



III. Physikalisches Institut B, RWTH Aachen
Prof. Dr. Christopher Wiebusch, Dr. Philipp Soldin

Übungen zur Physik IV - SS 2024
Atome Moleküle Kerne

Übung 1

Ausgabedatum: 10.04.2024

Abgabedatum: 17.04.2024

Tag der Besprechung: 22.04.2024

Allgemeine Informationen zur Übung

Erläuterungen der Vorlesung zu den Übungen. Siehe auch *Formales.pdf* in Moodle.

Übungen

Übungsgruppen und Tutoren

- Immer **Montags**
- Melden Sie sich **heute** mit Ihrer Wunschpräferenz der Übung an
- Zuteilung:** Donnerstag 11.4. 16:00 Uhr
- Übungszettelausgabe:** Mittwochs, 12:00, online im Lernraum
- Abgabe:** Mittwochs, eine Woche später bis 10:00, online im Lernraum **in 2er Gruppen oder 3er (Ausnahme)**
- Korrektur/Rückgabe:** Online im Lernraum zur nächsten Übungsstunde
- Vorrechnen:** Montag in der Übungsstunde (folgende Woche)
- Eine **englische** Übungsgruppe ???

Übung 1	Mo 14:15-16:15	Carl 208	timus.erdmann@rwth-aachen.de
Übung 2	Mo 14:15-16:15	Carl 216	niklas.nippe@rwth-aachen.de
Übung 3	Mo 12:15-14:15	Audimax 304	lukas.brusa@rwth-aachen.de
Übung 4	Mo 16:15-18:15	CARL 207	shuyang.deng@rwth-aachen.de
Übung 5	Mo 14:15-16:15	CARL 206	dominik.wirtz2@rwth-aachen.de
Übung 6	Mo 12:15-14:15	Audimax 303	lorenz.frappier@rwth-aachen.de
Übung 7	Mo 16:15-18:15	CARL 211	timo.butz@rwth-aachen.de
Übung 8	Mo 14:15-16:15	Audimax 303	joelle.savelberg@rwth-aachen.de
Übung 9	Mo 16:15-18:15	CARL 212	florian.schwarz@rwth-aachen.de
Übung 10 english	Mo 16:15-18:15	CARL 214	philipp.fuerst@rwth-aachen.de jakob.boettcher@rwth-aachen.de

Nächsten Montag können Sie zur Übung Ihrer Wahl gehen

Übungstausch

- Tausch in Übungen mit weniger als 20 Teilnehmern**
⇒ kein Problem wenn Sie sich an das Standardverfahren halten
- Tausch in andere Übungen** erfordert einen Tauschpartner/in der jeweils anderen Übung (Nutzen Sie das Moodle-Forum um Partner zu finden)

Standardverfahren: Sie müssen beiden Übungsgruppenleitern (alte und neue Gruppe) die Übungsgruppe+Namen+Mat.Nummer mitteilen

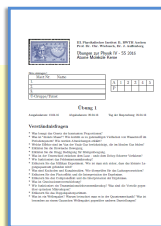
Übungszettel

Jeder Übungszettel enthält 2 Abschnitte

- Verständnisfragen** zur Selbstkontrolle wie in der Vorlesung besprochen (nicht abgeben !)
- Übungsaufgaben zur Abgabe**

Ablauf

- Ausgabe** der Übungszettel Mittwochs 12:00 in moodle
- Abgabe** der Übungsaufgaben am folgenden Mittwoch bis 10:00
- Besprechung** am darauf folgenden Montag (12.Tage nach Ausgabe)
- Jeder Übungszettel hat 100 Punkte. Insgesamt 12 Übungszettel ⇒ **1200 Punkte** gesamt
- Die Aufgaben sind mit ihrem ungefähren **Schwierigkeitsgrad** gekennzeichnet: (☆☆☆☆) leicht bis (★★★★★) schwer (Vorsicht: unsere Schätzung – keine Gewähr)
- Übungszettel 0** für die Präsenzübung nächsten Montag ist Online
- Übungszettel 1** zur Abgabe am 17.4. ist bereits Online



Elektronische Übungsabgabe in Moodle

Sie müssen Ihre **Lösungen** hochladen als

- Scans von **lesbaren** handschriftlichen Notizen **oder** elektronisch erstellte Dokumente (z. B. Latex)
- Reichen Sie Ihre Lösung immer als ein **pdf-Dokument** ein, incl. Bilder und code

Wichtig:

- Nur eine Datei pro Gruppe hochladen
- Versehen Sie das Dokument mit allen Namen und Mat.-Nummern
- Halten Sie die Reihenfolge der Aufgaben ein
- Dateigröße möglichst < 5Mb

Gruppen:

- Wenn Sie eine/n bevorzugte/n Übungspartner/in bei der RWTHOnline Anmeldung angegeben haben wird dies bei der Zuteilung berücksichtigt
- Wenn Sie bei der ersten Abgabe eine/n bevorzugte/n Übungspartner/in angeben werden wir Sie manuell zusammen als Gruppe einteilen
- Wenn Sie keine Präferenz angeben, werden wir Sie in der ersten Übungsstunde einer Gruppe zuordnen
- Die eingeteilten Gruppen gelten für alle folgenden Abgaben
- Ab der zweiten Übung werden wir keine Einzelabgaben mehr akzeptieren**

Programmier-Aufgaben

- Eine Unteraufgabe pro Zettel ist in der Regel eine **Programmieraufgabe!**
- Für Computer Aufgaben stellen wir jeweils ein **Jupyter Notebook Template als Vorlage** zur Verfügung
- **Abgabe:**
 1. In den Aufgaben kommt immer ein Ergebnis oder plot heraus, den Sie abgeben und der bewertet wird.
 2. Bitte benennen und diskutieren Sie Ihr physikalisches Ergebnis in Form von mindestens einem Antwortsatz, der bewertet wird.
 3. Bitte erläutern Sie ihren technischen Lösungsansatz mit 2-3 Sätzen, die bewertet werden.
 4. Geben Sie ein pdf des Jupyter Notebooks mit ab. Dieses wird nicht bewertet aber erlaubt den Tutoren Fehler zu finden und Ihnen zu helfen
- **Erste Woche** (Mo. 15.4) ist eine Präsenzübung in der eine Einführung in das Jupyter System gegeben wird und eine Präsenzaufgabe (Übung 0) gelöst wird.
- Der Übungszettel 0 wird nicht bewertet.

Klausur

Klausur Zulassung

- >50% der Übungspunkte (d.h. 600 von 1200 möglichen Punkten)
- Mindestens 1x Vorrechnen in der Übungsgruppe
- Maximal 3 Übungsblätter mit 0 Punkten

Klausur

- 120 min
- Termin
Do, 25.07.2024
8:30 - 10:30,
H02, H03 (CARL)
- Nachschreibe
Di, 17.09.2024
8:30 - 10:30,
Grüner Hörsaal, Gr

Genau Details der Klausurdurchführung werden wir im Juli in der Vorlesung und im Lernraum bekanntgeben

Verständnisfragen

Kapitel 1.1

1. Was besagt das Gesetz der konstanten Proportionen?
2. Was ist *molare Masse*?
3. Wie kommt es zu ganzzahligen Vielfachen der Masse von Wasserstoff im Periodensystem? Wie werden Abweichungen erklärt?
4. Was sind *Ordnungszahl*, *Massenzahl* und *Neutronenzahl*?
5. Was sind *Isotope*, *Isobare* und *Isotone*?
6. Wie funktioniert das *Thomsonsche Massenspektrometer*?
7. Welche Effekte werden in der *Van-der-Waals Gleichung* berücksichtigt, die in der idealen Gasgleichung fehlen?
8. Erklären Sie die *Brownsche Bewegung*.
9. Erklären Sie die *Bragg Bedingung* für Röntgenbeugung.
10. Was ist der Unterschied zwischen dem *Laue* und dem *Debye-Scherrer* Verfahren?
11. Wie funktioniert das *Feldemissionsmikroskop*?
12. Erläutern Sie das *Millikan Experiment*!
13. Was sind *Kathodenstrahlen* und *Kanalstrahlen*? Wie kann man das Ladungsvorzeichen bestimmen?

Kapitel 1.2

14. Erläutern Sie den Aufbau zur Messung des *Photoeffekts*, die Beobachtungen und die Interpretation der Ergebnisse.
15. Erläutern Sie den Aufbau zur Messung des *Comptoneffekts*, die Beobachtung und die Interpretation der Ergebnisse.
16. Was ist *Gravitationsrotverschiebung*?
17. Was ist *Elektronenbeugung*?
18. Wie funktioniert ein *Transmissionselektronenmikroskop*? Was sind die Vorteile gegenüber optischen Mikroskopen?
19. Erläutern Sie das *Doppelspalt-Experiment*.
20. Wie hängen *Wellenfunktion* und *Aufenthaltswahrscheinlichkeit* einer Teilchenwelle miteinander zusammen?
21. Was ist ein *Wellenpaket* in der Quantenmechanik?
22. Was ist besonders an einem *Gaussion'schen Wellenpaket* gegenüber anderen Darstellungen?
23. Was besagt die *Heisenbergsche Unschärferelation*?

Übungsaufgaben

Aufgabe 1 MASSENSPEKTROMETER ★ ★ ☆ ☆ ☆

(2 × 12 = 24 Punkte)

Aus einem Strahl aus einfach ionisierten Uran-Atomen mit natürlichem Isotopengemisch (0.72 % ^{235}U und 99.28 % ^{238}U) soll in einem Thomsonschen Massenspektrometer nach der Parabelmethode ^{235}U abgeschieden werden. Der Durchmesser des Strahls sei 1 mm, die erreichbare Stromstärke im Strahl beträgt 0.2 mA. Im 4 cm langen Spektrometer herrscht ein homogenes elektrisches Feld von 5000 V/m und ein homogenes Magnetfeld von 0.01 T. Wir betrachten Teilchen ^{235}U und ^{238}U , die sich mit gleicher Geschwindigkeit v durch das Spektrometer bewegen.

- (a) Bei welcher Geschwindigkeit der Uran-Atome überlappen sich die Strahlen der beiden Isotope direkt hinter dem Spektrometers gerade nicht mehr?
- (b) Wie lange dauert das Abscheiden von 1 mg ^{235}U ?

Aufgabe 2 RÖNTGENBEUGUNG AN KRISTALLEN ★ ★ ★ ★ ☆

(2 × 14 = 28 Punkte)

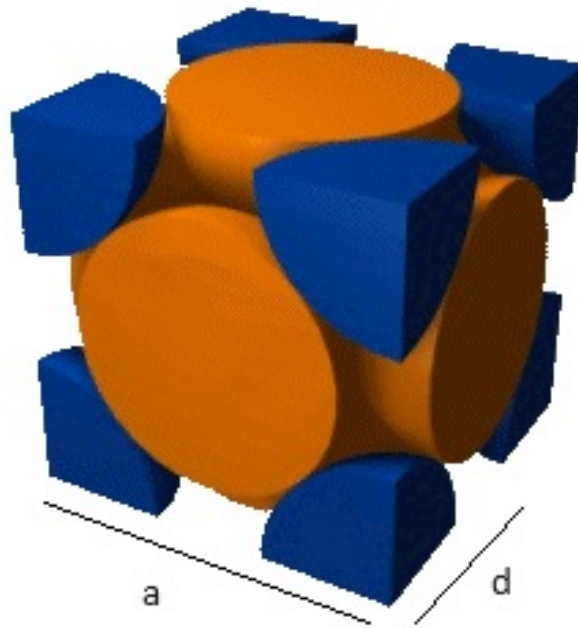


Abbildung 1: Ausschnitt aus einem kubisch flächenzentrierten Gitter.

- (a) Wie groß sind Radius und Volumen von Ar-Atomen in einem kalten Ar-Kristall (dichteste Kugelpackung in kubisch-flächenzentriertem Gitter), wenn bei Bragg-Reflexion von Röntgenstrahlung ($\lambda = 0.45 \text{ nm}$), die unter dem Winkel θ gegen die Netzebene parallel zu den Würfflächen einfällt, das erste Reflexionsminimum bei $\theta = 43^\circ$ auftritt?

Hinweis: Betrachtet werden Reflexionen an der Ebene parallel zu den Würfflächen. Deswegen ist, wenn a die Länge der kubischen Elementarzelle ist, die Distanz zwischen zwei Streuebenen ist $d = a/2$ (Siehe Abbildung 1).

- (b) In der Vorlesung wurde ein NaCl-Kristall (kubisch-flächenzentriertes Gitter) in Braggscher Anordnung mit Röntgenlicht einer Molybdän-Anode vermessen. Die Bragg Winkel ergaben sich zu 7.22° und 6.41° . Berechnen Sie den Abstand der Streuebenen des NaCl-Kristalls. Bestimmen Sie mit Ihrem Ergebnis die Avogadro-Zahl. ($\rho_{\text{NaCl}} = 2.163 \text{ g/cm}^3$.)

Hinweis: Die Molybdän Anode emittiert ein kontinuierliches Röntgenspektrum mit zwei charakteristischen Linien bei $E_{K_\alpha} = 17.4 \text{ keV}$ und $E_{K_\beta} = 19.6 \text{ keV}$. Die molaren Massen von Na und Cl sind Ihnen bekannt.

Aufgabe 3 TINTENSTRAHLDRUCKER ★ ★ ☆ ☆ ☆

($2 \times 12 = 24$ Punkte)

Die Düse eines Tintenstrahldruckers spritzt Tröpfchen auf ein Blatt Papier. Ein Tintentröpfchen hat die Masse $m = 1.3 \cdot 10^{-10} \text{ kg}$ und eine Ladung von $Q = -1.5 \cdot 10^{-13} \text{ C}$. Die Tröpfchen treten orthogonal in ein homogenes E-Feld der Länge $L = 1.6 \text{ cm}$ mit einer Geschwindigkeit von $v = 20 \text{ m/s}$ ein.

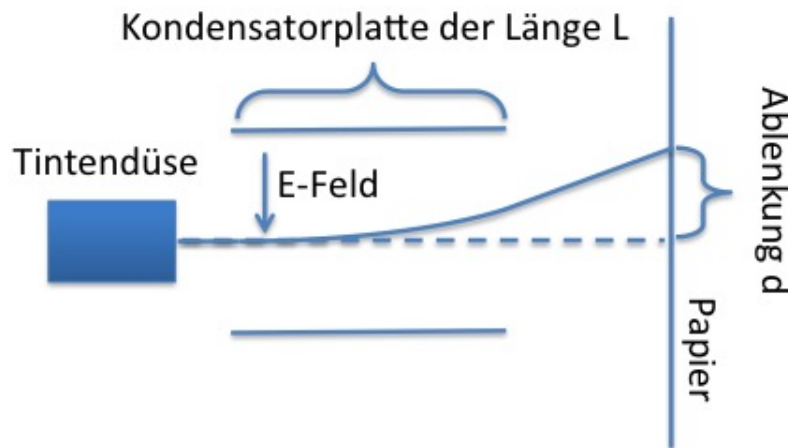


Abbildung 2: Schematische Zeichnung eines Tintenstrahldruckers.

- Wie stark muss das E-Feld gewählt werden damit die Tröpfchen beim Verlassen des E-Feldes $0,5 \text{ mm}$ vertikal abgelenkt werden?
- Die Tropfen haben eine Größe von $0,5 \text{ mm}$ auf dem Papier. Wie weit entfernt müsste das Papier mindestens sein, damit zwei Tropfen mit einer um eins unterschiedlichen Elementarladung Q und $Q + e$ sich nicht überlappen.

Aufgabe 4 EINHEITEN UMRECHNEN ★ ☆ ☆ ☆ ☆

($4 \times 6 = 24$ Punkte)

Schreiben Sie ein kurzes Programm oder Jupyter Notebook, um Einheiten umrechnen zu können. Erstellen Sie eine Tabelle mit den Werten 1-10 des Ausgabewertes und berechnen Sie den entsprechenden Zielwert.

- Joule in Elektronvolt.
- Meter in Ångström.
- kg in Stoffmenge (Mol) für H_2O .
- Elektronvolt in Wellenlänge und Frequenz (für Photonen).