INTELLIGENTSED SÜSTEEMID

SISSEJUHATUS

Professor Bugajevi küsimus

- Kas keegi siinviibijaist **teab**, mis on **intellekt** ?

Bugajev Nikolai Vassiljevitš (1837 – 1903)

Intellekti määratlusi

- **Intellekt** (ld *intellectus*) - mõistus, aru, mõtlemisvõime; inimesele omane võime maailma tunnetada; kõrgemate loomade võime uues olukorras otstarbekalt käituda (Võõrsõnade leksikon. 6. Trükk 2000. Lk 431)
- **Tehisintellekt** – tehisaru, arvuti suutlikkus jäljendada inimese vaimset tegevust (Eesti Entsüklopeedia. 1996. Lk 338)
- **Süsteemi intellekt** – süsteemi suutlikkus opereerida teadmistega (P. Lorents. 2004. Süsteemse käsitluse alused. Lk 49)

Mõned intellekti avaldumisvormid

- Põhjendamine
  - Matemaatiline tõestamine
  - Loogiline mõtlemine
  - Probleemide lahendamine
  - Mõistatuste nuputamine
- Teadmine
  - Maailmaga seostuvate teadmiste kogumine
  - Eksperdiks olemine mingis teatud valdkonnas
  - Arusaamine asjade põhiolemusest, ülesehitusest, funktsioneerimisest
- Interpreteerimine
  - Sisendite, signaalide tõlgendamine
  - Tunnetamine, arusaamine
  - Võimalike järelduste illustreerimine
  - Põhjendamine situatsioonis, kus andmed on ebapiisavad, kahemõttelised, vastuolulised

Intellekti avaldumisvormid (jätk)

- Käitumine
  - Eesmärkide saavutamine
  - Efektiivne tegutsemine
  - Oskuste demonstreerimine, kooskõlastamine
  - Hea otsuse tegemine
  - trade off short term *versus* long term reward (Kompromiss lühi- ja pikaajalise kasu vahel?)
  - Ellu jäämine
- Õppimine
  - Käitumise adapteerimine (adapt behaving)
  - Teadmiste omandamine
  - Efektiivsuse tõstmine kogemustega

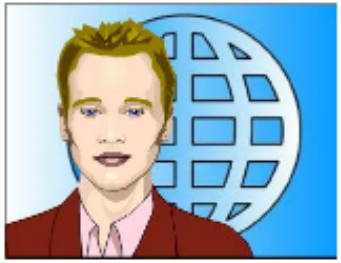
  [SMPUT 366: Intelligent Systems: Dale Shuurmans]

A. L. I. C. E. Artificial Intelligence Foundation

http://alice.pandorabots.com/

Get ALICE Showcase Edition with talking **Sitepal** avatar.

CallMom ALICE 2.0 Android app



A.L.I.C.E. and judge

You said: How are you?
A.L.I.C.E.: I am functioning within normal parameters.

You say: Say

Join the ALICE A.I. Foundation.

Conversation Log:

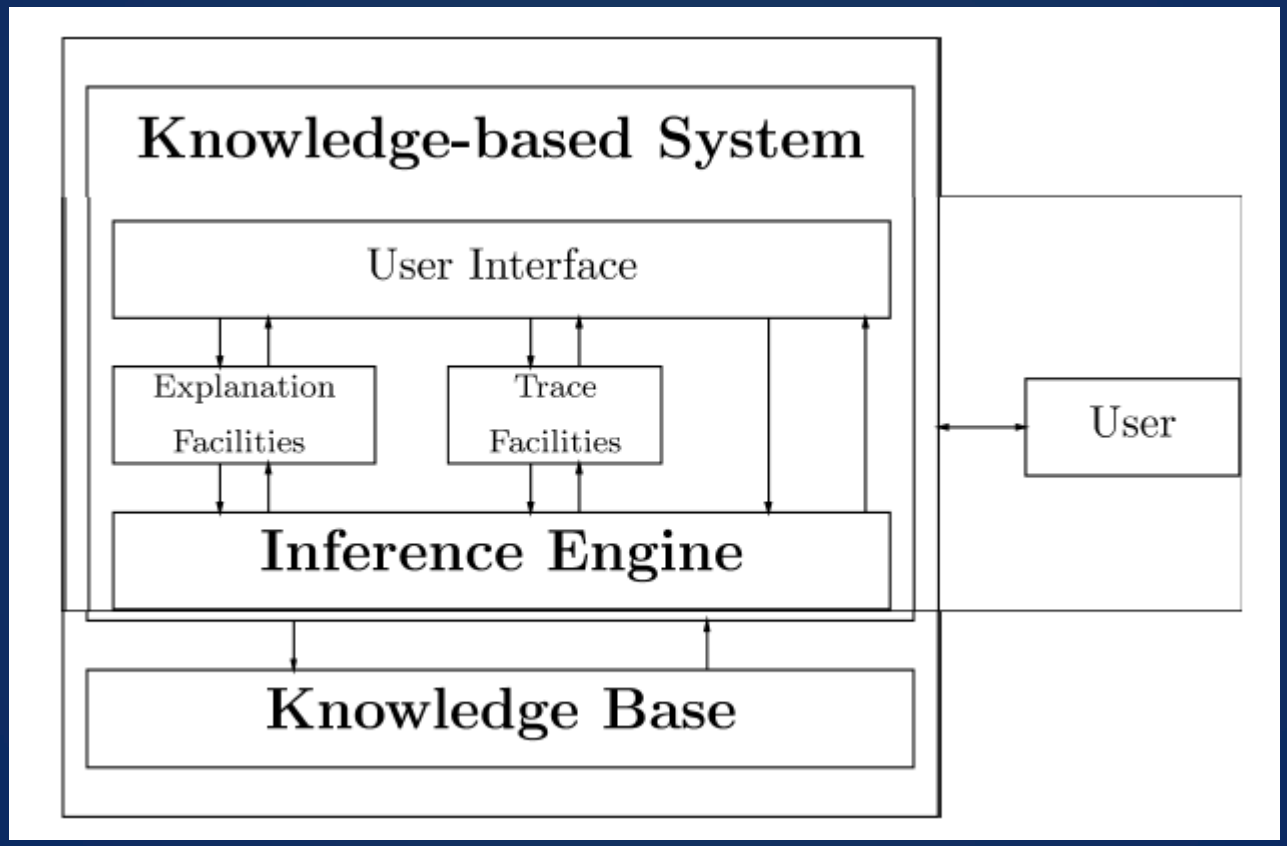
judge: Hello
ALICE: Hi there!
judge: How are you?
ALICE: I am functioning within normal parameters.

Intelligentse süsteemi näide

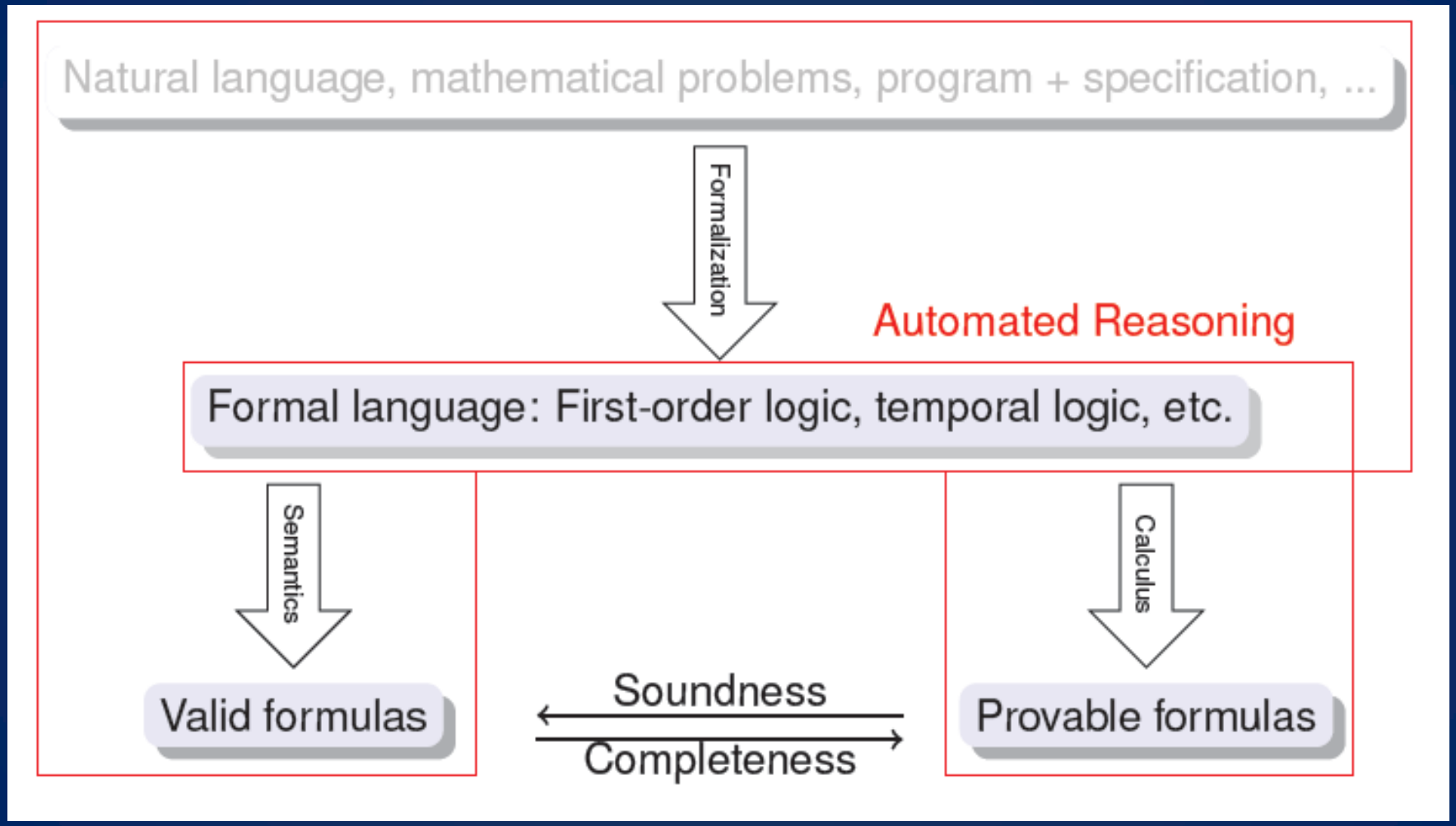
- MYCIN – ekspertsüsteem meditsiinis, väljatöötatud Stanfordi ülikoolis 1970 aastate alguses
- Tuletamise “masin”. Kasutas teadmiste baasi, mis sisaldas umbes 600 reeglit
- Sobiv teraapia 69%

Edward H. Shortliffe
www.shortliffe.net

Teadmistega opereerivate süsteemide ülesehituse üks võimalik põhimõte



Automaatne Arutlus



Ekspertsüsteemid ja semantika

EXPERT SYSTEM
SEMANTIC INTELLIGENCE

www.expertsystem.net

Cogito, the semantic software that understands the meaning of words
COGITO

Mõned näited veel

- Robotid (sh automatiseeritud autod, Honda robot vms)
- Automaatne teoreemide tõestamine
- Logistika süsteemid (nt sõjas: inimesed, asjad, transport)
- Microsoft Answer Wizard
- Intelligentsed mängud (näiteks male, eleusis)

Honda Robot Will Conduct Detroit Symphony

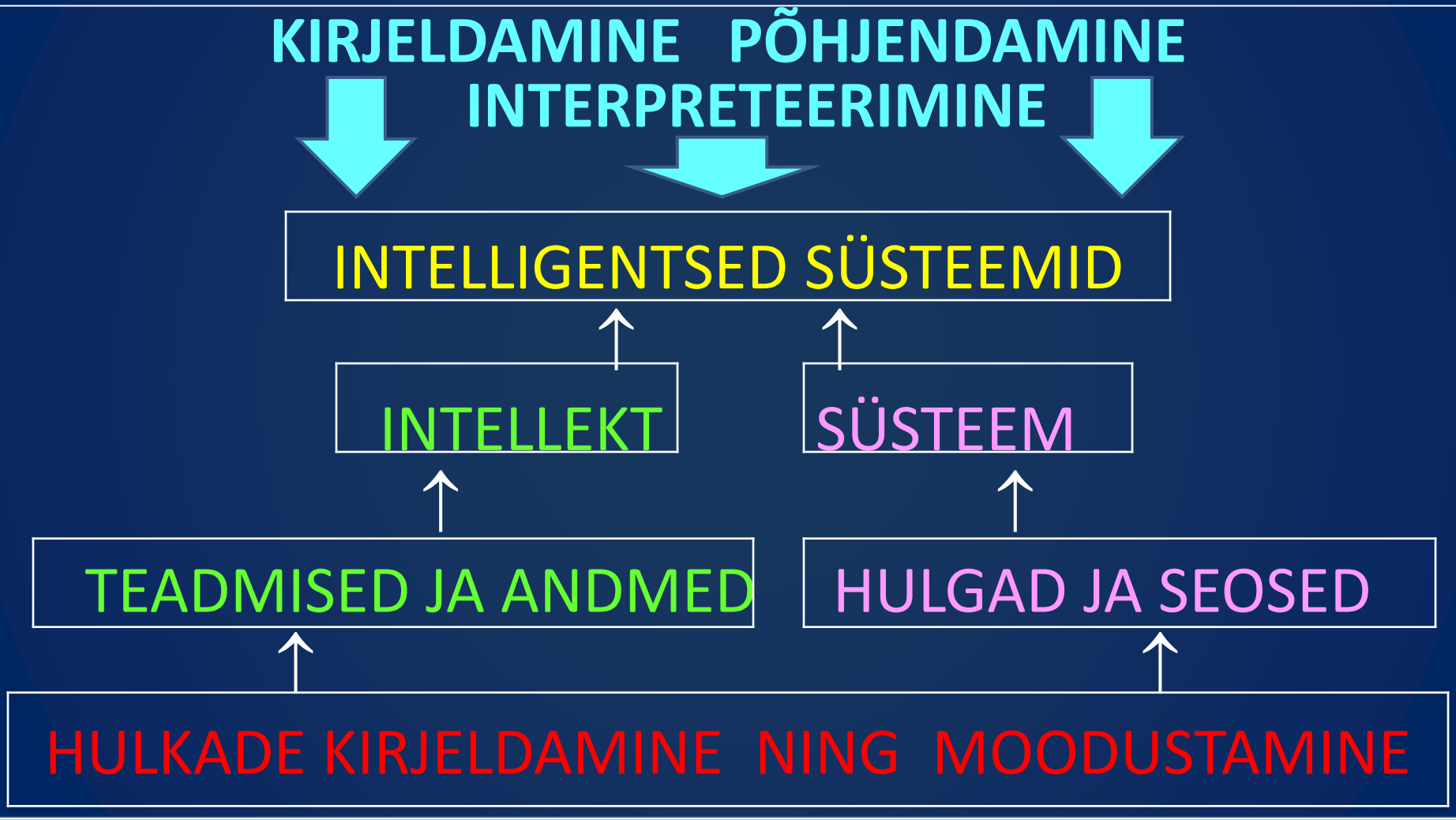
http://www.wired.com/listening_post/2008/04/hondas-robot-wi/

Intelligentne robot

Mis on oluline intelligentsete süsteemide korral?

- Süsteemide usaldusväärsus
  - Süsteemi koostatud kirjelduste selgus ja paikapidavus
  - Kirjeldustest lähtuvate põhjenduste korrektsus
  - Mittevastuolulisus
  - Testitavus
- Kommunikatsiooni võimalus (näiteks sisestus-väljastus inimesele arusaadavas keeles)

Materjali ülesehitus



Fundamentaalmõisted

- Mõisteid, mida uuritava valdkonna käsitlemise juures **ei määratleta**, nimetame **fundamentaalseteks**- ehk **fundamentaalmõisteteks**
- **Märkus.** Mõisted, mida ühe valdkonna mingi käsitluse korral loetakse fundamentaalseteks, ei pruugi seda olla mõnes teises valdkonnas või teise käsitluse juures

Näide 1. Naturaalarvu mõiste formaalses aritmeetikas **on** fundamentaalne, hulgateoorias aga **mitte**.

Näide 2. Punkti, sirge ja tasandi mõisted geomeetria aluste mõnes käsitluses **on** fundamentaalmõisteteks. **Mõne teise käsitluse** korral on fundamentaalseks küll punkti mõiste, kuid sirge ning tasandi mõiste kuuluvad samas määratlemisele (st, et **pole** fundamentaalsed).

Mõned olulisemad fundamentaalmõisted

- Tähiseks-tähenduseks olemine (binaarne hulkadevaheline seos)
- Hulk
- Elemendiks olemine (binaarne hulkadevaheline seos)
- Põhilised loogilised operaatorid:

- negatsioon
- konjunktsioon
- disjunktsioon
- implikatsioon
- ekvivalents
- kvantorid

Mõisted ja sümbolid

Mõistetest kõneldes ja kirjutades kasutame tavaliselt sõnu ja lühendeid. Näiteks **log** kujutab endast lühendit sõnast logaritm. Kirjutamise korral kasutatakse ka n-ö erisümbolid. Näiteks üksikud tähed ja n-ö stiliseeritud tähed. Tavaliselt vastavate sõnade esitähed. Näiteks oli mitmetes arvuteooria raamatutes arvu täisosa tähisena kasutusel tähemärk **E**, prantsusekeelsest sõnast *entier* - täisosa. Ühendi tähisena kasutatakse hulgateoorias sümbolit $\cup$, mis kujutab endast sõna *union* esitähe u stiliseeringut. Lisaks veel märgid, mida ei esine sõnade kirja panemiseks loodud tähestikes. Näiteks liitmistehte märk **+**.

<u>Oluline märkus.</u> Sümbolile sõnadest moodustatud tähenduse omistamine pole iseenesest veel mõiste defineerimine.

<u>Näide.</u> Kirjutis $\in$ *elemendiks olemise seos* pole elemendiks olemise definitsioon (parimal juhul vaid märgi $\in$ definitsioon)

Olulisemad sümbolid

- Tähiseks tähenduseks olemise seose sümboliks on $\int$
- Hulga sümboliks on sobiv ladina või kreeka vms tähestikust pärit tähemärk
- Elemendiks olemise sümbol on $\in$
- Negatsiooni sümbol on $\neg$
- Konjunktsiooni sümbol on $\&$
- Disjunktsiooni sümbol on $\vee$
- Implikatsiooni sümbol on $\supset$
- Ekvivalentsi sümbol on $\Leftrightarrow$
- Olemasolu kvantori sümboliks on $\exists$
- Üldsuskvantori sümboliks on $\forall$

Fundamentaalprintsiibid

- Tõdesid, mida uuritava valdkonna käsitlemise juures **ei põhjendata**, nimetame **fundamentaalseteks**- ehk **fundamentaalprintsiipideks** ehk **aksioomideks** ehk **(põhi)postulaatideks.**
- **Märkus.** Printsiipe, mida ühe valdkonna mingi käsitluse korral loetakse fundamentaalseteks, ei pruugi seda olla mõnes teises valdkonnas või teise käsitluse juures.

  Näide. Kuulus *välistatud kolmanda seadus* on mõnes loogikas aksioomiks, mõnes aga tõestatavaks väiteks. Mõnes loogikas (nt intuitsionistlikus) ei see ega teine.

Fundamentaalprintsiipide rollist

- ***Fundamentaalprintsiipides väljendub vaadeldava valdkonna fundamentaalmõistete olemus***

- Mingis mõttes võib öelda, et fundamentaalprintsiibid seostavad fundamentaalmõisteid, avades nii nende mõistete abil nimetatavate asjade olemust ja omadusi.

Määratlemine

- Määratlemine on **tegevus**, mille tulemusena seostatakse omavahel tähiseks-tähenduseks olemise (fundamentaal)seose abil kaks asja, millest esimest nimetatakse **tähiseks** ja teist **tähenduseks.**
- **Märkus.** Sageli kujutavad määratlustes figureerivad asjad endast tekste. Kuid see ei pruugi mitte alati nii olla.

Näited. Liiklusmärgid, fooride tuled, reguleerija märguanded jms omavad tähendust liiklejale. Punakas taevas päikeseloojangul, baromeetri näidu järsk langemine, lindude käitumise teatavad iseärasused jms, omavad tähendust ilmatargale. Kuriteopaigas olevate esemete asendid, seisundid, vahel isegi lõhnad jms, omavad tähendust kriminalistile.

Tähiseks tähenduseks olemise seos

- Sümbol ∫ kujutab endast stiliseeritud S-tähte ning seeläbi seostub mitmete asjakohaste sõnadega, nagu näiteks
- Signum (lad *märk*)
- Signe (prants *tähis*)
- Signification (ingl *tähendus*)

Kirjutist **A∫B** loeme järgmiselt:

- **A tähenduseks on B** või
- **B tähiseks on A** või “veidi lohakamalt”
- **A on B**

Tähiste ja tähenduste näiteid

- Rootsi ∫ Rootsi kuningriik
- Jne ∫ ja nii edasi
- £ ∫ Inglise nael
- Mehe küljeluu ∫ naine
- % ∫ sajandik
- Raske isa ∫ tähtis mees
- Loomade kuningas ∫ lõvi
- UN ∫ ÜRO
- dom f ∫ funktsiooni f määramispiirkond

Märkus. Sümbolid ja tekstid pole ainsad asjad maailmas, mis võivad olla tähise või tähenduse rollis.

Tähiseks-tähenduseks olemise seose olulisemad omadused

- **Kindel ise-endaga seotus (refleksiivsus)**
- **Võimalik üheaegne seotus mitmega (anunikaalsus ehk mitte-ühesus)**
- **Seotuse edasikanduvus (transitiivsus)**
- **Mõlematpidi mitteseotuse võimalikkus (asümmeetria)**
- **Mõlematpidi seotuse olenevus ühise tähenduse olemasolust (antisümmeetria)**
- **Lõputute tähendusahelate puudumine (fundeeritus)**

Seose ∫ refleksiivsus

- A∫A mistahes A korral

Seose ∫ mitteühesus

- **Asjadel võib esineda mitmeid erinevaid tähiseid ning tähendusi**

Näide 1.

- π ∫ ringijoone pikkuse ja diameetri suhe
- 3,141… ∫ ringijoone pikkuse ja diameetri suhe

Näide 2.

- u′ ∫ funktsiooni u esimene tuletis (analüüsis)
- u′ ∫ arvule u vahetult järgnev arv (aritmeetikas)

Seose $\int$ transitiivsus

- Kui mingite asjade A,B,C korral osutub, et $A \int B$ ja samas ka $B \int C$, siis $A \int C$

Seose $\int$ asümmeetria

- Kui mingite asjade A,B korral osutub, et $A \int B$, siis mitte alati pole samas ka $B \int A$

<u>Näide.</u> Heeliumi aatomi tuuma tähisena kasutatakse sageli sümbolit α. Samas ei ole keegi teadaolevaist kohanud olukorda, kus kahest prootonist ja kahest neutronist moodustunud osakese tähenduseks on üks kreeka tähestiku “väike täht” α.

Seose ∫ ühistähendusest olenev antisümmeetria

- Kui mingite asjade A,B korral osutub, et A∫B ja samas ka B∫A, siis peab leiduma selline asi C, mille korral A∫C ning ühtlasi B∫C.

<u>Näide.</u> π ∫ 3,141… ning samas ka 3,141… ∫ π - sest teatavasti

- π ∫ ringijoone pikkuse ja diameetri suhe
- 3,141… ∫ ringijoone pikkuse ja diameetri suhe

Seose ∫ fundeeritus

- **Pole olemas sellist lõputut asjade jada**
- A,B,C, … , D,E,F, … … , milles on lõputult palju “naabrite vaheldusi” ja mille korral
- A∫B, B′∫C, … , D′∫E, E′∫F, … … , kus
- B hõlmab B′, … , E hõlmab E′ jne, jne. Öeldes siinkohal, et **üks hulk hõlmab teise**, mõtleme, et teine hulk on esimeses kas element või osahulk (edaspidist silmas pidades ka süvaelement või süvaosahulk)

- Mis tahes asjast lähtuv tähenduste otsimine lõpeb igal juhul lõpliku arvu sammude järel, millegi säärasega, millel enam iseseisvat tähendust pole.