LEGO™-Modell des Periodensystems, Ionisationspotential.

Das Periodensystem wird in Form einer Tabelle oder eines Posters dargestellt und ist somit nur zweidimensional. Es ist jedoch durchaus möglich, die Eigenschaften der Elemente mithilfe der dritten Dimension zu veranschaulichen. In diesem Text wird beschrieben, wie mit LEGO™-Steinen ein dreidimensionales Periodensystem aufgebaut werden kann, indem die Höhe jedes Elements das Ionisationspotenzial des Elements veranschaulicht. Das ist die Energie, die benötigt wird, um ein Elektron aus dem Atom zu entfernen. Diese Werte sind experimentell bekannt, außer bei den schwersten Elementen, für die Berechnungen verwendet wurden.

## Allgemeine Bauanleitung

Heute kennen wir 120 verschiedene Elemente und verfügen für alle über experimentell ermittelte oder berechnete Werte für das Ionisationspotenzial.

Zu den Abmessungen von LEGO-Teilen

Die Einheit „Noppen” wird häufig zur Messung der Größe eines Steins verwendet. Beispielsweise wird Teil:3001 als „BRICK 2X4” bezeichnet, wobei „2X4” darauf hinweist, dass er zwei Noppen breit und vier Noppen lang ist. Steine ohne Noppen, wie z. B. flache Platten, werden ebenfalls in Noppen gemessen. Wir werden dies in der gesamten Anleitung verwenden.

LEGO™-Teile gibt es in verschiedenen Formen, aber in diesem Fall verwenden wir nur Steine (2X4), Platten (2x4) und Plättchen (2x2). Ein Block wird verwendet, um ganze Einheiten zu bezeichnen (1 Block = 1 Einheit, 2 Blöcke = 2 Einheiten ...), eine Platte hat die gleiche Höhe wie 1/3 Block, oder ein Block entspricht drei Platten. Damit entspricht eine Platte 1/3 Einheit. Auf diese Weise können wir die Höhe in Schritten von 0,33 Einheiten variieren.

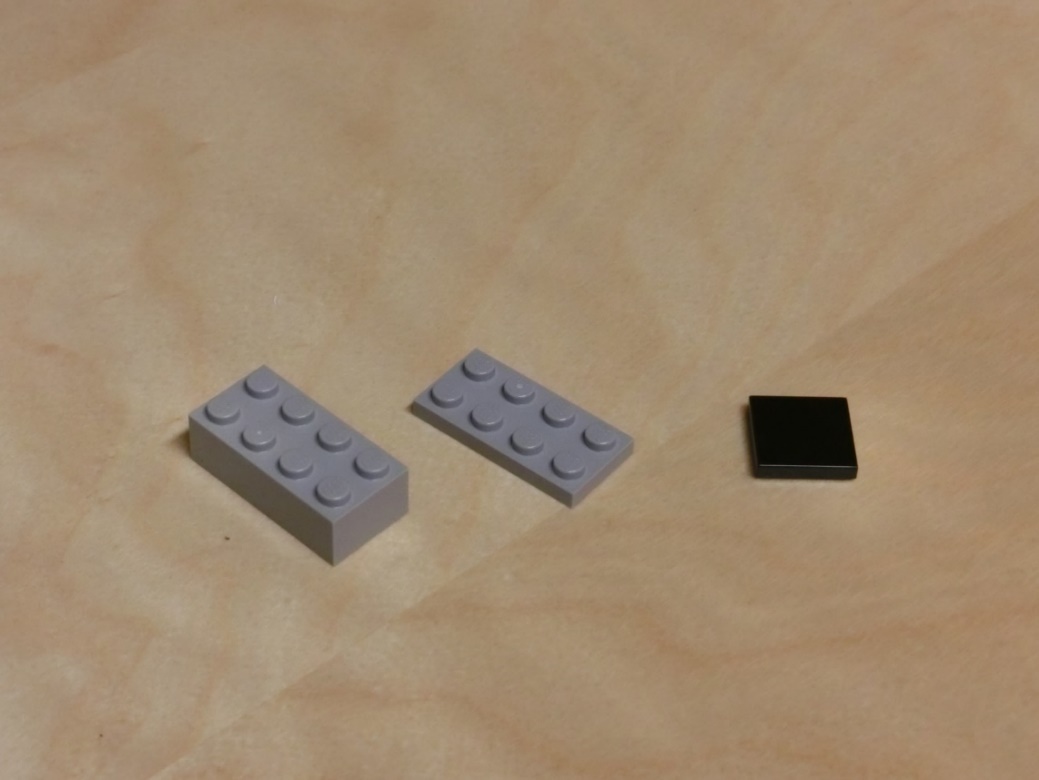


Abbildung 1 LEGO™ Block, Platte und Fliese

Beim Bauen mit LEGO™ ist Stabilität wichtig, insbesondere wenn das Design hoch ist, also mehr als 10 Blöcke umfasst. In diesem Fall ist es nicht ratsam, 2X2- oder 4X4-Blöcke zu verwenden, sondern man sollte 2x4-Blöcke verwenden, aus denen ein 4X4-Block gebildet wird. Durch die Drehung der Blöcke um 90° zwischen verschiedenen Schichten wird das Design stabiler. Außerdem kann so ein Element des LEGO-Modells leicht entfernt werden, um es mit anderen Elementen zu vergleichen.

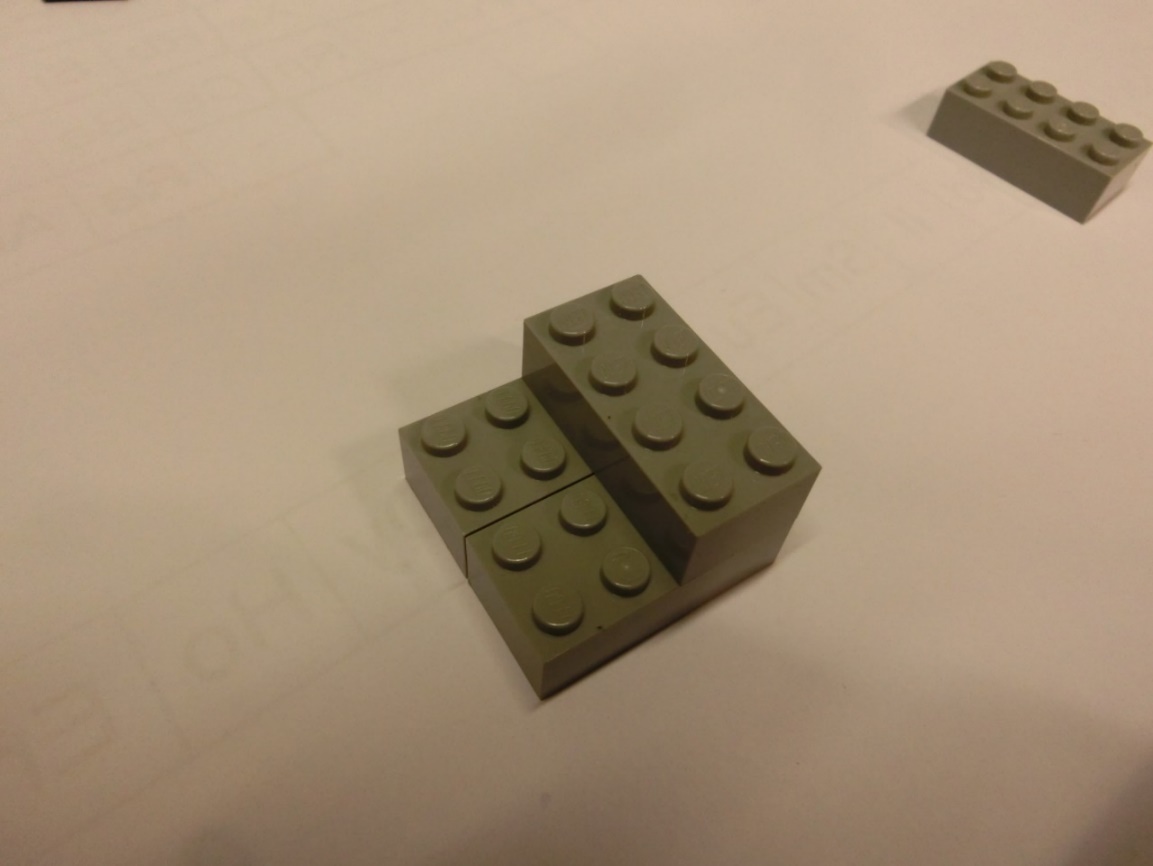


Abbildung 2 90-Grad-Drehung zwischen den Schichten.

## Namensschilder

Um die Verwendbarkeit des Modells zu erhöhen, sollte man eine Möglichkeit haben, die einzelnen Elemente zu identifizieren. In meinem Modell habe ich mich dafür entschieden, Etiketten auf eine „Kachel” mit glatter Oberfläche zu kleben. Die Größe einer Kachel ist etwas größer als die Kästchen im Periodensystem der IUPAC ([https://iupac.org/wp-content/uploads/2018/12/IUPAC\_Periodic\_Table-01Dec18.pdf),](https://studntnu-my.sharepoint.com/personal/jonaspe_ntnu_no/Documents/IYPT/Lego%20Periodisk%20system/(https:/iupac.org/wp-content/uploads/2018/12/IUPAC_Periodic_Table-01Dec18.pdf)) das heruntergeladen und ausgedruckt werden kann. Es ist zu beachten, dass die Lanthaniden und Actiniden in der Tabelle schattiert sind, daher sollte man einen möglichst hellen Druck wählen, um die Schattierung zu minimieren.

Jedes Element-Etikett wird ausgeschnitten und auf die Kacheln geklebt. Es kann sinnvoll sein, zwei Sätze auszudrucken, da die Etiketten leicht verloren gehen können.

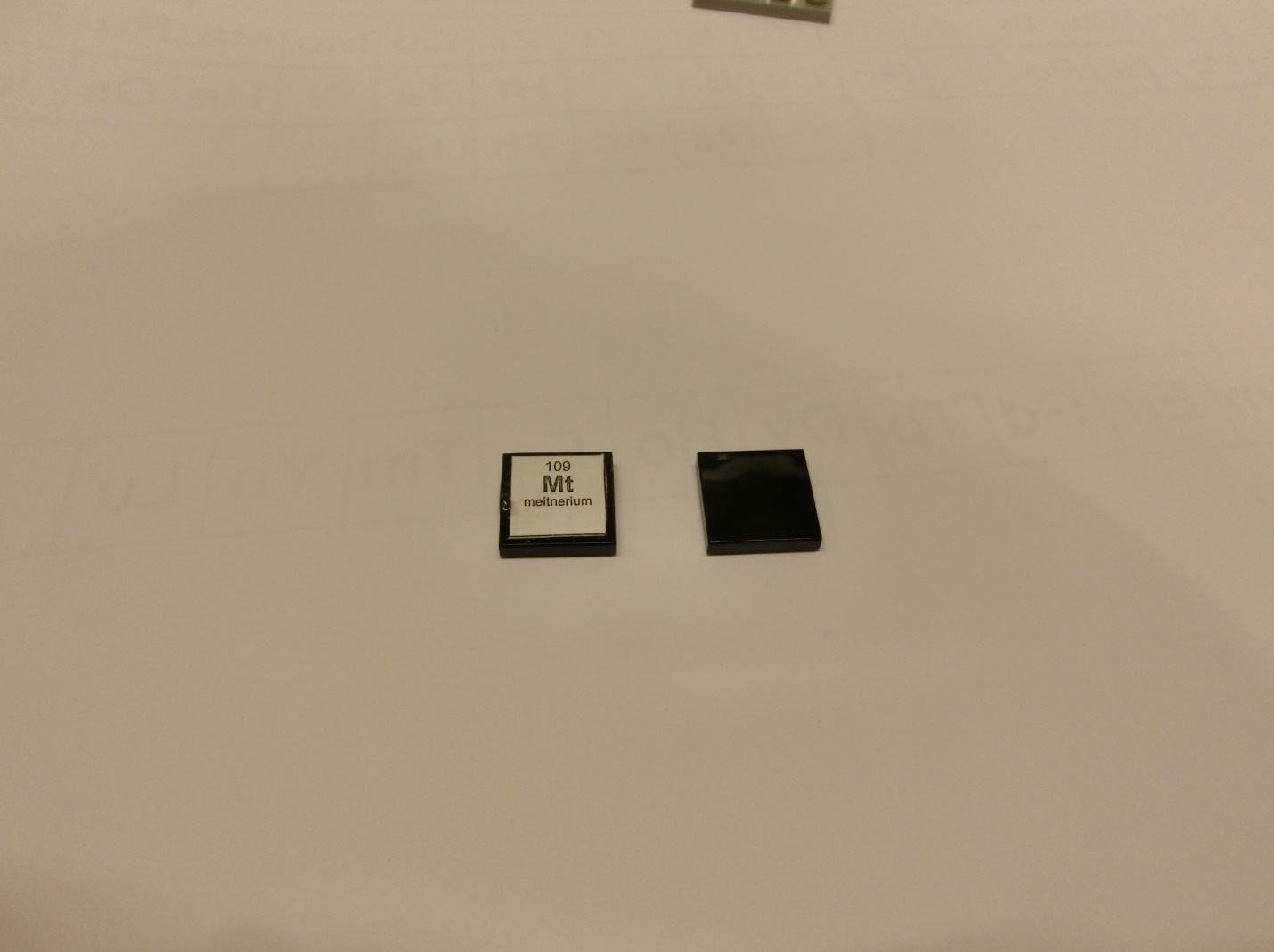


Abbildung 3 Kachel mit und ohne Namensschild.



Abbildung 4 Periodensystem der IUPAC

## Grundplatte

Das System wird recht groß sein, gemessen an LEGO-™ -Einheiten mindestens 72 Noppen, was bedeutet, dass Sie 2 graue Grundplatten (48 x 48, siehe Liste in Tabelle 1. LEGO™ verkauft 32 x 32 Grundplatten) verwenden müssen. Die Größe bietet viel Platz um das Modell herum auf den Platten. Man sollte planen, wo das Modell platziert werden soll, damit es so symmetrisch wie möglich ist. **Bei diesem Modell befindet sich der Startpunkt 12 Noppen nach innen und 4 Noppen nach unten von der oberen linken Ecke. Um den weiteren Aufbau zu erleichtern, kann man mit einem Bleistift skizzieren, wo die verschiedenen Elemente platziert werden sollen.**

## Elemente

In Modellen werden verschiedene Farben verwendet, um die Unterscheidung zwischen verschiedenen Elementen zu erleichtern und Elemente mit ähnlichen Eigenschaften darzustellen. Wir haben uns dafür entschieden, die Elemente auf diese Weise zu unterteilen und verschiedene Farben auszuwählen (siehe Tabelle 2). Dies ist nicht notwendig, aber ästhetisch ansprechender.

Da wir uns für einen Block von 2 eV entschieden haben, beträgt die maximale Höhe etwa 12 Schichten LEGO-™ -Steine. Das bedeutet, dass das Modell insgesamt etwa 1250 Steine enthalten wird. Da wir uns für verschiedene Farben entschieden haben, bedeutet dies in der Regel, dass Sie nicht über die erforderlichen LEGO-™ -Steine verfügen. Sie müssen diese Teile kaufen, was über LEGOs Pick-A-Brick auf deren Website möglich ist. Die empfohlenen Teile mit ID-Nummer und Farbe sind in Tabelle 1 aufgeführt.

Tabelle „1 “ Übersicht über die LEGO-Teile, die für den Bau des Modells benötigt werden.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| LEGO™ Element-ID |  |  |  | Farbe |
| Stein | # | Platte | # |  |
| 4165967 | 78 | 4537936 | 20 | Leuchtendes Gelbgrün |
| 4625629 | 104 | 4655256 | 10 | Mittleres Azurblau |
| 300121 | 24 | 302021 | 8 | Rot |
| 4153827 | 32 | 4158355 | 20 | Orange |
| 4211201 | 58 | 4211186 | 8 | Rotbraun |
| 300124 | 64 | 302024 | 16 | Gelb |
| 4211385 | 66 | 4211395 | 24 | Hellgrau |
| 4211085 | 274 | 4211065 | 84 | Dunkelgrau |
| 4260493 | 74 | 4586057 | 23 | Erdgrün |
| 4106356 | 86 | 302028 | 14 | Dunkelgrün |
| Grundplatte |  |  |  |  |
| 10701 | 2 |  |  | Grau |
| Kachel zum Markieren |  |  |  |  |
| 306826 | 120 |  |  | Schwarz |

Bitte beachten Sie, dass jeder Block etwa 0,22 € und Fliesen etwa 0,15 € kosten. Die Gesamtkosten belaufen sich also auf etwa€ 220.

Tabelle 2 zeigt, wie viele Schichten (bestehend aus zwei Teilen) für jedes Element benötigt werden. Die H- und Alkalimetalle sollten den Ausgangspunkt bilden und dann mit den anderen Elementen erweitert werden. **Wenn Sie alle Teile haben, dauert es etwa 4 Stunden, bis eine Person das Modell aufgebaut hat.**

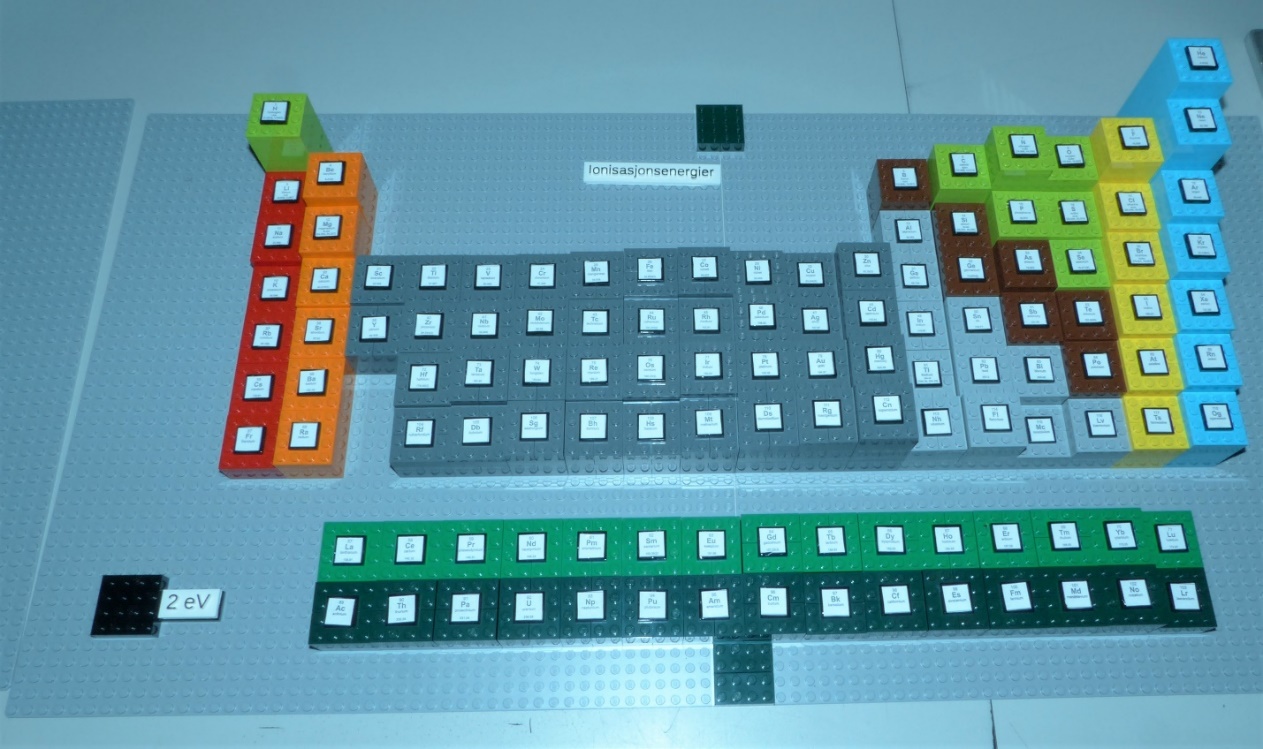


Abbildung 5 Komplettes System.

Das von uns entworfene System ist für den Einsatz in Schulen vorgesehen, weshalb wir in der unteren linken Ecke eine Waage angebracht haben. Alle Elemente sind abnehmbar und können neben anderen Elementen oder der „Waage” platziert werden.

Tabelle 2 Farbcodierung der Elemente

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | Farbe |
| 1 | Nichtmetalle | Hellgelbgrün | |
| 2 | Edelgase | Mittleres Azurblau | |
| 3 | Alkalimetalle | Rot | |
| 4 | Erdalkalimetalle | Orange | |
| 5 | Metalloide | Rotbraun | |
| 6 | Halogene | Gelb | |
| 7 | Post-Übergangsmetalle | Hellgrau | |
| 8 | Übergangsmetalle | Dunkelgrau | |
| 9 | Lanthaniden | Erdgrün | |
| 10 | Actiniden | Dunkelgrün | |

## Hinweise zum Bauen

Die obige Beschreibung gilt für eine einzelne Person, die das Modell mit der Absicht baut, ein fertiges Modell im Unterricht zu zeigen und zu verwenden, wie es im ursprünglichen Entwurf vorgesehen ist.

Es ist jedoch auch möglich, den Bau des Modells als didaktischen Ansatz zu nutzen. In diesem Fall muss die Aufgabe entsprechend vorbereitet werden. Es ist möglich, den Lernenden jeweils eine Reihe zufälliger „Elemente” zum Bauen zu geben und diese dann an ihren Platz zu setzen. Damit dies richtig funktioniert, sollte der Umriss des Periodensystems mit einem geeigneten Stift auf der Grundplatte markiert werden, sodass sowohl die Eigenschaften als auch die Position zu sehen sind. Alternativ kann den Lernenden eine bestimmte Gruppe zugewiesen werden, beispielsweise Alkalimetalle oder Halogene, die auf einer vorab markierten Grundplatte platziert werden können.

### Haftungsausschluss

Ich bin kein ANGESTELLTER von LEGO™ und habe auch keine andere Verbindung zu diesem Unternehmen. Das Projekt wurde auch nicht von LEGO™ finanziert. LEGO™ ist eine eingetragene Marke und wird hier zur Veranschaulichung des Konzepts verwendet.

### Vielen Dank

An Linnea, die das Modell gebaut hat.

Tabelle 3 Anzahl der Schichten der Elemente.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Element | Stein | Platte | Farbe | Element | Stein | Platte | Farbe | Element | Stein | Platte | Farbe |
| H | **6** | **2** | 1 | Nb | **3** | **1** | 8 | Hg | **5** | **1** | 8 |
| Er | **12** | **1** | 2 | Mo | **3** | **2** | 8 | Tl | **3** |  | 7 |
| Li | **2** | **2** | 3 | Tc | **3** | **2** | 8 | Pb | **3** | **2** | 7 |
| Be | **4** | **2** | 4 | Ru | **3** | **2** | 8 | Bi | **3** | **2** | 7 |
| B | **4** |  | 5 | Rh | **3** | **2** | 8 | Po | **4** | **1** | 5 |
| C | **5** | **2** | 1 | Pd | **4** | **1** | 8 | Bei | **4** | **2** | 6 |
| N | **7** | **2** | 1 | Ag | **3** | **2** | 8 | Rn | **5** | **1** | 2 |
| O | **6** | **2** | 1 | CD | **4** | **2** | 8 | Fr | **2** |  | 3 |
| F | **8** | **2** | 6 | In | **3** |  | 7 | Ra | 2 | 2 | 4 |
| Ne | **10** | **2** | 2 | Sn | **3** | **2** | 7 | Ac | 2 | 2 | 10 |
| Na | **2** | **2** | 3 | Sb | **4** | **1** | 5 | Th | 3 |  | 10 |
| Mg | **3** | **2** | 4 | Te | **4** | **2** | 5 | Pa | 3 |  | 10 |
| Al | **3** |  | 7 | I | **5** | **1** | 6 | U | 3 |  | 10 |
| Si | **4** |  | 5 | Xe | **6** |  | 2 | Np | 3 |  | 10 |
| P | **5** | **1** | 1 | Cs | **2** |  | 3 | Pu | 3 |  | 10 |
| S | **5** | **1** | 1 | Ba | **2** | **2** | 4 | Am | 3 |  | 10 |
| Cl | **6** | **1** | 6 | La | **2** | **2** | 9 | cm | 3 |  | 10 |
| Ar | **8** |  | 2 | Ce | **2** | **2** | 9 | Bk | 3 |  | 10 |
| K | **2** |  | 3 | Pr | **2** | **2** | 9 | Cf | 3 |  | 10 |
| Ca | **3** |  | 4 | Nd | **2** | **2** | 9 | Es | 3 | 1 | 10 |
| Sc | **3** | **1** | 8 | Pm | **2** | **2** | 9 | Fm | 3 | 1 | 10 |
| Ti | **3** | **1** | 8 | Sm | **2** | **2** | 9 | Md | 3 | 1 | 10 |
| V | **3** | **1** | 8 | Eu | **2** | **2** | 9 | Nein | 3 | 1 | 10 |
| Cr | **3** | **1** | 8 | Gd | **3** |  | 9 | Lr | 2 | 1 | 10 |
| Mn | **3** | **2** | 8 | Tb | **3** |  | 9 | Rf | 3 |  | 8 |
| Fe | **4** |  | 8 | Dy | **3** |  | 9 | Db | 3 | 1 | 8 |
| Co | **4** |  | 8 | Ho | **3** |  | 9 | Sg | 4 |  | 8 |
| Ni | **3** | **2** | 8 | Er | **3** |  | 9 | Bh | 3 | 2 | 8 |
| Cu | **3** | **2** | 8 | Tm | 3 |  | 9 | Hs | 3 | 2 | 8 |
| Zn | **4** | **2** | 8 | Yb | 3 |  | 9 | Mt | 4 |  | 8 |
| Ga | **3** |  | 7 | Lu | **2** | **2** | 9 | Ds | 5 |  | 8 |
| Ge | **4** |  | 5 | Hf | **3** | **1** | 8 | Rg | 5 | 1 | 8 |
| As | **5** |  | 5 | Ta | **4** |  | 8 | Cn | 6 |  | 8 |
| Se | **5** |  | 1 | W | **4** |  | 8 | Nh | 3 | 2 | 7 |
| Br | **6** |  | 6 | Re | **4** |  | 8 | Fl | 4 | 1 | 7 |
| Kr | **7** |  | 2 | Os | **4** | **1** | 8 | Mc | 2 | 2 | 7 |
| Rb | **2** |  | 3 | Ir | **4** | **2** | 8 | Lv | 3 | 1 | 7 |
| Sr | **2** | **2** | 4 | Pt | **4** | **2** | 8 | Ts | 3 | 2 | 6 |
| Y | **3** |  | 8 | Au | **4** | **2** | 8 | Og | 4 | 1 | 2 |
| Zr | **3** | **1** | 8 |  |  |  |  |  |  |  |  |