

The image shows a spiral-bound notebook with a light-colored, textured cover. The spiral binding is on the left side. The text is centered on the cover.

I Materiali

Isolanti, Conduttori, Semiconduttori

giovedì 26 febbraio
2009

Corso di Elettronica

1

Di cosa si parlerà ...

- Classificazione dei materiali
- Drogaggio
- Giunzione PN
- Polarizzazione diretta
- Polarizzazione inversa

Classificazione dei materiali (1)

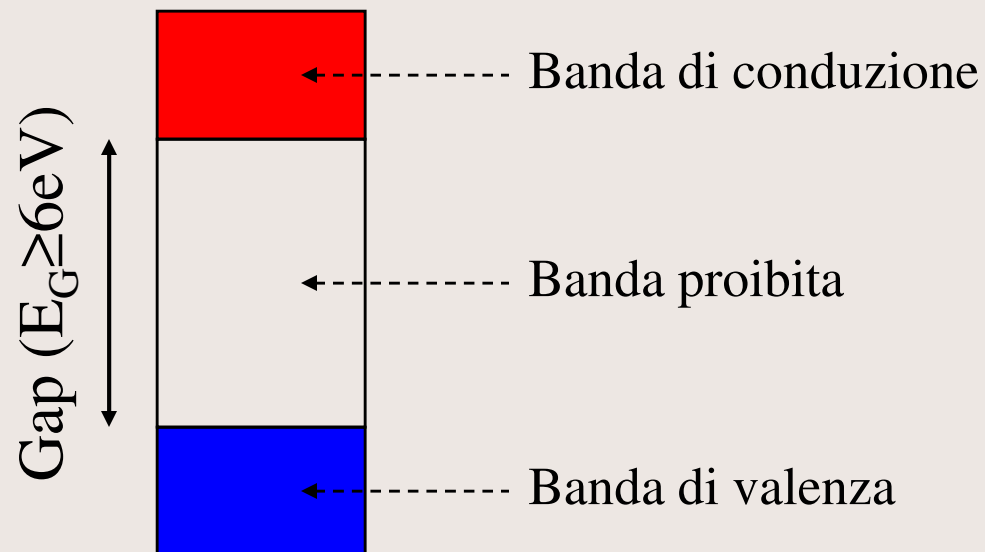
- I materiali sono classificati dal punto di vista elettrico in:
 - ISOLANTI
 - CONDUTTORI
 - SEMICONDUTTORI

Classificazione dei materiali (2)

- Ogni materiale può essere classificato in una delle citate categorie a seconda della sua distribuzione delle bande di energia
- Ovvero a seconda della energia da applicare per porre in movimento le sue cariche libere sotto l'azione di un campo elettrico esterno (*Gap Energetico*)

Classificazione dei materiali (3)

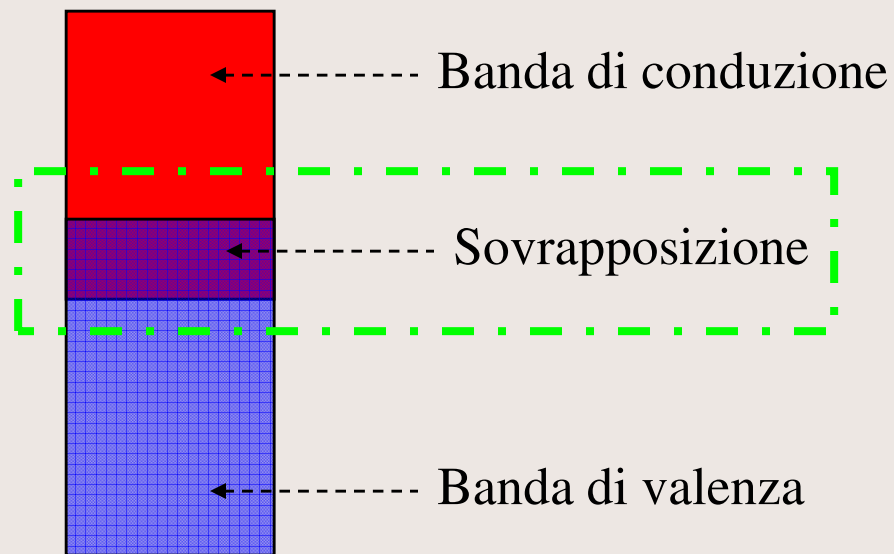
- Se parliamo di ISOLANTI ...



A temperatura ambiente, servirebbero elevatissime energie per portare elettroni di valenza in conduzione!

Classificazione dei materiali (4)

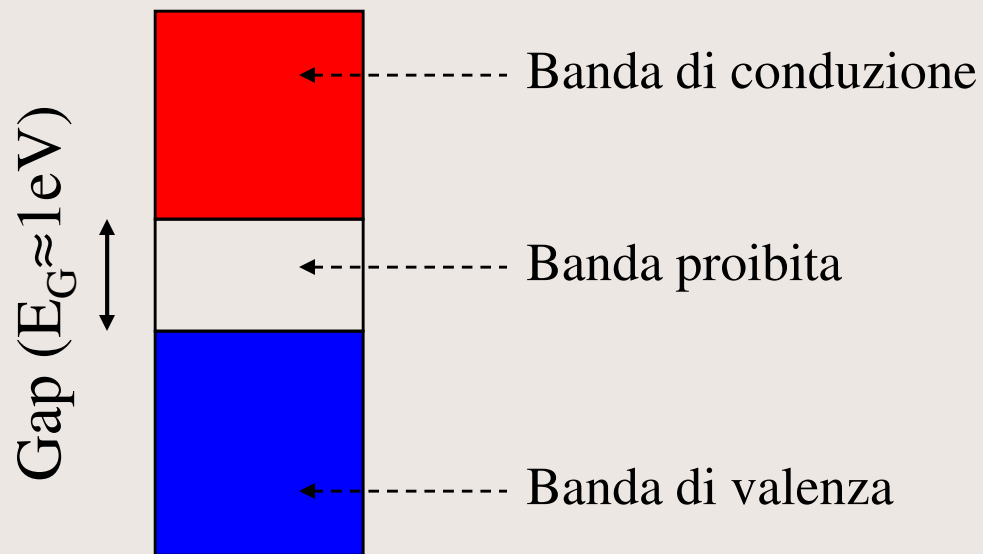
- Se parliamo di CONDUTTORI ...



Esiste una sovrapposizione energetica tra le due bande (valenza e conduzione), quindi ci sono notevoli quantità di cariche libere per la conduzione elettrica (I METALLI).

Classificazione dei materiali (5)

- Se parliamo di SEMICONDUCTORI ...



Materiali come il SILICIO ed il GERMANIO in cui il *gap* è *molto piccolo* e quindi, con qualche piccolo intervento possono essere resi conduttori!

Classificazione dei materiali (6)

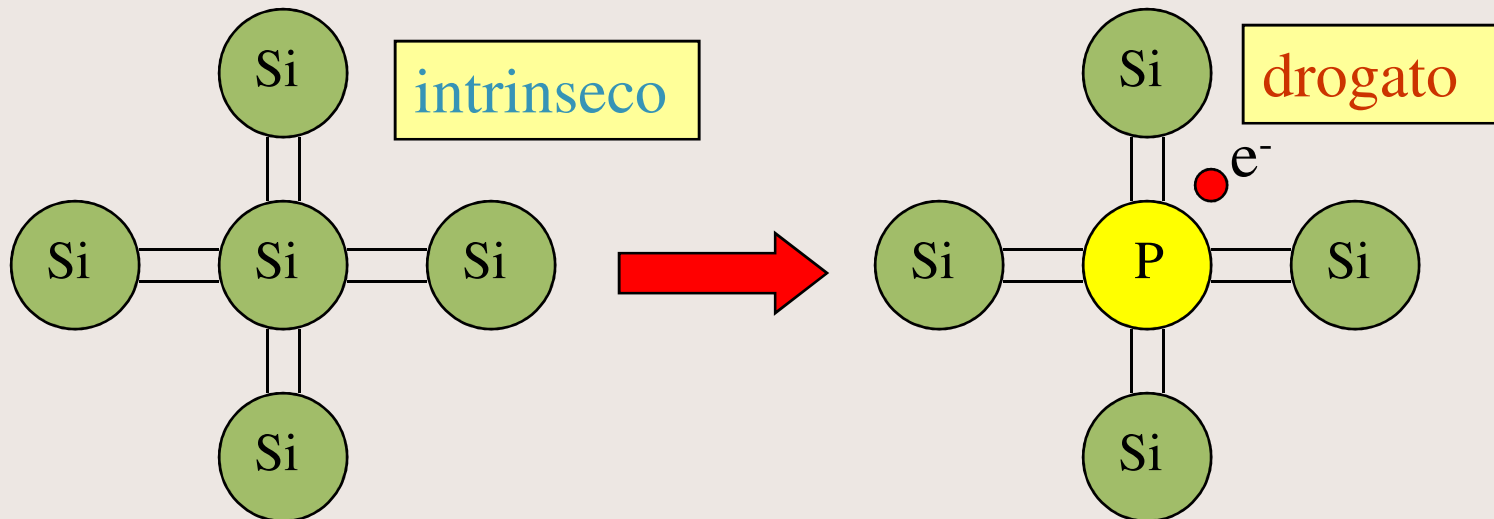
- Se parliamo di SEMICONDUTTORI ...
 - il silicio ed il germanio sono cristalli tetraivalenti;
 - normalmente, a temperatura ambiente, non presentano molte cariche libere;
 - ma ... possono essere **DROGATI** ...

Drogaggio (1)

- Procedimento chimico – fisico in cui al cristallo vengono aggiunte piccole quantità di materiale pentavalente o trivalente
- In tale modo si alterano le caratteristiche elettriche, ma non quelle chimiche
- La conducibilità può avvenire per cariche positive o per cariche negative

Drogaggio (2)

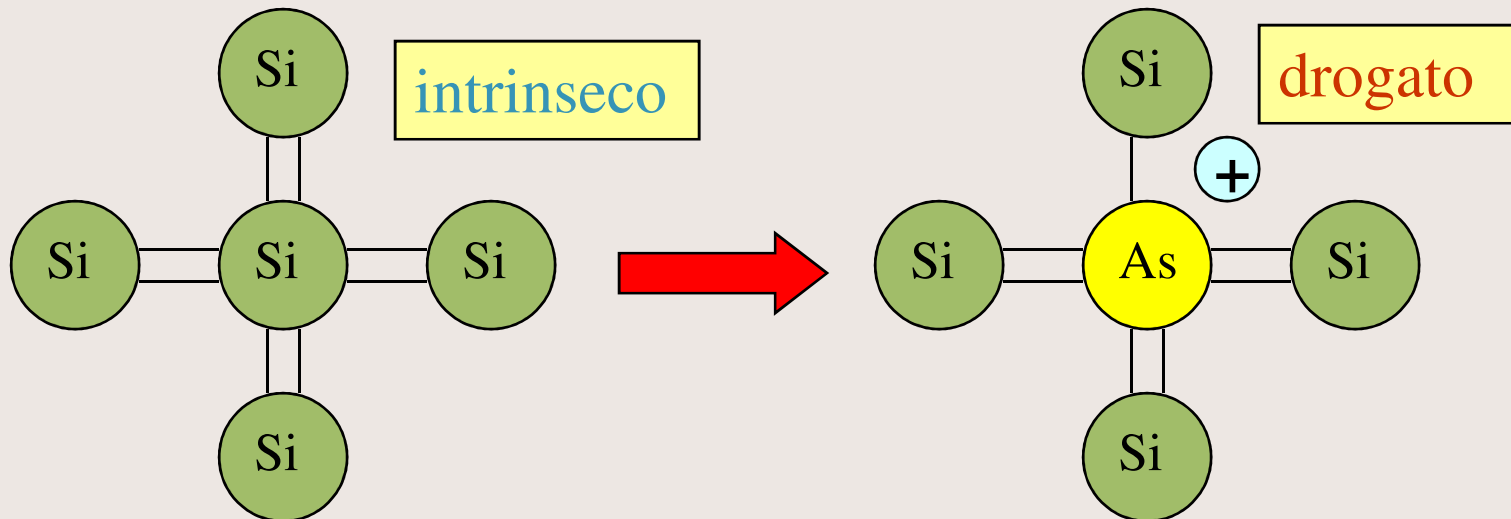
- Drogaggio con fosforo (P) – *pentavalente* -



Dopo il drogaggio si hanno elettroni liberi per la conduzione: **SEMICONDUTTORE DI TIPO N**

Drogaggio (3)

- Drogaggio con arsenico (As) – *trivalente* -



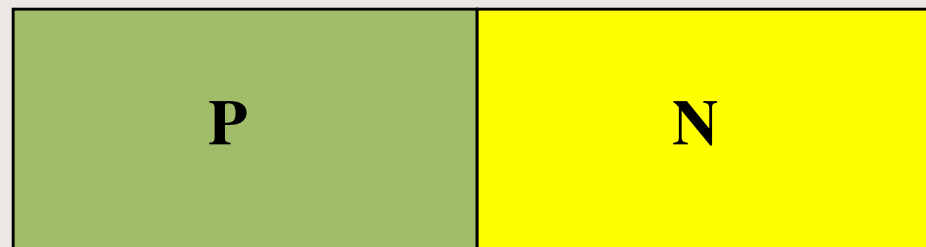
Dopo il drogaggio si hanno lacune libere per la conduzione: **SEMICONDUTTORE DI TIPO P**

Drogaggio (4)

- Quindi il drogaggio può avvenire con elementi:
 - Pentavalenti (Atomi Donatori), e si avrà un surplus di elettroni disponibili per la conduzione; si ottiene così il silicio tipo N.
 - Trivalenti (Atomi Accettori), e si avrà un surplus di lacune disponibili per la conduzione; si ottiene così il silicio tipo P.
- Le percentuali di drogaggio possono variare nella fascia tra 10^{14} e 10^{18} atomi/cm³.

Giunzione PN (1)

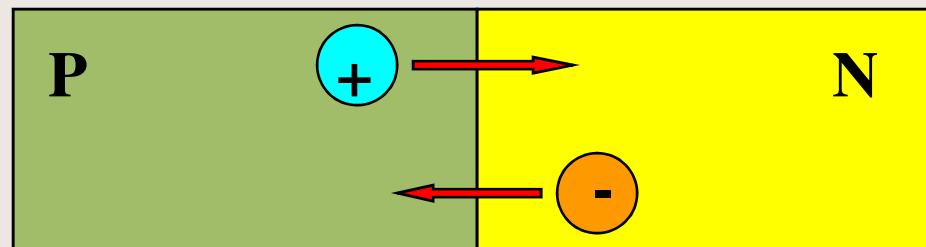
- Mettiamo a contatto, mediante opportuno drogaggio, del silicio P con del silicio N



La regione **P** è ricca di **cariche positive libere** (*lacune*), la regione **N** è ricca di **cariche negative libere** (*elettroni*) ...

Giunzione PN (2)

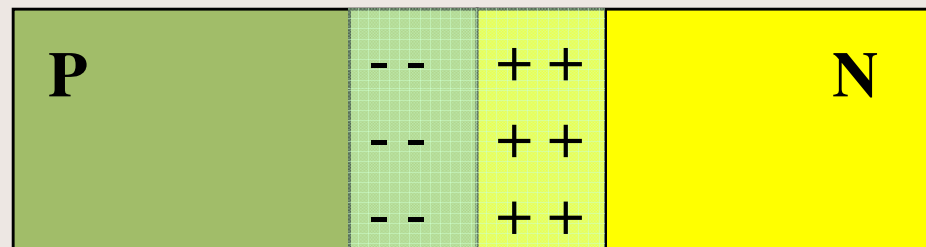
... le cariche di segno opposto si attrarranno e nascerà un **corrente di DIFFUSIONE**



Le cariche libere, annullandosi tra loro, lasceranno scoperte delle **cariche fisse** (*ioni*) di segno opposto che si opporranno alla continuazione del processo diffusivo ...

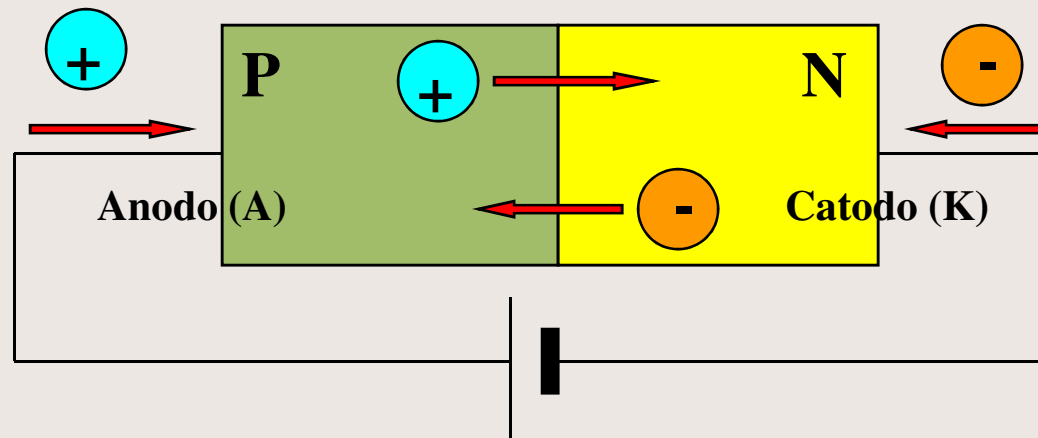
Giunzione PN (3)

... si crea una **barriera di potenziale** che impedisce l'ulteriore moto di cariche (*Equilibrio Dinamico*)



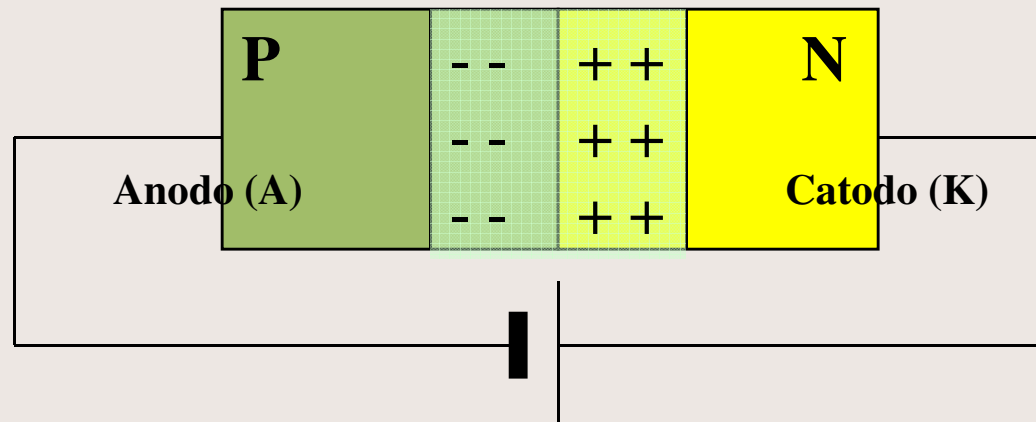
Nella zona **P** saranno presenti **lacune** (*cariche maggioritarie*) ed **elettroni** (*cariche minoritarie*); lo stesso, ma **con segno opposto**, nella zona **N**. La barriera impedisce il moto della cariche maggioritarie, ma non quello delle minoritarie.

Polarizzazione diretta (1)



Polarizzando **direttamente** la giunzione ($V_A > V_K$) si abbatte la barriera di potenziale ed un inizia un moto di cariche continuamente rifornite dalla batteria. *Si ha una corrente.*

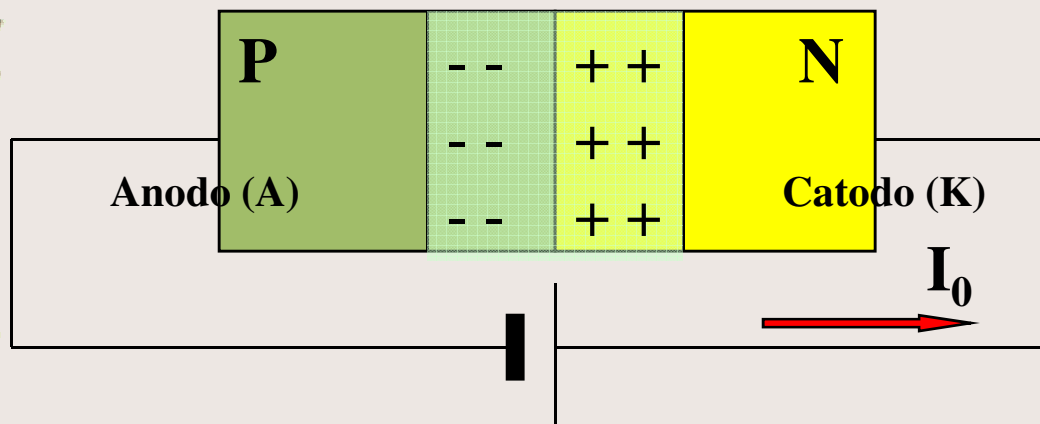
Polarizzazione inversa (1)



Polarizzando **inversamente** la giunzione ($V_A < V_K$) si incrementa la barriera di potenziale *impedendo la corrente per cariche maggioritarie*. Si ha solo una piccola corrente I_0 detta di **saturazione inversa** e dovuta solo a cariche minoritarie.

Polarizzazione inversa (2)

La corrente di saturazione inversa, essendo dovuta alle sole **cariche minoritarie**, dipende dalla temperatura e *raddoppia per ogni 10°C di aumento della temperatura di giunzione.*



$$I_0(T_f) = I_0(T_i) \cdot 2^{\frac{T_f - T_i}{10}}$$