

Diskreetne Matemaatika 2018

Link küsimuste juurde: [Matemaatika kordamisküsimused](#)

Sisukord

Sisukord	1
Soojendus	2
LAUSEARVUTUS MATEMAATILINE LOOGIKA	2
Hulgad	6
Arvusüsteemid	12
Vastavused ja relatsioonid	18
Järjestussuhted	27
LOOGIKAFUNKTSIOONID	35
KARNAUGH' KAARDID	45
McCLUSKEY' MINIMEERIMISMEETOD	46
JÄÄKFUNKTSIOONID	48
LOOGIKAFUNKTSIOONIDE KLASSID	50
DIGITAALSKEEMIDE ELEMENDID	52
LOOGIKAFUNKTSIOONIDE SÜSTEEMID	56
GRAAFID	58
Palju õnne!	67

Soojendus

1. Millise matemaatikavaldkonnaga Diskreetne Matemaatika ei tegele?

Diskreetne matemaatika ei tegele reaalarvudega ega pidevate funktsioonidega.

2. Milliste arvudega Diskreetne Matemaatika ei tegele? Diskreetne matemaatika ei tegele reaalarvudega, negatiivsete ja kümnendarvudega(komadega arvud).

3. Milliseid funktsioone nimetatakse pidevateks ? Pidevad funktsioonid on sellised, mille graafik on esitatav pideva (kõver)joonena.

4. Mis on verbaalne esitus? Verbaalne esitus igapäevane suhtluskeel ehk sõnaline esitus ja kirjalik esitus.

5. Mis on formaalne esitus? Formaalne esitus on kirjalik esitus läbi kokkulepitud sümbolite abil. Näiteks hulkade esitamine suurtähtede abil.

6. Milline omadus peab olema formaalsetel esitustel ? Mistahes formaalne esitus peab olema üheselt tõlgendatav ehk loetav.

LAUSEARVUTUS MATEMAATILINE LOOGIKA

1. Mis on lausearvutus? Lausearvutus on loogilise mõtlemise matemaatiline mudel.

2. Milline lause on lausearvutuslause? Lausearvutuse lause võib olla iga verbaalne väide, mis võib omandada tõeväärtust(True, False, 1, 0).

3. Millised tõeväärtused on olemas? Kuidas neid tähistatakse? True, False, 1, 0

4. Milline lause on lihtlause? Kõige basicum lause, kus on üks öeldis. Näiteks: Õues sajab vihma.

5. Kuidas lausearvutuslauseid tavaliselt tähistatakse? Suurtähtedega: A,B, P, Q

6. Mis on liitlause? Kuidas ja millest neid moodustatakse? Koosneb lihtlausestest.

7. Millised on lausearvutuse loogikatehted? Nende tähistused ja verbaalsed tähendused?Lausearvutuses on 5 loogikatehet: 1 unaarne (inversioon e eitus ($\bar{x}$)) ja 4 binaarset: 1) konjunktsioon ehk JA-tehe (&),

2) disjunktsioon ehk $\vee$ -tehe ($\vee$),

3) implikatsioon ehk järelduse tegemine NB! Õigest ei tohi järeldada valet ($\rightarrow$),

4) ekvivalents ehk samaväärsus ($\leftrightarrow$).

8. Millist tehet nimetatakse binaarseks? Millised loogikatehetest on *binaarsed* ? Binaarsel tehtel on 2 operandi ehk binaarsed on konjunktsioon, disjunktsioon, implikatsioon ja ekvivalents.

9. Millist tehet nimetatakse unaarseks? Millised loogikatehetest on *unaarsed* ? Unaarsel tehtel on 1(*üks*) operand ehk selleks on inversioon.

10. Milline *aritmeetiline* tehe vastab igale loogikatehtele? Konjunktsioon - korrutamine, disjunktsioon - liitmine.

11. Millist loogikatehet nimetatakse loogiliseks korrutamiseks? Millist loogiliseks liitmiseks? Loogiline liitmine on disjunktsioon ehk $\vee$ -tehe. Loogiline korrutamine on konjunktsioon ehk $\wedge$ -tehe.

12. Milline omavaheline seos on *ekvivalentsil* ja *implikatsioonil* ? Mõlemad koosnevad eeldusest ja järeldusest (ekvivalentsis on mõlemad operandid samaaegselt teineteise eelduseks ja järelduseks, implikatsioonis eeldus $\rightarrow$ järeldus)

13. Millised on elementaarsed loogikatehted? Miks neid nimetatakse elementaarseteks?

Inversioon, konjunktsioon ja disjunktsioon on elementaarsed, sest neid pole võimalik avaldada mingite teiste lihtsamate loogikatehete kaudu (*nad ise ongi kõige lihtsamad*). Kõik teised loogikatehted on avaldatavad nende kolme kaudu.

14. Mis on lausearvutusvalem? Lausearvutusvalemi definitsioon. Nii liht- kui ka liitlausete formaalseid esitusi nimetatakse lausearvutusvalemiteks.

15. Lausearvutuses kasutatavate loogikatehete definitsioonid (tõeväärtustabelina).

	inversioon	konjunktsioon	disjunktsioon	impikatsioon	ekvivalents
A B	$\bar{A}$	$A \wedge B$	$A \vee B$	$A \rightarrow B$	$A \leftrightarrow B$
0 0	1	0	0	1	1
0 1	1	0	1	1	0
1 0	0	0	1	0	0
1 1	0	1	1	1	1

- 16. Milline on loogikatehete prioriteedijärjestus? Millal see oluliseks osutub? Prioriteedijärjestus:** *Inversioon, konjunktsioon, disjunktsioon, implikatsioon, ekvivalents. Oluline on see siis, kui sulgudega pole tehete järjekorda avaldises määratud.*
- 17. Milline lause on samaselt tõene? Mis on tautoloogia? Lause on samaselt tõene, kui ta omandab tõeväärtuse "1" mistahes väärtuskombinatsiooni korral. Tautoloogia - kõigi X väärtuste puhul on funktsioon tõene.**
- 18. Milline lause on samaselt väär? Mis on vastuolu? Omandab "0" mistahes väärtuskombinatsiooni korral. Vastuolu - samaselt väär lause.**
- 19. Millega on asendatav samaselt tõene lause ja samaselt väär lause? Vastavalt konstantidega 1 ja 0.**
- 20. Mis on predikaat? Lause (valem), mis sisaldab 1 või rohkem muutujat.**
- 21. Millal predikaat omandab tõeväärtuse? Siis kui predikaadi muutujad asendada väärtustega lubatud väärtustehulgast.**
- 22. Kuidas predikaate ja predikaatmuutujaid tavaliselt tähistatakse? Predikaate suurtähtedega, muutujaid väiketähtedega**
- 23. Milline predikaat on ühekohaline? Milline on kahekohaline? Vastavalt ühe ($P(x)$) ja kahe ($P(x, y)$) muutujaga.**
- 24. Kuidas nimetatakse teisiti ühekohalist predikaati? Omadus**
- 25. Mida näitab predikaadi määramispiirkond? Määramispiirkond näitab, mis väärtusi predikaat võib omandada.**
- 26. Millal on predikaatlause täidetav ehk kehtestatav? Kui lause on tõene ainult osade muutujateväärtuste " x " korral.**
- 27. Millised kvantorid on olemas? Millised on nende tähised? Üldsuse kvantor - $\forall$, olemasolu (ehk eksistentsi) kvantor - $\exists$.**
- 28. Millise loogikatehte üldistuseks on üldsuse kvantor? Konjunktsiooni ehk predikaat kehtib oma määramispiirkonna kõikide x -ide korral.**
- 29. Millise loogikatehte üldistuseks on eksistentsikvantor? Disjunktsioon ehk predikaat kehtib vähemalt ühe oma määramispiirkonna x korral.**

30. Millist muutujat nimetatakse seotud muutujaks ja millist vabaks muutujaks? Seotud muutuja on muutuja, millele on rakendatud kvantorit. Kvantorimärgiga mitteseotud predikaatmuutujad on vabad muutujad.

31. Mida tähendab hüüumärgiga eksistentsikvantor? Hüüumärgiga eksistentsikvantor $\exists!x$ väidab seotud muutuja kohta: "leidub täpselt üks x ".

32. Millal on kaks predikaati võrdväärseid? Siis kui nende tõeväärtuspiirkonnad langevad kokku.

33. Mida nimetatakse loogikaseadusteks? Loogikaseadused on kuni 3 operandiga lihtsaimad samaselt tõesed lausearvutusvalemid ja lausearvutusvalemite võrdused.

34. Esitada: 1.

1. **topelteituse seadus:** $\overline{\overline{x_1}} = x_1$

2. **Neeldumisseadused:** $A \& (A \vee B) = A$; $A \vee (A \& B) = A$

3. **DeMorgani seadused :** $\overline{x_1 \& x_2} = \overline{x_1} \vee \overline{x_2}$; $\overline{x_1 \vee x_2} = \overline{x_1} \& \overline{x_2}$

4. **välistatud kolmanda seadus:** $A \vee \overline{A} = 1$

5. **vastuolu seadus:** $A \& \overline{A} = 0$

6. **kontrapositsiooni seadus:** $A \rightarrow B = \overline{B} \rightarrow \overline{A}$

35. Milline oleks assotsiatiivsusseaduse verbaalne esitus? "Avaldise väärtus ei olene tehete järjekorrast". $A \wedge B \wedge C = (A \wedge B) \wedge C = A \wedge (B \wedge C)$

36. Milline oleks kommutatiivsusseaduse verbaalne esitus? "Tehete väärtuse ei olene operandide järjekorrast". $A \wedge B = B \wedge A$

37. Milline binaarne loogikatehe pole kommutatiivne? Implikatsioon.

38. Millist avaldise teisendusvõimalust esitab distributiivsusseadus? Sulgude lahtikorrutamist ja -liitmist. $A \wedge (B \vee C) = A \wedge B \vee A \wedge C$

39. Millise loogikaväärtusega *disjunktsioon* ei muuda avaldise väärtust?

Idempotentsus: Iseendaga korrutamine ei muuda loogikaväärtust. $A \wedge A$ ja iseenda juurdeliitmine ei muuda loogikaväärtust $A \vee A$ ja välistatud kolmanda seadus ei muuda loogiväärtust.

40. Millise loogikaväärtusega *konjunktsioon* ei muuda avaldise väärtust? Nagu eelnevalt mainitud idempotentsus, siis $A \wedge A$ ehk iseenda korrutamisel iseendaga jääb järele vaid üks.

41. Milline on disjunktsiooni tulemus, kui vähemalt üks operandidest on loogikaväärtus 1 ?

Vastus on 1.

42. Milline on konjunktsiooni tulemus, kui vähemalt üks operandidest on loogikaväärtus 0 ?

Vastus on 0.

43. Mitme muutuja jaoks on DeMorgani seadused laiendatavad? Ükskõik kui paljudele. Kui võtta eelduseks, et DeMorgani seadus on rakendatav kahele muutujale, siis seda arvesse võttes võime rakendada DeMorgani seadust piiramatule arvule muutujatele.

44. Milleks loogikaseadusi rakendatakse? Loogikaseadused võimaldavad formaalsete teisenduste abil saada lausetest uusi, esialgsega loogiliselt samaväärseid lauseid.

Hulgad

1. Millest hulk koosneb? Hulk koosneb hulgaelementidest ehk hulk sisaldab elemente.

2. Kuidas hulka tavaliselt tähistatakse? Hulka tähistatakse suurtähtedega.

3. Millised hulga esitusviisid on olemas? Suurtähtedega esitamine, Venni diagramm, elementide täielik loetelu nt $\{1, 2, 3\}$, osaline loetelu, kus on mingi regulaarne äratuntav seaduspära $\{ \dots -1, -2, -3, 0, 1, 2, 3 \dots \}$ või siis üldise avaldise kaudu, mis kehtib kõigi hulgaelementide jaoks.

4. Millal on hulgad teineteisega võrdsed ? Hulgad on võrdsed kui sisaldavad täpselt samu elemente.

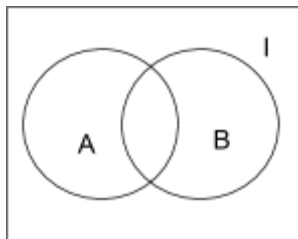
5. Kui palju (mitu tk.) võib ühte hulgaelementi hulgas sisalduda? Hulgaelemendid ei tohi korduda, seega tohib hulgaelemente sisalduda hulgas vaid ühe korra.

6. Milliste sümbolitega esitatakse elemendi kuulumist või mittekuulumist hulka? $\in$, $\notin$

7. Millal on mingi hulk teise hulga osahulgaks? Kui ühe hulga kõik elemendid on samal ajal ka teise hulga elemendid. Näiteks $N \in R$ (Naturaalarvud kuuluvad ka reaalarvude hulka).

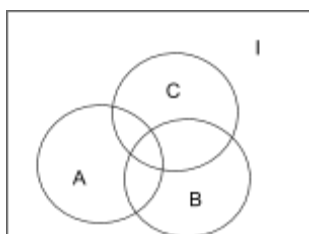
8. Millal on kaks hulka teineteise osahulkadeks? Kui kaks hulka on võrdsed, sest iga hulk on enda hulga osahulk, seega kui hulgad on võrdsed on nad ka üksteise osahulgad.

9. Mis on Venni diagramm? Venni diagrammid on hulkade esitamine graafilisel kujul .



Joonis 1.

10. **Milline on kahe hulga Venni diagramm? Kolme hulga Venni diagramm? Kahe hulga vennidiagramm on Joonis 1. Ja kolme hulgaga on Joonis2.**

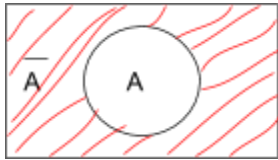


Joonis2.

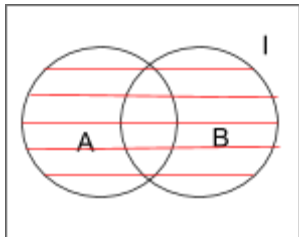
11. **Mis on universaalhulk?** *Universaalhulk on hulk kuhu kuuluvad kõik vaadeldavad hulgad, kui vaadata joonist nr 2 siis näeme, et selleks on kogu ristkülik.*
12. **Mis on hulga täiend?** *Hulga täiend on mingi hulga eitus ehk kõik, mis pole see hulk. Joonisel kaks(2) on näiteks hulga A täiendiks kõik peale hulga A.*
13. **Milline hulk on tühi hulk?** *Olukord, kus hulka ei kuulu ükski element.*
14. **Millised hulgad on alati iga hulga osahulkadeks?** *Tühi hulk $\emptyset$ ja hulk ise on samuti enda osahulgaks.*
15. **Millise hulga osahulgaks on iga hulk?** *Iga hulk on iseenda osahulgaks: $A \subset A$ ja iga universaalhulga osahulgaks.*
16. **Mitu erinevat osahulka on n elemendilisel hulgal?** 2^n . *Vähemalt 2– iga hulk on iseenda osahulk ning tühihulk on iga hulga osahulk.*
17. **Mis on hulga astmehulk?** *Antud hulga kõikide osahulkade hulk.*
18. **Mitu elementi on n elemendilise hulga astmehulgas?** 2^n
19. **Millist hulka nimetatakse lõplikuks hulgaks?** *Kui ta sisaldab kindla arvu elemente.*
20. **Millist hulka nimetatakse lõpmatuks hulgaks?** *Kui ta sisaldab piiramatult (lõpmatult) palju elemente.*

- 21. Millist hulka nimetatakse loenduvaks hulgaks?** Kui tema elementidele saab hakata vastavaks seadma naturaalarve. Iga lõplik hulk on alati ka loenduv (sest saad üle lugeda, mitu elementi seal on). Lisaks on naturaalarvud ja täisarvud loenduvad (kuigi need on lõpmatud).
- 22. Mis on "loendamine"?** Kui elementidele saab vastavaks seada naturaalarve ehk neid saab kokku lugeda.
- 23. Tuua näide lõpmatust loenduvast hulgast ja lõpmatust mitteloenduvast hulgast.** Lõpmatud loenduvad hulgad- naturaalarvude ja täisarvude hulk. Lõpmatu mitteloenduv hulk- reaalarvude hulk
- 24. Millised hulgaaritmeetilised tehted on olemas? Millised on nende tehtemärgid?**

1) Hulga täiend $\bar{A}$

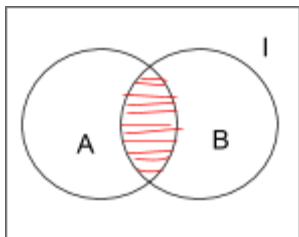


2) Hulkade ühend $\cup$ ehk hulgaaritmeetiline liitmine.



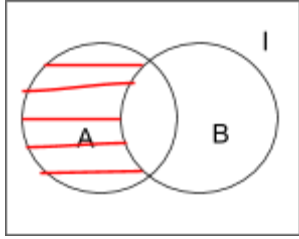
$$A \cup B$$

3) Hulkade ühisosa $\cap$ ehk hulgaaritmeetiline korrutamine.



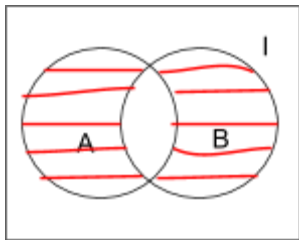
$$A \cap B$$

4) Hulkade vahe $\setminus$ ehk hulgaaritmeetiline lahutamine.



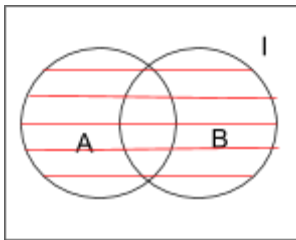
$$A \setminus B$$

5) *Hulkade sümmeetriline vahe Δ*

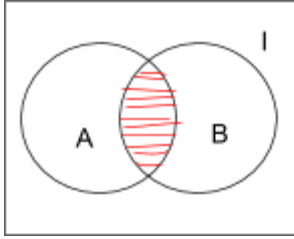


$$A \Delta B$$

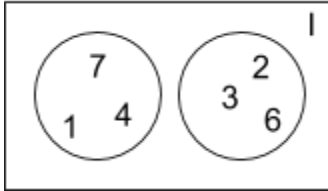
- 25. Millised on *unaarsed* ja millised on *binaarsed* hulgaaritmeetilised tehted?** *Unaarne (ühe operandiga): täiend. Binaarsed (kahe operandiga): ühend, ühisosa, vahe, sümmeetriline vahe*
- 26. Millisele *aritmeetilisele* tehtele vastab iga konkreetne *hulgaaritmeetiline* tehe?** *Liitmine- hulkade ühend, korrutamine- hulkade ühisosa, lahutamine- hulkade vahe.*
- 27. Millist tehet nimetatakse hulgaaritmeetiliseks korrutamiseks?** *Hulkade ühisosa.*
- 28. Millist tehet nimetatakse hulgaaritmeetiliseks liitmiseks?** *Hulkade ühend.*
- 29. Selgita, millised elemendid kuuluvad kahe hulga *ühendisse*?** *Elemendid, mis kuuluvad kas hulka A või hulka B. Vt joonist:*



- 30. Selgita, millised elemendid kuuluvad kahe hulga *ühisosasse*?** *Elemendid, mis kuuluvad hulka A ja samal ajal ka hulka B. Vt joonist:*



31. Millised hulgad on mittelõikuvad? Kui $A \cap B = \emptyset$ ehk hulkadel puudub ühisosa. Vt joonist:



32. Mis on lõpliku hulga võimsus? Tema elementide arv. Nt hulga $A = \{a, e, i, o, u\}$ võimsus $|A| = 5$.

33. Mida väljendavad Grassmanni valemid? Hulkade ühisosa või ühendi elementide arvu.

34. Milliseid tehteid asendavad hulgaaritmeetilised asendusseosed? Asendusseosed võimaldavad asendada hulkatehteid $\setminus$ ja Δ hulgaalgebrasse kuuluvate tehete $\cap$ ja $\cup$ kaudu:

$$A \setminus B = A \cap \overline{B}$$

$$A \Delta B = (A \setminus B) \cup (B \setminus A) = (A \cap \overline{B}) \cup (B \cap \overline{A})$$

$$A \Delta B = (A \cup B) \setminus (A \cap B) = (A \cup B) \cap (\overline{A \cap B}) = (A \cup B) \cap (\overline{A} \cup \overline{B})$$

35. Milline on hulgaaritmeetiliste tehete prioriteedijärjestus? Millal see oluliselt osutub? Kui sulgudega pole määratud teisiti, tehakse hulgaavaldises tehted nende prioriteedijärjekorras:

$$\overline{} \cap \cup \setminus \Delta$$

36. Mille poolest erinevad teineteisega duaalsed hulgaavaldised? Tehtemärkide poolest. Selleks, et avaldised oleksid duaalsed, tuleb hulgaavaldises asendada:

- 1) Kõik ühisosatehted $\cap$ tehatega $\cup$;
- 2) Kõik ühenditehted $\cup$ tehatega $\cap$;
- 3) Kõik tühjad hulgad $\emptyset$ universaalhulgaga I ;
- 4) Kõik universaalhulgad I tühja hulgaga $\emptyset$;

Näiteks on duaalsed avaldised $\overline{A} \cap (B \cup C)$ ja $\overline{A} \cup (B \cap C)$ või $A \cup \overline{A} = I$ ja $A \cap \overline{A} = \emptyset$

37. Mis on hulgaavaldise Cantori normaalkuju? Ühisosade ühend või ühendite ühisosa, kus täiendit on rakendatud ainult üksikutele hulgetähistele. Normaalkujulises hulgaavaldises pole ühisosa täiendit $(\overline{A \cap B})$ ega ühendi täiendit $(\overline{A \cup B})$ ega ülejäänud kahte hulgatehet: $\setminus$ Δ .

38. Milline on Cantori minimaalne normaalkuju? Vähima keerukusega ehk vähima arvu hulgetähistega.

39. Milline on Cantori täielik normaalkuju? Selline ühisosade ühend, kus igas ühisosatehtes osalevad operandidena kõik avaldises leiduvad hulgad. Ehk avaldis sisaldab igas ühendis või ühisosas kõiki hulki, mis selles hulgaavaldises üldse leiduvad. Näiteks:

$$(\overline{A} \cup B \cup C) \cap (\overline{A} \cup B \cup \overline{C}) \cap (A \cup B \cup C) \\ (B \cup C) \cap (B \cup \overline{C})$$

40. Kuidas teisendatakse mittetäielik Cantori normaalkuju täielikuks? Kasutatakse kleepimisseadust, et igas ühisosatehtes osaleks operandidena kõik avaldises leiduvad hulgad.

41. Mis on hulkade ristkorruitus? Kahe hulga ristkorruitus ehk otsekorruitus $A \times B$ on järjestatud paaride $\langle a, b \rangle$ hulk, kus paari esimene element on esimeseks teguriks olevast hulgast ja paari teine element on teiseks teguriks olevast hulgast. Ristkorruutise tulemuseks on hulgaelementide järjestatud paaride hulk. Näide:

$$A = \{1, 2, 3\} \quad B = \{a, b\}$$

$$A \times B = \{\langle 1, a \rangle \langle 1, b \rangle \langle 2, a \rangle \langle 2, b \rangle \langle 3, a \rangle \langle 3, b \rangle\}$$

$$\text{Elementide (paaride) arv ristkorruutises: } |A \times B| = 6$$

Ristkorruutistest võib olla ka rohkem kui kaks hulka, näide:

$$A = \{1, 2\} \quad B = \{a, b\} \quad C = \{c, d\}$$

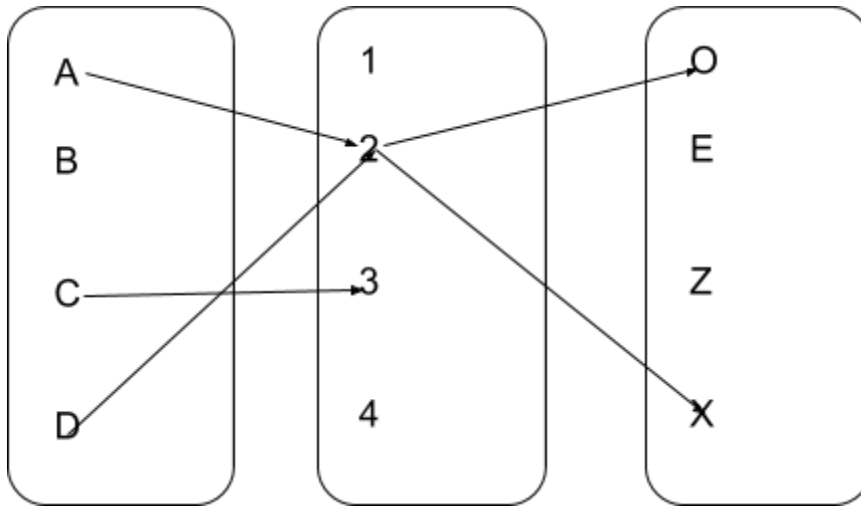
$$A \times B \times C = \{\langle 1, a, c \rangle \langle 1, a, d \rangle \langle 1, b, c \rangle \langle 1, b, d \rangle \langle 2, a, c \rangle \langle 2, a, d \rangle \langle 2, b, c \rangle \langle 2, b, d \rangle\}$$

42. Kuidas esitatakse järjestatud paari? Paari esimene element peab olema esimesest hulgast ning teine element teisest hulgast: $\langle a, b \rangle \neq \langle b, a \rangle$

43. Mis on hulkade otseruut? Hulga ristkorruitus iseendaga. $A \times A = A^2$. Näide:

$$\text{Kui } A = \{1, 2\}, \text{ siis } A \times A = \{\langle 1, 1 \rangle \langle 1, 2 \rangle \langle 2, 1 \rangle \langle 2, 2 \rangle\}$$

- 44. Mis on korteež?** Järjestatud paare, kolmikuid, nelikuid jne nimetatakse ka korteežideks.
“Järjestatud paar” on seega ka “2-kohaline korteež”.



- 45. Kuidas on esitatav tasandi iga punkt?** Tasandi iga punkt on esitatav tema koordinaatide järjestatud paariga.
- 46. Kuidas on esitatav ruumi iga punkt?** Ruumi iga punkt on esitatav tema koordinaatide järjestatud kolmikuga.

Arvusüsteemid

- 1. Milline on tuntuim mittepositsiooniline arvusüsteem?** Tuntuim mittepositsiooniline arvusüsteem on rooma numbrid.
- 2. Mis on positsioonilise arvusüsteemi alus? Mida ta määrab?** Positsiooniline arvusüsteemidel on täisarvuline alus p . Alus määrab ära, mis arvusüsteemiga on tegu s.t et kui alus on 10, siis on tegu kümnendsüsteemiga.
- 3. Mis on arvujärgu kaal? Kuidas on iga järgu kaal määratud?** Arvujärgu kaal on mingi arvusüsteemi aluse aste selle arvujärgu indeksiga.

Kui alus $p = 10$, siis on **kümnendsüsteem** , kus järkude kaaludeks on:

$$\dots 10^3 \ 10^2 \ 10^1 \ 10^0 \ 10^{-1} \ 10^{-2} \ 10^{-3} \ \dots$$

$$\dots 100 \ 10 \ 1 \ 0.1 \ 0.01 \ \dots$$

täisosa • murdosa

kõrgemad järgud
vanemad järgud

madalamad järgud
nooremad järgud

4. **Mida näitab koma?** Koma näitab, millal täisarvulised järgukaalud lähevad üle murdarvulisteks arvudeks.
5. **Millised arvujärgud on kõrgemad/madalamad järgud?** Kõrgemateks järkudeks loetakse naturaalarve ehk nullist suuremaid arve ja madalamateks nullist väiksemaks.
6. **Milline on täisosa madalaima järgu kaal suvalises arvusüsteemis?** Madalaim järgukaal on 0, mis omakorda tähendab seda, et astendatav alus on alati võrdne nulliga, kuna x^0 on alati $= 1$.
7. **Mitu erinevat järguväärtust võib olla arvusüsteemi igas järgus?** Igas järgus a_i saab olla p erinevat numbrimärki ehk järguväärtust. Kui $p = 10$, siis $a_i \in \{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9\}$
8. **Mis on number? Mis on arv?** Igal 10ndnumbril on tema traditsiooniline väärtus 0 9. Järgu väärtus on selles arvujärgus asuva numbril väärtus. Arv koosneb numbritest. näide: arv 1024 koosneb neljast numbrist: '1' '0' '2' '4'
9. **Kuidas avaldub arvu väärtus?** Mistahes positsioonilises arvusüsteemis (ehk iga aluse p korral) avaldub arvu väärtus N järgneva korrutiste summana : $N = \dots + a_3 \ p^3 + a_2 \ p^2 + a_1 \ p^1 + a_0 \ p^0 + a_{-1} \ p^{-1} + a_{-2} \ p^{-2} + \dots$ s.t. järgukaalud ja järguväärtused on omavahel korrutatud : $\dots a_5 \ a_4 \ a_3 \ a_2 \ a_1 \ a_0 \ a_{-1} \ a_{-2} \ a_{-3} \ a_{-4} \ \dots a_i \ \dots p_5 \ p_4 \ p_3 \ p_2 \ p_1 \ p_0 \ p_{-1} \ p_{-2} \ p_{-3} \ p_{-4} \ \dots p_i \ \dots$ / näide: _____

10ndsüsteemne arv 12310 (indeks näitab siin arvusüsteemi) on väärtusega "sada kakskümmend kolm" ainult sellepärast, et järgnev tehe annab sellise tulemuse: $1 \ 2 \ 3 \ 10 = 1 \ 100 + 2 \ 10 + 3 \ 1 = 12310$

- 10. Millise numbri lisamine täisosa ette või murdosa lõppu ei muuda arvu väärtust?** Täisosa ees ja murdosa järel asuvad '0'-d ($a_i = 0$) ei mõjuta arvu väärtust N .
- 11. Mis on arvu tüvenumbrid?** Arvu tüvenumbrid on arvu numbrid alates kõrgeimast mittenullisest numbrist kuni madalaima mittenullise numbrini. Kuigi madalaim ja kõrgeim tüvenumber pole kumbki 0, võivad nende "vahel" olla tüvenumbriteks ka '0'-d. näide: arvus 0.0000120003000 on tüvenumbriteks 120003. Üleskirjutatud arvu süsteemikuuluvuse täpsustamiseks lisame talle süsteemi näitava indeksi: 3728 ei ole mitte "kolmsada seitsekümmend kaks" vaid on 8ndsüsteemne arv "kolm-seitse-kaks"
- 12. Millist teisendust nimetame ka arvu "väärtuse leidmiseks"?** Mõiste "arvu väärtus" on eranditult seotud ainult 10ndsüsteemiga. 10ndsüsteem on kõigi teiste arvusüsteemidega võrreldes tähtsas eristaatuses, kuna inimesed "tunnetavad" arve just 10ndsüsteemis. "väärtuse leidmine" ja "10ndsüsteemi teisendamine" on sünonüümid. Pole olemas "kahendsüsteemset väärtust" ega "kaheksandsüsteemset väärtust"; on olemas 2ndsüsteemne esitus ja 8ndsüsteemne esitus.
- 13. Mida näitab arvu järel olev indeks?** See näitab arvu kuulumist mingisse süsteemi näiteks, 8_{10} on kümnendsüsteemi kuuluv arv ja 127_8 on kaheksandsüsteemi kuuluv arv.
- 14. Milline on lihtsaim võimalik arvusüsteem?** Lihtsaim võimalik arvusüsteem on kahendsüsteem.
- 15. Kuidas on määratud arvujärkude kaalud kahendsüsteemis?** 2ndsüsteemi järgukaalud on arvu 2 täisarvastmed:
- | | | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 2^5 | 2^4 | 2^3 | 2^2 | 2^1 | 2^0 |
| 32 | 16 | 8 | 4 | 2 | 1 |
- 16. Kuidas toimub arvu teisendus mingisse teise arvusüsteemi?** Erinevatesse arvusüsteemidesse teisendamiseks on erinevad lahendused:
- 1) Teisendus 10ndsüsteemi:
 - 2ndsüsteemist - $1110_2 = 1 * 2^3 + 1 * 2^2 + 1 * 2^1 + 0 * 2^0 = 8 + 4 + 2 = 14_{10}$
 - 8ndsüsteemist - $372_8 = 3 * 8^2 + 7 * 8^1 + 2 * 8^0 = 192 + 56 + 2 = 250_{10}$
 - 16ndsüsteemist - $A6_{16} = 10 * 16^1 + 6 * 16^0 = 160 + 6 = 166_{10}$
 - 2) Teisendus 10ndsüsteemist toimub jagamise teel:
 - 2ndsüsteemi- teisendame 10ndarvu 37_{10} 2ndkujule:

:2

Jääk

37	1
18	0
9	1
4	0
2	0
1	1
0	

2ndarvu leidmiseks tuleb ülevalt tabelist lugeda arv alt üles ehk $37_{10} = 100101_2$

- 8ndsüsteemi- teisendame 10ndarvu 236_{10} 8ndkujule:

:8

Jääk

236	4
29	5
3	3
0	

$$236_{10} = 354_8$$

- 16ndsüsteemi- teisendame 10ndarvu 255_{10} 16ndkujule:

:16

Jääk

255	15
15	15
0	

$$255_{10} = FF_{16}$$

3) Teisendus 2ndsüsteemist:

- 8ndsüsteemi- grupeerime 2ndarvu 1011010100111 kolmesteks gruppideks ja vajadusel lisame algusesse nulle juurde:

$$\begin{array}{ccccccc} 1 & 3 & 2 & 4 & 7 & & \\ 001|011|010|100|111 & \text{ ehk } 1011010100111_2 = 13247_8 \end{array}$$

- 16ndsüsteemi- grupeerime 2ndarvu 1011010100111 neljasteks gruppideks, vajadusel lisame algusesse nulle juurde:

$$\begin{array}{ccccccc} 1 & 6 & A & 7 & & & \\ 0001|0110|1010|0111 & \text{ ehk } 1011010100111_2 = 16A7_{16} \end{array}$$

17. Millised neli arvusüsteemi on kõige olulisemad? Nendeks on: kahend, kaheksandik, kümnendik ja kuueteistkümnendik süsteem.

18. Mis on oktaalarvud ? Millisele arvusüsteemile viitab nimetus hex? 8ndarve nimetatakse Oktaalarvudeks ja hex arvudeks nimetatakse 16ndarve.

19. Kuidas tähistatakse kuueteistkümnendnumbreid väärtustega 10 11 12 13 14 15 ?

Neid tähistatakse A=10, B=11, C=12, D=13, E=14, F=15

20. Milline on suurima alusega praktiliselt kasutatav arvusüsteem? 16ndsüsteem on "suurim" praktiliselt kasutatav arvusüsteem.

21. Milleks 16ndsüsteemi kõige enam kasutatakse? Baidi mistahes võimalikku sisu / koodi saab seega esitada kahejärgulise 16ndarvuna: (suvalised juhuslikud näitebaidid).

22. Kuidas saab arve teisendada 2ndsüsteemi , 8ndsüsteemi ja 16ndsüsteemi vahel? Kuna kõikide nende süsteemide alused on arvu 2 täisarvastmed, siis saab arvuteisendusi teha numbrimärkide astendamise teel. 2ndarvu saab teisendada 8ndkujule, asendades iga tema järkudekolmiku (000...111) vastava 8ndnumbriga (0...7). 2ndarvu teisendamisel 16ndkujule, tuleb asendada iga tema järkudenelik (0000...1111) vastava 16ndnumbriga (0...F). Näited:

- 8ndsüsteemi- grupeerime 2ndarvu 1011010100111 kolmesteks gruppideks ja vajadusel lisame algusesse nulle juurde:

$$\begin{array}{ccccccc} 1 & 3 & 2 & 4 & 7 & & \\ 001|011|010|100|111 & \text{ ehk } 1011010100111_2 = 13247_8 \end{array}$$

- 16ndsüsteemi- grupeerime 2ndarvu 1011010100111 neljasteks gruppideks, vajadusel lisame algusesse nulle juurde:

$$\begin{array}{ccccccc} 1 & 6 & A & 7 & & & \end{array}$$

$$0001|0110|1010|0111 \text{ ehk } 1011010100111_2 = 16A7_{16}$$

- 23. Millised arvud on naturaalarvud ?** *Naturaalarve tähistatakse N tähega ja nendeks on kõik positiivsed täisarvud.*
- 24. Millised arvud on algarvud ?** *On suuremad kui üks ja jaguvad vaid iseendaga ja arvuga 1.*
- 25. Millised murdarvud on ratsionaalarvud?** *Kõik murdarvud ($nt \frac{1}{10}$), kus jagaja ei ole 0.*
- 26. Mis on kahendvektor? Mis on kahendvektori pikkus ?** *(n -järguline) kahendvektor on kahendnumbritena 0 ja 1 esitatud loogikaväärtuste ühemõõtmeline jada pikkusega n*
- 27. Millised erinevused on kahendvektoril ja kahendarvu?** *Kahendvektoris ei tohi ära jätta algusnulle, nagu seda tohib teha kahendarvu puhul $00101 \neq 101$*
- 28. Millised kahendvektorid on lähisvektorid?** *lähisvektorid (lähiskoodid) on võrdse pikkusega kahendvektorid, mis erinevad teineteisest ainult ühes kahendjärgus. näide: järgnevad 2 vektorit on teineteise lähisvektorid : 1011 1001*
- 29. Mitu erinevat lähisvektorit on n -järgulisel kahendvektoril?** *Iga n -järguline kahendvektor omab n tükki lähisvektoreid.*
- 30. Mis on intervall?** *Intervall on võrdse pikkusega kahendvektorite hulk võimsusega 2^n .*
Näiteks on meil järgnev kahendvektorite hulk: $\{000\ 001\ 010\ 011\}$, tegemist on intervalliga, sest ta sisaldab $2^2 = 4$ kahendvektorit ja igaüks neist omab selles hulgas 2 lähisvektorit.
- 31. Millised järgud on intervalli olulised järgud?** *Intervalli olulisteks järkudeks (olulisteks muutujateks) on tema vektorite need 2ndjärgud, mille väärtus on kõikidel vektoritel kogu intervalli ulatuses konstantne: $\{000\ 001\ 010\ 011\}$.*
- 32. Kuidas on intervalli suurus seotud tema mitteoluliste järkude arvuga?**
(mitteolulised järgud muutuvad kõikvõimalikes kombinatsioonides) oluliste järkude ja mitteoluliste järkude ARV : Kui intervallis on 2^n m -järgulist vektorit, siis on intervallil $(m - n)$ olulist järku ja n mitteolulist järku.
- 33. Millest koosneb intervalli vektorestitus? Kuidas ta moodustatakse?** *Intervalli vektorestitus koosneb sümbolitest 0 1 –, kus intervalli olulised järgud on tähistatud konstantidega 0 1 ja mitteolulised järgud on tähistatud sümboliga –. Näiteks $\{0100\ 0110\}$ vektorestitus on 01–0.*

34. Mis on n-mõõtmeline Boole'i ruum? Kõikvõimalike n-järguliste kahendvektorite hulk $\{0, 1\}^n$ võimsusega 2^n : $|\{0, 1\}^n| = 2^n$. Näide:

3-mõõtmeline Boole'i ruum $\{0, 1\}^3$ on kõikide 3-järguliste 2ndvektorite hulk:

$$\{0, 1\}^3 = \{000, 001, 010, 011, 100, 101, 110, 111\}$$

$$|\{0, 1\}^3| = 2^3 = 8$$

35. Tuua näide võrreldavatest kahendvektoritest. $10 > 00$, $101 > 001$, $0101 < 0111$, $01101 > 01000$

36. Tuua näide mittevõrreldavatest kahendvektoritest. 001 ja 0011 (erinevad pikkused), 10 ja 01 , 101 ja 010 , 00101 ja 01001 .

37. Kas erinevate pikkustega kahendvektorid võivad olla võrreldavad? Ei, omavahel saab võrrelda ainult võrdse pikkusega 2ndvektoreid.

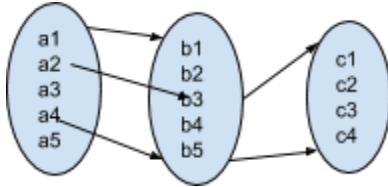
38. Mis on mooduli rakendamine täisarvule? Mooduli m rakendamise tulemus osutub võrdseks arvuga m jagamise jäägiga. Näiteks $8 \bmod 4 = 0$, $10 \bmod 4 = 2$, $8 \bmod 5 = 3$

39. Millises väärtustevahemikus võib olla mooduli rakendamise tulemus? Mooduli m rakendamisel osutub selleks vahemikuks $0 \dots (m-1)$.

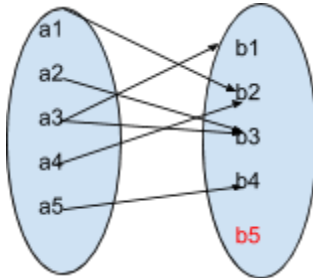
Vastavused ja relatsioonid

- 1. Mis on vastavus?** Vastavus (tähis φ) ehk seos seab ühe hulga elementidele vastavaks teise hulga mingeid elemente. // Hulgad, mis on omavahel seotud.
- 2. Mis on vastavuse lähtehulk?** Hulk, mille järgi hakatakse seoseid leidma. Näide: Hulk A on õpilased ja hulk B on hinded, siis kui hakkame märkima, mis hinde keegi sai, siis lähtehulgaks on hulk A ehk õpilased ja sihthulgaks on hulk B ehk hinded. Seda tähistatakse, $\rightarrow$ implikatsiooni sümboliga, kuid tegu **pole implikatsiooniga**, vaid antud juhul **sümboliseerib suunda**.
- 3. Millise hulga osahulgaks vastavus osutub?** Vastavust defineeritakse lähtehulga ja sihthulga ristkorrutise osahulgana. Vastavus $\varphi: A \rightarrow B$ on hulk $\varphi \subset A \times B$
- 4. Mis on vastavuse määramispiirkond/ Muutumispiirkond?** Määramispiirkond on lähtehulk ja muutumispiirkond on sihthulk.

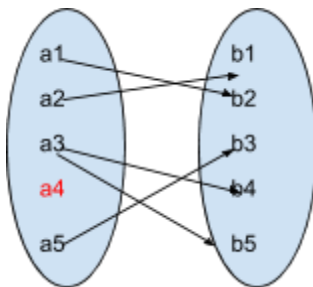
5. **Mis on vastavuse täiend?** *Vastavuse täiend on järjestatud paarid $\langle a, b \rangle$ mis ei kuulu vastavusse.*
6. **Mis on vastavuse pöördvastavus?** *Pöördvastavus on nagu nimi viitab, siis mingi asja vastupidine olek. Antud juhul on tegu olukorraga, kus vahetame kohad sihthulkade ja lähtehulkadel.*
7. **Millist tehet saab vastavusega teha?** *Kompositsioonitehet. Näiteks kui on kolm hulka, siis kirjutatakse välja paarid esimese ja kolmanda hulga vahel. Nt alumise joonise kompositsioonitehte vastus oleks $\{ \langle a2, c1 \rangle, \langle a4, c4 \rangle \}$*



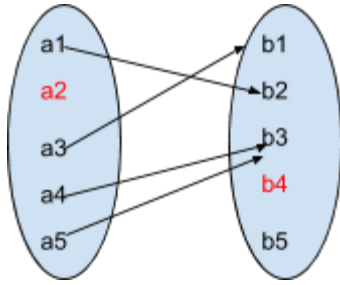
8. **Milline vastavus on kõikjal määratud?** *Kus osalevad kõik lähtehulga elemendid. Vt joonist:*



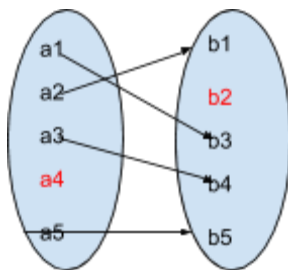
9. **Milline vastavus on kõikjale määratud?** *Kus osalevad kõik sihthulga elemendid. Vt joonist:*



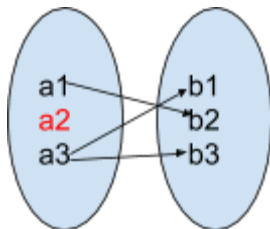
10. **Milline vastavus on ühene?** *Kui igale määramispiirkonna elemendile vastab täpselt üks muutumispiirkonna element. Vt joonist:*



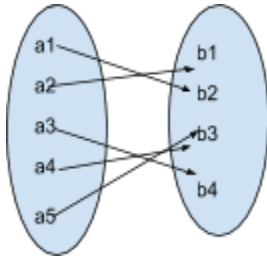
- 11. Milline vastavus on üks-ühene?** Kui ta on ühene (e igale määramispiirkonna elemendile vastab üks muutumispiirkonna element) ja muutumispiirkonna iga element vastab täpselt ühele määramispiirkonna elemendile. Vt joonist:



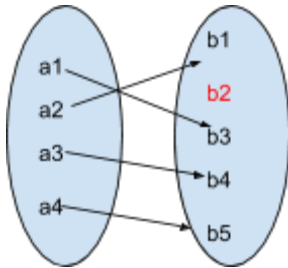
- 12. Mis on funktsioon?** Kõikjal määratud ühene vastavus.
- 13. Milline funktsioon on osaliselt määratud?** Kui lähtehulgas leidub vastavuses mitteosalevaid elemente. Vt joonist:



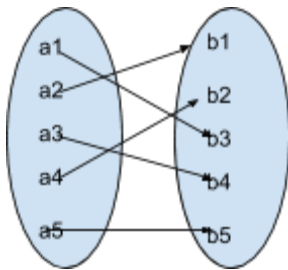
- 14. Mis on pealekujutus?** Pealekujutust nimetatakse ka sürjektsiooniks ehk kõikjale määratud funktsiooniks.
- 15. Mis on sürjektsioon?** Kõikjale määratud funktsioon (peab olema ka ühene ja kõikjal määratud). Vt joonist:



16. Mis on injektsioon? Üks-ühene funktsioon. Vt joonist:

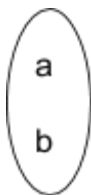


17. Mis on bijektsioon? Kõikjale määratud üks-ühene funktsioon. Bijektsioon on seega nii surjektsioon kui ka injektsioon. Vt joonist:



18. Mis järeldeb bijektsiooni korral lähtehulga ja sihthulga võimsuste kohta? Need on sama võimsad.

19. Mis on binaarne relatsioon? Vastavuse erijuht, kus nii lähtehulk kui ka sihthulk on üks ja sama hulk. Relatsiooni tähis: R . Kui R on binaarne relatsioon ja $\langle a, b \rangle \in R$, siis öeldakse, et “ a ja b on relatsioonis”, tähistatakse $a R b$.



Hulk M

20. Mis on binaarsuhte alushulk? Hulk, millel on relatsioon määratud. Üleval joonisel hulk M (sest $a R b$).

21. Mis on relatsioonikriteerium? Kui alushulga elemendid on seotud vastavuspaarideks mingi reegli (tunnuse, tingimuse) abil.

Näiteks $R = \{ \langle 2, 2 \rangle \langle 3, 3 \rangle \langle 4, 2 \rangle \langle 4, 4 \rangle \langle 5, 5 \rangle \langle 6, 2 \rangle \langle 6, 3 \rangle \langle 6, 6 \rangle \}$

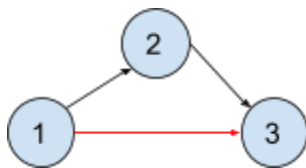
$R = \{ \langle a, b \rangle \mid a \bmod b = 0 \}$ ehk selles näites on reegliks (tunnuseks) jagunemine (paaris on elemendid, mis jaguvad üksteisega ehk jääk on 0)

22. Kas igal relatsioonil on relatsioonikriteerium alati olemas? Ei ole

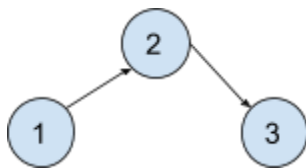
23. Millised on relatsiooni esitusviisid? Orienteeritud graaf, järjestatud paaride hulk, naabrusmaatriks.

24. Millised on relatsioonide omadused?

1) Transitiivsus- on olemas ka otsetee. Vt joonist: (ehk on olemas otsetee nr 1 ja 3 vahel)



2) Antitransitiivsus - ei ole otseteed. Vt joonist: (ehk nr 1 ja 3 vahel pole otseteed)

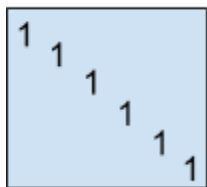


3) Refleksiivsus - kõik elemendid on iseendaga seotud. Maatriksis on diagonaalis kõik ühed, vt joonis 1. Joonisel 2 on näha, et kõik elemendid on iseendaga seotud (punased jooned).

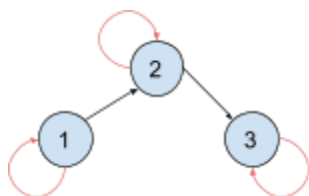
Maatriksi enda saame nii, et võtame kõik graafi tipud ja leiame tippudevahelised seosed, kui tipud on seotud, siis paneme number ühe, vastasel juhul paneme nulli.

	a	b	c
a	1	1	0

b	0	1	1
c	0	0	1

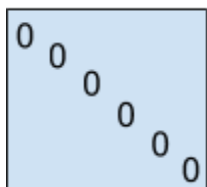


Joonis 1.

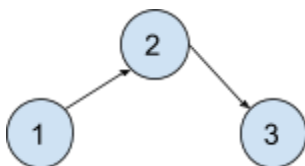


Joonis 2.

- 4) Antirefleksivsus - ükski element pole iseendaga seotud. Maatriksis on diagonaalis kõik nullid, vt joonis 1. Joonisel 2 on näha, et ükski element pole iseendaga seotud.

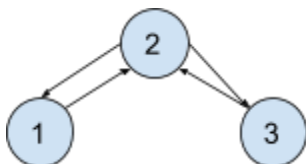


Joonis 1.

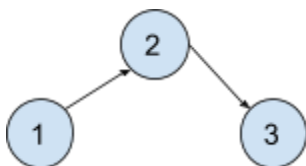


Joonis 2.

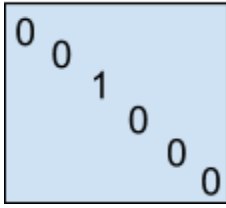
- 5) Sümmeetria - kahe elemendi omavaheline suhtlus. Nt kahe-suunalised tänavad, vt joonist:



- 6) Antisümmeetria - puuduvad sümmeetrilised omadused. Nt ühesuunaline tänav, vt joonist:



25. Milline relatsioon on **mitterefleksiivne**? **mittesümmeetriline**? **Mittetransiitivne**? Need koosnevad kahest äärmusest ehk nt mitterefleksiivne koosneb nii refleksiivsetest omadustest kui ka antirefleksiivsetest.
26. Mis on relatsiooni **kaugus** mingi konkreetse omaduseni? Järjestatud paaride arv, mis tuleb relatsiooni lisada või sellest eemaldada, et konkreetne omadus kehtima hakkaks. Tähistatakse $d(R, \alpha_i)$. Vt joonist:

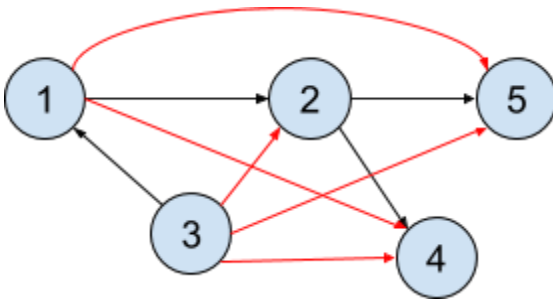


Sellel maatriksil on $d(R, \alpha_1) = 1$ - kaugus antirefleksivsusest ja

$d(R, \alpha_2) = 5$ - kaugus refleksiivsusest

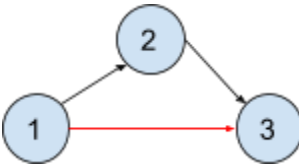
27. Mis on relatsiooni transitiivne sulund? Milline on tema tähis? Relatsiooni transitiivse sulundi saamiseks tuleb lisada talle need järjestatud paarid, mis on vajalikud transitiivsuse tekkimiseks.

Tähistatakse $\hat{R}$. Vt joonist: (tuleb lisada punased jooned, et saada transitiivne sulund)



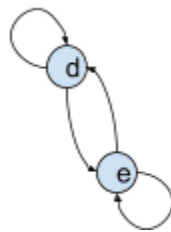
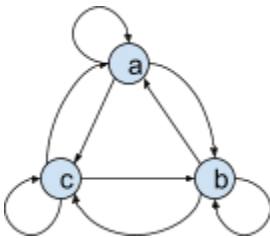
28. Millega osutub võrdseks transitiivse relatsiooni transitiivne sulund? See jääb samaks, sest

$\hat{R} = R$:



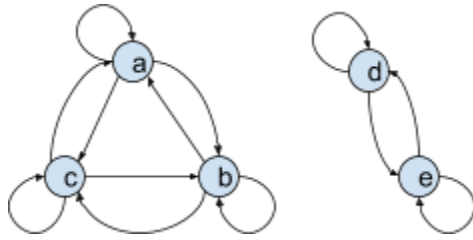
Kuna antud relatsioon on juba transitiivne siis tema transitiivne sulund on sama.

29. Milliste omadustega relatsioon on ekvivalentsuhe? Kui ta on refleksiivne, transitiivne ja sümmeetriline.



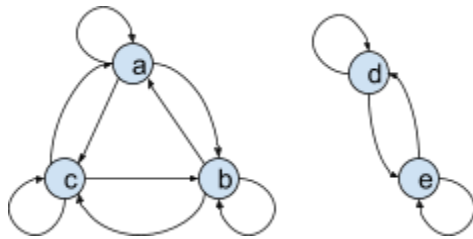
Vaadeldav binaarsuhe on ekvivalentsuhe.

30. Mis on ekvivalentsiklass? Ekvivalentsisuhte alushulga selline osahulk, mille kõik elemendid on omavahel relatsioonis. Vt joonist:



Siin joonisel on 2 ekvivalentsiklassi: $\{a\ b\ c\}$ ja $\{d\ e\}$, mis on alushulga $\{a\ b\ c\ d\ e\}$ osahulgad.

31. Mis on hulga tükeldus? Tükeldus ehk klassijaotus on selle hulga mittelõikuvate osahulkade hulk, millel on kindlad omadused.



Joonisel on alushulk $\{a\ b\ c\ d\ e\}$, mis on tükeldatud järgnevas mittelõikuvate osahulkade hulgaks ehk tükelduseks: $\{\{a\ b\ c\}\ \{d\ e\}\}$

32. Millest tükeldus koosneb? Hulga tükeldus koosneb ekvivalentsisuhte ekvivalentsiklassidest.

33. Mis on tükelduse plokk (ehk tükelduse tükk) ? Tükelduse koosseisu kuuluvaid ekvivalentsiklasse nimetatakse ka tükelduse plokkideks ehk tükelduse tükkideks.

34. Millisel juhul on kaks hulgaelementi (konkreetselt ekvivalentsisuhte kohaselt) ekvivalentsed?

Kui nad kuuluvad ühte ekvivalentsiklassi ja on refleksiivsed, sümmeetrilised ja transitiivsed.



Joonisel on hulgaelemendid a ja b ekvivalentsed.

35. Millised omadused on tükelduse osahulkadel?

- Ükski plokk pole tühi hulk. $\forall B_i \in P (B_i \neq \emptyset)$
- Mistahes kaks plokki ei oma ühisosa $\forall B_i, \forall B_j \in P (B_i \cap B_j = \emptyset)$
- Kõikide plokkide ühend võrdub tükeldatud hulgaga

$$B_1 \cup B_2 \dots \cup B_{n-1} \cup B_n = M$$

36. Milliseid tehteid saab tükeldustega teha? Tükelduse jaoks on defineeritud 2 aritmeetilist tehet: *liitmine ja korrutamine* ja võrdlustehed “*väiksem kui*” < ja “*suurem kui*” >.

NB! Omavahel liita, korrutada ja võrrelda saab ainult sama hulga tükeldusi. Tükelduste liitmine või korrutamine annavad tulemuseks sama hulga mingi kolmanda tükelduse.

37. Kas erinevate hulkade tükeldustega saab teha tehteid? Ei, tehteid saab teha ainult sama hulga tükeldustega.

38. Mis on tükelduste korrutiseks või tükelduste summaks?

1) Tükelduste korrutiseks on tegurite plokkide ühisosad. Näiteks on hulk { 1 2 3 4 5 6 7 8 }, millel on tükeldused P1 ja P2:

$$P1 = \overline{1\ 3}\ \overline{2\ 5\ 8}\ \overline{4\ 6\ 7}$$

$$P2 = \overline{1\ 4\ 6}\ \overline{3\ 7}\ \overline{2\ 8}\ \overline{5}$$

P1 ja P2 korrutise leidmiseks võtame tegurite plokkide ühisosad

$$P1 * P2 = \overline{1\ 4\ 6}\ \overline{3\ 7}\ \overline{2\ 8}\ \overline{5} \text{ Saime vastuseks 6-plokilise tükelduse.}$$

2) Tükelduste summaks on kahe plokki ühend, kui liidetavate tükelduste mingi plokkidepaar omab ühisosa. Näiteks on hulk {1 2 3 4 5 6 7 8}, millel on tükeldused P1 ja P2:

$$P1 = \overline{1\ 3}\ \overline{2\ 5\ 8}\ \overline{4\ 6\ 7}$$

$$P2 = \overline{1\ 4\ 6}\ \overline{3\ 7}\ \overline{2\ 8}\ \overline{5}$$

P1 ja P2 summa leidmiseks vaatame, kas neil leidub ühisosa ja kui leidub, siis võtame nende plokkide ühendid:

$$P1 + P2 = \overline{1\ 3\ 4\ 6\ 7}\ \overline{2\ 5\ 8} \text{ Saime vastuseks 2-plokilise tükelduse.}$$

39. Millisel juhul on tükeldus mingist teisest tükeldusest väiksem? Kui selle hulga tükelduse iga plokk sisaldub tervikuna sama hulga mingi teise tükelduse plokis. Näiteks on hulk {1 2 3 4 5 6 7 8}, millel on tükeldused P1 ja P2:

$$P1 = \overline{3\ 7}\ \overline{2\ 8}\ \overline{5}$$

$$P2 = \overline{1\ 3}\ \overline{2\ 5\ 8}\ \overline{4\ 6\ 7}$$

$$P1 * P2 = \overline{3\ 7}\ \overline{2\ 8}\ \overline{5} \text{ ühisosaks on P1 plokid}$$

$$P1 + P2 = \overline{13} \overline{258} \overline{467} \text{ ühendiks on } P2 \text{ plokid}$$

Antud juhul on $P1 < P2$, sest tükelduse $P1$ iga plokk sisaldub tervikuna tükelduse $P2$ mingis plokis.

40. Millisel juhul on tükeldused teineteisega mittevõrreldavad? Kui hulga tükelduse iga plokk ei sisaldu tervikuna sama hulga mingi teise tükelduse mingis plokis. Näiteks on hulk $\{1 2 3 4 5 6 7 8\}$, millel on tükeldused $P1$ ja $P2$:

$$P1 = \overline{13} \overline{258} \overline{467}$$

$$P2 = \overline{146} \overline{37} \overline{285}$$

$$P1 * P2 = \overline{1} \overline{46} \overline{37} \overline{28} \overline{5} \text{ saime uue plokki}$$

$$P1 + P2 = \overline{13467} \overline{258} \text{ saime uue plokki}$$

Antud juhul on $P1$ ja $P2$ mittevõrreldavad, sest tükelduste plokid ei sisaldu tervikuna teise tükelduse plokkides.

41. Millisel juhul on tükeldused võrdsed? Kui nad koosnevad samadest plokkidest. Näiteks on hulk $\{1 2 3 4 5 6 7 8\}$

$$P1 = \overline{13} \overline{258} \overline{467}$$

$$P2 = \overline{31} \overline{285} \overline{647}$$

$$P1 = P2, \text{ sest tükelduste plokid on samad.}$$

42. Kas tükelduste korrutis on teguriteks olnud tükeldustest suurem või väiksem? Väiksem

43. Kas tükelduste summa on liidetavateks olnud tükeldustest suurem või väiksem? Suurem

44. Mis on nulltükeldus? Mis on ühiktükeldus? Kuidas neid tähistatakse?

1) Nulltükeldus on hulga väikseim võimalik tükeldus. Nulltükelduse kõik plokid on väikseimad võimalikud ehk üheelemendilised: $\overline{1} \overline{2} \overline{3} \overline{4} \overline{5} \overline{6} \overline{7} \overline{8}$. Seda tähistatakse ka 0-ga:

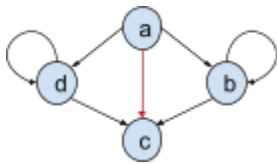
$$\overline{1} \overline{2} \overline{3} \overline{4} \overline{5} \overline{6} \overline{7} \overline{8} = 0$$

2) Ühiktükeldus on hulga suurim võimalik tükeldus. Ühiktükeldus koosneb ühest plokist, mis sisaldab hulga kõiki elemente: $\overline{12345678}$. Seda tähistatakse ka 1-ga:

$$\overline{12345678} = 1.$$

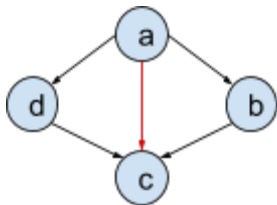
Järjestussuhted

1. **Mis on osaline järjestussuhe?** *Relatsioon, mis on antisümmeetriline (ühesuunaline tänav e tagasiteed pole) ja transitiivne (leidub otsetee).*

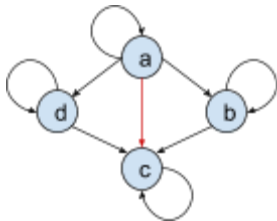


Elemendid võivad olla ka iseendaga seotud.

2. **Milline on range osaline järjestussuhe?** *Kui osaline järjestussuhe on ka antirefleksiivne (pole iseendaga seotud), siis on tegemist range osalise järjestussuhtega. ($<$)*



3. **Milline on mitterange osaline järjestussuhe?** *Kui osaline järjestussuhe on samas ka refleksiivne (iseendaga seotud), siis ta on mitterange osaline järjestussuhe. ($\leq$)*



4. **Mis on järjestuskriteerium?** *Järjestussuhtet määrav reegel (ehk järjestussuhte relatsioonikriteerium- kui alushulga elemendid on seotud vastavuspaarideks mingi kindla reegli alusel)*
5. **Millist hulka nimetatakse osaliselt järjestatuks?** *Hulka, kus vähemalt 2 elementi pole omavahel vaadeldava võrdluskriteeriumiga võrreldavad.*
6. **Kuidas esitatakse järjestussuhtet lühidalt tema alushulga ja järjestuskriteeriumi abil?** *(alushulk; järjestuskriteerium).*

Näiteks on meil alushulk $2^{\{3,4\}}$ ja tema relatsioon

$R = \{ \langle \{\}, \{3\} \rangle, \langle \{\}, \{4\} \rangle, \langle \{\}, \{3, 4\} \rangle, \langle \{3\}, \{3, 4\} \rangle, \langle \{4\}, \{3, 4\} \rangle \}$ ning selle relatsioonikriteerium on $\subset$. Järjestussuhet esitame alushulga ja järjestuskriteeriumi abil nii:

$(2^{\{3,4\}}, \subset)$

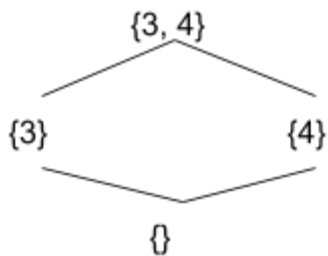
- 7. Mis on täielik järjestussuhe? Tuua näiteid.** Kui hulga mistahes 2 elementi on järjestatavad (ehk relatsiooni järjenduskriteeriumi abil võrreldavad). $\forall a, b \in M [a \leq b) \vee (a \geq b)]$

Näiteks on hulk $\{1, 2, 3, 4\}$ järjestuskriteeriumiga $<$. See osutub täielikult järjestatud hulgaks.

Ehk antud hulk oleks järjestatud järgmiselt $1 < 2 < 3 < 4$

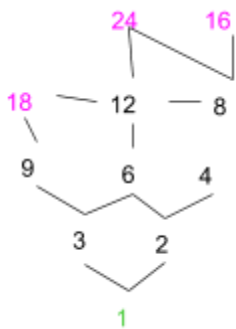
- 8. Mis on Hasse diagramm? Kuidas ta koostatakse?** On osalise järjestussuhte (antisümmeetriline, transitiivne) illustratiivne graafiline esitus. Diagramm koosneb joontega ühendatud alushulga elementidest. Kui $(a \leq b)$ ja $(a \neq b)$, siis b paigutatakse diagrammil kõrgemale kui a ja nad ühendatakse omavahel joontega. * Transitiivsust ja reflektiivsust esitavaid jooni diagrammile ei märgita.

Näiteks on osaline järjestus $(2^{\{3,4\}}, \subset)$, siis selle Hasse diagramm on:



Ära on jäetud joon $\{\}$ ja $\{3, 4\}$ vahel, sest olemasolevad jooned näitavad, et $\{\} \subset \{3, 4\}$

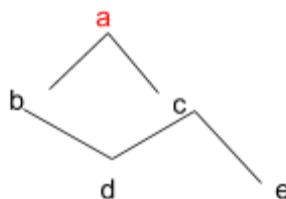
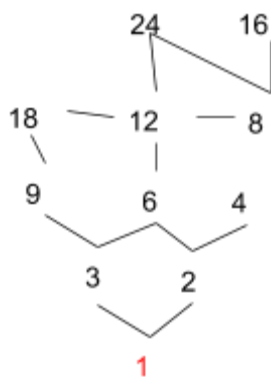
- 9. Millisel juhul ütleme, et üks element diagrammil "katab" teist elementi?** Kui osaliselt järjestatud kaks elementi on omavahel joonega ühendatud, siis see mis asub teisest kõrgemal katab enda all olevat elementi.
- 10. Mis on järjestussuhte minimaalne element? Mis on maksimaalne element?** Minimaalne element on osaliselt järjestatud hulga element, mis ei kata selle hulga Hasse diagrammil ühtegi teist elementi. Maksimaalne element on osaliselt järjestatud hulga element, kui teda ei kata ükski teine element.



Selle hulga minimaalne element on (1) ja maksimaalsed elemendid on

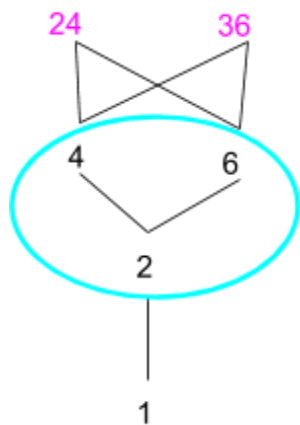
(16, 24, 18)

- 11. Mis on järjestussuhte vähim element? Mis on suurim element? Kui hulgas leidub element, mis on väiksem igast teisest selle hulga elemendist, siis see element on vaadeldava hulga vähim ehk esimene element, ja vastupidi suurim ehk viimane element on selle hulga teistest elementidest suurem. Kui järjestatud hulgal on ainult üks minimaalne element, siis on see ka vähim element ja kui järjestatud hulgal on üks maksimaalne element, siis see on ka suurim element.**



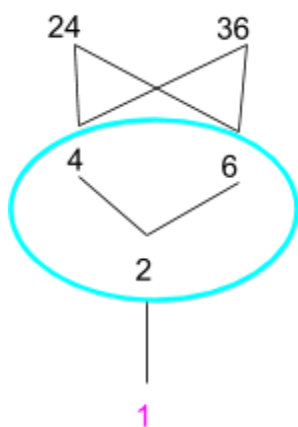
Esimesel hulgal on vähimaks ja ka ainsaks minimaalseks elemendiks 1, suurimat elementi pole (on 3 maksimaalset). Teisel hulgal on suurimaks ja ka ainsaks maksimaalseks elemendiks a, vähimat elementi pole (on 2 minimaalset).

- 12. Mis on osaliselt järjestatud hulga mingi osahulga ülemtõke? Kui me eraldame osaliselt järjestatud hulgast M välja mingi tema osahulga S ($S \subset M$) ja element $m \in M$ on suurem osahulga S mistahes elemendist, siis element m on hulga S ülemtõke. Alamhulgal võib olla mitu ülemtõket.**



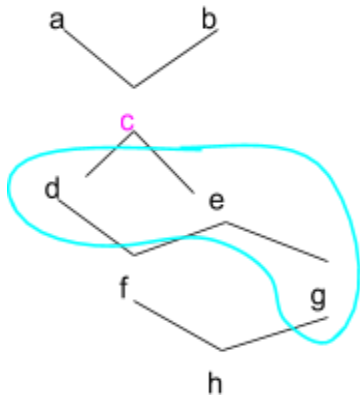
Joonisel on osahulgaks $S = \{2, 4, 6\}$ ning selle osahulga ülemtõketeks on elemendid 24 ja 36.

- 13. Mis on osaliselt järjestatud hulga mingi osahulga alamtõke?** Olgu endiselt hulk M ja tema osahulk S ($S \subset M$). Element $m \in M$ on hulga S alamtõke, kui m on väiksem osahulga S mistahes elemendist. Alamhulgal võib olla mitu alamtõket.



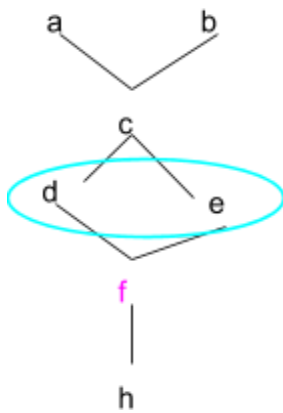
Joonisel on osahulgaks $S = \{2, 4, 6\}$ ja selle osahulga alamtõkkeks on element 1.

- 14. Mis on ülemraja?** Kuidas teda teisiti nimetatakse ja kuidas tähistatakse? Ülemrajaks nimetatakse osahulga S väikseimat ülemtõket. Seda tähistatakse $\sup(S)$ ja nimetatakse ka supremumiks, osa allikates tähistatakse ka $\text{lub}(S)$ (ingl. Least upper bound)



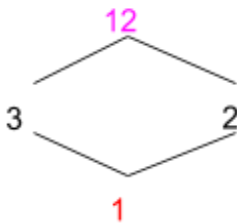
Joonisel on osahulgaks $S = \{d, e, g\}$ ning selle osahulga ülemraja on c

- 15. Mis on alamraja? Kuidas teda teisiti nimetatakse ja kuidas tähistatakse?** Alamrajaks nimetatakse osahulga S suurimat alamtõket. Seda tähistatakse $\inf(S)$ ja nimetatakse ka infimumiks. Osa allikates tähistatakse ka $\text{glb}(S)$ (ingl. Greatest lower bound).



Joonisel on osahulgaks $S = \{d, e\}$ ning selle osahulga alamraja on f

- 16. Mis on võre?** Võre on osaline järjestussuhe, kus alushulga suvalise kahe elementi jaoks leidub alamraja ja ülemraja.



Võre ülemraja on 12 ja alamraja on 1.

- 17. Millised 2 tehet on võres defineeritud tema elementidele?** Kaks binaarset tehet (ingl meet ja join) tehtemärkidega $\wedge$ ja $\vee$.

18. Mis on võreavaldis? Võttes binaarsete tehete $\wedge$ ja $\vee$ operandiseks võre alushulga elemente saame koostada võreavaldisi. Järgmises punktis esitatud seadused ongi esitatud võrdustena, kus võrdusmärgi mõlemal poolel on võreavaldis.

19. Millised seadused kehtivad võreavaldiste jaoks?

1) Kommutatiivsus $a \vee b = b \vee a$ $a \wedge b = b \wedge a$

2) Assotsiatiivsus $(a \wedge b) \wedge c = a \wedge (b \wedge c)$ $(a \vee b) \vee c = a \vee (b \vee c)$

3) Neeldumine $a \wedge (a \vee b) = a$ $a \vee (a \wedge b) = a$

4) Idempotentsus $a \wedge a = a$ $a \vee a = a$

20. Kuidas saadakse duaalne võreavaldis? Kui asendada võreavaldises kõik tehted $\wedge$ tehtega $\vee$ ja vastupidi kui asendada kõik tehted $\vee$ tehtega $\wedge$.

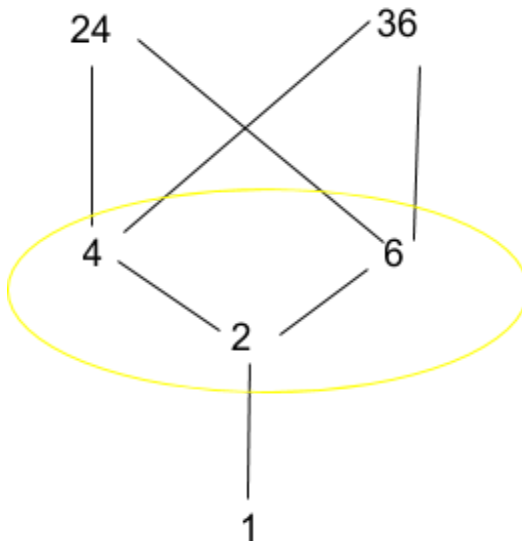
21. Mis on võreavaldiste duaalsusprintsip? Kui kaks võreavaldist on võrdsed, siis on ka nende duaalsed avaldised omavahel võrdsed.

22. Kuidas avalduvad võretehete kaudu võreelementide paari $\{a, b\}$ alamraja ja ülemraja ? Kui osahulga S ülemtõkete hulgas leidub selline ülemtõke, mis eelneb kõikidele teistele sama osahulga ülemtõketele (s.t on nendest väiksem), siis sellist ülemtõket nimetatakse selle osahulga ülemrajaks ehk supremumiks.

Alamraja on osahulga selline alamtõke, mis järgneb kõikidele teistele sama osahulga alamtõketele (s.t on nendest suurem), siis sellist alamtõket nimetatakse selle osahulga alamrajaks ehk infimumiks.

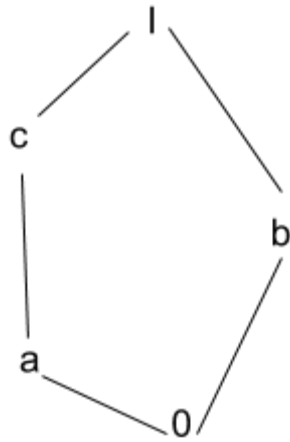
23. Mis on võre alamtõke? Mis on võre ülemtõke? Alamtõke on kui element on võrreldava hulga mistahes elemendist väiksem ja vastupidi, ülemtõke on suurem kui mistahes võrreldava hulga element.

Eraldades osahulga $S = \{2, 4, 6\}$. S osahulga alamtõkkeks on 1 ja ülemtõkkeks on 24 ja 36.



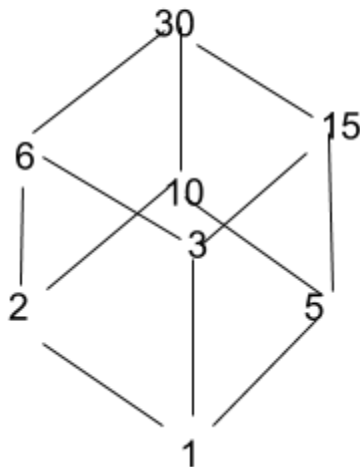
- 24. Millisel juhul võib alamtõke või ülemtõke puududa?** Kui võre on lõpmatu. Alamtõke võib puududa ka siis, kui väikseim element asub osahulgas S . Ülemtõke võib puududa, kui suurim element asub osahulgas S .
- 25. Milline võre on tõkestatud?** Võre on tõkestatud kui tal on olemas nii alamtõke kui ülemtõke.
- 26. Milline võre on distributiivne?** Kui hulga elementide $(a, b, c \in M)$ korral kehtib distributiivsuse ehk
- $a \wedge (b \vee c) = (a \wedge b) \vee (a \wedge c)$
 - $a \vee (b \wedge c) = (a \vee b) \wedge (a \vee c)$
- 27. Mis on võreelemendi täiend?** Kuidas teda tähistatakse? Võre mingi elemendi $a \in M$ täiendiks on võreelement $\bar{a} \in M$, mille korral kehtivad järgmised:
- $a \vee \bar{a} = I$ ja $a \wedge \bar{a} = 0$

Alloleval võrel on elemendi b täiendiks elemendid c ja a .



- 28. Mitu täiendit saab olla tõkestatud distributiivse võre igal elemendil?** *On ära tõestatud, et igal elemendil on täpselt üks(1) täiend.*
- 29. Milline võre on täienditega võre?** *Kui võre igal elemendil on olemas vähemalt üks täiend.*
- 30. Milline võre on Boole'i algebra?** *Tuua näiteid Hasse diagrammidena. Boole'i algebrad on tõkestatud, distributiivsed ja täienditega võred.*

$$M = \{1, 2, 3, 5, 6, 10, 15, 30\}$$



- 31. Milliseid osalise järjestussuhte elemente nimetatakse aatomiteks?** *Osalise järjestussuhte vähimat elementi katvaid elemente nimetatakse aatomiteks (juhul kui vähim element eksisteerib). Ülevalolevas võres on aatomiteks 2, 3, 5 → kuna nad katavad võre alamtõket (1).*
- 32. Kuidas on Boole'i algebras tema kõik elemendid aatomite kaudu esitatavad?** *Boole'i algebras on võimalik esitada kõiki elemente (peale alamtõkke) tehte V abil.*

LOOGIKAFUNKTSIOONID

1. **Mis on loogikaalgebra?** *Loogikaalgebra $(\{0, 1\}; \wedge; \vee; \overline{})$ on Boole'i algebra lihtsaim erijuht, kus alushulgaks on kõigest kaheelemendiline hulk $\{0, 1\}$. Sellise kaheelemendilise võre Hasse diagramm oleks:*



Loogikaalgebra kui võre, Hasse diagramm.

2. **Millest loogikaalgebra koosneb?** *Loogikaalgebra $(\{0, 1\}; \wedge; \vee \text{ ja eitus})$ ehk Boole'i algebra koosneb loogikaväärtuste hulgast $\{0, 1\}$, millel on defineeritud kolm elementaarset loogikatehet: 1 unaarne tehe: inversioon, ja binaarsed tehted konjunktsioon ja disjunktsioon.*
3. **Mis on loogikamuutuja?** *Muutuja x või x_i on loogikamuutuja, kui ta saab omandada väärtust ainult hulgast $\{0, 1\}$. $x_i \in \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$*
4. **Kuidas nimetatakse numbrimärkidega 0 ja 1 esitatud loogikaväärtusi?** *“Konstant 0” ja “konstant 1”.*
5. **Mis on loogikaavaldis?** **Loogikaavaldise definitsioon.** *Loogikaavaldis on loogikamuutujad x_i , konstante 0 1 ja tehtemärke sisaldav kooslus, mis tema muutujate x_i väärtustamisel omandab samuti loogikaväärtuse 0 või 1.*

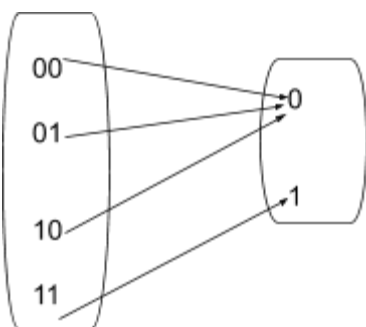
6. Millist loogikatehet tähendab tehtemärgi puudumine operandide vahel? *Konjunktsiooni ehk korrutamist.*
7. Mitu loogikatehet on olemas? Mitu operandi nendest igaühel on? 5 tükki, millest kõigil on 2 operandi: $A \vee B$ $A \wedge B$ $A \rightarrow B$ $A \leftrightarrow B$ $A \oplus B$
8. Millisel tingimusel on kaks loogikaavaldist omavahel võrdsed? *Kui loogikaavaldiste tõeväärtustabelid on omavahel võrdsed.*
9. Kuidas saadakse mingi loogikaavaldise jaoks tema duaalne kuju? *Loogikaavaldis omandab oma duaalse kuju, kui:*
- Konjunktsioonid asendada disjunktsiooniga
 - Disjunktsioon asendada Konjunktsiooniga
 - Avaldise kõik konstandid 0 asendada konstandiga 1
 - Avaldise kõik konstandid 1 asendada konstandiga 0
10. Milline seos on omavahel hulgaalgebral ja loogikaalgebral? *Nii hulgaalgebra kui ka loogikaalgebra on isomorfsed ehk samaväärsed, kui nendes teha järgnevad asendused.*
- Tehte ühisosa ehk $\cap$ asendada konjunktsiooniga $\&$
 - Tehte ühend ehk $\cup$ asendada disjunktsiooniga $\vee$
 - Tühi hulk ehk $\emptyset$ asendada konstant 0 –ga
 - Universaalhulk ehk I asendada konstant 1-ga
11. Milleks kasutatakse loogikatehete asenduseseid? Millistele tehetele on nad olemas? *Asenduseseid kasutatakse selleks, et teisendada loogikafunktsioone elementaarsele kujule. Asenduseseid asendavad mitteelementaarseid loogikatehteid, kasutades selleks elementaarseid loogikatehteid.*
- Implikatsioon $x \rightarrow y = \bar{x} \vee y$
 - Ekvivalents $x \leftrightarrow y = (x \rightarrow y)(y \rightarrow x) = \bar{x}\bar{y} \vee xy$
 - Summa mooduliga 2: $x \oplus y = x\bar{y} \vee \bar{x}y$
12. Mis on n-muutuja loogikafunktsioon? *N-muutuja loogikafunktsioon $f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ on vastavus n-muutuja Boole'i ruumist $\{0, 1\}^n$ loogikaväärtuste hulka $\{0, 1\}$:*

$f(x_1x_2\dots x_n) : \{0, 1\}^n \rightarrow \{0, 1\}$. Seega seab n -muutuja loogikafunktsioon igale n -järgulisele kahendvektorile (e argumentvektorile) $x_1x_2\dots x_n \in \{0, 1\}^n$ vastavaks loogikaväärtuse 0 või 1.

Näiteks 2-muutuja loogikafunktsioon $f(x_1x_2)$ on seega vastavus $f(x_1x_2) : \{0, 1\}^2 \rightarrow \{0, 1\}$.

13. Mis on argumentvektor ja mida ta esitab? Argumentvektor on algtermidele konstantväärtuse andmine, mille tulemusel saame funktsiooni tõeväärtuse. Näide allolevad näited on samaväärsed ehk ekvivalentsed.

x_1x_2 (Argumentvektorid)	$f(x_1x_2)$
00	0
01	0
10	0
11	1



14. Mida näitab loogikafunktsiooni tõeväärtustabel? Loogikafunktsiooni tõeväärtustabel näitab loogikaavaldise väärtust iga argumentvektori korral tabelina, teine variant on kasutada vastavuse diagrammi.

15. Mis on funktsiooni 1-de piirkond? Mis on 0-de piirkond? Kuidas neid tähistatakse?

1) Funktsiooni 1-de piirkond on Karnaugh' kaardil olevad algtermid, mis moodustavad disjunktiiivse funktsiooni. Funktsiooni 1-de piirkonna tähistusega

$V^1 \subset \{0, 1\}^n$ moodustavad need argumentvektorid $x_1x_2\dots x_n \in V^1$, mille korral $f(x_1x_2\dots x_n) = 1$

2) 0-de piirkond on Karnaugh' kaardil olevad algtermid, mis moodustavad konjunktiivse funktsiooni. Funktsiooni 0-de piirkonna tähistusega

$V^0 \subset \{0, 1\}^n$ moodustavad need argumentvektorid $x_1x_2...x_n \in V^0$, mille korral $f(x_1x_2...x_n) = 0$

16. Mis on funktsiooni mitteoluline muutuja? Funktsiooni mitteoluline muutuja on mittekonstantne muutuja, mida ei võeta arvesse disjunktiivse või konjunktiivse normaalkuju väljakirjutamisel.

17. Millisele kujule on mitteolulis(t)e muutuja(te)ga loogikaavaldis alati teisendatav?

Mitteoluliste muutujatega loogikaavaldis on alati teisendatav kujule, kus mitteolulised muutujad puuduvad.

18. Milline loogikafunktsioon on osaliselt määratud? Osaliselt määratud loogikafunktsioon on funktsioon, mis pole lõplikult määratud. Ehk osa loogikafunktsiooni muutujaid kuulub määramatuspiirkonda.

19. Mis on funktsiooni määramatuspiirkond? Kuidas seda tähistatakse? Määramatuspiirkond on funktsiooni tõeväärtus algtermidega, mille väärtus pole teada ehk selle väärtus võib olla nii 1 kui ka 0, kuid korraga saab omada vaid ühte väärtust. Tähistame kriipsuga (-).

20. Millega võrdub funktsiooni 1-de piirkonna, 0-de piirkonna ja määramatuspiirkonna ühend ? Ühend moodustab kogu funktsiooni tõeväärtuse.

21. Millise väärtuse omandab funktsioon oma määramatuspiirkonnas ? Määramatuspiirkonnas võib funktsioon omandada nii 1 kui ka 0.

22. Kuidas esitatakse tõeväärtustabelis funktsiooni määramatuspiirkonda ? (-) märgiga.

23. Mida tehakse funktsiooni määramatuspiirkonnaga ? Määramatused on määratud kas 1ks või 0ks.

24. Mitu täielikult määratud funktsiooni sobivad esitada funktsiooni, mille $|V^+| = n$?

See on 2^n funktsioon. Kui on kaks algtermi, mis on määramatuspiirkonnas, siis definitsioonist tulenevalt on meil võimalik leida 4 täielikult määratud funktsiooni.

25. Millised on loogikafunktsioonide esitusviisid?

- Tõeväärtustabel
- Karnaugh' kaart
- Numbriline kümnendesitus
- Loogikaavaldis

26. Kuidas koostatakse loogikafunktsioonile numbriline 10ndesitus?

Tegu on kompaktse esitusviisiga, kus 2nd venktorid on asendatud kümnendarvudega. 1-de piirkonna esitades kasutatakse kreeka tähte "sigma" Σ ja 0-de esitamiseks "piid" Π

27. Mida esitab iga 10ndarv numbrilise 10ndesituse koosseisus? Iga kümnendarv on vastav kahendvektorile. Funktsiooni 10ndesitus võib olla antud kas 1-de või 0-de piirkonna järgi:

$f(x_1x_2x_3) = \Sigma (1, 6, 7)_1$ - funktsiooni 10ndesitus 1-de piirkonna järgi (10ndarv sulu sees)

$f(x_1x_2x_3) = \Pi (0, 3, 5)_0$ - funktsiooni 10ndesitus 0-de piirkonna järgi

28. Mis on algterm? *Algterm on avaldise koosseisu kuuluv loogikamuutuja x_i või selle inversioon $\overline{x_i}$ või konstant 0, 1. Ehk $\text{Algterm} \in \{x_i; \overline{x_i}; 1, 0\}$*

29. Mis on elementaarkonjunktsioon? *On üksik algterm või algtermide konjunktsioon.*

30. Mis on elementaardisjunktsioon? *On üksik algterm või algtermide disjunktsioon.*

31. Mis on disjunktiivne normaalkuju (DNK)? *See on üksik elementaarkonjunktsioon või elementaarkonjunktsioonide disjunktsioon.*

Kaks näidet:

$$x_1x_2\overline{x_3} \vee \overline{x_2} \vee \overline{x_2} \overline{x_4}x_1$$

$$x_2\overline{x_3} \vee \overline{x_2} \overline{x_4} \vee x_1\overline{x_4} \vee \overline{x_2} \overline{x_4} \vee x_1x_3$$

32. Mis on konjunktiivne normaalkuju (KNK)? *On üksik elementaardisjunktsioon või elementaardisjunktsioonide konjunktsioon.*

33. Esitada näitena avaldisi, mis on samaaegselt nii DNK kui ka KNK .

- $x_1 \vee x_2 \vee \overline{x_3}$
- $\overline{x_1}x_2\overline{x_3}$
- $\overline{x_2}$

34. Mis on täielik disjunktiivne normaalkuju (TDNK)? *See on DNK, kus iga elementaarkonjunktsioon sisaldab funktsiooni kõiki muutujaid. Näiteks $x_1\overline{x_2} \vee \overline{x_1}x_2$ on TDNK.*

35. Mis on konstituent ? *Konstituent on tõeväärtustabelis ühtede piirkond., kus on olemas kõik võimalikud muutujad. Sellise reegli abil väljakirjutatud elementaarkonjunktsioonid / konstituendid liidame **VÕI**-tehtega kokku DNK-ks.*

$$f(x_1x_2x_3) = \overline{x_1}\overline{x_2}\overline{x_3} \vee \overline{x_1}\overline{x_2}x_3 \vee \overline{x_1}x_2\overline{x_3} \vee \overline{x_1}x_2x_3 \vee x_1\overline{x_2}\overline{x_3} \vee x_1\overline{x_2}x_3 \vee x_1x_2\overline{x_3} \vee x_1x_2x_3$$

<i>1-de piirkonna argumentvektorid</i>	<i>Vastavad konstituendid</i>
000	$\overline{x_1}\overline{x_2}\overline{x_3}$
001	$\overline{x_1}\overline{x_2}x_3$
010	$\overline{x_1}x_2\overline{x_3}$
011	$\overline{x_1}x_2x_3$
100	$x_1\overline{x_2}\overline{x_3}$
101	$x_1\overline{x_2}x_3$
110	$x_1x_2\overline{x_3}$
111	$x_1x_2x_3$

36. **Mis on täielik konjunktiivne normaalkuju (TKNK)?** TKNK sisaldab kõiki argumentvektorite muutujaid, mille loogikaguntksiooni väärtuseks osutavad nullid. TKNK leidmisel ja välja kirjutamisel tuleb tähele panna, et argumentvektor $001 \neq \overline{x_1}\overline{x_2}x_3$, vaid hoopis $x_1 \vee x_2 \vee \overline{x_3}$ võrdne disjunktsioonide konjunktsiooniga, kus algtermid on teispidise väärtusega.
37. **Mis on loogikaavaldise keerukus?** Loogikaavaldise keerukus (**L**) näitab kui mitu algtermi kuulub tema koosseisu. Näiteid:
- $$L[(\overline{x_1} \vee x_2)\overline{x_3}] = 3 \quad L(\overline{x_1}\overline{x_3} \vee x_2\overline{x_3}) = 4 \quad L(x \rightarrow 0) = 2$$
38. **Mis on minimaalne DNK (MDNK) ? Mis on minimaalne KNK (MKNK) ?** Minimaalne DNK või MKNK on minimaalne võimalik kontuur, mis katab ära kõik 1-de piirkonda kuuluvad argumentvektorid või kõik 0-de piirkonda kuuluvad argumentvektorid.
39. **Millisest loogikafunktsiooni piirkonnast tuleneb DNK? Millisest piirkonnast tuleneb KNK?** DNK- 1-de piirkonnast, KNK- 0-de piirkonnast.

40. Kuidas kirjutatakse funktsiooni tõeväärtustabelist välja funktsiooni TDNK või TKNK ?
Tuleb kirjutada välja kõik algtermid. Kui on tegu TDNK-ga, siis kirjutame välja funktsiooni konjunktsioonide disjunktiooni ja TKNK-ga vastupidiselt.
41. Mitu erinevat täielikku disjunktiiiset/ konjunktiiiset normaalkuju (TDNK/ TKNK) on igal loogikafunktsioonil? *Alati üks.*
42. Mitu TDNK elementaarkonjunktsiooni väärtustub 1-ks suvalise argumentvektori korral? *1, sest see avaldis saab tõene olla ainult juhul kui kõik algtermid $\in \{1\}$ ehk on võrdsed ühega.*
43. Mitu TKNK elementaardisjunktiooni väärtustub 0-ks suvalise argumentvektori korral? *Loogikafunktsiooni erinevate väärtuste arv -1 ehk kõik peale 0 argumentvektori on loogikaavaldise tõeväärtuseks 1.*
44. Milline loogikafunktsioon ei oma TDNK-d? Milline loogikafunktsioon ei oma TKNK-d?
Samaselt tõesel funktsioonil ei eksisteeri TKNK-d, kuna tal puudub nullide piirkond. Samaselt vääräl funktsioonil ei eksisteeri TDNK-d, kuna tal puudub ühtede piirkond.
45. Mitu erinevat 1-muutuja loogikafunktsiooni on olemas? *Maksimaalselt on 4 erinevat 1-muutuja loogikafunktsiooni.*

x	$f(x)$	$f(x)$	$f(x)$	$f(x)$
0	0	0	1	1
1	0	1	0	1
	$f(x) = 0$	$f(x) = x$	$f(x) = \bar{x}$	$f(x) = 1$

46. Milline on ainus oluline 1-muutuja loogikafunktsioon? *Ainuke "efektiivne" on inversioon.*
47. Kuidas võib nimetada 0-muutuja loogikafunktsioone? *Konstant 1 ja konstant 0.*
48. Mitu erinevat 2-muutuja loogikafunktsiooni on olemas? *$2^4 = 16$ ehk 16 erinevat.*
49. Millised 2-muutuja funktsioonid sõltuvad mõlemast oma muutujast?

$x_1 x_2$	$f1$	$f2$	$f4$	$f6$	$f7$	$f8$	$f9$	$f11$	$f13$	$f14$
-----------	------	------	------	------	------	------	------	-------	-------	-------

00	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1
01	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1
10	0	1	0	1	1	0	0	1	0	1
11	1	0	0	0	1	0	1	1	1	0
	$x_1 x_2$	$\overline{x_1 \rightarrow x_2}$	$\overline{x_2 \rightarrow x_1}$	$x_1 \oplus x_2$	$x_1 \vee x_2$	$\overline{x_1 \vee x_2}$	$x_1 \leftrightarrow x_2$	$x_2 \rightarrow x_1$	$x_1 \rightarrow x_2$	$\overline{x_1 x_2}$

Lühidalt kokkuvõttes.

1. Konjunktsioon
2. Implikatsiooni inversioon
3. Pöördimplikatsiooni inversioon
4. Ekvivalentsi inversioon
5. Summa moodul 2
6. Disjunktsioon
7. Disjunktsiooni inversioon
8. Ekvivalents
9. Pöördimplikatsioon
10. Implikatsioon

50. Milline erinevus on implikatsioonil ja pöördimplikatsioonil? Funktsiooni tõeväärtuse poolest.

51. Mis on Peirce'i nool ("Peirce arrow")? Peirce' i nool on või-eitus. Ehk disjunktsiooni inversioon. Ja seda tähistatakse noolega $\overline{A \vee B} = A \downarrow B$

52. Mis on Shefferi kriips ("Sheffer stroke")? Tegu on sarnaselt Peirce'i noolele funktsiooniga, mis on disjunktsiooni asemel konjunktsiooni eitus ehk JA-EI. $A | B = \overline{A \& B}$

53. Mitu erinevat 3-muutuja loogikafunktsiooni on olemas? Loogikaguntsioonil, millel on kolm muutujat on 2^8 ehk 256 erinevat väärtust, sest kolme muutujaga on 8 erinevat tõeväärtust ja seal tulenevalt on 2^8 . Nelja muutujaga oleks vastavalt 2^{16} ehk 65536 loogikafunktsiooni.

54. Miks nimetatakse loogikatehet "summa mooduliga 2" ja "välistav VÕI" ? Sest vastupidiselt või tehtele on xor väärtus $f(11)$ korral võrdne nulliga aga või korral ühega ja sellest tulenevalt ka nimi.
55. Millest tuleneb lühend XOR ? XOR: Loogikatehtest summa mooduliga 2 nimetatakse ka "Välistav Või". See on üks või teine, kuid mitte mõlemad koos.
56. Millise loogikatehte inversiooniks on loogikatehe summa mooduliga 2 ? Ekvivalentsi. (XNOR)
57. Millise 3-tähelise lühendiga tähistatakse loogikatehet summa mooduliga 2? XOR.
58. Kuidas avaldatakse tehet elementaarsete loogikatehete kaudu? $x_1 \oplus x_2 = x_1 \bar{x}_2 \vee \bar{x}_1 x_2$
59. Mida teeb avaldisele konstandi 1 juurdeliitmine tehtega ? Inverteerib avaldise väärtuse.
60. Milline on tulemus paaritu arvu konstantide 1 kokkuliitmisel tehtega ? Tulemuseks on tehte väärtuse inversioon. Seega pole vahet kas kirjutada $1 \oplus 1 \oplus 1 \oplus 1 \oplus 1 \oplus 1$ on sama kui 1 lisamine.
61. Milline on tulemus paarisarvu konstantide 1 kokkuliitmisel tehtega ? Paarisarvuliste 1 konstantide kokkuliitmisel väärtus ei muutu, seega võib nende kirjutamise ära jätta.
62. Milline on tulemus paaritu arvu muutujate x kokkuliitmisel tehtega ? Liites paaritu arvu muutujaid on tulemuseks olukord, kus jääb järele ainult üks muutuja x ehk $x \oplus x \oplus x = x$.
63. Milline on tulemus paarisarvu muutujate x kokkuliitmisel tehtega ? Liites loogikamuutujale x tema enda, on tulemuseks alati 0 olenemata x-i väärtusest.
64. Milline on tulemus muutuja x ja tema inversiooni x kokkuliitmisel tehtega ? Selle tulemuseks on 1, sest $0 \oplus 1 = 1$ ja samuti $1 \oplus 0 = 1$ seega $x \oplus \bar{x} = 1$
65. Millal võib DNK-s asendada kõik disjunktsioonitehted V tehetega $\oplus$ (summa moodul kahega)? Kui (paljude operandidega) disjunktsioonitehete operandidest on väärtusega 1 paaritu arv operande (näiteks ainult üks operand), siis võib sellises avaldises asendada kõik disjunktsioonitehted summa moodul kahega.
66. Kuidas saab mittetäieliku DNK või KNK teisendada täielikuks ? Kleepimisseaduse abil, mis võimaldab meil puuduvad algtermid kleepida juurde, et saada TDNK või TKNK.
67. Kumb normaalkuju (DNK või KNK) on praktikas olulisem? DNK. Avaldise teisendamine viibki pärast
- - mittelelementaarsete loogikatehete asendamist asendusseoste abil;

- - sulgude lahtikorrutamist distributiivsuseadus abil
- Konjunktsioonide “konstant 0”-deks korrutamist

Avaldise tavaliselt disjunktiivseks normaalkujuks (**DNK**).

68. Millise põhiseose abil saab DNK teisendada KNK-ks? Teise distributiivsuseaduse ehk sulgude lahtiliitmise abil. Näiteks $x_1 \vee x_2 x_3 = (x_1 \vee x_2)(x_1 \vee x_3)$

69. Leia põhjus, miks ühise teguri sulgude ette toomisel (tavaliselt) ei jää kunagi sulgudesse neeldumist kujul $(x \vee x y)$? Sest $x(1 \vee y) = x$. Ühise teguri sulgude ettetoomisel ei jää sulgudesse enam ühist tegurit (sulgudesse jääb antud juhul $1 \vee y$, x tuuakse sulgude ette).

70. Milline loogikafunktsioon on nõrgalt määratud? Suure määramatuspiirkonnaga funktsioone nimetatakse nõrgalt määratud funktsioonideks.

71. Millised intervallid on ortogonaalsed? Intervallid, mis ei oma ühisosa (s.t kui nad on mittelõikuvad kahendvektorite hulgas).

72. Mis on ortogonaalsustehe? Millele teda rakendatakse? Ortogonaalsustehe on nõrgalt määratud funktsioonis minimaalse DNK ja KNK leidmiseks kasutatav meetod. Tehet rakendatakse erinevate piirkondade kõikvõimalikele paaridele. Kui meil on näiteks nii 0-de kui ka 1-de piirkonnas teada 3 piirkonda, siis kokku tuleb 3×3 ruutu ehk 9 tehet.

#	0	1	–
0	0	1	0
1	1	0	0
–	0	0	0

Kui kokku satuvad 0 ja 1, siis on tulemuseks 1, muidu on tulemuseks 0.

73. Mis on loogikafunktsiooni implikant? Mis on lihtimplikant? Implikant on loogikafunktsiooni iga 1-de piirkonna intervall (intervall on lähisvektorite arv). Lihtimplikant on maksimaalne ehk suurim implikant. Lihtimplikant ei sisaldu tervikuna mitte üheski teises, veelgi suuremas selle funktsiooni implikandis.

0	1	1	0
1	1	0	0

Siin Karnaugh' kaardil on 7 implikanti

$\{001\}\{011\}\{100\}\{101\}\{0-1\}\{10-\}\{-01\}$ (tähistatud kõik erinevate värvidega) ja 3 lihtimplikanti (tähistatud roosa, punase ja tumesinisega)

74. **Mis on funktsiooni taandatud DNK? Mitu erinevat taandatud DNK-d võib funktsioonil olla?** Taand.DNK on funktsiooni kõigi lihtimplikantide disjunktioon. Sarnaselt TDNK-ga on on ka funktsioonil vaid üks Taand.DNK. Funktsioonil saab olla ainult **üks** taandatud DNK.
75. **Milline seos on funktsiooni taandatud DNK ja MDNK vahel ?** Mõlemad funktsioonid koosnevad lihtimplikantidest ehk maksimaalsetest implikantidest, aga MDNKl on minimaalne võimalik lihtimplikantide arv, kuid Taand.DNK-l on maksimaalne arv lihtimplikante ehk kõik lihtimplikandid.

KARNAUGH' KAARDID

1. **Mis on Karnaugh' kaart?** Karnaugh kaart on funktsiooni tõeväärtustabeli ümberpaigutamine tasandile.
2. **Millised on Karnaugh' kaardi põhiomadused?** Karnaugh kaardi põhiomadused on 1) kaardi iga ruudu naaberruutude arv võrdub kaardi muutujate arvuga. 2) suvalise kahe naaberruudu argumentvektorid on teineteise lähiskoodid.
3. **Milline on suurim Karnaugh' kaart ?** Suurim karnaugh kaart on 6-muutuja kaart.
4. **Millise suurusega Karnaugh' kaardid on tasandilised? Millised on ruumilised?** Kuni nelja muutujaga karnaugh kaardid on tasandilised ja 5-6 on ruumilised.
5. **Mis on Karnaugh' kaardi kontuurid? Millised on kontuuride võimalikud suurused?** Kaardi kontuurid on kindlate mõõtmetega ruutude grupid. Kontuuride võimalikud suurused on ainult kahe astmed.

6. Millist küljepikkust *Karnaugh'* kaardi kontuuridel kunagi ei esine? Kontuuridel ei tohi olla kunagi külje pikkuseks 3 ruutu.
7. Mida esitab *Karnaugh'* kaardi iga kontuur? Iga kontuur vastab kahendvektori mingile intervallile.
8. Mitu erinevat muutujaväärtuste piirkonda leidub n -muutuja *Karnaugh'* kaardil? n -muutuja kaardil on 2^n piirkonda.
9. Milleks *Karnaugh'* kaarti kõige enam kasutatakse? Loogikafunktsioonide minimeerimiseks.
10. Mis on funktsiooni minimeerimine? Leida minimaalne arv maksimaalselt suuri kontuure, et oleks kaetud MKNK või MDNK.
11. Kuidas kasutatakse *Karnaugh'* kaarti funktsiooni minimeerimisel? Paigutakse tõeväärtustabel *Karnaugh* kaardile, katta ühed, või nullid, leida konstantsed muutujad nende kontuuride piires, kirjutada need muutujad välja.
12. Millest oleneb elementaarkonjunktsioonide arv, kui MDNK saadakse *Karnaugh'* kaardilt? See sõltub mitu kontuuri on kaardil.
13. Kas kontuuri suurenemisel konstantsete muutujate arv kontuuri ulatuses suureneb või väheneb? väheneb
14. Mitu konstantset muutujat on 1-ruudulises kontuuris? Sõltuvalt muutujate arvust. Maksimaalselt kuus muutujat ja minimaalselt 1.
15. Mitu konstantset muutujat on (suurimas võimalikus) kontuuris, mis katab terve kaardi? Konstant 1. Konstantsed muutujad ise puuduvad.
16. Miks on suuremad kontuurid minimaalse normaalkuju leidmisel eelistatud? Kui leida minimaalne normaalkuju, siis on vajalik leida maksimaalselt suured kontuurid, et leida minimaalne normaalkuju.
17. Miks eelistatakse katta vajalikud ruudud võimalikult väikse arvu erinevate kontuuridega? Sest üksteise sees paiknevad kontuurid neelduvad.
18. Mille poolest erineb elementaardisjunktsiooni väljakirjutamine 0-de kontuurist (võrreldes elementaarkonjunktsiooni väljakirjutamisega 1-de kontuurist)? Kui me kirjutame välja elementaarkonjunktsiooni, siis jäävad konstantsed väärtused samaks, kuid kui kirjutame välja elementaardisjunktsiooni, siis on konstantsed muutujad pöördväärtustega.

McCLUSKEY' MINIMEERIMISMEETOD

1. Kui suure muutujatearvu korral on McCluskey' minimeerimismeetod rakendatav?

Muutujate arv pole piiratud.

2. Millised on McCluskey' meetodi põhietapid? Põhietappideks on kleepimissammu tegemine ehk kleepimisreegel, märgime ära lihtimplikandid. Seejärel tuleb valida minimaalne kate.

3. Mis on McCluskey' meetodis 10ndarvu indeks? 1-de arv selle arvu kahendkujus.

4. Millistele tingimustele peavad vastama McCluskey' meetodiga kleebitavad 10ndarvud?

Omavahel saab kokku kleepida vaid naaberseksioonide arve, numbrilises meetodis saab kokku kleepida vaid neid arve, mille vahe on mõni 2 aste (1, 2, 4, 8 jne). Väiksema indeksiga (ehk ülemisest) seksioonist pärit kleebitav arv peab ka oma väärtuselt väiksem olema.

5. Millistele tingimustele peavad vastama McCluskey' meetodiga kleebitavad intervallid ?

Kleebitavad intervallid peavad olema lähisvektorid.

6. Millised McCluskey' meetodi 2 modifikatsiooni on olemas? Mille poolest nad erinevad?

Intervallmeetod ja numbriline meetod. Erinevad esituskuju poolest.

7. Millised sarnasused on McCluskey' meetodiga ja Karnaugh' kaardiga minimeerimisel?

1) Karnaugh kaardil naaberruutudes paiknevad koodid on ka McCluskey kleepimistabelis naaberlahtrites ehk McCluskey meetod kleebib kokku neidsamu koode, mis ka Karnaugh kaardil oleksid kontuuridesse kokkuseotavad.

2) Intervallide kasvatamine kleepides on samaväärne kontuuride suurendamisega Karnaugh kaardil. Igale kleepimistabelis moodustunud intervallile vastab üks kindel kaardikontuur.

8. Mida teeb McCluskey' minimeerimismeetod funktsiooni määramatuspiirkonnaga? Lisab määramatuspiirkonna kas 1-de piirkonnale (MDNK leidmiseks) või 0-de piirkonnale (MKNK leidmiseks).

9. Mille poolest erinevad osaliselt määratud ja täielikult määratud funktsiooni minimeerimine McCluskey' meetodil? Osaliselt määratud funktsiooni puhul tuleb määramatuspiirkond lisada kas 1-de piirkonnale (MDNK leidmisel) või 0-de piirkonnale (MKNK leidmisel). KUID pärast

kleepimistabeli lõplikku moodustumist on meetodi teises etapis eesmärgiks leida minimaalne kate ainult tegelikule ("rangele") 1-de (või 0-de) piirkonnale, mitte kogu laiendatud piirkonnale.

- 10. Kuidas toimitakse, kui kleepimistabelis ei õnnestu mõnda seal leiduvat arvu / 2ndvektorit kleepida mitte ainsatki korda?** *Need osutuvad lihtimplikantideks (märgistad ära nt A1 ja kirjutad teises etapis tabelisse.).*
- 11. Kuhu (kuidas) paigutuvad kleepimistabeli koostamisel sellised arvud / 2ndvektorid, mis Karnaugh' kaardil asuvad kõrvuti naaberruutudes?** *Need satuvad ka kleepimistabelis naabersektsoonidesse/naaberlahtritesse ehk McCluskey' meetod kleebib kokku needsamad koodid, mis ka Karnaugh' kaardil oleksid kontuuridesse kokkuseotavad.*
- 12. Mis määrab numbrilise McCluskey' meetodi viimastel sammudel, millised 2ndjärgud intervalli esindajaks valitud arvu 2ndkujus kuuluvad elimineerimisele?** *Elimineeritakse välja need järgud, mille kaaluga võrdne vahe kaasnes selle lihtimplikandiga A.*
- 13. Miks tohib numbrilises McCluskey' meetodis valida intervalli esindajaks suvalise arvu selle intervalli koosseisust?** *Sest me saame sellest intervallist igal juhul sama elementaarkonjunktsiooni. Näiteks lihtimplikandis A1 on arvud 1-3-5-7 ehk kahendarvudena 001 011 101 111. Lihtimplikandiga A1 kaasnevad vahed 2 ja 4 vastavad nende kahendarvude kahele kõrgemale järgule (sest nende järgukaalud on 4 ja 2). Kõik neli kahendarvu erinevad üksteises ainult nendes järkudes, mis elimineeritakse välja. Kõikides "allesjäävates" järkudes (siin on selliseid ainult üks) on nendes neljas kahendarvus sama järguväärtus 1, mis annabki DNK liikmeks x_3 mistahes arvuvaliku korral A1-st.*

JÄÄKFUNKTSIOONID

- 1. Mis on jääkfunktsioon? Millest oleneb jääkfunktsiooni muutujate arv?** *Kui asendada n-muutuja funktsiooni $f(x_1 x_2 \dots x_n)$ avaldises osad tema muutujad konstantidega 0 või 1, siis selliselt saadavat lihtsamat loogikafunktsiooni nimetatakse algse n-muutuja funktsiooni jääkfunktsiooniks. Kui asendada n-muutuja funktsiooni $f(x_1 x_2 \dots x_i \dots x_n)$ avaldises üks tema muutuja x_i konstandiga 0 või 1, siis on jääkfunktsiooniks (n1)-muutuja funktsioon.*
- 2. Kus asub jääkfunktsiooni $f(x_1 1 x_3)$ tõeväärtustabel Karnaugh' kaardil?**

		x3	
		0	1
x1, x2	00		
	01		
	11		
	10		

3. Mis on loogikafunktsiooni tuletis? Seega on n -muutuja funktsiooni tuletis $(n-1)$ -muutuja funktsioon, kus puudub see muutuja x_i , mille järgi tuletis võeti.

$$\frac{\delta f(x_1 \dots x_i \dots x_n)}{\delta x_i} = f(x_1 \dots x_{i-1} x_{i+1} \dots x_n)$$

4. Mis on Shannoni arendus? Shannoni arendus on (jääkfunktsioone sisaldav) loogikaavaldise üks erikuju.
5. Millised Shannoni arenduse liigid on olemas? Disjunkttiivne ja konjunkttiivne arendus, mille alla kuuluvad omakorda veel täielik (kõigi muutujate järgi) ja osaline arendus.
6. Milline loogikaavaldis on täieliku Shannoni arenduse tulemuseks? Shannoni arendus samaaegselt kõikide muutujate järgi on täielik arendus. Täieliku arenduse jääkfunktsioonideks saavad jääda ainult konstandid (0 1).

7. Mis jäävad jääkfunktsioonideks täieliku Shannoni arenduse korral? Täieliku arenduse jääkfunktsioonideks saavad jääda ainult konstandid (0 1)

4-muutuja funktsiooni täieliku disjunktiiivse arenduse üldkuju :

$$f = \bar{x}_1 \bar{x}_2 \bar{x}_3 \bar{x}_4 \cdot f(0000) \vee \bar{x}_1 \bar{x}_2 \bar{x}_3 x_4 \cdot f(0001) \vee \dots \vee x_1 x_2 x_3 \bar{x}_4 \cdot f(1110) \vee x_1 x_2 x_3 x_4 \cdot f(1111)$$

Täielik disjunktiiivne arendus annab TDNK

Täielik konjunktiiivne arendus annab TKNK

LOOGIKAFUNKTSIOONIDE KLASSID

1. Millistesse klassidesse loogikafunktsioonid liigituvad? Kuidas igat klassi tähistatakse?

- K_0 Nulli säilitavad funktsioonid
- K_1 - Ühte säilitavad funktsioonid
- K_p - Pööratavad funktsioonid
- K_m - monotoonsed funktsioonid
- K_l - lineaarsed funktsioonid

2. Milline on klassi kuuluvuse tunnus iga konkreetse klassi jaoks?

- K_0 – Funktsioon on nulli säilitav, kui ta kõikide muutujate väärtustamisel 0-ks väärtustab funktsiooni ise samuti nulliks. K_0 klassi kuuluvust kontrollitakse tõeväärtustabeli esimesest reast.

$$\{f_0, f_1, f_2, f_3, f_4, f_5, f_6, f_7\} \subset K_0$$

- K_1 – Funktsioon on ühte säilitav, kui ta kõikide muutujate väärtustamisel 1-ks väärtustab funktsiooni ise samuti üheks. K_1 klassi kuuluvust kontrollitakse tõeväärtustabeli viimasest reast.

$$\{f_1, f_3, f_5, f_7, f_9, f_{11}, f_{13}, f_{15}\} \subset K_1$$

- K_p – Funktsioon on pööratav kui, kui ta oma kõikide muutujate väärtuste invertteerimisel invertteerub ka ise. Alloleval tõeväärtustabeli põhjal võib järeldada, et tegu on iseendaga duaalse

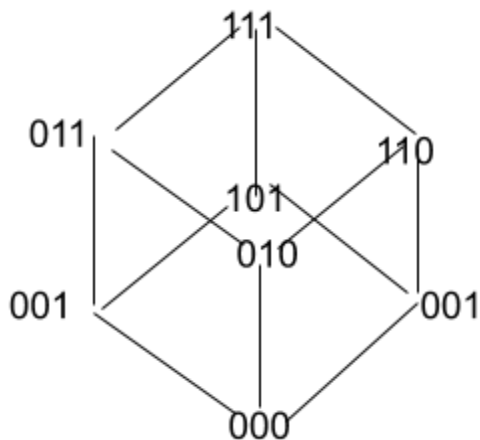
funktsiooniga, sest kui keskelt teha tabel pooleks, siis näeme, et funktsiooni väärtused on täpselt vastupidised.

$$\{f_3, f_5, f_{10}, f_{12}\} \subset K_p$$

x_1	x_2	x_3	f
0	0	0	1
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	0
1	0	0	1
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	0

- K_m – Funktsioon on monotoonne, kui argumentvektori suurenemisel funktsiooni väärtus ei vähene. Kahendvektoreid võrreldakse omavahel $<$ ja $>$ võrdlustehtega. **Monotoonseks osutub iga loogikafunktsioon, mille normaalkujus (DNK-s või KNK-s) pole inversiooniga algtermid** (x_i) $\overline{x_i}$.

Kui DNK-s puuduvad inversioonita algtermid, siis ka KNK kujul puuduvad algtermid. Üheks variandiks on monotoonsust kontrollida ka Hasse Diagrammi järgi.



Hasse diagrammil tuleb läbida kõikvõimalikud teed 000, 001, 110, 111 ja tuleb veenduda, et seda teed läbides funktsiooni tõeväärtus ei väheneks. Sellest aga ei piisa, et ainult ühe tee puhul tõeväärtused ei kasva, selleks et veenduda monotoonsuses peavad kõik teed olema monotoonsed ehk ei tohiks kasvada. 3 argumendi funktsioonil on meil kokku 6 võimaliku teed.

- K_1 – Funktsioon on lineaarne kui ta on esitatav summa moodul kahega. $c_i \in \{0, 1\}$. Selleks et kontrollida funktsiooni lineaarsust tuleb veenududa, et loogikaavaldis on esitatav kujul:

$$c_0 \oplus c_1 x_1 \oplus c_2 x_2 \oplus \dots \oplus c_n x_n$$

Näide: 2-muutuja funktsioonide lineaarsus.

$x_1 x_2$	$x_1 x_2$	$x_1 \vee x_2$	$x_1 \leftrightarrow x_2$	$x_1 \oplus x_2$
00	0	0	1	0
01	0	1	0	1
10	0	1	0	1
11	1	1	1	0

Näitest ilmneb, et konjunktsioon ja disjunktsioon pole lineaarsed, sest nende korral

$$f(00) \oplus f(01) \oplus f(10) \oplus \neq f(11)$$

3. Millist tingimust täitev 2-muutuja loogikafunktsioon on lineaarne?

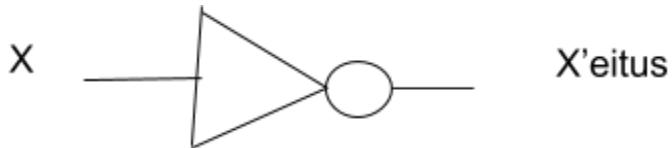
Kui 2-muutuja loogikafunktsioon on vastav allolevale.

$$f(00) \oplus f(01) \oplus f(10) \oplus = f(11)$$

DIGITAALSKEEMIDE ELEMENDID

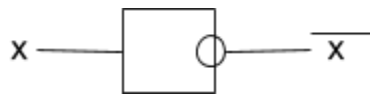
1. **Millest koosnevad digitaalseadmed?** Digitaalseadmed koosnevad loogikaelementidest, mis teevad loogikaväärtustega 0 ja 1 lihtsamaid loogikatehteid. EHK iga digitaalseade koosneb loogikaskeemi(de)st ja töötleb 1-de ja 0-de kogumeid.
2. **Millest koosneb loogikaskeem?** Loogikaelementide ehk 0 ja 1 omavahelisel kokkuühendamisel saadakse loogikaskeem.
3. **Mida loogikaskeemid (ja digitaalseadmed) töötlevad?** 1-de ja 0-de kogumeid.

4. **Mida teevad loogikaelemendid?** Iga digitaalseadme elementaarseteks koostisosadeks on loogikaelemendid, mis teevad loogikaväärtustega 0 ja 1 lihtsamaid loogikatehteid.
5. **Milline on lihtsaim loogikaelement?** Invertor ehk EI- element. Invertor teostab eitust.

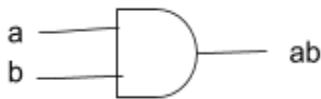


6. **Milline loogikaelement realiseerib igat konkreetset loogikatehet?**

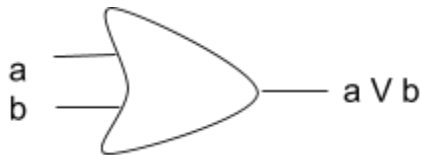
- 1) Invertor ehk EI-element (inversioonitehe)



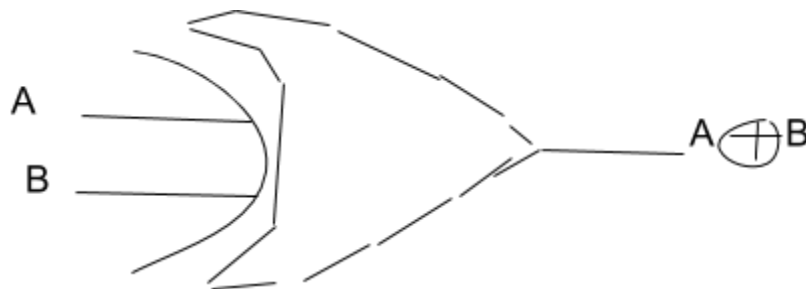
- 2) JA-element (konjunktsioon e loogiline korrutamine)



- 3) VÕI-element (disjunktsioon e loogiline liitmine)



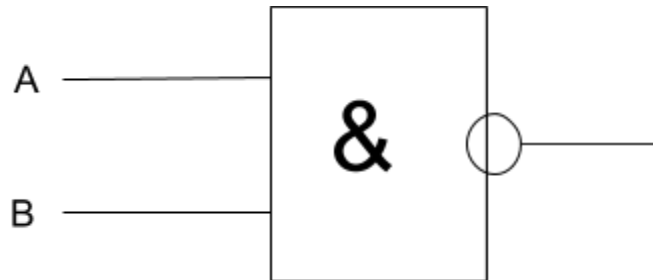
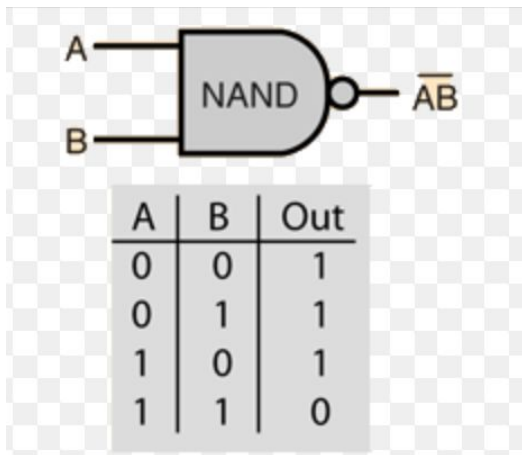
- 4) Summa moodul 2



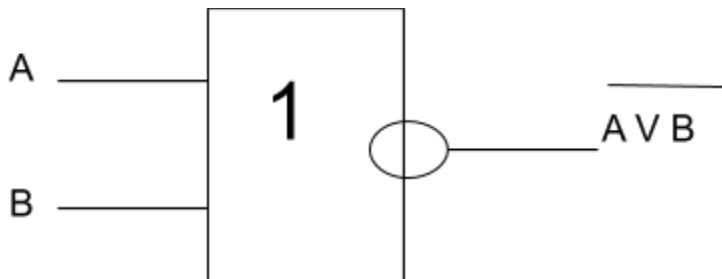
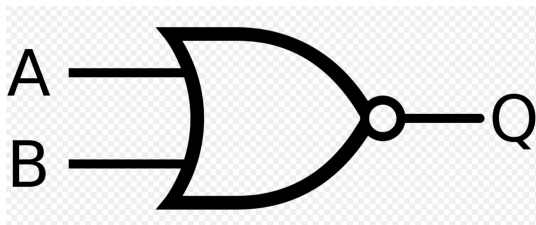
Summa moodul kahe kaudu saab ka avaldada ekvivalentsi, kui me inverteerime summa moodul kahe.

7. **Mida tähendavad lühendid NAND NOR XOR ?**

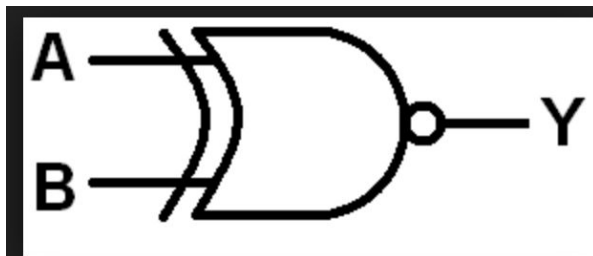
- **NAND -> JA-EI** element teeb oma sisendite konjuktsiooni inversiooni.



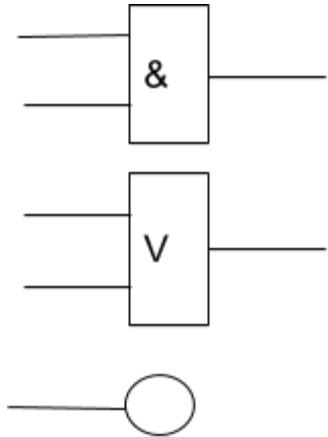
- **NOR -> VÕI-EI** element teeb oma sisendite disjunktsiooni inversiooni.



- **XOR -> Summa moodul 2 (Exclusive OR)**



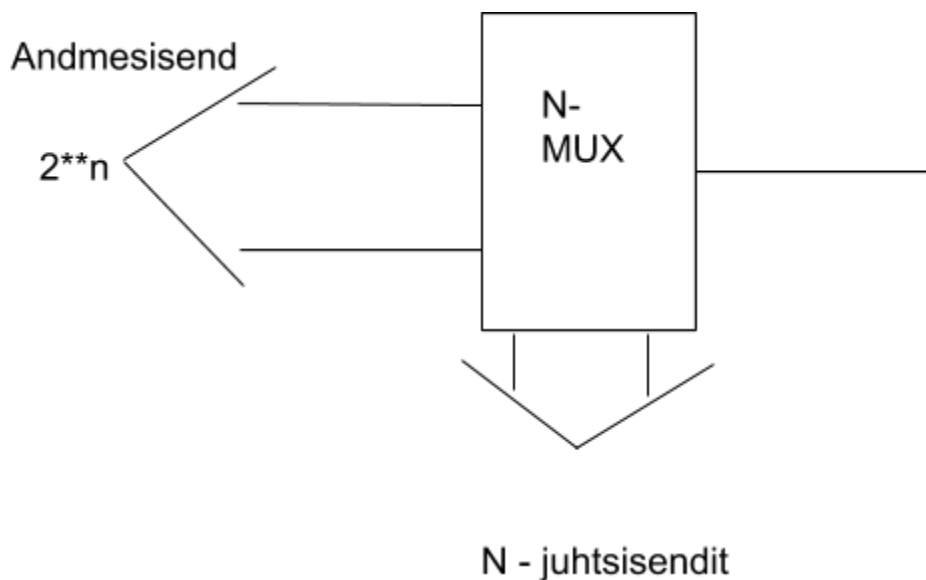
8. Milliste loogikatehete jaoks on olemas oma spetsiaalsed loogikaelemendid? Spetsiaalsed loogikaelemendid inversioon, disjunktsioon ja konjuktsioon, VÕI-EI, JA-EI, Summa moodul 2.



Inglise keeles: **NOT, AND, OR, NAND, NOR, XOR.**

9. Mis on multipleksor? Mitu väljundit on igal multipleksoril?

*Multipleksorid on loogikaskeemides kasutatavad kommunikatsioonelemendid. Kuigi multipleksorid ise ei realiseeri ühtegi loogikatehet, saab neil omavahel sobivalt ühendades ja juhtides realiseerida nende abil suvalist loogikafunktsiooni. Alati on multipleksoril ainult **1** väljund.*



10. Millist liiki sisendid on multipleksoril? Nagu eelneval joonisel paistab, siis on multipleksoril andmesisend ja juhtsisend.

11. Kuidas on omavahel seotud multipleksori juhtsisendite ja andmesisendite arv?

Juhtsisendite arv andmesisendite arv on mõlemad seotud multipleksori arvuga n . Andmesisendite arv on 2^n ja juhtsisend ongi multipleksorite arv ehk n .

12. Milline on lihtsaim multipleksor? Kui palju sisendeid tal on? Lihtsaim multipleksor on

1-multipleksor, millel on 1 juhtsisend ja 2 andmesisendit.

13. Millise loogikaavaldiste teisendusmeetodiga on multipleksorskeemide koostamine seotud?

Funktsioonide avaldised saab multipleksorskeemina realiseerimiseks sobivale kujule teisendada Shannoni disjunktivse arendusega.

LOOGIKAFUNKTSIOONIDE SÜSTEEMID

1. Mis on loogikafunktsioonide süsteem? Loogikafunktsioonide süsteem on loogikafunktsioonide

hulk. Süsteemi võivad kuuluda lisaks loogikatehetele ka konstandid 0 ja 1.

2. Mis on iseloomulik mingis konkreetsetes süsteemis esitatud loogikaavaldisele? Kui

loogikaavaldis kuulub mingisse süsteemi, siis on see avaldis esitatud ainult selles süsteemis loogikatehteid kasutades. Näiteks Red Mülleri baas on esitatud summa moodul kahe, konjunksiooni ja konstant ühega.

3. Milline loogikafunktsioonide süsteem on täielik? Kui temas sisalduvaid funktsioone ehk tehteid kasutades on võimalik esitada suvalist loogikaavaldist (ehk suvalist loogikafunktsiooni).

Loogikafunktsioon on täielik kui ta sisaldab:

- $K0$ - Nulli mitte säilitavat funktsiooni
- $K1$ - Ühte mitte säilitavat funktsioonid
- Kp - mitte Pööratavad funktsioonid
- Km - mitte monotoonsed funktsioonid
- Kl - mitte lineaarsed funktsioonid

4. Süsteemi täielikkuse kriteerium põhineb funktsiooni mittekuulumisel klassidesse $\{K0, K1, Kp, Km, Kl\}$

5. Milline loogikafunktsioonide süsteem on nõrgalt täielik? Kui funktsiooni sisaldab ühte mittemonotoonset ja mittelineaarset funktsiooni. Nõrgalt täielik on funktsioon, kui pärast $f(0)$ või

$f(1)$ lisamist süsteemile muutub funktsioon täielikuks, ehk kuulub kõikidesse loogikafunktsioonide klassidesse.

6. **Milline on nõrgalt täieliku süsteemi tunnus?** *Loogikafunktsioon sisaldab ühte mitte-monotoonset ja ühte mittelineaarset funktsiooni.*
7. **Milline loogikafunktsioonide süsteem on baas?** *Baas on minimaalne täielik loogikafunktsioonide süsteem.*
8. **Mitu baasi saab koostada 2-muutuja loogikafunktsioonidest $f_0 \dots f_{15}$?** *17 baasi*
9. **Millised loogikatehted moodustavad üksi baasi? Mis on Shefferi baas ? Mis on Peirce'i baas ?** *Pierce baas ehk $\tilde{O}I$ -EI baas ja Shefferi baas ehk JA-EI.*
 - Pierce nool - $x_1 \downarrow x_2 \leftrightarrow \overline{x_1 \vee x_2}$
 - Shefferi kriips $x_1 | x_2 \leftrightarrow \overline{x_1 x_2}$
10. **Kuidas saab suvalise loogikaavaldise teisendada baasi { JA-EI } ?** *Teisendades funktsiooni DNK kujule ja rakendades sellele topeltinversiooni ja DeMorgani seadust, saame me JA-EI baasi.*
11. **Kuidas saab suvalise loogikaavaldise teisendada baasi { $\tilde{V}OI$ -EI } ?** *Teisendades funktsiooni KNK kujule ja rakendades sellele topeltinversiooni ja DeMorgani seadust, saame me JA-EI baasi.*
12. **Kuidas saab { JA-EI } baasis avaldise teisendada baasi { $\tilde{V}OI$ -EI }?** *Tuleb panna topeltinversioon kogu tehtele ja seejärel rakendada DeMorgani seadust.*
13. **Millistest tehetest koosnevad implikatiivsed baasid?** *Implikatiivsed baasid koosnevad $\{\overline{} \rightarrow\}$ ja $\{0 \rightarrow\}$*
14. **Millistest tehetest koosneb Reed-Mulleri (Žegalkini) baas?** *$\{ \&, \oplus, 1 \}$*
15. **Mis on Reed-Mulleri polünoom?** *Reed-Mulleri polünoom on avaldis, milles puuduvad sulud.*
16. **Kuidas saab funktsiooni esitada Reed-Mulleri baasis Karnaugh' kaardi abil DNK kaudu?** *Tõmmates kaardile mittekatuvad kontuurid.*
17. **Millisel tingimusel tohib DNK-s asendada tehted V tehete $\oplus$?** *Siis kui Karnaugh kaardil tekkinud kontuurid on kaetud paaritu arvuliste kontuuridega.*
18. **Millised on (polünoomiks teisendamisel) muud võimalused tehtest V vabanemiseks ?** *Saab asendada summa moodul kahega, kui on paaritu arv liidetavaid ühtesid. Kuid lisaks sellele on võimalik asendada Konjunktsioon disjunktsiooniga DeMorgani seaduse abiga.*
19. **Mille abil toimub avaldise teisendus muudesse baasidesse?** *Üleminekuseoste abil.*

20. Mille asendamiseks kasutatakse üleminekuseoseid konkreetsesse baasi? Avaldises
olemasolevate tehete asendamine puudu olevate seostega,

21. Püüa leida tunnus, mis võimaldab Reed-Mulleri polünoomi (avaldist) vaadates kohe ütelda,
kas sellise polünoomina esituv loogikafunktsioon on lineaarne? Kui loogikamuutujate arv,
mille väärtus on võrdne ühega on paaritu, siis on tegu lineaarse muutujaga.

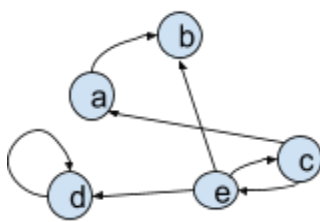
$$c_0 \oplus c_1 x_1 \oplus c_2 x_2$$

GRAAFID

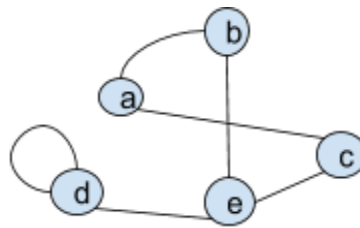
1. Mis on graaf? Millest graaf koosneb? Graaf on objektidevaheliste seoste mudel joonisel.

Graafid koosnevad objektidest nt punktidest ehk tippudest ja kaartest, mis ühendavad või seovad erinevaid tippe omavahel.

2. Mille poolest erinevad orienteeritud graaf ja orienteerimata graaf? Orienteeritud graafiga (Joonis 1) on tegu siis kui kaartel on suund ehk suunatud, kuid orienteerimata graafil (Joonis 2) see omadus puudub ehk suund puudub.

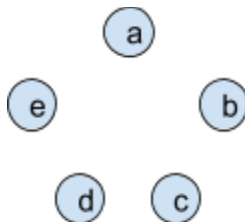


Joonis 1.
Orienteeritud

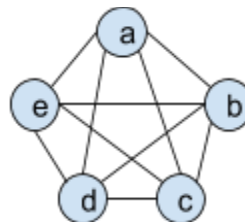


Joonis 2.
Orienteerimata

3. Mis on tühi graaf? Mis on täielik graaf (täisgraaf)? Graaf on tühi (Joonis 1), kui tal pole ühtegi kaart. Graaf on täielik (Joonis 2), kui iga tipp on ühendatud teiste tippudega.

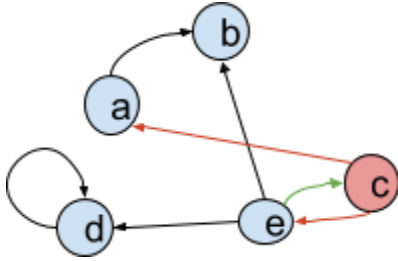


Joonis 1.
Tühi



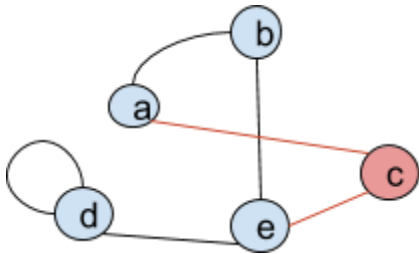
Joonis 2.
Täielik

4. Mis on tipu väljundaste? Mis on tipu sisendaste? Siseendaste on sellesse tippu saabuvate kaarte arv. Väljundaste on aga vastupidiselt väljuvate kaarte arv. Mõlemaid saab vaadelda ainult orienteeritud graafi puhul.



Antud graafi tipu c väljundaste on 2 ja sisendaste 1.

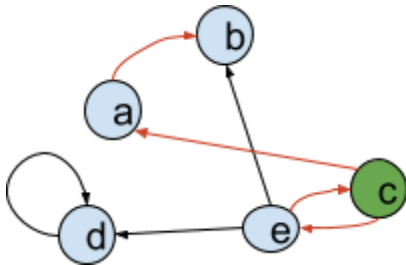
5. Mis on orienteerimata graafi tipu aste? Orienteerimata graafi tipu aste on selle tipuga seotud kaarte arv.



Antud graafi tipu c aste on 2.

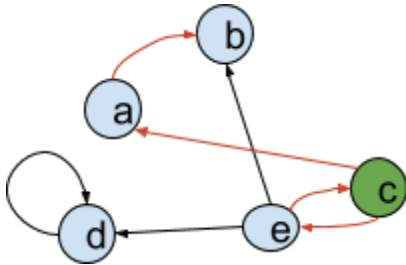
6. Mis on paaristipp? Mis on paaritu tipp? Paaristippudeks nimetatakse tippe, millel on paarisarvulise astmega tipud. Paarituarvulises on siis vastavalt paaritu arv astendajaks.
7. Mitu paaritut tippu saab graafil olla? Kuna iga kaare mõlemad otsad on seotud mingi tipuga, siis jõuame järelduseni, et igal graafil on paarisarv paarituid tippe.
8. Mis on tee? Mis on lihttee? Mis on elementaartee?

- 1) Tee on orienteeritud graafi kaarte järjestus, kus iga järgmise kaare algustipuks on eelmise kaare lõpptipp. Tee pikkus pole piiratud ja ja kaared võivad tee koosseisus korduda.

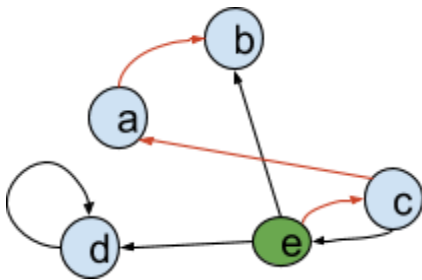


Tipp c on alguspunkt ning tee on tähistatud punasega.

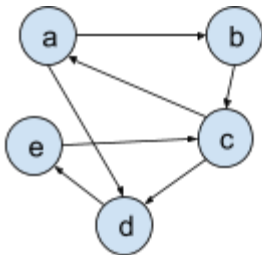
2) Lihttee on tee, millel puuduvad korduvad kaared, kuid graafi tippe võivad kaared korduvalt läbida.



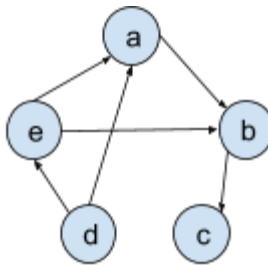
3) Elementaartee on tee, mis ei läbi ühtegi graafi tippu üle ühe korra.



9. Milline graaf on sidus? Milline graaf on ühepoolsest sidus? Orienteeritud graaf on sidus (Joonis 1), kui igast tema tipust leidub tee mistahes teise tippu. Orienteeritud graaf on ühepoolsest sidus (Joonis 2), kui mistahes kahe tipu vahel leidub üks tee teineteiseni.



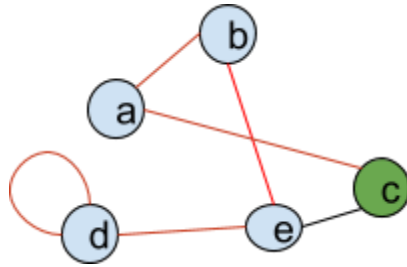
Joonis 1. Sidus



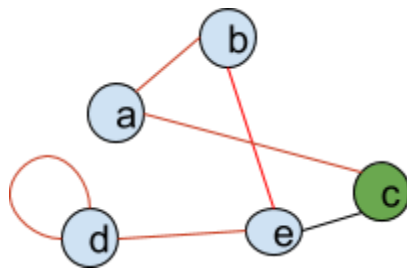
Joonis 2. Ühepoolsest sidus

10. Mis on ahel? Mis on lihtahel? Mis on elementaarahel?

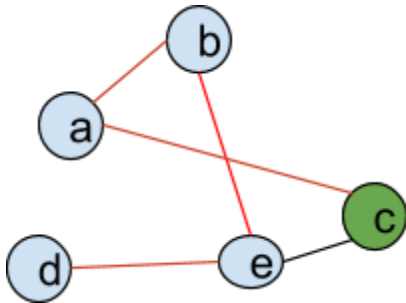
1) Ahel on orienteerimata graafil sama, mis orienteeritud graafil on tee.



2) Lihtahel on orienteerimata graafil sama, mis orienteeritud graafil on lihttee ehk puuduvad korduvad kaared, kuid korduvad tipud võivad olla.

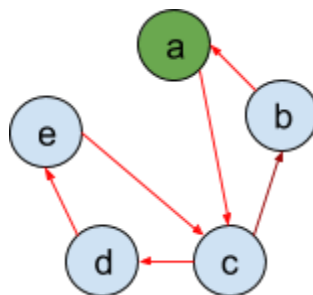


3) Elementaarahel on orienteerimata graafil sama, mis orienteeritud graafil on elementaartee ehk kõiki tippe võib läbida ühekordselt.



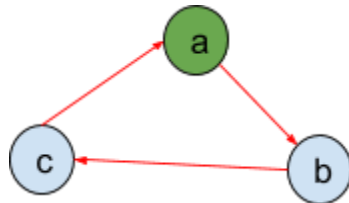
11. Mis on suletud tee? Mis on kontuur? Mis on tsükkel?

1) Suletud tee on orienteeritud graafil tee, mis lõppeb iseenda alguspunktis.



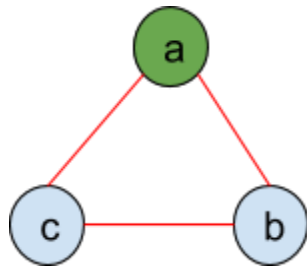
Siin joonisel algab ja lõppeb tee tipus a ehk tee on suletud.

2) Kontuur on suletud elementaartee (tippe võib läbida 1 kord) orienteeritud graafil.



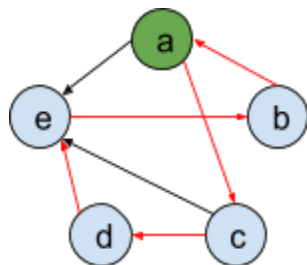
Siin joonisel algab ja lõppeb tee tipus a ja kõiki tippe läbitakse ühekordselt.

3) Tsükel on orienteerimata graafi suletud elementaarahel.

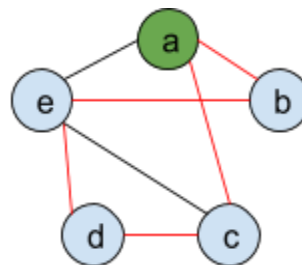


Tee algab ja lõppeb tipus a, tippe läbitakse ühekordselt.

12. Mis on Hamiltoni kontuur? Mis on Hamiltoni tsükel? Hamiltoni kontuur (Joonis 1) läbib kõik graafi tipud täpselt 1 kord ja lõpeb oma algustipus, mis on orienteeritud graafil. Hamiltoni tsükel (Joonis 2) on sama mis Hamiltoni kontuur, kuid kehtib orienteerimata graafi puhul.

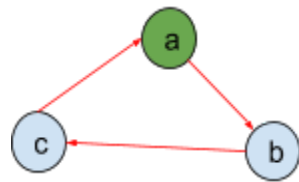


Joonis 1.
Hamiltoni kontuur

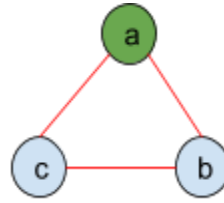


Joonis 2.
Hamiltoni tsükel

13. Mis on Euleri kontuur? Mis on Euleri tsükel? Euleri kontuur (Joonis 1) on suletud lihttee (puuduvad korduvad kaared) ehk kaartejärjestus, mis läbib täpselt ühe korra kõik orienteeritud graafi kaared ja lõpeb oma algustipus. Euleri tsükel (Joonis 2) on suletud lihtahel ehk kaartejärjestus, mis läbib kõik orienteerimata graafi kaared ja lõpeb oma algustipus. NB! Kõik tipud peavad olema paaristipud.

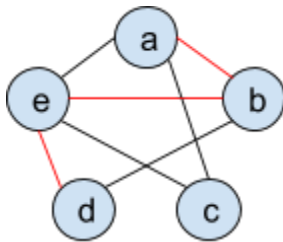


Joonis 1
Euleri kontuur

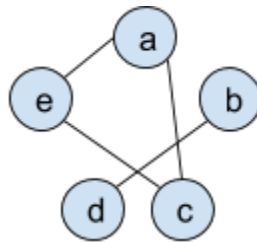


Joonis 2
Euleri tsükel

- 14. Milline on Euleri graafi tunnus orienteerimata graafi korral?** Euleri orienteerimata graafil peab olema igal tipul paarisarvuline kaarte arv.
- 15. Milline on Euleri graafi tunnus orienteeritud graafi korral?** Euleri graafis leidub Euleri graaf siis kui iga tipu sisendaste ja väljundaste on võrdsed.
- 16. Mis on jääkgraaf?** Graafi $G = (T, K)$ Jääkgraaf on: on graaf $Q = (T, B)$, kus $B \subset K$. Seega saadakse jääkgraaf osade kaarte ärajätmisega, kusjuures kõik tipud säilivad.



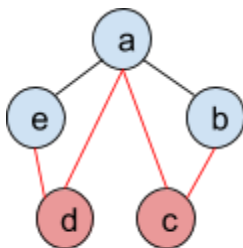
Graaf G



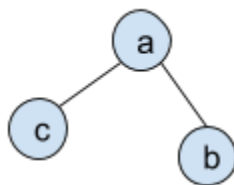
Jääkgraaf Q

Kui graafil G võtta ära punased kaared, siis saame tema jääkgraafi Q.

- 17. Mis on taandatud graaf?** Graafi $G = (T, K)$, kus T on graafi tipud ja K on graafi kaared, taandatud graaf on $Q = (D, B)$, kus on ära jäetud osad graafi G tipud ja nende tippudega seotud kaared. $B \subset K$ ja $D \subset T$



Graaf G



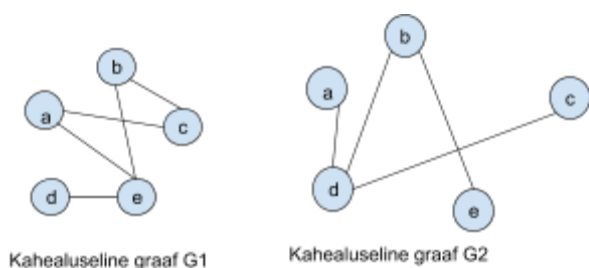
Taandatud graaf Q

Kui graafil G ära jätta punased kaared ja tipus, siis saame tema taandatud graafi Q.

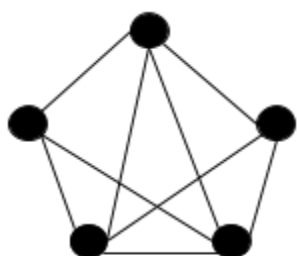
18. Mis on alamgraaf? Graaf on mingi graafi alamgraaf, kui ta on selle graafi mingi taandatud graafi suhtes jääkgraaf (ehk on sellele graafile samaaegselt nii taandatud kui ka jääkgraaf).

19. Milline graaf on kahealuseline? Graaf on kahealuseline, kui tema kõik tipud jagunevad kaheks mittelõikuvaks osahulgaks selliselt, et graafi iga kaar seob ühe osahulga mingit tippu teise osahulga mingi tipuga. G_1 osutub kahealuseliseks, kuna iga ta kaar seob tippu hulgast $\{a, b, d\}$ tipuga hulgast $\{c, e\}$. Sama osahulga tippude vahel ühtki kaart pole.

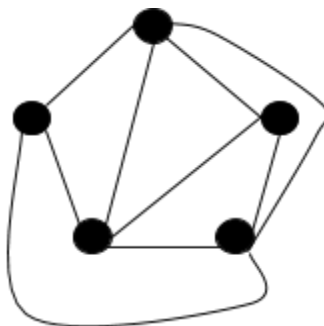
Graaf G_2 osutub kahealuseliseks, sest vastavad mittelõikuvad tippude osahulgad on $\{a, b, c\}$ ja $\{d, e\}$



20. Milline graaf on tasandiline? Graaf on tasandiline, kui ta on paigutatav tasandile selliselt, et ta kaared ei lõiku (s. t kaared lõikuvad ainult tippudes)



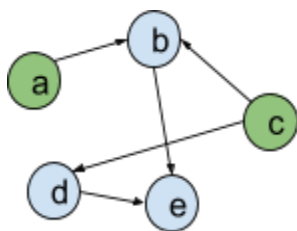
Tasandiline graaf G



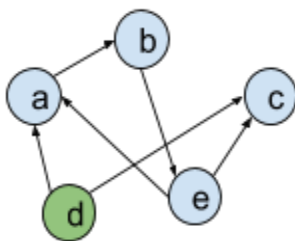
Graafi G mittelõikuv kaartepaigutus

21. Mis on orienteeritud graafi baas? Kas baas on suurim või väikseim võimalik hulk?

Orienteeritud graafi baas on minimaalne tippude osahulk $B \subset T$, kus hulga B tippudest leidub tee selle graafi mistahes teise tipuni (ehk graafi iga tipp on baasist saavutatav). Orienteeritud graafi $G = (T, K)$ baas B ongi see kogu eelnev jutt. Baas on väikseim võimalik hulk.



Graaf G1

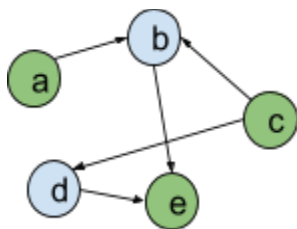


Graaf G2

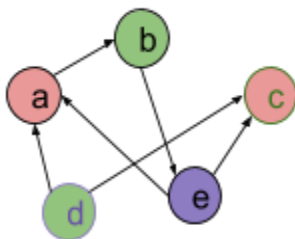
Graafi G1 baas on $B = \{a, c\}$

Graafi G2 baas on $B = \{d\}$

22. Mis on graafi sõltumatute tippude hulk? Kas ta on suurim või väikseim võimalik hulk? Graafi $G = (T, K)$ sõltumatute tippude hulk S on graafi tippude selline osahulk, kus suvalised 2 tippu hulgas S pole graafil kaarega seotud. Graafi sõltumatute tippude hulga leidmisel on eesmärgiks leida maksimaalne selline hulk konkreetse graafi jaoks. Graaf võib omada mitmeid erinevaid sõltumatute tippude hulki.



Graaf G1



Graaf G2

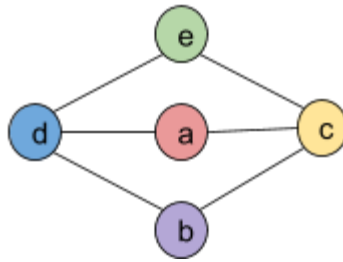
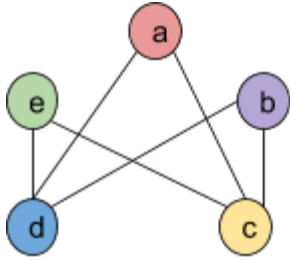
Graafi G1 maksimaalne sõltumatute tippude hulk on $S = \{a, c, e\}$

Graafi G2 maksimaalne sõltumatute tippude hulkadeks osutuvad 4 erinevat hulka:

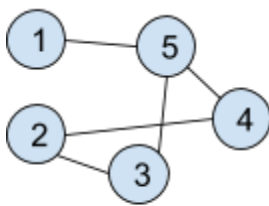
$S1 = \{a, c\}$ $S2 = \{b, c\}$ $S3 = \{b, d\}$ $S4 = \{d, e\}$

23. Millised graafid on isomorfsed? Mille poolest võivad isomorfsed graafid teineteisest erineda?

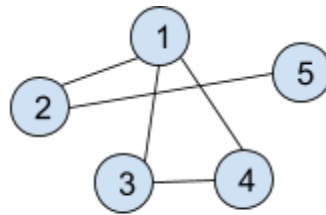
Isomorfsete graafide puhul on tegemist samade graafidega, mis erinevad ainult tippude ja kaarte tähistuste poolest ja nende paigutuse poolest graafide joonisel.



24. Mis on pöördgraaf? Orienteerimata graafi G pöördgraaf on samade tippudega orienteerimata graaf, mis sisaldab kaari nende tippude vahel, kus graafis G pole kaart ja vastupidi: ei oma kaart nende tippude vahel, kus graafis G on kaart olemas.

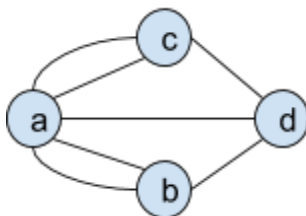


Graaf G

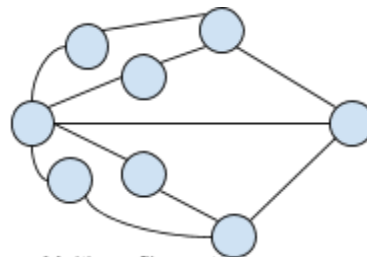


Graafi G pöördgraaf

25. Mis on multigraaf? Multigraaf on kordsete kaartega graaf. Graaf, mille võib ümber joonistada selliselt, et kahe tipuvahelised kordsed kaared võib asendada tippudega.

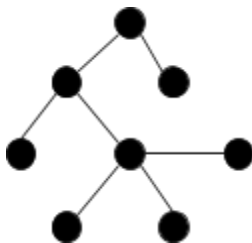


Multigraaf



Multigraafile vastav
Tavaline graaf

26. Mis on puu? Kuidas on puu tippude ja kaarte arv omavahel seotud? Puu on sidus tsükliteta orienteerimata graaf. Kui puul on n tippu, siis on tal $(n-1)$ kaart.



- 27. Mis juhtub puu *sidususega* kui tema suvaline kaar eemaldada?** Kui puult üks kaar eemaldada, siis pole graaf enam *sidus* ja seega pole enam tegu puuga.
- 28. Mis juhtub, kui puule lisada 1 kaar juurde?** Kui puule lisada üks graaf juurde, siis tekib tsükkkel ja saadud graaf pole enam puu.
- 29. Mis on "graafi värvimine"?** graafide värvimine, kus graafi tippudele omistatakse erinevad värvid kui need on omavahel seotud kaartega.
- 30. Mis on graafi kromaatile arv?** Graafi kromaatile arv on minimaalne arv, mis näitab mitme erineva värviga õnnestub graafi tipud värvida selliselt, et naabertipud oleksid erinevat värvi.
- 31. Millise graafi kromaatile arv on 1 ? Millise graafi kromaatile arv on 2 ?** Graafi kromaatile arv 1 on ainult tühjal graafil. (Ilma ühegi kaareta). Graafi kromaatile arv 2 on kahealuselisel graafil.
- 32. Kui suur võib maksimaalselt olla tasandilise graafi kromaatile arv ?** Maksimaalselt saab olla tasandilise graafi kromaatile arv 4, sest nelja värviga on võimalik eraldada kõik tipud.
- 33. Mille poolest erinevad graafi naabrusmaatriks ja intsidentsusmaatriks?** Kui intsidentsusmaatriksi tabelis on ridadeks graafi tipud ja veergudele vastavad graafi kaared. Maatrikselement 1 tähistab suunatud kaare saabumist sellesse tippu, ning element -1 märgib sellest tipus väljuvat kaart.
- Naabrusmaatriks ehk lähedusmaatriks, kus nii read kui veerud on graafi tipud. Naabrusmaatriksi element 1 näitab, et sellele reale vastavast tipust on graafis kaar sellele veerule vastavasse tippu. Maatrikselement 0 näitab kaare puudumist nende tippude vahel.

Palju õnne!

Sa oled jõudnud lõpusirgele. Nüüd on vaja veel asjalikult sammud Marguse eksamile seada ja eksam sooritada.

Edu!