

Polymeeriketjujen liike kiinteiden esteiden välissä

Pasi Ritaluoto

Teoreettisen fysiikan syventävien
opintojen seminaari

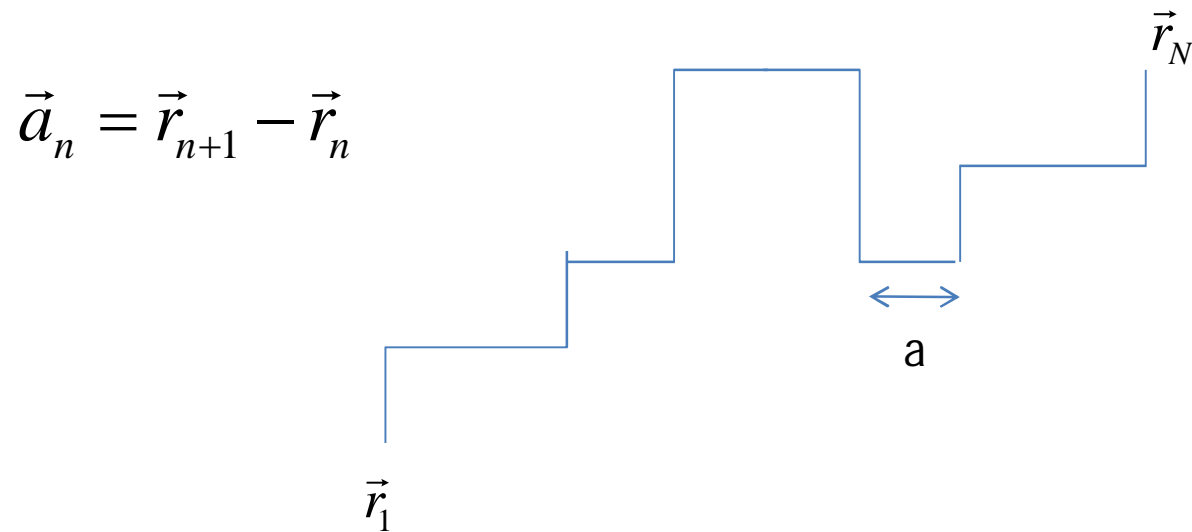
24.3.2011

Sisältö

- Tarkasteltavan systeemin kuvaus
- Kokeelliset havainnot
- Miten teoria selittää havainnot

Polymeeriketjuista

Tarkastellaan polymeeriketjua N:n perättäisen satunnaiskävelyn tuloksena



Ketjun päiden välinen etäisyys

$$\langle \vec{a}_n(t) \cdot \vec{a}_m(t) \rangle = \delta_{nm} a^2$$

$$\vec{P} = \vec{a}_1 + \vec{a}_2 + \dots + \vec{a}_N = \sum \vec{a}_n$$

$$\langle \vec{P}^2 \rangle = \sum_{nm} \langle \vec{a}_n \cdot \vec{a}_m \rangle = \sum_n \langle \vec{a}_n^2 \rangle = Na^2 = R_0^2$$

$$\Rightarrow R_0 \approx \sqrt{Na}$$

Kokeelliset havainnot

Mitataan systeemin venymää ajan funktiona, kun jännitys on askelfunktio

Kun $t \ll T'$, lasimainen käyttäytyminen

Kun $T' < t < T''$, kumimainen käyttäytyminen $J(t) = J_e^o$

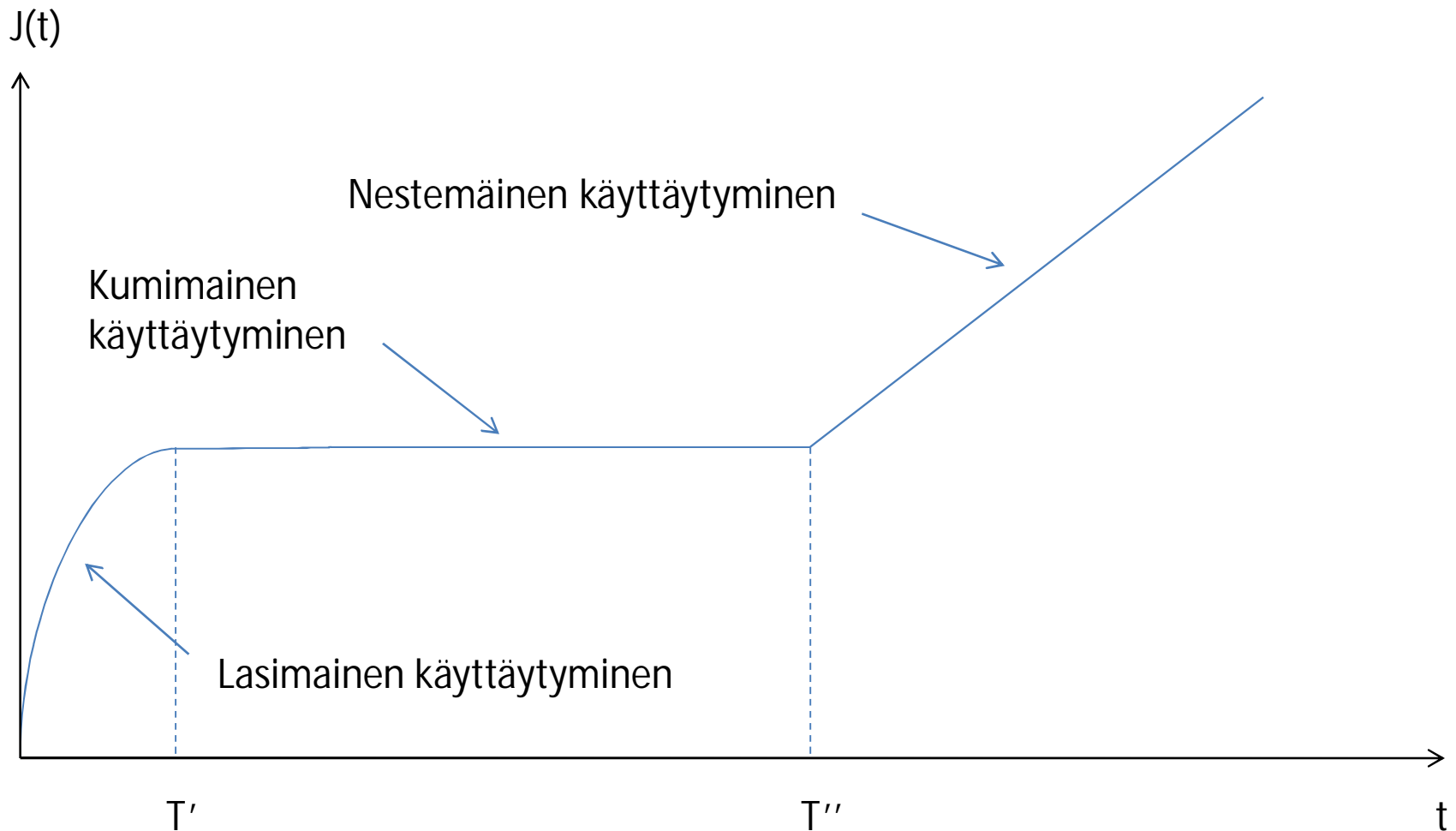
Kun $t > T''$, nestemäinen käyttäytyminen $J(t) = J_e^o + (t / \eta)$

$$\sigma(t) = \theta(t)$$

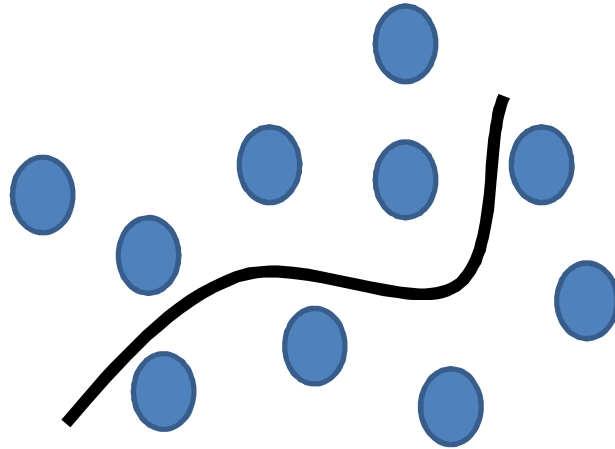
$$e(t) = \sigma J(t)$$

$$T'' \propto M^{3,3}$$

Jännitys-venytys kuvaaja

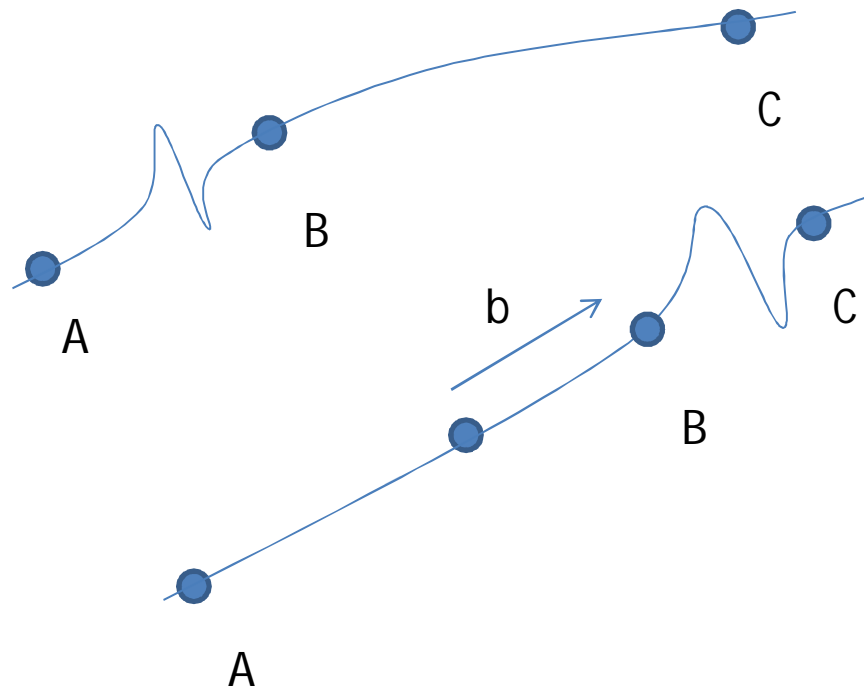


Tarkasteltava malli



Polymeerigeelin ryömimismalli

$$s_n - s_m = (n - m)a - vb$$



Diffuusioyhtälö virheille

$$\rho = v / (n - m)a$$

$$\partial \rho_n / \partial t - \Delta \partial^2 \rho_n / a^2 \partial n^2 = 0$$

$$\rho_0 = \rho_N = \bar{\rho}$$

$$\Rightarrow \rho_n - \bar{\rho} = \sum_p c_p \sin(p\pi n / N) \exp(-t / \tau_p)$$

$$\tau_p = \left(1 / \pi^2\right) \left[(Na)^2 / \Delta p^2 \right]$$

$$T_d \equiv \tau_{(p=1)} = \pi^{-2} (Na)^2 / \Delta$$

$$T_d = T'?$$

Ketjun päiden välinen korrelaatiofunktio

$$\phi(t) = \sum_{nm} \langle \vec{a}_n(0) \vec{a}_m(t) \rangle = a^2 \sum_{nm} G_{nm}(t)$$

$$G_{nm}(0) = \delta_{nm}$$

$$\Rightarrow \phi(t) / Na^2 = \left(8 / \pi^2\right) \sum_{(p=\text{pariton})} (1 / p^2) \exp(-p^2 t / T_r)$$

$$T_r = (Na)^3 / \pi^2 \bar{\rho} b^2 \Delta$$

$$t < T_r \Rightarrow \phi(t) \rightarrow Na^2$$

$$T_r = T''?$$

Kirjallisuutta

- P. G. de Gennes, *J. Chem. Phys.* 55, 572 (1971)