

Die Nummerierung und die Inhalte der gedruckten Version mit der Download-Version abgleichen!  
Evtl. gibt es Unterschiede. Häufig enthält die Download-Version noch Bonusaufgaben.

**1 Metalle und ihre Eigenschaften**

1.1 a) Nennen Sie möglichst viele typische metallische Eigenschaften und begründen Sie diese.

b) Wie viele frei bewegliche Elektronen finden sich in 60 mg Aluminium?

1.2 Worin liegt der charakteristische Unterschied im Reaktionsverhalten von Metallen im Vergleich mit Nichtmetallen? Geben Sie Beispiele incl. dazugehörigen Reaktionsgleichungen an.

1.3 a) Gold kristallisiert in einem *kubisch-dichtesten Kugelpackung*. Beschreiben Sie den Aufbau des entsprechenden Metallgitters und geben Sie auch die Koordinationszahl eines Au-Atoms an.

b) Wie viel Metallatome befinden sich in 1 Kubikzentimeter Gold? Hinweis (in SI-Einheiten):  $\rho(\text{Au}) = 19320 \text{ kg/m}^3$ .  $M(\text{Au}) = 0,19697 \text{ kg/mol}$ . Avogadro-Konstante: [siehe Tabellenbuch]

1.4 Schwefel reagiert mit Natrium. Formulieren Sie die Reaktionsgleichung und benennen Sie das/die Reaktionsprodukt(e).

1.5 a) Statt reinen Elementmodifikationen, werden in der Technik meistens Legierungen benutzt. Was ist mit diesem Begriff gemeint und weshalb werden diese Materialien den reinen Elementen vorgezogen?

b) Benennen Sie wichtige/typische Elemente, die in folgenden Legierungsgruppen zu finden sind.

I) Messinge

II) Amalgame

III) Bronzen

IV) Gusseisen

**2. Aufgaben zu Halbmetallen**

2.1. a) Nennen Sie 3 Halbmetalle und beschreiben Sie die Lage der Elemente im PSE.

b) Weshalb spricht man von **Halb**metallen?

## Lösungen ohne Gewähr

Nummerierung und Inhalte der gedruckten Version mit der Download-Version abgleichen. Evtl. gibt es Unterschiede!

Eigenschaft	Begründung (häufig nur stichwortartig)
Metalle leiten gut den elektrischen Strom	Nach dem Elektronengasmodell sind die Außenelektronen im Metallgitter frei beweglich. Durch Anlegen einer Spannung können sie gerichtet durch das Metall transportiert werden.
Die elektrische Leitfähigkeit nimmt mit steigender Temperatur ab	Durch die steigende Temperatur nehmen die Schwingungen der Atomrümpfe zu, was die freie Beweglichkeit der Elektronen des Elektronengas zunehmend einschränkt.
Metalle besitzen eine hohe Duktilität (plastische Verformbarkeit, Schmiedbarkeit)	Die Atomrümpfe lassen sich in Schichten gegeneinander bewegen, ohne dass die chemischen Bindungen durch diese Bewegungen geschwächt werden. Die Flexibilität der chemischen Bindungen begründen sich durch das frei bewegliche Elektronengas, das alle Atomrümpfe umgibt.
Hohe Wärmeleitfähigkeit	Die wärmebedingten Schwingungen der Atomrümpfe rund um ihren Platz im Metallgitter kann durch den dichten Bau leicht an Nachbaratomrümpfe weitergegeben werden. Die Fortpflanzung der Schwingungen durch das Metallgitter entspricht der Wärmeleitung.
optischer Glanz	nicht einfach mit dem Elektronengasmodell zu begründen. Zur Begründung sind komplexe Modelle erforderlich. Jede Art von elektromagnetischer Strahlung wird relativ gut reflektiert.
chemisches Reaktionserhalten: siehe folgende Aufgabe	

b) 60 mg Al entsprechen einer Stoffmenge von  $n = 0,00222$  mol. Diese Stoffmenge enthält  $n = 0,00667$  mol Außenelektronen (da jedes Al-Atom 3 Außenelektronen besitzt, die es dem Elektronengas zur Verfügung stellt). Das sind  $0,00667 \cdot 6,022 \cdot 10^{23} \text{ 1/mol} = 4,02 \cdot 10^{21}$  Elektronen.

### 1.2 Chemisches Reaktionsverhalten von Metallen

Sofern Metalle reagieren (elementare Edelmetalle wie z.B. Au oder Hg neigen kaum zur Reaktion!), neigen sie zur Abgabe ihrer Außenelektronen.

Bei der chemischen Bindung mit anderen Metallen geben sie ihre Außenelektronen an das gemeinsame Elektronengas ab. Bei Reaktion mit Nichtmetallen geben sie ihre Außenelektronen an das Nichtmetall ab.

Sie neigen also in chemischen Reaktionen zur Elektronenabgabe, also zur *Oxidation*. Die Nichtmetalle nehmen die Elektronen auf, ein Vorgang der fachsprachlich *Reduktion* genannt wird.

Beispiel\_1:  $2 \text{Al} + 3 \text{O}_2 \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3$  (Selbst überlegen: wie viel Elektronen hat jedes Al-Atom abgegeben, wie viel Elektronen hat jedes Sauerstoffatom aufgenommen? Warum? Wie heißt die entstehende Verbindung?)

Beispiel\_2: Formulieren Sie selbst: Reaktion zwischen Natrium und Stickstoff ( $\text{N}_2$ ) zum Natriumnitrid (enthält  $\text{Na}^+$  und  $\text{N}^{3-}$ -Ionen). (Selbst überlegen: wie viel Elektronen hat jedes Na-Atom abgegeben, wie viel Elektronen hat jedes Stickstoffatom aufgenommen? Warum?)

### 1.3 Gold

a) Die kubisch dichteste Packung entspricht einer Kugelpackung, bei der die Kugeln (A Atomrümpfe) dichtest möglich gepackt sind. D.h. die Kugeln liegen in den Mulden, die durch jeweils 3 Kugeln der darunterliegenden Schicht gebildet wird. Bei der kubischen Form dieser dichtesten Kugelpackung (*kubisch-dichteste Kugelpackung*) gibt es die Schichtenfolge ...ABCABCABCABC.... D.h. in jeder dritten übereinander gestapelten Schicht besetzen die Atomkugeln räumlich exakt die gleichen Mulden. Die Atome dieser Schichten liegen also räumlich exakt übereinander (auch wenn dazwischen 2 weitere Kugelschichten liegen). Innerhalb eine Ebene wird jeder Atomrumpf von 6 weiteren Atomrümpfen berührt. Die Mulde, in der der Atomrumpf liegt, wird von 3 Atomrümpfen der darunter liegenden Schicht gebildet. In der darüberliegenden Atomrumpfschicht, wird wiederum eine Muldendach durch 3 ,Atomrümpfe gebildet. Insgesamt beträgt die Koordinationszahl deshalb  $\text{CN} = 12$ . Als **Koordinationszahl** (CN) bezeichnet man die Anzahl der nächsten Nachbarn einer Struktureinheit (Atom, Ion, Molekül) in einem Kristall (z. B. Ionenkristall, Metallgitter)

b) Ein Kubikzentimeter Gold wiegt 19,32 g. Das entspricht einer Stoffmenge von  $n(\text{Au}) \approx 0,09809$  mol. Das sind ungefähr  $5,91 \cdot 10^{22}$  Atome.

### 1.4 Natriumsulfid



### 1.5

a) Die reinen Elemente besitzen häufig technische Eigenschaften die nicht dem Ideal entsprechen. So ist reine Eisen nicht so gut schmiedbar und Rostabfällig. Durch Zugabe weiterer Metalle wird es härter, und widerstandfähiger. Allgemein kann man über die Zusammensetzung die genauen materialtechnischen Eigenschaften festlegen, was bei reinen Elementen nicht möglich ist.

b)

I) Messinge, sind goldfarbene Legierungen aus Kupfer und Zink.

II) Amalgame werden die Legierungen des Quecksilbers genannt. Silberamalgame wird z.B. für Zahnfüllungen benutzt, weil es vor dem Festwerden knetartig modellierbar ist und so gut in das Loch in den Zahn gestopft werden kann.

III) Bronzen sind Legierungen mit Kupfer und (typischerweise) Zinn (Sn).

IV: Gusseisen sind Legierungen des Eisen und Kohlenstoff.

a) Halbmetalle finden sich im PSE in den Grenzbereichen zwischen Metallen und Nichtmetallen, insbesondere in der 3. und 5. Hauptgruppe. Beispiele: B, Si, As, Ge, Sb.

**Merke:** Wenn man vom Bor schräg nach unten rechts im PSE entlanggeht, trifft man nur halbmetallische Elemente: B, Si, As, Te, (At). Darüber hinaus gibt es aber auch weitere wichtige Halbmetalle: z.B. Sb, Ge etc.

b) **Beispiel I:** Reaktionsverhalten: Bringt man Halbmetalle mit typischen Nichtmetallen zur Reaktion, verhalten sie sich wie ein metallischer Reaktionspartner und geben dabei Elektronen ab (Beispiel: *Siliciumcarbid* oder *Siliciumnitrid*). Bringt man die Halbmetalle hingegen mit typischen Metallen zur Reaktion, verhalten sie sich wie Nichtmetalle, und nehmen Elektronen auf (Beispiel: *Magnesiumsilicid*).

**Lehrreich: Formulieren Sie die Reaktionsgleichungen zur Bildung der drei angegebenen Verbindungen aus den Elementen!**

**Beispiel II:** elektrische Leitfähigkeit:

**Beispiel III:** Von den meisten Halbmetallen gibt es typische metallische Modifikation (duktil, glänzend) und typische nichtmetallische Modifikationen (spröde, matt).