

1.4. Aufgaben zum Atombau

Aufgabe 1: Elementarteilchen

- Nenne die drei klassischen Elementarteilchen und vergleiche ihre Massen und Ladungen.
- Wie kann man Elektronen nachweisen?
- Welche Rolle spielen Elektronenstrahlen im täglichen Leben?
- Warum sind Neutronenstrahlen viel gefährlicher als Elektronen- oder Protonenstrahlen?
- Warum bewegen sich Protonen und Neutronen in der Regel viel langsamer als Elektronen?

Aufgabe 2: Unit und Mol

- Welche Masse haben 7 Mol Protonen?
- Wie viele Neutronen haben die Masse 10 g?
- Wie viele Elektronen haben die Masse 10 g?

Aufgabe 3: Radioaktive Strahlung

- Nenne und charakterisiere die drei Arten radioaktiver Strahlung.
- Wie lassen sich die Strahlungsarten unterscheiden?
- Warum sind γ -Strahlen viel gefährlicher als α - und β -Strahlen?

Aufgabe 4: Streuversuch und Atommodell von Rutherford

- Aluminium hat die Ordnungszahl 13 und die Massenzahl 27. Welche drei Aussagen lassen sich daraus über das Element machen?
- Welche Masse haben 10 Kohlenstoffatome (${}_{6}\text{C}$) ?
- Welche Masse haben 5 mol Neonatome (${}_{10}\text{Ne}$)?
- Welche Masse haben 10 000 α -Teilchen?
- Wie viele Atome sind durchschnittlich in 10 g Kupfer (${}_{29}\text{Cu}$) enthalten?
- Wie viele Neutronen enthält ein durchschnittliches Kupferatom (${}_{29}\text{Cu}$) ?
- Wie viel Protonen enthält ein Goldatom (${}_{79}\text{Au}$) ?
- Wie viele Elektronen sind durchschnittlich in 1 kg Eisen (${}_{26}\text{Fe}$) enthalten?
- Wie viel Neutronen enthalten 20 g Mangan (${}_{25}\text{Mn}$) im Durchschnitt ?

Aufgabe 5: Isotope

Berechne die durchschnittliche Masse eines Atomes der folgenden Elemente:

- Neon: 90,92 % ${}^{20}\text{Ne}$ + 0,26 % ${}^{21}\text{Ne}$ + 8,82 % ${}^{22}\text{Ne}$
- Lithium: 7,42 % ${}^6\text{Li}$ + 92,58 % ${}^7\text{Li}$
- Chlor: 75 % ${}^{35}\text{Cl}$ + 25 % ${}^{37}\text{Cl}$
- Blei: 1,4 % ${}^{204}\text{Pb}$ + 24,1 % ${}^{206}\text{Pb}$ + 22,1 % ${}^{207}\text{Pb}$ + 52,4 % ${}^{208}\text{Pb}$

Aufgabe 6: Zerfallsreihen und Halbwertszeit

In einem Raum befinden sich 100 radioaktive Radon-222-Atome mit einer Halbwertszeit von 3,8 Tagen. Nach wie vielen Tagen sind alle Atome zerfallen? Trage die Zahl n der noch vorhandenen Atome über die Zahl t der vergangenen Tage in ein Diagramm ein.

Aufgabe 7: Kernkraftwerke

- Beschreibe die Funktion eines Kohlekraftwerkes.
- Worin unterscheidet sich ein Kernkraftwerk von einem Kohlekraftwerk?
- Die radioaktive Strahlung der Brennelemente lässt sich im Kernkraftwerk durch dicke Mauern relativ leicht abschirmen. Warum ist die Strahlenbelastung in der Umgebung von Kernkraftwerken trotzdem erhöht?

Aufgabe 8: Spektrale Zerlegung und Wellenmodell des Lichtes

- Beschreibe den Zusammenhang zwischen Farbe, Wellenlänge und Energiegehalt des sichtbaren Lichtes.
- Nenne 5 Arten elektromagnetischer Strahlung und ordne sie nach Wellenlänge bzw. Energiegehalt.
- Beschreibe die Wirkung von drei Arten elektromagnetischer Strahlung auf den menschlichen Körper.

Aufgabe 9: Linienspektren und Bohrsches Atommodell

Beschreibe den Aufbau zur Erzeugung des Linienspektrums von Natrium.

Aufgabe 10: Linienspektren und Bohrsches Atommodell

Die intensivste Linie des Spektrums von Natrium hat eine Wellenlänge von $\lambda = 589 \cdot 10^{-9}$ m. Welche der folgenden Aussagen lassen sich daraus über die Struktur der Elektronenhülle des Natriums gewinnen?

- Die innerste Elektronenschale ist $589 \cdot 10^{-9}$ m von Kern entfernt.
- Es gibt eine Elektronenschale im Na-Atom, die $589 \cdot 10^{-9}$ m vom Kern entfernt ist.
- Die beiden innersten Elektronenschalen im Na-Atom haben einen Abstand von $589 \cdot 10^{-9}$ m.
- Es gibt zwei Elektronenschalen im Na-Atom, die einen Abstand von $589 \cdot 10^{-9}$ m haben.
- Es gibt zwei Energiestufen für die Elektronen im Na-Atom, deren Energiedifferenz dem Energiegehalt von Licht mit der Wellenlänge $589 \cdot 10^{-9}$ m entsprechen.

Aufgabe 11: Linienspektren und Bohrsches Atommodell

Zeichne jeweils ein Schalenmodell mit drei möglichen Übergängen. Ordne die Übergänge den drei Farben zu.

- a) ${}_1\text{H}$: Blau, Grün, Gelb b) ${}_3\text{Li}$: Orange, Orange-Rot, Rot. c) ${}_{11}\text{Na}$: Gelb, Orange, Rot

Aufgabe 12: Ionisierungsenergien

- Was ist die Ionisierungsenergie?
- Was versteht man unter der 1., 2., 3., usw. Ionisierungsenergien?

Aufgabe 13: Ionisierungsenergien

Zeichne jeweils ein Schalenmodell der beiden Atome und entscheide, welches von ihnen die höhere Ionisierungsenergie hat. Begründe Deine Entscheidung mit Hilfe der folgenden Regeln: Die elektrische Anziehung zweier Teilchen nimmt mit wachsender Ladung der Teilchen zu und mit wachsendem Abstand der Teilchen ab.

- a) ${}_3\text{Li}$ und ${}_4\text{Be}$ b) ${}_3\text{Li}$ und ${}_{11}\text{Na}$ c) ${}_3\text{Li}$ und ${}_9\text{F}$ d) ${}_{10}\text{Ne}$ und ${}_{11}\text{Na}$

Aufgabe 14: Verlauf der Ionisierungsenergien und Grenzen des Bohrschen Modells

- Zeichne ein Schalenmodell des Argonatoms und des Kaliumatoms nach der $2n^2$ -Regel.
- Welches Atom müsste nach dieser Darstellung die höhere Ionisierungsenergie besitzen?
- Wie müsste das Kaliumatom aussehen, wenn man den tatsächlichen Verlauf der Ionisierungsenergie von Argon nach Kalium berücksichtigt?
- Für welche Elemente gilt das Bohrsche Schalenmodell nicht mehr?

Aufgabe 15: Orbitalmodell

Zeichne jeweils ein Kästchenschema und bezeichne alle besetzten Orbitale:

- Stickstoff ${}_7\text{N}$ und Phosphor ${}_{15}\text{P}$
- Natrium ${}_{11}\text{Na}$, Kalium ${}_{19}\text{K}$ und Rubidium ${}_{37}\text{Rb}$

Aufgabe 16: Orbitalmodell

Begründe mit Hilfe des Kästchenschemas, wie viele Elektronen **mindestens** aufgenommen oder abgegeben werden müssen, um eine stabile Anordnung mit **vollbesetzten Unterniveaus** zu erhalten. Gib außerdem die Ladung des dabei entstehenden Ions an.

- | | | | |
|--|--|---|---|
| a) ${}_3\text{Li}$, ${}_{11}\text{Na}$ und ${}_{19}\text{K}$ | c) ${}_5\text{B}$ und ${}_{13}\text{Al}$ | e) ${}_7\text{N}$ und ${}_{15}\text{P}$ | g) ${}_{21}\text{Sc}$, ${}_{24}\text{Cr}$ und ${}_{25}\text{Mn}$ |
| b) ${}_4\text{Be}$, ${}_{12}\text{Mg}$ und ${}_{20}\text{Ca}$ | d) ${}_6\text{C}$ und ${}_{14}\text{Si}$ | f) ${}_8\text{O}$ und ${}_{16}\text{S}$ | |

Aufgabe 17: Edelgasregel

Die Edelgase mit voll besetzten s- und p-Unterniveaus sind besonders stabil und haben in ihrer Periode jeweils die höchsten Ionisierungsenergien. Die übrigen Atome suchen durch Abgabe oder Aufnahme von Elektronen die Konfiguration des nächstgelegenen Edelgases zu erreichen. Ist die Zahl der aufzunehmenden oder abzugebenden Elektronen zu groß, so begnügen sie sich mit halb- oder voll besetzten s- oder p- oder d-Unterniveaus, um eine möglichst **gleichmäßige** und **stabile** Verteilung der Elektronen zu erreichen. Erkläre mit Hilfe eines Kästchenschemas, warum

- Zinn ${}_{50}\text{Sn}$ die Ionen Sn^{2+} und Sn^{4+} , aber weder Sn^+ noch Sn^{3+} bildet.
- Antimon ${}_{51}\text{Sb}$ die Ionen Sb^{3+} und Sb^{5+} , aber weder Sb^{2+} noch Sb^{4+} bildet.
- Zink ${}_{30}\text{Zn}$ ausschließlich das Ion Zn^{2+} bildet.
- Silber ${}_{47}\text{Ag}$ ausschließlich das Ion Ag^+ bildet.
- Eisen ${}_{26}\text{Fe}$ sowohl das stabile Fe^{3+} -Ion als auch das für die Atmung wichtige aber weniger stabile Fe^{2+} -Ion bildet.

1.4. Lösungen zu den Aufgaben zum Atombau

Aufgabe 1: Elementarteilchen

- a) siehe Skript.
- b) siehe Skript
- c) siehe Skript
- d) Sie haben keine Ladung und können Materie fast ungehindert durchdringen, da sie durch die anderen geladenen Elementarteilchen in der Materie nur bei direktem Aufprall abgelenkt werden
- e) Sie haben eine viel größere Masse.

Aufgabe 2: Unit und Mol

- a) 7 u
- b) 10 mol
- c) 20 000 mol

Aufgabe 3: Radioaktive Strahlung

- a) siehe Skript.
- b) siehe Skript
- c) Sie lassen sich durch elektrische Ladungen nicht ablenken und durchdringen Materie nahezu ungehindert (vgl. Aufgabe 2 d))

Aufgabe 4: Streuversuch und Atommodell von Rutherford

- a) Ein Al-Atom besteht aus 13 Elektronen, 13 Protonen und $27 - 13 = 14$ Neutronen. Ein Al-Atom hat eine Masse von 27 u. Ein Mol Al-Atom haben eine Masse von 27 g.
- b) 10 C-Atome haben eine Masse von 120 u.
- c) 5 mol Ne-Atome haben eine Masse von 100 g.
- d) 10 000 α -Teilchen haben eine Masse von 40 000 u.
- e) 10 g Kupfer enthalten durchschnittlich 0,157 mol Cu-Atome
- f) Ein Kupferatom besitzt durchschnittlich $63,5 - 29 = 34,5$ Neutronen
- g) Ein Goldatom besitzt 79 Protonen.
- h) 1 kg Eisen enthalten durchschnittlich 17,9 mol Atome mit 465,9 mol Elektronen
- i) 20 g Mangan enthalten durchschnittlich 0,67 mol Neutronen

Aufgabe 5: Isotope

siehe PSE

Aufgabe 6: Zerfallsreihen und Halbwertszeit

Nach 26 Tagen sind alle Atome zerfallen.

Aufgabe 7: Kernkraftwerke

- a) Wasser wird durch Kohlefeuer verdampft, dehnt sich dabei aus und treibt Turbinen an, welche ihrerseits einen Elektrogenerator in Bewegung setzen, welcher Strom erzeugt.
- b) Anstelle der Kohlefeuers tritt ein Kernreaktor als Wärmequelle.
- c) Das Wasser muss in engen Kontakt mit den Brennstäben kommen, um die Wärme aufnehmen zu können. Leider nimmt es dann auch Strahlung auf und gibt diese an den Sekundärkreislauf bzw. in stark verminderter Form an die Luft weiter.

Aufgabe 8: Spektrale Zerlegung und Wellenmodell des Lichtes

- a) siehe Skript
- b) siehe Skript.
- c) Röntgenstrahlung schädigt Zellen und insbesondere Zellkerne tief im Gewebe und erzeugt Krebs. UV-Strahlung schädigt Zellen nur an der Oberfläche und erzeugt Sonnenbrand und schließlich Hautkrebs. IR-Strahlung erhöht nur die Teilchenbewegung und erzeugt Wärme.

Aufgabe 9: Linienspektren und Bohrsches Atommodell

siehe Skript

Aufgabe 10: Linienspektren und Bohrsches Atommodell

nur e) ist richtig

Aufgabe 11: Linienspektren und Bohrsches Atommodell

mögliche Übergänge:

- a) ${}^1_1\text{H}$: Blau: $K \rightarrow M$, Grün: $K \rightarrow L$, Gelb: $L \rightarrow M$

- b) ${}_3\text{Li}$: Orange L \rightarrow N, Orange-Rot: L \rightarrow M, Rot: M \rightarrow N
 c) ${}_{11}\text{Na}$: Gelb: M \rightarrow O, Orange: N \rightarrow O, Rot: M \rightarrow N

Aufgabe 12: Ionisierungsenergien

- a) siehe Skript
 b) Die Energie, die man benötigt, um das 1., 2., 3., usw. Elektron aus der Hülle heraus zu schlagen.

Aufgabe 13: Ionisierungsenergien

Die inneren Elektronen schirmen einen ihrer Ladung entsprechenden Teil der Kernladung ab. Auf die Außenelektronen wirkt nur noch die **effektive Kernladung** = Protonenzahl – Zahl der inneren Elektronen

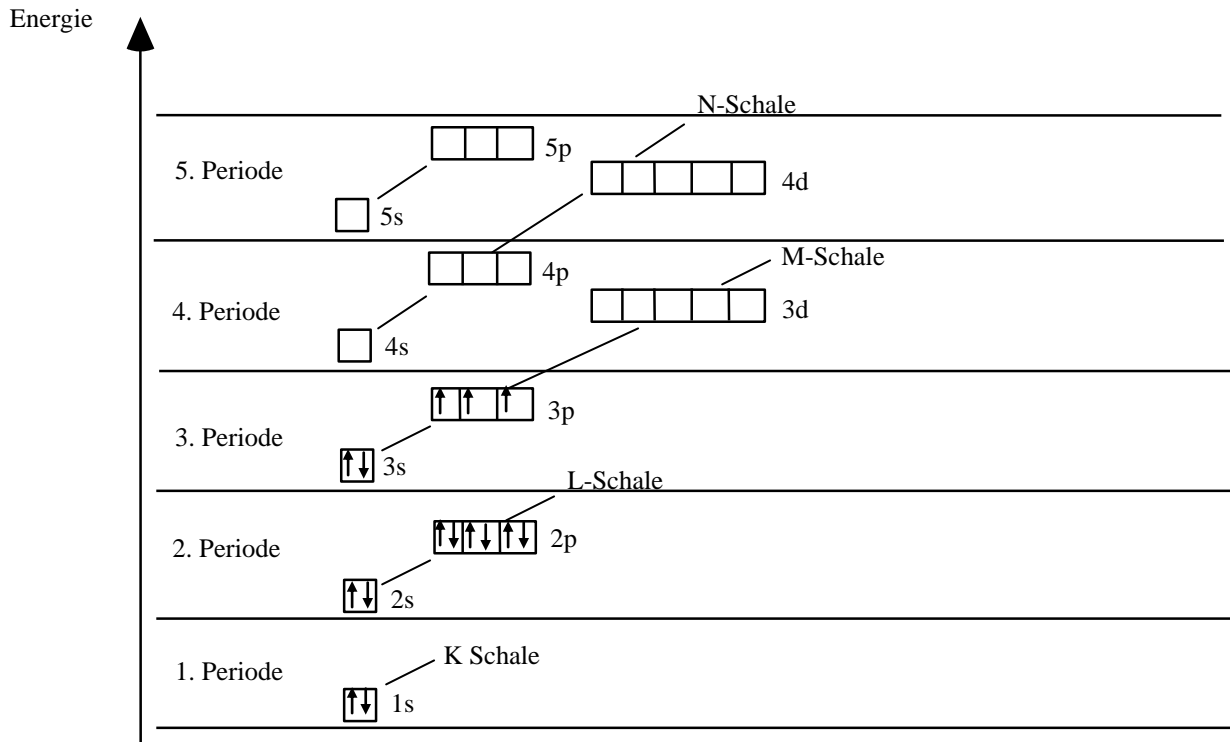
- a) ${}_3\text{Li} < {}_4\text{Be}$ wegen höherer effektiver Kernladung + 2 bei gleichem Kernabstand bei Be
 b) ${}_3\text{Li} > {}_{11}\text{Na}$ wegen größerem Abstand bei gleicher effektiver Kernladung + 1 bei Na
 c) ${}_3\text{Li} < {}_9\text{F}$ wegen höherer effektiver Kernladung + 7 bei gleichem Kernabstand bei F
 d) ${}_{10}\text{Ne} > {}_{11}\text{Na}$ wegen größerem Abstand bei und höherer effektiver Kernladung + 8 bei Ne

Aufgabe 14: Verlauf der Ionisierungsenergien und Grenzen des Bohrschen Modells

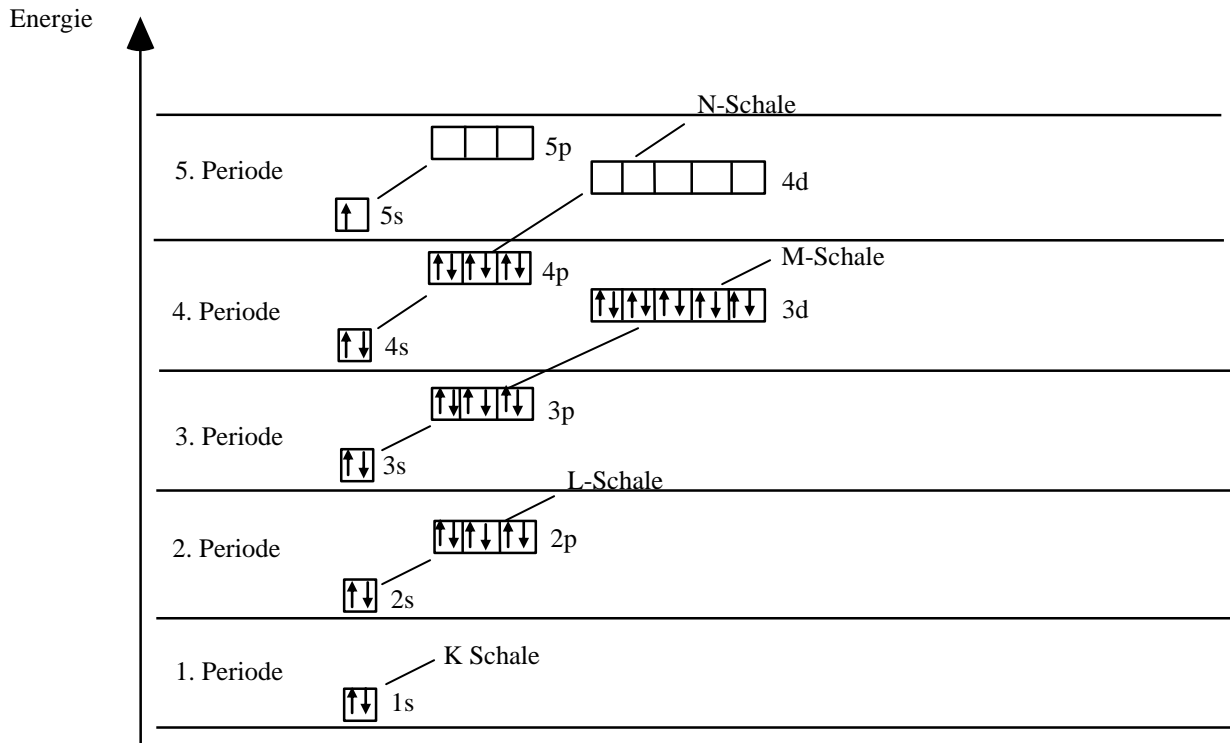
Das Kaliumatom ${}_{19}\text{K}$ hat eine viel kleiner Ionisierungsenergie als Argon ${}_{18}\text{Ar}$, was darauf schließen lässt, dass sich die effektive Kernladung vermindert und der Kernabstand vergrößert hat. Das 19. Elektron muss also schon auf der N-Schale ($n = 4$) liegen, obwohl die M-Schale ($n = 3$) mit 8 Elektronen noch lange nicht voll besetzt ist. Nach Bohr kann sie nämlich $2n^2 = 18$ Elektronen aufnehmen. Das Bohr-Modell gilt also nur für die ersten 18 Elemente

Aufgabe 15: Orbitalmodell

Beispiel Phosphor ${}_{15}\text{P}$:



Beispiel Rubidium $_{37}\text{Rb}$:



Aufgabe 16: Orbitalmodell

- a) $_{3}\text{Li}^+$, $_{11}\text{Na}^+$ und $_{19}\text{K}^+$ c) $_{5}\text{B}^{3+}$ und $_{13}\text{Al}^{3+}$ e) $_{7}\text{N}^{3-}$ und $_{15}\text{P}^{3-}$ g) $_{21}\text{Sc}^+$, $_{24}\text{Cr}^{4+}$ und $_{25}\text{Mn}^{5+}$
 b) $_{4}\text{Be}^{2+}$, $_{12}\text{Mg}^{2+}$ und $_{20}\text{Ca}^{2+}$ d) $_{6}\text{C}^{\pm 4}$ und $_{14}\text{Si}^{\pm 4}$ f) $_{8}\text{O}^{2-}$ und $_{16}\text{S}^{2-}$

Aufgabe 17: Edelgasregel

- a) Sn^{2+} : 5s Unterniveau voll besetzt, Sn^{4+} : 4 Hauptniveau voll besetzt
 b) Sb^{3+} : 5s Unterniveau voll besetzt, Sb^{5+} : 4 Hauptniveau voll besetzt
 c) Zn^{2+} : 3d-Unterniveau voll besetzt
 d) Ag^+ : 4d-Unterniveau voll besetzt
 e) Fe^{3+} : 3d-Unterniveau halb besetzt, 4s leer, Fe^{2+} : 3d halb besetzt und 4s halb besetzt