

**MATEMATIIKAN, FYSIIKAN JA KEMIAN MERKINNÄT
ELEKTRONISISSA OPPIKIRJOISSA**

Peruskoulu- ja lukiotaso

Toimittajat:

Anneli Salo, Essi Aura, Mikko Pousi

Braille-neuvottelukunnan julkaisuja

BRAILLE-NEUVOTTELUKUNTA
CELIA – NÄKÖVAMMAISTEN KIRJASTO

HELSINKI 2014

LUKIJALLE

MATEMATIIKAN, FYSIIKAN JA KEMIAN MERKINNÄT ELEKTRONISISSA OPPIKIRJOISSA esittelee peruskoulun ja lukion matematiikan, fysiikan ja kemian opiskelussa tarvittavat symbolit ja merkinnät.

Matemaattisten aineiden merkkien ja merkintöjen muokkaaminen elektronisia kirjoja ja erityisesti Luetus-kirjoja varten tuli tarpeelliseksi, kun koululaiset ja opiskelijat siirtyivät käyttämään tietokonetta pistekirjojen lisäksi ja niiden sijaan. ASCII Math valittiin merkintöjen pohjaksi, koska se muistuttaa suuresti meillä käytössä olevaa matematiikan pistekirjoitusmerkistöä ja koska se voidaan helposti kääntää MathML:ksi, joka puolestaan tarjoaa mahdollisuuden matematiikkaa puhuvaan koneäänikirjaan.

Tässä kirjassa esiintyvät merkit ja merkintätavat ovat jo olleet koekäytössä parin viime vuoden ajan. Tämän oppaan eri versioita on käsitelty Braille-neuvottelukunnassa useita kertoja, ja opas hyväksyttiin käyttöön vuonna 2011.

Kirja sisältää runsaasti esimerkkejä. Monet niistä on lainattu ja uudelleen muokattu tämän oppaan edeltäjästä Pistekirjaopas III, Matematiikan, fysiikan, kemian ja ATK:n merkinnät, toimittanut Anneli Salo, Näkövammaisten Kulttuuripalvelu ry 1988 ja Pisteet 2000 – Matematiikan, fysiikan ja kemian pistemerkinnät, toimittanut Anneli Salo, Braille-neuvottelukunta ja Celia – Näkövammaisten kirjasto 2004.

Braille-neuvottelukunta on kiitollinen tätä kirjaa koskevista kommentteista. Kommentteja voi esittää esim. sähköpostiosoitteella tuotanto@celia.fi.

Kiitän Liisa Hietaketo-Vienoa ja muita työtovereitani sekä Braille-neuvottelukunnan jäseniä avusta oppaan kokoamisessa.

Keravalla 17.5.2011

Anneli Salo

Syksyllä 2014 oppaan sisältö on tarkistettu ja kemian merkinnät on uusittu. Kemian merkintöjen uudistus on tehty Celian ja Oppimis- ja ohjauskeskus Onervan yhteistyönä.

Oppaan merkit ja merkintätavat ovat olleet käytössä jo useamman vuoden.

Helsingissä 25.11.2014

Essi Aura ja Mikko Pousi

Sisällys

YLEISTÄ.....	5
NUMEROT JA KIRJAIMET.....	7
Kreikkalaiset aakkoset.....	7
Numeroiden ryhmittely.....	8
Roomalaiset numerot.....	8
PERUSKOULUN MATEMATIIKKA.....	9
MITTOJA JA YKSIKÖITÄ.....	9
Rahoja.....	9
Pinta-aloja ja tilavuuksia.....	9
Muita matematiikan kirjoissa tarpeellisia merkkejä.....	10
LASKUTOIMITUKSIA.....	11
Laskutoimitusmerkkejä.....	11
Sulkeet.....	11
Muita laskutehtävissä tarpeellisia merkkejä.....	12
Murtoluvut.....	13
Murtolausekkeet.....	13
Laventaminen ja supistaminen.....	14
Yhtälöt.....	14
Potenssit ja juuret.....	15
GEOMETRIA.....	17
Merkintöjä.....	17
Trigonometria.....	17
LUKION MATEMATIIKKA.....	18
VEKTORIT.....	18
POLYNOMIEN JAKOLASKU.....	19
YHTÄLÖRYHMÄT.....	20
JOUKKO-OPPI JA LOGIIKKA.....	21
Joukko-oppi.....	21
Logiikka.....	22
FUNKTIOT JA KUVAUKSET.....	23
Funktiot.....	23
Matriisit ja determinantit.....	23
Nuolimerkit.....	24
Matemaattisia lyhenteitä.....	24
Lisää matematiikassa käytettyjä merkkejä.....	25
Kaavoja.....	27
FYSIIKAN MERKINTÖJÄ.....	28

YLEISTÄ.....	28
SÄHKÖSUUREIDEN TUNNUKSIA JA YKSIKÖITÄ	28
KYTKENTÄKAAVIOT	29
Yleismerkkejä	29
Laitetunnuksia.....	29
KEMIAN MERKINTÖJÄ.....	33
ALKUAINEN KEMIALLISET MERKIT.....	33
RAKENNEKAAVAT.....	33
Kemiallisten yhdisteiden lyhennetyt rakennekaavat.....	33
Rakennekaavat kohokuvina.....	34
Reaktioyhtälöt.....	35

YLEISTÄ

Oppikirjojen taitossa käytetään erilaisia menetelmiä erottamaan tekstinosia toisistaan. Useimmissa kirjoissa esiintyy ainakin väripohjia, kuvatekstejä ja marginaalitekstejä. Tällaisen osion alkaminen ilmaistaan toimittajan huomautuksena pystyviivojen sisällä.

Esimerkiksi

|**Väripohja:**|
 |**Kuvateksti:**|
 |**Marginaali:**|
 |**Kuvaselostus:**|

Muitakin toistuvia merkintöjä saattaa esiintyä, kuten

|**Oppilastyö:**|
 |**Lisätieto:**|
 |**Lainaus:**|

Tällaisen osion päättymisen ilmaistaan kolmella viivalla ---.

Yleensä **toimittajan lisäykset** kirjoitetaan pystyviivojen väliin.

Luetus-kirjoissa käytetään pääasiallisesti ASCIIMath-koodauksen mukaisia merkintöjä. Joitakin merkintöjä on muutettu muistuttamaan pistekirjoituksen matemaattisia symboleja.

Välilyöntejä käytetään kuten pistetekstissä tai aina, kun ne selventävät merkintää, vaikka ASCIIMathissa ne voisi jättää poisikin. Kaikissa merkinnöissä käytetään sellaisia normaalilta tietokoneen näppäimistöltä löytyviä merkkejä, jotka ovat MS-DOS-yhteensopivia. Seuraavassa on aluksi peruskoulun matematiikassa tarvittavia merkintöjä ja lopuksi lukion kirjoissa käytettyjä. Raja on kuitenkin hieman häilyvä.

Numeroidut tehtävät aloitetaan kahdella kysymysmerkillä: **??**. Jos tehtävät on jaoteltu esimerkiksi eri vaikeusasteisiin, tätä osoittava symboli kirjoitetaan vasta kysymysmerkkien **??** ja tehtävännumeron jälkeen.

Esimerkki:

?? 12.S Tehtävä alkaa... (Tässä S = Syventävä)

Tehtävnumeroiden edessä olevat kysymysmerkit helpottavat tehtävän etsimistä ja löytämistä Luetus-ohjelmassa.

Taulukoissa ja muissa täyttötehtävissä on **vastaustilan** merkinä käytetty #-merkkiä. Tavallisissa laskuissa ei vastaustilan merkkiä yleensä ole käytetty, vaan vastauksen voi kirjoittaa suoraan tehtävän perään.

Alaindeksi merkitään alaviivalla _ ja **yläindeksi** "hatulla" eli ^-merkillä. Jos muuttujalla on sekä alaindeksi että yläindeksi, ne kirjoitetaan tässä järjestyksessä. Yksinkertaiset eli välilyönnittömät indeksit voidaan kirjoittaa ilman sulkeita.

Esimerkkejä:

x₁⁴ x₁ korotetaan potenssiin neljä

vec F_(z²) vektori F, jolla on alaindeksi z toiseen. Sulkeita voidaan joskus käyttää selvyuden vuoksi: **(x₁)⁴**.

vec F_{tuki}

Matemaattiset lausekkeet ryhmitellään eri riveille, niin että uusi rivi alkaa yhtäsuuruusmerkillä =. Jos rivi jää silti yli 40 merkin mittaiseksi, jaetaan se laskutoimitusmerkin edeltä. **Matemaattisena tavumerkkinä** käytetään pistekirjoituksessa silloin heittomerkkiä '. Samaa voi käyttää Luetus-kirjassa, jos samalla varmistaa että Luetus-kirjassa rivi vaihtuu siinä kohdassa.

Jos keskellä suorasanaista tekstiä on muutaman merkin mittainen (tai pitempi) matemaattinen lauseke, merkitään se alkamaan seuraavan rivin alusta rivinvaihtoja käyttämällä. Lukijan on helpompi ymmärtää lausekkeitä, jos ne ryhmitellään loogisesti ja estetään niiden katkeaminen eri riveille mielivaltaisesta paikasta.

Taulukoissa rivin eri solut erotetaan toisistaan yleensä vinoviivalla / tai kahdella tavuviivalla --. Jos taulukossa on käytetty vinoviivaa jo muussa merkityksessä, kirjoitetaan solujen väliin kaksi tavuviivaa. (Tyhjä solu tai puuttuva tieto on yleensä merkitty yhdellä tavuviivalla, kolmella pisteellä tai täydennettävissä taulukoissa #-merkillä.)

Esimerkki:

|**Taulukko:**|

V(HCl) /ml -- pH

0 -- 11,2

10,0 -- 9,5

NUMEROT JA KIRJAIMET

Numerot ja latinalaiset kirjaimet kirjoitetaan tavalliseen tapaan, samoin roomalaiset numerot. **Välimerkkejä** käytetään myös tavalliseen tapaan.

Numeromerkkiä # käytetään sekaluvuissa kokonais- ja murto-osan välissä sekä harjoitustehtävissä vastaustilan alkamisen merkkinä.

Kreikkalaiset aakkoset

Kreikkalaisen kirjaimen merkkinä on tilde ~ kirjaimen edessä. Kreikkalaisen kirjaimen voi myös kirjoittaa auki: ~**a** tai **alfa**, ~**p** tai **pii**.

- ~**a** pieni alfa, ~**A** iso alfa
- ~**b** pieni beeta, ~**B** iso beeta
- ~**g** pieni gamma, ~**G** iso gamma
- ~**d** pieni delta, ~**D** iso delta [**del** = deltan toinen muoto]
- ~**e** epsilon, ~**E** Epsilon [**varepsilon** = epsilonin toinen muoto]
- ~**z** dzeeta, ~**Z** Dzeeta
- ~**ä** eeta, ~**Ä** Eeta
- ~**%** theeta, ~**%%** Theeta [**vartheta** = theetan toinen muoto]
- ~**i** joota, ~**I** Joota
- ~**k** kappa, ~**K** Kappa
- ~**l** lambda, ~**L** Lambda
- ~**m** myy, ~**M** Myy
- ~**n** nyy, ~**N** Nyy
- ~**x** ksii, ~**X** Ksii
- ~**o** omikron, ~**O** Omikron
- ~**p** pii, ~**P** Pii, mutta tulon merkkinä: prod(lauseke)
- ~**r** roo, ~**R** Roo
- ~**s** sigma, ~**S** Sigma, mutta summan merkkinä: sum(lauseke)
- ~**t** tau, ~**T** Tau
- ~**y** ypsilon, ~**Y** Ypsilon
- ~**f** pieni fii, ~**F** iso fii [**varphi** = fiin toinen muoto]
- ~**h** khii, ~**H** Khii
- ~**&** psii, ~**&&** Psii
- ~**j** oomega, ~**J** Oomega, resistanssin yksikön ohmin tunnus

Numeroiden ryhmittely

Nelinumeroisissa luvuissa ei ryhmittelyä käytetä. Viisi- tai useampinumeroisten lukujen ryhmittelyyn käytetään matematiikan kirjoissa pistettä (tai välilyöntiä). Muissa Luetus-kirjoissa pitkätkin luvut kirjoitetaan ryhmittelemättä, jotta synteettinen puhe tulkitsisi ne oikein.

Esimerkki:

123.456.789 (tai **123456789**)

Roomalaiset numerot

1: I

2: II

3: III

4: IV

5: V

6: VI

7: VII

8: VIII

9: IX

10: X

11: XI

12: XII

13: XIII

14: XIV

15: XV

50: L

100: C

500: D

1000: M

PERUSKOULUN MATEMATIIKKA

MITTOJA JA YKSIKÖITÄ

Rahoja

Euro merkitään kirjaimella **e** tai sanalla **euro**.

Sentti lyhennetään **snt**.

Punnan merkki on **£**.

Dollari merkitään usein kirjaimella **D** (yleensä rahasta puhuttaessa).

Dollarin merkkiä \$ käytetään atk-ohjelmissa.

Esimerkkejä:

6 e 15 snt 6 euroa 15 senttiä

£25 25 puntaa

\$35, USD35 tai **35 USD** 35 USA:n dollaria

mutta: **20 dollarilla**

A\$5 tai **AD5** tai **5 AD** viisi Australian dollaria

50 USD viisikymmentä USA:n dollaria

1 euro = 9,2 SEK yksi euro on 9,2 Ruotsin kruunua

Pinta-aloja ja tilavuuksia

Toisen potenssin kakkonen merkitään Luetus-kirjoissa näkyviin, vaikka pistekirjoituksessa se voidaan jättää merkitsemättä.

mm² neliömillimetri

cm² neliösenttimetri

dm² neliödesimetri

m² neliömetri

a aari

ha hehtaari

km² neliökilometri

mm³ kuutiomillimetri

cm³ kuutiosenttimetri

dm³ kuutiodesimetri

m³ kuutiometri

ml millilitra

cl senttilitra

dl desilitra

l litra

Esimerkkejä:

1 l 5 dl = # dl (Muuta litrat ja desilitrat desilitroiksi, täydennystehtävän vastaustila)

1/2 tl puoli teelusikallista

Keittokirjoissa murtoluvulliset mitat on parasta muuttaa desimaaliluvuiksi, jotta ne säilyisivät muunnosohjelmissa oikean suuruisina.

Päiväykset ja kellonajat merkitään kuten painetussa tekstissä.

Esimerkkejä:

30.11.2004

1.-14.3.2002

15. tammikuuta - 28. helmikuuta

klo 14:05 (digitaalikellon näyttö)

klo 8.15-10.35

Urheilutulosten aikamerkinnot, esimerkiksi:

24.58,7

Muita matematiikan kirjoissa tarpeellisia merkkejä

% prosentti

:% promille

^@ asteen merkki

§ pykälämerkki

numeromerkki, "risuaita", Luetuksessa vastaustilan alkamisen merkki

@ sähköpostiosoitteissa, anneli@celia.fi tai anneli(at)celia.fi

@ "pallo", yleinen laskutoimitusmerkki

Copyright-merkki kirjoitetaan **(c)**

Esimerkkejä:

99 % 99 prosenttia
115 :% 115 promillea
100 ^@:ssa sadassa asteessa
37 ^@C 37 celsiusastetta
-43 ^@F miinus 43 astetta Fahrenheitia
25 K Kelvinin kanssa ei käytetä astemerkkiä
§ 5 pykälä 5

LASKUTOIMITUKSIA

Laskutoimitusmerkkejä

Luetus-kirjoissa **kieltomerkkinä** käytetään huutomerkkiä välittömästi kiellettävän symbolin edessä.

+ plus
 - miinus
 * kertomerkki
 / jakoviiva
 : suhteen merkki (mittakaavoissa)
 = on yhtä kuin
 != eri kuin, ei ole yhtä kuin
 ~ ~ likiarvo, noin

Välilyönti kirjoitetaan kaikkien edellä olevien merkkien eteen, mutta ei niiden jälkeen (poikkeuksena / murtoluvuissa ja vakiintuneet mittailmaukset, esimerkiksi **m/s²**).

Sulkeet

Sulkeet kirjoitetaan kuten painetussa tekstissä.

Kun matemaattisia lausekkeita muutetaan lineaariseen muotoon, joudutaan usein lisäämään sulkeita, jotta laskujärjestys säilyisi alkuperäisenä laskujärjestyssääntöjen mukaan. (Jos laskujärjestys muutetaan, muuttuu yleensä myös laskutoimituksen lopputulos.)

Muita laskutehtävissä tarpeellisia merkkejä

Välilyönti tulee vain merkin eteen:

$-=$ identtinen

$\wedge=$ vastaa

Välilyönti tulee molemmin puolin merkkiä:

$>$ suurempi kuin

$<$ pienempi kuin

$><$ suurempi tai pienempi kuin

$!>$ ei suurempi kuin

$!<$ ei pienempi kuin

$>=$ suurempi tai yhtä suuri kuin

$<=$ pienempi tai yhtä suuri kuin

Esimerkkejä merkkien käytöstä:

$3 + 4 = 7$ kolme plus neljä on yhtä kuin seitsemän

$5 - 2 \neq 2$ viisi miinus kaksi on eri suuri kuin kaksi

$2 - (-5) = 7$ kaksi miinus miinus-5 on yhtä kuin 7

$27 * 3 = ?$ 27 kertaa 3 on ?

$1/3$ yksi kolmasosa

$2\#3/4$ sekaluku: kaksi kokonaista ja kolme neljäsosaa

$21 / 7 = 3$ 21 jaettuna seitsemällä on kolme

$21/7 = 3$ 21 seitsemäsosaa on yhtä kuin kolme kokonaista

$1 : 1000$ yhden suhde tuhanteen

$(6x + 3x) / (6x - 4x)$ Murtolauseke: summa $6x$ plus $3x$ jaetaan erotuksella $6x$ miinus $4x$.

$|-(2 + 5)| = |-7| = 7$ lasketaan itseisarvo

$92 + [-2 * (18 + 5)]$ 92 plus (miinus-2 kertaa kahdeksantoista ja viiden summa)

Seuraavissa joukkoja esittävässä symboleissa mustatekstissä käytetään kaksinkertaista "vartta", pistekirjoituksessa yleensä tavallista isoa kirjainta (joskus kahden isonkirjaimen merkin kera).

$\mathbb{N} = \{0, 1, 2, 3, \dots\}$ luonnollisten lukujen joukko, toisinaan nolla lasketaan mukaan, toisinaan ei

$\mathbb{Z} = \{\dots, -2, 1, 0, 1, 2, \dots\}$ kokonaislukujen joukko

\mathbb{Q} rationaalilukujen joukko

\mathbb{R} reaalilukujen joukko

\mathbb{R}_+ positiivisten reaalilukujen joukko
 \mathbb{C} kompleksilukujen joukko
 $\pi \approx 3,14$ piin likiarvo on 3,14
 $x < 18$ epäyhtälö: x on pienempi kuin 18
 $2x \geq 6$ epäyhtälö: 2 x on suurempi tai yhtä kuin 6

Murtoluvut

Murtoluvuissa jakoviivan edestä jätetään välilyönti pois, esimerkiksi kaksi viidesosaa merkitään $\frac{2}{5}$. (Aina mustakirjasta ei selviä, onko tarkoitettu jakolaskua vai murtolukua.) Pistekirjoituksen alennettuja numeroita ei voi käyttää Luetus-kirjoissa.

Sekaluvuissa kokonais- ja murto-osan väliin kirjoitetaan #-merkki, esimerkiksi kolme kokonaista viisi kuudesosaa merkitään

$3\frac{5}{6}$

Pistekirjoituksessakin kokonaisten ja murto-osan väliin tulee numeromerkki sekaluvun alussa olevan numeromerkin lisäksi.

Esimerkkejä

$\frac{1}{4}$ yksi neljäsosa

$\frac{3}{4} + \frac{1}{4} = 1$ kolme neljäsosaa plus yksi neljäsosa on yksi kokonainen

$-1\frac{1}{2}$ miinus puolitoista

$\frac{1}{100}$ yksi sadasosa

$\frac{4}{3} = 1\frac{1}{3}$ neljä kolmasosaa on yhtä kuin yksi kokonainen yksi kolmasosa

Murtolausekkeet

$3y / 4 = \frac{3}{4}y$ kolme y jaettuna neljällä on yhtä kuin kolme neljäsosaa y

$(\frac{1}{2} + \frac{1}{3}) / (\frac{1}{4} - \frac{1}{5})$ summa puoli plus yksi kolmasosa jaetaan

erotuksella yksi neljäsosa miinus yksi viidesosa

$4x / (1 - x)$ neljä x jaetaan erotuksella yksi miinus x

$(5 + x) / (5x)$

Jos osoittaja ja nimittäjä sisältävät useita termejä, ne on muistettava merkitä sulkeisiin laskujärjestyssääntöjen mukaisesti.

Esimerkki:

$(5 + 7) / (2 * 3)$

$= 12 / 6$

=2

Esimerkki pitkästä murtolausekkeesta:

$$\frac{[(x^2 - 7x + 12) / (4x - 20)]}{[(x^2 - 8x + 15) / (4x - 16)]}$$

Laventaminen ja supistaminen

Laventaminen

Laventaja merkitään kahdella kertomerkillä ** varustettuna lavennettavan murtolausekkeen eteen, esimerkiksi

****2 3/5 = 6/10** kolme viidesosaa lavennettuna kahdella on kuusi kymmenesosaa

****b a / c = ab / (bc)** a per c lavennetaan b:llä ja saadaan ab per bc

**** (a - b) a / (a + b) + ** (a + b) b / (a - b)**

Supistaminen

Supistaja merkitään kahdella kaksoispisteellä :: varustettuna supistettavan murtolausekkeen perään, esimerkiksi

12 / 50 :: 2 = 6 / 25 12 per 50 supistetaan kahdella ja saadaan 6/25

abc / (ad) :: a = bc / d

2 ac / (2 d) :: 2 = ac / d

(a - b) / (a^2 - b^2) :: (a - b) = 1 / (a + b)

Yhtälöt

Yhtälöiden ratkaisuisissa pystyviivan | eteen tulee kaksi ja jälkeen yksi välilyönti.

Esimerkki:

$$2x + 3 = -3x - 7$$

$$2x + 3x = -7 - 3$$

5x = -10 | /5 [yhtälön molemmat puolet jaetaan viidellä eli:]

$$5x / 5 = -10 / 5$$

$$x = -2$$

$$-34x = -136 \quad | \quad /(-34) \quad [\text{jaetaan puolittain } -34:\text{llä}]$$

$$x = -136 / (-34)$$

$$x = 4$$

Potenssit ja juuret

- \wedge potenssin tai yläindeksin merkki (pisteillä 346)
- $\wedge 2$ toinen potenssi (pisteillä 346, kakkosta ei merkitä)
- $\wedge 3$ kolmas potenssi
- $\wedge 4$ neljäs potenssi jne.

sqrt(...) neliöjuuri
root3(...) kuutiojuuri, kolmas juuri
root4(...) neljäs juuri ja niin edelleen

Potenssit

EkspONENTTI seuraa potenssimerkkiä, joka kirjoitetaan välittömästi kantaluvun perään. Toisin kuin pistekirjoituksessa myös kakkonen eksponenttina kirjoitetaan näkyviin. Potenssimerkin vaikutusalue päättyy välilyöntiin, joten monta termiä sisältävät eksponentit on kirjoitettava sulkeisiin.

Esimerkki:

$$3^2 + 4^2$$

$$= 9 + 16 = 25$$

$(-2)^2$ miinus kaksi korotetaan potenssiin kaksi eli miinus kaksi kerrotaan miinus kahdella

-2^2 miinus (kaksi potenssiin kaksi) eli kaksi potenssiin kahden vastaluku

$$2^3 + 5$$

$$= 8 + 5 = 13$$

$$2^{(3 + 5)} = 2^8$$

$$2^3 * 2^4$$

$$= 2^{(3 + 4)} = 2^7$$

$$2^3 + 2^4$$

$$= 8 + 16 = 24$$

$$2^{(1/2 + 1/3)}$$

$10^{(-3)} = 1/1000$ kymmenen potenssiin miinus kolme on yksi tuhannesosa

$$2^{20} = 1.048.576$$

Juuret

Juurimerkinnöissä juuret kirjoitetaan aina sulkeisiin.

Neliöjuurelle on oma merkintätapa, **sqrt**. Muissa juurissa **root**-sanon perään kirjoitetaan ensin merkintä siitä, monesko juuri on kyseessä, ja sen perään sulkeisiin juuret (vaikka se muodostuisi vain yhdestä merkistä).

Esimerkkejä:

sqrt(25) neliöjuuri 25

$$4^{(1/2)}$$

=sqrt(4) = 2 Neljä potenssiin puoli on yhtä kuin neliöjuuri neljästä, joka on 2.

$$\mathbf{sqrt(20 + 5) = sqrt(25) = 5}$$

$4^{(-1/2)}$ neljä potenssiin miinus puoli

= 1 / 4^{(1/2)} on yhtä kuin yksi per neljä potenssiin puoli

= 1 / sqrt(4) on yhtä kuin yksi per neliöjuuri neljästä

= 1/2 on yhtä kuin puoli

3^2 * (27 - 21) / sqrt(4) + 2 * 7 - 9 kolme potenssiin 2 kertaa (27 miinus 21) jaettuna neljän neliöjuurella plus 2 kertaa 7 miinus 9

$$= 3^2 * 6 / \mathbf{sqrt(4)} + 2 * 7 - 9$$

$$= 9 * 6 / 2 + 2 * 7 - 9$$

$$= 27 + 14 - 9$$

$$= 32$$

$$15 - 3 * (2 + \mathbf{sqrt(20 - 4^2)})$$

$$= 15 - 3 * (2 + \mathbf{sqrt(20 - 16)})$$

$$= 15 - 3 * (2 + \mathbf{sqrt(4)})$$

$$= 15 - 3 * (2 + 2)$$

$$= 15 - 3 * 4$$

$$= 15 - 12$$

$$= 3$$

$27^{(1/3)} = \text{root3}(27) = 3$ 27 potenssiin yksi kolmasosa on yhtä kuin kolmas juuri luvusta 27. Tulos on yhtä kuin kolme.

$\text{root3}(8)$ kolmas juuri eli kuutiojuuri kahdeksasta

$$\text{root5}(32) + \text{root6}(1)$$

$$= 2 + 1 = 3 \quad \text{viides juuri 32:sta plus kuudes juuri yhdestä on yhtä kuin } 2 + 1 = 3$$

$$2^{1/4} * \text{root3}(8)$$

$$= 2^{1/4} * 2 = 4^{1/2}$$

$\text{sqrt}(\text{root3}(x^3))$ neliöjuuri x:n kolmannen potenssin kuutiojuuresta

GEOMETRIA

Merkintöjä

Seuraavia merkkejä (edellä mainittujen lisäksi) käytetään geometriassa. Merkkien molemmin puolin kirjoitetaan välilyönti.

~ yhdenmuotoinen (verrannollinen, pisteillä 46 2356)

~ = yhtenevä (pisteillä 56 2356)

!~ = ei yhtenevä (pisteillä 5 56 2356)

| kohtisuora (pisteillä 3456 3)

!_|_ ei kohtisuora (pisteillä 5 3456 3)

|\| yhdensuuntainen (pisteillä 456 456)

!|\| ei yhdensuuntainen (pisteillä 5 456 456)

/_ kulma (pisteillä 456 246) (Merkkiä käytetään jos kulman merkkiä esiintyy runsaasti. Muuten käytetään sanaa **kulma**.)

Trigonometria

Trigonometriset funktiot ovat

sin sini

cos kosini

tan tangenti
cot kotangenti
sec sekantti
cosec kosekantti

Muita trigonometriassa tarpeellisia merkkejä:

^@ astemerkki
min minuutti [tai heittomerkki ' välittömästi luvun perässä]
s sekunti [tai kaksi heittomerkkiä '' välittömästi luvun perässä]
rad radiaani

Yllä olevia merkkejä käytetään kuten yksiköitä yleensä, eli niiden ja niitä edeltävän numeron väliin tulee välilyönti. Poikkeuksen muodostavat merkit ' ja '' ja astemerkki, jotka voidaan kirjoittaa välittömästi niitä edeltävän luvun perään.

Esimerkkejä:

30 ^@ 45 min 20 s tai **30 ^@ 45' 20''** 30 astetta 45 minuuttia 20 sekuntia
tan 90 ^@ =∞ tangenti 90 astetta on yhtä kuin ääretön

90 ^@ = 1/2 π rad

sin (180 ^@ + v) = -sin v

cos² x - 2 cos x + 1 = 0 (kosini toiseen kulmasta x) miinus 2 kertaa (cosini x) plus 1 on yhtä kuin nolla

LUKION MATEMATIIKKA

VEKTORIT

vec vektori

(Huom! Joissain vanhemmissa, vielä käytössä olevissa kirjoissa vektorin merkkinä on käytetty pistekirjoituksen kanssa yhtenevää merkintää >. Esimerkiksi 2 i>.)

***** pistetulo

xx ristitulo

uarr nuoli ylöspäin

darr nuoli alaspäin

uarr uarr samansuuntaiset (vektorit)
uarr darr vastakkaissuuntaiset (vektorit)

Esimerkkejä:

vec OB vektori OB

vec AB = 3 vec i - 4 vec j vektori AB on yhtä kuin vektori 3 i miinus vektori 4 j

vec v * vec u vektorien v ja u skalaaritulo eli pistetulo, v piste u

vec a xx vec b vektorien a ja b vektoritulo eli ristitulo, a risti b

vec a * vec b = |vec a| |vec b| cos v vektorien a ja b pistetulon

laskentakaava

vec a_b vektorin a vektoriprojektio vektorilla b

vec a^0 vektori a:n suuntainen yksikkövektori

-vec F_1

k vec a = vec a k

vec u xx vec v vektorien u ja v ristitulo

POLYNOMIEN JAKOLASKU

Painetussa kirjassa esiintyvät polynomien jakolaskut, jotka on suoritettu jakokulmassa, sekä niiden selostukset tulee muuntaa seuraavaan muotoon:

Polynomi jaetaan toisella polynomilla siten, että ensin kirjoitetaan jaettava rivin vasempaan reunaan ja siitä jonkin matkan päähän samalle riville jakaja. Muista että rivin maksimipituus on 40 merkkiä!

Sitten verrataan jaettavan ja jakajan ensimmäisiä termejä toisiinsa, jotta löydettäisiin osamäärän ensimmäinen termi. Kun se on löytynyt, se merkitään seuraavalle riville lähelle rivin oikeaa laitaa. Osamäärän ensimmäisellä termillä kerrotaan jakaja ja tulo merkitään jaettavan alle, mutta muutetaan se jo samalla vastaluvukseen vähennyslaskun suorittamiseksi.

Seuraavalle riville merkitään tulon vastaluvun ja jaettavan summa. Verrataan edellä saatua summaa ja jakajaa toisiinsa ja etsitään seuraava termi osamäärään. Kun se on löytynyt, se merkitään samalle riville, mutta oikeaan reunaan osamäärän alle edellisen termin alle. Suoritetaan taas kertolasku ja merkitään tulon vastaluku jne., kunnes jakojäännös joko on nolla tai alemmaa astetta kuin jakaja. Kun lasku on loppuun suoritettu, osamäärän termit on helppo poimia oikeasta reunasta. Niiden lisäksi on muistettava mahdollinen jakojäännös.

Esimerkki 1.

$$(2x^2 + 3x + 1) / (x + 1)$$

Merkitään:

$$(2x^2 + 3x + 1) \dots\dots / (x + 1)$$

$$-2x^2 - 2x \dots\dots\dots 2x$$

$$x + 1 \dots\dots\dots +1$$

$$-x -1$$

$$0$$

$$V: 2x + 1$$

Lasku päättyi tasan.

Esimerkki 2.

$$(x^4 + 1) / (x + 1)$$

Lasketaan:

$$(x^4 + 1) \dots\dots\dots / (x + 1)$$

$$-x^4 -x^3 \dots\dots\dots x^3$$

$$-x^3 \dots\dots\dots -x^2$$

$$+x^3 +x^2$$

$$x^2 \dots\dots\dots x$$

$$-x^2 -x$$

$$-x +1 \dots\dots\dots -1$$

$$+x +1$$

$$2$$

$$V: x^3 -x^2 +x -1 +2/(x + 1)$$

Lasku ei päättynyt tasan.

YHTÄLÖRYHMÄT

Yhtälöryhmä kirjoitetaan aaltosulkeisiin.

Esimerkkejä:

1. Yhtälöpari:

$$\{2x + y = 0,$$

$$x - y = 5\}$$

Luetuksessa yhtälöiden välinen pilkku ei ole välttämätön. Sen tilalla voi olla 'ja'-sana, joka sekään ei ole välttämätön.

2.

$$\{2x - 3y - 6 = 0, \\ 6x + 12y - 12 = 0\}$$

[Yritetään eliminoida yhtälöryhmästä y siten että ylempi yhtälö kerrotaan puolittain kahdella ja alempi jaetaan kahdella:]

$$\{2x - 3y - 6 = 0 \quad | \quad *2 \\ 6x + 12y - 12 = 0 \quad | \quad /2\}$$

Kun yhtälöitä lasketaan puolittain yhteen jonkin tuntemattoman eliminoimiseksi, mustatekstissä (ja pisteillä) käytetään vaakaviivaa yhtälöparin alla. Luetuksessa puolittain yhteen laskeminen ilmaistaan sanallisesti:

$$\{4x - 6y - 12 = 0, \\ 3x + 6y - 6 = 0\}$$

[Lasketaan yhtälöt puolittain yhteen, y supistuu]

$$7x - 18 = 0$$

$$x = 18 / 7 = 2\frac{4}{7}$$

JOUKKO-OPPI JA LOGIIKKA

Joukko-oppi

- in** kuuluu joukkoon, on joukon alkio
- !in** ei kuulu joukkoon, ei ole joukon alkio
- sub** on aito osajoukko tai on osajoukko
- sube** on osajoukko
- !sub** ei ole osajoukko
- {...}** joukkosulut
- {}** tai **∅** tyhjä joukko
- uu** joukkojen yhdiste eli unioni
- nn** joukkojen leikkaus
- xx** tulojoukko
- A** A:n komplementtjoukko
- E \ A** A:n komplementtjoukko E:ssä

vaakaviiva joukon nimen päällä: A :n komplementtjoukko \bar{A} tai A :n sulkeuma
 $A \setminus B$ A :n ja B :n erotusjoukko
 $@$ "pallo", yleinen laskutoimitusmerkki

Esimerkkejä:

$x \in A$ x on joukon A alkio

$3 \notin B$ 3 ei ole B :n alkio

$B \subset A$ B on A :n osajoukko

$B \supset A$ A on B :n osajoukko

$F \not\subset E$ F ei ole E :n osajoukko

$C \subseteq D$ ja $D \subseteq C \iff C = D$

$C = D$ joukoilla C ja D on samat alkio

$A \cup B = \{a, b, c\}$ joukkojen yhdiste eli unioni sisältää alkio a , b ja c

$G \cap H = \emptyset$ joukkojen G ja H leikkaus on tyhjä joukko, eli niillä ei ole yhtään yhteistä alkio

$A \times B = \{(1, 3), (1, 4), (2, 3), (2, 4)\}$ joukkojen A ja B tulojoukko on joukko, jonka alkioina ovat järjestetyt parit $(1, 3)$, $(1, 4)$, $(2, 3)$ ja $(2, 4)$

$\{(x, y) \mid x \in \mathbb{R}, y \in \mathbb{R}, y = f(x)\}$ niiden parien (x, y) joukko, joissa x ja y ovat reaalilukuja ja joille $y = f(x)$

$L = \mathbb{R} \setminus \{0, 2\}$ L on joukon $\{0, 2\}$ komplementti reaalilukujen joukossa

Logiikka

not negaatio, "ei"

\wedge tai **and** konjunktio, "ja"

\vee tai **or** disjunktio, "tai"

\implies implikaatio, "jos..., niin..."

\iff ekvivalenssi, "jos ja vain jos..., niin.."

$\not\implies$ ei implikaatiota

$\not\iff$ ei ekvivalenssia

Konjunktion, disjunktion sekä implikaatio- ja ekvivalenssinuolten kummallekin puolelle tulee välilyönti.

Esimerkkejä:

not p p:n negaatio, ei-p

p ^ q p ja q

p v q p tai q

p --> q jos p niin q, implikaatio

p <--> q p ja q ovat yhtäpitäviä, ekvivalenssi

FUNKTIOT JA KUVAUKSET

Funktiot

Esimerkkejä:

f: x -> f(x)

f: x -> { -1, x <= -1

x^2 + 2 x, -1 < x <= 1

-x + 3, x > 1}

Matriisit ja determinantit

Matriiseja ja determinantteja kirjoitettaessa niiden muoto säilytetään, mikäli suinkin mahdollista. Jos muotoa joudutaan tilan puutteen vuoksi muuttamaan, muutokset selitetään. (Katso pistekirjoitusmuotoa matematiikan pistekirjoitusoppaasta.)

Matriisit

Esimerkki:

((1 0 0 1),

(0 1 0 0),

(0 0 1 0),

(1 0 0 1))

Determinantit

Esimerkki:

$$\begin{vmatrix} (a + b) & (a - b) \\ (a - b) & (a + b) \end{vmatrix} \\ = 4 a b$$

Nuolimerkit

Jos nuolen varsi on yksinkertainen, se merkitään yhdellä tavuviivalla. Jos varsi on kaksinkertainen, se merkitään kahdella peräkkäisellä tavuviivalla. Kärki tai kärjet merkitään samaan suuntaan kuin mustapainoksessakin.

- > nuoli oikealle
- <- nuoli vasemmalle
- <-> kaksoisnuoli
- |-> nuoli alkaa pystyviivasta, funktionuoli
- *> vinosti nouseva nuoli esimerkiksi funktion kulkukaavioissa
- ?> vinosti laskeva nuoli esimerkiksi funktion kulkukaavioissa
- /> nuoli ylös
- \> nuoli alas
- > kaksinkertainen nuoli oikealle

Matemaattisia lyhenteitä

Jos painetussa kirjassa on merkkeinä käytetty erilaisia lyhenteitä (esimerkiksi max, min, sup ja inf), käytetään pistekirjoituksessa vastaavia lyhenteitä.

Huom. Sup on ASCIIMathissa varattu toiseen käyttöön, joten **supremum = supr.**

- log** logaritmi
- lg** 10-kantainen logaritmi
- ln** luonnollinen logaritmi (kantalukuna e)
- lim** limes eli raja-arvo
- sinh x** hyperbolinen sini x
- arc cos x** arcus kosini x
- bar (arc) sin x** arcus sin x: n päähaara

ar sinh x areafunktio

Lisää matematiikassa käytettyjä merkkejä

-= identtinen

hat= vastaa

>< suurempi tai pienempi kuin

>> paljon suurempi kuin ja **<<** paljon pienempi kuin merkitään tekstinä

!> ei suurempi kuin

!< ei pienempi kuin

>= suurempi tai yhtäsuuri kuin

<= pienempi tai yhtäsuuri kuin

|...| itseisarvomerkki

' "pilkku" eli "yläpilkku" eli heittomerkki

_ suffiksin eli alaviitan merkki

' matemaattinen tavuviiva vain pisteillä ja Luetuksessa

oo ääretön

[3, 10] suljettu väli kolmesta kymmeneen

]0, oo[tai **(0, oo)** avoin väli nolosta äärettömään

[0, oo[tai **[0, oo)** tai **]-oo, 2]** tai **(-oo, 2]** puoliavoin väli

int integraali

sij sijoitus

sum summa (merkitty isolla sigmalla)

prod tulo (merkitty isolla piillä)

alaraja merkitään alaindeksin merkillä alaviivalla

yläraja merkitään potenssimerkillä eli hatulla

AA "jokaiselle" (iso A ylösalaisin)

EE "on olemassa" (iso E peilikuvana)

!EE "ei ole olemassa"

! kertoma

((n), (k)) (n yli k:n)

Esimerkki:

5! viiden kertoma eli $5 \cdot 4 \cdot 3 \cdot 2 \cdot 1$

P(A | B) A:n ehdollinen todennäköisyys ehdolla B

A _|_ B A ja B ovat riippumattomia toisistaan

bar x keskiarvo, x:n päällä vaakaviiva

ul s satunnaismuuttuja, s:n alla poikkiviiva

E ul x alleviivatun x:n odotusarvo

E(X) = $\sum_i (p_i x_i)$ tilastotieteessä odotusarvon määritelmä

C_kⁿ C:llä on alaindeksi k ja yläindeksi n, tai oikeammin **(C_k)ⁿ**

df(x)/dx f(x):n derivaatta

f'(x) f yläpilkkua (x) eli f(x):n derivaatta

Df(x) f(x):n derivaatta

f''(x) f kaksi yläpilkkua (x) eli f(x):n toinen derivaatta

Df'(x) f(x):n derivaatan derivaatta eli f(x):n toinen derivaatta

D² f(x) f(x):n toinen derivaatta

D⁽ⁿ⁾ f(x) tai **Dⁿ f(x)** f(x):n n:s derivaatta

del y / (del x) osittaisderivaatta

bar A A:n sulkeuma, A:n päällä vaakaviiva

bar z kompleksiluvun z liittoluku, z:n päällä vaakaviiva

mot pieni neliö: mikä oli todistettava

dot x = dx/dt dot x = x:n yläpuolella on piste

grad f gradientti, f:n edellä on kärkikolmio eli kärjellään seisova kolmio

f|_B f:n rajoittuma B:ssä

Esimerkkejä:

D(x² + 2x + 6) dx lausekkeen x toiseen + 2x + 6 derivaatta

f⁻¹ = { (y, x) in (B x x A) | y = f(x) } käänteisfunktio

(x, y) | -> (x, b/a y) kuvaus eli funktio lukuparilta toiselle

lg (5 a) = lg a + lg 5 logaritmi 5 a:sta on yhtä kuin logaritmi a plus logaritmi 5

log_e x = ln x luonnollinen logaritmi (e-kantainen logaritmi x:stä merkitään yleensä ln x)

lim_(x -> 0 +) f(x) toispuolinen raja-arvo (f(x):n raja-arvo, kun x lähestyy nollaa positiiviselta puolelta)

lim_(x -> 1) [(x⁴ - x) / (x⁴ - 1)]

int x² dx integraali

int (e^x + x) dx

int₀² tan² x dx

int₀⁴ sqrt(x) dx = sij₀⁴ (2/3 x sqrt(x)) sijoitus alarajana 0 ja ylärajana 4 lausekkeeseen kaksi kolmasosaa x kertaa neliöjuuri x:stä

sum_(i = 0)ⁿ (f_i x_i) summa (lausekkeiden f_i x_i summa, kun i käy nolasta n:ään)

prod_(i = 0)⁵ (p_i) tulo (lukujen p_i tulo, kun i käy nolasta viiteen)

nn_(n = 1)^{oo} A_n joukkojen A_n leikkaus, kun n käy yhdestä äärettömään

uu_(i = 1)ⁿ A_i joukkojen A_i yhdiste, kun i käy yhdestä n:ään

(x_n)_(n = 1)^{oo} jono x_n kun n käy yhdestä äärettömään

AA $x \in \mathbb{R}, \forall y \in \mathbb{R}; y > x$ jokaiselle reaaliluvulle x on olemassa reaaliluku y siten, että y on suurempi kuin x

root3(x + 5) kuutiojuuri summasta $x + 5$

4! = 4 * 3 * 2 * 1 = 24 luvun neljä kertoma

n! n kertoma

$\binom{n}{k} = \frac{n!}{k! (n-k)!}$ n yli k :n

$P(B | A) = \frac{P(AB)}{P(A)}$

$\frac{d \ln x}{dx}$ tai $\frac{d}{dx} \ln x$ $\ln x$:n derivaatta

$\partial A = \bar{A} \cap \bar{A}$ (X - A) X :n osajoukon A reuna on A :n sulkeuman ja A :n komplementin sulkeuman leikkaus

$p \sim N(58, 2)$ p noudattaa normaalijakaumaa parametrein 58 ja 2

Funktion kulkukaavio, esimerkki:

$f'(x)$: - - -7 + + 0 - - 4 + +

$f(x)$: ?> min: -7 *> max: 0 ?> min: 4

Toinen esimerkki:

$f'(x)$: + + -1 - - 1 - - 3 + +

$f(x)$: *> max: -1 ?> 1 ?> min: 3 *>

Kaavoja

Pallon tilavuus: **$V = \frac{4}{3} \pi r^3$**

Pallon ala: **$A = 4 \pi r^2$**

Suoran ympyräkartion tilavuus: **$V = \frac{1}{3} \pi r^2 h$**

Koko ympyräkartion ala: **$A = \pi r^2 + \pi r \sqrt{r^2 + h^2}$**

Toisen asteen yhtälön ratkaisukaava:

$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$

FYSIIKAN MERKINTÖJÄ

YLEISTÄ

Eri suureiden välissä käytetään välilyöntiä, mutta ei missään tapauksessa mittayksiköissä. ASCIIMathissa yksiköt erotetaan tekstiksi lainausmerkein, jotta esimerkiksi massa erottuisi metrissä. Mustatekstissä suureet ovat yleensä kursivoituja ja mittayksiköt tavallisia kirjaimia, joten ne on helppo erottaa toisistaan.

Jos kirjan kaikki matemaattiset merkinnät on kursivoitu ja vektoreita ei ole eroteltu mitenkään, niin niitä ei erotella myöskään ASCIIMathissa.

Jos vektorit on eroteltu joko lihavoinnilla tai kursiivilla, ne merkitään vektoreiksi, esim \vec{F} .

Esimerkki:

m g massa kertaa kiihtyvyyden yksikkö

mg milligramma

$a_k = \Delta v / \Delta t = (v_2 - v_1) / (t_2 - t_1)$ keskikihtyvyyden kaava

$[r] = [R] [A] / [I] = 1 \Omega$ resistiivisyyden yksikkö

$\vec{a} = \vec{F}_s / m = q \vec{E} / m$ kiihtyvyyden kaava

SÄHKÖSUUREIDEN TUNNUKSIA JA YKSIKÖITÄ

I sähkövirta, $[I] = A$ (ampeeri)

U jännite, $[U] = V$ (voltti)

E lähdejännite, sähkömotorinen voima, sähkökentän voimakkuus

V potentiaali, $[V] = [U] = V$ voltti

Q sähkövaraus, $[Q] = C$ (coulombi)

e alkeisvaraus

C kapasitanssi, $[C] = F$ (faradi)

E energia, $[E] = J$ (joule)

R resistanssi, $[R] = \Omega$ (ohmi)

ρ (rho) tiheys, resistiivisyys, esimerkiksi $[\rho] = \Omega m$

E sähköenergia, $[E] = J$ (joule)

P sähköteho, $[P] = W$ (watti)

- ~**F** magneettivuo, [**~F**] = **Wb** (weber)
- B** magneettivuon tiheys, [**B**] = **T** (tesla)
- ~**m_0** (myy nolla) tyhjän permeabiliteetti
- H** magneetikentän voimakkuus, [**H**] = **A/m**
- L** induktanssi, [**L**] = **H** (henry)
- F** värähtelypiiri taajuus, [**f**] = **Hz** (hertsi)
- Z** impedanssi, [**Z**] = **~J** (ohmi)
- ~**f** vaihe-ero

KYTKENTÄKAAVIOT

Luetuskirjaan ei voi sisällyttää kytkentäkaavioiden kuvia. Osasta voidaan laatia kuvaselostus, mutta monimutkaisemmista on tehtävä kohokuva joko pistekirjoituksella tai kuohupaperikuvaksi. Kuohupaperikuvissa kohoviivoihin yhdistetään usein laitteiden pistekirjoitussymboleja, koska niitä on helpompi lukea kuin samankokoisia kohopiirroksia.

Yleismerkkejä

Ne voidaan liittää moniin muihin merkkeihin:

- m** merkin lopussa = mittari
- f** foto (valolle herkkä, 2 vinosti alaspäin osoittavaa nuolta)
- x** valaiseva (2 vinosti ylöspäin osoittavaa nuolta)
- s** säädettävä (s merkin lopussa, mustamerkissä vino nuoli yli merkin)
- set** asetettava (vino viiva jonka päässä lyhyt poikkiviiva)
- Is** liukusäätö (nuoli jonka varressa suora kulma)
- + nuolen puolelle = p-emitteri n-alueessa
- nuolen puolelle = n-emitteri p-alueessa

Laitetunnuksia

Laitetunnuksia ja muita pistekirjoituksessa käytettyjä merkintöjä käytetään myös kohokuvissa.

Sähkölaitteiden tunnuksiin sisältyy aina merkki **é**.

Aina kun **virran suunta** tai **napaisuus** on merkitty jollain tavalla painetun kirjan piirroksissa, se merkitään myös pistekirjoitus- ja kohokuvakaavioihin, esimerkiksi plus- ja miinusmerkeillä.

ét tasavirta, tasasähkö, tasajännite (viiva - tai kaksi viivaa = tai viiva jonka alla katkoviiva)

év vaihtovirta, vaihtosähkö, vaihtojännite (matomerkki, iso tilde)

+é tai **é+** sähköpari tai akku tai muu tasajännitelähde (plus pitkän poikkiviivan puolella, pystysuunnassa johtimen vieressä)

+ééé tai **ééé+** sähköparisto, akku (plussa pitkän viivan puolelle)

é+s paristo, jossa säädettävä jännite

év vaihtojännitelähde

ccqcc tai **::q::** johdinliitos (pistekirjoitus-q:sta lähtee liitosjohdin, mustapiirroksessa pieni musta pallo)

ccpcc tai **::r::** ohitus (ohittava johdin kulkee yli pistekirjoitus-p:n tai r:n kohdalla, mustapiirroksessa johtimet kulkevat ristiin ilman yhteyttä)

é/ kytkin

é/v vaihtokytkin

ép pistorasia

ém maadoitus, yleensä

émr liitántä runkoon tai telineeseen

érel rele

érel (lämpö) lämpörele

éVm volttimittari

éAm ampeerimittari

é~mVm mikrovolttimittari

émAm milliampeerimittari

é~Jm ohmimittari

éGm galvanometri

éosc oskilloskooppi

éG generaattori, yleensä

éGv vaihtovirtageneraattori

éG3 kolmivaihegeneraattori

éM moottori

évahv vahvistin
émp mikropiiri
éant antenni
éant* lähetysantenni
éant? vastaanottoantenni
émf mikrofoni
éktn kaiutin
éklk kuuloke
ésk soittokello
ésmr summeri
éx (merkki)lamppu
ég hohto(merkki)lamppu, glim
éfk valokenno
ék kondensaattori
éelk elektrolyyttikondensaattori
+éelk polarisoitu elektrolyyttikondensaattori
éks säätökondensaattori
éplk pullokondensaattori
ér vastus
érset aseteltava vastus
érs säätövastus
érls säätövastus, liikusäätö
éldr fotovastus, valovastus (LDR)
+éf tai **éf+** fotoelementti, aurinkokenno
érx valovastus
érU VDR, jännitteestä riippuva vastus
ér: varoke eli sulake
érsp jännitteen jakaja eli säätöpotentiometri
érl induktiivinen reaktanssi
érc kapasitiivinen reaktanssi
érz näennäisvastus 'impedanssi'
ért- termistori (NTC-vastus) negat. lämpötilakerroin $-t^{\wedge}@$
ért+ termistori (PTC-vastus) posit. lämpötilakerroin $+t^{\wedge}@$
ér>> kela, käämi (tässä ja seuraavissa symboleissa > on pistekirjoituksen suhuässä eli pisteet 156)
ér>>: kela jossa rautasydän
ér>:> muuntaja

Diodeissa ja triodeissa 6-pisteinen merkki tulee poikkiviivan puolelle ja kolmion kärjen puolelle!

éD -- diodi

éT -- triodi
éDC -- diac
éTC -- triac

éd tai **dé** puolijohdediodi (kuusipisteinen kolmion kärjen puolella)
étd tai **tdé** tunneliodi (kuusipisteinen kolmion kärjen puolella)
éty tai **tyé** (triodi)tyristori (kuusipisteinen kolmion kärjen puolella)
édf tai **dfé** fotodiodi (kuusipisteinen kolmion kärjen puolella)
éled tai **ledé** loistediodi eli LED (kuusipisteinen kolmion kärjen puolella)
ézd tai **zdé** Zenerdiodi (kuusipisteinen kolmion kärjen puolella)
é+pnp pnp-transistori (plus tulee pikku nuolen puolelle)
é-npn npn-transistori (miinus tulee pikku nuolen puolelle)
étf valotransistori

KEMIAN MERKINTÖJÄ

ALKUAINEIDEN KEMIALLISET MERKIT

Alkuaineiden kemialliset merkit kirjoitetaan kuten mustatekstissä: isot kirjaimet isoina ja pienet pieninä.

Esimerkkejä:

H vety

Fe rauta

Al alumiini

Atomin ytimen varaus ja atomin **massaluku** merkitään alkuaineen kemiallisen merkin eteen alaindeksi alaindeksin merkin ja yläindeksi yläindeksin merkin eli potenssimerkin kera.

Esimerkkejä:

₈¹⁶O happi

₈₈²²⁶Ra radium

RAKENNEKAAVAT

Kemiallisten yhdisteiden lyhennetyt rakennekaavat

Kemiallisten yhdisteiden lyhennettyjen rakennekaavojen uusi merkintätapa otettiin käyttöön kesällä 2012. Vanhat merkinnät kulkevat uuden merkintätavan rinnalla niin kauan kuin vanhat kirjat ovat käytössä.

Kemian reaktioyhtälöissä ja rakennekaavoissa käytetään pääasiallisesti ASCII-Math-koodauksen mukaisia merkintätapoja. Merkintöjen loogisuus ja selkeys on testattu yhteistyössä Jyväskylän Näkövammaisten koulun (nyk. Oppimis- ja ohjauskeskus Onerva) kanssa vuoden 2012–2013 aikana.

Uudessa merkintätavassa ei rakennekaavoissa enää käytetä välilyöntejä eri alkuaineiden symbolien välillä. Myöskään pystyviivoja ei enää käytetä merkitsemään rakennekaavan alkua ja loppua.

Kemialliset sidokset lineaarisissa rakennekaavoissa merkitään näin:

C;C yksinkertainen sidos kahden hiiliatomin välillä

C=C kaksoissidos

C=;C tai **C;=C** kolmoissidos

Monimutkaisemmista rakennekaavoista tehdään kohokuvat.

Esimerkkejä:

H_2O vesi

2NH_3

K_2Cr_2O_7 kaliumdikromaatti

LiAlH_4 litiumalumiinihydridi

CH_3CH_2OH etanoli

Ca(OH)_2

C_2H_5OH

Na_2CO_3 * 10H_2O pesusooda

CuSO_4 * 5H_2O

1,2-dietyyli-1-propanoli

Ionien varaukset merkitään potenssi- eli yläindeksimerkin avulla:

Na⁺ Natriumionilla on yhden arvoinen positiivinen varaus.

Cu^(2 +) Kupari-ionilla on kahden arvoinen positiivinen varaus.

S^(2 -)

SO₄^(2 -)

Rakennekaavat kohokuvina

Lyhennetyt ja täydelliset **rakennekaavat** esitetään kohokuvaliitteissä.

Yksinkertaisista rakennekaavoista voidaan tehdä kuvaselustus. Monimutkaisia rakennekaavoja voidaan selventää sanallisilla selostuksilla kohokuvan lisäksi.

Reaktioyhtälöt

Jos reaktioyhtälö jaetaan eri riveille, tehdään se mieluummin nuolen kohdalta.

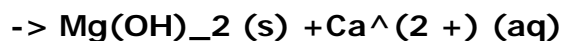
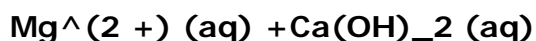
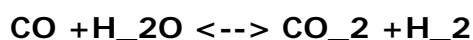
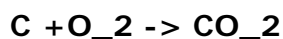
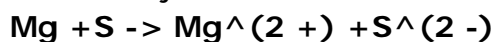
-> reaktionuoli

<--> kaksisuuntainen reaktio (Reaktio voi olosuhteista riippuen tapahtua kumpaankin suuntaan tahansa, mutta vain yhteen suuntaan kerrallaan.)

*--? tasapainoreaktio (Tasapainoreaktion nuolilla on vain puoli kärkeä, ylempään nuolen kärki osoittaa oikealle, alemman vasemmalle. Vastakkainen reaktio käynnistyy heti, kun reaktiotuotteita on muodostunut.)

!-> Reaktiota ei tapahdu. (Mustatekstissä reaktionuolen yli on vedetty rasti eli vinoviivat ristiin.)

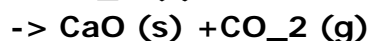
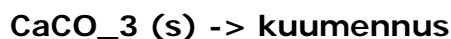
Esimerkkejä:



$$v = k \cdot [\text{A}]^x \cdot [\text{B}]^y$$

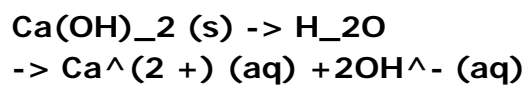
$$= A \cdot e^{(-E_a / (RT))} \cdot [\text{A}]^x \cdot [\text{B}]^y \text{ (reaktionopeuslauseke)}$$

Kuumennus:

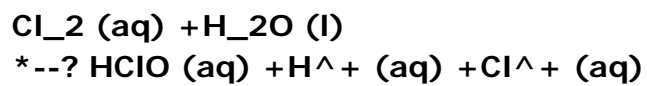


(Mustatekstissä nuolen päällä oleva sana tai pieni kolmio kuumennuksen merkinä)

Liukeneminen:



Tasapainoreaktio:



Veden ionitulo:

$$K_w = [\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-]$$

$$= 1,0 \cdot 10^{-14} (\text{mol/l})^2$$
