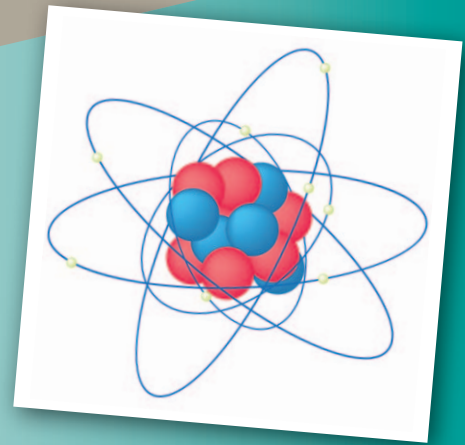


DOWNLOAD



Timm Fuhrmann



Die Entdeckung der Kernspaltung

**Arbeitsblätter zum Aufbau von
Atomkernen, zu Kettenreaktionen
und Kernumwandlungen**

**8.-10.
Klasse**

Persen Verlag



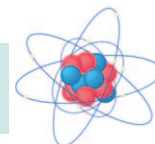
Das Werk als Ganzes sowie in seinen Teilen unterliegt dem deutschen Urheberrecht. Der Erwerber des Werkes ist berechtigt, das Werk als Ganzes oder in seinen Teilen für den eigenen Gebrauch und den **Einsatz im eigenen Unterricht** zu nutzen. Die Nutzung ist nur für den genannten Zweck gestattet, **nicht jedoch für** einen schulweiten Einsatz und Gebrauch, für die Weiterleitung an Dritte (einschließlich, aber nicht beschränkt auf Kollegen), für die Veröffentlichung im Internet oder in (Schul-)Intranets oder einen weiteren kommerziellen Gebrauch.

Eine über den genannten Zweck hinausgehende Nutzung bedarf in jedem Fall der vorherigen schriftlichen Zustimmung des Verlages.

Verstöße gegen diese Lizenzbedingungen werden strafrechtlich verfolgt.

**Download
zur Ansicht**

AB 1: Die erste Kernspaltung

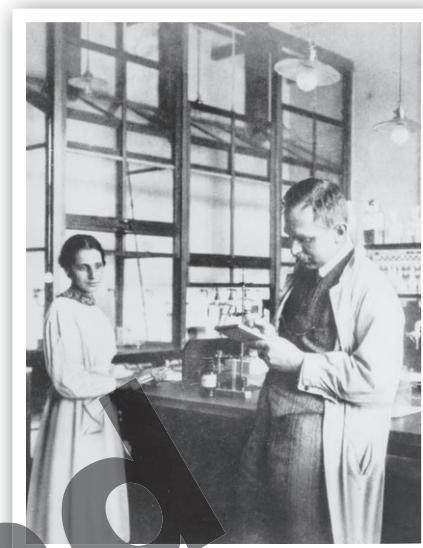


Die deutschen Wissenschaftler Otto Hahn und Fritz Straßmann machten, in Zusammenarbeit mit Lise Meitner, 1938 eine bahnbrechende Entdeckung, die sich folgendermaßen zusammenfassen lässt:

Ein Urankern wird mit einem Neutron beschossen. Unter Energiefreisetzung wird dieser daraufhin gespalten. Dabei entstehen Spaltprodukte, wie zum Beispiel Barium-Isotope, die nur annähernd halb so groß sind wie der ursprüngliche Kern, sowie weitere freie Neutronen.

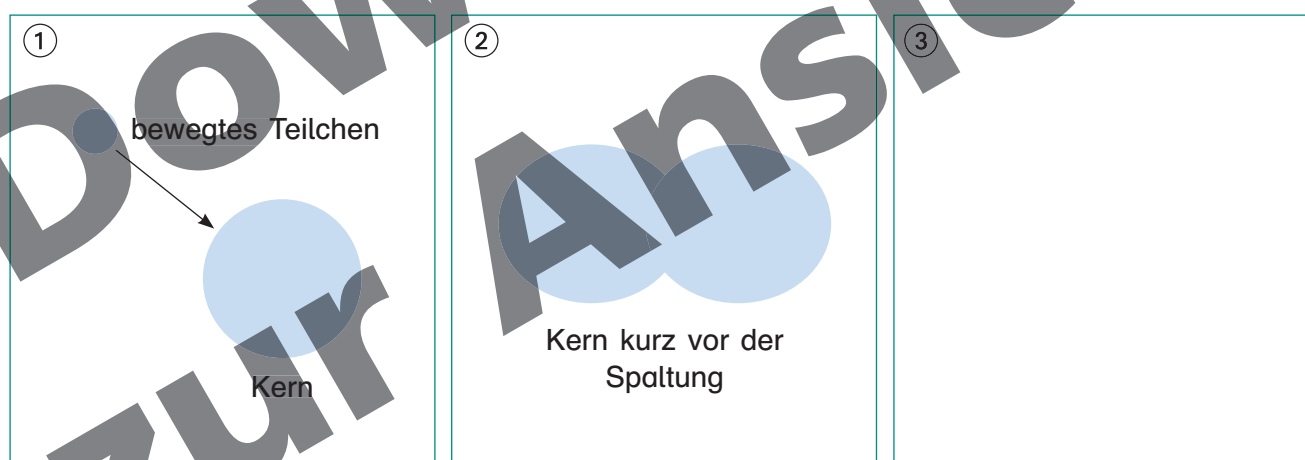
Doch ist anhand dieser Zusammenfassung schwer vorstellbar, was die Entdeckung tatsächlich bedeutet, wenn man kein studierter Physiker oder Chemiker ist.

Eine erste Vorstellung von ihrer Tragweite lässt sich jedoch entwickeln, wenn man auf dieser Grundlage eine vorsichtige Verallgemeinerung zulässt:



Ein **Kern** wird durch den **Beschuss** eines **Teilchens** in zwei nahezu gleich große **Teile gespalten**. Zusätzlich entstehen weitere freie und schnelle **Teilchen**.

Visualisiert sieht diese Verallgemeinerung folgendermaßen aus:

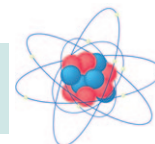


Aufgaben:

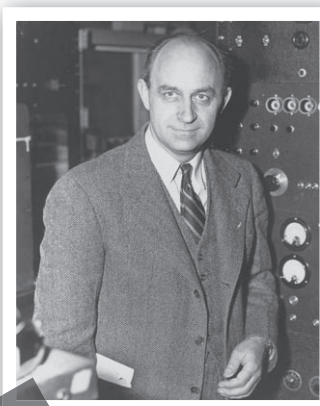
- 1 Ergänze das Modell unter Punkt 3 anhand der getroffenen Verallgemeinerung.
- 2 Recherchiere zum sogenannten „Tröpfchenmodell“ und vergleiche dieses Modell mit der Verallgemeinerung oben.

Somit haben wir ein Modell erstellt, welches jedoch den Vorgang der Kernspaltung bei weitem nicht vollständig darstellt. Das war aber auch nicht unser Ziel. Wir wollen mit dieser unvollständigen Vorstellung nun tiefer eintauchen und sie dabei stetig erweitern und ergänzen. Wir sollten nun unbedingt mehr über die Zusammensetzungen des **Urankerns** erfahren, über das **Neutron** und über die **Spaltprodukte**. Mehr dazu erfährst du auf Arbeitsblatt 2.

AB 2: Der Aufbau von Atomkernen



Der Physiker Enrico Fermi bestrahlte bereits 1934 Urankerne mit Neutronen. Dabei wurden Vorgänge beobachtet, die nicht sofort erklärt werden konnten. Die Forscher Otto Hahn, Fritz Straßmann und Lise Meitner versuchten, diese Vorgänge aufzuklären. Auch sie beschossen dazu, allgemein gesagt, Kerne mit Teilchen, doch untersuchte das Forscherteam nun den Aufbau eines Atomkerns und die Spaltprodukte einer Kernspaltung genauer.



Uran ist ein chemisches Element. Du findest es im Periodensystem unter der Abkürzung U.

Aufgaben:

- 1 Finde das Element Uran im Periodensystem.
- 2 Liste alle Informationen (Zahlen, Zeichen und Buchstaben), die du im Periodensystem für Uran entdeckt hast, hier auf:

Die Zahl „92“ taucht nun bestimmt in deiner Liste auf. Diese Zahl liefert uns wichtige Hinweise über den Aufbau von Urankernen und Atomkernen im Allgemeinen:

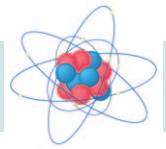
Jeder Atomkern ist aus **Kernbausteinen** aufgebaut. Es gibt zwei solcher Bausteine, die für uns wichtig sind: die **Protonen** und die **Neutronen**. Während die **Protonen** positiv geladen sind, sind die Neutronen neutral.

Doch wie viele dieser Bausteine braucht es, um einen Urankern aufzubauen? Die Zahl „92“ steht für die **Anzahl der Protonen** in unserem Kern. U ist die Abkürzung für das Element Uran. Die hochgestellten Zahlen stellen die Summe aus Protonen und Neutronen dar.

	${}^{234}_{92}\text{U}$	${}^{235}_{92}\text{U}$	${}^{238}_{92}\text{U}$
Protonenzahl	92	92	92
Neutronenzahl			

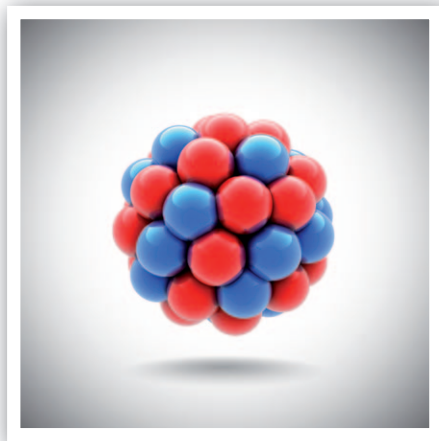
Aufgabe:

- 3 Bestimme jeweils die Neutronenzahlen für die drei unterschiedlichen Zusammensetzungen im Aufbau von Urankernen.



Fotos von Atomkernen gibt es nicht. Um diese dennoch darstellen zu können, zeichnen wir Neutronen und Protonen als Modell, das nicht der Realität entspricht: in Form kleiner Kugeln. Wir geben ihnen die Farben blau und rot.

Der Atomkern im Modell



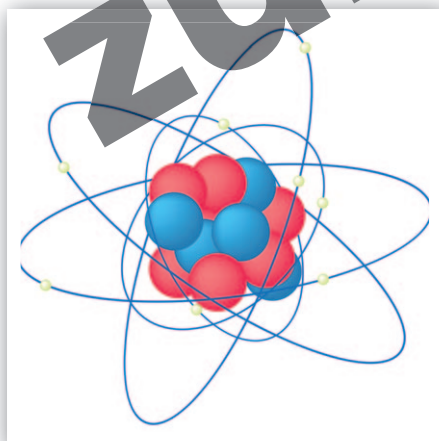
Aufgaben:

- 1 Der Atomkern in der Abbildung links ist noch nicht identifiziert. Kannst du die Anzahl der Protonen und Neutronen mithilfe dieser Darstellung herausfinden? Begründe.
- 2 Ein Heliumkern setzt sich aus 2 Protonen und 2 Neutronen zusammen. Stelle in deinem Heft einen Heliumkern zeichnerisch dar.

Da ein Atomkern nur positive Ladungen enthält, müsste er eigentlich auseinanderfliegen, da sich gleichnamige Ladungen abstoßen. Doch da die Kernbausteine (Protonen und Neutronen) im Kern sehr dicht beieinander liegen, besteht eine Kraftwirkung, die größer ist als die Abstoßungskräfte: die Kernkräfte. Es sind sehr starke Kräfte, deren Wirkung allerdings nur eine sehr kurze Reichweite kennt.

Das Atom im Modell

Atome nennt man die kleinsten Teilchen der chemischen Elemente. Die Atome sind so klein, dass der Mensch sie nicht sehen kann. Experimente haben jedoch wichtige Hinweise darüber gegeben, wie ein solches Atom aussehen könnte. Viele Beobachtungen lassen sich erklären, wenn man das folgende Modell eines Atoms verwendet:

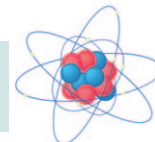


In diesem Modell werden die Atome mit einem Kern und einer Hülle dargestellt. Der Aufbau des Atomkernes ist uns nun bekannt. In der Hülle aber – und das ist neu – bewegen sich negativ geladene Elektronen. Dabei hat nicht jedes Elektron den gleichen Abstand zum Atomkern.

In der Regel stimmt die Anzahl der Protonen im Kern mit der Anzahl der Elektronen in der Hülle überein.

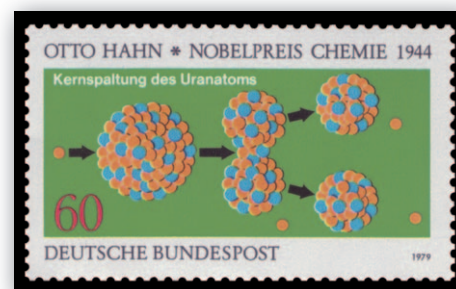
Aufgabe:

- 3 Bestimme für drei beliebige Elemente die Anzahl der Elektronen in der Hülle.



Durch eine schematische Darstellung auf der Grundlage von Modellen passten die Forschungsergebnisse von Hahn, Straßmann und Meitner sogar auf eine Briefmarke.

Mit unserem Wissen über Atome und Atomkerne können wir der Darstellung auf der Briefmarke entnehmen, dass hier ein Atomkern durch ein Neutron in zwei annähernd gleich große Spaltprodukte gespalten wird. Dabei werden wiederum neue Neutronen frei.



Keine Trennung ohne Folgen

Bei der Spaltung eines Urankernes werden große Energiemengen freigesetzt. Um eine Begründung für diese Freisetzung zu finden, müssen wir uns wieder dem Aufbau der Atomkerne zuwenden.

Atomkerne setzen sich aus Protonen und Neutronen zusammen. Die Masse eines solchen Atomkernes ist dabei jedoch geringer als die einzelnen Massen aller im Kern vorhandenen Protonen und Neutronen im ungebundenen Zustand. Demnach sprechen wir von einer Massendifferenz (Δm). Das klingt schwer vorstellbar, findet aber gleichzeitig seinen Ausdruck in der berühmten Formel von Albert Einstein: $E = \Delta m \cdot c^2$.

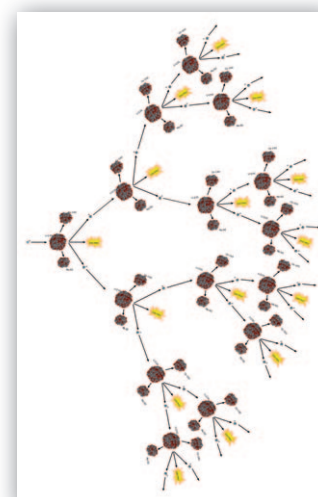
Diese Differenz der Massen geht auf die Bindungsenergie zurück. Die Bindungsenergie beschreibt die Energie, die man aufwenden muss, um einen Kern in seine Kernbausteine zu zerlegen. Das äquivalente Verhältnis von Masse und Energie bedeutet in ihrer Konsequenz, dass bei einer „Entfesselung“ der beschriebenen Massendifferenz eine Freisetzung von großen Energiemengen erfolgen muss. Der Zusammenhang von Massendifferenz und Bindungsenergie bedeutet somit auch, dass die Masse des Kerns vor der Spaltung größer ist als die Summe der Massen aller Spaltprodukte.

Kettenreaktion

Die Darstellung auf der Briefmarke zeigt die Freisetzung von Neutronen nach einer Kernspaltung. Neben vielen Physikern stellte auch Enrico Fermi fest, dass diese Neutronen genutzt werden können, um eine Kettenreaktion zu erzeugen.

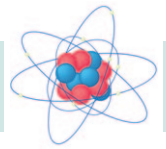
Demnach führt ein freigesetztes Neutron zunächst die Spaltung eines Urankernes durch. Die dabei freigesetzten weiteren Neutronen können so zu weiteren Spaltungen von Urankernen führen.

Mit dem ersten Kernreaktor setzte Fermi eine erste sich selbsterhaltene Kettenreaktion um. Das bedeutete, dass Energie in größerem Umfang freigesetzt werden konnte. Dazu baute er einen Kernreaktor unter der Tribüne eines Football-Stadions.



Aufgabe:

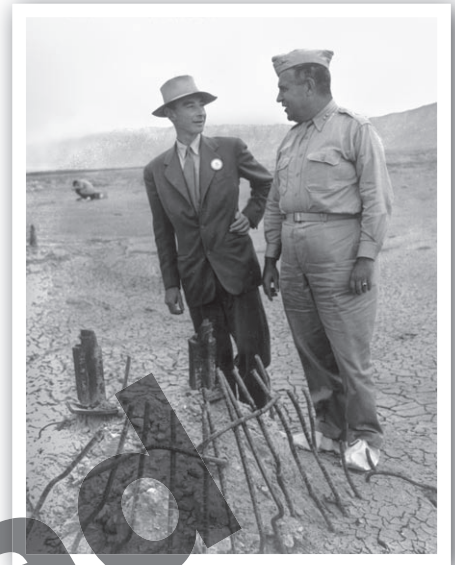
- 1 Führe die Kettenreaktion in der Abbildung fort. Erstelle dazu eine Zeichnung.



Die Energiemengen, die bei einer Kernspaltung freigesetzt werden, können für den zivilen Gebrauch, wie zum Beispiel für die Umwandlung in elektrische Energie, genutzt werden.

Im Zuge des Zweiten Weltkrieges wurden Atombomben gebaut, die im richtigen Moment eine Kettenreaktion in Gang setzen konnten. Dadurch wurden gewaltige Energiemengen freigesetzt, die eine große Zerstörungskraft bedeuteten.

Zusätzlich aber geht die Explosion einer Atombombe, wie auch die Vorgänge in einem Kernreaktor, mit der Entstehung hochradioaktiver Spaltprodukte einher.



Das Manhattan-Projekt

In der Wüste von New Mexiko wurde 1945 die erste Atombombe getestet. Zuvor hatten viele berühmte Wissenschaftler aus ganz Europa und den Vereinigten Staaten im Rahmen eines militärischen Forschungsprojekts an der Entwicklung einer solchen Bombe in einem geheimen Labor in New Mexiko gearbeitet. Der Physiker J. Robert Oppenheimer war wissenschaftlicher Leiter des sogenannten „Manhattan-Projekts“.

Radioaktivität

Nicht alle Atome, die in der Natur vorkommen, sind stabil. Manche Atome wandeln sich ohne äußeren Anlass in andere Atomarten um. Bei diesem Prozess senden sie gleichzeitig energiereiche Strahlung aus. Dieses Phänomen bezeichnet man als Radioaktivität.

Diese Aussendung radioaktiver Strahlung geschieht auch im Zuge einer absichtlich eingeleiteten Kernspaltung.

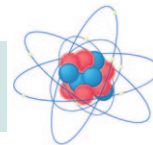
Um die Wirkungen radioaktiver Strahlung, zum Beispiel auf Lebewesen, einschätzen zu können, muss man zwischen den verschiedenen Strahlungsarten unterscheiden. Zu nennen sind Alpha-, Beta- und Gammastrahlung. Diese Strahlungsarten unterscheiden sich anschaulich durch ihre Reichweiten in ausgewählten Materialien.

Strahlungsart	Reichweite	Material
alpha	< 0,1 mm	Glas, ...
beta	< 1 cm	Metall, Wasser, ...
gamma	einige Meter	Blei, Beton, ...

Trifft radioaktive Strahlung auf den menschlichen Körper werden in Abhängigkeit von der Strahlungsart und ihrer Intensität Zellen des Gewebes zerstört. Die gezielte Abtötung von Krebszellen ist u.a. im Bereich der Strahlentherapie durch den Einsatz radioaktiver Strahlung möglich.

Aufgabe:

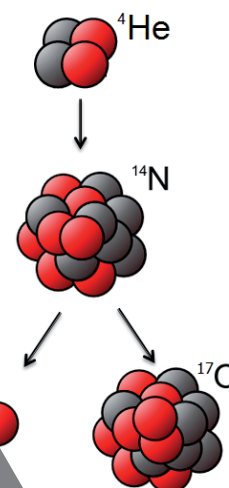
- 1 Welche der angegebenen Strahlungsarten bedeutet die größte Gefahr für den menschlichen Körper? Begründe deine Entscheidung ausführlich.



Der Beschuss eines Stickstoffkerns mit einem Heliumkern führt zur Entstehung eines Sauerstoffkerns und eines Protons. Diese Form der Elementumwandlung entdeckte der Physiker Ernest Rutherford zum ersten Mal im Jahr 1919.

Durch den Beschuss von Quecksilber oder Platin mit Partikeln ausreichend hoher Energie kann Gold hergestellt werden. Damit ist ein altes Problem der Alchimisten gelöst: Gold kann künstlich erzeugt werden.

Das Forscherteam um Otto Hahn erwartete bei ihren Forschungen, dass die Kerne die Neutronen einfangen, mit denen sie beschossen wurden. Eine Kette von Zerfällen, bei denen u.a. ein Elektron den Kern verließ, sollte dann immer höhere Kernladungszahlen (bis $Z = 97$) zur Folge haben. Damit war auch die Hypothese gegeben, zu noch unbekanntem Elementen zu gelangen und auch zu einem Element, das homolog zu Gold ist.

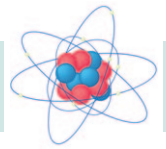


Platin	Gold	Quecksilber

Aufgaben:

- 1 Recherchiere die aktuellen Preise pro Feinunze für Platin, Gold und Quecksilber im Internet. Eine Feinunze entspricht genau 31,1034768 Gramm. Sie ist eine Massemaß für Edelmetalle.
- 2 Schau dir deine Rechercheergebnisse an. Beurteile, ob sich die künstliche Herstellung von Gold lohnt.





AB 1: Die erste Kernspaltung

- 1 Bevor die Schülerinnen und Schüler die Aufgabe lösen, sollte der Sinn und Zweck eines Modells mit ihnen geklärt worden sein. Das dargestellte Modell muss dann in Schritt 3 ergänzt werden durch das Einzeichnen zweier Spaltprodukte (kreisrund), die annähernd gleich groß sind. Zusätzlich sind weitere freie Teilchen, wie in Schritt 1, einzuzeichnen.
- 2 Das Tröpfchenmodell vergleicht das Verhalten eines Atomkernes bei einer Spaltung mit dem eines Wassertropfens. Die Verformung des ohnehin an der Stabilitätsgrenze stehenden Atomkerns durch das Auftreffen eines thermischen Neutrons kann anhand dieses Modells gut thematisiert werden und wird durch den Vergleich mit dem Wassertropfen nachvollziehbar. Die Verformung des Kerns, seine Deformation und das anschließende „Zerplatzen“ in zwei Bruchstücke unter zusätzlicher Aussendung mehrerer schneller Neutronen sollte noch einmal anschaulich erläutert werden. In der Auseinandersetzung mit dem Tröpfchenmodell ergeben sich dann automatisch auch Optimierungsmöglichkeiten für das bestehende Modell.

AB 2: Der Aufbau von Atomkernen

- 2 $U, Z = 93$
- 3 $234 - 92 = 142, 235 - 92 = 143, 238 - 92 = 146$

AB 3: Atomkerne und Atome im Modell

- 1 Die Anzahl der Protonen und Neutronen sind schwer zu bestimmen, da sie in dieser Abbildung schlecht gezählt werden können. Das kann ein Ausgangspunkt für Diskussionen über verschiedene Darstellungsformen von Atomkernen oder Atomen sein.
- 3 Die Anzahl der Protonen entspricht – in der Regel – der Anzahl der Elektronen.

AB 4: Energiefreisetzung durch Kernspaltung

- 1 Pro weitere Kernspaltung kann die Freisetzung von 2 bis 3 freien Neutronen vorausgesetzt werden.

AB 5: Die Atombombe und Radioaktivität

- 1 Hier kann u. a. anhand der Reichweite in Materie argumentiert werden. Sicherlich sind hier thematische Erweiterungen durch die Lehrperson gefragt. Stichworte: Strahlendosis, künstliche und natürliche Strahlungsquellen etc.

AB 6: Kernumwandlungen

- 2 Aus der Preisrecherche ergibt sich schnell, dass sich eine künstliche Herstellung von Gold nicht lohnt.



Weitere Downloads, E-Books und Print-Titel des umfangreichen Persen-Verlagsprogramms finden Sie unter www.persen.de

Hat Ihnen dieser Download gefallen? Dann geben Sie jetzt auf www.persen.de direkt bei dem Produkt Ihre Bewertung ab und teilen Sie anderen Kunden Ihre Erfahrungen mit.



Bildquellen

- S. 1: Lise Meitner und Otto Hahn im Labor, KWI für Chemie, 1913: http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/2d/Otto_Hahn_und_Lise_Meitner.jpg; von unbekannt (Search + 558596) [Public domain], via Wikimedia Commons (gemeinfrei)
- S. 2: Enrico Fermi, zwischen 1943–1949: http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/d4/Enrico_Fermi_1943-49.jpg; von Department of Energy, Office of Public Affairs [Public domain], via Wikimedia Commons (gemeinfrei)
- S. 3/Cover/Atomic nucleus © koya979 – Fotolia.com
Kopfzeile: Protons, Neutrons, Electrons © graphistees - Fotolia.com
- S. 4: Briefmarkenserie für Nobelpreisträger der Physik und Chemie: Kernspaltung von Otto Hahn: (Nennwert 60 Pfennig), Michel-Katalog-Nr.: 1020, Erstaussgabetag: 9. August 1979 http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/83/DBP_1979_1020_Otto_Hahn_Kernspaltung.jp; von Deutsche Bundespost (scanned by Nobbip) [Public domain], via Wikimedia CommonsGraphics by Linde (gemeinfrei)
Kernspaltung von Uran 235, 4.02.2011: <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/f1/Kettenreaktion.svg>; von Kettenreaktion.png: User:Stefan-Xp Kernspaltung.svg: *Kernspaltung.png: User:Stefan-Xp derivative work: Wondigoma (Diskussion) derivative work: Master Uegly (Diskussion) (Kettenreaktion.png Kernspaltung.svg) [CC-BY-SA-3.0 (<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>)], via Wikimedia Commons; Diese Datei ist unter der Creative Commons-Lizenz Namensnennung-Weitergabe unter gleichen Bedingungen 3.0 Unported lizenziert
- S. 5: Trinity Test – Oppenheimer and Groves at Ground Zero, September 1945: http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/7e/Trinity_Test_-_Oppenheimer_and_Groves_at_Ground_Zero_002.jpg; von U.S. Army Corps of Engineers [Public domain], via Wikimedia Commons (gemeinfrei)
- S. 6: Modell zur ersten Transmutation durch Ernest Rutherford: http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/05/Transmutacion_de_rutherford.png; von Renato mr 92 (Eigenes Werk) [Public domain], via Wikimedia Commons (gemeinfrei)
Zwei Goldbarren 250g und 50g 999,9 er, 6. August 2011: Feingold http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/02/Zwei_Goldbarren.JPG; von Apollo2005 (Eigenes Werk) [GFDL (<http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html>) oder CC-BY-SA-3.0-2.5-2.0-1.0 (<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>)], via Wikimedia Commons; Diese Datei ist unter den Creative Commons-Lizenzen Namensnennung-Weitergabe unter gleichen Bedingungen 3.0 nicht portiert, 2.5 generisch, 2.0 generisch und 1.0 generisch lizenziert

© 2013 Persen Verlag, Hamburg

AAP Lehrerfachverlage GmbH

Alle Rechte vorbehalten.

Das Werk als Ganzes sowie in seinen Teilen unterliegt dem deutschen Urheberrecht. Der Erwerber des Werks ist berechtigt, das Werk als Ganzes oder in seinen Teilen für den eigenen Gebrauch und den Einsatz im Unterricht zu nutzen. Die Nutzung ist nur für den genannten Zweck gestattet, nicht jedoch für einen weiteren kommerziellen Gebrauch, für die Weiterleitung an Dritte oder für die Veröffentlichung im Internet oder in Intranets. Eine über den genannten Zweck hinausgehende Nutzung bedarf in jedem Fall der vorherigen schriftlichen Zustimmung des Verlags.

Sind Internetadressen in diesem Werk angegeben, wurden diese vom Verlag sorgfältig geprüft. Da wir auf die externen Seiten weder inhaltliche noch gestalterische Einflussmöglichkeiten haben, können wir nicht garantieren, dass die Inhalte zu einem späteren Zeitpunkt noch dieselben sind wie zum Zeitpunkt der Drucklegung. Der Persen Verlag übernimmt deshalb keine Gewähr für die Aktualität und den Inhalt dieser Internetseiten oder solcher, die mit ihnen verlinkt sind, und schließt jegliche Haftung aus.

Grafik: Timm Fuhrmann

Satz: Satzpunkt Ursula Ewert GmbH, Bayreuth

Bestellnr.: 300206

www.persen.de