

Physikaufgaben
Oberstufe III
(Alfons Reichert)

Inhaltsverzeichnis

Absorption I.....	3
Absorption II.....	4
Abstandsgesetz.....	5
Alphastrahlen	6
Atomkern.....	8
Atomkraftwerke	10
Betastrahlen	11
Bohrsches Atommodell	13
Farbstoffe	14
Gammastrahlen.....	15
Geiger-Müller-Zähler.....	17
Halbwertszeit.....	18
Kernspaltung	20
Kernumwandlungen	21
Kernzerfälle	22
Materiewellen	23
Orbitalmodell	24
Photonen	26
Röntgenstrahlung.....	29
Relativitätstheorie	32
Strahlenbelastung	33
Unschärferelation.....	34
Internetquellen.....	35

Absorption I

Arbeitsmaterial: Dorn-Bader: Physik Oberstufe, Internet, Versuch

Arbeitsaufträge:

- 1) Fertigen Sie zum gezeigten Versuch ein Versuchsprotokoll an.
- 2) Beim Versuch zur Absorption von γ -Strahlen durch Blei erhält man folgende Messtabelle:

d[mm]	0	0,11	0,22	0,33	0,44	0,55
A[Bq]	53,9	47,8	42,4	37,5	33,8	30,2

Darin ist A die Aktivität hinter der Platte und d die Dicke der Platte. Erstellen Sie von Hand oder mit Excel ein A/d-Diagramm. Erklären Sie den Kurvenverlauf qualitativ.

- 3) Stellen Sie das Gesetz auf, mit dem sich der Kurvenverlauf mathematisch beschreiben lässt. Erklären Sie anschaulich, wie dieses Gesetz zustande kommt. Ermitteln Sie graphisch oder mit Excel die Halbwertsdicke $d_{1/2}$. Leiten Sie die benötigte Formel her.
- 4) Erläutern Sie, was die Halbwertszeit angibt und von welchen Größen sie abhängt.
- 5) Erläutern Sie die Prozesse, durch die die radiative Strahlung in Materie geschwächt wird. Beschreiben Sie die Vorgänge bei diesen Prozessen auf atomarer Ebene.

Absorption II

Arbeitsmaterial: Dorn-Bader: Physik Oberstufe, RCL-Portal

Arbeitsaufträge:

- 1) Führen Sie den Versuch zur Abschirmung der Aktivität einer radioaktiven Quelle auf dem RCL-Portal unter rcl.physik.uni-kl.de durch. Benutzen Sie als Quelle Sr-90 und als Absorbermaterial Aluminium. Stellen Sie verschiedene Dicken d der Aluminiumbleche ein. Messen Sie jeweils die Zählrate über eine Zeit $t = 20$ s und errechnen Sie daraus die Aktivität in Bq. Wählen sie einen Abstand r zwischen Quelle und Zählrohr von $r = 3$ cm.
- 2) Bei einem solchen Versuch erhält man bei einem Abstand $r = 3,8$ cm folgende Tabelle:

d[mm]	0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
A[Bq]	203,2	91,9	53,6	21,4	12,0	6,8	3,5

Ermitteln Sie aus ihren Messwerten oder anhand der Tabellenwerte, wie die Aktivität A mit der Dicke d des Absorbermaterials abnimmt. Benutzen Sie Excel. Erstellen Sie ein Diagramm.

- 3) Erklären Sie die gefundene Abhängigkeit anschaulich.
- 4) Ermitteln Sie aus Ihrem Diagramm die Halbwertsdicke $d_{1/2}$. Erläutern Sie, was sie bedeutet.
- 5) Wiederholen Sie den Versuch mit Co-60 und den Absorbermaterialien Al und Pb. Vergleichen Sie die Ergebnisse miteinander. Ermitteln Sie jeweils die Halbwertsdicke.
- 6) Ein guter Schutz vor gefährlicher radioaktiver Strahlung ist ein dickes Metallblech, am besten aus Blei. Erläutern Sie mit Hilfe der Versuchsergebnisse.

Abstandsgesetz

Arbeitsmaterial: Dorn-Bader: Physik Oberstufe, RCI-Portal

Arbeitsaufträge:

- 1) Führen Sie den Versuch zur Abhängigkeit der Aktivität einer radioaktiven Quelle vom Abstand r auf dem RCL-Portal unter rcl.physik.uni-kl.de durch. Benutzen Sie als Quelle Sr-90 und stellen Sie verschiedene Abstände zwischen Zählrohr und Quelle ein. Messen Sie jeweils die Zählrate über eine Zeit $t = 20$ s und errechnen Sie daraus die Aktivität in Bq. Beachten Sie, dass Sie zum eingestellten Abstand 0,8 cm hinzuaddieren müssen, da die Quelle um diesen Betrag tiefer in einem Gehäuse steckt.
- 2) Bei einem solchen Versuch erhält man folgende Tabelle:

r[cm]	3,8	6,8	9,8	12,8	15,8
A[Bq]	268,6	81,9	39,1	23,7	16,3

Ermitteln Sie aus ihren Messwerten oder anhand der Tabellenwerte die Abhängigkeit der Aktivität einer Quelle vom Abstand zwischen Quelle und Zählrohr. Benutzen Sie Excel. Erstellen Sie ein Diagramm.

- 3) Erklären Sie die gefundene Abhängigkeit anschaulich.
- 4) Ein guter Schutz vor gefährlicher radioaktiver Strahlung ist ein möglichst großer Abstand von der Quelle. Erläutern Sie.
- 5) Wiederholen Sie den Versuch mit Co-60. Beachten Sie, dass Sie wegen der wesentlich geringeren Aktivität die Nullrate berücksichtigen müssen. Vergleichen Sie mit dem Versuch aus 2).

Alphastrahlen

Arbeitsmaterial: Dorn-Bader: Physik Oberstufe, Internet

Arbeitsaufträge:

- 1) Erläutern Sie, wie man α -Strahlen nachweisen und wie man ihre Energie bestimmen kann.
- 2) Fertigen Sie mit Hilfe des Buches und des Internets zu einem der folgenden Themen eine PP-Präsentation an:
 - a) Wilsonsche Nebelkammer
 - b) Halbleiterzähler
 - c) Impulshöhenanalysator.
- 3) Nennen Sie Faktoren, von denen Reichweite der α -Strahlen abhängt. Interpretieren Sie das Diagramm in Abb.1 oder im Buch. Formulieren Sie die qualitative Abhängigkeit mit je desto Sätzen.
- 4) Ermitteln Sie mit Hilfe des RCL-Portals der Universität Kaiserslautern unter rcl.physik.uni-kl.de die Reichweite der von Am-241 ausgesendeten α -Strahlung in Luft. Stellen Sie dazu die Entfernung zwischen Quelle und Zählrohr in Schritten von 1 mm zwischen 1 cm und 5 cm ein und messen Sie jeweils die Radioaktivität. Beachten Sie, dass das Präparat 0,8 cm tief in einem Gehäuse steckt. Erklären Sie, warum die Aktivität auch bei größeren Entfernungen zwischen Zählrohr und Quelle nicht auf Null sinkt. Ermitteln Sie mit Hilfe der Nuklidkarte die Energie der α -Teilchen von Am-241 und lesen Sie die Reichweite aus dem Diagramm in Abb. 1 oder im Buch ab. Vergleichen Sie beide Ergebnisse miteinander.
- 5) α -Strahlen besitzen maximal eine Energie von 10 MeV, von wenigen Ausnahmen abgesehen.
 - a) Bestimmen Sie mit Hilfe des Buches oder der Abb.1 die Reichweite in Luft, in Gewebe, in Aluminium und in Blei.
 - b) Erläutern Sie einen wirkungsvollen Schutz vor α -Strahlen.
 - c) α -Strahlen sind biologisch 20 mal schädlicher als β - und γ -Strahlen. Erklären Sie. Erläutern Sie, wann sie besonders gefährlich sind.
- 6) Po-214 sendet α -Strahlen mit einer Energie $W = 7,7$ MeV aus.
 - a) Formulieren Sie die Reaktionsgleichung.
 - b) Berechnen Sie relativistisch und nichtrelativistisch die Geschwindigkeit der α -Teilchen.
 - c) Vergleichen Sie die Geschwindigkeiten miteinander und interpretieren Sie das Ergebnis.
 - d) Berechnen Sie die Rückstossgeschwindigkeit des zurückbleibenden Kernes.

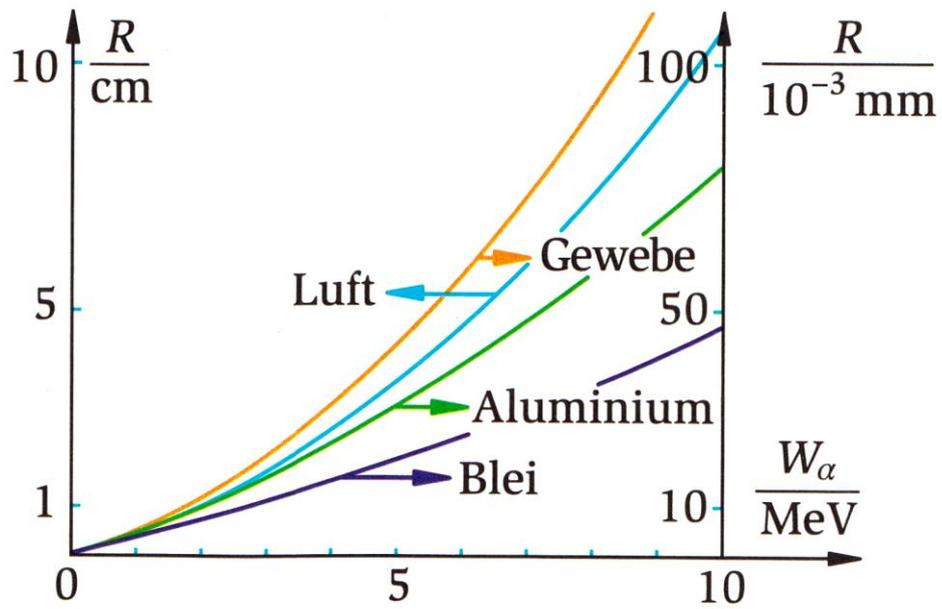


Abb.1: Reichweite von α -Strahlen in verschiedenen Stoffen
 Quelle: Dorn-Bader, Physik, Gymnasium SekII

Atomkern

Arbeitsmaterial: Dorn-Bader: Physik Oberstufe, Internet

Arbeitsaufträge:

- 1) Beschreiben und erläutern Sie den Rutherford'schen Streuversuch (s. Abb.1). Stellen die wichtigsten Beobachtungen und Ergebnisse zusammen. Führen Sie den Versuch auf dem RCL-Portal der Universität Kaiserslautern unter rcl.physik.uni-kl.de durch.
- 2) Erläutern Sie, woraus ein Atomkern besteht. Erklären Sie, warum er im Allgemeinen stabil ist. Geben Sie die wirksamen Kräfte an. Erklären Sie die Bedeutung der Neutronen.
- 3) Geben Sie an, wie groß sein Radius und wie groß seine Dichte ist. Beschreiben Sie, wie man ihre Werte experimentell bestimmen kann.
- 4) Beschreiben Sie die Eigenschaften der Kernkraft.
- 5) Die Nuklidkarte (s. Buch oder Internet) ist das wichtigste Hilfsmittel der Kernphysiker. Beschreiben und erläutern Sie ihren Aufbau. Stellen Sie die Informationen zusammen, die man ihr entnehmen kann. Erläutern Sie sie anhand dreier selbst gewählter Beispiele.
- 6) Geben Sie an, wie groß die Bindungsenergie W im Atomkern ist. Beschreiben Sie, wie man sie bestimmen kann. Erläutern Sie, wie sie sich pro Nukleon mit steigender Massenzahl A ändert. Interpretieren Sie dazu das Diagramm in Abb.2 oder im Buch.
- 7) Erläutern Sie den Massendefekt. Erklären Sie, wie er zustande kommt und wie man ihn berechnen kann.
- 8) Erläutern Sie Möglichkeiten, wie man aus dem Atomkern Energie gewinnen kann. Erklären Sie. Überlegen Sie, welche großtechnischen Anlagen diese Möglichkeiten ausnutzen.
- 9) Erläutern Sie, wie man den Atomkern quantenmechanisch beschreiben kann. Beschreiben und erklären Sie das Aussehen des Potentialtopfes. Diskutieren Sie, wie viele es gibt und worin sie sich unterscheiden. Erläutern Sie, wie sie bei einem stabilen Nuklid besetzt sind. Erläutern Sie, was man aus dem Potentialtopfmodell folgern kann.
- 10) Vergleichen Sie das quantenmechanische Atommodell mit dem quantenmechanischen Kernmodell. Stellen Sie Gemeinsamkeiten und Unterschiede zusammen.

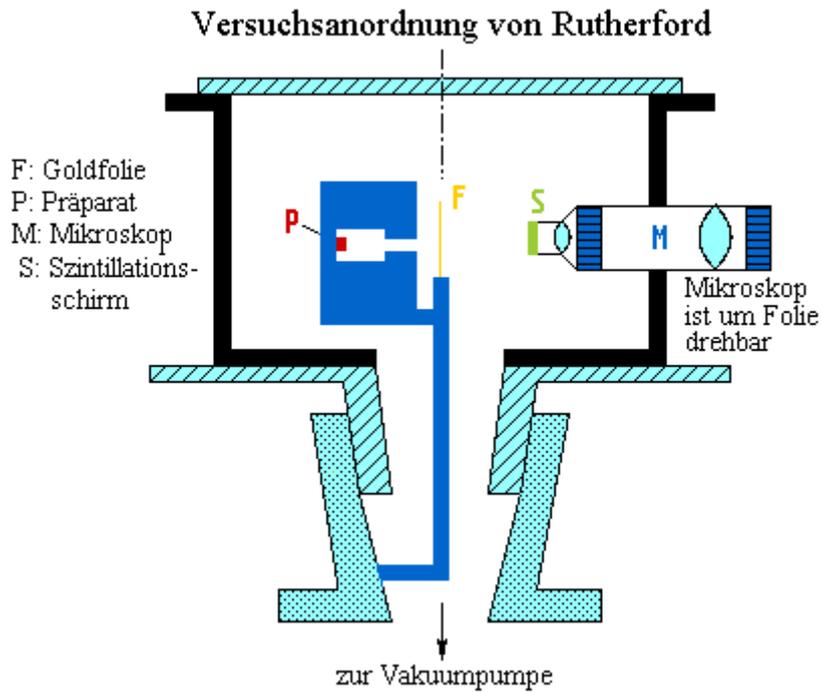


Abb.1: Versuchsaufbau von Rutherford

Quelle: www.leifiphysik.de

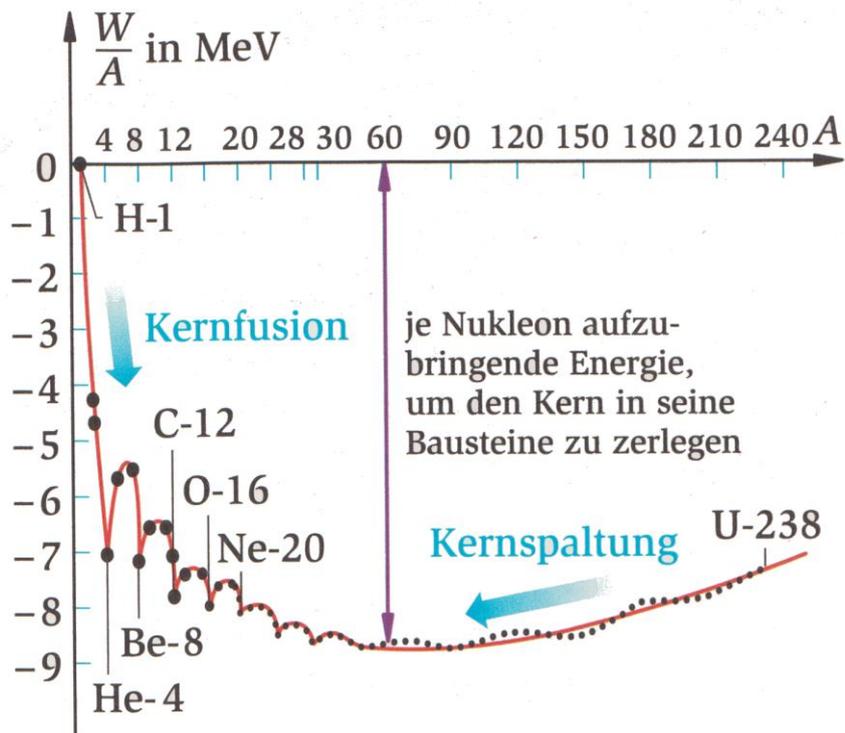


Abb. 2: Mittlere Bindungsenergie je Nukleon

Atomkraftwerke

Arbeitsmaterial: Video: Kernkraftwerke, Dorn-Bader: Physik, Internet

Arbeitsaufträge:

- 1) Beschreiben Sie die Abläufe in einem AKW.
- 2) Geben Sie an, aus welchem Material die Brennstäbe in einem Druckwasserreaktor bestehen, aus welchem die Regelstäbe. Erläutern Sie, welcher Stoff als Kühlmittel dient und welcher als Moderator.
- 3) Beschreiben Sie die Aufgaben des Moderators, des Kühlmittels und der Regelstäbe in einem AKW.
- 4) Erläutern Sie, welche Probleme das U-238 in einem AKW verursacht.
- 5) Erklären Sie die Begriffe kritisch, überkritisch und unterkritisch.
- 6) Beschreiben Sie die Tests, die an einem Reaktordruckgefäß durchgeführt werden, bevor es montiert wird.
- 7) Nennen und erläutern Sie die Sicherheitsbarrieren in einem AKW.
- 8) Erläutern Sie, wie oft die Brennstäbe ausgewechselt werden müssen und was mit den abgebrannten Brennstäben geschieht.
- 9) Beschreiben Sie die Prozesse, die bei einem GAU ablaufen.
- 10) Zählen Sie Kühlkreisläufe in einem AKW auf. Beschreiben und erklären Sie sie.
- 11) Erläutern Sie den Begriff Redundanz.
- 12) Vergleichen Sie ein AKW mit einer Atombombe. Erklären Sie.
- 13) Vergleichen Sie ein AKW mit einem Kohlekraftwerk. Stellen Sie Gemeinsamkeiten und Unterschiede zusammen. Benutzen Sie das Internet. Erklären Sie.
- 14) Beschreiben Sie die Energieumwandlungen, die in einem Atomkraftwerk bzw. Kohlekraftwerk stattfinden.
- 15) Informieren Sie sich im Internet über die verschiedenen Arten von Atomkraftwerken. Erläutern Sie kurz ihre Vor- und Nachteile.

Betastrahlen

Arbeitsmaterial: Dorn-Bader: Physik Oberstufe, Internet

Arbeitsaufträge:

- 1) Erläutern Sie, wie man β -Strahlen nachweisen kann. Diskutieren Sie mögliche Probleme. Vergleichen Sie mit α -Strahlen.
- 2) Erläutern Sie, wie man ihre Energie bestimmen kann. Beschreiben Sie den Aufbau und die Funktion des Gerätes. Erläutern Sie, wie man aus den Versuchsergebnissen W_{kin} und v der Strahlen berechnet.
- 3) Vergleichen Sie die Energie eines β -Teilchens mit der eines α -Teilchens. Erläutern Sie, was die Angabe in der Nuklidkarte bedeutet.
- 4) Erläutern Sie, welche Arten von β -Strahlen es gibt, wie sie zustande kommen und worin sie sich unterscheiden.
- 5) Diskutieren Sie, wovon die Reichweite der β -Strahlen abhängt. Formulieren Sie die qualitative Abhängigkeit in je desto Sätzen. Vergleichen Sie sie mit der der α -Strahlen. Deuten Sie dazu das Diagramm in Abb.1 oder im Buch.
- 6) Erklären Sie, was muss man bei der Berechnung der Geschwindigkeit bei β -Strahlen beachten muss. Vergleichen Sie mit der Vorgehensweise bei α -Strahlen und erklären Sie.
- 7) U-239 sendet β^- -Strahlen mit einer Energie $W = 1,2 \text{ MeV}$ aus.
 - a) Formulieren Sie die Reaktionsgleichung.
 - b) Berechnen Sie relativistisch und nichtrelativistisch die maximale Geschwindigkeit der β -Teilchen.
 - c) Vergleichen Sie die Geschwindigkeiten miteinander und interpretieren Sie das Ergebnis.
 - d) Berechnen Sie die maximale Rückstosseschwindigkeit des zurückbleibenden Kernes.
 - e) Ermitteln Sie mit dem Diagramm in Abb.1 oder im Buch die Reichweite der Strahlen in Luft und in Gewebe. Interpretieren Sie das Ergebnis.

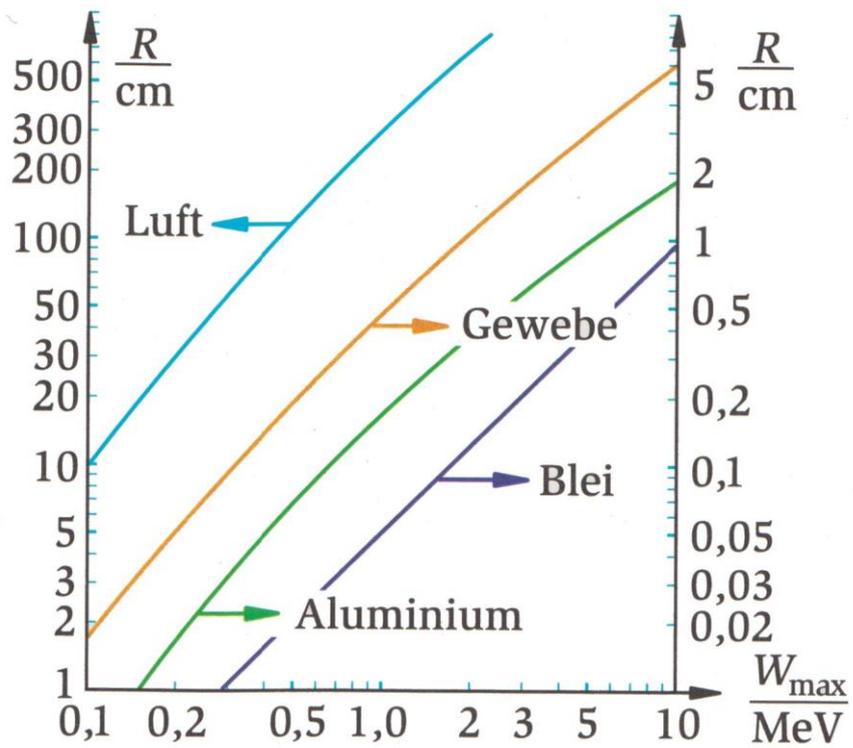


Abb.1: Reichweite von β -Strahlen
 Quelle: Dorn-Bader, Physik, Gymnasium SekII

Bohrsches Atommodell

Arbeitsmaterial: Dorn-Bader: Physik, Internet, Versuche

Arbeitsaufträge:

- 1) Skizzieren und erläutern Sie die Grundzüge des Bohrschen Atommodells.
- 2) Stellen Sie die zwei Bohrschen Postulate auf. Erläutern Sie sie und erklären Sie, warum sie nötig waren.
- 3) Erklären Sie, welche physikalische Überlegung hinter dem 1. Postulat steckt.
- 4) Erklären Sie mit Hilfe des Bohrschen Modells, warum Elemente kein kontinuierliches Spektrum, sondern nur ganz diskrete Linienspektren aussenden, wenn man sie erhitzt.
- 5) Fertigen Sie zu folgenden gezeigten Versuchen vollständige Versuchsprotokolle an:
 - a) Franck-Hertz-Versuch
 - b) Bestimmung der Wellenlängen der gelben Na-Linien
 - c) Bestimmung der Wellenlänge der K_{α} - und K_{β} -Linie von Cu.
- 6) Erläutern Sie, welche Kräfte nach dem Bohrschen Atommodell auf die Elektronen wirken und wie sie sich zueinander verhalten.
- 7) Leiten Sie mit Hilfe der Überlegungen aus 6) und den Bohrschen Postulaten einen Ausdrucke her für
 - a) die Bahnradien
 - b) die Geschwindigkeiten und
 - c) die Energiender Elektronen auf ihren Bahnen.
- 8) Berechnen Sie für das Wasserstoffatom die Radien, die Energien und die Geschwindigkeiten der Elektronen für die ersten vier Bahnen. Benennen Sie die Bahnen und erläutern Sie.
- 9) Berechnen Sie die Frequenzen und Wellenlängen der Photonen, die frei werden, wenn im Wasserstoffatom Elektronen
 - a) von der L-,M- bzw. N-Bahn auf die K-Bahn und
 - b) von der M- bzw. N-Bahn auf die L-Bahnspringen. Geben Sie jeweils den Spektralbereich liegen an.

Farbstoffe

Arbeitsmaterial: Dorn-Bader: Physik; Internet; Versuch

Arbeitsaufträge:

- 1) Erklären Sie, wie
 - a) Fluoreszenz
 - b) Phosphoreszenzentsteht.
- 2) Fertigen Sie zum gezeigten Versuch ein vollständiges Versuchsprotokoll an.
- 3) Erläutern Sie den chemischen Aufbau der Farbstoffmoleküle. Erklären Sie, wie ihre Farbwirkung zustande kommt. Erläutern Sie auch die Begriffe delokalisierte Elektronen und konjugierte Doppelbindung.
- 4) Erläutern und erklären Sie, wann ein Farbstoff rot ist.
- 5) Leiten Sie die Formel für die Energiezustände in einem Farbstoffmolekül her.
- 6) Der Farbstoff Aurin besitzt im neutralen Milieu ein delokalisiertes Elektronensystem aus 12 Elektronen der mittleren Länge $L = 1,405 \text{ nm}$.
 - a) Geben Sie die Besetzung der Energieniveaus im Grundzustand an.
 - b) Das Molekül wird durch weißes Licht vom Grundzustand in den nächsthöheren Zustand angeregt. Berechnen Sie die Wellenlänge des absorbierten Lichtes.
 - c) Erläutern Sie, welche Farbe des weißen Lichtes absorbiert wurde und welche Farbe Aurin folglich in weißem Licht zeigt.
 - d) Im sauren Bereich ist die Länge des delokalisierten Elektronensystems etwas kürzer, im basischen etwa länger. Diskutieren Sie, welchen Einfluss das in beiden Fällen auf die absorbierte Wellenlänge und damit auf die Farbe des Moleküls hat.
 - e) Erklären Sie den Namen des Farbstoffes.

Gammastrahlen

Arbeitsmaterial: Dorn-Bader: Physik, Oberstufe, Internet

Arbeitsaufträge:

- 1) Erläutern Sie, wie man γ -Strahlen nachweisen kann. Diskutieren Sie mögliche Probleme. Vergleichen Sie mit α - und β -Strahlen.
- 2) Erläutern Sie, wie man ihre Energie bestimmen kann. Beschreiben Sie den Aufbau und die Funktion des Gerätes. Diskutieren Sie mögliche Probleme.
- 3) Beschreiben Sie ein typisches γ -Spektrum. Vergleichen Sie es mit einem α - bzw. β -Spektrum.
- 4) Erklären Sie, warum γ -Strahler nicht mit einer eigenen Farbe in der Nuklidkarte charakterisiert werden.
- 5) Erläutern Sie die Prozesse, die sich abspielen, wenn γ -Strahlen mit Materie wechselwirken. Vergleichen Sie ihr Verhalten mit dem Verhalten von α - und β -Strahlen in Materie. Erklären Sie, warum sich für γ -Strahlen keine Reichweite angeben lässt.
- 6) Schreiben Sie das Gesetz auf, mit dem man die Absorption von γ -Strahlen in Materie beschreiben kann. Erklären Sie, wie es zustande kommt.
- 7) Erläutern Sie den Begriff Halbwertsdicke. Geben Sie an, von welchen Faktoren sie abhängt und wie sie sich experimentell ermitteln lässt. Benutzen Sie das Diagramm in Abb. 1 oder im Buch.
- 8) B-14 sendet γ -Strahlen mit einer Energie $W = 6,09 \text{ MeV}$ aus.
 - a) Berechnen Sie die Frequenz und Wellenlänge der Strahlung.
 - b) Vergleichen Sie die Wellenlänge mit der von Röntgenstrahlen und mit der Größe des Atoms und des Atomkerns. Diskutieren Sie mögliche Probleme, die sich daraus für die experimentelle Bestimmung der Wellenlänge ergeben.
 - c) Berechnen Sie die Rückstosseschwindigkeit des zurückbleibenden Kernes.

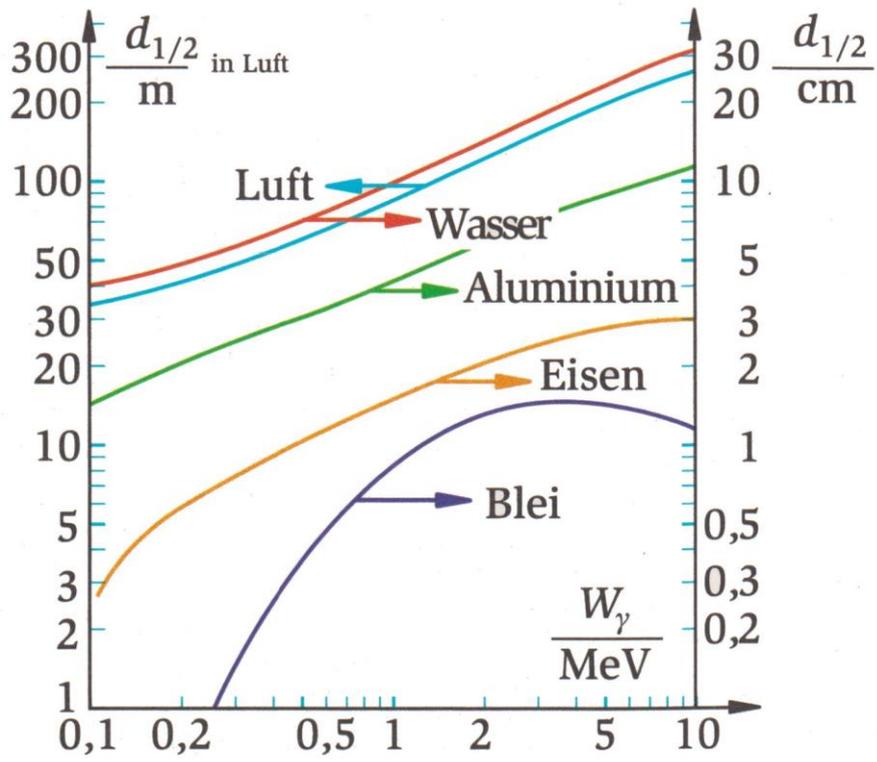


Abb. 1: Halbwertsdicken von γ -Strahlen
 Quelle: Dorn-Bader, Physik, Gymnasium SekII

Geiger-Müller-Zähler

Arbeitsmaterial: Dorn-Bader: Physik, Versuch, Internet

Arbeitsaufträge:

- 1) Erläutere anhand der Abb.1 den Aufbau eines Geiger-Müller-Zähler bzw. eines Geiger-Müller-Zählrohr.
- 2) Beschreiben Sie, wie beide funktionieren.
- 3) Erläutern und erklären Sie, warum man an das Zählrohr neben dem Zähler auch einen Lautsprecher anschließt.
- 4) Erläutern Sie den Begriff Totzeit und überlegen Sie, warum sie wichtig ist.
- 5) Erläutern Sie, was man mit einem Geiger-Müller-Zähler feststellen kann und was nicht.
- 6) Erläutern Sie, wie sich das Zählrohr nach dem Durchtritt eines radioaktiven Teilchens regeneriert.
- 7) Beschreiben Sie, was muss man bei Radioaktivitätsmessungen beachten muss und erklären Sie warum.

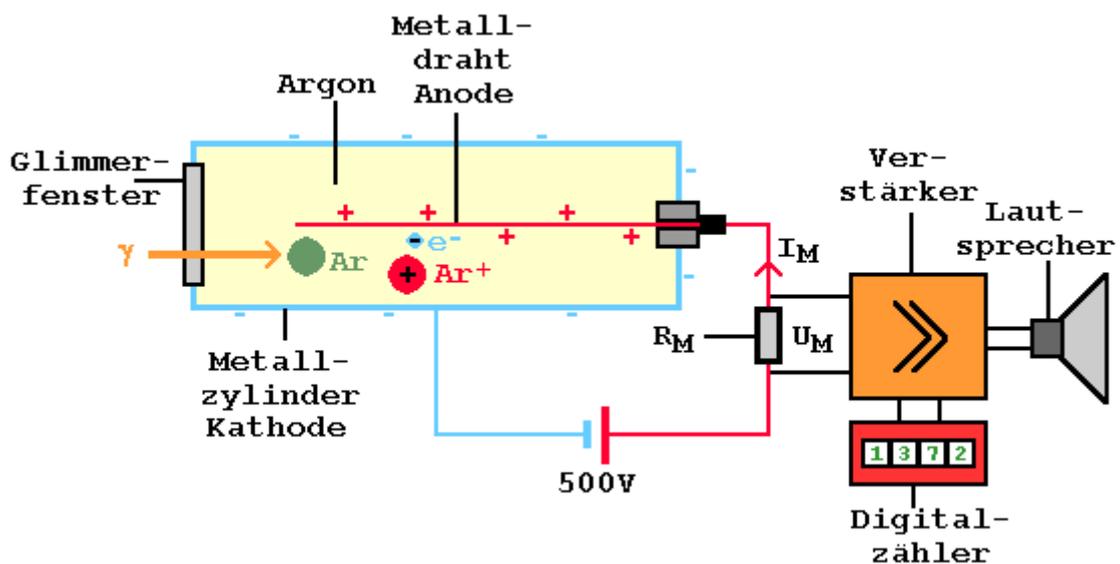


Abb. 1: Geiger-Müller-Zähler

Halbwertszeit

Arbeitsmaterial: Dorn-Bader: Physik, Versuch, Internet

Arbeitsaufträge:

- 1) Erläutern und erklären Sie den Begriff Halbwertszeit.
- 2) Die Halbwertszeit wird auch als Fingerabdruck eines Nuklids bezeichnet. Erläutern Sie diese Aussage.
- 3) Fertigen zu dem Versuch, mit dem wir die Halbwertszeit gemessen haben, ein vollständiges Versuchsprotokoll an.
- 4) Man erhält beim Versuch folgende Messtabelle:

t[s]	0	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200
A[Bq]	25,0	20,0	15,5	13,7	10,3	9,2	7,1	6,0	5,1	3,8	3,2

Erstellen Sie mit Excel oder von Hand das A/t-Diagramm (s. Abb.1).

- 5) Stellen Sie das mathematische Gesetz auf, mit dem sich der Kurvenverlauf beschreiben lässt. Leiten Sie das Gesetz her. Ermitteln Sie aus dem Diagramm auf zwei verschiedenen Arten die Halbwertszeit für das Nuklid Pa 234.
- 6) Die radioaktive Probe enthält eigentlich U 238. Erklären Sie, wie sich daraus Pa 234 bilden kann.
- 7) Erklären Sie, warum U 238 und die anderen Zwischennuklide die Messung nicht stören.
- 8) Leiten Sie den Zusammenhang zwischen der momentanen Aktivität und der Zahl der noch nicht zerfallenen Atome her.
- 9) Beschreiben Sie das Verfahren, mit dem man die Halbwertszeit langlebiger Nuklide bestimmen kann.
- 10) Um die Halbwertszeit von U-238 zu bestimmen, misst man die Aktivität von $m = 2$ g. Sie beträgt $A = 24,9$ kBq. Berechnen Sie die Halbwertszeit und vergleichen Sie sie mit der Angabe in der Nuklidkarte. Erläutern Sie, welche Besonderheit U-238 aufweist.
- 11) Für Experimente in der Schule wird häufig Am-241 als α -Strahler benutzt. Er besitzt eine Aktivität $A = 74$ kBq. Berechnen Sie die Masse des eingesetzten Am-241. Benutzen Sie die Nuklidkarte.
- 12) Beim Reaktorunfall in Tschernobyl wurde nur ein Fingerhut voll radioaktiver Substanz freigesetzt. Erklären Sie, warum selbst kleinste Mengen radioaktiver Substanzen so gefährlich sind.
- 13) Beschreiben Sie die Alterbestimmung nach der
 - a) C-14-Methode,
 - b) Uran-Blei-Methode
 - c) Kalium-Argon-Methode.Diskutieren Sie, auf welche Materialien sie jeweils angewendet werden können. Begründen Sie. Fertigen Sie zu einer der Methoden eine PP-Präsentation an.
- 14) Ergänzen Sie folgende Tabelle. Benutzen Sie dazu die Nuklidkarte auf der letzten Seite des Buches oder im Internet. Deuten Sie die verschiedenen Farben in der Nuklidkarte.

Nuklid	Halbwertszeit	Strahlungsart	Energie
Bi-208			
Pb-209			
Rn-217			
Pb-208			
Fr-212			
Pa-230			
Ra-217			
O-19			
Rn-222			
Rn-226			
Pb-203			
U-238			

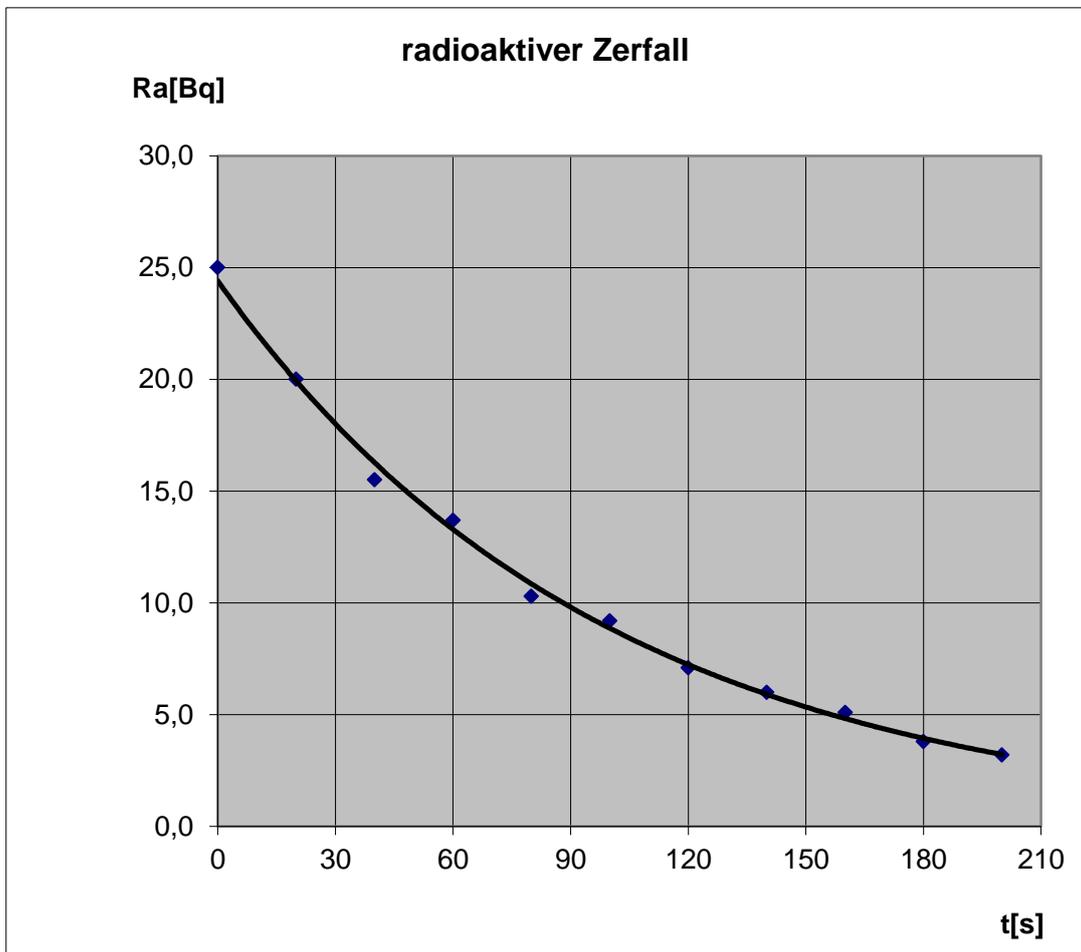


Abb.1: radioaktiver Zerfall

Kernspaltung

Arbeitsmaterial: Video Kernkraftwerke, Dorn-Bader: Physik, Internet

Arbeitsaufträge:

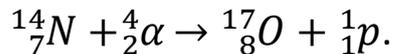
- 1) Erläutern und erklären Sie, welcher Brennstoff in Kernkraftwerken benutzt wird.
- 2) Erklären Sie, warum man ihn nicht unbehandelt einsetzen kann. Erläutern und erklären Sie, was man tun muss, damit die Kernreaktion in genügend großer Intensität abläuft.
- 3) Formulieren Sie die Kernreaktion, die sich dabei abspielt.
- 4) Diskutieren Sie die Probleme, die durch die Reaktion verursacht werden.
- 5) Erläutern und erklären Sie, was man tun muss, damit es in Kernkraftwerken nicht unweigerlich zur Kernexplosion kommt.
- 6) Erklären Sie, warum Neutronen besser als Spaltstoff geeignet sind als Protonen oder Elektronen.
- 7) Vergleichen Sie die Energien, die freiwerden, wenn man 1 kg Heizöl, 1 kg Steinkohle bzw. 1 kg U-235 verbrennt. Benutzen Sie das Buch oder das Internet. Interpretieren Sie das Ergebnis.
- 8) Erläutern Sie, wie eine Atombombe im Prinzip funktioniert. Erklären Sie, warum sie so gefährlich ist.

Kernumwandlungen

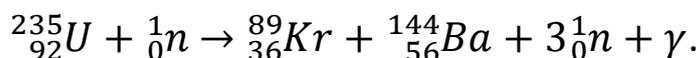
Arbeitsmaterial: Dorn-Bader, Physik Oberstufe

Arbeitsaufträge:

- 1) Erläutern Sie die Vorgänge bei der ersten künstlichen Kernumwandlung. Geben Sie das Zwischenprodukt an. Das Gesamtreaktionsschema lautet:



- 2) Beschreiben und erläutern Sie das Schema, mit dem man Kernumwandlungen beschreibt. Benutzen Sie das Buch oder das Internet.
- 3) Erklären Sie, mit welchen Teilchen man Kernumwandlungen auslösen kann.
- 4) Erläutern und erklären Sie, welches Teilchen für Kernumwandlungen besonders geeignet ist. Benennen Sie diesen Vorgang. Diskutieren Sie, welche Energien dabei frei werden und in welcher Form.
- 5) Beschreiben Sie ein Verfahren, mit dem man Neutronen nachweisen kann. Erläutern Sie, wie man sie abschirmen kann und welches Material dazu am besten geeignet ist. Erklären Sie. Benennen Sie einen solchen Stoff. Erklären Sie, warum Neutronenwaffen so gefährlich sind.
- 6) Beschreiben und erläutern Sie die Prozesse, die sich bei der ersten Spaltung im Atomkern abspielten. Das Reaktionsschema lautet:



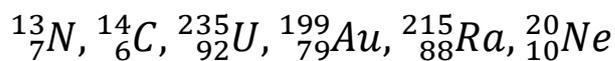
- 7) Erläutern und erklären Sie, wie Kernspaltungen am besten ausgelöst werden können.
- 8) Erklären Sie, warum man Energie durch die Kernspaltung in Aufgabe 6) gewinnen kann. Erläutern Sie, wie groß sie ist.
- 9) Erläutern Sie, warum die Spaltprodukte so gefährlich sind.
- 10) Erläutern Sie, wie eine Kettenreaktion entsteht.
- 11) Vergleichen Sie eine Atombombe mit einem Kernkraftwerk KKW. Stellen Sie Unterschiede und Gemeinsamkeiten heraus. Erkundigen Sie sich im Internet oder im Buch, welche Energien eine Atombombe freisetzt, welche Leistung sie hat und wie sie gezündet wird. Erläutern und erklären Sie den Begriff der kritischen Masse.
- 12) Beschreiben Sie, wie man die Kettenreaktion in einem Reaktor regelt. Erklären Sie die Abläufe in einem KKW. Diskutieren Sie die Aufgabe der einzelnen Teile. Erkundigen Sie sich im Internet, welcher Reaktortyp weltweit am häufigsten verwendet wird. Erklären Sie.
- 13) Vergleichen Sie ein Kernkraftwerk mit einem Kohlekraftwerk. Stellen Sie Gemeinsamkeiten und Unterschiede zusammen.
- 14) Erläutern Sie, wie man die Abfälle eines KKW's entsorgen muss und welche Probleme es dabei gibt.
- 15) Fassen Sie die Geschehnisse beim Reaktorunfall in Tschernobyl zusammen.
- 16) Erläutern Sie, wie sich Experten die Energieversorgung der Zukunft vorstellen. Erklären Sie die physikalischen Grundlagen und den Aufbau eines solchen Reaktors. Diskutieren Sie Vor- und Nachteile gegenüber einem Kernkraftwerk. Überlegen Sie, welche Probleme auftreten können.

Kernzerfälle

Arbeitsmaterial: Dorn-Bader: Physik Oberstufe, Internet

Arbeitsaufträge:

- 1) Erklären Sie den α -Zerfall mit Hilfe des Potentialtopfmodells.
- 2) Erläutern Sie, warum die ausgesandten α -Strahlen diskrete Energiewerte haben und warum sie nicht für alle Nuklide gleich sind. Erläutern Sie, wann sogar gleiche Nuklide α -Strahlen unterschiedlicher Energie aussenden können.
- 3) Beschreiben Sie das Verfahren, mit dem man die kinetische Energie der α -Strahlen bestimmen kann.
- 4) Erläutern Sie die Prozesse, die sich im Atomkern beim β^+/β^- -Zerfall abspielen. Erklären Sie, warum man ein kontinuierliches Energiespektrum beobachtet.
- 5) Erläutern Sie, welche alternative Kernreaktion zum β^+ -Zerfall stattfinden kann und welche Strahlung man dabei beobachtet. Nennen Sie ein Beispiel.
- 6) Erklären Sie die Begriffe Isotope und Isotone. Geben Sie jeweils ein Beispiel an. Stellen Sie gemeinsame und unterschiedliche Eigenschaften der Isotope bzw. Isotone zusammen.
- 7) Erläutern Sie, wie viele natürliche Zerfallsreihen es gibt und wie sie zustande kommen. Formulieren Sie die U-238-Zerfallsreihe. Sie endet bei einem stabilen Bleisotop.
- 8) Formulieren Sie für folgende Nuklide die Kernreaktion. Geben Sie jeweils die Zahl der Elektronen E, Protonen Z, Nukleonen A und Neutronen N des Mutter- und Tochterkerns an.



- 9) Erklären Sie, warum der Erdkern aus Nickel und Eisen besteht.

Materiewellen

Arbeitsmaterial: Dorn-Bader: Physik; Internet; Versuch

Arbeitsaufträge:

- 1) Fassen Sie die wesentlichen Hypothesen von de Broglie zusammen.
- 2) Fertigen Sie zu dem Versuch, mit dem wir die Aussagen von de Broglie experimentell überprüft haben, eine Versuchsskizze an und erläutern Sie den Aufbau.
- 3) Beschreiben Sie die zu erwartenden Beobachtungen, wenn sich die Elektronen wie Wassertropfen in einem Wasserstrahl verhalten würden. Vergleichen Sie mit den tatsächlichen Beobachtungen beim Versuch nach 2).
- 4) Erläutern Sie die Vorgänge bei der Bragg-Reflexion an einem Kristall. Leiten Sie die Bedingung für Maxima und Minima her.
- 5) Überprüfen Sie mit den folgenden Messwerten die Voraussagen von de Broglie quantitativ. Erläutern Sie das Zustandekommen zweier Beugungsringe.
Beschleunigungsspannung: $U_A = 5\text{ kV}$
Gitternetzebenenabstände: $d_1 = 213\text{ pm}$, $d_2 = 123\text{ pm}$
Radien der Beugungsringe: $r_1 = 1,1\text{ cm}$, $r_2 = 1,9\text{ cm}$
Entfernung Schirm-Graphitkristall: $l = 13,5\text{ cm}$.
- 6) Erklären Sie, warum man beim Versuch Beugungsringe und nicht ein lineares Beugungsmuster beobachtet.
- 7) Vergleichen Sie Elektronen mit Photonen. Stellen Sie Gemeinsamkeiten und Unterschiede zusammen.
- 8) Erklären und erläutern Sie den Begriff Ψ -Wellen. Vergleichen Sie sie mit klassischen Wellen.
- 9) Elektronenmikroskope haben eine viel größere Auflösung als Lichtmikroskope. Erklären Sie. Fertigen Sie zum Elektronenmikroskop oder Lichtmikroskop eine PP-Präsentation an.
- 10) Sie bewegen sich mit einer Geschwindigkeit von $v = 5\text{ km/h}$. Berechnen Sie Ihre Wellenlänge und interpretieren Sie das Ergebnis.

Orbitalmodell

Arbeitsmaterial: Dorn-Bader: Physik; Internet; Modelle

Arbeitsaufträge:

- 1) Erläutern Sie die wesentlichen Aussagen des Orbitalmodells. Vergleichen Sie es mit dem Bohrschen Modell. Stellen Sie die Vor- und Nachteile beider Modelle zusammen.
- 2) Geben Sie die möglichen Orbitale für das Wasserstoffatom für die ersten 4 Energieniveaus an. Beschreiben Sie anschaulich ihre Form. Benutzen Sie dazu die Animation zur Schrödinger-Gleichung auf der Seite www.ethz.ch.
- 3) Nennen Sie die Gleichung, mit der sich das Orbitalmodell beschreiben lässt. Erklären Sie ihren physikalischen und mathematischen Aufbau und warum sie mit der Schulmathematik nur ansatzweise gelöst werden kann.
- 4) Erläutern Sie folgende Begriffe:
 - a) Orbital
 - b) Quantenzahl
 - c) Wellenfunktion
 - d) Aufenthaltswahrscheinlichkeit
 - e) Elektronenkonfiguration
 - f) stationärer Energiezustand
 - g) Energieeigenwert
- 5) Erläutern Sie den Zusammenhang zwischen der Wellenfunktion und der Aufenthaltswahrscheinlichkeit.
- 6) Geben Sie an, wie viele Quantenzahlen es gibt, wie sie heißen und wie sie abgekürzt werden. Erläutern Sie, welche Werte sie jeweils annehmen können.
- 7) Geben Sie die Elektronenkonfiguration folgender Atome an: O, C, Cu, Al, Se, U. Benutzen Sie das Periodensystem im Chemiebuch oder im Internet.
- 8) Erstellen Sie die Elektronenkonfiguration der Edelgase He, Ne, Ar, Kr. Erläutern Sie, welche Besonderheit sie aufweist und was man daraus folgern kann.
- 9) Na bildet Na^+ -Ionen, Mg Mg^{2+} -Ionen, Al Al^{3+} -Ionen, O O^{2-} -Ionen, F F^- -Ionen, N N^{3-} -Ionen. Erstellen Sie die Elektronenkonfiguration der Ionen. Vergleichen Sie die Konfigurationen miteinander und stellen Sie die Gemeinsamkeit heraus. Vergleichen Sie mit der Konfiguration eines Edelgases.
- 10) In der Chemie gibt es eine so genannte Oktettregel. Erläutern Sie, was sie besagt. Vergleichen Sie sie mit den Ergebnissen aus den Aufgaben 8 und 9.
- 11) Stellen Sie die Elektronenkonfigurationen folgender Elemente auf: B, P, Br, Ca, K, Xe und S. Erläutern und erklären Sie, welche Ionen sie jeweils bilden sollten. Ordnen Sie sie den chemischen Stoffklassen und erläutern Sie Ihre Zuordnung.
- 12) Erklären Sie den Begriff Hybridisierung beim C-Atom.
- 13) Erläutern Sie die räumliche Struktur folgender Moleküle: H_2O , CH_4 , C_2H_4 , C_2H_2 .
- 14) Stellen Sie die zeitunabhängige Schrödinger-Gleichung für einen linearen Potentialtopf ohne potentielle Energie auf. Zeigen Sie, dass die Funktion

$$\Psi = \Psi_0 * \sin\left(2\pi * \frac{x}{\lambda}\right)$$

diese Gleichung erfüllt. Geben Sie an, welche Randbedingung für die Energieeigenwerte gilt. Skizzieren Sie die ersten drei Energiezustände des Topfes. Verteilen Sie 6

Elektronen auf diese Energiezustände. Berechnen Sie die Energie, die frei wird, wenn das energiereichste Elektron ins nächst höhere Energieniveau gehoben wird ($L = 1\text{nm}$).

- 15) Stellen Sie die zeitunabhängige Schrödinger-Gleichung für das Wasserstoffatom auf. Geben Sie die Formel für die Energieeigenwerte an und vergleichen sie sie mit denen, die man mit Hilfe des Bohrschen Atommodells erhält.
- 16) Beschreiben Sie die wesentliche Aussage des Pauliprinzips.
- 17) Stellen Sie die Reihenfolge auf, in der die Orbitale der ersten vier Hauptenergieniveaus in einem Atom aufgefüllt werden. Erklären Sie sie.

Photonen

Arbeitsmaterial: Dorn-Bader: Physik; Internet; Versuch, Video

Arbeitsaufträge:

- 1) Fertigen Sie zu den Versuchen, mit denen wir die Vorgänge beim Photoeffekt qualitativ untersucht haben, vollständige Versuchsprotokolle an.
- 2) In einem Versuch haben wir verschiedene LEDs an eine Konstantstromquelle von $I = 0,2$ mA angeschlossen und jeweils die Spannung gemessen, die dabei an der LED anlag. Wir erhielten folgende Messtabelle:

$\lambda[\text{nm}]$	940	870	625	605	590	525	470	403
$U[\text{V}]$	1,10	1,34	1,76	1,80	1,86	2,33	2,66	2,96

- a) Skizzieren und erläutern Sie den benötigten Versuchsaufbau.
 - b) Erstellen Sie ein von Hand oder mit Excel ein U/f-Diagramm.
 - c) Ermitteln Sie aus dem Diagramm die Plancksche Konstante h .
 - d) Erläutern und erklären Sie die Vorgänge in der LED mit Hilfe des Photonenmodells.
- 3) Bei einem quantitativen Versuch zum Photoeffekt erhält man folgende Messtabelle.

$\lambda[\text{nm}]$	660	580	520	450	400
$U[\text{V}]$	0,25	0,45	0,70	1,10	1,45

- a) Skizzieren Sie den erforderlichen Versuchsaufbau und erläutern Sie ihn.
 - b) Erstellen Sie von Hand oder mit Excel ein U/f-Diagramm.
 - c) Ermitteln Sie aus dem Diagramm die Plancksche Konstante h , die Grenzwellenlänge f_{gr} und die Austrittsarbeit W_A .
 - d) Erklären Sie die Vorgänge mit Hilfe des Photonenmodells.
 - e) Erläutern Sie und erklären Sie, welche Beobachtungen man machen würde, wenn man die Intensität des Lichtes jeweils erhöhen würde.
- 4) Beschreiben und erklären Sie die Vorgänge, die sich bei folgenden Prozessen abspielen. Geben Sie die Bedingungen an, unter denen sie jeweils auftreten. Stellen Sie die Gesetzmäßigkeiten zusammen, die für die einzelnen Vorgänge gelten.
 - a) Paarbildung
 - b) Zerstrahlung/Paarvernichtung
 - c) Comptoneffekt
 - d) Photoeffekt
 - 5) Leiten Sie die Formeln für den Impuls und die Masse der Photonen her. Beschreiben und erklären Sie die Versuche, mit denen man ihren Impuls und ihre Masse nachweisen kann. Vergleichen Sie Masse und Impuls der Photonen mit denen der klassischen Teilchen. Stellen Sie Gemeinsamkeiten und Unterschiede zusammen.
 - 6) Verschiedene LED's werden an eine Konstantstromquelle angeschlossen. Sie leuchten bei folgenden Spannungen gerade auf:
 - a) $U_1 = 1,1\text{V}$,
 - b) $U_2 = 1,5$,
 - c) $U_3 = 1,95\text{V}$
 - d) $U_4 = 2,45\text{V}$,
 - e) $U_5 = 3,25\text{V}$.

Berechnen Sie jeweils die Wellenlänge des abgestrahlten Lichtes. Bestimmen Sie mit der Spektraltafel die Farbe der einzelnen LED's.

- 7) Eine LED hat folgende Kenndaten $U = 2,45\text{V}$ und $I = 20\text{mA}$. Ihre Lichtausbeute beträgt 50%. Berechnen Sie die Zahl der Photonen, die pro s abgestrahlt werden.
- 8) Erläutern und erklären Sie die Vorgänge in
 - a) einer LED
 - b) einer Solarzelle
 - c) einer Röntgenröhre
 - d) einem Rastertunnelmikroskop
 - e) einem Laser.

Fertigen Sie zu einem der Themen eine Powerpointpräsentation an.

- 9) Nehmen Sie Stellung zu folgender Aussage: „UV-Licht ist stets energiereicher als IR-Licht.“ Verbessern Sie gegebenenfalls die Aussage.

Röntgenstrahlung

Arbeitsmaterial: Dorn-Bader: Physik; Videos; Internet

Arbeitsaufträge:

- 1) Erläutern Sie anhand von Abb.1 den Aufbau und die Funktionsweise eines Röntgengerätes, mit dem man ein Röntgenspektrum aufnehmen kann. Erklären, wie in der Metallanode Röntgenstrahlen erzeugt werden.
- 2) Röhrenfernseher senden Röntgenstrahlung aus. Erklären Sie, wie sie zustande kommt. Berechnen Sie die Wellenlänge bei einer Beschleunigungsspannung $U = 30 \text{ kV}$. Beschreiben Sie, wie die Zuschauer vor der Strahlung geschützt werden.
- 3) Nennen Sie Beispiele, wo Röntgenstrahlen eingesetzt werden. Erläutern Sie, welche Eigenschaften der Röntgenstrahlen dabei ausgenutzt werden.
- 4) Fertigen Sie zu einem der folgenden Themen eine Powerpointpräsentation an:
 - a) Computertomographie
 - b) Röntgendiagnostik
 - c) Geschichte der Röntgenstrahlen
 - d) Biologische Wirkungen und Gefährlichkeit der Röntgenstrahlung
- 5) Erläutern, wie viele verschiedene Arten von Röntgenstrahlen in einem Spektrum auftreten. Erklären Sie, wie sie entstehen.
- 6) Berechnen Sie die kleinste Wellenlänge eines Röntgenspektrums, wenn die Beschleunigungsspannung $U = 20 \text{ kV}$ beträgt.
- 7) Die Abb. 2 und 3 zeigen zwei Röntgenspektren. Erläutern und erklären Sie ihren Verlauf.
- 8) Erläutern und erklären Sie die Vorgänge bei der Bragg-Reflexion. Leiten Sie die Bedingungen für Maxima und Minima her.
- 9) Erklären und erläutern Sie das Moseleysche Gesetz und wie es zustande kommt. Erklären Sie die Bedeutung der Abschirmkonstante im Moseleyschen Gesetz. Geben Sie ihren Wert für verschiedene Schalen an.
- 10) Erläutern Sie die Begriffe K_{α} -, K_{β} -, L_{α} - und L_{β} -Linie.
- 11) Ermitteln Sie aus Abb.2 die Wellenlängen der Maxima und damit die Ordnungszahl des verwendeten Anodenmaterials. KCl hat eine Gitterkonstante $d = 314 \text{ pm}$. Benennen Sie das Metall, aus dem die Anode besteht. Berechnen Sie die Winkel, unter denen weitere Maxima beobachtet werden.
- 12) Ermitteln Sie aus Abb.3 den Gitterabstand des verwendeten Kristalls LiF. Es wird das gleiche Anodenmaterial wie bei Aufgabe 11) verwendet. Vergleichen Sie das Ergebnis mit dem Gitterabstand von KCl und erklären Sie.

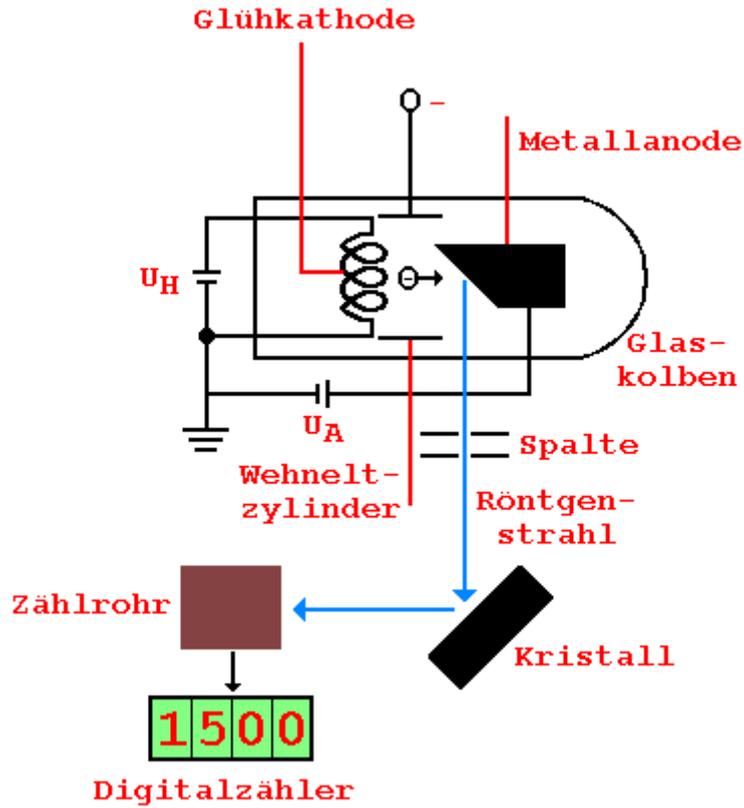


Abb. 1: Aufbau einer Röntgenröhre

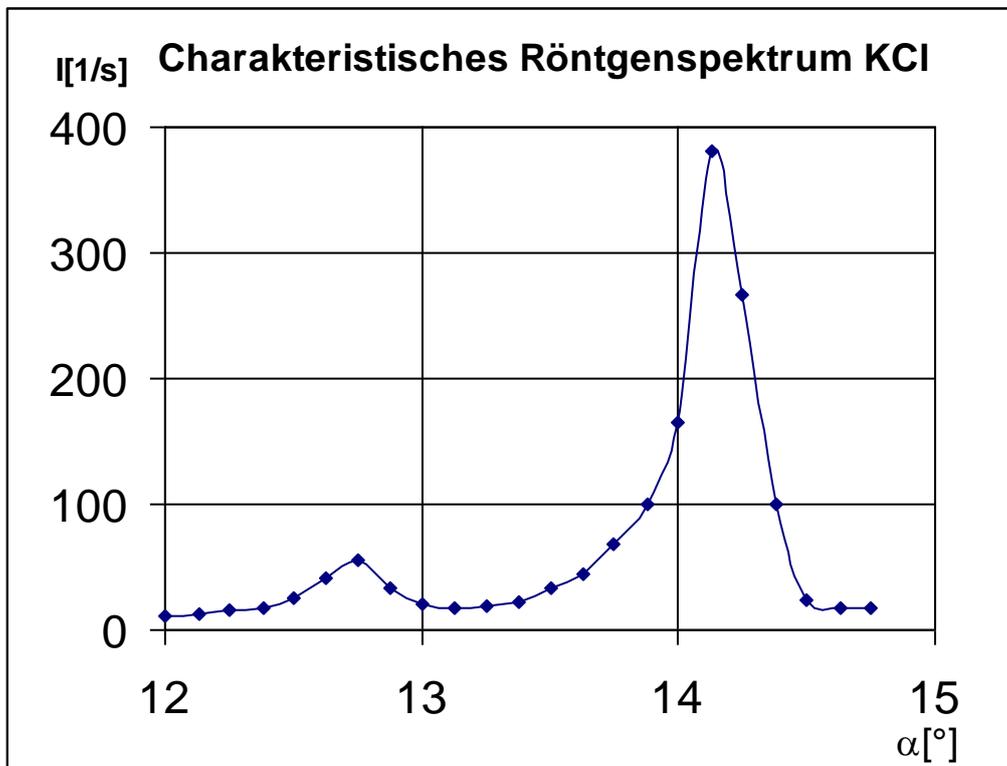


Abb.2: Röntgenspektrum KCl

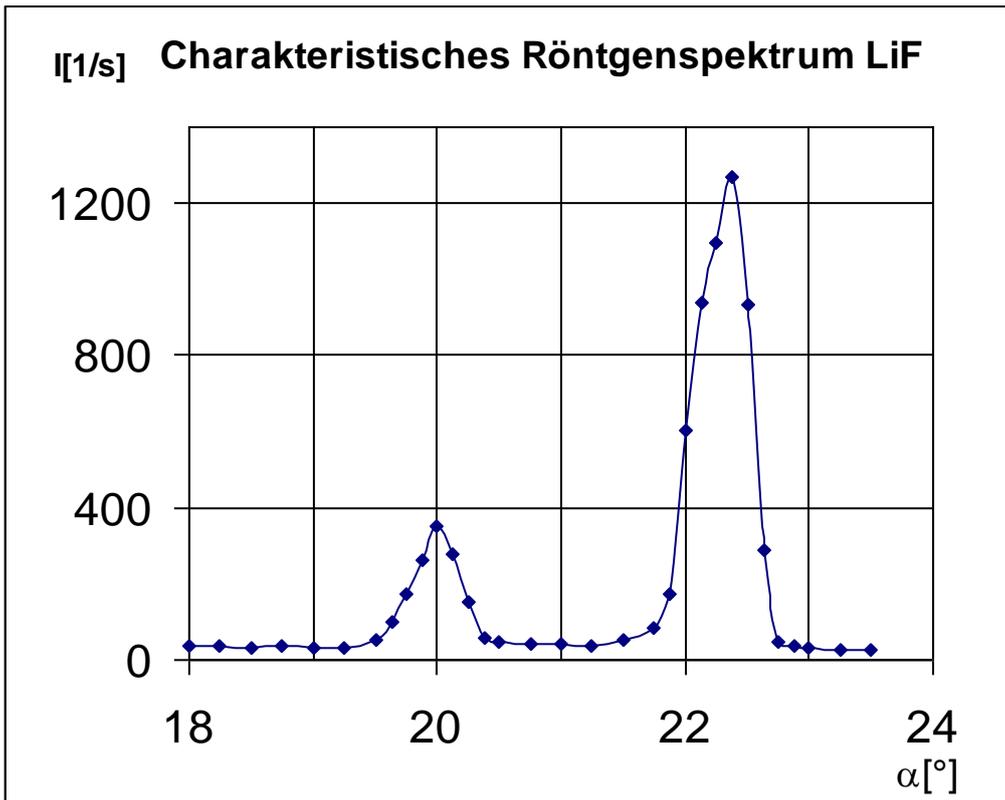


Abb.3: Röntgenspektrum LiF

Relativitätstheorie

Arbeitsmaterial: Dorn-Bader: Physik; Videos; Internet

Arbeitsaufträge:

- 1) Stellen Sie die besonderen Effekte der speziellen und allgemeinen Relativitätstheorie zusammen. Benutzen Sie dazu das Buch, das in der Schule gezeigte Video und die Videos: „Das Geheimnis der Zeit Einsteins Relativitätstheorie 1-3“ auf der Internetseite www.youtube.com. Beschreiben Sie die Unterschiede zwischen der speziellen und der allgemeinen Relativitätstheorie.
- 2) Diskutieren Sie, welcher Versuch die Grundlage der speziellen Relativitätstheorie bildet. Sehen Sie sich dazu das Video „Erweitertes Michelson-Morley-Experiment 2009 Deutsche Version“ unter www.youtube.com und die Beschreibung im Buch an. Erläutern und erklären Sie den Aufbau, die Durchführung und das Ergebnis des Versuches.
- 3) Erläutern Sie die Aussagen der Lorentztransformationen. Leiten Sie aus ihnen die Invarianz der Lichtgeschwindigkeit her.
- 4) Stellen Sie die Gesetze für folgende Effekte der speziellen Relativitätstheorie auf:
 - a) Additionstheorem der Geschwindigkeiten
 - b) Massenzunahme
 - c) Längenkontraktion
 - d) Zeitdilatation
 - e) Äquivalenz Masse/Energie
 - f) relativistische kinetische Energie.Leiten Sie die Formel für die relativistische Addition der Geschwindigkeiten her. Ziehen Sie das Buch oder das Internet zu Rate.
- 5) Berechnen Sie die relativistische Geschwindigkeit für folgende Fälle:
 - a) $v_{12} = 2/3c$, $v_{23} = c$,
 - b) $v_{12} = c$, $v_{23} = c$ und
 - c) $v_{12} = 3/4c$, $v_{23} = 3/4c$.
- 6) Ein Elektron bewegt sich so schnell, dass sich seine Masse verdoppelt.
 - a) Berechnen Sie seine Geschwindigkeit.
 - b) Berechnen Sie die benötigte Beschleunigungsspannung.
 - c) Berechnen Sie seine Geschwindigkeit bei der Spannung nach b) nichtrelativistisch.
- 7) Ein Objekt der Länge $l = 10\text{m}$ bewegt sich $t = 10\text{ s}$ mit einer Geschwindigkeit von $2/3c$. Berechnen Sie für diesen Fall die Längenkontraktion und die Zeitdilatation.

Strahlenbelastung

Arbeitsmaterial: Dorn-Bader: Physik; Video: Strahlung, Internet

Arbeitsaufträge:

- 1) Erläutern Sie, welche Arten von Strahlung es gibt und woraus sie jeweils besteht.
- 2) Erklären Sie, warum radioaktive Strahlung so gefährlich ist und welche Schäden sie verursachen kann.
- 3) Geben Sie an, wie die Radioaktivität definiert ist und welche Einheit sie hat.
- 4) Nennen Sie Geräte, mit denen man die radioaktive Strahlung messen kann.
- 5) Erläutern Sie, wie die absorbierte Energiedosis definiert ist, welche Einheit sie hat und womit man sie misst.
- 6) Begründen Sie, warum man die schädigende Wirkung für jede Strahlungsart gesondert betrachten muss.
- 7) Erläutern Sie, was man unter der Äquivalentdosis versteht und welche Einheit sie hat.
- 8) Geben Sie die Quellen an, aus denen die ionisierende Strahlung stammt, der wir täglich ausgesetzt sind.
- 9) Geben Sie an, wie groß die mittlere Strahlenbelastung bei uns ist.
- 10) Erläutern Sie, welche Organe besonders belastet sind und welche Faktoren man bei der Beurteilung der Belastung berücksichtigen muss.
- 11) Erklären Sie, wie man die effektive Äquivalentdosis berechnet und welche Einheit sie hat.
- 12) Erläutern Sie, was ein Nuklid ist. Nennen Sie drei Beispiele.
- 13) Geben Sie die Nuklide an, die uns besonders belasten. Zeigen Sie die Wege auf, auf denen sie in unseren Körper gelangen.
- 14) Stellen Sie die Nuklide zusammen, die wir beim Essen bzw. beim Sport aufnehmen.
- 15) Erläutern Sie, was man unter der Halbwertszeit und was unter der effektiven Halbwertszeit versteht. Geben Sie zwei Beispiele an.
- 16) Diskutieren Sie die Rolle, die die Kernkraftwerke bei der radioaktiven Belastung spielen.
- 17) Beschreiben Sie Maßnahmen, mit denen man sich vor radioaktiven Strahlen schützen kann.

Unschärferelation

Arbeitsmaterial: Dorn-Bader: Physik, Oberstufe

Arbeitsaufträge:

- 1) Erläutern Sie anhand der von Heisenberg aufgestellten Ungleichung, was die Heisenbergsche Unschärferelation besagt.
- 2) Erläutern Sie die Unschärferelation am Beispiel
 - a) der Beugung des Lichtes am Einzelspalt
 - b) eines Elektronenstrahl
 - c) einer klassischen Welle
 - d) eines Elektrons in der Atomhülle.
- 3) Leiten Sie die Heisenbergsche Ungleichung am Beispiel der Beugung am Einzelspalt näherungsweise her. Ziehen Sie dazu auch die Internetseite www.leifiphysik.de zu Rate.
- 4) Erläutern Sie, welche Widersprüche und Absurditäten sich beim Doppelspaltversuch mit Photonen bzw. Elektronen ergeben. Betrachten Sie dazu das Video „Doppelspaltversuch Dr. Quantum“ unter www.youtube.com
- 5) Erläutern Sie den Begriff Lokalisierungsenergie. Leiten Sie die Formel her, mit der man sie für ein Elektron berechnen kann, das in einen Käfig der Seitenlänge L eingesperrt wird.
- 6) Fertigen Sie zum gezeigten Versuch ein vollständiges Versuchsprotokoll an und erklären Sie das Ergebnis mit Hilfe der Heisenbergschen Unschärferelation.
- 7) Beschreiben Sie, was man beobachtet, wenn man einen Wasserstrahl aus einem dicken Rohr austreten lässt bzw. durch eine feine Düse presst. Erklären Sie jeweils und vergleichen Sie die Beobachtungen mit den Vorgängen bei der Beugung von Licht an einem Spalt.

Internetquellen

- 1) www.leifiphysik.de
- 2) rcl.physik.uni-kl.de
- 3) www.chemiephysikskripte.de
- 4) de.wikipedia.org
- 5) www.youtube.com