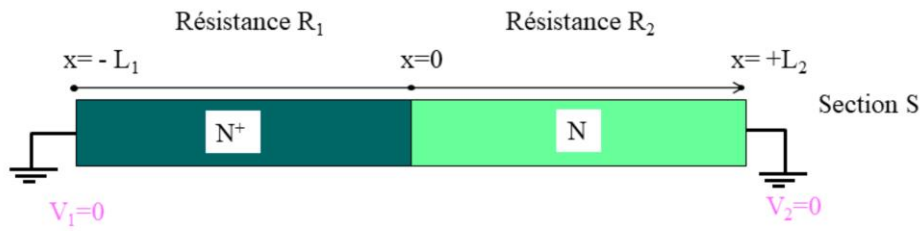




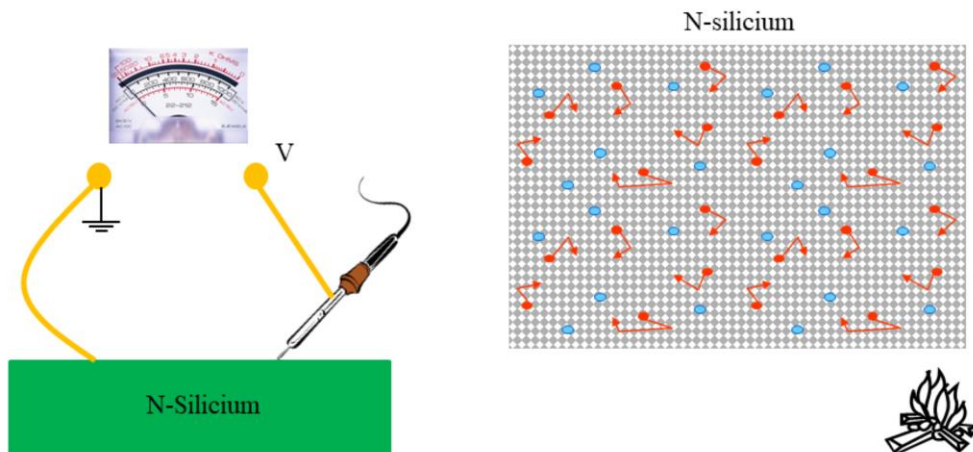
## Exercice E 3.1: jonction $N^+/N$



- Qu'est-ce que la zone de charge dans une jonction  $N^+/N$  à l'équilibre ?
- Quel est le champ électrique ?
- Quelles sont les deux composantes du courant dans cette structure ?
- Décrivez la structure de bande dans cette jonction.



## Exercice 3.2: Hot Plate experiment



Considérons un silicium dopé N. Nous le contactons en deux points. Une pointe est froide, l'autre est simplement constituée d'un fer à souder, chauffant fortement le point de contact. Quel est le signe de la tension  $V$  mesurée sur le contact chaud ?

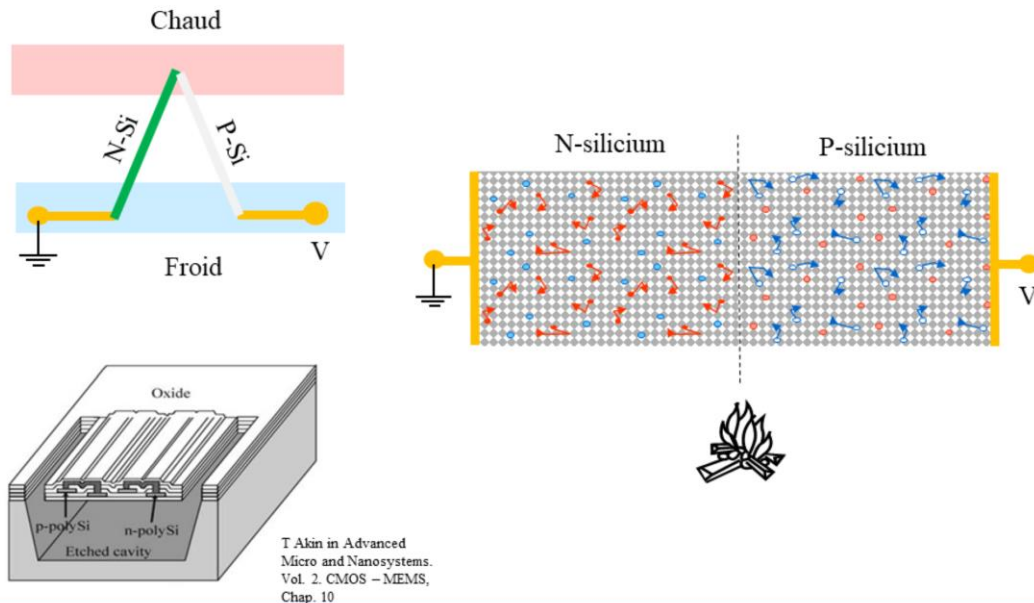
Modèle par analogie: Les porteurs libres se comportent comme des gens sur une piste de dance. Lorsque d'un côté un groupe « s'échauffe », il prend plus de place.

- Esquissez la densité de porteurs libres sur une structure à une dimension.
- Déduisez la densité de charges (zone d'accumulation, neutre et de déplétion).
- Esquissez le champ électrique.
- À partir des charges et du champ électrique esquissez le comportement des bandes.
- Déduisez le signe de la tension  $V$ .
- Que se passe-t-il si le wafer est du P-silicium ?

Remarque: Cette expérience est effectuée pour déterminer simplement le type N ou P d'un wafer.



## Exercice 3.3: Thermocouple



P.A. Besse, EPFL

Ch.3, p.34, "Propriétés de transport"

Composants semi-conducteurs, 2019

Considérons un thermocouple composé d'un silicium dopé N et d'un silicium dopé P. La jonction est chauffée. Quel est le signe de la tension  $V$  mesurée sur le contact P ?

Modèle par analogie: Les porteurs libres se comportent comme des gens sur une piste de dance. Lorsque d'un côté un groupe « s'échauffe », il prend plus de place.

Négligez les effets à la jonction NP et ne considérez que chaque région prise séparément (une région N-Si et une région P-Si).

- Esquissez, dans chaque région, la densité de porteurs libres due à la différence de température.
- Déduisez dans chaque région la densité de charges (zone d'accumulation, neutre et de déplétion) due à  $\Delta T$ .
- Esquissez le champ électrique dans chaque région.
- La tension  $V$  est reliée au champ électrique  $E$  par  $E = -\text{grad}(V)$ . Déduisez le signe de la tension  $V$ .

Remarque: Ce thermocouple peut être intégré en technologie CMOS en utilisant par exemple les contacts N-Poly et P-Poly. Les applications sont pour des senseurs de température ou des capteurs infrarouges (caméras de thermographie).