

Aufgaben für den Master "Mechatronik + Robotik":

1.) Zwei identische Ladungen $q = 2,8 \cdot 10^{-7} \text{ C}$ und Masse $m = 1 \text{ g}$ hängen am gleichen Aufhängungspunkt an Fäden der Länge $l = 20 \text{ cm}$. Wie groß ist im Gleichgewichtszustand der Winkel des Fadens mit der Vertikalen?

[Lösung: $43,5^\circ$]

2.) Zwei Punktladungen von $2 \cdot 10^{-7} \text{ C}$ und $-3 \cdot 10^{-7} \text{ C}$ sind $0,1 \text{ m}$ voneinander entfernt. Wo auf der Verbindungslinie ist das elektrische Feld Null?

[Lösung: $0,4449 \text{ m}$]

4.) Licht von einer Wellenlänge von 300 nm falle auf Kalium. Die emittierenden Elektronen haben eine maximale kinetische Energie von $2,03 \text{ eV}$.

a) Wie groß ist die Energie der einfallenden Photonen?

b) Wie groß ist die Austrittsarbeit für Kalium?

c) Wie groß ist die maximale Bremsspannung, wenn das einfallende Licht eine Wellenlänge von 430 nm besitzt?

d) Wie groß ist die Grenzwellenlänge des Photoeffekts für Kalium?

[Lösung: $4,14 \text{ eV}$; $2,11 \text{ eV}$; $0,78 \text{ V}$; 589 nm]

11.) Wie viele Photonen werden in einer Sekunde von einer gelben Lampe (Wellenlänge = 600 nm) von 10 W Leistung emittiert?

[Lösung: $3 \cdot 10^{19}$]

15.) Berechnen Sie die Energie und die Wellenlänge der Photonen für die langwelligste Linie der Balmer-Serie.

[Lösung: 658 nm]

16.) Berechnen Sie die Energie und die Wellenlänge der Photonen für die kurzwelligste Linie der Paschen-Serie.

[Lösung: 823 nm]

17.) Ein Wasserstoffatom befinde sich in seinem zehnten angeregten Zustand. Es wird das Bohr'sche Atommodell vorausgesetzt.

Wie groß ist der Radius der entsprechenden Kreisbahn des Elektrons?

Wie groß ist der Drehimpuls des Elektrons?

Wie groß ist seine kinetische -, potentielle - und Gesamtenergie?

[Lösung: $6,4 \text{ nm}$; $1,16 \cdot 10^{-33} \text{ kgm/s}$; $0,113 \text{ eV}$; $-0,225 \text{ eV}$; $-0,112 \text{ eV}$]

23.) E1.5

Berechnen Sie die Energiezustände von atomaren Wasserstoff sowie die Wellenlängen der Übergänge $E_2 \rightarrow E_1$ sowie $E_3 \rightarrow E_2$.

[Lösung: -; 122 nm ; 656 nm]

24.) E2.5

Berechnen Sie die Dopplerverbreiterung im He-Ne-Laser (bei $100 \text{ }^\circ\text{C}$) und vergleichen Sie das Ergebnis mit der gemessenen Linienbreite von $1,5 \text{ GHz}$.

[Lösung: $1,4 \text{ GHz}$]

26.) E1.2

Wieviele Photonen pro Sekunde strahlt eine He-Ne-Laser ($\lambda = 633 \text{ nm}$) mit $P = 1 \text{ mW}$ ab?
Wie hoch ist die Photonenenergie in Joule und in Elektronenvolt?

[Lösung: $3,2 \cdot 10^{15}$; $3,1 \cdot 10^{19} \text{ J}$; $1,9 \text{ eV}$]

28.) E13.1

Welche Längenänderungen dürfen bei einem 50 cm langen He-Ne-Laser auftreten, damit die Frequenzschwankung höchstens 1 MHz beträgt?

[Lösung: 1 nm]

29.) E13.2

Wie lang darf ein He-Ne-Laser und CO_2 -Laser bei $T=100^\circ\text{C}$ sein, damit nur ein longitudinaler Mode auftritt?

[Lösung: $0,1 \text{ m}$, $2,5 \text{ m}$]

30.) E13.8

Ein Resonator wird aus zwei Spiegeln mit den Radien $R_1 = -0,8 \text{ m}$ und $R_2 = 1,2 \text{ m}$ gebildet. Geben Sie den Spiegelabstand an, ab welchem der Resonator instabil wird?

[Lösung: $L > 1,2 \text{ m}$ und $L < 0,4 \text{ m}$]

31.)

Wie groß ist für einen He/Ne - Laser (Resonatorspiegel $R_1 = 800 \text{ mm}$ und $R_2 = 1000 \text{ mm}$, Resonatorlänge $1,5 \text{ m}$) der Strahltaillenradius, und wo liegt die Strahltaille?

Geben Sie zusätzlich die Laserstrahlradien am Ort der Spiegel an.

Zeichnen Sie eine Skizze der Strahlgeometrie.

[Lösung: $0,258 \text{ mm}$; 625 mm ; $0,552 \text{ mm}$; $0,730 \text{ mm}$]

32.) E12.1

Beweisen Sie für den TEM_{00} -Mode, dass an der Stelle des Strahlradius w die Intensität auf $13,5 \%$ gefallen ist. Wie groß ist die Intensität bei $r = 2w$?

[Lösung: $0,03\%$]

33.) Ein Laserstrahl schwingt in seinem transversalen Grundmode. Sein Strahldurchmesser beträgt $0,8 \text{ mm}$. Wie breit ist der Laserstrahl bei 60% der maximalen Intensität?

[Lösung: $0,404 \text{ mm}$]

34.) E12.2

Beweisen Sie: Bei einem Gaußstrahl liegt $86,5 \%$ der Laserleistung innerhalb des Strahlradius w_0 .

35.) E12.5

Ein He-Ne-Laser von 1 m Länge besitzt am Ausgangsspiegel einen Strahlradius von $w = 0,6 \text{ mm}$. Der Resonator besteht aus zwei Spiegeln mit gleichen Krümmungsradien. Wie groß ist die Strahltaille?

[Lösung: $0,574 \text{ mm}$ oder $0,175 \text{ mm}$]

36.) Im Laserlabor kann man einen Resonator mit zwei Spiegeln der Krümmungsradien

$R_1 = 700 \text{ mm}$ und $R_2 = 1000 \text{ mm}$ aufbauen. Zeichnen Sie ein Diagramm der Funktion $g_1 g_2(L)$.

Berechnen Sie vorher die Längen L von $g_1 g_2 = 0$, $g_1 g_2 = 1$ und vom Minimum.

Berechnen Sie auch den Wert des Minimums.

09.02.2019

37.) E13.3

Wie groß ist die Divergenz eines He-Ne-Lasers (TEM₀₀-Mode) mit einem Strahltaillendurchmesser von 0,7 mm? Welcher Strahldurchmesser tritt in einem Abstand von 10 m vom Laser auf?

[Lösung: $0,58 \cdot 10^{-3}$ rad ; 11,5 mm]

39.) E13.6

Berechnen Sie bei einem 1 m langen He-Ne-Laser mit fokalem Resonator die Strahldurchmesser in der Mitte und am Ausgang des Lasers ($\lambda = 632,8$ nm).

[Lösung: 0,84 mm ; 0,96 mm]

51.) D1

Ein Resonator der Länge $L=2$ m habe einen konvexen Spiegel mit dem Radius $R_1 = -6$ m. Wie müsste der Radius R_2 des zweiten, konkaven Spiegels gewählt werden, damit der Resonator stabil ist?

[Lösung: $2\text{m} \leq R_2 \leq 8\text{m}$]

52.) D2

Ein Nd-YAG Laser bestehe aus zwei gleichen Konkavspiegeln mit Radius R und einer Resonatorlänge von 1,5 m. Wie groß ist R , wenn die Strahltaile $w_0 = 0,6633$ mm ist?

[Lösung: 3m]

53.) D3

Ein Laserresonator bestehe aus zwei unterschiedlichen konkaven Spiegeln. Die Strahltaile teilt den Resonator im Verhältnis 2:1. Für die Spiegelparameter gilt $g_1 g_2 = 0,5$. Berechnen Sie die Radien R_1 und R_2 in Abhängigkeit von L .

[Lösung: $R_1=2,78L$; $R_1'=0,72L$; $R_2=4,56L$; $R_2'=0,438L$]

54.) D4

Ein symmetrischer Resonator habe die Spiegelradien $R=3L/2$. Werden die Spiegelradien auf den Wert $R'=kL$ geändert, vergrößert sich der Strahlradius auf den Spiegeln um den Faktor $\sqrt{2}$.

Wie groß ist k ?

[Lösung: 0,531 oder 8,47]

55.) D17

Ein Konkav - Konvex Resonator eines ND-YAG Lasers habe die Länge $L=3$ m. Der Konkavspiegel habe den Radius 4m, der Konvexspiegel einen von 1,5m.

a.) Ist der Resonator stabil?

b.) Wo liegt die Strahltaile?

c.) Berechnen Sie die Strahlradien auf den Spiegeln und die Strahltaile.

d.) Zeichnen Sie eine Skizze.

e.) Wie groß ist der Divergenzwinkel Θ ? Welche Besonderheit liegt vor?

[Lösung: ja; 3,857m; 2,65mm; 0,766mm; 0,501mm; 0,675mrad]

56.) D7

Ein CO₂ - Laser besitze einen plan-konkaven Resonator der Länge 2m. Der Laserstrahl hat einen Divergenzwinkel Θ von 0,916 mrad. Wie groß ist der Krümmungsradius des konkaven Spiegels?

[Lösung: 10,08m]