

Fragen zur Vorlesung Licht und Materie

WiSe 2018/19

**Mögliche Prüfungsfragen, mit denen man das
Verständnis des Vorlesungsstoffes abfragen
könnte**

Vorlesung 2: Röntgenbeugung, Regenbogen

Themenkomplex „Röntgenbeugung“:

- Was passiert bei Bestrahlung eines Kristalls mit Röntgenstrahlung und was sind zwei wichtige Schlussfolgerungen daraus?
- Welche Schlüsse konnten aus der Röntgenbeugung gezogen werden?
- Was lernt man von der Röntgenbeugung?
- Welche Informationen können aus einem Röntgenbeugungsexperiment erhalten werden? (Unter welchen Bedingungen?)
- Welches Interferenzmuster deutet auf welche Gitterstruktur?

- Wie lautet die mathematische Bedingung für Interferenz an einem Kristall?
- Wie lautet die Bedingung für konstruktive Interferenz? (+Skizze)
- Was lässt sich mit dem „Bragg-Reflex“ bestimmen?
- Was ist die Bragg-Bedingung und unter welcher Voraussetzung kann mit dieser der Gitterabstand d bestimmt werden?
- Beschreiben Sie ein Experiment, mit dem man den Abstand zwischen zwei Kristallebenen bestimmen könnte.

- Was sind die wesentlichen Unterschiede zwischen dem Laue-Verfahren und dem 2θ -Verfahren? Welche Vor- und Nachteile haben die Verfahren?
- Vergleichen Sie zwei heute gängige Verfahren zur Untersuchung von Röntgenbeugung.

- Warum erhält man mit Röntgenstrahlen ein schärferes Beugungsbild („ohne“ sichtbare Nebenmaxima) als mit sichtbarem Licht?
- Wovon ist die Schärfe der Bragg-Reflexe abhängig?
- Wovon hängt die Intensität der Nebenmaxima bei Interferenz ab?

Themenkomplex „Regenbogen“:

- Wie entsteht ein Regenbogen? (Skizze + Herleitung (Tropfen))
- Leiten Sie aus dem Strahlengang im Wassertropfen die Formel für den Austrittswinkel her und stellen Sie die Funktion „Austrittswinkel als Funktion des Eintrittswinkel im Regentropfen“ graphisch dar.
- Erklären Sie die Entstehung und die Form eines Regenbogens.
- Warum hat der Regenbogen eine Kreisform?
- Wodurch ergibt sich die gebogene Form eines Regenbogens?
- Ist ein Regenbogen immer gleich weit entfernt?
- Warum sieht man manchmal einen doppelten Regenbogen?
- Wie entsteht der doppelte Regenbogen? Wieso sind die Farben umgekehrt?
- Wie entsteht ein Nebenregenbogen?
- Warum liegt bei einem Regenbogen für $\theta_1=90^\circ$ ϕ_A nicht bei 180° ?

Themenkomplex „Fortgeschritten“:

- Spielt der Brechungsindex beim Bragg-Reflex eine Rolle? Warum?
- Welches Beugungsmuster ergibt sich bei der Untersuchung von Wasser?
- Was ist ein Quasikristall?

Vorlesung 3: Regenbogen, Auge, elektromagnetisches Spektrum

Themenkomplex „Regenbogen“:

- Wo wäre ein dritter Regenbogen zu finden? Warum?
- Erläutere den Effekt der Nebensonnen.

Themenkomplex „Licht-Materie-Wechselwirkung“:

- Was ist der Unterschied zwischen Streuung und Reflexion?

Themenkomplex „Auge“:

- Ist das Auge ein gutes Spektroskop?
- Erläutern Sie die Grenzen des Auges als Spektrometer.
- Wie entsteht das menschliche Farbsehen und welche Unterschiede können zu physikalisch gemessenen Wellenlängen/Farben entstehen?

Themenkomplex „Elektromagnetisches Spektrum“:

- Welche verschiedenen Spektralbereiche für elektromagnetische Strahlung gibt es? Nennen Sie verschiedene Alltagsbeispiele für die verschiedenen Bereiche.
- Verknüpfen Sie Bereiche des elektromagnetischen Spektrums mit physikalischen Phänomenen oder mit Anwendungen.
- Stellen Sie die Einheit eV in Abhängigkeit der Wellenlänge dar. Wie ist diese mit der Temperatur verknüpft?
- Auf welcher Energieskala befindet sich sichtbares Licht?
- Auf welcher Frequenzskala befindet sich sichtbares Licht?
- Auf welcher Wellenlängenskala befindet sich sichtbares Licht?
- Wie lässt sich Mikrowellenstrahlung abschirmen?

Themenkomplex „Fortgeschritten“:

- Wie könnte ein Regensensor an einer Windschutzscheibe eines Autos aussehen?
- Wie lassen sich die Koeffizienten bei linearen Licht-Materie-Prozessen messen?
- Erklären Sie Rayleigh- und Mie-Streuung.

Vorlesung 4: Elektromagnetisches Spektrum, Wasser, Mikrowellenherd, Schwarzer Strahler

Themenkomplex „Wasser“:

- Erläutern Sie den Zusammenhang zwischen Absorptionskoeffizient, Intensität und Eindringtiefe der Strahlung am Beispiel Wasser.
- Wie beeinflusst der Brechungsindex von Wasser das Erscheinungsbild des Regenbogens?

Themenkomplex „Mikrowellenherd“:

- Wie funktioniert eine Mikrowelle?
- Wie wird die Mikrowellenstrahlung in einem Mikrowellenherd erzeugt? Welcher Wellenlänge entspricht das?

Themenkomplex „Schwarzer Strahler“:

- Was ist ein schwarzer Strahler?
- Was ist ein schwarzer Körper und wie strahlt er Energie ab?
- Was ist ein schwarzer Strahler und wo findet man diesen?
- Wie sieht die Emission eines schwarzen Strahlers in Abhängigkeit der Frequenz aus ($S(f)$)? Wie verändert sich dieser Graph bei unterschiedlichen Temperaturen ($S(f,T)$)?

Themenkomplex „Elektromagnetisches Spektrum“:

- Welche verschiedenen Spektralbereiche für elektromagnetische Strahlung gibt es? Nennen Sie verschiedene Alltagsbeispiele für die verschiedenen Bereiche.
- Verknüpfen Sie Bereiche des elektromagnetischen Spektrums mit physikalischen Phänomenen oder mit Anwendungen.
- Stellen Sie die Einheit eV in Abhängigkeit der Wellenlänge dar. Wie ist diese mit der Temperatur verknüpft?
- Auf welcher Energieskala befindet sich sichtbares Licht?
- Auf welcher Frequenzskala befindet sich sichtbares Licht?
- Auf welcher Wellenlängenskala befindet sich sichtbares Licht?
- Wie lässt sich Mikrowellenstrahlung abschirmen?

Themenkomplex „Fortgeschritten“:

- Ab wann kann man zwei benachbarte Strukturen nicht mehr unterscheiden?
- Wie kann man die Konstante von $2897,8 \mu\text{m K}$ im Wienschen Verschiebungsgesetz so genau messen?
- Wie kommt man (grob) auf das Plancksche Strahlungsgesetz? Auf das Wiensche Verschiebungsgesetz? Auf das Stefan-Boltzmann-Gesetz?

Vorlesung 5: Treibhauseffekt, Ozonschicht, Sonne

Themenkomplex „Treibhauseffekt“:

- Erklären Sie den Treibhauseffekt.
- Erklären Sie den Treibhauseffekt und warum CO_2 dabei für den Menschen so wichtig ist.
- Was ist das hauptsächliche Treibhausgas? Warum wird CO_2 so stark in den Medien diskutiert?
- Warum wird immer nur über CO_2 im Zusammenhang mit dem Klimawandel geredet, obwohl H_2O viel stärker absorbiert und viel mehr H_2O in der Atmosphäre ist?
- Wieso spielt CO_2 eine große Rolle beim Treibhauseffekt?
- Was sind die entscheidenden Stoffe für den Treibhauseffekt? Was ist mit Wolken?
- Wie kann die Bodentemperatur der Erde (T_B) vereinfacht hergeleitet und erklärt werden?

Themenkomplex „Ozonschicht“:

- Warum dürfen keine FCKW-Gase produziert werden?

Themenkomplex „Sonne“:

- Wie kann die mittlere Oberflächentemperatur der Sonne bestimmt werden?

Themenkomplex „Fortgeschritten“:

- Wie würde T_B durch eine Zwischenschicht beeinflusst werden? (Im Treibhauseffekt-Modell, nun Ebenen mit T_B , T_{A1} und T_{A2})

Vorlesung 6: Licht aus der Sonne, Fraunhoferlinien

Themenkomplex „Sonne“:

- Fällt die Temperatur vom Inneren der Sonne hin zum interplanetaren Raum stetig ab? Warum nicht?
- Erklären Sie den schematischen Aufbau der Sonne. Nehmen Sie Bezug auf Druck und Temperatur der Schichten.
- Wie ist die Sonne aufgebaut und wie verhält sich die Temperatur/Dichte in Abhängigkeit vom Radius?

Themenkomplex „Fraunhoferlinien, Wasserstoffspektrum“:

- Was sind die Fraunhoferlinien und warum werden sie „Linien“ genannt?
- Erklären Sie das Zustandekommen der Fraunhofer-Linien im Sonnenspektrum.
- Erklären Sie das Zustandekommen der Spektrallinien im Spektrum der Sonne.

- Wie viel Energie ist nötig, um das H-Atom aus dem Grundzustand zu ionisieren?
- Was ist der Balmer-Sprung?

Themenkomplex „Fortgeschritten“:

- Wie hoch ist die Strahlungsdichte am Kern der Sonne ($1/4 r_{\text{Sonne}}$) und wie hoch an der Fotosphäre?

Vorlesung 7: Quantenphysik, Photoeffekt

Themenkomplex „Quantenphysik“:

- Was versteht man unter dem Korrespondenzprinzip? Nennen Sie ein Beispiel.
- Erläutern Sie ein Experiment, das auf die Quantisierung einer physikalischen Größe deutet.

Themenkomplex „Photoeffekt“:

- Erklären Sie den Photoeffekt.
- Erkläre den Photoeffekt.
- Erkläre den äußeren Photoeffekt und mögliche Anwendungsmöglichkeiten.
- Beim Photoeffekt wird E_{kin} über hf aufgetragen. Wie lässt sich die kinetische Energie messen? Haben alle Elektronen diese kinetische Energie? Welche Energie E_{kin} wird tatsächlich gemessen?
- Welche physikalische Konstante lässt sich aus dem Photoeffekt bestimmen? Wie?
- Erkläre, wie man experimentell die Austrittsarbeit eines Materials bestimmen kann. Gehe auch auf die daraus resultierende Formel ein.

Themenkomplex „Photoemissionsspektroskopie“:

- Wozu wird die PES verwendet?
- Wie kann mithilfe der PES ein Festkörper untersucht werden?
- Erklären Sie das Prinzip der winkelaufgelösten PES.
- Wie kann mithilfe der Photoemissionsspektroskopie die Bandstruktur eines Festkörpers bestimmt werden?

Themenkomplex „Fortgeschritten“:

- Wie könnte man in der Spektroskopie den Doppler-Effekt vermindern?
(Sättigungsspektroskopie)
- Welche Temperatur besitzt der Festkörper in Abb. 6.3.?

Vorlesung 8: Zwei-Niveau-System, Laser

Themenkomplex „Zwei-Niveau-System“:

- Welche drei Vorgänge gibt es in einem Zwei-Niveau-System?
- Was bedeuten die Vorzeichen in den Rategleichungen?

Themenkomplex „Laser“:

- Erkläre den Aufbau eines Lasers.
- Was ist die Voraussetzung zur Betreibung eines Lasers?
- Was bedeutet Besetzungsinversion und wozu ist sie nötig?
- Was passiert, wenn ein Laser unterhalb seines Gleichgewichtszustands betrieben wird?
- Warum kann ein Laser nicht in einem reinen Zwei-Niveau-System erzeugt werden?
- Wie kann man paralleles Licht (noch außer mit einem Laser) erzeugen?

Themenkomplex „Fortgeschritten“:

- Nenne die grundlegenden Vorteile des Lasers für die (optische) Messtechnik.
- Kann man die stimulierte Emission durch QM-Störungstheorie erklären? (eben wie spontane... mit Störung)

Vorlesung 9: Laser

Themenkomplex „Mehr-Niveau-Systeme für Laser“:

- Beschreiben Sie das 4-Niveau Lasersystem, wie sind die Relaxationen zu realisieren?
- Wie funktioniert das Drei- bzw. Vier-Niveau-System? Warum muss die Relaxation von E_1 auf E_0 schneller als von E_P auf E_2 sein?
- Was sind die Vorteile eines 3-/4-Niveau-Lasers gegenüber einem 2-Niveau-Laser?
- Erklären Sie die Unterschiede zwischen 2-, 3- und 4-Niveau-Laser.

Themenkomplex „Laser“:

- Welche Lasertypen gibt es?
- Es gibt Gas- und Festkörperlaser. Was ist mit Flüssigkeitenlaser?
- Was sind mögliche Anwendungen eines Lasers?
- Nennen Sie mögliche Anwendungen für Laser.
- Welche Vorteile für einen optisch gepumpten Laser bietet eine monochromatische Pumpquelle?

Themenkomplex „Fortgeschritten / nicht prüfungsrelevant“:

- Weshalb ist der 3-Niveau-Laser der Form [Laserübergang zwischen den unteren beiden Niveaus] besser als [Laserübergang zwischen den beiden unteren Niveaus]?
- Mit was versuchte Goldfinger James Bond zu verhöhnen/ermorden?
- Kann ein roter Laser mit infrarotem Licht gepumpt werden?

Vorlesung 10: Optische Spektroskopie

Themenkomplex „Spektroskopie“:

- Welche Spektroskopiemethoden gibt es?
- Nennen Sie einige spektroskopische Methoden.
- Warum benötigt man zwei unabhängige Messgrößen für die Spektroskopie?
- Was gilt bzgl. der Wellenlänge λ des Lichts (relativ zur Größe des Körpers), wenn Phänomene wie Brechung, Reflexion, Beugung auftreten sollen?
- Welchen Einfluss hat die Oberflächenbeschaffenheit der Probe für die optische Spektroskopie?

Vorlesung 11: Theoretische Beschreibung von Licht-Materie-Wechselwirkung

Themenkomplex „Theoretische Beschreibung von Licht-Materie-Wechselwirkung“:

- Leiten Sie die Wellengleichung her und finden Sie eine Lösung.
- Wie unterscheidet sich die Wellengleichung in Materie von der Wellengleichung in Vakuum?
- Weshalb kann die Divergenz des elektrischen Feldes in der Herleitung für die Wellengleichung in einem Medium gleich Null angenommen werden?
- Gegeben sei ein Material mit $\sigma=0$. Erkläre, wie man damit auf die Beziehung $n = \sqrt{\epsilon_1}$ bzw. $n = \sqrt{\epsilon}$ folgern kann, und wann diese Formel gilt.
- Wo findet die Skintiefe Anwendung?

Themenkomplex „Fortgeschritten“:

- Gilt die Dispersionsrelation auch für nicht ebene Wellen?

Vorlesung 12: Theoretische Beschreibung von Licht-Materie-Wechselwirkung

Themenkomplex „Theoretische Beschreibung von Licht-Materie-Wechselwirkung“:

- Was bedeutet es, wenn physikalische Größen vektoriell bzw. als komplexwertige Funktionen ausgedrückt werden?
- Welche physikalischen Bedeutungen haben vektorielle und komplexe Größen?
- Was ist ein Vektor?

- Skizziere den Übergang des E-Feldes von Luft zu Metall und erkläre daran die Formel für die Oberflächenimpedanz Z_s .

Themenkomplex „Kramers-Kronig-Beziehungen“:

- Warum sollte der Imaginärteil der komplexen Frequenz ω nicht negativ sein?
- Welche beiden physikalischen Größen verknüpft die Kramers-Kronig-Relation? Was ist hier Real- und Imaginärteil?
- Was heißt/meint meromorphe Antwortfunktion?

Themenkomplex „Fortgeschritten“:

- Die Leitfähigkeit σ ist richtungsabhängig. Warum wird für die Herleitung der Dispersionsrelation in Materie σ nicht als Tensor betrachtet?

Vorlesung 13: Kramers-Kronig-Beziehungen

Themenkomplex „Kramers-Kronig-Beziehungen“:

- Wie sind der Realteil und der Imaginärteil einer physikalischen Antwortfunktion miteinander verknüpft?
- Was ist die Kramers-Kronig-Beziehung?
- Was sind die Voraussetzungen für eine Antwortfunktion $G(\omega)$, damit die Kramers-Kronig-Beziehungen erfüllt sind?
- Wie wird die Kramers-Kronig-Beziehung mathematisch hergeleitet?
- Wie oder weshalb lassen sich negative Frequenzen umgehen?

Vorlesung 14: Kramers-Kronig-Beziehungen, Kausalität, Summenregel

Themenkomplex „Kramers-Kronig-Beziehungen und Kausalität“:

- Welche (4) Annahmen wurden bei der Herleitung der Kramers-Kronig-Beziehung für $G(\omega)$ getroffen und wie lassen sich diese veranschaulichen?
- Was besagt Kausalität?