

Fragen zur Vorlesung Licht und Materie

WiSe 2017/18

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

Vorlesung 2: Röntgenbeugung, Regenbogen

Themenkomplex „Röntgenbeugung“:

- Erklären Sie den Bragg-Reflex.
- Unter welcher Bedingung treten Bragg-Reflexe in Kristallen auf?
- Wie lautet die Bragg-Bedingung?
- Leiten Sie die Bragg-Bedingung her.
- Wie kann man die Symmetrie in einem Kristall abbilden?
- Wie ist die Größenordnung der Atomanzahl bei einem Kristall im Vergleich zu einem normalen, im Labor verwendeten Gitter?

Themenkomplex „Materie allgemein“:

- Was zeichnet einen Kristall aus?

Themenkomplex „Regenbogen“:

- Wie entsteht ein Regenbogen?
- Welche Aussage kann man auf Grund der Form eines Regenbogens über die Form der Regentropfen treffen?
- Warum ist der Regenbogen kreisförmig?
- Warum spielt die Höhe der Sonne über dem Horizont eine Rolle bei der Entstehung eines Regenbogens?
- Warum sieht Regenbögen häufig morgens oder abends?
- Warum haben Regenbogen eine scharfe und eine „schwache“ Kante?

Fortgeschritten:

- Bis zu welchem Breitengrad ist ein Regenbogen zu sehen?
- Warum ist der 3. Regenbogen sehr schwer zu beobachten?
- Wie sähe ein Regenbogen aus, wenn Regentropfen eine andere Form hätten? (Z.B: oval, kubisch, torus-artig...)
- Welche Verfahren der Röntgenbeugung wendet man an, um a) λ , b) die Gitterkonstante zu bestimmen? Warum?

Vorlesung 3: Farbsehen, elektromagnetisches Spektrum

Themenkomplex „Regenbogen“:

- Skizzieren Sie die Entstehung von Nebensonnen.

Themenkomplex „Farbsehen“:

- Welche Eigenschaften von Ohr und Auge sind auch für ein Spektrometer wichtig?
- Beschreibe die Anatomie von menschlichen Augen bzw. Ohren und diskutiere diese in Anbetracht der Spektroskopie.
- Ist das Auge ein (gutes) Spektrometer?

- Wie funktioniert der physiologische Prozess des Farbsehens?

- Warum kann eine Farbe durch das Auge nicht exakt einer Frequenz zugeordnet werden?
- Warum ist mit dem Auge keine eindeutige Farbzuordnung möglich?

- Warum funktioniert ein LCD mit 3 Subpixeln?
- Wie werden Farben auf einem Display oder bei gedruckten Medien „zusammengesetzt“? Was passiert im Auge/Gehirn?

Themenkomplex „Elektromagnetisches Spektrum“:

- Warum ist die Frequenz eine „fundamentalere“ Größe zur Beschreibung elektromagnetischer Wellen als die Wellenlänge?
- Teilen Sie das elektromagnetische Spektrum grob ein.
- Nennen Sie Anwendungsbereiche für die verschiedenen Frequenzbereiche.
- In welchem Wellenlängenbereich befindet sich sichtbares Licht?

Vorlesung 4: Elektromagnetisches Spektrum, optische Eigenschaften von Wasser, Mikrowellenherd

Themenkomplex „Elektromagnetisches Spektrum“:

- Was ist „Schwarzlicht“ und wie funktionieren diese Schwarzlichtlampen?
- Was bedeutet Photolithographie?

Themenkomplex „Optische Eigenschaften von Wasser“:

- Nennen und beschreiben Sie das Lambertsche Gesetz.
- Skizzieren Sie/erläutern Sie das Absorptionsspektrum von Wasser
- Warum funktioniert ein Regenradar nicht bei einem Absorptionsmaximum von Wasser?
- Was hat der Wellenlängen/Frequenz-Bereich des sichtbaren Lichts mit den Eigenschaften von Wasser zu tun?
- Welche relevante Beziehung zwischen Sonnenstrahlen und den optischen Eigenschaften von Wasser existiert?
- Warum geht der Brechungsindex bei hohen Frequenzen in Wasser gegen 1?

Themenkomplex „Mikrowellenherd“:

- Wie funktioniert eine Mikrowelle?
- Was wäre mit einer Spätzleportion, die in der Mikrowelle, die mit 10 GHz arbeitet, erwärmt werden würde?
- Warum wählt man für die Mikrowellenherde immer 2,45 GHz?
- Warum werden Mikrowellenherde bei 2,455 GHz betrieben?

Themenkomplex „Fortgeschritten“:

- Warum sind im IR-Bereich billige Laser verfügbar?

Themenkomplex „Nicht prüfungsrelevant“:

- Ist Essen aus der Mikrowelle/dem Mikrowellenherd gesundheitsschädlich? Kann Essen bedenkenlos erwärmt werden in der Mikrowelle?

Vorlesung 5: Schwarzer Strahler, Treibhauseffekt

Themenkomplex „Schwarzer Strahler“:

- Was ist ein schwarzer Strahler?
- Beschreiben Sie kurz, was das Wiensche Verschiebungsgesetz aussagt.
- Wie sieht das Diagramm des schwarzen Strahlers abhängig von der Frequenz aus?
- Wie sieht das Spektrum eines schwarzen Strahlers für drei Temperaturen $T_1 < T_2 < T_3$ aus?

Themenkomplex „Sonne als schwarzer Strahler“:

- Wie groß ist die Temperatur der Sonne? Woher wissen wir das?
- Wie misst man die Temperatur der Sonne?
- Was ist die Solarkonstante und wie groß ist sie?
- Bei welcher Wellenlänge (ca.) erreicht Sonnenstrahlung ihr Emissionsmaximum?

Themenkomplex „Treibhauseffekt“:

- Erläutere den Treibhauseffekt.
- Erläutern Sie den Treibhauseffekt.
- Wie funktioniert der Treibhauseffekt?
- Wie kann man den Treibhauseffekt möglichst einfach an Hand eines Modells beschreiben und erklären?
- Zeigen Sie in einem vereinfachten Modell den Treibhauseffekt der Erde und grenzen Sie dieses Modell zur Realität ab.
- Wie funktioniert der Treibhauseffekt und warum wird er in Zukunft für Probleme auf der Erde sorgen?
- Nennen Sie die anthropogenen Treibhausgase.

Vorlesung 6: Treibhauseffekt, Ozonschicht, Licht aus der Sonne

Themenkomplex „Ozonschicht“:

- Warum gibt es Ozon in hohen Schichten der Atmosphäre, aber nicht auf der Erde?
- Was ist Ozon und wie ist der Zusammenhang zwischen Ozon und UV-Strahlung auf der Erde?
- Warum werden die vom Menschen erzeugten Ozonlöcher heute wieder kleiner (voraussichtlich)?

Themenkomplex „Sonne“:

- Erläutern Sie den Aufbau der Sonne.
- Ist die mittlere Dichte der Sonne viel im Vergleich zu Wasser/Luft?

Themenkomplex „Licht aus der Sonne“:

- Woher kommen die Fraunhoferlinien?

Vorlesung 7: Fraunhoferlinien, Balmer-Serie, Quantenphysik, Photoeffekt

Themenkomplex „Fraunhoferlinien, Licht aus Sternen“:

- Warum lässt sich aus dem Spektrum eines schwarzen Strahlers, das von einem Stern kommt, schwieriger Informationen über den Stern entnehmen, als aus einzelnen Spektrallinien?
- Warum kann man beim Schwarzen Strahler über die Dopplerverschiebung die Geschwindigkeit nicht exakt bestimmt werden?
- Welche Informationen kann man in der Forschung aus der Beobachtung von Spektrallinien gewinnen?

Themenkomplex „Balmer-Serie, Balmer-Sprung“:

- Was ist die Rydberg-Konstante?
- Was ist die Balmer-Serie und warum ist so interessant für uns?
- Warum ist die Balmer-Serie im Vergleich zu den anderen Wasserstoff-Serien mit geringerem Aufwand messbar?
- Warum ist für die Astrophysik bis heute für die Beobachtung von Sternen die Balmer-Serie von großer Bedeutung?

- Was ist der Balmer-Sprung?
- Was ist der Balmer-Sprung und kann man diesen bei unserer Sonne nachweisen?
- Warum gibt es bei der Sonne keinen Balmer-Sprung?
- Erklären Sie genau, wie man anhand des Balmersprungs die Temperatur von Sternen bestimmen kann. Was ist der Balmersprung genau? Wie hängt er mit dem Bohrschen Atommodell zusammen?

Themenkomplex „Quantenphysik“:

- Was sagt das Korrespondenzprinzip aus?
- Erklären Sie das Korrespondenzprinzip.
- Wie konnten die Chemiker früher feststellen, dass Materie quantisiert ist?
- Welche physikalischen Größen sind gequantelt? Nenne ein Experiment dazu.

Themenkomplex „Photoeffekt“:

- Erklären Sie den Photoeffekt.

Vorlesung 8: Photoeffekt, Photoemissionsspektroskopie, Compton-Effekt, Laser

Themenkomplex „Photoeffekt“:

- Beschreiben/erklären Sie eine technische Anwendung des Photoeffekts.
- Nennen Sie eine technische Anwendung des Photoeffekts.

Themenkomplex „Photoemissionsspektroskopie“:

- Wie funktioniert Photoemissionsspektroskopie?
- Wieso ist für die hochauflösende PES Vakuum notwendig?
- Mit welcher Methode kann man Aussagen über die Bandstruktur von Materialien treffen?
- Mit welcher optischen Spektroskopiemethode kann die Bandstruktur im Festkörper bestimmt werden?

Themenkomplex „Compton-Effekt“:

- Warum kann man mit Hilfe des Comptoneffekts Aussagen über den Teilchencharakter des Lichts treffen?

Themenkomplex „Laser“:

- Was sind typische Eigenschaften von Laserlicht?
- Definieren Sie Eigenschaften von Laserlicht.
- Warum wird beim Laser ein Licht höherer Energie verwendet? Lohnt sich das?
- Wozu benutzt eine Sternwarte einen Laser?
- Welche Eigenschaften soll ein Lasermedium haben?
- Zeichnen Sie den Aufbau eines Lasers
- Was sind Anwendungen des Lasers?

Vorlesung 9: Zwei-Niveau-System, Laser

Themenkomplex „Zwei-Niveau-System“:

- Was versteht man unter einem Zwei-Niveau-System?
- Nennen Sie drei verschiedene Wechselwirkungen von quantenmechanischen Zwei-Niveau-Systemen mit Photonen.
- Warum sind die Einsteinkoeffizienten B_{21} und B_{12} gleich?

Themenkomplex „Laser“:

- Beschreiben Sie die Prozesse innerhalb eines Lasers.
 - Warum ist die spontane Emission beim Laser zu vernachlässigen?
 - Warum lässt sich in einem Zwei-Niveau-System keine Besetzungsinversion durch optisches Pumpen erreichen?
 - Warum ist ein 2-Niveau-System ungeeignet, wenn ein optischer Pumpmechanismus eingesetzt wird?
 - Wie kann ein Zwei-Niveau-System als Laser benutzt werden?
 - Warum kann ein Diodenlaser mit einem 2-Niveau-System realisiert werden?
 - Warum ist mit Halbleitern ein Zwei-Niveau-Laser möglich?
-
- Welche 3-Niveau-Systeme sind möglich und was sind die jeweiligen Probleme?
 - Welche Vorteile besitzen 3- bzw. 4-Niveau-Systeme?
 - Was sind die Vor- und Nachteile eines Zwei-, Drei- und Vier-Niveau-Systems?

Vorlesung 10: Laser

Themenkomplex „Laser“:

- Welche Arten von Lasern gibt es?
- Welche Eigenschaften von Festkörpern sind für Laser notwendig?
- Warum haben Halbleiterlaser schlechtere optische Eigenschaften?
- Welche Funktion hat das „Trägermaterial“ (Saphir, YAG) bei Festkörperlasern? Bzw. wieso wird es benötigt?
- Inwiefern sind hohe Laserleistungen ein Problem für den Laserbetrieb?

Themenkomplex „nicht prüfungsrelevant“:

- Beurteilen Sie, wie realistisch die Darstellung des Lasers in James Bond – Goldfinger (1964) ist. (Vgl. Rubin-Laser 1960)
- Ist der dargestellte Laser im Film „Goldfinger“ realitätsnah?

Vorlesung 11: Theoretische Beschreibung von Licht-Materie-Wechselwirkung

Themenkomplex „Theorie von Licht-Materie-Wechselwirkung“:

- Leiten Sie die Wellengleichung für E in Materie aus den Maxwell-Gleichungen ab.
- Wieso kann bei der Herleitung der Wellengleichung behauptet werden, das Feld sei quellfrei?
- Warum kann das Medium bei der Herleitung der Wellengleichung als ungeladen angenommen werden ($\nabla \cdot E = 0$)?
- Warum lässt sich bei der Herleitung der Wellengleichung im Medium annehmen, dass $\nabla \cdot E = 0$? Welche zusätzliche Annahme für die Eigenschaften der Welle muss hierfür getroffen werden?
- Wie kann man die Näherung $\nabla \cdot E = 0$ bei der Herleitung der Wellengleichung begründen?
- Warum darf man hier behaupten $\nabla \cdot E = 0$?
- Wie können physikalisch die Imaginärteile von N , ε , σ beschrieben werden?
- Was kann man unter einer komplexen Leitfähigkeit und einem komplexen Brechungsindex verstehen?
- Was bedeutet ein komplexer Brechungsindex?
- Welche Bedeutung hat die komplexe Form $\hat{J} = \hat{\sigma} \hat{E}$ im Vergleich zu $\vec{J} = \sigma \vec{E}$?
- Warum sind Materialien mit hohem σ schlecht bei der Wellengleichung aber gut bei z.B. Kabeln?

Vorlesung 12: Optische Spektroskopie

Themenkomplex „Spektroskopiemethoden“:

- Warum ist es schwierig bei experimentellen Daten die Kramers-Kronig-Relation anzuwenden?
- Was sind Vorteile von Resonatoren (in Bezug auf Spektroskopie) im Vergleich zu breitbandigen Methoden?

Vorlesung 13: Theoretische Beschreibung von Licht-Materie-Wechselwirkung; Impedanz

Themenkomplex „Skintiefe“:

- Woher kommt der Begriff „Skintiefe“ als Längenskala der Dämpfung in einem Material?
- Worin liegt der Unterschied zwischen der Skin-Tiefe und dem Absorptionskoeffizient?
- Nenne ein Beispiel, bei dem die Skintiefe in der Anwendung wichtig ist.
- Welche Parameter bestimmen die Abschirmung der em-Welle in Materie?
- Warum sind bei guten Metallen große Kabeldurchmesser bei Stromdurchfluss niedriger Frequenz (bspw. 50 Hz) gar nicht sinnvoll?
- Warum macht es keinen Sinn, Strom in Kabeln mit 50cm oder 1m Durchmesser zu führen, selbst wenn es sich um große Ströme handelt?

Themenkomplex „Impedanz“:

- Wie lässt sich die Impedanz eines Koaxialkabels verändern?
- Warum gibt es Koaxialkabel mit 50Ohm und 75Ohm, aber keins mit 1μOhm?

Vorlesung 14: Kramers-Kronig-Beziehungen

Themenkomplex „Komplexe Frequenzen und Funktionentheorie“:

- Was bedeutet eine komplexe/negative Frequenz?
- Wie kann man sich negative und komplexe Frequenzen vorstellen?
- Wie kann man sich imaginäre Frequenzen vorstellen?
- Was bewirkt eine komplexe Frequenz bei einer Schwingung?
- Was sagt mir der Hauptwert/das Hauptwertintegral?
- Warum ist das P vor dem Integral nötig?

Themenkomplex „Antwortfunktionen“:

- Was gilt für eine physikalische Antwortfunktion? Für eine Funktion $\hat{G}(\omega)$?
- Warum verschwindet die Antwortfunktion $\hat{G}(\omega)$ für $\omega \rightarrow \infty$?
- Warum gilt für physikalische Antwortfunktionen $\hat{G}(\omega) = \hat{G}^*(-\omega)$?

Themenkomplex „Kramers-Kronig-Beziehungen“:

- Was versteht man unter der Kramers-Kronig-Beziehung?
- Welchen Fundamentalzusammenhang einer physikalischen Antwortfunktion zeigt die Kramers-Kronig-Beziehung?
- Unter welchen Bedingungen gilt die Herleitung der Kramers-Kronig-Beziehungen?

Vorlesung 15: Kramers-Kronig-Beziehungen, Kausalität, Summenregel

Themenkomplex „Kramers-Kronig-Beziehungen“:

- Warum sind die Kramers-Kronig-Beziehungen nicht gültig für ε ? Wie kann man sie in diesem Fall trotzdem benutzen?

Themenkomplex „Kausalität“:

- Was bedeutet Kausalität?

- Welche Annahmen bei der Herleitung der KK-Beziehung werden durch die Kausalität begründet?

Themenkomplex „Summenregel“:

- Zu was ist die Summenregel gut?