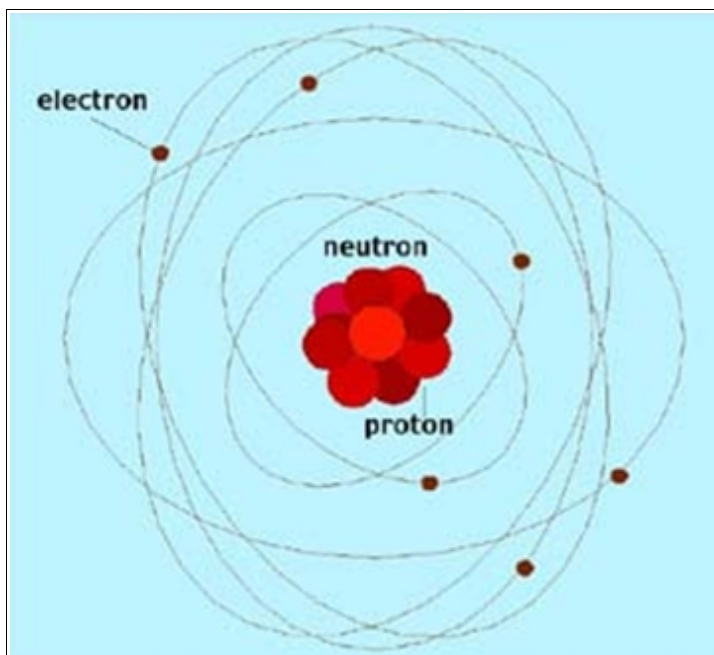
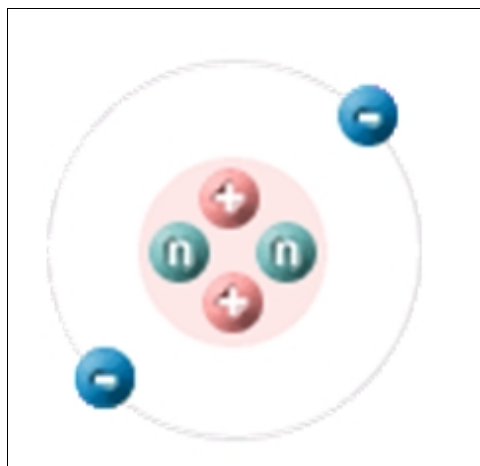


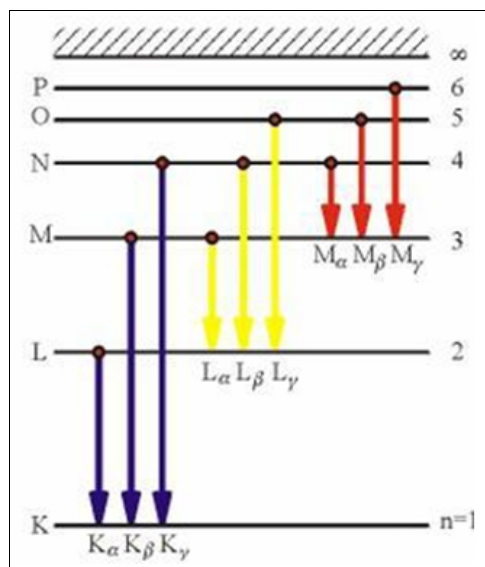
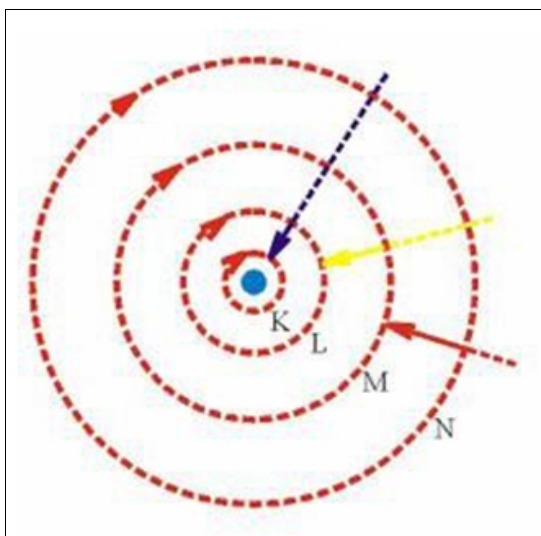
5. Vedení elektrického proudu v polovodičích

- zápis výkladu - 26. až 27. hodina -

A) Stavba látky a nosiče náboje

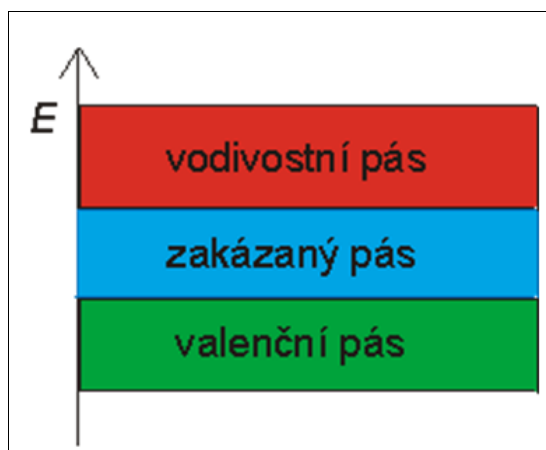
- **Atom:**
 - ♦ základní stavební částice;
 - ♦ skládá se z atomového jádra (protony a neutrony) a atomového obalu (elektrony);
 - ♦ navenek elektricky neutrální – stejný počet protonů a elektronů → $(p^+ = e^-)$
- **protony** – elementární částice s kladným nábojem;
- **neutrony** – elementární částice bez náboje;
- **elektrony** – elementární částice se záporným nábojem, obíhají kolem jádra v určitých vzdálenostech (slupkách, vrstvách);
- **valenční vrstva** – vnější poslední vrstva; elektrony z této vrstvy se účastní chemických reakcí a vedení el. proudu;
- **souhlasné náboje se odpuzují, nesouhlasné přitahují**
- **Typy modelů atomu:**





B) Pásový model krystalu (charakteristika elektrické vodivosti pevných látek)

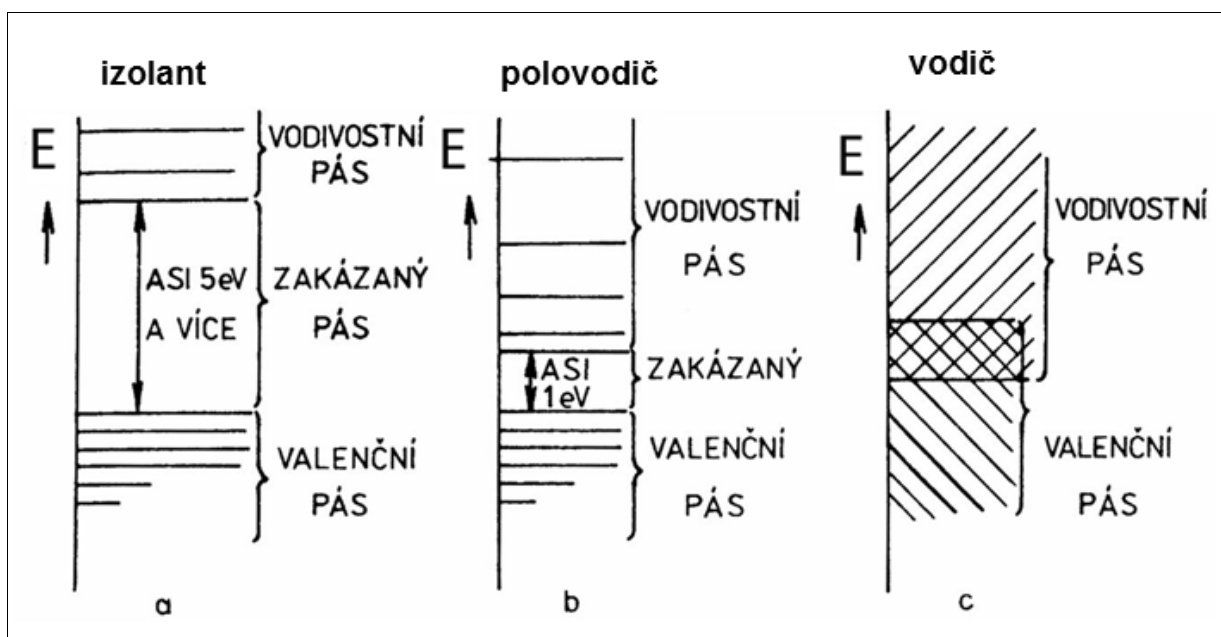
- ◆ ze šířky **zakázaného pásu** dělíme látky na **vodiče**, **polovodiče** a **izolanty** (dielektrika);
- ◆ **zakázaný pás** = zakázaný prostor, ve kterém se elektrony nemohou pohybovat (tj. pás zakázaných hladin energií);
- ◆ **valenční pás** = poslední pás, ve kterém se mohou elektrony v základním stavu vyskytovat, tyto elektrony se účastní chemických vazeb a vedení elektrického proudu;
- ◆ **vodivostní pás** = prostor mimo atom, ve kterém se pohybují volné elektrony, které způsobují elektrický proud;



- **Vodiče (kovy)** – nemají zakázaný pás, valenční a vodivostní pás se částečně překrývají, proto jsou kovy dobrými elektrickými i tepelnými vodiči, a to i za velmi nízkých teplot. Elektrony snadno přecházejí z valenčního pásu do vodivostního pásu.

4. Vedení elektrického proudu v polovodičích

- **Izolanty (dielektrika)** - mají zakázaný pás velmi široký, který nedovoluje elektronům jej přeskocit, tj. Nemohou z valenčního pásu do pásu vodivostního.
- **Polovodiče** – mají pásový model shodný s modelem izolantů, šířka zakázaného pásu je však o něco užší, což umožňuje snadněji překonávat zakázaný pás a dosáhnout tak vodivostního pásu. Elektrony získají energii na překonání zakázaného pásu světlem či teplem.



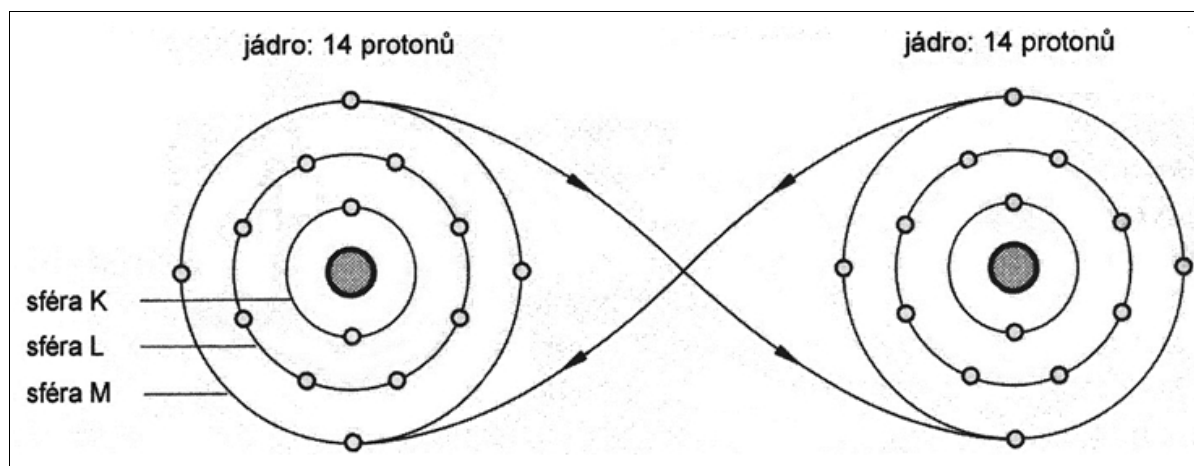
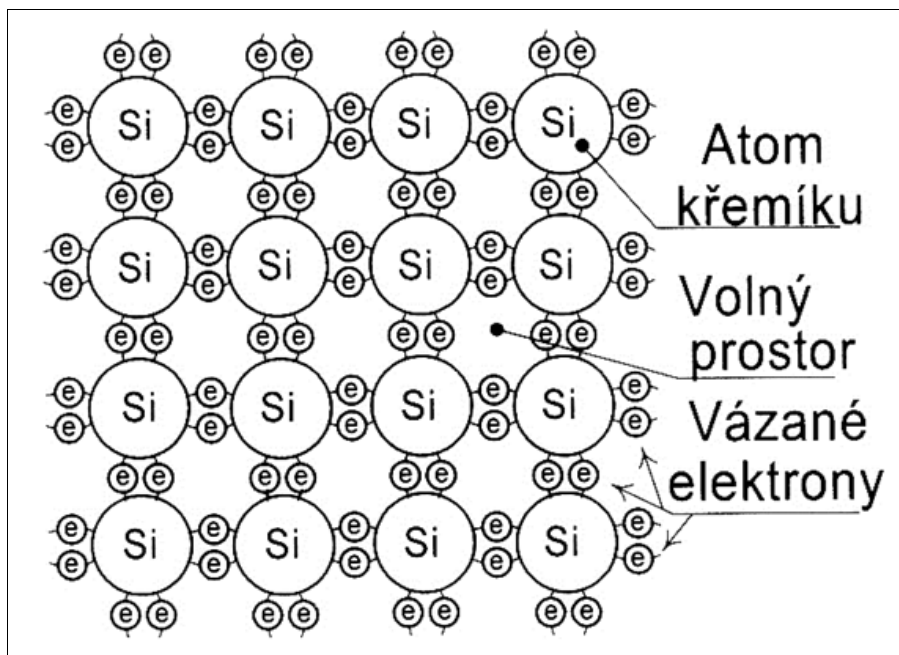
C) Polovodičové materiály

- ♦ mezi polovodiče patří:
 - některé chemické prvky – např. **křemík (Si)**, **germanium (Ge)**, **uhlík C (grafit)**, **selen (Se)**, **telur (Te)**;
 - některé chemické sloučeniny – např. **sulfid olovnatý (PbS)**, **sulfid kademnatý (CdS)**, **arsenid galia (GaAs)**, **galium fosfid (GaP)**, **indium fosfid (InP)**, **indium arsenid (InAs)**;



- **Všechny tyto materiály musí dosahovat velmi vysoké čistoty.**
- **Nejrozšířenějším materiálem pro výrobu polovodičových součástek je v současné době velmi čistý monokrystalický křemík.**

→ Model struktury křemíku:



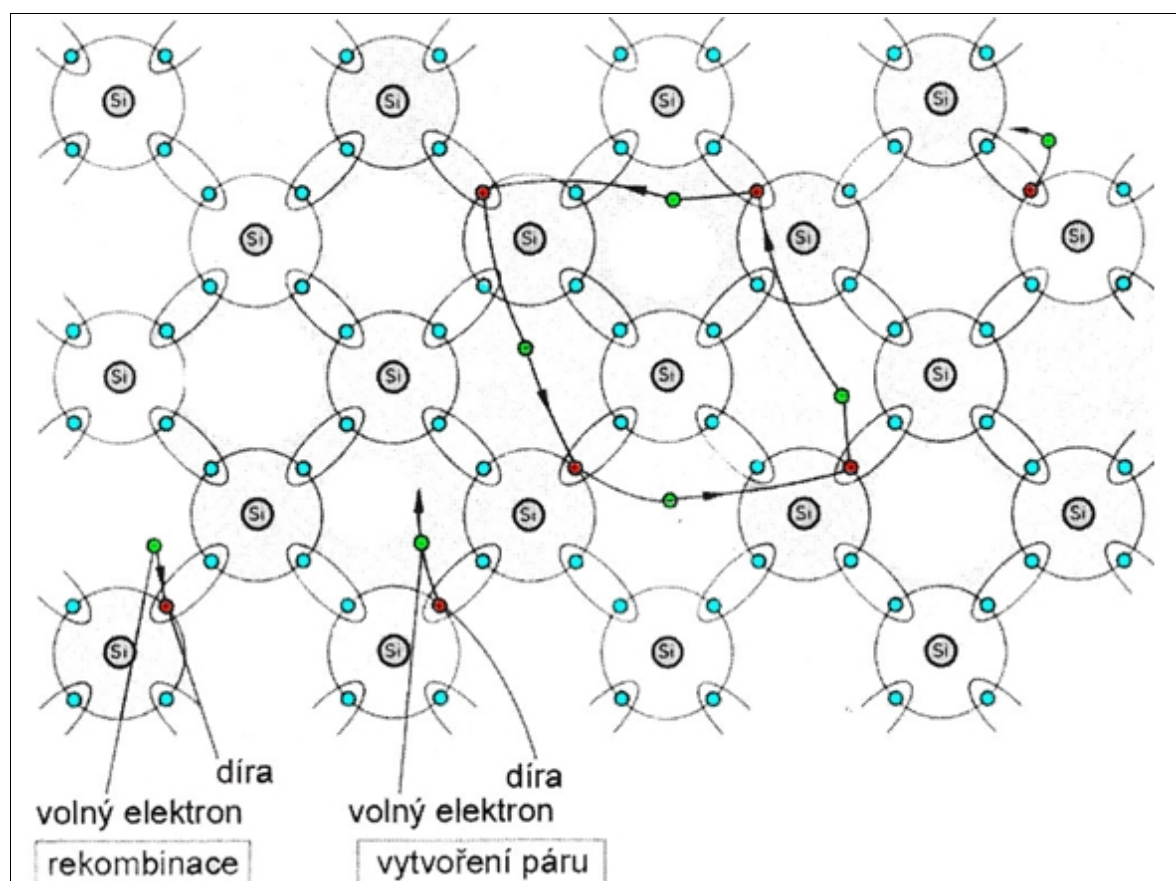
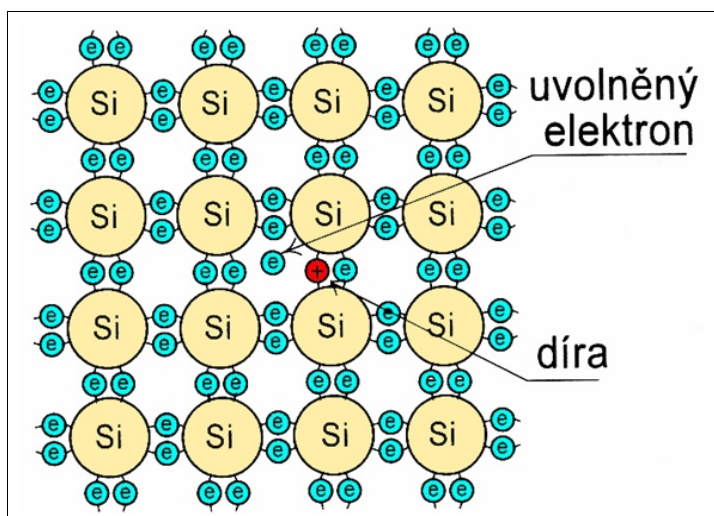
D) Vlastní vodivost polovodiče (např. křemíku)



- ◆ je způsobena nosiči náboje **vlastního materiálu**;
- ◆ vodivost u polovodiče se s rostoucí teplotou zvyšuje, s klesající teplotou snižuje (opak u vodičů);
- ◆ pevně vázané elektrony získávají dostatek energie teplem či světlem;
- ◆ přeskochí z valenčního pásu přes pás zakázaný do vodivostního a stanou se **volnými elektrony**;
- ◆ po utržení elektronu zůstane prázdné místo (**díra**), do kterého může skočit potulující se volný elektron;
- ◆ větší teplota → více volných elektronů → větší el. proud;

4. Vedení elektrického proudu v polovodičích

- ♦ díra a elektron vznikají současně
- ♦ **generace** – vznik páru elektron-díra;
- ♦ **rekombinace** – zánik páru volný elektron-díra;



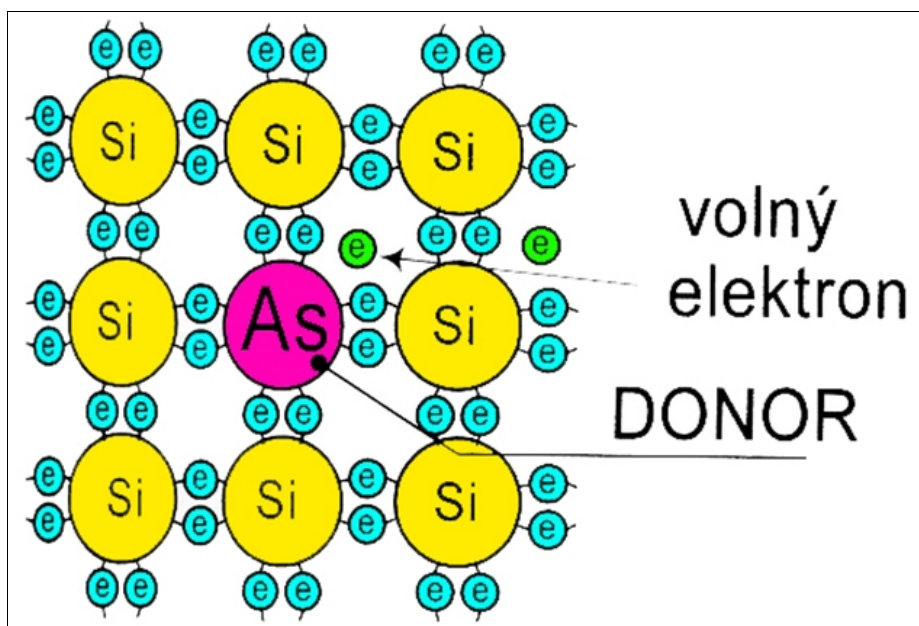
E) Nevlastní vodivost polovodiče

- u čistých čtyřmocných polovodičů je stále nedostatek volných nosičů náboje, proto jejich počet zvýšíme dotováním – přidáním **příměsového materiálu**;
- nejčastěji se přidávají příměsi ze III. A nebo V.A skupiny periodické soustavy prvků;
- rozlišujeme dva druhy nevlastní vodivosti – **typu P** (pozitivní +), **typu N** (negativní -)



■ Nevlastní vodivost polovodiče typu N

- do čistého čtyřmocného křemíku pětímocný prvek (fosfor, arsen, antimon), tím vznikne **polovodič typu N**, obecně $(A^{IV} + B^V \rightarrow N^-)$;
- prvku příměsi, který má o jeden elektron více, říkáme **donor** (dárce – daruje elektron)
- čtyři valenční elektrony arsenu se naváží se sousedními čtyřmi atomy křemíku, ale **jeden elektron partnera nenajde**, je nadbytečným a stane se z něj volný elektron (velký počet), jedná se zde o **elektronovou vodivost** (elektronů je více);
- vlivem vlastní vodivosti se uvolňují elektrony z křemíku, po kterých zůstávají díry, do kterých skáčou volné e^- ;
- **majoritní (většinové) nosiče** – jsou zde elektrony;
- **minoritní (menšinové) nosiče** – jsou zde díry.



■ Nevlastní vodivost polovodiče typu P

- do čistého čtyřmocného křemíku trojmocný prvek (bór, hliník, galium, indium), tím vznikne **polovodič typu P**, obecně ($A^{IV} + B^{III} \rightarrow P^+$);
- prvku příměsi, který má o jeden elektron méně, říkáme **akceptor** (příjemce – přijme elektron)
- tři valenční elektrony arsenu se naváží se sousedními tři atomy křemíku, ale **jeden elektron do zaplnění vazby chybí**, zůstane po něm prázdné místo (díra), jedná se zde o **děrovou vodivost** (děr je mnohem více);
- volné elektrony, které vznikly vlastní vodivostí, se snaží zaplnit díry → to se jeví, jako by se pohybovala díra;
- **majoritní (většinové) nosiče** – jsou zde díry;
- **minoritní (menšinové) nosiče** – jsou zde elektrony.

