



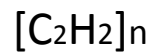
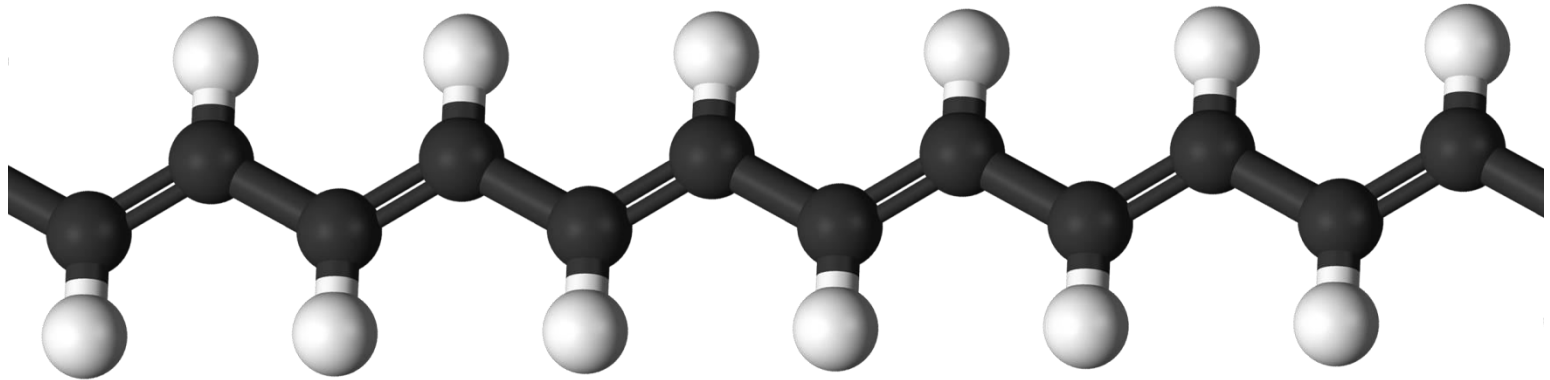
ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

## ჰუბარდის მოდელი გამტარი პოლიმერებისათვის

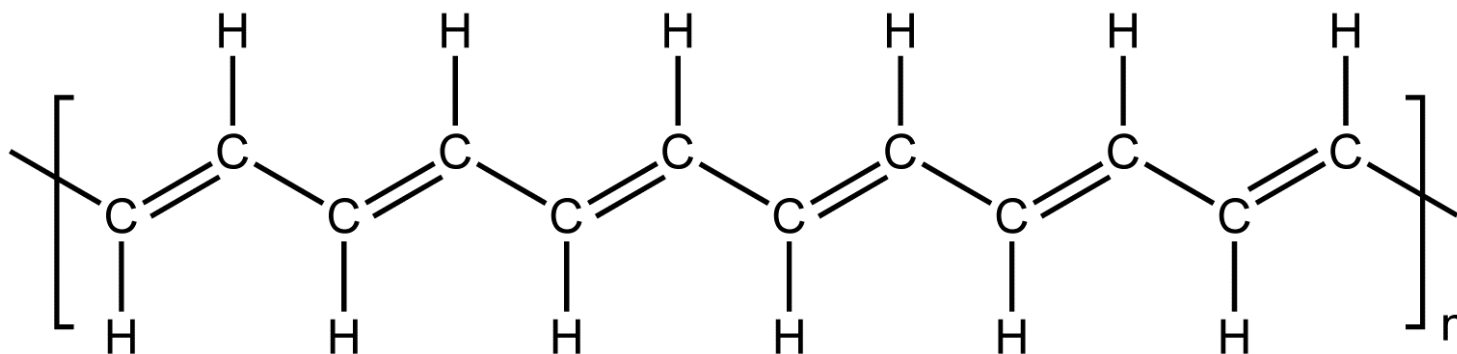
მიხეილ ციციშვილი, სიღნაღი, 2016

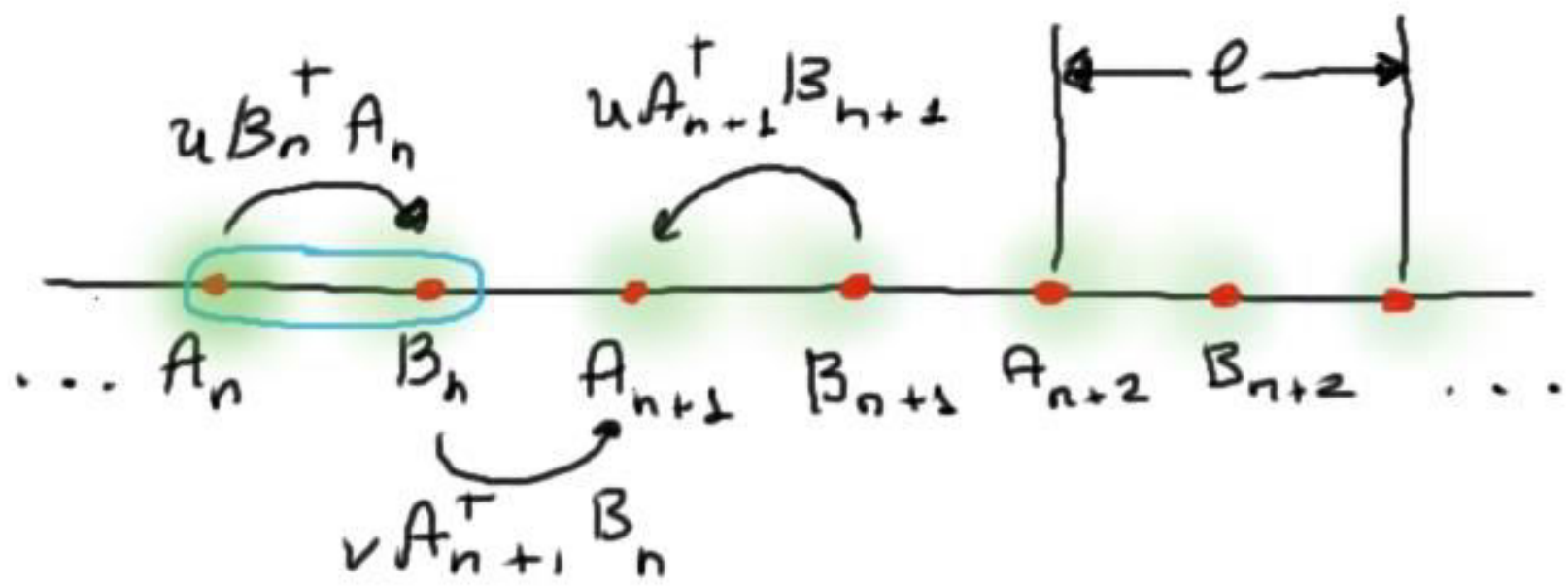
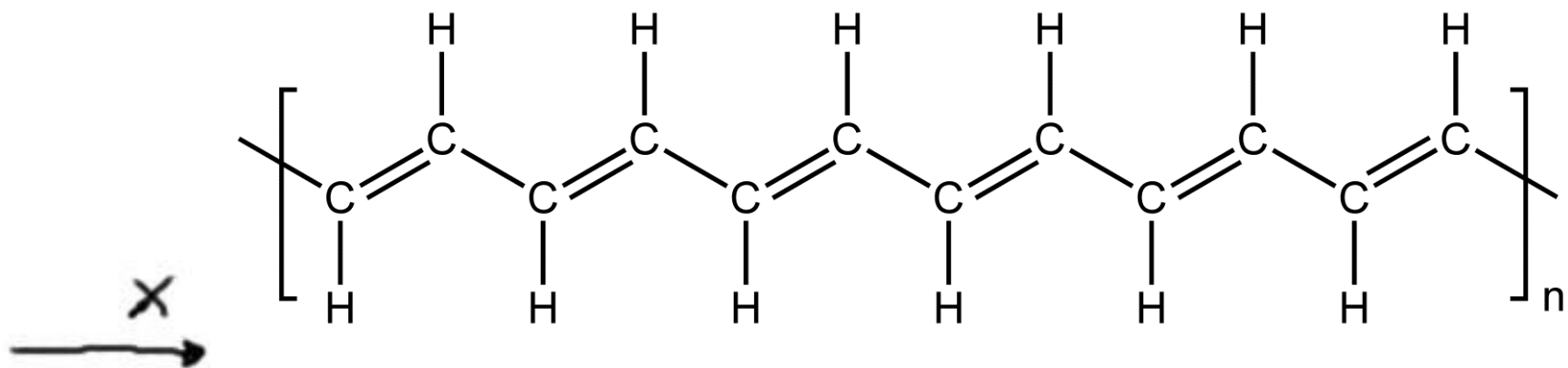
# გამტარი პოლიმერები

ჰუბარდის მოდელი პოლიაცეტილენის პოლიმერული მოლეკულისათვის



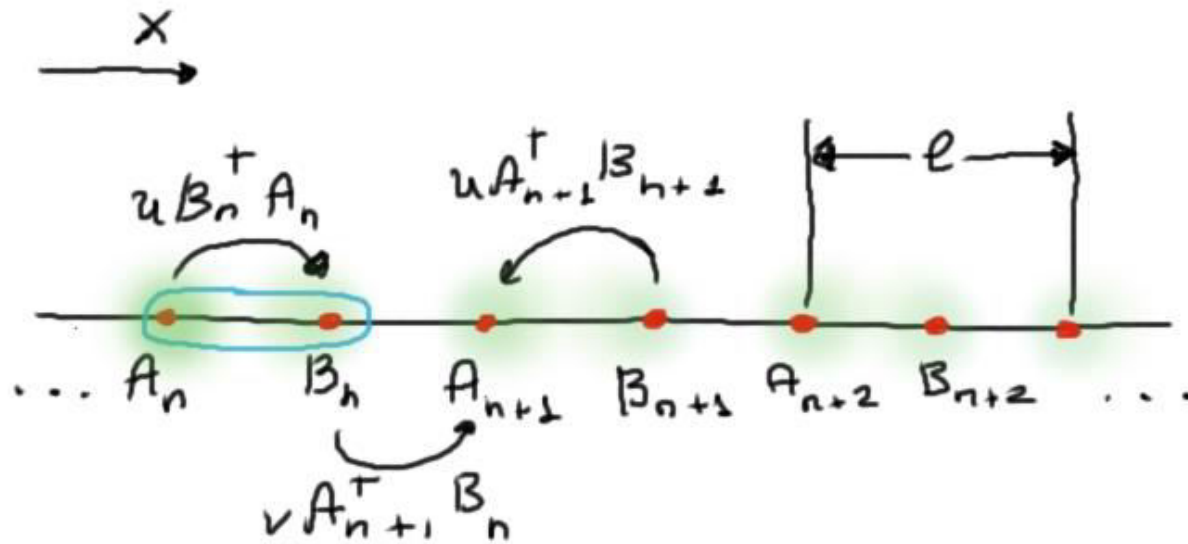
# მესერის მოდელი





$$A(x) = A(nl) \equiv A_n$$

# ჰუბარდის ჰამილტონიანი მჭიდრო ბმისათვის



$$A(x) = A(nl) \equiv A_n$$

$$H = \sum_{n=-\infty}^{+\infty} u B_n^\dagger A_n + v A_{n+1}^\dagger B_n + h.c$$

# ჰამილტონიანის დიაგონალიზაცია

$$A_n = \int_{BZ} A(k) e^{ikx} dk = \int_{BZ} A(k) e^{ikln} dk$$

$$B_n = \int_{BZ} B(k) e^{ikx} dk = \int_{BZ} B(k) e^{ikln} dk$$

$$x = nl$$

$$\begin{aligned}
\sum_{n=-\infty}^{+\infty} B_n^\dagger A_n &= \sum_{n=-\infty}^{+\infty} \int_{BZ} B^\dagger(k) e^{-ikln} dk \int_{BZ} A(k') e^{ik'ln} dk' = \\
&= \int_{BZ} B^\dagger(k) A(k) dk
\end{aligned}$$

$$\sum_{n=-\infty}^{+\infty} A_{n+1}^\dagger B_n = \int_{BZ} A^\dagger(k) B(k) e^{-ikl} dk$$

$$\begin{aligned}
H &= \sum_{n=-\infty}^{+\infty} u B_n^\dagger A_n + v A_{n+1}^\dagger B_n + h.c = \\
&= \int_{BZ} [u A^\dagger B + v A^\dagger B e^{-ikl} + u B^\dagger A + v B^\dagger A e^{ikl}] = \\
&= \int_{BZ} [A^\dagger (uB + vB e^{-ikl}) + B^\dagger (uA + vA e^{ikl})] =
\end{aligned}$$



$$\Psi = \begin{pmatrix} A \\ B \end{pmatrix}, \quad \Psi^\dagger = \begin{pmatrix} A^\dagger & B^\dagger \end{pmatrix}$$

$$\int_{BZ} \begin{pmatrix} A^\dagger & B^\dagger \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0 & u + vBe^{-ikl} \\ u + vBe^{ikl} & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} A \\ B \end{pmatrix} dk$$

# პირველადი დაკვანტვის ჰამილტონიანი

$$H = \int_{BZ} \Psi^\dagger \bar{H} \Psi dK$$

$$\bar{H} = \begin{pmatrix} 0 & u + ve^{-ikl} \\ u + ve^{ikl} & 0 \end{pmatrix}$$

# ენერგეტიკული სპექტრი

$$\det(\bar{H} - \varepsilon) = 0$$

$$\varepsilon = \pm \sqrt{u^2 + v^2 + 2uv \cos(kl)}$$

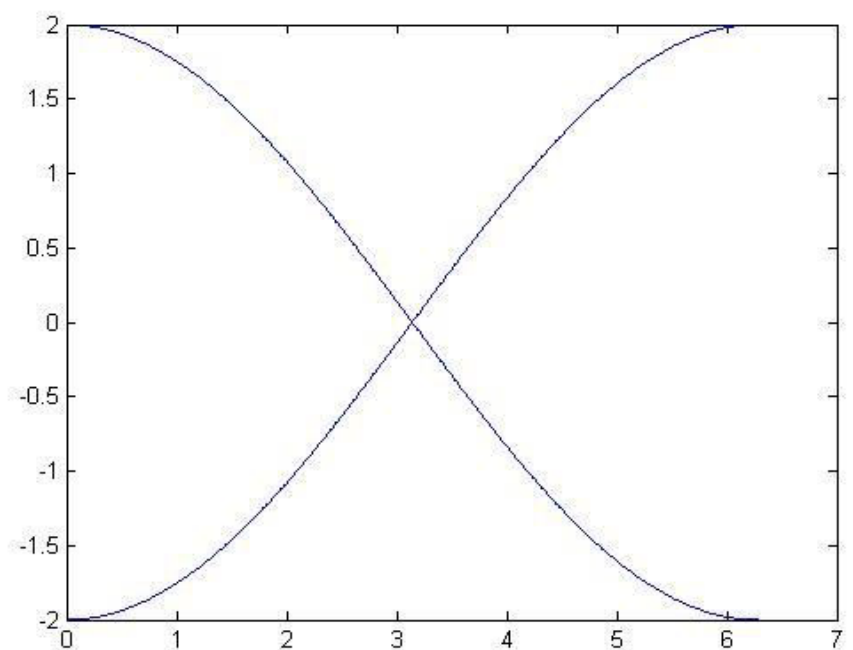
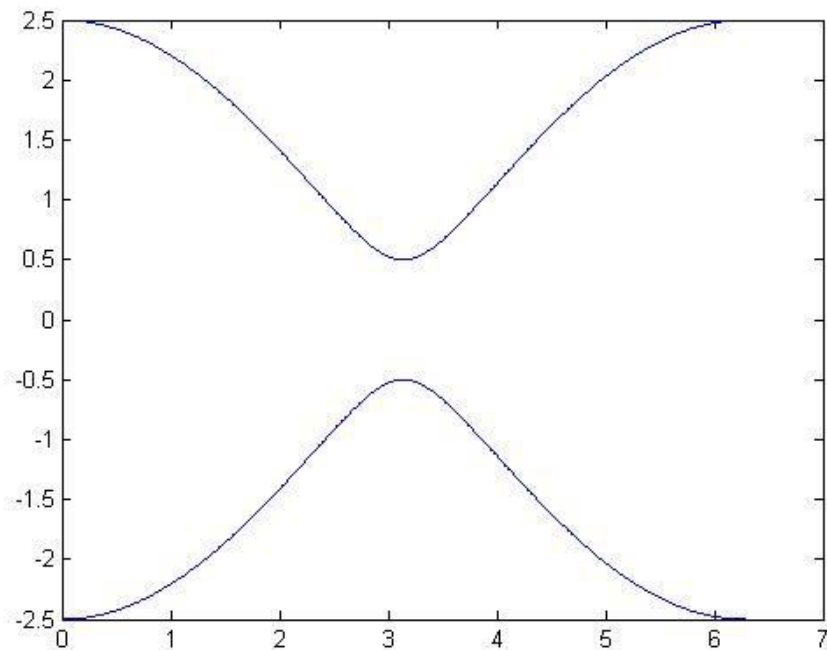
# ენერგეტიკული სპექტრი

$$\varepsilon = \pm \sqrt{u^2 + v^2 + 2uv \cos(kl)}$$

$u < v$

$u > v$

$u = v$



# ჰამილტონიანის პაულის მატიცეებით წარმოდგენა

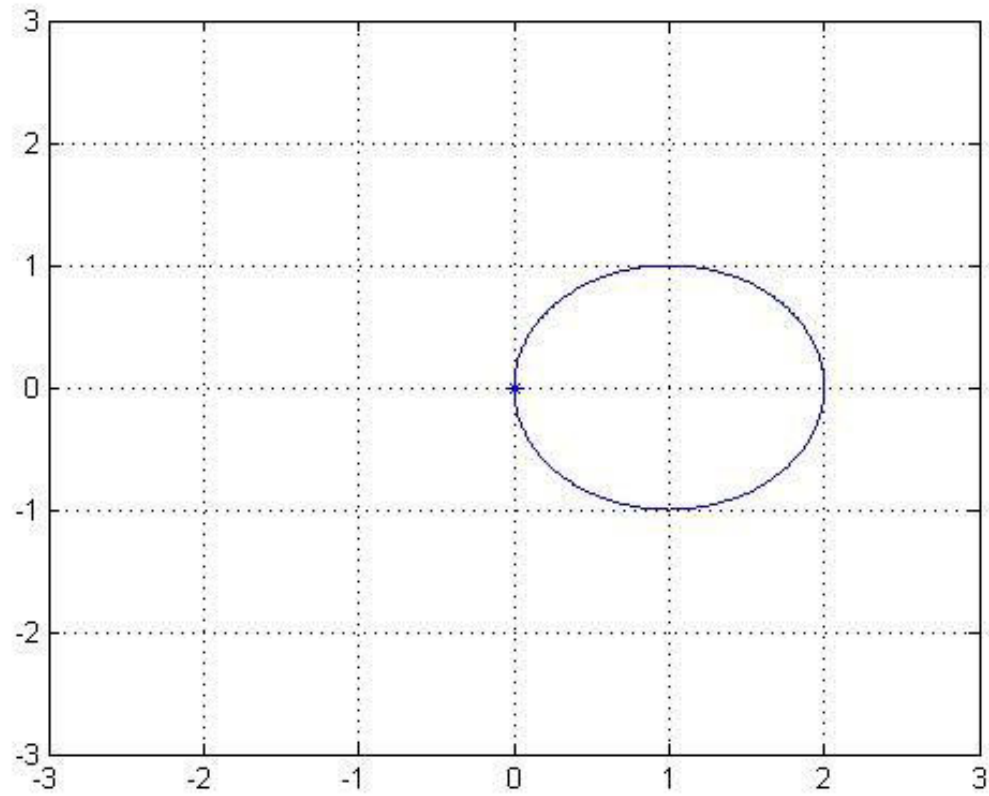
$$\bar{H} = \begin{pmatrix} 0 & u + ve^{-ikl} \\ u + ve^{ikl} & 0 \end{pmatrix} =$$

$$= \begin{pmatrix} 0 & u + v\cos(kl) - iv\sin(kl) \\ u + v\cos(kl) + iv\sin(kl) & 0 \end{pmatrix}$$

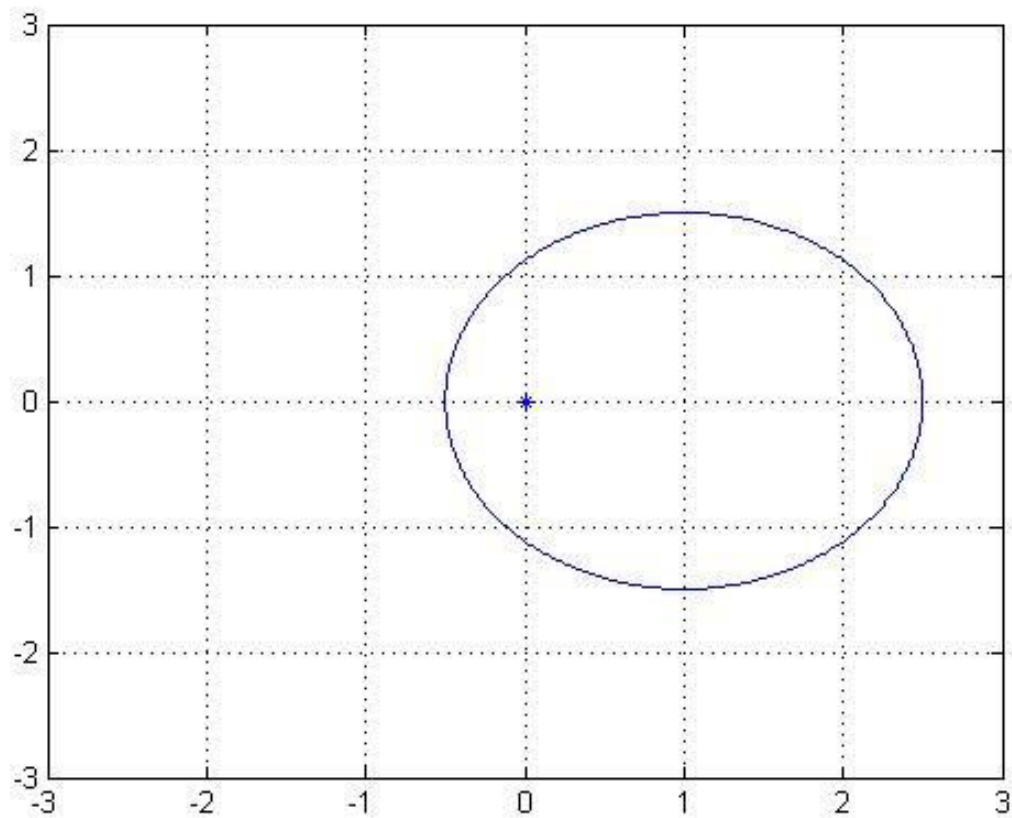
$$\begin{aligned}\bar{H} &= h_x \sigma_x + h_y \sigma_y = \\ &= [u + v \cos(kl)] \sigma_x + v \sin(kl) \sigma_y\end{aligned}$$

$$\vec{h} = (h_x, h_y)$$

$$u = v$$

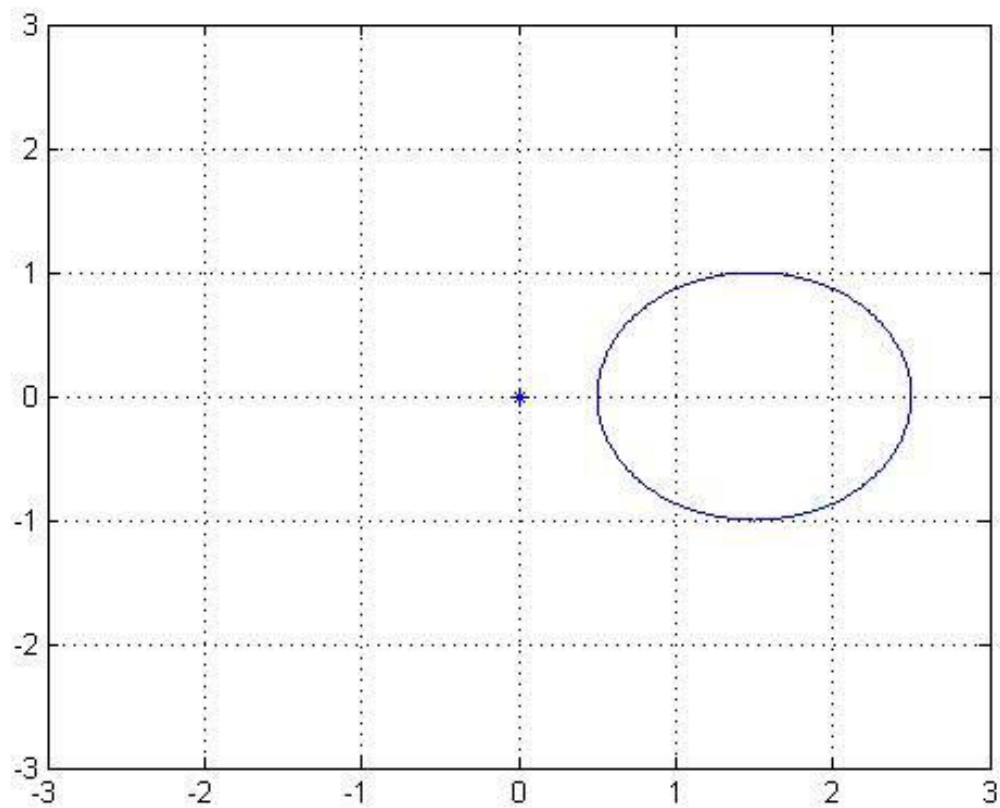


$$u < v$$





$$u > v$$



გმადლობთ ყურადღებისათვის