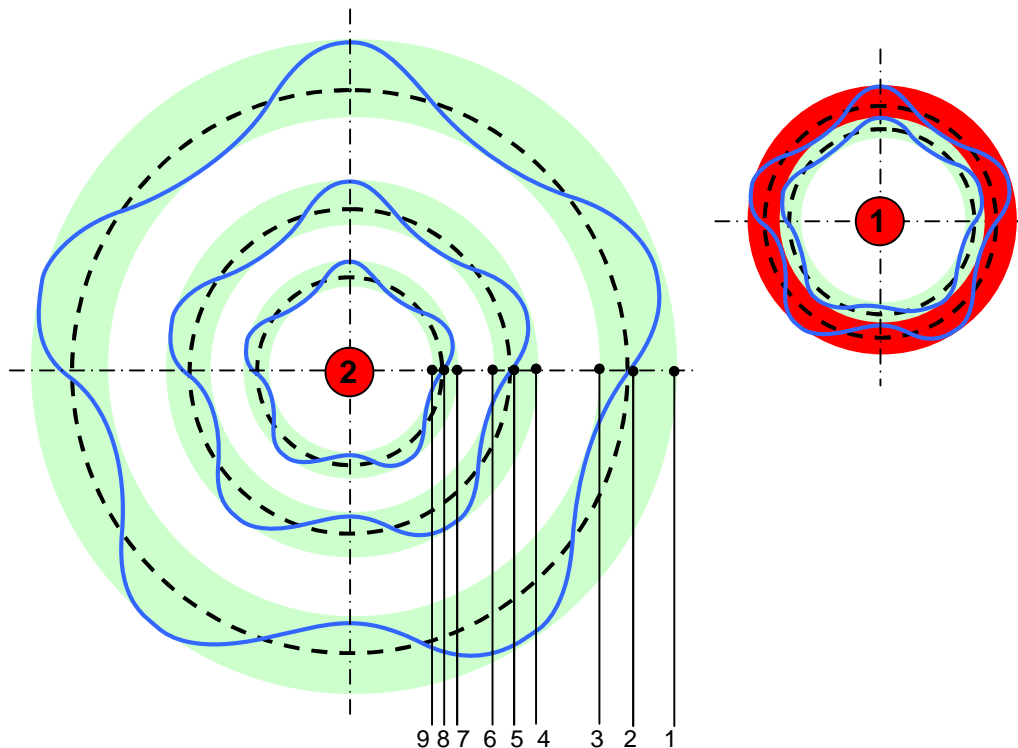
$$\frac{(\Delta f_n)}{(\Delta f_{rn})} = 1 \Rightarrow (\Delta f_n) = \frac{2\pi * (C * L)^{1/2} * (\Delta n)^{1/2}}{k * n^{1/2}} \quad s^{-1}$$

Abhängigkeit des Frequenzbandes von der Bahnzahl, dem Vergrößerungsfaktor und den kapazitiven und induktiven Eigenschaften der Elektronenbahn.

$$\Delta f_n = \frac{2\pi * (C * L)^{1/2} * (\Delta n)^{1/2}}{k * n^{1/2}}$$



Elektronenbahnkonstellationen



Mit der Vergrößerung der mittleren Bahnradien um einen Faktor $\langle k \rangle$ vergrößern sich die Radien der oberen und unteren Bahngrenze um den gleichen Faktor.

Modell 1 zeigt einen, zeichnerisch ermittelten, Faktor $\langle k \rangle = 1,27$, der mindestens erforderlich ist, damit sich die untere Grenze der äußeren und die obere Grenze der inneren Bahn nicht überschneiden.

Modell 2 hat einen Vergrößerungsfaktor der Bahnen von $2^{1/2} = 1,41$.

Bei Durchnummerierung der Radien ist (Δn) konstant = 2

$$f_n = \frac{2\pi \cdot (C \cdot L)^{1/2} \cdot 2^{1/2}}{k \cdot n^{1/2}} \quad \text{s}^{-1}$$

22/7 ist ein klassischer Wert für π

$$f_n = \frac{44 \cdot 1,414}{7} \cdot \frac{(C \cdot L)^{1/2}}{k \cdot n^{1/2}} \quad \text{s}^{-1}$$

Konstanter Faktor

$$f_n = 8,889 \cdot \frac{(C \cdot L)^{1/2}}{k \cdot n^{1/2}} \quad \text{s}^{-1}$$

Modell 2 hat einen Vergrößerungsfaktor der Bahnen von $2^{1/2} = 1,41$.
 Modell 3 hat einen Vergrößerungsfaktor der Bahnen von $3^{1/2} = 1,73$.
 Modell 2 und Modell 3 können als zwei unterschiedliche chemische Elemente interpretiert werden, die eine Verbindung miteinander eingegangen sind. Jedes Elektron hat ein elektrisches Feld, das sich in Korrelation zu den anderen elektrischen Feldern befindet. Anhand der Lage der Bahnen zueinander wird beispielhaft gezeigt, dass die Geschwindigkeitsvektoren der Elektronen und damit die Impulse aus sich gegenseitig beeinflussenden elektrischen Feldern vielfältige Konstellationen bilden können. Aufgrund des Zusammenhangs zwischen Kreisgeschwindigkeit und Frequenz gilt diese Vielfalt auch für die Bildung unterschiedlicher Frequenzen.

