

MATEMATIIKAN SANOJA

Matti Lehtinen

Galois-kerho, 21.4.2017

Lyseo

- *Lykeion*, puisto Ateenassa Lykavittosin kukkulan eteläpuolella. Adjektiivi *lykeios* tarkoittaa '*sudesta*', '*sudelle kuuluva*' (*lykos* = 'susi'). Alueella oli Apollon temppeli, ja susi oli yksi Apolloon liitettyjä hahmoja. Temppelin yhteydessä oli *gymnasio* (*gymnos* = 'alaston') eli voimisteluhalli, jossa filosofi Aristoteles opetti. Siitä on *lyseo* ruvennut tarkoittamaan 'koulua'.

Plus, miinus

- Latinan *plus* on 'enemmän', komparatiivi sanasta *multus*, 'paljon'. Suomen kielessä käytetty yhteenlaskusana *ynnä* on muodostunut sanasta yksi, niin kuin yhtenä, yhdessä.
- Vähennyslaskun ja vastaluvun termin pohjana on latinan sanan *paulum*, 'vähän', komparatiivi *minus*, joka tarkoittaa 'vähemmän'. Viisi miinus kaksi on kolme, 'kaksi vähemmän kuin viisi on kolme'. Vanhassa suomalaisessa kielenkäytössä miinuksen paikalla saattoi olla "dynaamisempi" laskusana *pois*: Viisi pois kaksi on kolme.

Summa

- Latinan *summus*, *summa* tai *supremus* on superlatiivimuoto sanasta *super*, 'yläpuolella'. *Summus*, *summa*, tarkoittaa 'ylintä', 'korkeinta'. Se, että sana on ruvennut merkitsemään yhteenlaskun lopputulosta voi johtua siitä, että positiivisia lukuja yhteen laskettaessa lopputulos on esillä olevista luvuista suurin, tai sitten antiikinaikaisesta tavasta merkitä yhteenlaskun tulos lukusarakkeen ylimmäksi eikä alimmaksi, niin kuin nykytapa on. Merkitys 'rahamäärä' selittyy yhteenlaskun perusteella. *Summa summarum*, 'summien summa', tarkoittaa lopullista johtopäätöstä. Summittainen viittaa siihen, että yksityiskohdat, "yksittäiset yhteenlaskettavat" jätetään huomiotta.
- Matematiikan merkintöjä paljon rikastanut sveitsiläinen *Leonhard Euler* rupesi vuonna 1755 käyttämään yhteenlaskuoperaattorina kreikan S-kirjainta eli sigmaa, Σ , mutta käyttö vakiintui vasta 1800-luvulla. Useat matemaatikot ennen Euleria ja hänen jälkeensäkin käyttivät samaan tarkoitukseen kirjainta S, usein myös integraalimerkkinä tuntemassamme muodossa \int .
- Kalevalan tapahtumia sattuu muun muassa "pimeässä Pohjolassa, summassa Sariolassa". Tässä *summa* on suomea ja tarkoittaa 'sumeaa'.

Nolla

- Latinan *nullus* koostuu osista *ne* 'ei' ja *ullus* 'mitään'.
- Itse asiassa nollan takana on yksi: *ullus* on lyhentymä sanan *unus* 'yksi' deminutiivimuodosta *unulus*, 'jotakin', 'mitään'. *Nolla* on siis 'ei yhden yhtykäistäkään'.
- Elias Lönnrot ehdotti nollan suomennokseksi sanoja *tyhjykkä* ja *tyhjikkö*.

Potenssi

- **Potenssi** on tulo, jossa sama tekijä, kantaluku, toistuu eksponentin osoittaman määrän kertoja. Sanan pohjana on latinan *potis esse*, 'olla kykenevä'. Tähän perustuu sanan yleiskielinen merkitys 'kyky'. Varhaisimmat kreikkalaiset potenssilukua tarkoittavat ilmaukset ovat olleet *tetragonos arithmos* 'nelikulmainen luku' eli 'neliöluku, toinen potenssi' ja samamerkityksinen *dynamis*, joka oikeastaan tarkoittaa 'voimaa'. Englannissa potenssi onkin *power*.
- Vuosisatojen kuluessa potenssien merkintä ja nimitykset ovat vaihdelleet suuresti. Nykyinen merkintä, jossa eksponentti on kantaluvun yläindeksinä, on tullut käyttöön *René Descartesin* teoksessa *La Géométrie* (1637); Descartes kuitenkin kirjoitti x^3 ja x^4 , mutta xx eikä x^2 .

Eksponentti

- **Eksponentti** Latinan etuliite *ex-* tarkoittaa 'pois, ulos' ja *ponere* on 'panna, asettaa'. On arveltu, että *eksponentti*-sanana matemaattinen merkitys johtuisi vain siitä, että potenssimerkinnässä eksponentti on ikään kuin pantu merkinnän ulkopuolelle.

Positiivinen, negatiivinen

- **Positiivinen** Sana lähtee latinan verbistä *ponere*, 'panna, asettaa'. *Positus* on siis 'pantu, asetettu'. Keskiajalla sana sai jatkon ja siitä tuli *positivus*. Merkitys oli 'asetettu', 'päätetty'. Käsite positiivinen luku on tullut mielekkääksi vasta sitten, kun negatiivisetkin luvut tulivat käyttöön. Tietoja sanasta *positiivinen* tässä merkityksessä ei liene ajalta ennen 1600- ja 1700-lukujen taitetta. Reaaliluku on positiivinen, jos se on suurempi kuin 0. Tämä on sopimusasia. Eräissä kielissä sana ymmärretään niin, että myös 0 olisi positiivinen luku.
- **Negatiivinen** Latinan *negare* tarkoittaa 'kieltää', *negatus* 'kiellettyä'. Ensimmäiset merkit negatiivisen luvun ymmärtämisestä ovat Intiasta 600-luvulta. Käsite alkoi vakiintua 1500-luvulla, mutta nimitys horjui. Negatiivisia lukuja saatettiin kutsua *privatiivisiksi* eli 'poissulkeviksi', *absurdeiksi*, *kuvitteellisiksi* tai *defektiivisiksi*.
- Onko pari positiivi – negatiivi siirtynyt valokuvaukseen matematiikasta?

Hypotenuusa, kateetti

- Kreikan prefiksi (*h*)*ypo*- tarkoittaa 'alla', 'alle'. Sitä vastaa latinan *sub*-. Tavan mukaan sana kirjoitetaan (useimmissa) muissa kielissä kuin kreikassa *h*-alkuiseksi. *Hypotermia* tarkoittaa alilämpöisyyttä. Sitä potee esimerkiksi liian kauan kylmässä vedessä oltuaan. *Hypotenuusan* "*tenuusa*" tulee kreikan verbistä *teinein*, 'jännittää'. Ajatus on, että suorakulmaisen kolmion pisin sivu on jännitetty kolmion kylkien väliin ja suora kulma on piirretty hypotenuusan yläpuolelle. Englannin kielessä tavallinen ilmaus *angle subtending a segment* 'kulma josta jana näkyy' sisältää saman ajatuksen.
- Kreikan *kathetos* tarkoittaa 'kohtisuoraa'.

Derivaatta

- Differentiaalilaskennan peruskäsitteitä on funktion arvon "äärettömän pienen" muutoksen suhde funktion argumentin "äärettömän pieneen" muutokseen. Kun tässä tuntuu olevan kysymys määrittelemättömästä jakolaskusta $0/0$, ymmärrettiin 1700-luvulla, että matemaattisen analyysin perusteissa oli ongelmia. Ennen kuin raja-arvon käsite juurtui matematiikkaan ja selvitti ongelman, sille esitti yhden ratkaisun 1772 italialais-ranskalainen *Joseph Louis Lagrange*. Hänen mukaansa oli mahdollista kehittää funktion lisäys sarjaksi, esimerkiksi $u(x + h) - u(x) = ph + qh^2 + \dots$. Lagrangen mukaan kertoimet p, q, \dots ovat "*fonctions derivees*", alkuperäisestä funktiosta johdettuja funktioita. Niille Lagrange otti käyttöön merkinnät $p = u'$, $q = u''$ jne. Merkintä, joka nykyisin esiintyy funktion f derivaattana pisteessä, $f'(a)$, on abstrakti eikä kerro mitään asian luonteesta, toisin kuin Leibnizin käyttöön ottama *differentiaaliosamäärä* dy/dx .
- Sanan *derivaatta* latinalainen alkuperä on *derivare*, 'kääntää (esimerkiksi joki, kuten englannin river), uuteen uomaan'. Suomen kieleen tarjottiin 1900-luvun alussa käänöslainaa *johdos*, mutta se ei vakiintunut. Sen sijaan arvopaperimarkkinoilla ja kemian yhteyksissä *derivative* suomennetaan *johdannaiseksi*. Saksassa derivaatta on *Ableitung* ja venäjässä *производная*, ja molemmat tarkoittavat 'johtamista'. Funktion derivaatta ilmaisee sen arvon muutosnopeutta funktion argumentin suhteen, ja tätä taas derivaatta, 'johdos', ei mitenkään osoita. Derivaattakäsitteen ymmärtämiselle tämä ei ainakaan ole eduksi.

Integraali

- Latinan *integer* tarkoittaa 'ehjää', 'kokonaista'. Englannissa *integer* on 'kokonaisluku'. Sanan monia johdoksista ovat esimerkiksi *integraatio*, 'yhdistyminen' niin kuin Euroopan integraatio tai elektroniikan *integroitu piiri*, 'mikropiiri' ja *integriteetti*, 'koskemattomuus', 'loukkaamattomuus', 'henkinen lujuus'.
- Matematiikkaan sana tuli 1600-luvun lopussa, kun Gottfried Wilhelm Leibniz ja Johann Bernoulli (1667 – 1748) kävivät kirjeenvaihtoa Leibnizin (ja Newtonin) keksimän uuden infinitesimaalilaskennan termistöstä. Kun keskeinen asia oli "äärettömän monen äärettömän pienen yhteenlaskettavan summa", Leibniz suosi nimeä *calculus summatorius* ja operaattorimerkkiä \int , kun taas Bernoulli olisi käyttänyt nimeä *calculus integralis* ja operaattorimerkkiä \int . Leibnizin kanta jäi voimaan merkinnän osalta, mutta Bernoullin mukaan puhutaan integraalista.
- On tullut tavaksi opettaa asiat järjestyksessä derivaatta – derivaattafunktio – derivaattafunktion muodostamisen käänteisoperaatio eli "(määräämätön) integraali" – "määrätty integraali". Tässä ketjussa sanan integraali merkitys kokonaisuutena, summana, jää melko lailla hämäräksi.

Matematiikka

- Kreikan verbi *manthano* tarkoittaa 'oppia', 'havaita', 'käsittää'. Tähän liittyvä *mathema* on alkuaan tarkoittanut mitä tahansa opittavaa. Platon kysyy teoksessaan *Valtio*, mikä on tärkein *mathemata* ja vastaa, että se on *Hyvän idea*. Toisaalla Platon sanoo, että vapaalle miehelle parhaat oppiaineet, *mathemata*, ovat aritmetiikka, geometria ja astronomia. *Aristoteleen* seuraajat, *peripateetikot*, katsoivat, että on asioita sellaisia kuin puhetaito tai runous, joita jokainen ymmärtää, mutta Platonin luettelemat aiheet vaativat erityistä opiskelua. Nykykreikassa *mathemata* tarkoittaa edelleen koululaisen läksyjä, opiskeltavaa. *Mathematikos* on 'oppimaan taipuvainen', 'oppimaan asennoitunut'. Sanan matematiikka kytkeytymisen erityisesti aritmetiikkaan ja geometriaan arvellaan tapahtuneen *Pythagoraan* (n. 569 -- 477 eaa.) seuraajien, *pythagoralaisten* parissa.
- Sanan matematiikka etymologiaksi selitetään toisinaan sanojen *mathema* ja *tekhne*, 'taito', yhdistyminen. Tämä ei oikein tunnu uskottavalta.

Triviaali

- Pythagoralaisilta arvellaan periytyvän pitkään kunnioitetun opin seitsenjaon, jossa alempaa astetta edusti *trivium*, 'kolme tietä': *retoriikka*, *grammatiikka* ja *logiikka*, ylempää taas matemaattinen *quadrivium*, 'neljä tietä', *aritmetiikka*, *geometria*, *astronomia* ja *musiikki*. Tässä astronomia tarkoittaa oikeastaan pallogeometriaa. On syytä huomata, että *trivium* on pohjana sanalle *triviaali*, 'yksinkertainen, helppo'.

Aritmetiikka

- Kreikan *arithmos* on 'luku' ja adjektiivi *arithmetikos* 'lukuun liittyvä'. Ennen kuin *matematiikka* tuli Suomessa kaiken kattavaksi kouluaineen nimeksi, alakoulussa opiskeltiin *aritmetiikkaa*, joka oli laskennon synonyymi. Anglosaksisessa maailmassa liitetään perusoppimiseen käsite "*Three R's: Reading, wRiting, aRithmetic*".
- Antiikin Kreikassa, ainakin filosofien piirissä, *arithmetike*, merkitsi paremminkin samaa kuin nykyinen *lukuteoria*, oppi lukujen ominaisuuksista. Laskento, käytännön taito, oli *logismos*, siis logistiikka. Sanalla ymmärretään nykyään tavarankuljetukseen ja varastointiin liittyviä toimintoja, käytännön taitoja myös.
- Lukujen *aritmeettinen keskiarvo* on "tavallinen keskiarvo", lukujen summa jaettuna niiden lukumäärällä. *Aritmeettisessä jonossa* jokainen luku on sitä edeltävän ja sitä seuraavan luvun aritmeettinen keskiarvo.

Algebra

- Kalifien Bagdadissa 800-luvun alkupuoliskolla vaikuttanut tähtitieteilijä *Abu Ja'far Muhammad ibn Musa Al-Khwarizmi* kirjoitti lähinnä yhtälön ratkaisua käsittelevän kirjan, jonka arabiankielinen nimi on *Hisab al-jabr w'al-muqabala*, suunnilleen *Yhdistämisen ja sieventämisen taito*.
- Kirjan otsikon sanat *al-jabr* ja *al-muqabala* tarkoittavat vähennettävän termin siirtämistä yhtälön toiselle puolelle ja yhtälön molemmilla puolilla esiintyvän saman termin poistamista. Englantilainen Robert Chesteriläinen käänsi Al-Khwarizmin kirjan latinaksi 1100-luvulla. Hän ei keksinyt latinankielisiä nimityksiä kirjan otsikon sanoille, vaan antoi käsikirjoitukselleen nimen *Liber algebrae et muqabala*.

Algoritmi

- *Al-Khwarizmin* merkitys Intiassa varhaiskeskiajalla syntyneen matemaattisen tiedon välittäjänä on suuri. Intiassa oli kehittynyt lukujen merkitseminen kymmenellä numeromerkillä. Niiden käyttäminen edellytti tiettyjen laskumenetelmien omaksumista. Al-Khwarizmi kirjoitti pienen oppaan tätä tarkoitusta palvelemaan. *Robert Chesteriläinen* käänsi myös Al-Khwarizmin laskuopin latinaksi ja antoi sille nimen *Algoritmi de numero Indorum*.
- Kun laskeminen Länsimailla oli perustunut roomalaisiin numeroihin ja laskulautaan, *abakukseen*, ruvettiin uusia numeroita käyttäviä laskutapoja kutsumaan *algoritmeiksi*. Keskiajalla oli kaksi puoluettakin, *abakistit* ja *algoristit*.
- Ohjelmoitavien laskulaitteiden, tietokoneiden myötä Al-Khwarizmin nimen säilyttävä *algoritmi* on tullut yleiseksi käyttösanaksi kuvaamaan kaikenlaisia tiettyyn päämäärään johtavien toimintojen ketjuja.

Geometria

- Sanan muoto suomessa on suoraan lainattu kreikasta. Siinä yhdistyvät *ge*, 'maa' ja *metreo*, 'mitata'. Kreikkalainen historioitsija *Herodotos* (n. 485 – n. 425 eaa.) kertoo, että 1800-luvulla eaa. hallinnut Egyptin faarao *Sesostris* oli jakanut viljelysmaan neliönmuotoisina tontteina alamaisilleen. Kun Niilin tulva oli pienentänyt jonkun viljelijän maata, faarao oli lähettänyt paikalle maanmittareita, jotka olivat arvioineet pienentyneen tilan koon ja veronmaksukyvyn.
- *Platon* arvosti geometriaa; kertomuksen mukaan hänen Ateenassa sijainneen koulunsa *Akademian* sisäänkäynnin yllä oli kilpi, johon oli kirjoitettu MEDEIS AGEOMETRETOS EISITO, 'älköt geometriaa taitamattomat tulko sisään'.
- Geometria oli vuosisatoja se osa matematiikkaa, jota kouluissa opetettiin. Vielä 1900-luvun puolivälin jälkeen Suomen oppikouluissa ei ollut oppiainetta matematiikka, vaan ensimmäisten kuuden kouluvuoden laskentoa seurasivat oppikoulujen kolmannelta luokalta geometria ja algebra.
- Suomen kieleen on aikanaan ehdotettu *geometrian* vastineeksi sanoja *laveustiede* ja *mitanto*.

Analyysi

- Kreikan *lysis* tarkoittaa 'irrottamista', 'erilleen saattamista', *ana* on 'ylös'. (Vrt. englannin *loose*, saksan *los*, ruotsin *lösa*.)
- Matematiikassa analyysi on tarkoittanut geometrista päättelyä, jossa esimerkiksi konstruktion vaiheet on päätelty "takaperin" toivotusta lopputuloksesta lähtien.
- Ranskalainen matemaatikko François Viète (1550–1604) pyrki korvaamaan sanan *algebra*, joka hänen mielestään ei merkinnyt mitään, sanalla *analyysi*. Termiä *analyyttinen geometria* eivät käyttäneet analyyttisen geometrian keksijät René Descartes (1596–1650) ja Pierre de Fermat (1601–65). Se esiintyy ensi kerran Isaac Newtonin (1643–1727) noin vuonna 1671 kirjoittamassa mutta vasta paljon Newtonin kuoleman jälkeen julkaistun käsikirjoituksen *Artis analyticae specimina vel geometria analytica* otsikossa.
- *Matemaattinen analyysi* alkoi 1600–1700 -luvulla saada nykyisen merkityksensä 'jatkuvien suureiden matematiikka', 'raja-arvoon perustuvien asioiden parissa askaroiva matematiikka'.
- Ensimmäinen uuden, Newtonin ja Leibnizin alkuun paneman matematiikan oppikirja oli *Guillaume l'Hôpitalin* (1661–1704) *Johann Bernoullin* (1667–1748) avustamana kirjoittama, vuonna 1696 ilmestynyt *Analyse des infiniment petits*.

Paraabeli, ellipsi, hyperbeli

- *parabole*, 'viereen heitetty', 'vertaus', 'tasan menevä';
- *elleipsis*, 'puute', 'vajaus';
- *hyperballo*, 'heittää yli'.
- Nykymerkinnöin

paraabeli: $y^2 = px$,

hyperbeli/ellipsi: $y^2 = px \pm \frac{p}{d} x^2$.

Sini

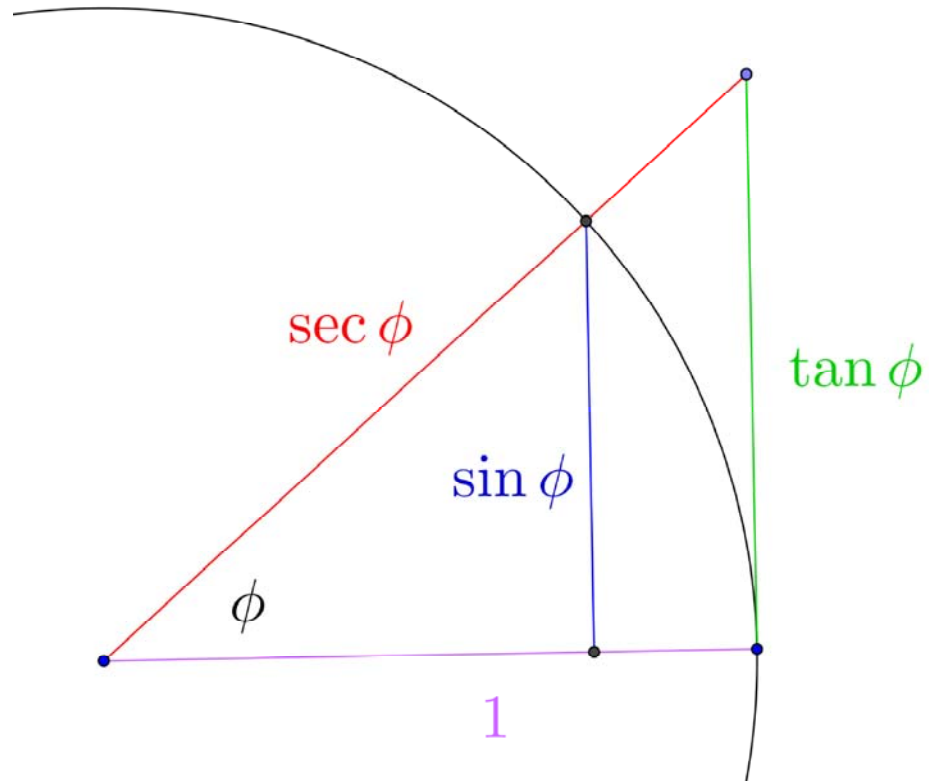
- Trigonometrian termin *sini* historiaan liittyy erehdys. Tähtitieteellisten havaintojen käsittely on edellyttänyt tietoa erikokoisia keskuskulmia vastaavien ympyrän jänneiden pituuksista. Tähtitieteilijät *Hipparkhos Rhodoslainen* (190–120 eaa.) ja *Klaudios Ptolemaios* (n. 85 – n. 135) laskivat ensimmäisinä varsin tarkkoja arvoja näille.
- Varhaiskeskiajalla Intiassa nähtiin paremmaksi taulukoida kaksinkertaisen keskuskulman jänteen puolikkaan pituuksia. Intialaisia käsikirjoituksia käännettiin arabiaksi, mutta jännteestä käytettyä sanskriitinkielistä sanaa *jaib* ei osattu kääntää arabiaksi, vaan se otettiin sellaisenaan, lainasanana käyttöön. Arabiaa kirjoitettaessa ei ole tapana merkitä vokaaleja. Kun sitten arabiankielisiä käsikirjoituksia käännettiin latinaksi, kääntäjät otaksuivatkin *jaibin* olevan *jiba*, joka tarkoittaa 'lahtea', latinaksi *sinus*. Sinin lyhenne on *sin*, paitsi espanjan kielessä, jossa *sin* tarkoittaa 'ilman'. Matematiikkaa espanjaksi kirjoitettaessa sinin symboli on *sen*.

Tangentti

- Latinan *tangere* tarkoittaa 'koskettaa'. Käyrän tangentti on suora, joka koskettaa käyrää vain yhdessä pisteessä ja on tässä pisteessä käyrän suuntainen. Vastaavasti taso, joka koskettaa pintaa yhdessä pisteessä, on pinnan tangentti.
- Toinen tangentin merkitys matematiikassa on kulman φ trigonometrinen funktio $\tan \varphi = \sin \varphi / \cos \varphi$. Nimitys selittyy yksikköympyrän perusteella. Jos origokeskiselle yksikköympyrälle piirretään pisteeseen $(1, 0)$ tangentti, kulman φ toinen kylki on x-akselilla ja toinen kylki on tason ensimmäisessä neljänneksessä, niin kulman kyljet leikkaavat tangentista janan, jonka pituus on $\tan \varphi$.

Sekantti

- Latinan *secare* tarkoittaa 'leikata'. *Sekantti* on matematiikassa joko käyrää leikkaava suora tai kulman φ trigonometrinen funktio, jonka määritelmä on $\sec \varphi = 1/\cos \varphi$.
- Suomessa sekanttifunktiota käytetään melko harvoin. Jos origokeskiselle yksikköympyrälle piirretään pisteeseen $(1, 0)$ tangentti, kulman φ toinen kylki on x -akselilla ja toinenkin kylki on vasemmassa puolitasossa, niin toinen kylki leikkaa tangentin pisteessä $(1, \tan \varphi)$, jonka etäisyys origosta on $\sec \varphi$. Nimitys sekantti, 'leikkaaja', johtunee siitä, että origon ja pisteen $(1, \tan \varphi)$ välinen jana leikkaa ympyrän.



Logaritmi

- *Logos*, mm. 'suhde', *arithmos* 'luku'.
- Logaritmien keksijä *John Napier* (1550–1615) nimitti keksintöjään aluksi *keinotekoisiksi luvuiksi*.
- Napierin aikaan ei potenssimerkintä vielä ollut tullut käyttöön. Kukaties yhtälöitä ,

$$y = \log_a x \quad x = a^y$$

olisi tulkittu sanoen, että x :n logaritmi kannassa a on x :n eksponentti.

Matriisi

- Latinan *matrix* on 'emo', 'kohtu'; 'matrikkeli'.
- *James Sylvester* (1850): "a rectangular array of terms, out of which defferent systems of determinants may be engendered, as from the womb of a common parent".
- Kirjapainossa *patriisi* ja *matriisi*, joilla valmistetaan kirjasimet.
- *Matriisiorganisaatio* lienee kielikuva, jonka taustalla on matematiikan matriisi, taulukko.

Normaali

- Geometriassa *normaali* on suoraa, käyrää tai pintaa vastaan kohtisuora suora tai vektori. Merkitys johtuu siitä, että latinan sanalla *norma* on tarkoitettu suoran kulman määrittämiseen tarkoitettua puusepän työkalua, jota suomessa nimitetään *suorakulmaksi*.
- Sanalla on myös abstrakti merkitys 'sääntö', josta johtuu sanan yleiskielinen 'tavallista', 'säännönmukaista' tarkoittava merkitys. Se puolestaan on siirtynyt matematiikkaan sanoissa *normaalijakauma* ja (esimerkiksi toisen asteen yhtälön) *normaalimuoto*.

Vektori

- Latinan verbi *vehere*, on 'kantaa', *vector* on 'kantaja'. Biologiassa *vektori* on esimerkiksi eliö, joka kantaa taudinaiheuttajaa. Yksi saksalaisen Opel-autonvalmistajan malli on *Vectra*. Myös esimerkiksi englannin *vehicle*, 'ajoneuvo', on samaa sanaperhettä.
- Irlantilainen matemaatikko *William Rowan Hamilton* keksi neljästä reaalityluvusta riippuvat kvaterniot $a+bi+cj+dk$. Hän nimitti "reaalista" osaa a *skalaariksi* ja "imaginaarista" osaa $bi+cj+dk$ *vektoriksi*.
- Kun kahden kvaternion vektoriosat kerrotaan keskenään Hamiltonin sääntöjen mukaan, syntyy kvaternio, jonka skalaariosa on vektoriosien skalaaritulo ja vektoriosa vektoriosien vektoritulo; tässä on näiden tulojen nimitysten tausta.