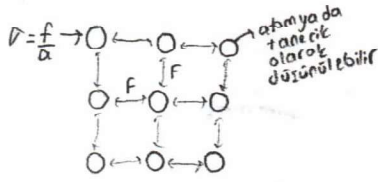


Bunları kullanarak spesifik yüzey enerjisi formülü; $\gamma = \frac{N\mu}{2}$

N ; tanecik üzerindeki birim alandaki kırılmıs bağ sayısı

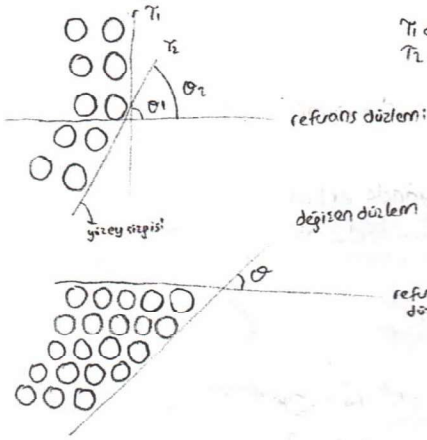


Diğer taraftan etkili kuvvetler anizotropik kuvvetler şeklinde düşünebilir. İki etkili kuvvetler izotropiktir.

γ (spesifik yüzey enerjisi) birimi = $\frac{J}{m^2}$

$\gamma_T = \gamma_0 + \gamma_s$
 Total yüzey enerjisi = izotropik kuvvetlerden gelen yüzey enerjisi bileşeni + atımlara dışardaki kuvvetlerden gelen yüzey enerjisi bileşeni

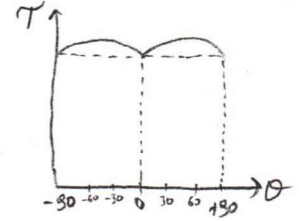
Yüzey enerjisi kavramı kristal düzlemlerinin yönelimlerine göre değişir. Yönlenimden basit şudur; mesela (001) düzleminin yüzey enerjisi (111) düzleminde farklı olur.



γ_1 düzleminin refrans düzlemi ile yaptığı açısı θ_1
 γ_2 düzleminin refrans düzlemi ile yaptığı açısı θ_2 farklı orantıya olduklarından dolayı burada;

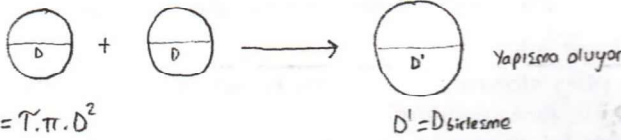
$\gamma_1 \neq \gamma_2$

$\gamma_\theta = \frac{U}{2a} |(\cos\theta + \sin\theta)|$ $\theta = 0^\circ - 180^\circ$



-60 ve +60 da θ nin max düzey
 -90, 0, +90 da min düzeyde

İki küresel nanotanecek birleşmesi



$\gamma_a = \gamma \cdot \pi \cdot D^2$
 $= 2\gamma \pi D^2$ → birleşmeden önceki toplam yüzey enerjisi

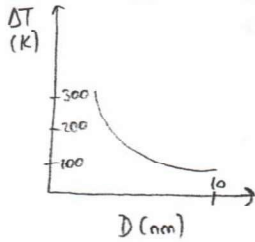
γ sabittir sadece D değişir.
 $= \gamma \pi D'^2$ birleşme

Deneyisel olarak bulunmuş D birleşme = $2^{1/3} \cdot D$ D' birleşme = $2^{2/3} \cdot D^2$

$\gamma \pi D'^2$ oluşan taneciklerin yüzey enerjisi birleşmeden önceki 2 nanotaneceğin yüzey enerjileri toplamından küçüktür.

Yüzey enerjisi farkı = $2\gamma \pi D^2 - \gamma \pi D'^2$
 $= \gamma \pi D^2 (2 - 2^{2/3})$

Toplanmadan veya birleşmeden sonra oluşan bu yüzey enerjisi farkı ortamda sıcaklık artışına ve sıcaklık sırtılaşmasına yol açar. Sıcaklık sırtılaşması terimi ΔT ile gösterilir.



$\Delta T = \frac{\gamma}{\rho C_p} \cdot \frac{0.413}{D}$
 C_p başta başındaki ısı kapasitesi

$\Delta T \sim \frac{1}{D}$ sıcaklık artışı γ ile ters orantılıdır.

Sıcaklık sırtılaşması olduğu zaman bu sıcaklık artışı nanotaneceklerin birleşmesini daha kolay kılar. Tane büyümesi esnasında da büyüyen tanecikte de yüzey enerjisi azalır.

D_{ilk} , D_{son}

Q ; bir maddenin yüzey enerjisinin değişimi (azalımı)

n ; molekül sayısı (tanecik sayısı)

V ; hacim

ρ ; özkütle

$Q = \gamma \left(\frac{V_{son}}{V_{ilk}} A_{ilk} - A_{son} \right) \cdot \frac{M}{\rho V_{son}}$
spesifik yüzey en.

$Q = \frac{\gamma M A_{ilk}}{\rho V_{ilk}} - \frac{\gamma M A_{son}}{\rho V_{son}}$ $\frac{M}{\rho V_{ilk}}$ → tanecik sayısı

A_{ilk} : büyümeden önceki 1 tanecik yüzey alanı

A_{son} : büyüme sonucundaki 1 tanecik yüzey alanı