

# Prüfungsfragen zu Experimentalphysik 2

Gültig für Prüfungen zwischen 15.11.2015-30.05.2016

## 1 Elektrostatik

1. Wie lautet das Coulomb'sche Gesetz? Was bedeuten die verwendeten Formelsymbole und welche Einheiten haben sie?
2. Was ist die Coulomb'sche Drehwaage und was kann mit ihr gezeigt werden?
3. Schreiben Sie die Gleichung zur Berechnung der elektrischen Feldstärke einer inhomogenen Raumladungsverteilung.
4. Schreiben Sie die Gleichung zur Berechnung der elektrischen Feldstärke einer inhomogenen Flächenladungsverteilung.
5. Schreiben Sie die Gleichung zur Berechnung der elektrischen Feldstärke einer inhomogenen Linienladungsverteilung.
6. Beschreiben Sie den Aufbau eines einfachen Elektrometers mit Skizze und erklären Sie seine Funktionsweise.
7. Was versteht man unter dem elektrischen Feld?
8. Was versteht man unter der elektrischen Feldstärke? (Definition und Einheit)
9. Skizzieren Sie das elektrische Feld zweier positiver Punktladungen gleicher Ladung, die voneinander den Abstand  $d$  haben.
10. Skizzieren Sie das elektrische Feld zweier Punktladungen betragsmäßig gleicher Ladung aber entgegengesetzten Vorzeichens, die den Abstand  $d$  voneinander haben.
11. Gegeben ist ein Würfel (Seitenlänge  $a$ ) mit einer homogenen Raumladungsdichte  $\rho$ . Berechnen Sie den vom geladenen Würfel hervorgerufenen elektrischen Fluss durch eine Würfeloberfläche mit Seitenlänge  $2a$ , die symmetrisch um den geladenen Würfel liegt.
12. Gegeben ist eine Punktladung  $Q$ . Berechnen Sie den von der Punktladung ausgehenden elektrischen Fluss durch eine Kugeloberfläche als Funktion des Abstandes  $r$  der Punktladung vom Mittelpunkt der Kugeloberfläche.
13. Wie ist das elektrostatische Potenzial definiert? (Definition und Einheit)
14. Wie lässt sich aus dem elektrostatischen Feld das elektrostatische Potenzial berechnen?
15. Wie lässt sich aus dem elektrostatischen Potenzial die elektrische Feldstärke berechnen?
16. Was versteht man unter Äquipotenziallinien, was unter Feldlinien. Skizzieren Sie beides für eine negative Punktladung.
17. Wie lautet das Gauß'sche Gesetz der Elektrostatik?
18. Leiten sie mithilfe des Gauß'schen Gesetzes den Ausdruck für das elektrische Feld einer homogenen, ebenen Flächenladung her. Erstellen Sie ein Diagramm der elektrischen Feldstärke als Funktion des Normalabstandes von der ebenen Fläche.
19. Leiten Sie ausgehend von dem elektrischen Feld einer homogenen Flächenladung das elektrische Feld eines Plattenkondensators her. Erstellen Sie ein Diagramm der elektrischen Feldstärke als Funktion des Normalabstandes zur positiv geladenen Platte.
20. Wie lässt sich aus dem elektrischen Feld das Kraftfeld auf eine Testladung  $q$  berechnen?
21. Welchen Zusammenhang haben elektrisches Potenzial und potenzielle Energie im elektrischen Feld?

22. Schreiben Sie einen Ausdruck für das elektrische Potenzialfeld einer Punktladung an.
23. Leiten Sie ausgehend vom Gauß'schen Gesetz das elektrische Feld einer homogen geladenen Kugeloberfläche her. Skizzieren Sie das Feld und stellen Sie den Betrag der elektrischen Feldstärke in Abhängigkeit vom Abstand vom Kugelmittelpunkt in einem Diagramm dar.
24. Leiten Sie ausgehend vom Gauß'schen Gesetz das elektrische Feld eines homogen geladenen Kugelvolumens her. Skizzieren Sie das Feld und stellen Sie den Betrag der elektrischen Feldstärke in Abhängigkeit vom Abstand vom Kugelmittelpunkt in einem Diagramm dar.
25. Leiten Sie ausgehend vom Gauß'schen Gesetz das elektrische Feld eines homogen geladenen Zylindervolumens (die Länge sei  $\infty$ ) her. Skizzieren Sie das Feld und stellen Sie den Betrag der elektrischen Feldstärke in Abhängigkeit vom Abstand von der Zylinderachse in einem Diagramm dar.
26. Leiten Sie ausgehend vom Gauß'schen Gesetz das elektrische Feld einer homogen geladenen Zylinderoberfläche (die Länge sei  $\infty$ ) her. Skizzieren Sie das Feld und stellen Sie den Betrag der elektrischen Feldstärke in Abhängigkeit vom Abstand von der Zylinderachse in einem Diagramm dar.
27. Skizzieren Sie das elektrische Feld eines Zylinderkondensators. Wie verteilen sich die Ladungen und warum?
28. Skizzieren Sie einen elektrischen Dipol. Wie lautet Definition und Einheit des elektrischen Dipolmoments?
29. Berechnen Sie die potenzielle Energie eines elektrischen Dipols der Dipolstärke  $D$  im homogenen elektrischen Feld, wenn die Dipolachse um den Winkel  $\alpha$  gegen die Richtung der elektrischen Feldlinien verdreht ist. Erstellen Sie ein Diagramm der potenziellen Energie als Funktion des Winkels  $\alpha$ .
30. Berechnen Sie die Kraft sowie das auf einen Dipol (Dipolstärke  $D$ ) im homogenen elektrischen Feld wirkende Drehmoment als Funktion des Winkels zwischen Dipolachse und elektrischen Feldlinien. Erstellen Sie ein Diagramm.
31. Berechnen Sie die Kraft auf einen Dipol (Ladung  $Q$ , Abstand  $d$ ) im inhomogenen elektrischen Feld  $\mathbf{E}(\mathbf{r})$  für ausgedehnte und punktförmige ( $d \rightarrow$ ) Dipole.
32. Was versteht man unter Influenz?
33. Was ist ein elektrischer Leiter?
34. Was passiert wenn ein Leiter in ein statisches elektrisches Feld gebracht wird. Welche Bedingungen muss das elektrische Feld und -Potenzial an der Leiteroberfläche und innerhalb des Leiters erfüllen?
35. Ein Plattenkondensator mit der Kapazität  $C$  und Plattenabstand  $d_c$  ist auf die Spannung  $U$  geladen und von der Spannungsquelle getrennt. Nun wird eine isolierte Metallplatte (Dicke  $d_m$ ) parallel zu den Kondensatorplatten zwischen diese eingeschoben. Beschreiben Sie was passiert. Berechnen Sie die elektrische Feldstärken vor- und nach Einschieben der Platte. Zeichnen Sie ein Diagramm der elektrischen Feldstärke und des elektrischen Potenzials zwischen den Kondensatorplatten vor und nach Einschieben der Metallplatte.
36. Ein Plattenkondensator mit der Kapazität  $C$  und Plattenabstand  $d_c$  ist an eine Spannungsquelle mit der Spannung  $U$  angeschlossen. Nun wird eine dielektrische Platte (Dicke  $d_b$ , Permittivität  $\epsilon_b$ ) parallel zu den Kondensatorplatten zwischen diese eingeschoben. Beschreiben Sie was passiert. Berechnen Sie die elektrische Feldstärken und dielektrischen Verschiebungsdichten vor- und nach einschieben der Platte. Zeichnen Sie ein Diagramm der elektrischen Feldstärke, der dielektrischen Verschiebungsdichte und des elektrischen Potenzials zwischen den Kondensatorplatten vor und nach Einschieben der dielektrischen Platte.
37. Wie berechnet sich die Kapazität eines Plattenkondensators, wenn die geometrischen Abmessungen und die Permittivität des Isolatormaterials bekannt sind?
38. Wie lässt sich die Kapazität eines Kondensators messen? (Schaltplan und Beschreibung)

39. Was sind Dielektrika?
40. Was versteht man unter Polarisierung? Welche Einheit hat sie?
41. Was versteht man unter der elektrischen Suszeptibilität? Welche Einheit hat sie?
42. Was versteht man unter der dielektrischen Verschiebungsdichte. Wie kann man sie berechnen, wenn das elektrische Feld bekannt ist und welche Einheit hat sie?
43. Ein Plattenkondensator mit Fläche  $A$ , Plattenabstand  $d$ , gefüllt mit einem Dielektrikum mit der relativen Permittivität  $\epsilon$  ist mit der Ladung  $Q$  geladen. Wie groß ist die in ihm gespeicherte Energie?
44. Schreibe die Stetigkeitsbedingungen des elektrostatischen Feldes an ebenen Grenzflächen zwischen zwei homogenen, isotropen Dielektrika an.
45. Was zeigt der Millikan Versuch. Beschreiben Sie ihn.
46. Ein Elektron bewegt sich zum Zeitpunkt  $t_0$  mit der Geschwindigkeit  $v_0$  senkrecht zu den elektrischen Feldlinien in einem elektrischen Feld. Stellen Sie die Bewegungsgleichung auf und beschreiben Sie die weitere Bahn des Elektrons.
47. Welche Arten von Polarisierung können bei einem Dielektrikum auftreten. Was für Voraussetzungen müssen die Moleküle dafür erfüllen?
48. Welchen Wert und Einheit haben die Elementarladung und die Dielektrizitätskonstante (Vakuum-Permittivität)?
49. Wie lässt sich die elektrische Feldstärke im Prinzip messen?
50. Skizzieren Sie den Aufbau eines Digitalvoltmeters und erklären Sie das Messprinzip.

## 2 Strom

1. Was versteht man unter der elektrischen Stromdichte und welche Einheit hat sie?
2. Was versteht man unter dem elektrischen Strom und welche Einheit hat er? Ist der Strom eine vektorielle oder eine skalare Größe? Hat der elektrische Strom eine Richtung?
3. Wie berechnet man den Strom durch eine Fläche, wenn die Stromdichteverteilung bekannt ist?
4. Schreiben Sie den Zusammenhang zwischen Strom, Ladungsträgerdichte und Driftgeschwindigkeit an.
5. Was ist die Driftgeschwindigkeit und welche Einheit hat sie? Wie steht sie in Zusammenhang mit der Stromdichte?
6. Was versteht man unter der Beweglichkeit von Ladungsträgern und welche Einheit hat sie?
7. Was besagt das Ohm'sche Gesetz? Schreiben sie das (lokale) Ohm'sche Gesetz auf.
8. Was versteht man unter dem elektrischen Widerstand? (Definition und Einheit)
9. Was versteht man unter dem spezifischen elektrischen Widerstand und welche Einheit hat er?
10. Beschreiben Sie die elektrische Leitung in Metallen. Wie ändert sich der spezifische Widerstand mit der Temperatur? Begründen Sie.
11. Beschreiben Sie die elektrische Leitung in Halbleitern. Wie ändert sich der spezifische Widerstand mit der Temperatur? Begründen Sie.
12. Beschreiben Sie die elektrische Leitung in Gasen. Skizzieren Sie die Strom-Spannungscharakteristik eines ionisierten Gases und benennen Sie die Bereiche.
13. Beschreiben Sie die Ionenleitung in Flüssigkeiten (Entstehung der Ionen, Ursache und Richtung der Drift verschiedener Ionen, Elektrodenbenennung, Materialabscheidung).
14. Erklären Sie die Bedeutung und Definition der Faraday-Konstante und des elektrochemischen Äquivalentes

15. Nennen und erklären Sie die Erzeugungsmechanismen für freie Ladungsträger in Gasen.
16. Welche Bedingung muss erfüllt sein, damit bei Gasen eine selbständige Entladung eintritt?
17. Beschreiben Sie die drei unterschiedlichen Typen von Gasentladungen.
18. Was versteht man unter Innenwiderstand, Klemmspannung und elektromotorischer Kraft?
19. Wie groß ist der Innenwiderstand einer idealen Spannungsquelle bzw. einer idealen Stromquelle?
20. Wie kann man den Kurzschlußstrom und den inneren Widerstand eines Akkumulators durch Strom- und Spannungsmessung ermitteln, ohne den Akku wirklich kurzzuschließen? Schaltungsskizze!
21. Zeichnen Sie das Ersatzschaltbild einer mit einem Widerstand  $R$  belasteten Stromquelle mit Innenwiderstand  $R_i$  und elektromotorischer Kraft  $U$ . Berechnen Sie einen Ausdruck für die Klemmspannung.
22. Wie funktioniert ein galvanisches Element?
23. Was ist die elektrochemische Spannungsreihe?
24. Beschreiben Sie den Seebeck-Effekt und die Ursache der Thermospannung.
25. Beschreiben Sie den Peltier-Effekt.
26. Beschreiben Sie die Funktion eines Analog-Digital-Umsetzers im Dual-Slope Verfahren
27. Die maximal messbare Spannung eines Voltmeters mit Innenwiderstand  $R_i$  ist  $U_m$ . Der Messbereich soll auf  $10U_m$  erweitert werden. Zeichnen und dimensionieren Sie eine Widerstandsschaltung die dies ermöglicht. Wie groß ist der Innenwiderstand dieser Schaltung?
28. Die maximal mit einem Amperemeter (Innenwiderstand  $R_i$ ) messbare Strom sei  $I_m$ . Der Messbereich soll auf  $10I_m$  erweitert werden. Zeichnen und dimensionieren Sie eine Widerstandsschaltung die dies ermöglicht. Wie groß ist der Innenwiderstand dieser Schaltung?
29. Skizzieren Sie den Aufbau eines Digital-Amperemeters und erklären Sie das Messprinzip.

### 3 Statische Magnetfelder

1. Was besagt das Ampér'sche Gesetz?
2. Berechnen Sie ausgehend vom Ampér'sche Gesetz das magnetische Feld eines stromdurchflossenen, unendlich langen, geraden, zylindrischen Leiters im Vakuum. Skizzieren Sie den Verlauf der Feldlinien und erstellen Sie ein Diagramm der magnetischen Feldstärke in Abhängigkeit des Abstandes von der Zylinderachse.
3. Leiten Sie ausgehend vom Ampér'sche Gesetz einen Ausdruck für die magnetische Feldstärke im Inneren einer dünnen, langen Zylinderspule her. Skizzieren Sie den Verlauf der Feldlinien.
4. Was versteht man unter „magnetischer Erregung“ und wie hängt sie mit der magnetischen Feldstärke bzw. Flussdichte zusammen?
5. Welche Einheiten haben magnetische Erregung, magnetische Feldstärke bzw. Flussdichte und magnetische Induktionskonstante (Vakuum-Permeabilität). Welchen Wert hat die magnetische Induktionskonstante?
6. Was sind Helmholtz-Spulen und welche spezielle Eigenschaften haben sie?
7. Was ist die Lorentzkraft und wie lässt sie sich berechnen. Skizzieren Sie die Richtung aller relevanten vektoriellen Größen zueinander.
8. Erklären Sie ausgehend von der Lorentzkraft die Kraft auf einen stromdurchflossenen Leiter im homogenen Magnetfeld und leiten Sie einen Ausdruck für die Kraft als Funktion der Stromstärke her. Erstellen Sie eine Skizze mit allen relevanten Vektoren!
9. Wie ist die SI-Einheit der Stromstärke definiert?

10. Was ist die Lorentzkraft und wie lässt sie sich experimentell demonstrieren?
11. Beschreiben Sie die Funktion einer magnetische Linse.
12. Beschreiben Sie Funktion und Aufbau eines Wien-Filters.
13. Was versteht man unter Hall-Effekt. Leiten Sie ausgehend von der Lorentzkraft einen Ausdruck für die Hall-Spannung bei einem Leiter mit rechteckigem Querschnitt her. Das Magnetfeld sei senkrecht auf die Stromdichte und auf eine Seite des Leiters.
14. Was ist das magnetische Dipolmoment und welche Einheit hat es?
15. Berechnen Sie das magnetische Dipolmoment einer ebenen, quadratischen Stromschleife mit Seitenlänge  $a$ , die vom Strom  $I$  durchflossen wird.
16. Schreiben Sie einen Ausdruck für das Drehmoment und die Kraft auf einen magnetischen Dipol im homogenen Magnetfeld an.
17. Was versteht man unter Magnetisierung und magnetischer Suszeptibilität? Welche Einheiten haben sie?
18. Welche magnetischen Stoffklassen gibt es und welche Eigenschaften haben sie?
19. Wie lässt sich die magnetische Feldstärke messen?

## Zeitlich veränderliche Felder

1. Schreiben Sie das Faraday'sche Induktionsgesetz an. Erklären Sie, welche möglichen Prozesse zu einer induzierten Spannung führen können.
2. Was besagt die Lenz'sche Regel?
3. Eine offene Stromschleife befindet sich im homogenen magnetischen Feld, das mit der Zeit abnimmt. Wählen Sie ein Feldrichtung, sodass eine Spannung induziert wird. Skizzieren Sie die Anordnung und zeichnen Sie die Polarität der an den Enden der Leiterschleife induzierten Spannung ein.
4. Eine geschlossene Stromschleife mit vernachlässigbarem Widerstand befindet sich im homogenen magnetischen Feld, das mit der Zeit abnimmt. Wählen Sie die Richtung des magnetischen Feldes so, dass ein Strom induziert wird. Skizzieren Sie die Anordnung und zeichnen Sie die Richtung der induzierten Stromdichte und des induzierten Magnetfeldes ein.
5. Was versteht man unter Wirbelströmen?
6. Wie ist der Koeffizient der Selbstinduktion bzw. die Induktivität definiert und welche Einheit hat sie?
7. Wie kann man die Induktivität einer Spule ermitteln? (Schaltplan und Beschreibung)
8. Zeigen Sie, dass die Selbstinduktion einer dünnen, lange Spule etwa  $\mu_0 n^2 l A$  ist, wobei  $n$  die Windungsdichte,  $A$  die Querschnittsfläche und  $l$  die Länge der Spule sind.
9. Was versteht man unter Gegeninduktion (gegenseitige Induktion) und welche Einheit hat sie?
10. Wie berechnet sich der Energieinhalt des elektrostatischen Magnetfeldes?

## 5 Elektrotechnische Anwendungen

1. Beschreiben Sie den Aufbau einer Haupt- bzw. einer Nebenschluss-Maschine. (Skizze und Benennung aller wesentlicher Bauteile)
2. Beschreiben Sie den Aufbau eines Asynchron-Motors mit Kurzschluss-Läufer. (Skizze und Benennung aller wesentlicher Bauteile)
3. Was ist Wechsel bzw. Drehstrom? (Diagramm der Leiterspannungen vs. Zeit)

4. Was versteht man unter Stern- bzw. Dreieckschaltung eines Verbrauchers? (Schaltplan, Strang- und Außenleiterspannung, Leistung bei Ohm'schen Verbrauchern)
5. Was der Effektiv- und Scheitelwert einer Wechselspannung?
6. Was versteht man unter Wirk-, Blind-, und Scheinleistung und wie kann man sie aus Strom- und Spannung berechnen?
7. Leiten Sie einen Ausdruck für die Gesamtimpedanz eines gedämpften Serienschwingkreises her. Der Schwingkreis sie an eine Spannungsquelle mit variabler Frequenz angeschlossen. Erstellen Sie ein Diagramm von Phase und Amplitude des Stromes durch den Serienschwingkreis als Funktion der Frequenz.
8. An eine Wechselspannungsquelle sind wahlweise ein Widerstand, ein Kondensator oder eine Spule angeschlossen. Schreiben Sie die jeweiligen Ausdrücke für die komplexe Impedanz an und zeichnen Sie die zugehörigen Zeigerdiagramme für Strom und Spannung.
9. Beschreiben Sie die Funktionsweise eines Transformators. Welche Beziehung lässt sich zwischen Spannung von Primär- und Sekundärseite bei vollständiger Kopplung und rein ohm'scher Belastung angeben?
10. Beschreiben Sie Einweg, Zweiweg und Brückengleichrichter. (Schaltpläne und Spannungsverlauf am belasteten Ausgang).
11. Beschreiben Sie die Charakteristika einer Diode. Skizzieren Sie die Strom-Spannungs-Kennlinie einer Diode.

## 6 Elektromagnetische Schwingungen und Wellen

1. Zeichnen Sie den Schaltplan eines gedämpften Serienschwingkreises und erstellen Sie ein Diagramm der im Schwingkreis verbrauchten Wirkleistung als Funktion der Frequenz.
2. Zeichnen Sie den Schaltplan eines gedämpften Parallelschwingkreises und erstellen Sie ein Diagramm der im Schwingkreis verbrauchten Wirkleistung als Funktion der Frequenz.
3. Erstellen Sie das Zeigerdiagramm für Strom und Spannung eines an eine Wechselspannungsquelle angeschlossenen, gedämpften Serienschwingkreis für eine Frequenz unterhalb, oberhalb und bei der Resonanzfrequenz. Zeichnen Sie auch alle Teilspannungen bzw. Ströme an den einzelnen Bauelementen ein.
4. Gegeben sei ein gedämpfter Serienschwingkreis. Zeichnen Sie ein Diagramm des Stromes als Funktion der Zeit nach einem Spannungssprung (  $I(0)=0; \dot{I}(0) \neq 0$  ) am Schwingkreis für den Kriechfall, den Aperiodischen Grenzfall und eine gedämpfte Schwingung.
5. Wie sieht die Abstrahlcharakteristik (räumliche Verteilung der Leistungsabstrahlung in großer Entfernung) eines schwingenden Dipols aus?
6. Was ist Bremsstrahlung und mit welchen Geräten wird sie technisch Erzeugt?

## 7 Elektromagnetische Wellen im Vakuum

1. Was sind ebene elektromagnetische Wellen? Schreiben Sie die Gleichung für das elektrische Feld einer ebenen, harmonischen, elektromagnetische Welle an.
2. Was versteht man unter linearer, elliptischer, zirkulare Polarisation bzw. unter unpolarisiertem Licht?
3. Eine linear polarisierte Welle der Intensität  $I_0$  trifft auf einen Polarisator, der um den Winkel  $\Theta$  gegen die Polarisationsrichtung verdreht ist. Welche Intensität  $I_t$  wird vom Polarisator durchgelassen? Welche Polarisation hat das Licht nach dem Polarisator? (Skizze und Diagramm  $I_{t\Theta}$  )
4. Skizzieren Sie den räumlichen Verlauf des elektrischen und magnetischen Feld einer harmonischen, ebenen elektromagnetischen Welle zu einen Zeitpunkt (Vektoren! ).
5. Was versteht man unter Energiestromdichte und Intensität? Welche Einheiten haben sie?

6. Beschreiben Sie die Leitung elektromagnetischer Wellen zwischen zwei elektrisch leitenden, ebenen Platten.
7. Wellenleitung auf Kabeln: Leiten Sie einen Ausdruck für die Eingangsimpedanz (Wellenwiderstand) eines Kabels mit bekanntem Induktivitäts- und Kapazitätsbelag her.
8. Welchen Spektralbereich hat sichtbares Licht?

## 8 Elektromagnetische Wellen in Materie

1. Was versteht man unter Brechungsindex und was bedeutet ein komplexer Brechungsindex? Wie geht eine komplexer Brechungsindex in die Wellengleichung ein?
2. Schreiben Sie das Beer'sche Absorptionsgesetz an (Skizze). Erstellen Sie ein Diagramm der Intensität als Funktion der Ausbreitungslänge der Welle.
3. Wie sieht der frequenzabhängige Verlauf von Real- und Imaginärteil des Brechungsindex qualitativ aus? Erstellen Sie Diagramme. Eine Absorptionslinie sollte enthalten sein.
4. Zeichnen Sie ein Diagramm mit dem winkelabhängigen Verlauf des Reflexionsvermögens für s- und p-polarisiertes Licht als Funktion des Einfallswinkels für Reflexion am optisch dichteren Medium.
5. Zeichnen Sie ein Diagramm mit dem winkelabhängigen Verlauf des Reflexionsvermögens für s- und p-polarisiertes Licht als Funktion des Einfallswinkels für Reflexion am optisch dünneren Medium.
6. Was bedeutet „Reflexionskoeffizient“ und „Reflexionsvermögen“ (Reflektivität)?
7. Was bedeutet „Transmissionskoeffizient“ und „Transmissionsvermögen“ (Transmissionsgrad)?
8. Erklären Sie mithilfe einer Skizze die Begriffe „Einfallswinkel“, „Reflexionswinkel“, „Brechungswinkel“, „Einfallsebene“. Was bedeutet s- bzw. p-Polarisation?
9. Was ist der Brewsterwinkel? Erstellen Sie eine Skizze einer Luft-Glas Grenzfläche und zeichnen Sie alle mögliche Brewsterwinkel ein. Wie ist der Polarisationszustand der reflektierten und transmittierten Welle bei unpolarisierter einfallender Welle?
10. Was ist Totalreflexion und unter welchen Bedingungen tritt sie auf? Welche Rolle spielt die Polarisation dabei?
11. Was versteht man unter „optischer Weglänge“?
12. Was sind optisch anisotrope Kristalle und wie lassen sich die unterschiedlichen Richtungen der elektrischen Feldstärke und der dielektrischen Verschiebungsdichte mit dem mechanischen Analogmodell verstehen? Wie sieht der Zusammenhang zwischen elektrischer Feldstärke und dielektrischer Verschiebungsdichte dabei formal aus?
13. Was sind optisch einachsige bzw. optisch zweiachsige Kristalle. Wodurch unterscheidet sich deren  $\epsilon$ -Tensoren in Hauptachsendarstellung?
14. Was ist die optische Achse eines doppelbrechenden Kristalles?
15. Zeichnen Sie eine zweidimensionale Darstellung des Indexellipsoides eines optisch einachsigen Kristalles.
16. Was versteht man unter Doppelbrechung. Wie unterscheidet sich das Verhalten von ordentlichem und außerordentlichem Strahl bei optisch einachsigen Kristallen?
17. Beschreiben Sie die Funktion eines dichroitischen und eines Glan-Thompson Polarisators. (Skizze!)
18. Beschreiben Sie die Funktion eines  $\lambda/4$ -Plättchens. Welche Bedingungen muss es erfüllen? (Skizze!)
19. Beschreiben Sie die Funktion eines  $\lambda/2$ -Plättchens. Welche Bedingungen muss es erfüllen? (Skizze!)

20. Was ist optische Aktivität und wie lässt sich eine Platte aus optisch aktivem Material von einer  $\lambda/2$ -Platte unterscheiden?

## 9 Geometrische Optik

1. Wie unterscheiden sich reelle von virtuellen Bildern?
2. Welche Voraussetzungen müssen für die Anwendbarkeit der geometrischen Optik erfüllt sein?
3. Wie lässt sich eine Abbildung durch eine dünne Linse zeichnerisch konstruieren? (Skizze! )
4. Was sind die Hauptebenen einer dicken Linse? (Skizze! )
5. Welche Arten von Abbildungsfehlern unterscheidet man?
6. Was versteht man unter „chromatischer Aberation“?
7. Was versteht man unter „sphärischer Aberation“?
8. Was versteht man unter „Koma“?
9. Was versteht man unter „Astigmatismus“?
10. Was versteht man unter „Bildfeldwölbung“?
11. Was versteht man unter „Verzeichnung“?
12. Was ist eine aplanatische Abbildung?

## 10 Interferenz, Beugung

1. Was ist Interferenz / Kohärenz?
2. Was ist das Huygen-Fresnel'sche Prinzip?
3. Was ist zeitliche Kohärenz und wie lässt sie sich bestimmen?
4. Was ist räumliche Kohärenz und wie lässt sie sich bestimmen?
5. Welchen Einfluss hat die spektrale Breite auf die zeitliche und räumliche Kohärenz?
6. Welchen Einfluss hat die geometrische Größe einer thermischen Lichtquelle auf die zeitliche und räumliche Kohärenz?
7. Skizzieren und erklären Sie das Michelson-Interferometer. Leiten Sie den Ausdruck für die Intensität am Detektor in Abhängigkeit der Spiegelposition her und skizzieren sie ihn in einem Diagramm. Die einfallende Welle sei eben und monochromatisch. Die Einfallrichtung parallel zur optischen Achse.
8. Skizzieren und erklären Sie das Youngsche Doppelspalt-Experiment. Leiten Sie einen Ausdruck für die Intensität des Interferenzmusters in Abhängigkeit vom Beugungswinkel im Limit sehr schmaler Spalte und sehr großem Abstand zwischen Schirm und Doppelspalt her. Die einfallende Welle sei eben und monochromatisch. Die Einfallrichtung ist senkrecht auf die Ebene des Doppelspaltes.
9. Was versteht man unter Vielstrahlinterferenz und an welchen Objekten lässt sie sich beobachten?
10. Skizzieren Sie den Aufbau eines Fabry-Pérot Interferometers. Zeichnen Sie ein Diagramm der Transmission als Funktion der Wellenlänge für geringe und hohe Finesse. Wie ist die Finesse definiert?
11. Leiten Sie einen Ausdruck für die winkelabhängige Intensitätsverteilung in großer Entfernung eines beugenden Einzelspaltes her.
12. Leiten Sie einen Ausdruck für die winkelabhängige Intensitätsverteilung in großer Entfernung eines beugenden Gitters aus sehr dünnen Spalten her.



13. Was ist ein geblazetes Gitter und wo findet es Anwendung? (Skizze! )
14. Was versteht man unter Fresnel- bzw. Fraunhofer Beugung?

## 11 Optische Instrumente

1. Beschreiben Sie die Verhältnisse bei Kurz- bzw. Weitsichtigkeit. Mit welchen Linsen kann sie korrigiert werden? (Strahlengänge! )
2. Wie ist die Vergrößerung bzw. die Winkelvergrößerung optischer Instrumente definiert? (Skizze!)
3. Skizzieren Sie den Strahlengang einer Lupe. Wie berechnet sich die Vergrößerung aus der Brennweite?
4. Skizzieren Sie den Strahlengang eines Mikroskops. Wie berechnet sich die Vergrößerung?
5. Skizzieren Sie den Strahlengang eines Kepler'schen Fernrohres. Wie berechnet sich die Vergrößerung?
6. Skizzieren Sie den Objekt- und Beleuchtungs-Strahlengang eines Projektors?
7. Was versteht man unter dem Auflösungsvermögen eines optischen Instrumentes? Was ist die Rayleigh-Grenze?
8. Wie ist die Numerische Apertur definiert und was bedeutet sie für das Auflösungsvermögen eines Mikroskops (Gleichung)?
9. Was versteht man unter der Eintrittspupille optischer Instrumente? (Skizze! Begrenzende Blende soll nicht mit der Linse zusammenfallen)
10. Was beschreibt die Blendenzahl bzw. F-Zahl?
11. Skizzieren Sie den Strahlengang eines Gittermonochromators und benennen Sie alle Elemente.
12. Wie ist das spektrale Auflösungsvermögen eines Monochromators definiert?
13. Wovon hängt das spektrale Auflösungsvermögen eines Gittermonochromators ab? (Formel+Erklärung! )
14. Was ist der Unterschied zwischen Spektrometer, Spektrograph, Spektroskop und Monochromator?
15. Was besagt die Abbe'sche Abbildungstheorie?