Physik 'Formelsammlung'

von Clemens Siebler

28. März 2006

Inhaltsverzeichnis

Kapitel 1

Physik Zusammenfassung

1.1 Kinematik

Geschwindigkeit

$$v(t) = v_0 + at$$

Weg

$$s(t) = s_0 + v_0 t + \frac{1}{2}at^2$$

Kraft

$$F = ma$$

Impuls

$$p = mv$$

1.2 Kreisbewegungen

Drehimpuls (r ist der Abstand von Achse und angesetzten Kraft)

$$L = I\omega \ = r \times p$$

Drehmoment (hier ebenso)

$$M = I\alpha \ = r \times F_G$$

Zusammenhang L und M

$$M = \dot{L}$$

Massenträgheitsmoment (allgemeine Formel, wird auch oft J genannt!!!)

$$I = mr^2$$

Rotationsenergie

$$E_{Rot} = \frac{1}{2}I\omega^2$$

Zentrifugalkraft

$$F_Z = \frac{mv^2}{r}$$

Satz von Steiner

$$J_A = J_S + mR^2$$

1.2.1 Winkelgeschwindigkeit, Umlaufzeit,...

Umlaufzeit T

$$T = \frac{2\pi}{\omega}$$

Frequenz f

$$f = \frac{1}{T}$$

Winkelgeschwindigkeit ω

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{v}{r} = \alpha t$$

Bahngeschwindigkeit v (nur wenn alles $\perp$)

$$v = \frac{2\pi r}{T} = \omega r$$

Winkelbeschleunigung α

$$\alpha = \frac{\omega}{t}$$

Bahnbeschleunigung a

$$a = \alpha r$$

1.2.2 Raketenzeug

Die Formeln hier sind mit Vorsicht zu 'genießen'. Es ist (leider) gut möglich, dass sich einige Fehler eingeschlichen haben!

Raktetengleichung (m_G Gasmasse)

$$m_R(t) = m_0 - \frac{dm_G}{dt}t$$

Gasausstoß pro Zeit

$$\frac{dm_G}{dt} = -\frac{dm_R}{dt}$$

Beim Start gilt (t=0, u Ausstoßgeschwindig von Gas)

$$m_G u = m_R v$$

1.3 Planetenzeug

Plantengeschwindigkeit (r ist der Radius der Umlaufbahn)

$$v = \frac{2\pi r}{T}$$

Gravitation (in Abhängigkeit von der Höhe, γ Gravitationskonstante)

$$g(r_{Erde} + h) = \frac{\gamma m_{Planet} m_{Erde}}{r_{Erde-Planet}}$$

Gravitationskraft

$$F_{Grav} = \frac{\gamma m_{Planet} m_{Erde}}{r^2_{Erde-Planet}}$$

Zentrifugalkraft

$$F_{Zent} = \frac{m_{Planet} v^2_{Planet}}{r_{Erde-Planet}}$$

Im 'Weltall' auf einer Kreisbahn gilt:

$$E_{Kin} = \frac{1}{2} E_{Pot}$$

Bei solchen Aufgaben ist E_{Pot} scheinbar stehts negativ!

1.4 E-Felder

Coulombgesetz/Coulombkraft (bei punktförmigen Massen, r ist der Abstand)

$$F_C = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

Coulombenergie (??? Formel aus Klausur...)

$$W_C = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \frac{q_1 q_2}{r}$$

Potential allgemein

$$\phi_a = -\int_0^a E ds$$

Seltsamer Gaußscher Satz

$$q = \epsilon_0 \epsilon_r \oint E dA$$

(Elektrisches Potential (Mit Vorsicht zu genießen, stimmt scheinbar nur bei Kugeln?)

$$(\phi = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \frac{q}{r})$$

1.4.1 Kondensator

Kapazität

$$C = \frac{Q}{U} = \varepsilon_0 \varepsilon_r \frac{A}{d}$$

Elektrische Feldenergie

$$W = \frac{1}{2} C U^2 = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C}$$

Feldstärke (gilt nur im homogenen Feld)

$$E = \frac{U}{d}$$

Feldkraft

$$F = qE$$

(Kugelkondensator)

$$C = 4\pi \varepsilon_0 \varepsilon_r \frac{R_1 R_2}{R_1 - R_2}$$

(Räumliche Energiedichte)

$$\varrho_{el} = \frac{1}{2} \varepsilon_0 \varepsilon_r E^2$$

Bei parallel geschalteten Plattenkondensatoren gilt:

$$C_{ges} = C_1 + C_2 + ...$$

Bei seriell geschalteten:

$$\frac{1}{C_{ges}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + ...$$

(Bei Widerständen ist es gerade vertauscht!)

Hat man einen PK mit einem Dielektrikum darin, das 'beide Platten berührt', dann kann man daraus 2 parallele PK machen (Fläche entsprechend aufteilen!). Bei einem Dielektrikum, das die ganze Fläche abdeckt, aber die andere Platte nicht berüht, teil man das Ganze in 2 seriell geschaltete PK auf.

1.4.2 Beschleunigung von Elektronen

Gegeben: Bescheunigungspannung U_b
Gefragt: Wie schnell kann man damit ein Teilchen beschleunigen?

$$\frac{1}{2} m v^2 = q U_b$$

$E = qU$ ist dabei die elektrische Energie.

1.5 Magnetismus

Magnetische Flussdichte (s wirksame Leiterlänge $\perp$ zu Feldlinien)

$$B = \frac{F}{Is} = \mu_0 \frac{n}{l} I$$

Die magnetische Flussdichte ist meist < 1, sonst handelt es sich um ein sehr starkes Feld.

Magnetische Flussdichte (schlanke Spule)

$$B = \mu_0 \frac{n}{l} I$$

Magnetische Flussdichte (2 Stromkabel mit Abstand a)

$$B = \mu_0 \frac{I}{2\pi a}$$

Magnetische Flussdichte in anderem Material

$$B_M = \mu_r B$$

Permeabilitätszahl

$$\mu_0 = 1,257 \cdot 10^{-6} \frac{Vs}{Am}$$

Lorenzkraft

$$F_L = q v_s B$$

Lorenzkraft (bei stromdurchflossenem Leiter)

$$F_L = IBl$$

Kreisbahn - Schießt ein Teilchen mit v_s in ein homogenes B-Feld rein, senkrecht zu den Feldlinien, so durchläuft es eine Kreisbahn. Fliegt es schräg rein, eine Schraubenbahn, bei parallel passiert (natürlich) nix. Für den Radius dieser Bahn gilt dann:

$$r = \frac{v_s}{B \frac{e}{m}}$$

Induktivität

$$L = \frac{\mu_0 n^2 A}{l}$$

Magnetischer Fluss (pro Windung)

$$\phi = BA = LI$$

Induktionsspannung

$$U_{ind} = n\dot{\phi}$$

Energie

$$E_{mag} = \frac{1}{2} L I^2$$

1.5.1 Was man über Strom wissen sollte?!

Folgendes kann man scheinbar hin und wieder gebrauchen...

Anzahl der Elektronen im Leiter $z = nAl$
Stromdichte $j = nev$
Strom $I = jA$
n=$\frac{ZahlderLadungen}{Volumen}$

1.5.2 Transformator

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{N_2} = \frac{I_2}{I_1} = n$$

Verwendet man leitendes Material, so entstehen Wirbelströme.

1.6 Schwingungen

'Ansatz' für Schwingungen

$$\varphi(t) = \varphi_0 \cos \omega t$$

Winkelgeschwindigkeit eines idealen Pendel

$$\omega = \sqrt{\frac{g}{l}}$$

...todo...

1.7 Schwingkreis

1.7.1 RC - Widerstand und Kondensator

Zeitkonstante (Einheit: s)

$$\tau = RC$$

Beim Aufladen gilt

$$U_0 = U_R + U_C$$

Kapazitiver Widerstand ('R bei Kondensator')

$$\chi_C = \frac{1}{\omega C}$$

Effektive Spannung

$$U_{eff} = \frac{U_0}{\sqrt{2}}$$

Da $U = RI$ gilt für U_{eff} (kann man sich leicht herleiten)

$$U_{eff} = \frac{\chi_C I_0}{\sqrt{2}}$$

1.7.2 LC - Spule und Kondensator

Periode berechnen über

$$\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

Nach der Zeit T ist man wieder sozusagen beim 'Startzustand' angekommen. Wenn am Kondensator keine Spannung anliegt dann ist die magnetische Flussdichte der Spule natürlich maximal.

Induktiver Widerstand ('R bei Spule')

$$\chi_L = \omega L$$

...todo...

1.7.3 LCR - Spule, Kondensator und Widerstand

Impedanz Z

$$Z = \sqrt{R^2 + (\chi_L - \chi_C)^2}$$
$$Z(f_0) = R$$

Stromstärke

$$I = \frac{U_0}{Z}$$

Eigenfrequenz

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

1.8 Wellen

Ansatz

$$y = y_0 \sin(kx + \omega t)$$

Wellenlänge (daraus ggf. k berechnen)

$$\lambda = \frac{2\pi}{k}$$

Phasengeschwindigkeit (oft auch c genannt)

$$v_{ph} = \frac{\omega}{k} (= \lambda v)$$

Gruppengeschwindigkeit

$$v_{gr} = \frac{d\omega}{dk}$$

k ist die Wellenzahl und ω die Kreisfrequenz.

Für einen Grundton gilt:

$$\frac{\lambda}{2} = l$$

1.9 Atomverfallzeug

1.9.1 Grundlagen

Geben ist ein Atom:

$${}_{Z}^{A}Kern$$

Was hat es damit auf sich?
A ist die Massenzahl (= Anzahl der Nukleonen im Kern, relatives Atomgewicht)
Z ist die Kernladungszahl (= Photonzahl, Ordnungszahl)

Die Neutronen und Protonenmasse ist fast gleich, also kann man stets $m_n = m_p$ verwenden. Die Masse von einem Kern K ist gerade $m_K = Massenzahl \cdot m_p$

Wenn E_{kin} in eV angeben wird, dann logischerweise noch mit e multiplizieren, damit man damit 'arbeiten' kann.

1.9.2 Zerfallsprozesse

Ganz salopp gesagt: Geben ist ein Atomkern B mit Massenzahl A und Ordnungszahl Z. Dieser zerfällt dann in einen Folgekern C und ein α- oder β-Teilchen (und es wird noch (kinetische) Energie frei).

Wird ein α -Teilchen abgespalten, dann liegt eine α-Zerfall vor. Entsprechendes gilt für β.

Massenzahl und Kernladungszahl von C berechnen sich nun wiefolgt:

α-Zerfall

$${}_{Z}^{A}B \rightarrow_{Z-2}^{A-4} B +_{2}^{4} \alpha(+E_{kin})$$

β-Zerfall

$${}_{Z}^{A}B \rightarrow_{Z+1}^{A} B +_{1}^{0} -e$$

Beim γ-Zerfall bleiben A und Z gleich.

1.9.3 Kurze Zusammenfassung

Die 3 wichtigsten radioaktiven Zerfallsarten:
α-, β-, γ-Strahlung

Diese Teilchen werden bei den Zerfällen emittiert:
α-Strahlung: Heliumkerne
β-Strahlung: Elektronen
γ-Strahlung: Photonen

Diese Wechselwirkungen sind dafür verantwortlich:
α-Strahlung: starke WW
β-Strahlung: schwache WW
γ-Strahlung: elektromagnetische WW

Änderung der Massenzahl A und der Kernladungszahl:
α-Strahlung: $A \rightarrow A-4, Z \rightarrow Z-2$
β-Strahlung: $A \rightarrow A, Z \rightarrow Z+1$
γ-Strahlung: $A \rightarrow A, Z \rightarrow Z$

Energie die bei Emission frei wird (R Rydbergkonstante)

$$\Delta E = E_{n_2} - E_{n_1} = R_y(\frac{1}{n_2^2} - \frac{1}{n_1^2})$$

1.10 Interferenz

1.10.1 Doppelspalt bzw. Gitter

k kann bei diesen Aufgaben natürlich immer $\pm k$ sein! λ ist die Wellenlänge

Winkel für das k. Maxima beim Doppelspalt (d Spaltabstand)

$$\sin \alpha_k = k\frac{\lambda}{d}$$

Winkel für das k. Maxima beim Gitter (g Gitterkonstante)

$$\sin \alpha_k = k\frac{\lambda}{g}$$

Die Gitterkonstante ist der Abstand zweier Spaltmitten.

Der Vollständigkeit halber:

Winkel für das k. Minima beim Doppelspalt

$$\sin \alpha_k = (k + \frac{1}{2})\frac{\lambda}{d}$$

Winkel für das k. Minima beim Gitter (g Gitterkonstante)

$$\sin \alpha_k = (k + \frac{1}{2})\frac{\lambda}{g}$$

1.10.2 Einzelspalt

Winkel für das k. Minima beim Einzelspalt

$$\sin \alpha_k = k\frac{\lambda}{b}$$

Winkel für das k. Maxima beim Einzelspalt

$$\sin \alpha_k = (k + \frac{1}{2})\frac{\lambda}{b}$$

1.10.3 Wissensfragen bzw. Fakten

Was ist der Unterschied zwischen dem Beugungsbild des Doppelspalts und dem des Gitters?
Die Maxima bzw. die Minima befinden sich an den gleichen Stellen. Beim Doppelspalt sind die Maxima im Vergleich zum Gitter wesentlich breiter, dafür ist die Intensität wesentlich geringer. Beim Gitter sind die Maxima also weniger breit, dafür weisen sie eine wesentlich höhere Intensität auf.

Verwendet man Elektronen für das Doppelspaltexperiment (entspr. fester Impuls), so kann man das selbe Bild sehen (da $p_{Elektron} = \frac{h}{\lambda}$, also Wellenlänge fest).

Ist die Spaltbreite beim Doppelspalt nicht viel kleiner als der Abstand der Spaltmitten, so wirkt sich das Bild des Einzelspalt noch mit auf das gesamte Beugungsbild aus:
'Bei endlicher Spaltbreite der Spaltöffnung bestimmt das Beugungsmuster des Einzelspalts als Einhüllende den Intensitätsverlauf der Beugungsmaxima des Doppelspalts.'

1.11 Optik

Kurz und knapp...
Brechungsindex (zwischen Licht und Material G)

$$\frac{c_0}{c_G} = \frac{n_G}{n_0}$$

1.12 Quantenphysik

Noch nicht komplett, nur kurz ein paar Sachen aufgeschrieben!

c_0 bezeichnet ab hier immer die Lichtgeschwindigkeit ($c_0 \approx 3 \cdot 10^8 \frac{m}{s}$)

Energie eines Photons

$$E = hf$$

Umwandlung Frequenz-Wellenlänge

$$c_0 = \lambda f$$

Impuls

$$p = \frac{h}{\lambda}$$

Elektronen aus Metalloberfläche lösen (gilt nur für das 'schnellste' Elektron)

$$hf = E_{kin} + W_A$$

hf ist die Energie des Photons, das auf die Metalloberfläche trifft. W_A ist die 'Austrittsarbeit', also die Arbeit die benötigt wird, um das Elektron aus dem Metall zu lösen. Für allgemeine Elektronen kommt noch die Arbeit W_S hinzu, die die verbrauchte Energie durch Stöße an anderen Teilchen beschreibt.

Oft hat man schon den Impuls ausgerechnet und braucht jetzt die kinetische Energie von einem Teilchen (z.B. Elektron). Dazu verwendet man $E_{kin} = \frac{p^2}{2m}$ (kann man sich leicht herleiten!)...