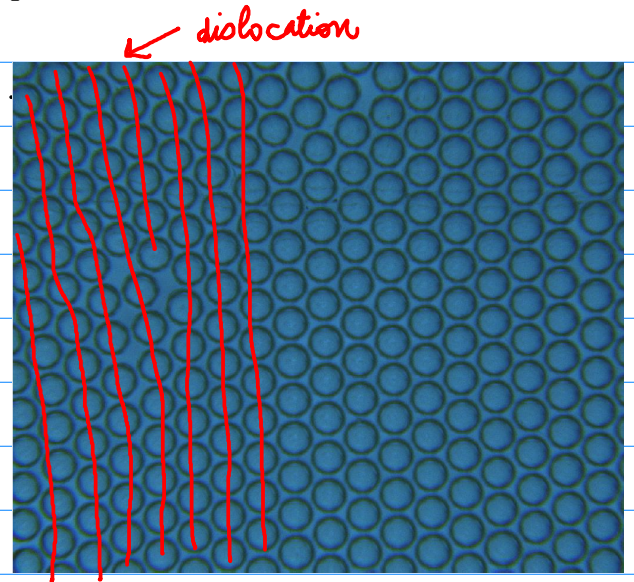
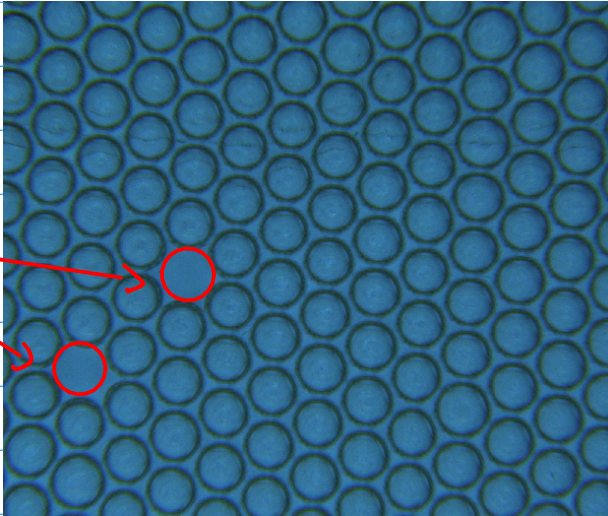


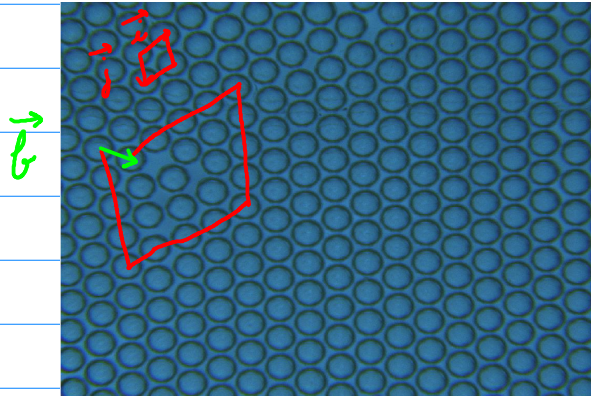
Defauts dans les cristaux

1) Defauts dans un cristal de bulles

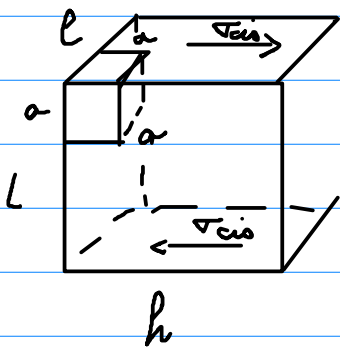
1)



2)



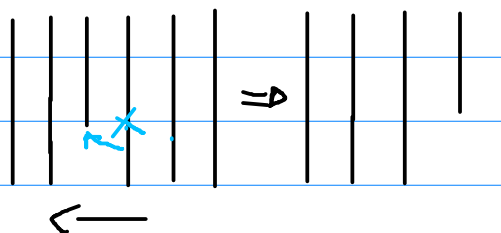
2) Dislocation et déformation plastique



1) Il faut briser $\frac{L \times l}{a^2}$ liaisons

$$U = \frac{L \times l}{a^2} \epsilon$$

2)



La dislocation se déplace vers la droite

3) Là aussi il faut briser $\frac{L \times l}{a^2}$ liaisons $\Rightarrow$ même sup
énergétique total

4) Mais c'est plus simple car on brise les liaisons
successivement $\Rightarrow$ même coût énergétique mais
force différente (plus faible)

3) Diffusion de lacunes

Concentration des lacunes à l'équilibre thermique

1) isovolume (isochore) $dU = -P dV + Q$
 $= C_V dT$ si $dV = 0$
 isobare $dH = V dP + Q$
 $= C_P dT$ si $dP = 0$

2) $S = k_B \ln \Omega$ $\Omega =$ nombre de configurations
possibles
 $= C_N^m = \frac{N!}{m! (N-m)!}$

or $\ln N! \approx N \ln N - N$

$$S = k_B \left(N \ln N - m \ln m - (N-m) \ln (N-m) \right)$$

$$= k_B \left(N \ln \frac{N}{N-m} - m \ln \frac{m}{N-m} \right)$$

On introduit

$$c = \frac{m}{N}$$

$$S = k_B N \left(-\ln(1-c) - c \ln \frac{c}{1-c} \right)$$

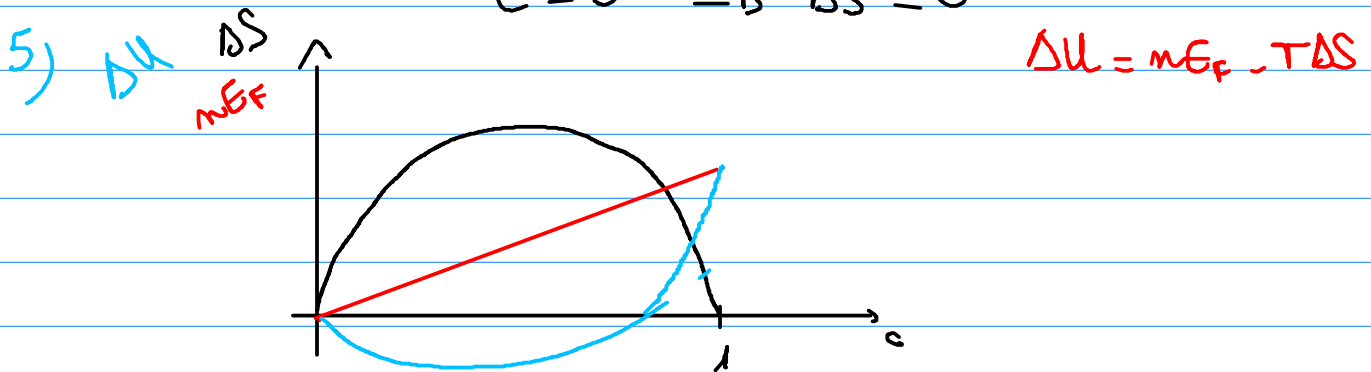
$$= N k_B \left((1-c) \ln(1-c) + c \ln c \right)$$

$$3) \quad \Delta U = -T\Delta S + mE_F \\ = mE_F + k_B T N \left((1-c) \ln(1-c) + c \ln c \right)$$

$$4) \quad \Delta S = - N k_B \left((1-c) \ln(1-c) + c \ln c \right)$$

$$c=1 \Rightarrow \Delta S=0$$

$$c=0 \Rightarrow \Delta S=0$$



$$6) \quad \text{A l'équilibre} \quad \frac{\partial \Delta U}{\partial c} = 0 = mE_F + T N k_B \left(-\ln(1-c) + 1 + \ln c - 1 \right)$$

$$= mE_F + N k_B T \ln \frac{c}{1-c}$$

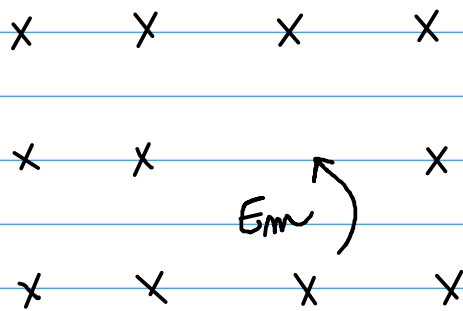
$$\ln \frac{c}{1-c} = - \frac{E_F}{k_B T}$$

$$c = \underbrace{(1-c)}_{\approx 1} \exp \left(- \frac{E_F}{k_B T} \right)$$

$$\approx \exp \left(- \frac{1.6 \cdot 10^{-19}}{1.58 \cdot 10^{-23} \times 300} \right)$$

$$\approx e^{-40} \approx 10^{-18} \text{ lacunes/atome}$$

Coefficient de diffusion des lacunes et des atomes A



1) Diffusion
 $\Delta r^2 = a^2 z$

2) $x(t) = \int_0^t e^{-\frac{E_m}{k_B T}} z$

3) $\Delta r^2 = a^2 \underbrace{\int_0^t z e^{-\frac{E_m}{k_B T}}}_{D_L} dt$

4) $D_A = D_L \times p$
 $p = c$

p = probabilité pour A de diffuser vers une lacune

$D_A = a^2 \int_0^t z e^{-\frac{E_m + \overbrace{E_A}^{E_A}}{k_B T}} dt$

Dans le tableau, $E_m + E_f \simeq E_A$ en accord avec le modèle.