

Lernaufgabe: Periodensystem – Erklärung von Tendenzen in der Reaktionsfähigkeit der Alkali-, Erdalkalimetalle und der Halogene

Hilfreiche Angaben:

1. **Unterrichtsfach:** Chemie
2. **Schultyp:** Maturitätsschulen
3. **Jahrgangsstufe, Kurs:** Grundlagenfach
4. **Bearbeitungsdauer:** 15 Minuten Bearbeitung, 10 Minuten Besprechung
5. **Autor:** Dr. Johannes Bösch, Ruedi Hartmann
6. **Fassung vom:** Februar 1999

Lerntätigkeiten und Leistung der Schülerinnen und Schüler in früheren Stunden

Allgemeine Vorkenntnisse

In Übereinstimmung mit den üblichen Chemielehrmitteln im deutschsprachigen Raum lernen die Schülerinnen und Schüler in den ersten Stunden wichtige Eigenschaften von Reinstoffen kennen, die sie mit dem Kugelteilchenmodell erklären können. Später werden die kleinsten Teilchen differenziert in Atome, Moleküle, Verbände. Damit können die Stoffe eingeteilt werden in flüchtige, salzartige und metallartige Stoffe. Die Eigenschaften von salzartigen Stoffen, wie z.B. die Leitfähigkeit im flüssigen Zustand wird durch die Annahme von geladenen Teilchen, den sogenannten Ionen, gedeutet.

Aus den periodischen Änderungen der Eigenschaften der Elementarstoffe wird das Periodensystem phänomenologisch abgeleitet: Elementarstoffe mit ähnlichen Eigenschaften werden als Gruppe bezeichnet. Die Gruppen von Elementarstoffen mit sehr ausgeprägten gemeinsamen Eigenschaften nennt man Hauptgruppen. Aus der Hauptgruppennummer lässt sich die Wertigkeit der Elementarstoffe und daraus die Formeln der wichtigsten Verbindungen ableiten.

Ein tieferes Verständnis der Begriffe „Ladung“, „Reaktionsfähigkeit“, „Wertigkeit“ ist aber erst möglich mit der Bereitstellung differenzierter Atommodelle. Mit dem Kern-Hülle-Modell lassen sich die Radioaktivität und die Bildung neuer Elementarstoffe erklären. Mit dem Schalenmodell steht ein Hilfsmittel zur Verfügung, das den Aufbau des Periodensystems erklärt, sowie die Unterschiede in der Reaktionsfähigkeit der Elementarstoffe und die Bildung von Ionen.

Spezielle Vorkenntnisse

- a) Beim Erarbeiten des Kernhülle-Modells muss das Coulombgesetz eingeführt werden.
- b) Beim Schalenmodell muss erklärt werden, dass für das Fassungsvermögen der einzelnen Schalen die Formel $2n^2$ gilt, wobei n die Schalennummer bedeutet. Gleichzeitig kann eingeführt werden, dass energetisch günstige Hauptschalen maximal 8 Elektronen, dass energetisch ungünstige Unterschalen maximal 10 Elektronen und dass die sehr ungünstigen Nebenschalen maximal 14 Elektronen aufnehmen können. Dies führt zu folgender Elektronenverteilung pro Schale:
- | | | |
|-----------------------|---------------------------|-----------------|
| 1. Schale (K-Schale): | $2 e^-$ | total: $2 e^-$ |
| 2. Schale (L-Schale): | $8 e^-$ | total: $8 e^-$ |
| 3. Schale (M-Schale): | $8 e^- + 10 e^-$ | total: $18 e^-$ |
| 4. Schale (N-Schale): | $8 e^- + 10 e^- + 14 e^-$ | total: $32 e^-$ |
- usw
- c) In welcher Reihenfolge die Schalen besetzt werden, kann aus dem Periodensystem herausgelesen werden.
- d) Elementarstoffe mit der gleichen Schalenzahl gehören in die gleiche **Periode**.
- e) Für die Reaktionsfähigkeit sind die Elektronen auf der äussersten Schale verantwortlich. Diese Elektronen heissen **Valenzelektronen**.
- f) Elementarstoffe mit Valenzelektronen auf den energetisch günstigen 8 Plätzen heissen **Hauptgruppenelemente**. Es gibt deshalb 8 Hauptgruppen.
- g) Elementarstoffe mit Valenzelektronen auf den energetisch ungünstigen 10 Plätzen heissen **Nebengruppenelemente**.
- h) Elementarstoffe mit Valenzelektronen auf den energetisch sehr ungünstigen 14 Plätzen heissen **Lanthanoide/Actinoide**.
- i) Im Grundlagenfach Chemie werden nur die Hauptgruppen-Elementarstoffe weiter beachtet. Diese Elementarstoffe haben das Bestreben, 8 Elektronen auf der äusersten Schale zu besitzen: **Oktettregel**.
- j) Im propädeutischen Teil sind die Eigenschaften der Elementarstoffe in den folgenden Hauptgruppen behandelt worden: Alkalimetalle, Erdalkalimetalle, Halogene.

Zur Lernaufgabe

Das Neue

Die Schülerinnen und Schüler sollen mit Hilfe der Elektronenstruktur und der Oktettregel angeben können, wie Halogenatome mit Metallatomen eine Achterschale erreichen können. Da sie die Begriffe „Ionen“ und „Ionenladung“ kennen, sollten sie fähig sein, die Formeln einfacher Salze anzugeben. Zudem sollten sie eine Erklärung für das ihnen bereits bekannte Verhalten der Zu- bzw. Abnahme der Reaktionsfähigkeit innerhalb einer Hauptgruppe geben können.

Ziel

Es soll ersichtlich werden, wie man aus bekannten Modellen Neues herleitet.

Ablauf

Einführung ins Thema	5 Minuten
Selbständiges Arbeiten	15 Minuten
Gemeinsame Besprechung	10 Minuten

Die Lernaufgabe

Vor der Lernaufgabe kann die Elektronenstruktur eines Atom aus einer Hauptgruppe repetiert werden. Mündlich wird die Dauer der Einzel- oder Partnerarbeit bekanntgegeben: 15 Minuten.

Lernaufgabe

Das Periodensystem dient zur Erklärung der Reaktionsfähigkeit der Alkali-, Erdalkalimetalle und der Halogene

Worum geht es?

In den letzten Unterrichtsstunden habt Ihr erfahren, wie das Periodensystem aufgebaut ist. Ihr habt gelernt, die Elektronenverteilung der Elementarstoffe aus deren Stellung im Periodensystem abzuleiten. Die Reaktionsfähigkeit der Elementarstoffe könnt Ihr mit dem Bestreben erklären, eine Achterschale zu erreichen.

Aufgabe.

Besprecht die untenstehenden Fragen, prüft verschiedene Lösungen und sucht Begründungen!

- Wie erklärt Ihr mit Hilfe des Schalenmodells, des Coulombgesetzes und der Oktettregel, dass
- die Reaktionsfähigkeit der Alkali- und der Erdalkalimetalle von oben nach unten zunimmt?
 - die Erdalkalimetalle weniger reaktionsfähig sind als die Alkalimetalle?
 - die Reaktionsfähigkeit der Halogene von oben nach unten abnimmt?
 - bei der Reaktion von Natrium mit Chlor die Verbindung NaCl entsteht, und nicht NaCl_2 ?
 - man die Formel der Verbindung aus Calcium und Fluor nicht lernen, sondern ableiten kann?

Lösungen.

- a) Innerhalb einer Gruppe nimmt die Atomgrösse von oben nach unten zu. Ein Valenzelektron eines grossen Atoms ist weiter vom Atomkern (= Protonen) entfernt als das Valenzelektron eines kleinen Atoms. Folglich spürt dieses Valenzelektron die positive Anziehung des Kerns weniger; es ist lockerer gebunden und kann deshalb leichter weggehen.
- b) Die Alkalimetalle müssen nur ein Elektron abgeben, um eine gefüllte Schale zu erreichen. Bei den Erdalkalimetallen sind es zwei. Wenn das erste Elektron weg ist, so entsteht ein positiv geladenes Ion. Daraus nochmals eine negative Ladung zu entfernen, benötigt eine deutlich höhere Energie. Erdalkalimetalle sind weniger reaktionsfähig.
- c) Halogenatome müssen Elektronen aufnehmen. Je kleiner das Atom, desto stärker dringen die positiven Anziehungskräfte der Protonen durch die vollen Schalen.
- d) Ein Natriumatom Na will ein Elektron abgeben, um eine Achterschale zu erreichen. Nach der Abgabe wird es zu einem einfach positiv geladenen Kation. Das Chloratom braucht noch ein Elektron für die volle Achterschale. Nach der Aufnahme wird es zu einem einfach negativ geladenen Anion. Es entsteht ein Ionengitter, das die Kationen und Anionen im Zahlenverhältnis 1:1 enthält. Die Verhältnisformel lautet Na^+Cl^- .
- e) Calcium ist ein Erdalkalimetall. Zur Erreichung der Achterschale muss das Calciumatom zwei Elektronen abgeben. Das Fluor ist ein Halogen. Das Fluoratom muss 1 Elektron aufnehmen, um die Achterschale zu vervollständigen. Damit das Calciumatom zwei Elektronen abgeben kann, müssen 2 Fluoratom sich an der Aufnahme beteiligen. Die Verhältnisformel lautet $\text{Ca}^{2+}\text{F}_2^-$.