

2026

STARK
Prüfung

**MEHR
ERFAHREN**

G9 Abitur

Bayern

Physik gA/eA

- ✓ Offizielle Musteraufgaben für das neue Abitur mit Lösungen
- ✓ Übungsaufgaben im Stil der neuen Prüfung
- ✓ Infos, Tipps und Beispiele zum Kolloquium
- ✓ Interaktives Training



Inhaltsverzeichnis

Vorwort

Stichwortverzeichnis

Hinweise und Tipps zum Abitur

1 Schriftliche Abiturprüfung	I
2 Mündliche Abiturprüfung (Kolloquium)	V
3 Bewährte Strategien für das Lösen physikalischer Aufgabenstellungen ...	XVII
4 Operatoren	XVIII
5 Zum Umgang mit diesem Buch.....	XX

Illustrierende Prüfungsaufgaben zum Abitur ab 2026

Physik – erhöhtes Anforderungsniveau (eA)

Aufgabe I: Tonerzeugung bei einer E-Gitarre	M-1
Aufgabe II: Sonnenbrillen	M-12
Aufgabe III: Untersuchung von Quantenobjekten	M-23
Aufgabe IV: Kernphysik in der Medizin	M-34

Physik – grundlegendes Anforderungsniveau (gA)

Aufgabe I: Kosmische Strahlung	M-43
Aufgabe II: Sonnenbrillen	M-52
Aufgabe III: Untersuchung von Quantenobjekten	M-61
Aufgabe IV: Lecksuche mit radioaktivem Thorium	M-71
Aufgabe V: Induktionsschleifen im Straßenverkehr	M-79

Astrophysik – grundlegendes Anforderungsniveau (gA)

Aufgabe I: Exoplaneten	M-89
Aufgabe II: Das Galaxientrio Holm 820	M-99

Aufgaben im Stil der neuen Abiturprüfung

Physik – erhöhtes Anforderungsniveau (eA)

Aufgabe I: Geladene Teilchen in elektromagnetischen Feldern	1
Aufgabe II: Radonbelastung in Gebäuden	9
Aufgabe III: Brechung und Absorption von Licht	16

Physik – grundlegendes Anforderungsniveau (gA)

Aufgabe I: Elektrisches Feld und Interferenz am Gitter	25
Aufgabe II: Spektralanalyse	31

Astrophysik – grundlegendes Anforderungsniveau (gA)

Aufgabe I: Das Weltraumteleskop CoRoT und Transitplaneten	37
Aufgabe II: Bahn und Helligkeitsentwicklung des Kometen McNaught	45

Digitale Inhalte auf MySTARK



Interaktives Training

Ihr Coach zum Erfolg: Mit dem interaktiven Training erhalten Sie online auf MySTARK Aufgaben und Lernvideos zu allen relevanten Themengebieten des Physikabiturs. Am besten gleich ausprobieren! Den Zugangscode finden Sie vorne in diesem Buch.



Aufgaben zum Download

- Original-Abiturprüfung 2023 (G8)
- Original-Abiturprüfung 2022 (G8)

Sollten nach Erscheinen dieses Bandes noch wichtige Änderungen in der Abiturprüfung 2026 vom Kultusministerium bekannt gegeben werden, finden Sie aktuelle Informationen dazu ebenfalls auf MySTARK.

Autoren der Übungsaufgaben und Lösungen

StD Florian Borges: Physik

StD Ferdinand Hermann-Rottmair: Astrophysik

Vorwort

Liebe Schülerinnen und Schüler,

Sie haben das Fach Physik in der Oberstufe des neunjährigen Gymnasium in Bayern auf grundlegendem oder erhöhtem Anforderungsniveau belegt und möchten in diesem Fach Ihr Abitur ablegen. Dieses Buch gibt Ihnen die Möglichkeit, sich optimal auf diese Prüfung vorzubereiten. Zudem eignet sich das Buch hervorragend zum Üben bereits während der Qualifikationsphase, um gut für die Schulaufgaben und Tests in Physik gewappnet zu sein.

- Sie erhalten zunächst **Hinweise und Tipps zum Abitur** in Physik mit vielen nützlichen Informationen zu Inhalt, Struktur und Ablauf der schriftlichen und mündlichen Abiturprüfung, dazu viele weitere Praxistipps, die Ihnen beim Lösen der Prüfungsaufgaben helfen werden.
- Der Hauptteil des Buches enthält mit den offiziellen **Illustrierenden Prüfungsaufgaben** des Staatsinstituts für Schulqualität und Bildungsforschung München (ISB) sowie den von uns entwickelten **Aufgaben im Stil der neuen Abiturprüfung** zahlreiche Übungsaufgaben, die Ihnen ganz konkret aufzeigen, was Sie in der neuen Abiturprüfung ab 2026 hinsichtlich in Inhalt, Form, Umfang und Schwierigkeitsgrad der Prüfungsaufgaben erwarten wird. Sie finden dabei sowohl Aufgaben im erhöhten (eA) als auch im grundlegenden (gA) Anforderungsniveau.
- Auf sämtliche Aufgabenstellungen folgen separate **Tipps zum Lösungsansatz**, die Sie beim selbstständigen Lösen der Aufgaben unterstützen, und **vollständige, kommentierte Lösungsvorschläge**.
- Auf unserer Online-Plattform MySTARK finden Sie ein **digitales, interaktives Prüfungstraining** mit Aufgaben und Lernvideos zu allen relevanten Themengebieten des Physikabiturs sowie geeignete Original-Abituraufgaben (G8) der letzten Jahre als zusätzliches Übungsmaterial (Zugangscode vorne im Buch).



Wir Autoren wünschen Ihnen viel Erfolg in der Abiturprüfung!

F. Hager

F. H. Rohrer

Hinweise und Tipps zum Abitur

1 Schriftliche Abiturprüfung

1.1 Struktur der Prüfung

Im Physikabitur werden die zu bearbeitenden Aufgaben vom Kultusministerium zentral gestellt. Je nachdem, welchen Physikkurs Sie in den Jahrgangsstufen 12 und 13 belegt haben, bekommen Sie hierzu ein eigenes Aufgabengeheft: für das grundlegende Anforderungsniveau (gA), für das grundlegende Anforderungsniveau mit Astrophysik (gA Astro) oder für das erhöhte Anforderungsniveau (eA). Von den darin vorgelegten vier Aufgaben müssen Sie drei zur Bearbeitung auswählen, oder anders ausgedrückt: Sie wählen eine Aufgabe aus, die Sie nicht bearbeiten möchten.

Die **Prüfungsdauer** beträgt 255 Minuten für das grundlegende Anforderungsniveau und 300 Minuten für das erhöhte Anforderungsniveau.

Zugelassene **Hilfsmittel** sind ein elektronischer **Taschenrechner** (nicht programmierbar, kein modulares Mathematiksystem MMS) und als ausschließliche **Formelsammlung** ab dem Abitur 2026 die ländergemeinsame „Mathematisch-naturwissenschaftliche Formelsammlung“. Sie finden diese

- **online** auf der Homepage des Instituts zur Qualitätsentwicklung im Bildungswesen (IQB), abrufbar unter:
www.iqb.hu-berlin.de/abitur/abitur/dokumente/mathematik/M_Mathematischna.pdf
- als **gedrucktes Geheft** im Buchhandel:
Mathematisch-naturwissenschaftliche Formelsammlung – Bayern, nach den Vorgaben des IQB, herausgegeben vom Institut zur Qualitätsentwicklung im Bildungswesen Berlin, C. C. Buchner Verlag Bamberg, 1. Auflage 2024

Es empfiehlt sich, frühzeitig die gedruckte Fassung zu verwenden und mit ihr zu üben; spätestens in der Abiturprüfung sind Sie auf diese Variante angewiesen.

1.2 Prüfungsrelevante Themen und Inhalte

Der Prüfungsstoff gliedert sich in drei Inhaltsbereiche (siehe die nachfolgende Auflistung; der dritte Bereich (Q13) behandelt wahlweise das Thema „Quantenphysik und Materie“ oder die Lehrplanalternative „Astrophysik“). Sie basieren auf dem Lehrplan PLUS und den Bildungsstandards in Physik für die Allgemeine Hochschulreife.

Inhaltsbereich „Elektrische und magnetische Felder, Induktion, Relativitätstheorie“

- statisches elektrisches Feld, Spannung, Potenzial; Superposition von Feldern
- statisches magnetisches Feld, magnetische Flussdichte, langgestreckte Spule
- Bewegung geladener Teilchen in Feldern, Lorentzkraft und Kreisbewegungen; technische Anwendungen: Geschwindigkeitsfilter, Massenspektrometer, Hall-Effekt, Funktionsprinzip der Hall-Sonde, Teilchenbeschleuniger
- Kapazität, Kapazität und Energieinhalt eines Plattenkondensators, technische Anwendungen als Energiespeicher
- Grundaussagen der speziellen Relativitätstheorie, speziell: relativistischer Impuls, relativistische Energie, relativistische Energie-Impuls-Beziehung
- elektromagnetische Induktion; Erzeugung sinusförmiger Wechselspannung
- Selbstinduktion: Ein- und Ausschaltvorgang bei der Spule
- **nur eA:** Das Gesetz von Coulomb; radialsymmetrisches elektrisches Feld
- **nur eA:** Materie im elektrischen Feld, Dielektrikum im Plattenkondensator
- **nur eA:** Experimentelles Arbeiten (div. Themen)

Inhaltsbereich „Mechanische und elektromagnetische Schwingungen“

- elektromagnetische Schwingungen; Analogie zwischen mechanischer und elektromagnetischer Schwingung; Schwingkreis; Thomson-Gleichung
- Elektromagnetische Wellen; Superposition, stehende Wellen, elektromagnetisches Spektrum; Eigenschaften: Ausbreitungsgeschwindigkeit, Polarisierung, Schwingungsebene, Brechung, Beugung, Reflexion
- Interferenzen an Einfach-, Doppelspalt, Gitter
- Anwendungen, z. B. Mobiltelefon oder Mikrowellenherd
- **nur eA:** Beschreibung von Schwingungen durch Differenzialgleichungen
- **nur eA:** Erzwungene Schwingungen und Resonanz
- **nur eA:** Wechselstromkreise
- **nur eA:** Wellen und Interferenz in Zeigerdarstellung
- **nur eA:** Experimentelles Arbeiten (div. Themen)

Inhaltsbereich „Quantenphysik und Materie (inkl. Kern- und Teilchenphysik)“

- Eigenschaften von Quantenobjekten; wellenartiges, teilchenartiges und stochastisches Verhalten von Quantenobjekten; De-Broglie-Wellen
- Wellenfunktionen, Komplementarität, Nichtlokalität, Messprozess
- Emission und Absorption von Photonen; Stoßanregung, Franck-Hertz-Versuch
- Atom- und Kernmodelle: unendlich/endlich hoher Potenzialtopf, Tunneleffekt, Coulombpotenzial, Orbitale des Wasserstoffatoms (Behandlung mithilfe stehender Wellen ohne Thematisierung der Schrödingergleichung); Ausblick auf Mehrelektronensysteme, Röntgenstrahlung
- Radioaktivität und Kernreaktionen; Entstehung von α -, β - und γ -Strahlung, Stabilität von Atomkernen, Energiebilanzen

- Anwendungen in Medizin, Wissenschaft und Technik, z. B. Materialforschung oder Energieversorgung
- Standardmodell der Elementarteilchenphysik
- **nur eA:** Fotoeffekt: Lichtquantenhypothese, Einstein-Gleichung
- **nur eA:** Schrödingergleichung
- **nur eA:** Gesetz von Moseley
- **nur eA:** Impulsbilanz beim radioaktiven Zerfall
- **nur eA:** Strukturuntersuchungen mit Röntgenstrahlung; Röntgenspektralanalyse, Fluoreszenz, Synchrotronstrahlung, Streuprozesse
- **nur eA:** Nuklide, Zerfallsreihen
- **nur eA:** Experimentelles Arbeiten

Inhaltsbereich „Astrophysik“ (nur gA)

- Astronomische Objekte und ihre täglichen und jährlichen Bewegungen; Orientierung am Himmel
- Sonnensystem: Gravitationsgesetz, Bahnparameter und Massen; Physik, Aufbau und Zustandsgrößen der Sonne, Energietransport und -umwandlung, Stefan-Boltzmann-Gesetz, Wien'sches Verschiebungsgesetz, Strahlungsgleichgewicht, Oberflächentemperaturen, habitable Zone; Quantenphysik (Atommodell, Spektrum)
- Sterne: Entfernungsbestimmung, Kenngrößen, Klassifikation, Entwicklung; Gravitationswellen
- Großstrukturen im Weltall: Struktur der Milchstraße, Abschätzung ihrer Masse; Rotationskurven von Galaxien, Dunkle Materie; Entfernungsbestimmung von Galaxien, kosmische Rotverschiebung, Hubble-Beziehung
- Ausblick: Urknallmodell, Expansion des Universums, kosmische Hintergrundstrahlung, Größe und Alter des Universums, Hinweis auf Dunkle Energie

1.3 Auswahl und Struktur der Aufgaben

Sie müssen (sowohl im grundlegenden als auch im erhöhten Anforderungsniveau) von den vier angebotenen Aufgaben **drei auswählen**, die Sie bearbeiten möchten. Sie sollten diese Auswahl sehr gewissenhaft angehen und dadurch eine spätere Umentscheidung auf jeden Fall vermeiden, sonst könnte die Zeit knapp werden. Eine vielversprechende Strategie ist es, zunächst alle Aufgaben gründlich durchzulesen. Beim zweiten Lesen können Sie dann schon abschätzen, wie viele Bewertungseinheiten je Teilaufgabe Sie persönlich erreichen können. Auf Basis der so abgeschätzten Punktschätzungen für die vier Alternativen können Sie sinnvoll entscheiden, welche der Aufgaben für Sie als Streichaufgabe in Frage kommt. Bei insgesamt 255 Minuten Arbeitszeit im gA-Kurs erscheinen ca. 45 Minuten für die Auswahlphase angemessen; dann bleiben 210 Minuten Bearbeitungszeit für die drei Aufgaben und damit 70 Minuten pro Aufgabe. Im Leistungsfach (300 Minuten Gesamtarbeitszeit) sollten Sie entsprechend ca. 50 Minuten Auswahlzeit einplanen.

Beachten Sie, dass anders als früher die Abituraufgaben ab 2026 einen **separaten Materialteil** nach der Aufgabenstellung aufweisen. Er enthält Diagramme, Abbildungen, Tabellen oder zusätzliche Texte, die zum Lösen der Aufgaben notwendig sind.

1.4 Zur Bewertung der schriftlichen Prüfung

Im **gA** können **maximal 90 Bewertungseinheiten (BE)** erreicht werden (3 Aufgaben zu je 30 BE), im **eA** **maximal 120 BE** (3 Aufgaben zu je 40 BE). Die Bewertung der Aufgaben erfolgt nach dem in der Tabelle unten dargestellten Schlüssel.

In die Bewertung gehen zunächst einmal die **fachliche Richtigkeit** und **Vollständigkeit** ein. Ein weiteres wichtiges Bewertungskriterium stellt die **Darstellungsqualität** dar, in welche der richtige Einsatz der Fachsprache und die Strukturiertheit der Ausführungen einfließen. Sollten Sie in Ihrer Lösung unkonventionelle, aber richtige Wege gehen, so werden diese natürlich entsprechend gewürdigt.

Selbstverständlich geht auch die **Sprachrichtigkeit** (Rechtschreibung, Grammatik, Zeichensetzung) bei Erläuterungen oder Beschreibungen in die Bewertung ein. Hierbei führen Verstöße gegen die sprachliche Korrektheit oder die gute äußere Form möglicherweise zu Punktabzügen.

Notenpunkte	Note	Mindest-BE gA	Mindest-BE eA	Mindestanteil in %
15	+1	86	114	95
14	1	81	108	90
13	1–	77	102	85
12	+2	72	96	80
11	2	68	90	75
10	2–	63	84	70
9	+3	59	78	65
8	3	54	72	60
7	3–	50	67	55
6	+4	45	60	50
5	4	41	54	45
4	4–	36	48	40
3	+5	30	40	33
2	5	25	33	27
1	5–	18	24	20
0	6	0	0	0

2 Mündliche Abiturprüfung (Kolloquium)

Sie können egal, welchen Kurs Sie belegt haben (Physik gA 12/13; Physik gA 12 und Astrophysik gA 13; Physik eA 12/13), ein Kolloquium ablegen. Es besteht zudem die Möglichkeit, einen fachpraktischen Prüfungsteil im experimentelleiteten Fach Physik durchzuführen (fragen Sie hierzu gegebenenfalls bei Ihrer Kursleiterin/Ihrem Kursleiter nach).

2.1 Inhalt, Ablauf und Struktur

Zur **Wahl der** für die Prüfung relevanten **Themenbereiche** schreibt die Schulordnung (§ 50 GSO) vor:

- Zu allen vier Ausbildungsabschnitten werden vom Prüfungsausschuss Themenbereiche festgelegt (mehr als zwei pro Ausbildungsabschnitt (= Halbjahr/Semester)), über deren Inhalte Sie geprüft werden können.
- Spätestens vier Wochen vor dem Prüfungstermin müssen Sie Ihre Themenauswahl treffen: Sie dürfen dabei (nach Anlage 9 zu § 50 GSO) die für Sie relevanten Prüfungsinhalte auf drei Ausbildungsabschnitte beschränken, indem Sie die Lerninhalte des ersten oder des zweiten Ausbildungsabschnitts ausschließen. Aus den drei verbleibenden Ausbildungsabschnitten wählen Sie dann einen der angebotenen Themenbereiche und legen damit auch das Schwerpunktsemester fest. Aus dem gewählten Themenbereich legt der zuständige Fachausschuss schließlich die Themen für die Kurzreferate fest.
- Das Thema wird Ihnen 30 Minuten vor der Prüfung schriftlich bekannt gegeben. In dieser halben Stunde haben Sie Zeit, sich unter Aufsicht auf die Prüfung vorzubereiten und sich dabei Notizen für Ihre späteren Ausführungen zu machen. Bei experimentell bzw. praktisch zu bearbeitenden Themen beträgt die Vorbereitungszeit etwa 120 Minuten.

Die eigentlich Prüfung dauert ebenfalls **30 Minuten** und besteht aus zwei Teilen:

- einem Kurzreferat, das Sie zu dem Ihnen gestellten Thema (ca. 10 Minuten) halten, anschließend findet ein Gespräch darüber statt (ca. 5 Minuten);
- einem Gespräch (ca. 15 Minuten) zu Problemstellungen aus den beiden weiteren Ausbildungsabschnitten, die Sie gewählt haben.

Geprüft wird im Kolloquium durch diejenige Person, die Ihren Physikkurs leitet. Zudem ist noch eine weitere Physiklehrkraft an der Prüfung beteiligt, die ebenfalls durch Fragen zum Prüfungsstoff helfend in das Gespräch eingreifen kann.

Zugelassene Hilfsmittel bei der Vorbereitung sind:

- die zugelassene physikalische Formelsammlung;
- ein zugelassener Taschenrechner (kein MMS).

Aus dieser Aufstellung ergibt sich, dass Sie keinerlei Skripten oder Aufzeichnungen in den Vorbereitungsraum mitnehmen können.

2.2 Bewertung

Die Note einer mündlichen Abiturprüfung geht in vierfacher Wertung (max. 60 Notenpunkte) ins Abitur ein. Bei der Bewertung der mündlichen Prüfungen ist neben den fachlichen Kenntnissen und Fähigkeiten die Gesprächsfähigkeit angemessen zu berücksichtigen.

Bezüglich der **Gesprächsfähigkeit** (Fähigkeit zum themengebundenen und partnerbezogenen Gespräch) wird beurteilt, inwieweit Sie sich fähig gezeigt haben,

- sich von Ihnen in der Vorbereitungszeit erstellten Notizen zu lösen und das Ergebnis seiner Überlegungen in freier Rede zusammenhängend vorzutragen,
- Ihre Ausführungen logisch zu gliedern,
- komplexe Sachverhalte klar, übersichtlich und anschaulich darzustellen und dabei das Wesentliche herauszustellen,
- Ihren eigenen Standpunkt zu begründen und von anderen Positionen abzuheben,
- sich auf das Gespräch zu konzentrieren, auf Fragen, Einwände, Anregungen des Prüfers einzugehen und gegebenenfalls Hilfen aufzugreifen.

Bei der Beurteilung der fachlichen Kenntnisse wird Ihre Fähigkeit geprüft,

- das Thema zu erfassen,
- fachspezifische Verfahrensweisen anzuwenden und sich der Fachsprache korrekt zu bedienen,
- Sachverhalte und Probleme zutreffend zu beurteilen.

Diese Beurteilungskriterien sind naturgemäß sehr allgemein gehalten, da sie für alle Prüfungsfächer gleichermaßen gelten sollen. Im Fach Physik wird von Ihnen nicht erwartet, dass Sie Ihren eigenen Standpunkt zu einem Problem von anderen Positionen abheben können, da Sie in der Schule in den meisten Fällen nur eindeutige Sachverhalte kennen lernen. (Eine Ausnahme sind persönliche Folgerungen aus physikalischen Erkenntnissen, z. B.: Nutzung der Atomkraft). Ihre Prüfer werden diese allgemeinen Kriterien somit sicherlich sinnvoll auf die Belange der Physik anwenden.

Je nachdem, ob die Prüfung auf gA- oder auf eA-Niveau stattfindet, ergeben sich Unterschiede hinsichtlich der Anforderungen, die an Sie als Prüfling gestellt werden. Kriterien, die hier eingehen, sind z. B. die Komplexität der Thematik, der Grad der Differenzierung, der Abstraktion und der Mathematisierung der Inhalte. Zudem gelten auf eA-Niveau strengere Maßstäbe, was die Beherrschung der Fachsprache anbelangt.

2.3 Tipps zur Vorbereitung und Durchführung

Die mündliche Abiturprüfung wird aktuell in zwei Fächern abgelegt und stellt für Sie ein bislang nicht bekanntes Prüfungsformat dar, das man aber recht gut trainieren kann und sollte. Falls Ihr Kursleiter/Ihre Kursleiterin eine entsprechende Übungsphase anbietet, dann schätzen Sie sich glücklich und nehmen das großzügige Angebot wahr. Oft fehlt den Lehrkräften hierfür aber die Zeit, gerade wenn im Vorfeld der Kolloquien die schriftlichen Arbeiten korrigiert und nachkorrigiert werden müssen. In diesem Fall können Sie das Prüfungsformat „Kolloquium“ hervorragend in Klein-

gruppen üben – nehmen Sie sich die Zeit dafür (die schriftlichen Prüfungen sind ja dann vorüber) und nutzen Sie beispielsweise die Woche vor dem ersten Kolloquium.

Sinnvoll ist zunächst, dass Sie die Prüfungssituation möglichst realistisch simulieren, d. h., Sie legen die zugelassenen Hilfsmittel, Notizblock, ggf. Folien & Stifte bereit, wählen ein Übungsthema (siehe unten) und achten auf präzise 30 Minuten Vorbereitungszeit sowie anschließend 30 Minuten Prüfungszeit (sowie wenigstens 10 Minuten zur Nachbesprechung). Am Ende der Vorbereitungsphase sollte ein Konzept für das zehnminütige Referat vorliegen, idealerweise mit ergänzenden Notizen: Auf welche Inhalte könnten Sie noch eingehen, wenn die Zeit dafür reicht? Was könnte man ggf. weglassen oder straffen, falls es „eng“ wird? Ein pfiffiger Hinweis auf weiterführende Fragen kann auch gut ankommen, Sie sollten dann aber auf Nachfragen im zweiten Prüfungsteil gefasst sein.

Unmittelbar nach dieser Vorbereitungszeit referieren Sie idealerweise in einem Physiksaal oder Klassenzimmer, eben so realistisch wie möglich. Haben Sie dabei während des Vortrages die Uhr (gelegentlich, aber unauffällig) im Blick; wenn möglich markieren Sie im Konzept mögliche Zäsurstellen, falls die Zeit schneller vergeht als geplant. Bleiben noch ein bis zwei Minuten, dann freuen Sie sich auch über Ihre ergänzenden Notizen.

Nach Ihrem zehnminütigen Vortrag (Phase 1) lassen Sie sich von den Mitgliedern Ihrer Lerngruppe ca. zehn Minuten zum Referat und dem übrigen Stoff des Schwerpunkthalbjahres befragen (Phase 2, mögliche Frage-/Stichpunkte dafür siehe unten), schließlich dann nochmals zehn Minuten zum übrigen Prüfungsstoff (also den nicht ausgeschlossenen Bereichen, Phase 3; Stichpunkte für Fragen finden Sie ebenfalls unten). Lassen Sie sich möglichst vielseitige Rückmeldung geben zu allen drei Phasen, so lernen nicht nur Sie am schnellsten und meisten, sondern auch die Testprüfer und -prüferinnen profitieren ungemein für ihre eigenen Versuche! (Übrigens eignen sich als Prüfpersonen auch sehr gut Mitschülerinnen und -schüler, die ganz andere Kolloquiumsfächer gewählt haben, denn das typische Procedere ist in allen Fächern sehr ähnlich und qualifizierte Rückmeldungen über generelle Kriterien wie Verständlichkeit, Ausdruck, Auftreten, Redetempo, „Posing“, „Performance“ usw. sind gleichermaßen möglich. Zur Bewertung fachspezifischer Aspekte Ihres Vortrags ist es natürlich sinnvoll, wenn Sie ein Physikprüfling abfragt.

Die Erfahrung zeigt ganz deutlich: Wenn Sie Ihr zweites oder drittes Übungskolloquium gehalten und besprochen haben und außerdem selbst bei Mitschülerinnen und -schülern „geprüft“ und „bewertet“ haben, dann sind Sie bestens vorbereitet und werden mit Ihrem Ergebnis bei der Echtprüfung zufrieden sein. Auch für das andere Fach, in dem Sie mündlich geprüft werden, wird sich der Aufwand lohnen.

Vielleicht ist Ihr Kursleiter/Ihre Kursleiterin so freundlich und gibt Ihnen alte Aufgaben zum Üben; falls das nicht möglich ist, dann finden Sie hier einige Beispiele, wobei das erste Beispiel ausführlich behandelt wird, die weiteren kürzer gefasst sind. Das gewählte Thema „Halleffekt“ des ersten Beispiels ist in beiden Niveaustufen (gA/eA) möglich; auf eA-Niveau sind im ersten Teil anspruchsvollere Nachfragen zum Referat zu erwarten, im zweiten Teil zusätzliche Fragen zu den speziellen eA-Inhalten. Zu den anderen Beispielen finden Sie je eine mögliche eA-/gA-Variante.

2.4 Beispiel 1 (12. Klasse): Halleffekt

Nehmen wir an, Sie hätten den Themenbereich *Bewegte Ladungen in elektrischen und magnetischen Feldern* als Prüfungsstoff gewählt. Wie oben dargestellt, erhalten Sie aus diesem Bereich ein Thema, auf das Sie sich dann unter Aufsicht eine halbe Stunde vorbereiten können. Ein mögliches Thema ist zum Beispiel:

„Beschreiben Sie den Halleffekt und erklären Sie, wie er zur Messung eines Magnetfeldes verwendet werden kann.“

Vorbereitung

Arbeiten Sie den von Ihnen gewählten Themenbereich noch einmal sorgfältig anhand Ihres Buches und Ihrer Aufzeichnungen aus dem Unterricht durch und achten Sie dabei auf folgende Dinge:

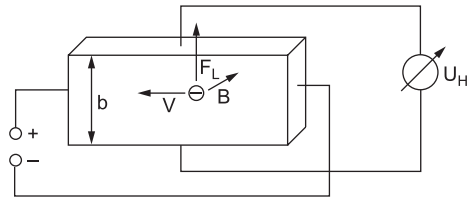
- Werden im Buch bzw. im Heft wichtige Versuche beschrieben? Im Beispiel etwa
 - das Fadenstrahlrohr,
 - der Halleffekt,
 - das Wienfilter.
- Überlegen Sie, wozu diese Versuchsanordnungen verwendet wurden:
 - Fadenstrahlrohr → Bestimmung der Elektronenmasse
 - Halleffekt → Messung von Magnetfeldern
 - Wienfilter → Auswahl von Teilchengeschwindigkeiten
- Zeichnen Sie die Versuchsaufbauten in Schaltskizzen und prägen sich diese ein.
- Suchen Sie in den Übungs- und abiturähnlichen Aufgaben dieses Buches Aufgabenstellungen, die sich auf die oben beschriebenen Versuche beziehen. Bearbeiten Sie diese Aufgaben möglichst selbstständig. Dabei finden Sie möglicherweise schon Hinweise, wie diese Grundversuche abgewandelt werden können.

Prüfungsverlauf

Phase 1: Referat

- Lesen Sie die Aufgabenstellung genau durch und überlegen Sie dabei, ob ein Versuch, den Sie genauer gelernt haben, zu diesem Thema passt.
- Sollte dies der Fall sein, so zeichnen Sie eine Versuchsskizze und beschriften diese ausführlich. Achten Sie auch auf die Funktion der einzelnen Schaltelemente und überlegen Sie sich, wie man einzelne Messgrößen bestimmen kann.
- Dies wird Ihnen dann im Prüfungsverlauf die ersten Minuten des Referats erleichtern, denn Sie können die Skizze auf die Tafel übertragen und dabei auf die wichtigen Schaltelemente und deren Bedeutung für den Versuchsablauf hinweisen.
- Erfahrungsgemäß sprechen Schüler lieber (und leichter) über eine anschauliche Schaltskizze als über einen rein theoretischen Vorgang. Das Zeichnen ist auch ein gutes Mittel, eine eventuell vorhandene Nervosität zu bekämpfen!
- Der Prüfer wird sich bei seinen Fragen zum Referat vielleicht ebenfalls auf Ihre Skizze beziehen oder auf weitere Anwendungen dieses Versuchs eingehen. Damit haben Sie die erste Hürde der Prüfung hoffentlich einigermaßen gut überstanden.

Konkret umgesetzt auf das Beispielthema „Halleffekt“ könnte eine Bearbeitung folgendermaßen aussehen: Zeichnen Sie während Ihrer Vorbereitungszeit die nebenstehende Schaltskizze.



Phase 2: Mögliche Nachfragen

- Wo muss die Versorgungsspannung angelegt werden und welche Spannungsart ist dabei zu wählen?
- Wie beeinflussen die Bewegungsrichtung der Elektronen und die Richtung des Magnetfeldes die Ablenkrichtung der Elektronen?
- Durch welche Formel wird die Lorentzkraft auf die Elektronen berechenbar?
- Warum stellt sich nach einiger Zeit ein Gleichgewichtszustand ein, d. h., warum werden nicht beliebig viele Elektronen abgelenkt?
- Wie kann man den Gleichgewichtszustand in einer physikalischen Gleichung ausdrücken?

Korrekte Antworten zu den Fragen sind:

- Die Versorgungsspannung muss an den Enden des Plättchens angelegt werden. Sie muss eine Gleichspannung sein, damit sich die Ladungsträger stets in eine Richtung bewegen.
- Die Magnetfeldlinien müssen senkrecht zur Stromrichtung stehen. Durch die entstehende Lorentzkraft werden die Elektronen sowohl senkrecht zur Stromrichtung als auch senkrecht zur Magnetfeldrichtung abgelenkt.
- Für die Lorentzkraft gilt: $F_L = Q \cdot v \cdot B$; dabei ist v die Geschwindigkeit der geladenen Teilchen, Q ihre Ladung und B die magnetische Flussdichte.
- An der Oberkante des Plättchens entsteht ein Elektronenüberschuss, an der Unterkante ein Elektronenmangel, d. h., es baut sich ein elektrisches Feld zwischen den beiden Kanten auf, wodurch eine elektrische Kraft entsteht, die gegen die Lorentzkraft wirkt.
- Es entsteht ein Kräftegleichgewicht zwischen Lorentzkraft und Coulombkraft:

$$Q \cdot v \cdot B = Q \cdot \frac{U_H}{b} \Rightarrow U_H = (v \cdot b) \cdot B \quad \text{b: Breite des Leiters}$$

Die Hallspannung U_H ist also proportional zur magnetischen Flussdichte.

Weitere mögliche Fragen, die sich hier anbieten, sind z. B.:

- Kann man durch den Halleffekt eine Aussage über die mittlere Geschwindigkeit der Leitungselektronen erhalten?
- Wie ändert sich die Polung der Hallspannung, wenn sich
 - nur negative,
 - nur positive,
 - sowohl negative als auch positive Ladungsträger bewegen?
- Lässt sich mit einer Hallsonde die Richtung des magnetischen Feldes eindeutig bestimmen?

Aufgabe II: Radonbelastung in Gebäuden

Als Folgeprodukt des Zerfalls von U238, das im Erdreich vorkommt, entsteht radioaktives Rn222, das als gasförmige Substanz etwa in Kellerräume eindringen kann und sich dort ansammelt, wenn nicht ausreichend belüftet wird.

BE

- 1 Beim Einatmen der Wohnraumluft trägt Rn222 mit einer Halbwertszeit T_H wie auch seine radioaktiven Folgeprodukte zur Strahlenbelastung des Menschen bei. Typischerweise werden Rn222-Konzentrationen in der Luft wie in Material M1 in der Maßeinheit Bq/m^3 angegeben.
Für die Anzahl N der Rn222-Kerne pro m^3 für den Kellerraum in M1 wird der Wert $1,43 \cdot 10^8$ gemessen. Berechnen Sie die Halbwertszeit von Rn222. 4

Das Rn222 zerfällt mit einer Halbwertszeit von $T_H = 3,8 \text{ d}$ in Po218, dieses mit $T_H = 3,1 \text{ min}$ zu Pb214 ($T_H = 26,8 \text{ min}$), Bi214 ($T_H = 19,9 \text{ min}$), Po214 ($T_H = 0,2 \text{ ms}$), Pb210 ($T_H = 22,3 \text{ a}$) usw., bis schließlich das stabile Pb206 entsteht.

- 2 Geben Sie die Anzahl der Alpha- und Betazerfälle an, die vom Rn222 bis zum Pb206 ablaufen. 4

Spannt man in einem solchen Kellerraum einen mehrere Meter langen Draht und schließt den Minuspol einer Hochspannungsquelle an, dann sammeln sich über viele Stunden hinweg die entstandenen Po218-Atome als Feststoffe am Draht. Mit einem Tuch kann man sie vorsichtig abwischen und damit auf kleinem Raum zusammenbringen.

Eine Untersuchung des Tuches mit einem Geiger-Müller-Zählrohr liefert die in Material M2 dargestellte Messkurve.

- 3 Schätzen Sie anhand der Grafik in M2 die Halbwertszeit der gemessenen Gesamtaktivität ab. Begründen Sie, dass hier im Wesentlichen nur die Zerfälle von Pb214 bis Pb210 eine Rolle spielen. 4
- 4 Erklären Sie qualitativ die zunächst ansteigende Aktivität. 3
- 5 Berechnen Sie, nach wie vielen Halbwertszeiten die Aktivität einer Probe auf weniger als 0,1 % gesunken ist. 4
- 6 Beschreiben Sie die Abläufe bei einem Alpha- und bei einem Betazerfall. 8
- 7 „Atome altern nicht.“
Erläutern Sie diese Aussage in Bezug auf radioaktive Substanzen. 4
- 8 In Material M3 ist das Potenzialtopfmodells des Atomkerns schematisch dargestellt. Ergänzen Sie die Beschriftung der Skizze. Erläutern Sie, welche Bedeutung der eingezeichnete Weg ❶ besitzt, und zeichnen Sie den für den Alphazerfall relevanten Weg ❷ ein.
Begründen Sie, dass ein Alphazerfall irgendwann (spontan) stattfindet und nicht sofort. Interpretieren Sie dabei die Halbwertszeit statistisch. 5

- 9 Radonbelastung in Gebäuden lässt sich durch großzügiges Lüften verringern. Manche Menschen müssen jedoch mit radioaktiven Substanzen umgehen und sind auf wirkungsvolle Strahlenschutzmaßnahmen angewiesen, um ihr gesundheitliches Risiko zu verringern.

Nennen Sie die wichtigsten Strahlenschutzmaßnahmen und begründen Sie kurz deren Nutzen.

4
40

Material zu Aufgabe II

M 1 Rn222-Zerfall: Radonbelastung in Gebäuden

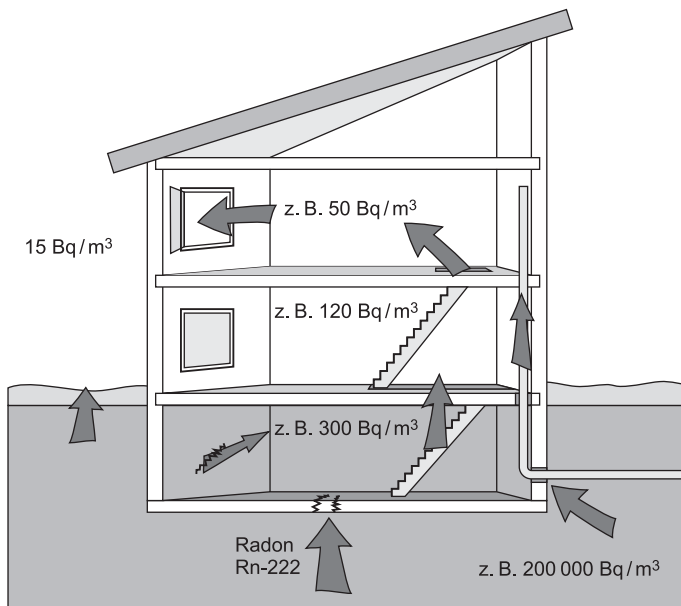


Abb. 1

© Bayerisches Landesamt für Umwelt (Ifu)

M 2 Rn222-Zerfall: Messung mit einem Geiger-Müller-Zählrohr

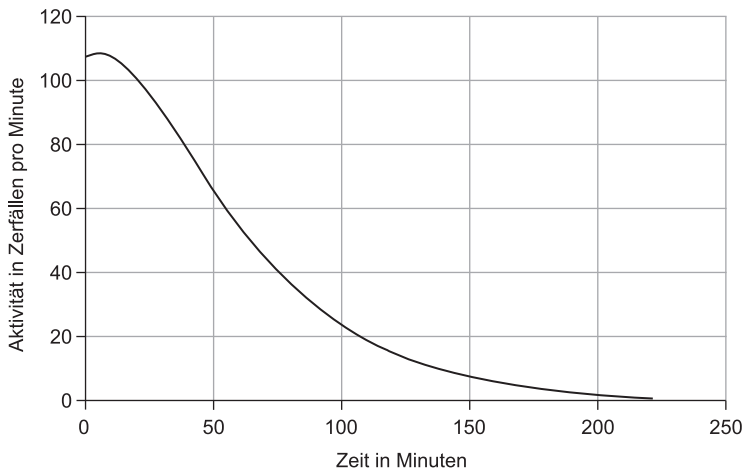


Abb. 2

M 3 Potenzialtopfmodell des Atomkerns

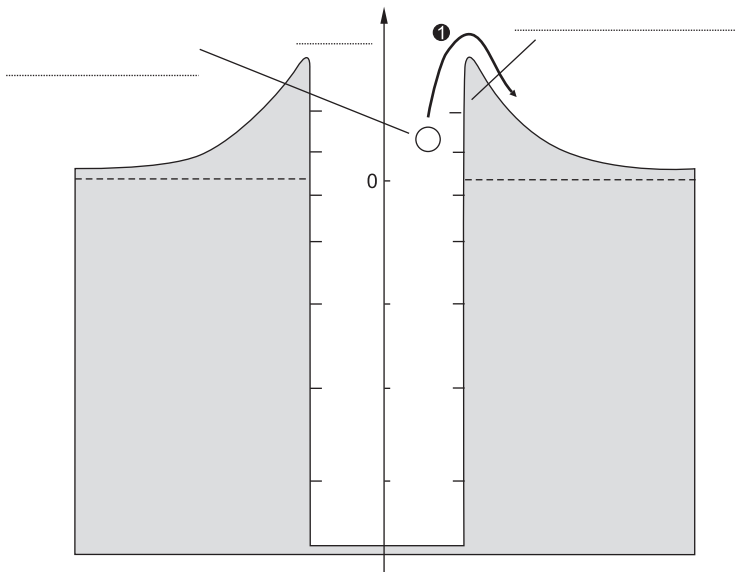


Abb. 3

Teilaufgabe 1

Überlegen Sie: Um welche physikalische Größe handelt es sich bei den in M1 angegebenen Zahlenwerte? Wie hängt diese Größe mit der gegebenen Anzahl der noch vorhandenen Rn222-Kerne zusammen?

Berücksichtigen Sie zudem den Zusammenhang zwischen Zerfallskonstante λ und Halbwertszeit T_H .

Teilaufgabe 2

Verwenden Sie hierzu die Anzahl der Protonen und Neutronen in den betrachteten Kernen.

Teilaufgabe 3

Ignorieren Sie zunächst den Verlauf zu Beginn der Messung und wählen Sie zum Ablesen der Halbwertszeit Aktivitäten, die erst nach mehr als 50 Minuten gemessen werden.

Teilaufgabe 4

Dieser Effekt kann nur auftreten, wenn ein Mutter-Tochter-Zerfall vorliegt, der Tochterkern also wieder radioaktiv ist und mit seinem erneuten Zerfall zur Gesamtaktivität beiträgt.

Teilaufgabe 5

Diese Frage ist allgemein für jede beliebige Halbwertszeit zu beantworten.

Teilaufgabe 6

Berücksichtigen Sie die Protonen- und Neutronenzahl des Mutter- und des Tochterkerns.

Teilaufgabe 7

Die Halbwertszeit und auch die Zerfallskonstante bleiben konstant.

Teilaufgabe 8

Interpretieren Sie das Alphateilchen als gebundenes Teilchen in einem Potenzialtopf mit endlich hoher Wand.

Schlüsselbegriff: Tunneleffekt

Teilaufgabe 9

Kommentieren Sie die Abstandsabhängigkeit, Möglichkeiten der Abschirmung, Bestrahlungszeiten sowie die Folgen bei Aufnahme in den Körper für die verschiedenen Strahlungsarten.

1 Halbwertszeit von Rn222

Die in Abb. 1 angegebenen Zahlenwerte besitzen die Einheit Bq/m^3 , es handelt sich also um Aktivitäten (pro Kubikmeter). Die Aktivität $A(t)$ eines radioaktiven Strahlers hängt mit der Anzahl $N(t)$ der nach der Zeit t noch vorhandenen Kerne über die Gleichung $A(t) = \lambda \cdot N(t)$ zusammen. In der Zerfallskonstante λ steckt die Halbwertszeit T_H : $\lambda = \ln 2 / T_H$. Damit lässt sich die gesuchte **Halbwertszeit** berechnen:

$$T_H = \frac{\ln 2}{\lambda} = \frac{\ln 2 \cdot N(t)}{A(t)} = \frac{\ln 2 \cdot 1,43 \cdot 10^8 \frac{1}{\text{m}^3}}{300 \frac{1}{\text{s} \cdot \text{m}^3}} = 3,30 \cdot 10^3 \text{ s} = \underline{\underline{3,82 \text{ d}}}$$

2 Anzahl der Alpha- und Betazerfälle

Bei der Zerfallskette $^{222}_{86}\text{Rn} \rightarrow \dots \rightarrow ^{206}_{82}\text{Pb}$ sinkt die Anzahl der Nukleonen um 16, es kommen also vier Alphazerfälle vor. Die Anzahl der Protonen im Kern müsste dann um 8 abnehmen, tatsächlich verringert sie sich nur um 4; d. h., es finden auch noch vier Betazerfälle statt.

3 Halbwertszeit der gemessenen Gesamtaktivität

Betrachtet man etwa die Zeitpunkte mit einer Aktivität von 40, 20, 10 Zerfällen pro Minute (Abb. 4), dann erkennt man eine Gesamthalbwertszeit von etwa 30 Minuten.

Begründung: Po218 spielt wegen seiner geringen Halbwertszeit von 3,1 min kaum eine Rolle. Dann kommen mit relevanter Halbwertszeit Pb214 und Bi214; das resultierende Po214 (0,2 ms) zerfällt praktisch sofort zum vergleichsweise „stabilen“ Pb210 (22,3 a). Die Gesamthalbwertszeit, die sich in der Messkurve ausdrückt, wird also wesentlich durch die Zerfälle im Bereich von Pb214 bis Pb210 bestimmt.

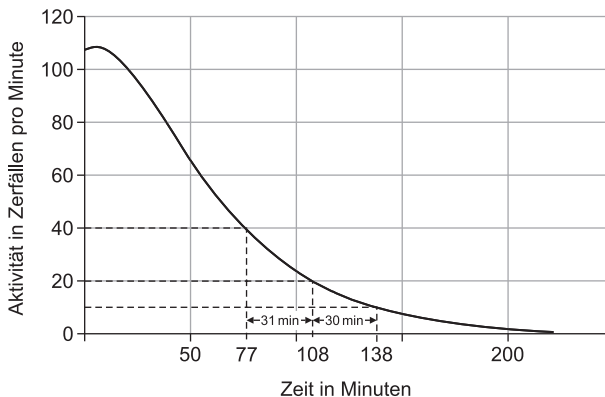


Abb. 4

4 Warum steigt die Aktivität zunächst an?

Eine zunächst steigende Aktivität kann nur vorkommen, wenn das Tochterprodukt wieder radioaktiv ist und weiter zerfällt (hier: Pb214). Dann kommt es (bei „geeigneten“ Halbwertszeiten für Mutter- und Tochterkern wie hier: $t_M = 3,1$ bzw. $t_T = 26,8$ min) dazu, dass die Aktivität aus dem ersten Zerfall noch recht hoch ist und die neu entstandenen Tochterkerne zusätzlich zur Gesamtaktivität beitragen, sodass diese zunächst ansteigt. Mit der Zeit, d. h. nach einigen t_M , kommen aber immer weniger Mutterzerfälle nach und die Aktivität klingt wie üblich ab.

5 Aktivitätsabfall auf unter 0,1 %

Nach einer Halbwertszeit ist die Aktivität um den Faktor $\frac{1}{2}$ gesunken, nach n Halbwertszeiten um den Faktor $\left(\frac{1}{2}\right)^n = \frac{1}{2^n}$. Damit die Aktivität auf weniger als 0,1 % der Ausgangsaktivität sinkt, muss daher gelten:

$$\frac{1}{2^n} < 0,001 \Leftrightarrow 2^n > 1000 \Leftrightarrow n > \frac{\ln 1000}{\ln 2} = 9,96... \Rightarrow \underline{\underline{n_{\min} = 10}}$$

Nach 10 Halbwertszeiten ist die Aktivität auf weniger als 0,1 % abgesunken.

TIPP Schneller ans Ziel kommt, wer die Potenzen zur Basis 2 auswendig weiß: Erinnern Sie sich, dass $2^{10} = 1024$ gilt, und Sie können sofort das Ergebnis angeben: $\frac{1}{2^{10}} = \frac{1}{1024} < \frac{1}{1000} = 0,001$

6 Abläufe bei einem Alpha- und bei einem Betazerfall

Alphazerfall: Aus dem Mutterkern löst sich ein He-Kern mit zwei Neutronen und zwei Protonen (das Alphateilchen) und fliegt davon, beschleunigt von der Coulombabstoßung, die nach Erreichen der Kernkraftgrenze einsetzt.

Im Atomkern selbst ist dann die Protonenzahl um 2 kleiner (es ist also ein anderes chemisches Element geworden) und die Nukleonenzahl sinkt sogar um 4 (wegen der zwei Neutronen).

Betazerfall: Ein Kernneutron wandelt sich spontan um in ein Proton und ein schnelles Elektron, welches den Kern verlässt und Betateilchen genannt wird. Im Kern nimmt bei gleichbleibender Nukleonenzahl die Protonenzahl um 1 zu (anderes Element!), die Neutronenzahl sinkt entsprechend um 1.

7 Erläuterung der Aussage „Atome altern nicht.“

Ist ein radioaktiver Kern nach langer Zeit immer noch nicht zerfallen, dann wird deswegen die Wahrscheinlichkeit, in der nächsten Sekunde zu zerfallen, nicht größer (wie etwa die Sterbenswahrscheinlichkeit bei sehr alten Lebewesen), sondern bleibt immer gleich. Dieses Gleichbleiben der „Überlebenschance“ eines radioaktiven Kerns ist gemeint mit der Aussage „Atome altern nicht“. Das Alter ändert also keineswegs die Eigenschaften eines Atoms.

8 Alphazerfall im Potenzialtopfmodell

Um den Kern zu verlassen, muss das **Alpha-Teilchen** Arbeit gegen die Kraft verrichten, die aus dem Potenzial des Kerns resultiert (Abb. 5). Dieses wird verursacht durch die anziehende starke Wechselwirkung der Nukleonen einerseits („Potenzialtopf“) und der abstoßenden Coulombwechselwirkung der Protonen andererseits („**Coulombwall**“). Der klassisch einzig mögliche Weg **①**, nämlich über die Spitze des Coulombwalls, ist nicht möglich, weil die **Energie** des Alphateilchens nicht ausreichen würde, den höchsten Punkt zu erreichen.

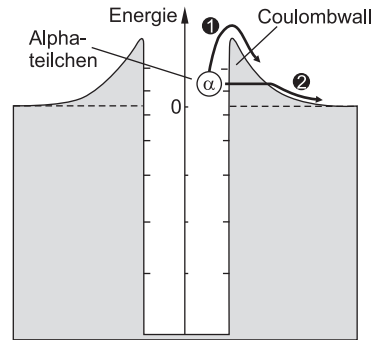


Abb. 5

Dagegen kann das Teilchen den Wall „durchtunneln“ (**Weg ②**). Dieser **Tunnel-effekt** lässt sich nur quantenphysikalisch erklären: In der Wand des endlich hohen Topfrandes ist die Aufenthaltswahrscheinlichkeit des Alphateilchens zwar klein, aber nicht null. Ist der Wall genügend schmal und niedrig, kann es daher mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit zum Tunneln kommen. Der Zerfall findet in der Regel nicht sofort statt; vielmehr ist in jeder Sekunde die Wahrscheinlichkeit seines Eintretens gleich groß. Je geringer diese Wahrscheinlichkeit ist, desto größer ist die **Halbwertszeit** des Strahlers.

9 Strahlenschutzmaßnahmen

- **Abstand:** Die Intensität von radioaktiver Strahlung nimmt (mindestens) mit dem Abstandquadrat ab, in doppelter Entfernung vom Strahler hat sie also nur noch ein Viertel der Stärke.
- **Abschirmung:** Durch Beton- und Bleiwände wird radioaktive Strahlung stark geschwächt. Alphastrahlung lässt sich bereits durch ein Blatt Papier abschirmen, Betastrahlung durch ein Holzbrett.
- **Kurze Bestrahlungszeit:** Da die Strahlenbelastung proportional zur Einwirkungszeit wächst und damit auch das Schadensrisiko größer wird, sollte man unvermeidbare Bestrahlungen auf eine möglichst kurze Zeit beschränken.
- **Inkorporation vermeiden:** Alphastrahler können nicht einmal durch die Haut dringen, sind also von außen kommend harmlos. Im Körper können sie jedoch wegen ihrer hohen Ionisationsfähigkeit in dem kleinen Bereich ihrer Reichweite gewaltigen Schaden anrichten. Darum sollte man die Aufnahme in den Körper unbedingt vermeiden.

TIPP Radon wird eingeatmet und in der Regel – also falls es nicht vorher zerfällt – wieder ausgeatmet. Wenn es aber zerfällt, dann kann das Alphateilchen in der Lunge wirken. Außerdem entsteht das Polonium als Feststoff, der nicht mehr ausgeatmet wird und als weiter alphastrahlendes Isotop den Körper belastet.



© **STARK Verlag**

www.stark-verlag.de
info@stark-verlag.de

Der Datenbestand der STARK Verlag GmbH
ist urheberrechtlich international geschützt.
Kein Teil dieser Daten darf ohne Zustimmung
des Rechteinhabers in irgendeiner Form
verwertet werden.

STARK