

1. Programm

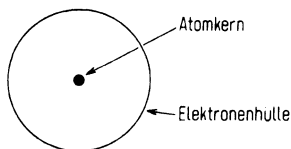
Der Aufbau der Atome

1 Über den Aufbau der Materie haben sich schon vor mehr als 2000 Jahren die griechischen Philosophen Gedanken gemacht.

Das erste „Atom-Modell“ im modernen Sinne wurde 1808 von Dalton eingeführt. Nach diesem Atommodell besteht die Materie aus sehr kleinen Teilchen, den Atomen, die nicht weiter zerlegbar sind; die Atome der einzelnen Elemente sind unterschiedlich aufgebaut.

Wie alle Modell-Vorstellungen soll auch ein Atommodell die Realität deuten und erklären. Ein Modell muß mit den beobachteten Tatsachen möglichst gut übereinstimmen und soll zu neuen Überlegungen und Experimenten anregen. Wir werden in diesem Programm das Atommodell von Bohr benutzen, weil damit ein vertieftes Verständnis des chemischen Verhaltens der Elemente möglich wird.

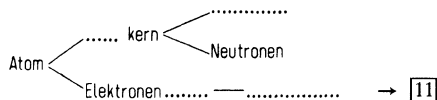
Jedes Atom besteht aus einem Atomkern und einer Elektronenhülle.



Der Atomkern wiederum ist aus Protonen und Neutronen aufgebaut.

Die Elektronenhülle wird, wie der Name sagt, aus Elektronen gebildet.

Notieren Sie das folgende Schema unter Ergänzung der Lücken:



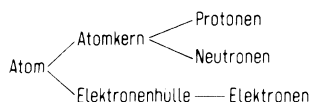
2 Ein Atom, das im Atomkern 4 Protonen und 5 Neutronen enthält, hat die *Kernladungszahl* 4.

Die Zahl der Neutronen hat gar keinen Einfluß auf die Größe der Kernladungszahl.

Wieviele Elektronen befinden sich in der Elektronenhülle eines Atoms mit der Kernladungszahl 7?

Notieren Sie die Zahl der Elektronen. → 12

3 Die vierte Schale kann mit maximal 32 Elektronen besetzt werden. Wir fassen zusammen:



Zuerst werden die inneren Schalen der Elektronenhülle mit Elektronen besetzt. Die Schale n kann mit maximal $2 \cdot n^2$ Elektronen besetzt werden.

Nach dieser Wiederholung gehen wir jetzt weiter. Protonen und Elektronen sind entgegengesetzt und gleich stark geladen:

Die Protonen sind positiv (+) geladen.
Die Elektronen sind negativ (−) geladen.

Die Neutronen sind elektrisch neutral. Ebenso elektrisch neutral nach außen hin sind alle Atome.

Wie groß muß demnach die Zahl der Elektronen in einem Atom sein?

- Größer als die Zahl der Protonen → 43
- Kleiner als die Zahl der Protonen → 15
- Genau so groß wie die Zahl der Protonen → 37
- So groß wie die Zahl der Protonen und Neutronen zusammen → 29

4 Protonen tragen wesentlich zur Masse eines Atoms bei, nicht aber Elektronen. Bedenken Sie, die Masse eines Elektrons beträgt nur $1/1850$ der Masse eines Protons. → 50

5 Ja, das Atom, dessen Schalen 1, 2 und 3 voll besetzt sind, enthält 28 Elektronen.

Es ist nicht erforderlich, die Zahl der Elektronen, die auf den einzelnen Schalen Platz finden, auswendig zu lernen. Es gibt eine Formel, mit der wir für jede Schale die maximale Besetzung berechnen können. Wir wollen diese Formel ableiten:

Die 1. Schale ist mit 2 Elektronen voll besetzt: $2 = 2 \cdot 1 \cdot 1$

Die 2. Schale ist mit 8 Elektronen voll besetzt: $8 = 2 \cdot 2 \cdot 2$

Die n-te Schale ist mit x Elektronen voll besetzt: $x = 2 \cdot n \cdot n$

Sie brauchen sich also nur zur merken: $2 \cdot n^2$

Berechnen Sie, mit wievielen Elektronen die dritte Schale maximal besetzt werden kann.

- Mit 2 Elektronen → 18
- Mit 8 Elektronen → 26
- Mit 18 Elektronen → 35
- Mit 32 Elektronen → 44

6

Sie haben vergessen, daß Neutronen elektrisch neutral, also nicht Träger einer Elementarladung sind.

Ein Atomkern, der 4 Protonen und 4 Neutronen enthält, besitzt demnach Elementarladungen. → 34

7

Die Frage lautet:

Wieviele von 20000 Atomen eines Elements sind nach 25 Tagen noch unverändert, wenn die Halbwertszeit des radioaktiven Zerfalls 5 Tage beträgt?

Unverändert sind:

zu Beginn	20000 Atome
nach 5 Tagen	10000 Atome
nach weiteren 5, also nach insgesamt 10 Tagen	5000 Atome
nach weiteren 5, also nach insgesamt 15 Tagen	2500 Atome
nach weiteren 5, also nach insgesamt 20 Tagen	1250 Atome
nach weiteren 5, also nach insgesamt 25 Tagen	625 Atome

→ 105

8 Der Ansatz ist richtig, wenn Sie geschrieben haben:

2·4·4

Rechnen Sie nun aus, mit wievielen Elektronen die 4. Schale besetzt werden kann. → **3**

9 Sie haben nicht beachtet, daß nur nach der Zahl der Elektronen in der äußersten Schale gefragt war.

Die Anordnung der Schalen wird erklärt bei **22**.

10 Sie haben die molare Masse des Protons richtig angegeben, die des Neutrons dagegen nicht.

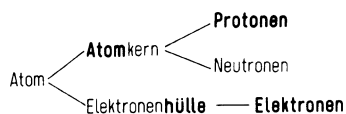
Damit Sie nochmals überlegen können, sind hier einige Angaben für Wasserstoff- und Helium-Atome zusammengestellt.

	Protonen	Neutronen	Elektronen	molare Masse
H	1	–	1	1 g/mol
He	2	2	2	4 g/mol

Wie groß ist die molare Masse eines Neutrons?

- Die molare Masse eines Neutrons ist 1 g/mol → **32**
- Die molare Masse eines Neutrons ist 2 g/mol → **63**
- Ich brauche eine weitere Erklärung → **57**

11



Die Atome aller Elemente sind aus diesen drei Bausteinen, den Protonen, Neutronen und Elektronen aufgebaut.

Von Element zu Element ändert sich die Anordnung und die Zahl dieser Bausteine.

Wir nehmen vereinfachend an, daß sich die Elektronen auf bestimmten Bahnen um den Atomkern bewegen.

Notieren Sie die fehlenden Wörter:

Um den Atomkern aus Protonen und bewegen sich in der Elektronenhülle auf bestimmten die → [22]

[12] Hat der Kern eines Atoms die Kernladungszahl 7, so befinden sich auch 7 Elektronen in seiner Elektronenhülle.

Können Sie anhand dieser Zahlen auch angeben, wieviele Neutronen der Kern dieses Atoms enthält?

● Ja → [21]

● Nein → [31]

[13] Ein Atomkern, der 4 Protonen und 4 Neutronen enthält, besitzt 4 *positive* Elementarladungen (4+). Die Zahl der positiven Elementarladungen wird auch als *Kernladungszahl* bezeichnet.

Die Kernladungszahl gibt immer an, wieviele Protonen in dem betreffenden Atomkern enthalten sind.

Welche Kernladungszahl hat demnach das Atom, das im Atomkern 4 Protonen und 5 Neutronen enthält?

● Kernladungszahl 4 → [2]

● Kernladungszahl 5 → [39]

● Kernladungszahl 9 → [28]

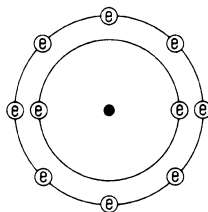
[14] Die N-Schale ist die 4. Schale (K, L, M, N).

Setzen Sie nun $n=4$ in die Formel $2 \cdot n^2$ ein, und vergleichen Sie bei [8].

15 Bedenken Sie, daß Protonen und Elektronen entgegengesetzt und gleich stark geladen sind. Die positive Ladung eines Protons neutralisiert also die negative Ladung eines Elektrons.

Kehren Sie zurück nach **3**, und versuchen Sie jetzt, die richtige Antwort auszuwählen.

16



In diesem Atom ist die 1. Schale mit 2 Elektronen, die 2. Schale mit 8 Elektronen besetzt.

Mehr als 10 Elektronen lassen sich in den beiden innersten Schalen nicht unterbringen. Von Schale zu Schale können aber mehr Elektronen aufgenommen werden. So ist die 3. Schale erst dann voll besetzt, wenn sich 18 Elektronen auf ihr befinden.

Wieviele Elektronen befinden sich demnach in der Elektronenhülle eines Atoms, dessen Schalen 1, 2 und 3 voll besetzt sind?

- Das Atom enthält 10 Elektronen → **42**
- Das Atom enthält 18 Elektronen → **25**
- Das Atom enthält 24 Elektronen → **33**
- Das Atom enthält 28 Elektronen → **5**
- Das Atom enthält 30 Elektronen → **36**

17

$$\begin{array}{rcl}
 M(\text{B}) & = & 11 \text{ g/mol} \\
 - M(5 \text{ p}) & = & -5 \text{ g/mol} \\
 \hline
 M(6 \text{ n}) & = & 6 \text{ g/mol}
 \end{array}$$

Der Kern des Boratoms enthält also 5 Protonen und 6 Neutronen.

Da die Zahl der Elektronen in jedem Atom gleich der Zahl der Protonen ist, können Sie auch die Zusammensetzung des Atomkerns berechnen, wenn Ihnen die molare Masse des Kerns und die Zahl der Elektronen bekannt sind.

Für Stickstoff gilt:

$$M(\text{N}) = 14 \text{ g/mol},$$

7 Elektronen in der Hülle

Wieviele Neutronen und wieviele Protonen befinden sich im Atomkern des Stickstoffs? → [52]

18 Sie haben die Zahl der Elektronen für eine falsche Schale berechnet.

Wiederholen Sie die Kennzeichnung der Schalen ab [30].

19 Sie haben den Zusammenhang offensichtlich nicht verstanden. Lesen Sie deshalb die Erklärungen bei [57].

20 Sie haben nicht beachtet, daß nur nach der Zahl der Elektronen in der *äußersten* Schale gefragt war.

Die Anordnung der Schalen wird erklärt bei [22].

21 Die Kernladungszahl sagt *nichts* über die Zahl der Neutronen im Atomkern aus.

Nach der Ladung wollen wir jetzt die Masse der Atombausteine betrachten.

Die Masse von Proton und Neutron ist (fast genau) gleich groß. Die Masse des Elektrons ist dagegen sehr klein, nur 1/1850 der Masse des Protons oder Neutrons.

Welche Atombausteine tragen wesentlich zur Masse eines Atoms bei?

- Protonen und Elektronen → [4]
- Neutronen und Elektronen → [41]
- Protonen und Neutronen → [50]

22 Um den Atomkern aus Protonen und *Neutronen* bewegen sich in der Elektronenhülle auf bestimmten *Bahnen* die *Elektronen*.

Diese Bahnen werden besser Schalen genannt, weil sich die Elektronen auf ihnen in allen Richtungen um den Kern bewegen können. Grob vereinfachend kann man dabei an Kugelschalen denken. Insgesamt gibt es sieben solcher Schalen.

Die Schale, die dem Atomkern am nächsten ist, wird als 1. Schale bezeichnet. Es folgt die 2. Schale. Die 7. Schale ist dann die mit der größten Entfernung vom Kern.

In einer anderen Bezeichnungsweise werden die Schalen nacheinander mit Buchstaben versehen, wobei man im Alphabet aber nicht mit A, sondern beim Buchstaben K beginnt. Die 1. Schale ist also die K-Schale, die 2. die L-Schale, die 3. die M-Schale und die 7. schließlich die Q-Schale.

Mit welchen Buchstaben werden demnach die 4., 5. und 6. Schale bezeichnet?

→ [30]

[23] Die N-Schale ist die 4. Schale (K, L, M, N).

Setzen Sie nun $n=4$ in die Formel $2 \cdot n^2$ ein, und vergleichen Sie bei [8].

[24] Der Atomkern ist immer *positiv* geladen. Die Elektronenhülle ist immer *negativ* geladen.

Die Ladung eines Elektrons oder eines Protons ist die kleinste Ladung überhaupt. Sie wird deshalb auch *Elementarladung* genannt.

Ein Atomkern enthalte zum Beispiel 4 Neutronen und 4 Protonen. Wieviele Elementarladungen besitzt dieser Atomkern?

Dieser Atomkern besitzt

- 4 negative Elementarladungen (4-) → [34]
- 4 positive Elementarladungen (4+) → [13]
- 8 Elementarladungen → [6]

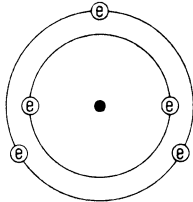
[25] Sie haben nur die Elektronen der 3. Schale berücksichtigt und die der beiden anderen Schalen vergessen.

Lesen Sie nochmals sorgfältig [16].

[26] Sie haben die Zahl der Elektronen für eine falsche Schale berechnet.

Wiederholen Sie die Kennzeichnung der Schalen ab [30].

27



Während die erste Schale schon mit 2 Elektronen voll besetzt ist, finden auf der zweiten Schale 8 Elektronen Platz.

Zeichnen Sie bitte ein Atom, in dessen Elektronenhülle sich 10 Elektronen befinden. → 16

28

Sie haben nicht beachtet, daß *nur die Zahl der Protonen* die Kernladungszahl bestimmt. → 13

29

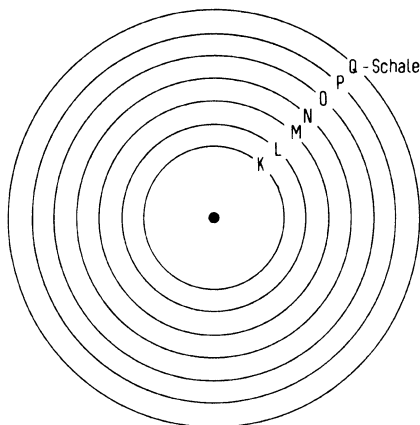
Bedenken Sie, daß Neutronen elektrisch neutral sind. Auch das Atom ist nach außen hin elektrisch neutral. Protonen und Elektronen sind entgegengesetzt und gleich stark geladen, oder anders gesagt: Die positive Ladung eines Protons neutralisiert die negative Ladung eines Elektrons.

Kehren Sie zurück nach 3 und versuchen Sie jetzt, die richtige Antwort auszuwählen.

30

Die 4., 5. und 6. Schale wird mit den Buchstaben N, O und P bezeichnet.

Die folgende Abbildung stellt vereinfacht den Atomkern und alle Schalen dar.



Zeichnen Sie die Skizze ab und ergänzen Sie die zu jeder Schale gehörende Zahl. → [38]

31 Richtig, die Kernladungszahl sagt *nichts* über die Zahl der Neutronen im Atomkern aus.

Nach der Ladung wollen wir jetzt die Masse der Atombausteine betrachten.

Die Masse von Proton und Neutron ist fast genau gleich groß. Die Masse des Elektrons ist dagegen sehr klein, nur $1/1850$ der Masse des Protons oder Neutrons.

Welche Atombausteine tragen wesentlich zur Masse eines Atoms bei?

- Protonen und Elektronen → [4]
- Neutronen und Elektronen → [41]
- Protonen und Neutronen → [50]

32 Das Proton und das Neutron haben die molare Masse 1 g/mol .

Die molare Masse der Atome eines jeden Elements kann man berechnen. Man muß dazu nur die Anzahl der Protonen und Neutronen kennen und zusammenzählen.

Welche molare Masse haben demnach die Atome, die aus 6 Protonen, 6 Neutronen und 6 Elektronen aufgebaut sind?

Notieren Sie die Zahl, und vergleichen Sie bei [46].

33 Sie haben sich verrechnet.

Um zu berechnen, wieviele Elektronen sich in der Elektronenhülle des Atoms befinden, dessen K-, L- und M-Schalen voll besetzt sind, müssen wir die Elektronenzahlen der einzelnen Schalen zusammenzählen.

Wiederholen Sie ab [22].

34 Ein Atomkern, der 4 Protonen und 4 Neutronen enthält, besitzt 4 Elementarladungen.

Soweit richtig. Sie müssen jedoch darauf achten, ob die Ladung positiv oder negativ ist. Protonen sind immer positiv geladen.

Welche Ladung ist also richtig?

● $4+$ →

● $4-$ →

35 Die 3. Schale kann mit maximal $2 \cdot 3 \cdot 3 = 18$ Elektronen besetzt werden.

Berechnen Sie nun, mit wievielen Elektronen die vierte Schale maximal besetzt werden kann.

● Mit 16 Elektronen →

● Mit 20 Elektronen →

● Mit 32 Elektronen →

● Mit 50 Elektronen →

36 Sie haben sich verrechnet.

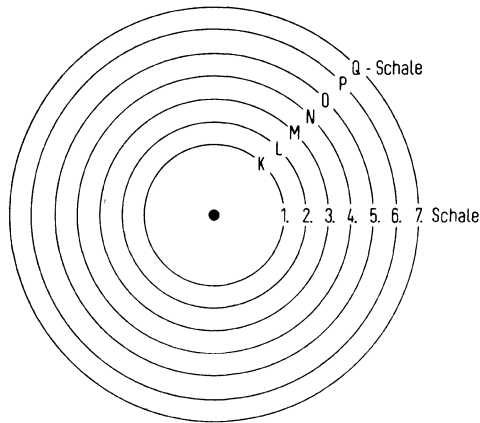
Um zu berechnen, wieviele Elektronen sich in der Elektronenhülle des Atoms befinden, dessen 1., 2. und 3. Schalen voll besetzt sind, müssen wir die Elektronenzahlen der einzelnen Schalen zusammenzählen.

Wiederholen Sie ab .

37 Ja, in jedem Atom ist die Zahl der Protonen genau so groß wie die Zahl der Elektronen. Die positiven Ladungen der Protonen und die negativen Ladungen der Elektronen heben sich gegenseitig auf.

Der Atomkern ist demnach immer (positiv/negativ) geladen.

Die Elektronenhülle ist immer (positiv/negativ) geladen. →

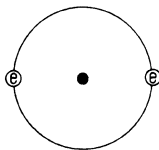
38

Vergleichen Sie, und verbessern Sie eventuelle Fehler.

Die Elektronen sind in den Atomen nicht willkürlich verteilt. Ihre Anordnung unterliegt vielmehr bestimmten Gesetzmäßigkeiten:

1. Zuerst werden die inneren, danach die äußeren Schalen mit Elektronen gefüllt.
2. In jeder Schale kann nur eine bestimmte Zahl von Elektronen Platz finden.

Wir wollen uns das am Beispiel eines Atoms ansehen, um dessen Atomkern zwei Elektronen kreisen.



Die Elektronen sind mit e wiedergegeben. Beide besetzen die innerste Schale.

Diese Schale ist mit 2 Elektronen voll besetzt. Enthält ein Atom 3 Elektronen, so muß sich das 3. Elektron in der zweiten Schale befinden.

Zeichnen Sie ein Atom mit 5 Elektronen. → **27**

39

Sie haben nicht beachtet, daß *nur die Zahl der Protonen* die Kernladungszahl bestimmt. → **13**

40 Sie haben die molare Masse des Neutrons richtig angegeben, die des Protons dagegen nicht.

Damit Sie nochmals überlegen können, sind hier einige Angaben für Wasserstoff- und Helium-Atome zusammengestellt.

	Protonen	Neutronen	Elektronen	molare Masse
H	1	–	1	1 g/mol
He	2	2	2	4 g/mol

Wie groß ist die molare Masse eines Protons?

- Die molare Masse eines Protons ist 1 g/mol → **32**
- Die molare Masse eines Protons ist 2 g/mol → **63**
- Ich brauche eine weitere Erklärung → **57**

41 Neutronen tragen wesentlich zur Masse eines Atoms bei, nicht aber Elektronen. Bedenken Sie, die Masse eines Elektrons beträgt nur 1/1850 der Masse eines Neutrons. → **50**

42 Sie haben nur die Elektronen der 1. und 2. Schale berücksichtigt, nicht aber die der 3. Schale.

Lesen Sie nochmals sorgfältig **16**.

43 Bedenken Sie, daß Protonen und Elektronen entgegengesetzt und gleich stark geladen sind. Die positive Ladung eines Protons neutralisiert also die negative Ladung eines Elektrons.

Kehren Sie zurück nach **3**, und versuchen Sie jetzt, die richtige Antwort auszuwählen.

44 Sie haben die Zahl der Elektronen für eine falsche Schale berechnet.

Wiederholen Sie die Kennzeichnung der Schalen ab **30**.

45 Sie verwechseln immer noch positive und negative Ladung. Deshalb noch eine Merkhilfe:

Protonen positiv

Elektronen negativ → 24

46 Die Atome eines Elements, die aus 6 Protonen, 6 Neutronen und 6 Elektronen aufgebaut sind, haben die molare Masse 12 g/mol.

Die Elektronen werden nicht mitgerechnet, weil die Masse eines Elektrons nur 1/1850 der Masse eines Protons beträgt.

Ist von den Atomen eines Elements die molare Masse und die Zahl der Protonen bekannt, so können Sie daraus die Zahl der Neutronen ableiten.

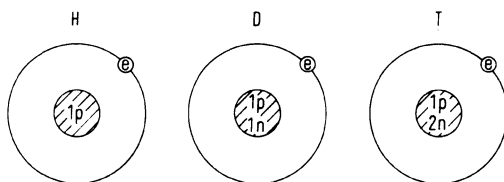
Wieviele Neutronen befinden sich im Atomkern des Bors? $M(\text{B}) = 11 \text{ g/mol}$. Der Atomkern enthält 5 Protonen. → 17

47 Die N-Schale ist die 4. Schale, das haben Sie richtig erkannt. Bei Anwendung der Formel $2 \cdot n^2$ machten Sie jedoch einen Fehler. Für die 4. Schale ist $n = 4$.

Schreiben Sie den Rechenansatz auf, und vergleichen Sie bei 8.

48 Molare Masse der Tritiumatome, $M(\text{T}) = 3 \text{ g/mol}$.

Hier der Atombau der drei Arten von Wasserstoff:



Kernladungszahl 1

1

1

molare Masse 1 g/mol

2 g/mol

3 g/mol

Chemisch unterscheiden sie sich nicht voneinander, denn alle haben die gleiche Elektronenhülle.

Atome mit gleicher Kernladungszahl, aber verschiedener molarer Masse nennen wir *Isotope*.

Auch das Element Lithium kommt in zwei Isotopen vor. Das eine hat die molare Masse 7 g/mol, das andere die molare Masse 6 g/mol.

	M(p)	M(n)	
●	1 g/mol	1 g/mol	→ [32]
●	2 g/mol	1 g/mol	→ [10]
●	2 g/mol	2 g/mol	→ [19]
●	1 g/mol	2 g/mol	→ [40]
●	Ich brauche eine weitere Erklärung		→ [57]

51 Ihre Antwort ist noch nicht richtig.

Sie sollten das über Isotope Gesagte noch einmal von Anfang an durcharbeiten.
→ [58]

52 7 Elektronen in der Hülle entsprechen 7 Protonen im Kern.

$$\begin{aligned}
 M(7p) &= 7 \text{ g/mol} \\
 + M(7n) &= +7 \text{ g/mol} \\
 M(N) &= 14 \text{ g/mol}
 \end{aligned}$$

Ergänzen Sie in der folgenden Tabelle, die einige Angaben über die ersten sieben Elemente des Periodensystems enthält, die Zahlen, die in den Feldern fehlen.

Element Name	Symbol	Kern- ladungszahl	Proto- nen	Neu- tronen	Elek- tronen	molare Masse
Wasserstoff	H	1	1	0		1 g/mol
Helium	He	2	2		2	4 g/mol
Lithium	Li	3	3			7 g/mol
Beryllium	Be		4	5	4	g/mol
Bor	B	5				11 g/mol
Kohlenstoff	C			6		12 g/mol
Stickstoff	N	7		7		g/mol

Vergleichen sie bei [64].

53 Die Isotope eines Elements lassen sich nur durch *physikalische* Methoden voneinander trennen.

Da die Isotope eines Elements immer als Gemisch vorkommen, sind die gemessenen molaren Massen häufig keine ganzen Zahlen.

Das Element Lithium kommt in zwei Isotopen vor, die Sie schon kennenlernen.

Lithium besteht zu 92,7% aus dem Isotop mit der molaren Masse 7 g/mol, Symbol ${}^7\text{Li}$, und zu 7,3% aus dem Isotop mit der molaren Masse 6 g/mol, Symbol ${}^6\text{Li}$. Daraus errechnet sich für das natürlich vorkommende Isotopengemisch die molare Masse:

$$M(\text{Li}) = 7 \text{ g/mol} \cdot \frac{92,7}{100} + 6 \text{ g/mol} \cdot \frac{7,3}{100} = 6,93 \text{ g/mol}$$

Experimentell findet man 6,94 g/mol. Das ist eine gute Übereinstimmung.

Das Element Chlor ist ein Gemisch von zwei Isotopen:

ca. 75% ${}^{35}\text{Cl}$
ca. 25% ${}^{37}\text{Cl}$

Schätzen Sie mit Hilfe dieser Angaben ab, wie groß die molare Masse der Chloratome ist.

Die molare Masse der Chloratome ist

- kleiner als 35 g/mol →
- 35 g/mol →
- zwischen 35 g/mol und 36 g/mol →
- 36 g/mol →
- zwischen 36 g/mol und 37 g/mol →
- 37 g/mol →
- größer als 37 g/mol →

54 Sie haben nicht beachtet, daß nur nach der Zahl der Elektronen in der *äußersten* Schale gefragt war.

Die Anordnung der Schalen wird erklärt bei [22].

55 Kohlenstoff hat nur 4, aber Schwefel hat 6 Elektronen in der äußersten Schale. Die äußerste Schale ist die vom Atomkern am weitesten entfernte.

Zeichnen Sie den Atomaufbau eines Chloratoms. Die notwendigen Zahlen können Sie der Tabelle 1 am Ende dieses Programms entnehmen. → [66]

56 Ihre Antwort ist nicht richtig.

Lesen Sie die Erklärung unter [99].

57 Molare Masse = molare Masse der Protonen + molare Masse der Neutronen

Das Elektron hat eine so geringe Masse, daß man sie vernachlässigen kann.

	Protonen	Neutronen	Elektronen	molare Masse
Wasserstoff H	1	–	1	1 g/mol
Helium He	2	2	2	4 g/mol

Die molare Masse des Wasserstoffs ist 1. Da das Wasserstoffatom aus einem Proton und einem Elektron besteht und kein Neutron enthält, verursacht das Proton die molare Masse.

Das Proton besitzt also die molare Masse 1.

Die molare Masse des Heliums ist 4.

Der Beitrag der Protonen zur molaren Masse des Heliumatoms ist $2 \cdot 1 = 2$.

Der Beitrag der Neutronen zur molaren Masse des Heliumatoms ist ebenfalls 2.

Wie groß ist demnach die molare Masse eines Neutrons?

● Die molare Masse eines Neutrons ist 1 g/mol → [32]

● Die molare Masse eines Neutrons ist 2 g/mol → [63]

58 Vergleichen Sie:

1. Gruppe	2. Gruppe	3. Gruppe	4. Gruppe	5. Gruppe	6. Gruppe	7. Gruppe	8. Gruppe
H	He	B	C	N	O	F	Ne
Li	Be	Al	Si	P	S	Cl	Ar
Na	Mg						
K	Ca						

Über eine derartige Einteilung der Elemente wird im 4. Programm im Zusammenhang mit dem Periodensystem ausführlich gesprochen. Wir wollen es jetzt hierbei belassen und kurz wiederholen. (Notieren Sie die fehlenden Wörter).

1. Die molare Masse der Atome eines Elementes ist gleich der Summe der molaren Massen der Protonen und der im Atomkern.
2. Für die chemischen Eigenschaften eines jeden Elementes ist die Zahl der in der äußersten Schale der Atome verantwortlich.
3. Die Zahl der Protonen im Atomkern und die Gesamtzahl der in der Elektronenhülle sind immer gleich groß.
4. Die Kernladungszahl ist gleich der Zahl der im Atomkern.

Vergleichen Sie bei **68**.

59 Durch Umwandlung eines Neutrons in ein Proton verwandelt sich Actinium unter Aussendung von β -Strahlung in *Thorium*. Die molare Masse bleibt dabei unverändert, die Kernladungszahl nimmt um 1 zu.

Die Umwandlung eines Elements in ein anderes unter α - oder β - und γ -Strahlung dauert eine bestimmte Zeit, doch ist diese Zeit von Element zu Element sehr verschieden. Um hier vergleichbare Werte zu erhalten, wurde die *Halbwertszeit* definiert.

Die Halbwertszeit gibt an, in welcher Zeitspanne sich von einer vorhandenen Zahl von Atomen genau die Hälfte in ein anderes Element umgewandelt hat.

Die Halbwertszeiten der verschiedenen Elemente liegen zwischen mehreren Millionen Jahren und Bruchteilen von Sekunden.

Hier ein Beispiel:

Von einem radioaktiven Element sind 160 000 Atome vorhanden. Seine Halbwertszeit ist fünf Tage.

Wieviele Atome sind nach fünf Tagen noch nicht in ein anderes Element umgewandelt?

Notieren Sie die Zahl. → [93]

60 Ja, die Kernladungszahl wird um **2** kleiner, denn der herausgeschleuderte Heliumkern (α -Teilchen) nimmt 2 Protonen mit.

Wir wollen zusammenfassen:

Durch α -Strahlung nimmt die molare Masse um und die Kernladungszahl um ab.

Notieren Sie den Satz unter Ergänzung der fehlenden Wörter. → [71]

61 Das Kohlenstoffatom hat 4 und das Schwefelatom hat 6 Elektronen in der äußersten Schale.

Wir sagten schon, daß die Elektronen der äußersten Schale für die chemischen Eigenschaften des betreffenden Atoms verantwortlich sind. Daß das wirklich zutrifft, wollen wir uns am Beispiel der Wertigkeit der drei Elemente Kohlenstoff, Schwefel und Chlor ansehen.

Kohlenstoff ist *vier*-wertig, das Kohlenstoffatom hat **4** Elektronen in der äußersten Schale.

Schwefel ist in H_2SO_4 *sechs*-wertig, das Schwefelatom hat **6** Elektronen in der äußersten Schale.

Chlor ist in HClO_4 *sieben*-wertig, das Chloratom hat **7** Elektronen in der äußersten Schale.

Notieren Sie nun unter Zuhilfenahme der Tabelle am Ende des Programmes die Namen der Elemente, die dreiwertig auftreten können. → [74]

62 Sie haben geraten, denn die molare Masse der Atome einer Mischung von zwei Isotopen kann nicht kleiner sein als die molare Masse der Atome des leichteren Isotops. Überlegen Sie bei [53] noch einmal.

63 Es besteht aufgrund Ihrer Antwort der Verdacht, daß Sie nur raten.

Wiederholen Sie sorgfältig ab [31].

64 Vergleichen Sie:

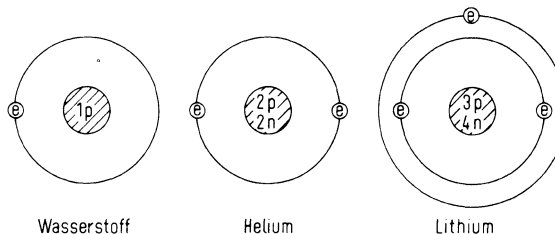
Element Name	Symbol	Kern- ladungszahl	Pro- tonen	Neu- tronen	Elek- tronen	molare Masse
Wasserstoff	H	1	1	0	1	1 g/mol
Helium	He	2	2	2	2	4 g/mol
Lithium	Li	3	3	4	3	7 g/mol
Beryllium	Be	4	4	5	4	9 g/mol
Bor	B	5	5	6	5	11 g/mol
Kohlenstoff	C	6	6	6	6	12 g/mol
Stickstoff	N	7	7	7	7	14 g/mol

Wenn Sie in dieser Tabelle mehr als einen Fehler hatten, sollten Sie ab **37** wiederholen, ehe Sie jetzt weiterlesen.

Wir wollen uns nun den Atombau der verschiedenen Elemente ansehen. Dazu notieren Sie sich die Nummer dieses Lernabschnittes, damit Sie ihn zum Weiterlesen wiederfinden und schlagen Tabelle 1 am Ende dieses Programms auf.

Zur Wiedergabe des Atombaues benutzen wir drei Symbole:

Protonen p
Neutronen n
Elektronen e



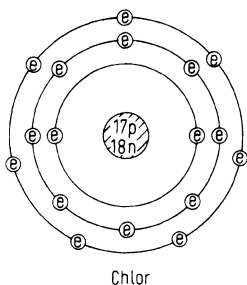
Die Darstellung des Atombaues ist natürlich nicht maßstäblich. Der Atomkern ist im Verhältnis zu den Schalen der Elektronenhülle viel zu groß gezeichnet.

Zeichnen Sie auf ein Blatt den Atomaufbau eines Kohlenstoff- und eines Schwefelatoms. Die erforderlichen Einzelheiten entnehmen Sie bitte der Tabelle 1 am Ende dieses Programms. → 76

65 Ihre Antwort ist nicht richtig.

Lesen Sie die Erklärung unter 104.

66 Vergleichen Sie:



Wieviele Elektronen hat das Chloratom in der äußersten Schale?

- 2 Elektronen → 54
- 8 Elektronen → 20
- 7 Elektronen → 78
- 17 Elektronen → 9

67 Chlor kommt als Gemisch von zwei Isotopen vor. Es besteht

zu ca. 75% aus dem Chlorisotop 35 und
zu ca. 25% aus dem Chlorisotop 37.

Bestünde Chlor zu 100% aus dem Chlorisotop 35, dann wäre die molare Masse seiner Atome 35. Bestünde Chlor zu 100% aus dem Chlorisotop 37, dann wäre die molare Masse seiner Atome 37. Wäre Chlor ein Gemisch der beiden Isotope zu gleichen Teilen (also zu je 50%), dann läge die molare Masse seiner Atome genau in der Mitte zwischen 35 und 37, also bei 36.

Nun ist Chlor aber ein Gemisch aus

ca. 75% des Chlorisotops 35 und
ca. 25% des Chlorisotops 37.

Wo liegt die molare Masse der Atome dieses Gemisches?

- Zwischen 35 g/mol und 36 g/mol → 80
- Zwischen 36 g/mol und 37 g/mol → 51

68

Es fehlten die Wörter:

- bei 1. *Neutronen*
 bei 2. u. 3. *Elektronen*
 bei 4. *Protonen*

Falls Sie einen Fehler hatten, sollten Sie die Sätze bei 58 noch einmal mit den richtigen Ergänzungen durchdenken.

Die Atome des Wasserstoffs bestehen aus *einem* Proton im Atomkern und *einem* Elektron in der Elektronenhülle. $M(\text{H}) = 1 \text{ g/mol}$.

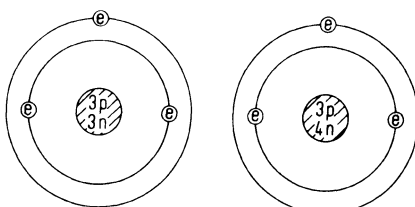
Es gibt noch andere Wasserstoffatome, die Atome des schweren Wasserstoffs oder Deuteriums, Symbol D.

Das Atom des Deuteriums besitzt im Atomkern 1 Proton und 1 Neutron. In der Elektronenhülle befindet sich 1 Elektron.

Wie groß ist die molare Masse der Deuteriumatome? → 101

69

Hier der Aufbau der beiden Lithiumisotope:



Kernladungszahl 3
 molare Masse 6 g/mol

3
 7 g/mol

Fast alle Elemente kommen in mehreren Isotopen vor. Bei den schweren Elementen ist die Zahl der Isotope besonders groß. Die verschiedenen Isotope eines Elementes lassen sich fast ausnahmslos nur durch sehr aufwendige physikalische Methoden voneinander trennen. Ein besonders bekannt gewordenes Isotop ist das Uranisotop mit der molaren Masse 235 g/mol (Uran-235 oder ^{235}U), das in der Atombombe verwendet wurde.

Durch welche Methoden lassen sich die Isotope eines Elements voneinander trennen?

- Durch chemische Methoden → 96
- Durch physikalische Methoden → 53
- Sie lassen sich nicht trennen → 87
- Ich weiß es nicht → 79

70 Sie haben geraten, denn die molare Masse der Atome einer Mischung von zwei Isotopen kann nicht größer sein als die molare Masse der Atome des schwereren Isotops.

Überlegen Sie bei 53 noch einmal.

71 Durch α -Strahlung nimmt die molare Masse um 4 g/mol und die Kernladungszahl um 2 ab.

Wir wollen uns das an einem Beispiel ansehen:

Das Uranisotop 238 hat die Kernladungszahl 92. Durch Aussendung von α -Strahlung wandelt sich das Uran in ein Element mit der Kernladungszahl 90 um. Dieses Element heißt Thorium.

Wie groß ist die molare Masse der aus den Uran-238-Atomen entstehenden Thoriumatome?

Notieren Sie die Zahl. → 83

72 Ihre Antwort ist nicht richtig.

Lesen Sie die Erklärung unter 106.

73 Ihre Antwort ist nicht richtig.

Lesen Sie die Erklärung unter 104.

74 In der Tabelle finden Sie

Bor und Aluminium

als Elemente mit 3 Elektronen in der äußersten Schale. In ihren Verbindungen sind sie immer dreiwertig.

Wir können entsprechend der Zahl der Elektronen in der äußersten Schale verschiedene Gruppen von Elementen zusammenstellen:

1. Gruppe: 1 Elektron in der äußersten Schale
2. Gruppe: 2 Elektronen in der äußersten Schale
3. Gruppe: 3 Elektronen in der äußersten Schale ... usw. bis
8. Gruppe: 8 Elektronen in der äußersten Schale

Vervollständigen Sie die folgende Tabelle, indem Sie weitere Elementsymbole in die Spalten schreiben, in die sie gehören.

1. Gruppe	2. Gruppe	3. Gruppe	4. Gruppe	5. Gruppe	6. Gruppe	7. Gruppe	8. Gruppe
H				N			
Li				P			
Na							
K							

→ 58

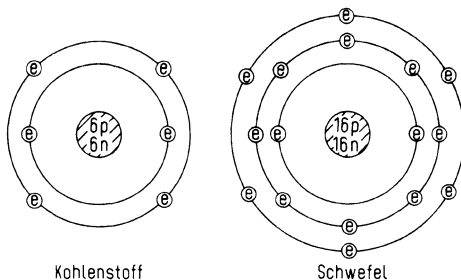
75

Ihre Antwort ist nicht richtig.

Lesen Sie die Erklärung unter 107.

76

Vergleichen Sie:



Auf diese Weise lässt sich für jedes Element der Atombau skizzieren. Zu beachten ist die Zahl der Protonen und Neutronen im Atomkern und die Anordnung der Elektronen in den Elektronenschalen.

Die Zahl der Elektronen in der äußersten Schale der Elektronenhülle ist verantwortlich für die chemischen Eigenschaften des betreffenden Atoms.

Wieviele Elektronen haben das Kohlenstoffatom und das Schwefelatom in der äußersten Schale?

- Kohlenstoff 4 und Schwefel 16 → [85]
- Kohlenstoff 6 und Schwefel 16 → [49]
- Kohlenstoff 4 und Schwefel 6 → [61]
- Kohlenstoff 6 und Schwefel 6 → [55]

[77] Ihre Antwort ist nicht richtig.

Lesen Sie die Erklärung unter [104].

[78] Ja, Chlor hat 7 Elektronen in der äußersten Schale.

Lesen Sie weiter bei [61].

[79] Die Isotope eines Elements unterscheiden sich voneinander nur durch den Gehalt an Neutronen im Atomkern. Die Elektronenhülle, die die chemischen Eigenschaften bewirkt, ist für alle Isotope eines Elements die gleiche. Deshalb kann man Isotope nur mit Methoden voneinander trennen. → [53]

[80] Ihre Antwort ist richtig. Aus der Mischung der beiden Chlorisotope 35 und 37 im Verhältnis 3:1 errechnet sich $M(\text{Cl}) = 35,5 \text{ g/mol}$.

In Tabelle 2 am Ende des 7. Programms sind für jedes Element die molaren Massen angegeben, die man für die natürlich vorkommende Isotopenmischung findet.

In der folgenden Tabelle sind für die ersten Elemente des Periodensystems die molaren Massen ihrer Isotope und dahinter in Klammern deren prozentualer Anteil am Gemisch zusammengestellt.

Kern- ladungs- zahl	Element Symbol	molare Masse des Isotopen- gemisches	molare Masse der Isotope (Anteil in %)
1	H	1,008 g/mol	1 g/mol (99,985); 2 g/mol (0,015)
3	Li	6,94 g/mol	7 g/mol (92,7); 6 g/mol (7,3)
4	Be	9,013 g/mol	9 g/mol (100)
5	B	10,82 g/mol	11 g/mol (81,2); 10 g/mol (18,8)
6	C	12,01 g/mol	12 g/mol (98,9); 13 g/mol (1,1)

Notieren Sie den folgenden Satz und ergänzen Sie die Lücken:

Atome mit gleicher Kernladungszahl, aber verschiedener molarer ,
nennen wir → 89

81 Ihre Antwort ist nicht richtig.

Lesen Sie die Erklärung unter 99.

82 Ihre Antwort ist nicht richtig.

Lesen Sie die Erklärung unter 107.

83 Die entstehenden Thoriumatome haben die molare Masse 234 g/mol.

Notieren Sie den folgenden Satz unter Ergänzung der Lücken:

Durch Abspaltung eines Heliumkerns (α -Strahlung) verwandelt sich Uran in
..... Die molare Masse wird dabei um und die Kernla-
dungszahl um kleiner. → 92

84 Ja, die molare Masse nimmt um 4 g/mol ab, denn der Kern eines Heli-
umatoms besteht aus 2 Protonen und 2 Neutronen.

Überlegen Sie nun, um wieviel sich die Kernladungszahl beim gleichen Vorgang
ändert?

Die Kernladungszahl des zurückbleibenden Atomkerns ist

- um 2 kleiner als vorher → 60
 - um 2 größer als vorher → 97
 - unverändert → 72
-

85 Kohlenstoff hat 4, aber Schwefel 6 Elektronen in der äußersten Schale. Die äußerste Schale ist die vom Atomkern am weitesten entfernte.

Zeichnen Sie den Atomaufbau eines Chloratoms. Die notwendigen Zahlen können Sie der Tabelle 1 am Ende dieses Programms entnehmen. → **66**

86 Ihre Antwort ist nicht richtig.

Lesen Sie die Erklärung unter **107**.

87 Doch, Isotope lassen sich trennen. → **79**

88 Sie haben nicht die richtige Antwort gefunden.

Eine ausführliche Erklärung finden Sie bei **67**.

89 Atome mit gleicher Kernladungszahl, aber verschiedener molarer Masse, nennen wir *Isotope*.

Isotope mit gleicher Kernladungszahl haben den gleichen Aufbau der Elektronenhülle und haben deshalb gleiche chemische Eigenschaften. Sie können nur mit Hilfe aufwendiger (physikalischer/chemischer) Methoden voneinander getrennt werden.

Notieren Sie das fehlende Wort. → **98**

90 Die entstehenden Thoriumatome haben die molare Masse 227 g/mol. Durch Umwandlung eines Neutrons in ein Proton verwandelt sich Actinium unter Aussendung von β -Strahlung in Die molare Masse bleibt dabei und die Kernladungszahl nimmt um zu. → **59**

91 Ja, die Kernladungszahl wird bei der Aussendung von β -Strahlung um 1 größer. Im Atomkern entsteht aus einem Neutron ein Proton. Damit nimmt die Zahl der Protonen im Atomkern und also auch die Kernladungszahl um 1 zu.

Wir wollen zusammenfassen:

Bei der Aussendung von β -Strahlung nimmt die um 1 zu, die bleibt unverändert.

Notieren Sie den Satz unter Ergänzung der fehlenden Wörter. → **100**

92 Durch Abspaltung eines Heliumkerns (α -Strahlung) verwandelt sich Uran in *Thorium*. Die molare Masse wird dabei um 4 g/mol und die Kernladungszahl um 2 kleiner.

Jetzt zum radioaktiven Zerfall unter Aussendung von β -Strahlung:

Ein Neutron verwandelt sich dabei im Atomkern in ein Proton. Gleichzeitig bildet sich eine negative Elementarladung, die als Elektron mit hoher Geschwindigkeit aus dem Kern herausgeschleudert wird (β -Strahlung). Außerdem freiwerdende Energie tritt in Form von γ -Strahlung auf.

Überlegen Sie, wie sich die molare Masse ändert, wenn sich im Atomkern eines Elements ein Neutron in ein Proton umwandelt und dabei β - und γ -Strahlung auftritt?

Die molare Masse wird

- um 1 g/mol kleiner → **75**
- um 2 g/mol kleiner → **86**
- um 3 g/mol kleiner → **82**
- ändert sich nicht → **102**

93 Nach *fünf* Tagen sind noch 80 000 Atome mit den Eigenschaften des ursprünglichen Elementes vorhanden. Die anderen 80 000 Atome haben sich in dieser Zeit in Atome eines anderen Elements umgewandelt.

Von den 80 000 ursprünglichen Atomen sind nach weiteren 5 Tagen noch 40 000, also wiederum die Hälfte, unverändert. Nach weiteren fünf Tagen noch 20 000 usw.

Wieviele Atome sind nach weiteren 25 Tagen noch unverändert?

Führen Sie die Rechnung selbst durch, und vergleichen Sie Ihr Ergebnis bei **105**

94

β -Strahlung,	Elektronen
γ -Strahlung,	Röntgenstrahlen
α -Strahlung,	Heliumkerne

Alle Vorgänge des radioaktiven Zerfalls spielen sich im Atomkern nach bestimmten Gesetzmäßigkeiten ab.

Beim radioaktiven Zerfall unter Auftreten von α -Strahlung wird aus dem Atomkern eines Elements der Kern eines Heliumatoms herausgeschleudert. Gleichzeitig entsteht noch γ -Strahlung.

Überlegen Sie, um wieviel sich die molare Masse ändert, wenn aus dem Kern eines Atoms der Kern eines Heliumatoms herausgeschleudert wird.

Die molare Masse wird

- um 2 g/mol kleiner → [65]
- um 3 g/mol kleiner → [77]
- um 4 g/mol kleiner → [84]
- um 6 g/mol kleiner → [73]

[95] Sie haben nicht die richtige Antwort gefunden.

Eine ausführliche Erklärung finden Sie bei [67].

[96] Die Isotope eines Elements unterscheiden sich voneinander nur durch den Gehalt an Neutronen im Atomkern. Die Elektronenhülle, die die chemischen Eigenschaften bewirkt, ist für alle Isotope eines Elements die gleiche. Deshalb kann man Isotope nur mit Methoden voneinander trennen. → [53]

[97] Ihre Antwort ist nicht richtig.

Lesen Sie die Erklärung unter [106].

[98] Isotope können nur mit Hilfe aufwendiger *physikalischer* Methoden getrennt werden.

Zum Schluß wollen wir den natürlichen *radioaktiven Zerfall* besprechen.

Die meisten Elemente sind stabil. Einzelne Elemente oder auch nur einzelne Isotope bestimmter Elemente verwandeln sich von selbst in andere Elemente oder Isotope unter Aussendung von Strahlung. Man sagt, diese Elemente sind radioaktiv (lat. radius = Strahl).

Die von selbst ablaufende Umwandlung bestimmter Isotope in Isotope anderer Elemente nennen wir Zerfall. Bei dieser Umwandlung kommt es zur Aussendung von

Notieren Sie die fehlenden Wörter. → [109]

[99]

Die Kernladungszahl eines jeden Elements ist identisch mit der Zahl der Protonen im Atomkern. Die Zahl der Neutronen ist auf die Kernladungszahl ohne Einfluß (denken Sie an die Isotope des Wasserstoffs).

Wandelt sich nun ein Neutron unter β -Strahlung in ein Proton um, so erhöht sich die Zahl der Protonen in dem betreffenden Atomkern um 1, während die Zahl der Neutronen um 1 abnimmt.

Die Kernladungszahl wird bei Aussendung von β -Strahlung um 1

Notieren Sie den vollständigen Satz. → [91]

[100]

Bei der Aussendung von β -Strahlung nimmt die *Kernladungszahl* um 1 zu, die *molare Masse* bleibt unverändert.

Wir wollen uns das an einem Beispiel ansehen:

Das Actiniumisotop 227 hat die Kernladungszahl 89. Durch Aussendung von β -Strahlung wandelt es sich in ein Element mit der Kernladungszahl 90 um. Dieses Element ist Thorium.

Welche molare Masse haben die aus dem Actiniumisotop 227 entstehenden Thoriumatome?

Notieren Sie die Zahl. → [90]

[101]

Die molare Masse der Deuteriumatome beträgt 2 g/mol.
M(D)=2 g/mol.

Das Symbol für Deuterium ist D.

Es gibt sogar noch „schwereren“ Wasserstoff. Er wird Tritium genannt, Symbol T. Die Atome des Tritiums bestehen aus 1 Proton und 2 Neutronen im Atomkern und einem Elektron in der Elektronenhülle.

Wie groß ist die molare Masse der Tritiumatome? → [48]

102 Richtig. Die molare Masse ändert sich *nicht*, denn aus dem Atomkern tritt bei der Umwandlung eines Neutrons in ein Proton nur ein Elektron aus. Das Elektron trägt aber so gut wie nichts zur molaren Masse bei.

Überlegen Sie nun, um wieviel sich die Kernladungszahl bei der Aussendung von β -Strahlung ändert?

Die Kernladungszahl wird bei Aussendung von β -Strahlung

- um 1 kleiner → **56**
- um 1 größer → **91**
- sie bleibt unverändert → **81**

103 Sie haben nicht die richtige Antwort gefunden.

Eine ausführliche Erklärung finden Sie bei **67**.

104 Der Atomkern des Heliumatoms besteht aus 2 Protonen und 2 Neutronen. Wenn ein solcher Kern aus dem Kern eines schwereren Atoms austritt, so nimmt die molare Masse dieses Atomkerns um ab.

Notieren Sie die fehlende Zahl. → **84**

105 Nach weiteren 25 Tagen sind von den 20000 Atomen noch 625 Atome unverändert.

Falls Sie eine andere Zahl hatten, so schlagen Sie **7** auf. Dort ist die Rechnung ausführlich beschrieben.

Der freiwillige Zerfall eines radioaktiven Elements hält solange an, bis sich ein stabiles, nicht mehr radioaktives Element gebildet hat. Ein solches stabiles Element ist Blei.

Drei wichtige radioaktive Elemente sind die Uranisotope 235 und 238 und das Thoriumisotop 232. Alle drei zerfallen über verschiedene wiederum radioaktive Elemente in Blei.

Ende des 1. Programms

106 Der Kern des Heliumatoms besteht aus 2 Protonen und 2 Neutronen. Protonen, das wissen wir schon, sind positiv geladen. Die Zahl der Protonen im Atomkern ergibt die Kernladungszahl.

Wenn der Kern eines Heliumatoms (ein α -Teilchen) aus dem Kern eines schweren Atoms austritt, so wird die Zahl der Protonen und damit die Kernladungszahl kleiner.

Die Kernladungszahl wird durch Abstrahlung eines α -Teilchens um kleiner. $\rightarrow$ [60]

107 Die molare Masse eines Atomkerns ergibt sich aus der Summe von Protonen und Neutronen.

Wenn sich im Atomkern eines Elements ein Neutron in ein Proton umwandelt, und dabei ein Elektron als β -Strahlung abgegeben wird, so ändert sich die Summe von Protonen und Neutronen nicht.

Die molare Masse des Atomkerns ändert sich bei β -Strahlung also $\rightarrow$ [102]

108 Sie haben nicht die richtige Antwort gefunden.

Eine ausführliche Erklärung finden Sie bei [67]

109 *Radioaktiven Zerfall
Strahlung*

Beim radioaktiven Zerfall können drei Arten von Strahlung auftreten:

1. α -Strahlung: Aus dem Atomkern wird der Kern eines Heliumatoms herausgeschleudert.
2. β -Strahlung: Im Atomkern wandelt sich ein Neutron in ein Proton um. Ein hierbei entstehendes Elektron wird herausgeschleudert.
3. γ -Strahlung: Die beim radioaktiven Zerfall freiwerdende Energie wird in Form von Röntgenstrahlung abgegeben.

α , β und γ sind griechische Buchstaben. Sie werden gesprochen:

α = alfa
 β = beta
 γ = gamma

Wie nennt man die Strahlung,

bei der ein Elektron aus dem Atomkern herausgeschleudert wird,

die als Röntgenstrahlung auftritt,

bei der ein Heliumkern aus dem Atomkern herausgeschleudert wird ?

Notieren Sie die fehlenden Wörter. → 94

Tabelle 1. Der Aufbau der Atome.

Kernla- dungs- zahl	Element	Zahl der Elektronen in der Elektronenhülle				Atomkern		molare Masse
		1. Schale	2. Schale	3. Schale	4. Schale	Proto- nenzahl	Neutro- nenzahl	
1	Wasserstoff	H	1			1	—	1 g/mol
2	Helium	He	2			2	2	4 g/mol
3	Lithium	Li	2	1		3	4	7 g/mol
4	Beryllium	Be	2	2		4	5	9 g/mol
5	Bor	B	2	3		5	6	11 g/mol
6	Kohlenstoff	C	2	4		6	6	12 g/mol
7	Stickstoff	N	2	5		7	7	14 g/mol
8	Sauerstoff	O	2	6		8	8	16 g/mol
9	Fluor	F	2	7		9	10	19 g/mol
10	Neon	Ne	2	8		10	10	20 g/mol
11	Natrium	Na	2	8	1	11	12	23 g/mol
12	Magnesium	Mg	2	8	2	12	12	24 g/mol
13	Aluminium	Al	2	8	3	13	14	27 g/mol
14	Silicium	Si	2	8	4	14	14	28 g/mol
15	Phosphor	P	2	8	5	15	16	31 g/mol
16	Schwefel	S	2	8	6	16	16	32 g/mol
17	Chlor	Cl	2	8	7	17	18	35 g/mol
18	Argon	Ar	2	8	8	18	22	40 g/mol
19	Kalium	K	2	8	8	1	20	39 g/mol
20	Calcium	Ca	2	8	8	2	20	40 g/mol

