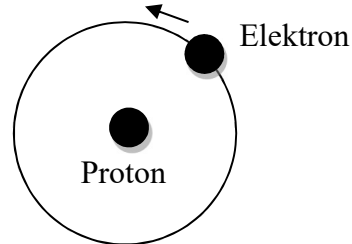


Diode Ergänzungen

Bohrsches Atommodell

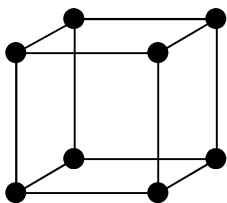
- Didaktisch sehr einfaches Atommodell
- Seit den 1920er Jahren als falsch erkannt (De Broglie, Born), Gründe
 - Aufgrund der Drehimpulserhaltung wäre zumindest Wasserstoff (ein Proton im Kern und ein Elektron in der Hülle, das den Kern umkreist) zweidimensional, also flach



- von der Seite betrachtet ist eine Kreisbahn ein auf und ab schwingendes Elektron, d. h. ein Hertzscher Dipol, also eine Antenne. Eine Antenne aber strahlt Energie ab. Die Schwingung müsste kleiner und kleiner werden. Das Elektron müsste in den Kern stürzen.
- Jede Kreisbewegung unterliegt der Zentripetalbeschleunigung (Karussell). Die Beschleunigung eines Elektrons (elektrisch negativ geladenes Teilchen) erfordert Energie, die Kreisbahn wäre instabil.
- Experimenteller Grund: Nur die Spektrallinien von Wasserstoff und wasserstoffähnlichen Ionen werden vom Bohrschen Atommodell richtig berechnet.
- Es gibt noch weitere Gründe (Heisenbergsche Unbestimmtheitsrelation, Ionenbindung)

Metallische Leitfähigkeit

- Kristallaufbau
 - Einfach kubische Elementarzelle

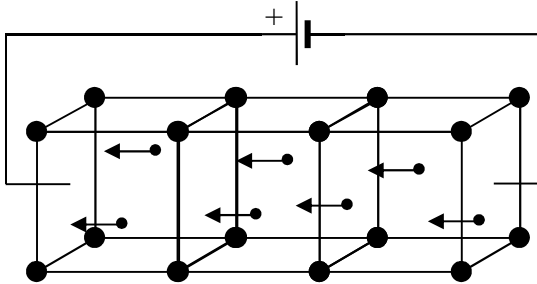


- Es gibt 7 verschiedene Elementarzellentypen.
- Metall
 - Atom mit ein, zwei oder drei äußeren Elektronen
 - Diese Elektronen nur sehr locker an die Atome gebunden \Rightarrow bei Raumtemperatur frei beweglich

Diode Ergänzungen

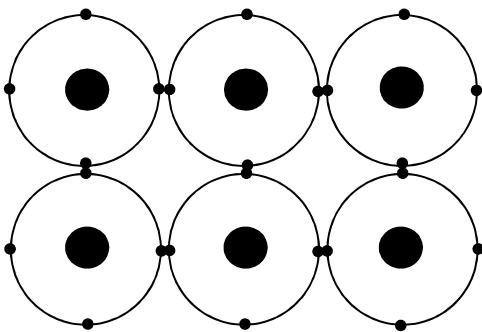
Metallische Leitfähigkeit (Fortsetzung)

- Stromfluss

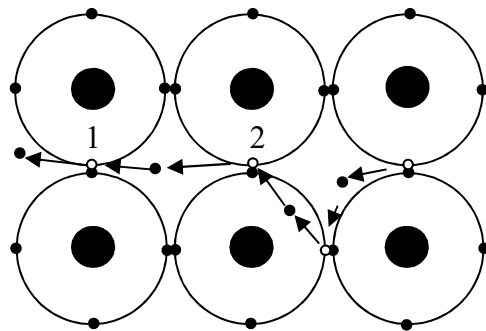


Halbleiter

- Silizium, Germanium
- Atome mit vier Außenelektronen (Valenzelektronen)
 - Acht Außenelektronen im Kristall energetisch besonders stabil \Rightarrow jedes Atom verbindet sich mit vier Nachbaratomen



- Am absoluten Temperaturnullpunkt (-273°C) alle Gitterbindungen intakt \Rightarrow keine freien (beweglichen) Elektronen \Rightarrow idealer Isolator
- Einschalten der Temperatur: Wärmeenergie (Zitterbewegung der Atome) lässt einzelne Bindungen aufbrechen \Rightarrow Gitterreparaturbetrieb: Elektronen springen in benachbarte defekte Gitterbindungen \Rightarrow geringe Leitfähigkeit

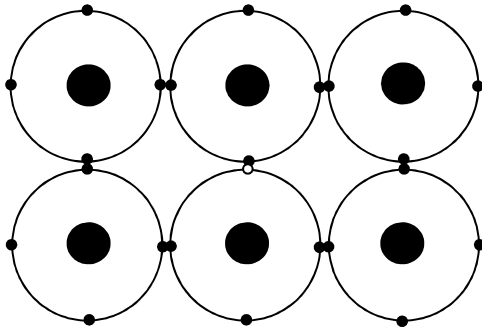


Diode Ergänzungen

Dotierte Halbleiter

- p-Dotierung

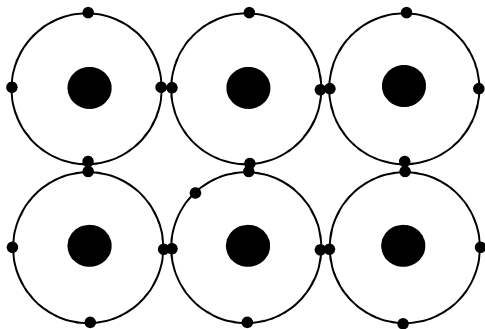
- bisweilen wird ein vierwertiges Halbleiteratom durch ein dreiwertiges Atom (3 Valenzelektronen) ersetzt
- für die Gitterbindung fehlendes Elektron wirkt wie ein positiv geladenes Elektron (Loch)



- Loch nur sehr locker an ein Atom gebunden \Rightarrow bei Raumtemperatur Löcherstrom (wie Strom mit „positiv geladenen Elektronen“) möglich
- Löcherbewegung vom positiven zum negativen Pol

- n-Dotierung

- bisweilen wird ein vierwertiges Halbleiteratom durch ein fünfwertiges Atom (5 Valenzelektronen) ersetzt

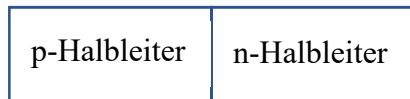


- Dieses fünfte Elektron nur sehr locker gebunden \Rightarrow bei Raumtemperatur frei beweglich \Rightarrow Stromfluss möglich
- Elektronenbewegung vom negativen zum positiven Pol

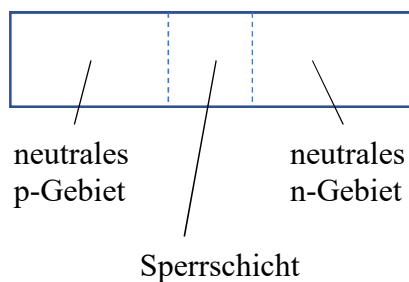
Diode Ergänzungen

Halbleiterdiode

- Sperrschicht
 - p-Halbleiter und n-Halbleiter werden kontaktiert



- bewegliche Elektronen im n-Halbleiter und bewegliche Löcher im p-Halbleiter wandern zum jeweils anderen Gebiet: Diffusionsstrom
- im p-Halbleiter treffen Elektronen auf Löcher (defekte Gitterbindungen) und reparieren diese: Rekombination
- im n-Halbleiter treffen Löcher (defekte Gitterbindungen) auf freie Elektronen und werden von diesen repariert: Rekombination
- Entstehung einer ladungsträgerfreien Schicht: Sperrschicht



Da hier keine freien (beweglichen) Elektronen mehr sind, kann auch kein Strom fließen

- Diffusionsspannung
 - p- und n-Halbleiter sind vor Kontakt elektrisch neutral
 - Fließen Elektronen vom n- in den p-Halbleiter, so fehlen dort negative Ladungen, der n-Halbleiter wird positiv aufgeladen
 - Fließen Löcher vom p- in den n-Halbleiter, so fehlen dort positive Ladungen, der p-Halbleiter wird negativ aufgeladen
 - Unterschiedliche Ladungen an unterschiedlichen Orten bewirken eine Spannung: Diffusionsspannung (ca. 0,6V bei Silizium)
 - deshalb heißt die Sperrschicht auch Raumladungszone
- Sperrrichtung
 - Minuspol an p-Halbleiter, Pluspol an n-Halbleiter
 - angelegte Spannung „verstärkt“ Diffusionsspannung, da gleichgerichtet
 - Verbreiterung der Sperrschicht: weiterhin kann kein Strom fließen
- Durchlassrichtung
 - Minuspol an n-Halbleiter, Pluspol an p-Halbleiter
 - angelegte Spannung schwächt Diffusionsspannung, da entgegengerichtet
 - Sperrschicht wird schmaler und verschwindet schließlich
 - jetzt kann Strom fließen