

1.1

- a) Suomennetaan lause $A \wedge B$.

” $\overbrace{\text{Järvi on tyyni}}^A$ $\underbrace{\text{ja}}_{\wedge}$ $\overbrace{\text{lähden vesihiihtämään}}^B$.”

- b) Suomennetaan lause $\neg A \wedge \neg B$.

” $\overbrace{\text{Järvi ei ole tyyni}}^{\neg A}$ $\underbrace{\text{ja}}_{\wedge}$ $\overbrace{\text{en lähde vesihiihtämään}}^{\neg B}$.”

- c) Suomennetaan lause $\neg A \vee B$.

” $\overbrace{\text{Järvi ei ole tyyni}}^{\neg A}$ $\underbrace{\text{tai}}_{\vee}$ $\overbrace{\text{lähden vesihiihtämään}}^B$.”

Vastaus

- a) Järvi on tyyni ja lähden vesihiihtämään.
b) Järvi ei ole tyyni ja en lähde vesihiihtämään.
c) Järvi ei ole tyyni tai lähden vesihiihtämään.

1.2

Käytetään seuraavia atomilauseita.

A : ”sataa vettä”

B : ”naapuri leikkaa nurmikkoa”

a) Formalisoidaan lause.

” $\underbrace{\text{Ei sada vettä}}_{\neg A}$ $\underbrace{\text{ja}}_{\wedge}$ $\underbrace{\text{naapuri leikkaa nurmikkoa.}}_B$ ”

Lauseen formalisointi on $\neg A \wedge B$.

b) Formalisoidaan lause.

” $\underbrace{\text{Sataa vettä}}_A$ $\underbrace{\text{tai}}_{\vee}$ $\underbrace{\text{naapuri leikkaa nurmikkoa.}}_B$ ”

Lauseen formalisointi on $A \vee B$.

c) Formalisoidaan lause.

” $\underbrace{\text{Ei pidä paikkaansa, että}}_{\neg}$ $\underbrace{\text{sataa vettä}}_A$ $\underbrace{\text{ja}}_{\wedge}$ $\underbrace{\text{naapuri leikkaa nurmikkoa.}}_B$ ”

Lauseen formalisointi on $\neg(A \wedge B)$.

Vastaus

a) $\neg A \wedge B$

b) $A \vee B$

c) $\neg(A \wedge B)$

1.3

- a) Suomennetaan lause $C \Rightarrow B$.

" $\overbrace{\text{Jos}}^C$ päässäsi on kypärä, $\overbrace{\text{niin}}^B$ voit ajaa pyörällä."

- b) Suomennetaan lause $A \Rightarrow \neg B$.

" $\overbrace{\text{Jos}}^A$ tie on jäässä, $\overbrace{\text{niin}}^{\neg B}$ et voi ajaa pyörällä."

- c) Suomennetaan lause $B \Leftrightarrow (\neg A \wedge C)$.

" $\overbrace{\text{Voit ajaa pyörällä}}^B$, $\overbrace{\text{jos ja vain jos}}^{\Leftrightarrow}$
 $\overbrace{\text{tie ei ole jäässä}}^{\neg A}$ $\overbrace{\text{ja}}^{\wedge}$ $\overbrace{\text{päässäsi on kypärä}}^C$."

Vastaus

- a) Jos päässäsi on kypärä, niin voit ajaa pyörällä.
b) Jos tie on jäässä, niin et voi ajaa pyörällä.
c) Voit ajaa pyörällä, jos ja vain jos tie ei ole jäässä ja päässäsi on kypärä.

1.4

- a) Lause ”on perjantai, pyykkikori on täynnä ja lattialla on pölypalloja” voidaan kirjoittaa muotoon

” $\underbrace{\text{on perjantai}}_A \wedge \underbrace{\text{pyykkikori on täynnä}}_B \wedge \underbrace{\text{lattialla on pölypalloja}}_C$ ”.

Lauseen formalisointi on $A \wedge B \wedge C$.

- b) Formalisoidaan lause.

” $\underbrace{\text{Jos lattialla on pölypalloja}}_C \vee \underbrace{\text{pyykkikori on täynnä}}_B$, $\underbrace{\text{niin on perjantai}}_A$ ”.

Lauseen formalisointi on $(C \vee B) \Rightarrow A$.

- c) Lause ”pyykkikori on täynnä ja lattialla on pölypalloja täsmälleen silloin, kun on perjantai” voidaan kirjoittaa muotoon

” $\underbrace{\text{pyykkikori on täynnä}}_B \wedge \underbrace{\text{lattialla on pölypalloja}}_C$
 $\underbrace{\text{, jos ja vain jos on perjantai}}_{\Leftrightarrow A}$ ”.

Lauseen formalisointi on $(B \wedge C) \Leftrightarrow A$.

- d) Lause ”lattialla on pölypalloja, jos on perjantai ja pyykkikori on täynnä, jos ei ole perjantai” voidaan kirjoittaa muotoon

”jos $\underbrace{\text{on perjantai}}_A$, $\underbrace{\text{niin lattialla on pölypalloja}}_C$ ja, $\underbrace{\text{jos ei ole perjantai}}_{\neg A}$, $\underbrace{\text{niin pyykkikori on täynnä}}_B$ ”.

Lauseen formalisointi on $(A \Rightarrow C) \wedge (\neg A \Rightarrow B)$

Vastaus

- a) $A \wedge B \wedge C$
- b) $(C \vee B) \Rightarrow A$
- c) $(B \wedge C) \Leftrightarrow A$
- d) $(A \Rightarrow C) \wedge (\neg A \Rightarrow B)$

1.5

- a) Suomennetaan lause $A \wedge (B \vee C)$ eli ” A ja (B tai C)”.

”Rannalla tuulee, ja rannalla voi pelata rantalentistä tai rannalla voi harjoitella uimahyppyjä.”

Lauseen suomennos voidaan ilmaista lyhyemmin:

”Rannalla tuulee, ja rannalla voi pelata rantalentistä tai harjoitella uimahyppyjä.”

- b) Suomennetaan lause $C \Rightarrow (\neg A \vee B)$ eli ”jos C ; niin ei A tai B ”.

Jos rannalla voi harjoitella uimahyppyjä, niin rannalla ei tuule tai rannalla voi pelata rantalentistä.”

- c) Suomennetaan lause $A \Leftrightarrow (\neg B \wedge \neg C)$ eli

” A , jos ja vain jos ei B ja ei C .”

”Rannalla tuulee, jos ja vain jos rannalla ei voi pelata rantalentistä ja rannalla ei voi harjoitella uimahyppyjä.”

Lauseen suomennos voidaan ilmaista lyhyemmin:

”Rannalla tuulee täsmälleen silloin, kun rannalla ei voi pelata rantalentistä eikä harjoitella uimahyppyjä.”

Vastaus

- a) Rannalla tuulee, ja rannalla voi pelata rantalentistä tai harjoitella uimahyppyjä.
b) Jos rannalla voi harjoitella uimahyppyjä, niin rannalla ei tuule tai rannalla voi pelata rantalentistä.
c) Rannalla tuulee täsmälleen silloin, kun rannalla ei voi pelata rantalentistä eikä harjoitella uimahyppyjä.

1.6

Olkoon

A : ”Uppo-Nallelle tulee nälkä”,

B : ”repussa on leipää” ja

C : ”repussa on hedelmiä”.

- a) Lause ”Uppo-Nallelle ei tule nälkä, jos repussa on leipää tai hedelmiä” voidaan kirjoittaa muotoon

”jos repussa on leipää tai repussa on hedelmiä, niin Uppo-Nallelle ei tule nälkä”.

Formalisoidaan lause.

$$(B \vee C) \Rightarrow \neg A$$

- b) Lause ”Uppo-Nallelle tulee nälkä ja repussa on leipää ja hedelmiä” voidaan kirjoittaa muotoon

”Uppo-Nallelle tulee nälkä ja repussa on leipää ja repussa on hedelmiä”.

Formalisoidaan lause.

$$A \wedge B \wedge C$$

- c) Lause ”Uppo-Nallelle ei tule nälkä ja repussa on leipää täsmälleen silloin, kun repussa on hedelmiä” voidaan kirjoittaa muotoon

”Uppo-Nallelle ei tule nälkä ja repussa on leipää, jos ja vain jos repussa on hedelmiä”.

Formalisoidaan lause.

$$(\neg A \wedge B) \Leftrightarrow C$$

Vastaus

a) $(B \vee C) \Rightarrow \neg A$

b) $A \wedge B \wedge C$

c) $(\neg A \wedge B) \Leftrightarrow C$

1.7

- a) Muodostetaan lauseiden A ja B konjunktio.

$A \wedge B$: ”Aurinko paistaa ja opiskellaan ulkona”.

- b) Muodostetaan lauseiden A ja B disjunktio.

$A \vee B$: ”Aurinko paistaa tai opiskellaan ulkona.”

Muodostetaan lauseen $A \vee B$ negaatio.

$\neg(A \vee B)$: ”Ei pidä paikkaansa, että aurinko paistaa tai opiskellaan ulkona.”

- c) Muodostetaan lauseiden A ja B negaatiot.

$\neg A$: ”aurinko ei paista”

$\neg B$: ”ei opiskella ulkona”

Muodostetaan lauseiden $\neg A$ ja $\neg B$ disjunktio.

$\neg A \vee \neg B$: ”Aurinko ei paista tai ei opiskella ulkona.”

Vastaus

- a) $A \wedge B$: ”Aurinko paistaa ja opiskellaan ulkona”.
- b) $\neg(A \vee B)$: ”Ei pidä paikkaansa, että aurinko paistaa tai opiskellaan ulkona.”
- c) $\neg A \vee \neg B$: ”Aurinko ei paista tai ei opiskella ulkona.”

1.8

- a) Lause ”molemmilla heitoilla saadaan parillinen luku” voidaan kirjoittaa muotoon

”ensimmäisellä heitolla saadaan parillinen luku ja toisella heitolla saadaan parillinen luku”.

Lauseen formalisoitu muoto on $A \wedge B$ eli vaihtoehto 2.

- b) Lause ”ainakin toisella heitolla saadaan parillinen luku” voidaan kirjoittaa muotoon

”ensimmäisellä heitolla saadaan parillinen luku tai toisella heitolla saadaan parillinen luku”.

Lauseen formalisoitu muoto on $A \vee B$ eli vaihtoehto 4.

- c) Lause ”molemmilla heitoilla saadaan pariton luku” voidaan kirjoittaa muotoon

”ensimmäisellä heitolla ei saada parillista lukua ja toisella heitolla ei saada parillista lukua”.

Lauseen formalisoitu muoto on $\neg A \wedge \neg B$ eli vaihtoehto 3.

- d) Lause ”toisella heitoista saadaan parillinen luku ja toisella pariton” voidaan kirjoittaa muotoon

”ensimmäisellä heitolla saadaan parillinen luku ja toisella heitolla saadaan pariton luku tai ensimmäisellä heitolla saadaan pariton luku ja toisella heitolla saadaan parillinen luku”.

Lauseen formalisoitu muoto on $(A \wedge \neg B) \vee (\neg A \wedge B)$ eli vaihtoehto 1.

Vastaus

- a) 2 b) 4 c) 3 d) 1

1.9

- a) Lauseen A : " $x = 5$ " negaatio on " x ei ole 5", joten negaatio on muodostettu väärin.

$$\neg A : "x \neq 5".$$

- b) Lauseen B : " $x > 5$ " negaatio on " x on korkeintaan 5", joten negaatio on muodostettu oikein.

- c) Lauseen C : "luku x on negatiivinen" negaatio on "luku x ei ole negatiivinen" eli "luku x on positiivinen tai nolla", joten negaatio on muodostettu väärin.

$$\neg C : "luku x \text{ on epänegatiivinen}" \text{ tai}$$

$$\neg C : "luku x \text{ on positiivinen tai nolla}"$$

- d) Lauseen D : " $x < 3$ tai $x > 3$ " negaatio on " x ei ole pienempi kuin kolme eikä suurempi kuin kolme" eli " x on yhtä suuri kuin kolme", joten lauseen negaatio on muodostettu oikein.

Vastaus

- a) ei ole oikein, $\neg A : "x \neq 5"$

- b) on oikein

- c) ei ole oikein,

$$\neg C : "luku x \text{ on epänegatiivinen}" \text{ tai}$$

$$\neg C : "luku x \text{ on positiivinen tai nolla}"$$

- d) on oikein

1.10

- a) Lause ”luku a on positiivinen” voidaan kirjoittaa muotoon

”luku a on suurempi kuin nolla”.

Lauseen formalisointi on A .

- b) Lause ”luku a on negatiivinen” voidaan kirjoittaa muotoon

”luku a ei ole positiivinen ja luku a ei ole nolla”.

Lauseen formalisointi on $\neg A \wedge \neg B$.

Lause voidaan kirjoittaa myös muotoon

”ei pidä paikkaansa, että luku a on positiivinen tai luku a on nolla.”

Tämän lauseen formalisointi on $\neg(A \vee B)$.

- c) Lause ”luku a on epänegatiivinen” voidaan kirjoittaa muotoon

”luku a on positiivinen tai luku a on nolla”.

Lauseen formalisointi on $A \vee B$.

- d) Lause ”luku a on epäpositiivinen” voidaan kirjoittaa muotoon

”luku a ei ole positiivinen”.

Lauseen formalisointi on : $\neg A$.

Vastaus

- a) A b) $\neg A \wedge \neg B$ tai $\neg(A \vee B)$
c) $A \vee B$ d) $\neg A$

1.11

- a) Suomennetaan lause $(C \vee D) \wedge A$.

”Hän puhuu järkevistä asioista tai hän on hyvä kuuntelija, ja hän on mukava keskustelukumppani.”

Lauseen suomennos voidaan ilmaista lyhyemmin:

”Hän puhuu järkevistä asioista tai on hyvä kuuntelija, ja hän on mukava keskustelukumppani.”

- b) Suomennetaan lause $(A \wedge B) \vee (C \wedge D)$.

”Hän on mukava keskustelukumppani ja käyttää helppoja sanoja, tai hän puhuu järkevistä asioista ja on hyvä kuuntelija.”

- c) Suomennetaan lause $A \vee \neg B \vee C \vee \neg D$.

”Hän on mukava keskustelukumppani tai hän ei käytä helppoja sanoja tai hän puhuu järkevistä asioista tai hän ei ole hyvä kuuntelija.”

Vastaus

- a) Hän puhuu järkevistä asioista tai on hyvä kuuntelija, ja hän on mukava keskustelukumppani.
b) Hän on mukava keskustelukumppani ja käyttää helppoja sanoja, tai hän puhuu järkevistä asioista ja on hyvä kuuntelija
c) Hän on mukava keskustelukumppani tai hän ei käytä helppoja sanoja tai hän puhuu järkevistä asioista tai hän ei ole hyvä kuuntelija.

1.12

Käytetään seuraavia atomilauseita.

A : ”potilas on vilustunut”

B : ”potilaan nenä on punainen”

C : ”potilaan elämäntavat ovat terveellisiä”

- a) Lause ”potilas ei ole vilustunut, hänen nenänsä on punainen ja hänen elämäntapansa ovat terveellisiä” voidaan kirjoittaa muotoon

”potilas ei ole vilustunut ja potilaan nenä on punainen ja potilaan elämäntavat ovat terveellisiä”.

Lauseen formalisointi on $\neg A \wedge B \wedge C$.

- b) Lause ”potilaan nenä on punainen, ja hän on vilustunut tai hänen elämäntapansa eivät ole terveellisiä” voidaan kirjoittaa muotoon

”potilaan nenä on punainen, ja potilas on vilustunut tai potilaan elämäntavat eivät ole terveellisiä”.

Lauseen formalisointi on $B \wedge (A \vee \neg C)$.

- c) Lause ”ei pidä paikkaansa, että potilas on vilustunut ja hänen nenänsä on punainen” voidaan kirjoittaa muotoon

”ei pidä paikkaansa, että potilas on vilustunut ja potilaan nenä on punainen.”.

Lauseen formalisointi on $\neg(A \wedge B)$.

Vastaus

a) $\neg A \wedge B \wedge C$

b) $B \wedge (A \vee \neg C)$

c) $\neg(A \wedge B)$

1.13

a) Suomennetaan lause $(A \wedge B) \Rightarrow C$.

”Jos ajattelen ystävää ja ajattelen hunajaa, niin suupielet venyvät korvia kohti.”

Lauseen suomennos voidaan ilmaista lyhyemmin.

”Jos ajattelen ystävää ja hunajaa, niin suupielet venyvät korvia kohti.”

b) Suomennetaan lause $C \Rightarrow (A \vee B)$.

”Jos suupielet venyvät korvia kohti, niin ajattelen ystävää tai ajattelen hunajaa.”

Lauseen suomennos voidaan ilmaista lyhyemmin.

”Jos suupielet venyvät korvia kohti, niin ajattelen ystävää tai hunajaa.”

c) Suomennetaan lause $\neg A \Leftrightarrow (B \wedge C)$.

”En ajattele ystävää, jos ja vain jos ajattelen hunajaa ja suupielet venyvät korvia kohti.”

Vastaus

a) Jos ajattelen ystävää ja hunajaa, niin suupielet venyvät korvia kohti.

b) Jos suupielet venyvät korvia kohti, niin ajattelen ystävää tai hunajaa.

c) En ajattele ystävää, jos ja vain jos ajattelen hunajaa ja suupielet venyvät korvia kohti.

1.14

Olkoon

A : ”käytän kännykkää”,

B : ”sivu aukeaa” ja

C : ”nettiyhteys toimii”.

a) Formalisoidaan lause

”käytän kännykkää ja ei pidä paikkaansa, että nettisivu aukeaa ja nettiyhteys toimii”.

$$A \wedge \neg(B \wedge C)$$

b) Formalisoidaan lause

”jos käytän kännykkää ja nettisivu aukeaa, niin nettiyhteys toimii”.

$$(A \wedge B) \Rightarrow C$$

c) Lause ”jos nettisivu aukeaa, kun käytän kännykkää, niin nettiyhteys toimii” voidaan kirjoittaa muotoon

”jos silloin, jos käytän kännykkää, niin nettisivu aukeaa, niin nettiyhteys toimii”.

Lauseen formalisointi on $(A \Rightarrow B) \Rightarrow C$.

Vastaus

a) $A \wedge \neg(B \wedge C)$

b) $(A \wedge B) \Rightarrow C$

c) $(A \Rightarrow B) \Rightarrow C$

1.15

- a) Kun luku ei ole positiivinen, se on epäpositiivinen eli negatiivinen tai nolla.

Lauseen ”luku on positiivinen” negaatio on

”luku on epäpositiivinen” tai ”luku on negatiivinen tai nolla”.

- b) Kun luku ei ole suurempi kuin 3, se on korkeintaan 3.

Lauseen ”luku on suurempi kuin 3” negaatio on

”luku on korkeintaan 3” tai ”luku on pienempi tai yhtä suuri kuin 3”.

- c) Kun ei pidä paikkaansa, että koulussa on kolme matematiikan opettajaa, koulussa on vähemmän tai enemmän kuin kolme matematiikan opettajaa.

Lauseen ”koulussa on kolme matematiikan opettajaa” negaatio on

”koulussa on vähemmän tai enemmän kuin kolme matematiikan opettajaa”.

- d) Kun ei pidä paikkaansa, että ainakin yksi opiskelijoista oli ajoissa, kukaan opiskelijoista ei ollut ajoissa.

Lauseen ”ainakin yksi opiskelijoista oli ajoissa” negaatio on

”kukaan opiskelijoista ei ollut ajoissa”.

- e) Lauseen ” $12 + 3 = 15$ ” negaatio on ” $12 + 3 \neq 15$ ”.

Vastaus

- a) ”luku on epäpositiivinen” tai ”luku on negatiivinen tai nolla”
- b) ”luku on korkeintaan 3” tai ”luku on pienempi tai yhtä suuri kuin 3”.
- c) ”Koulussa on vähemmän tai enemmän kuin kolme matematiikan opettajaa.”
- d) ”Kukaan opiskelijoista ei ollut ajoissa.”
- e) $12 + 3 \neq 15$

1.16

- a) Lause ”Kasper ja Jesper ovat syyttömiä, mutta Joonatan on syyllinen” voidaan kirjoittaa muotoon

”Kasper on syytön ja Jesper on syytön ja Joonatan ei ole syytön.”

Lauseen formalisointi on $A \wedge B \wedge \neg C$ eli vaihtoehto 2.

- b) Lause ”Kasper on syyllinen, jos ja vain jos Jesper ja Joonatan ovat syyttömiä” voidaan kirjoittaa muotoon

”Kasper ei ole syytön, jos ja vain jos Jesper on syytön ja Joonatan on syytön”.

Lauseen formalisointi on $\neg A \Leftrightarrow (B \wedge C)$ eli vaihtoehto 6.

- c) Lause ”Joonatan on syytön ja Jesper on syyllinen, jos Kasper on syytön” voidaan kirjoittaa muotoon

”Jos Kasper on syytön, niin Joonatan on syytön ja Jesper ei ole syytön”.

Lauseen formalisointi on $A \Rightarrow (C \wedge \neg B)$ eli vaihtoehto 3.

Vastaus

- a) 2 b) 6 c) 3

1.17

a) Olkoon

A : ”Matti jää kotivahdiksi”,
 B : ”Ville lähtee elokuviin” ja
 C : ”Noora lähtee elokuviin”.

Formalisoidaan lause

”jos Matti jää kotivahdiksi, niin Ville ja Noora lähtevät elokuviin”

$$A \Rightarrow (B \wedge C)$$

b) Olkoon

A : ”Sauli herää unesta”,
 B : ”naapuri huutaa” ja
 C : ”naapuri mekastaa”.

Lause ”Sauli herää unesta, jos naapuri huutaa tai mekastaa” voidaan kirjoittaa muotoon

”jos naapuri huutaa tai naapuri mekastaa, niin Sauli herää unesta”.

Formalisoidaan lause.

$$(B \vee C) \Rightarrow A$$

Vastaus

a) $A \Rightarrow (B \wedge C)$

b) $(B \vee C) \Rightarrow A$

1.18

- a) Muodostetaan lauseiden A ja B ekvivalenssi.

$A \Leftrightarrow B$: ”Vesi muuttuu vaapukkamehuksi, jos ja vain jos myrsky on tuonut rantaan aarteita.”

- b) Muodostetaan lauseen B negaatio.

$\neg B$: ”Myrsky ei ole tuonut rantaan aarteita.”

Muodostetaan lauseiden $\neg B$ ja A implikaatio.

$\neg B \Rightarrow A$: ”Jos myrsky ei ole tuonut rantaan aarteita, niin vesi muuttuu vaapukkamehuksi.”

- c) Muodostetaan lauseiden A ja B konjunktio.

$A \wedge B$: ”Vesi muuttuu vaapukkamehuksi ja myrsky on tuonut rantaan aarteita.”

Muodostetaan lauseiden $A \wedge B$ ja $\neg B$ disjunktio.

$(A \wedge B) \vee \neg B$: ”Vesi muuttuu vaapukkamehuksi ja myrsky on tuonut rantaan aarteita, tai myrsky ei ole tuonut rantaan aarteita.”

Vastaus

- a) $A \Leftrightarrow B$: ”Vesi muuttuu vaapukkamehuksi, jos ja vain jos myrsky on tuonut rantaan aarteita.”
b) $\neg B \Rightarrow A$: ”Jos myrsky ei ole tuonut rantaan aarteita, niin vesi muuttuu vaapukkamehuksi.”
c) $(A \wedge B) \vee \neg B$: ”Vesi muuttuu vaapukkamehuksi ja myrsky on tuonut rantaan aarteita, tai myrsky ei ole tuonut rantaan aarteita.”

1.19

- a) Lause ”saadaan kolme parillista lukua” voidaan kirjoittaa muotoon

”ensimmäisellä heitolla saadaan parillinen luku ja toisella heitolla saadaan parillinen luku ja kolmannella heitolla saadaan parillinen luku”.

Lauseen formalisoitu muoto on $A \wedge B \wedge C$.

- b) Lause ”saadaan ainakin yksi parillinen luku” voidaan kirjoittaa muotoon

”ensimmäisellä heitolla saadaan parillinen luku tai toisella heitolla saadaan parillinen luku tai kolmannella heitolla saadaan parillinen luku”.

Lauseen formalisoitu muoto on $A \vee B \vee C$.

- c) Lause ”saadaan ainakin yksi pariton luku” voidaan kirjoittaa muotoon

”ensimmäisellä heitolla ei saada parillista lukua tai toisella heitolla ei saada parillista lukua tai kolmannella heitolla ei saada parillista lukua”.

Lauseen formalisoitu muoto on $\neg A \vee \neg B \vee \neg C$.

Lause voidaan kirjoittaa myös muotoon

”ei pidä paikkaansa, että ensimmäisellä heitolla saadaan parillinen luku ja toisella heitolla saadaan parillinen luku ja kolmannella heitolla saadaan parillinen luku”.

Tämän lauseen formalisoitu muoto on $\neg(A \wedge B \wedge C)$.

d) Lause ”saadaan tasan kaksi parillista lukua” voidaan kirjoittaa muotoon

”ensimmäisellä heitolla saadaan parillinen luku ja toisella heitolla saadaan parillinen luku ja kolmannella heitolla ei saada parillista lukua
TAI ensimmäisellä heitolla saadaan parillinen luku ja toisella heitolla ei saada parillista lukua ja kolmannella heitolla saadaan parillinen luku
TAI ensimmäisellä heitolla ei saada parillista lukua ja toisella heitolla saadaan parillinen luku ja kolmannella heitolla saadaan parillinen luku”

Lauseen formalisoitu muoto on

$$(A \wedge B \wedge \neg C) \vee (A \wedge \neg B \wedge C) \vee (\neg A \wedge B \wedge C) .$$

Vastaus

a) $A \wedge B \wedge C$

b) $A \vee B \vee C$

c) $\neg A \vee \neg B \vee \neg C$ tai $\neg(A \wedge B \wedge C)$

d) $(A \wedge B \wedge \neg C) \vee (A \wedge \neg B \wedge C) \vee (\neg A \wedge B \wedge C)$

1.20

- a) Lause ”kukaan kolmesta lukiolaisesta ei tykkää energiajuomista” voidaan kirjoittaa muotoon

”Matias ei tykkää energiajuomista ja Liisa ei tykkää energiajuomista ja Niina ei tykkää energiajuomista”

Lauseen formalisointi on $\neg A \wedge \neg B \wedge \neg C$.

- b) Lause ”kaikki kolme lukiolaista eivät tykkää energiajuomista” voidaan kirjoittaa muotoon

”Matias ei tykkää energiajuomista tai Liisa ei tykkää energiajuomista tai Niina ei tykkää energiajuomista”.

Lauseen formalisointi on $\neg A \vee \neg B \vee \neg C$.

Lause voidaan myös kirjoittaa muotoon

”ei pidä paikkaansa, että kaikki kolme lukiolaista tykkäävät energiajuomista”.

Tämän lauseen formalisointi on $\neg(A \wedge B \wedge C)$.

- c) Lause ”ainakin yksi näistä lukiolaisista tykkää energiajuomasta” voidaan kirjoittaa muotoon

”Matias tykkää energiajuomasta tai Liisa tykkää energiajuomasta tai Niina tykkää energiajuomasta”.

Lauseen formalisointi on $A \vee B \vee C$.

- d) Lause ”ainakin kaksi näistä lukiolaisista tykkää energiajuomasta” voidaan kirjoittaa muotoon

”Matias tykkää energiajuomasta ja Liisa tykkää energiajuomasta
TAI Matias tykkää energiajuomasta ja Niina tykkää energiajuomasta
TAI Liisa tykkää energiajuomasta ja Niina tykkää energiajuomasta”.

Lauseen formalisointi on $(A \wedge B) \vee (A \wedge C) \vee (B \wedge C)$.

Vastaus

- a) $\neg A \wedge \neg B \wedge \neg C$
b) $\neg A \vee \neg B \vee \neg C$ tai $\neg(A \wedge B \wedge C)$
c) $A \vee B \vee C$
d) $(A \wedge B) \vee (A \wedge C) \vee (B \wedge C)$

1.21

A : " $a < 2$ ", B : " $a = 2$ ", C : " $a > 5$ " ja D : " $a < 5$ ".

- a) Lause " $a \geq 2$ " tarkoittaa samaa kuin " a ei ole pienempi kuin 2".

Lauseen formalisointi on $\neg A$.

- b) Lause " $a > 2$ " tarkoittaa samaa kuin " a ei ole pienempi kuin 2 ja a ei ole yhtä suuri kuin 2".

Lauseen formalisointi on $\neg A \wedge \neg B$.

Lause voidaan kirjoittaa myös muotoon

"ei pidä paikkaansa, että a on pienempi kuin 2 tai yhtä suuri kuin 2".

Tämän lauseen formalisointi on $\neg(A \vee B)$.

- c) Lause " $a = 5$ " tarkoittaa samaa kuin " a ei ole suurempi kuin 5 ja a ei ole pienempi kuin 5".

Lauseen formalisointi on $\neg C \wedge \neg D$.

Lauseen voi kirjoittaa myös muotoon

"ei pidä paikkaansa, että a on suurempi kuin 5 tai a on pienempi kuin 5".

Tämän lauseen formalisointi on $\neg(C \vee D)$.

- d)** Lause ” $2 < a < 5$ ” tarkoittaa samaa kuin
” a ei ole pienempi kuin 2 ja a ei ole yhtä suuri kuin 2 ja
 a on pienempi kuin 5”.

Lauseen formalisointi on $\neg A \wedge \neg B \wedge D$.

Lauseen voi kirjoittaa myös muotoon

”ei pidä paikkaansa, että a on pienempi kuin 2 tai a on yhtä suuri
kuin 2, ja a on pienempi kuin 5”.

Tämän lauseen formalisointi on $\neg(A \vee B) \wedge D$.

- e)** Lause ” $a \leq 2$ tai $a \geq 5$ ” tarkoittaa samaa kuin
” a on pienempi kuin 2 tai a on yhtä suuri kuin 2,
tai a ei ole pienempi kuin 5”.

Lauseen formalisointi on $(A \vee B) \vee \neg D$.

Vastaus

- a)** $\neg A$
b) $\neg A \wedge \neg B$ tai $\neg(A \vee B)$
c) $\neg C \wedge \neg D$ tai $\neg(C \vee D)$
d) $\neg A \wedge \neg B \wedge D$ tai $\neg(A \vee B) \wedge D$
e) $(A \wedge B) \vee \neg D$