

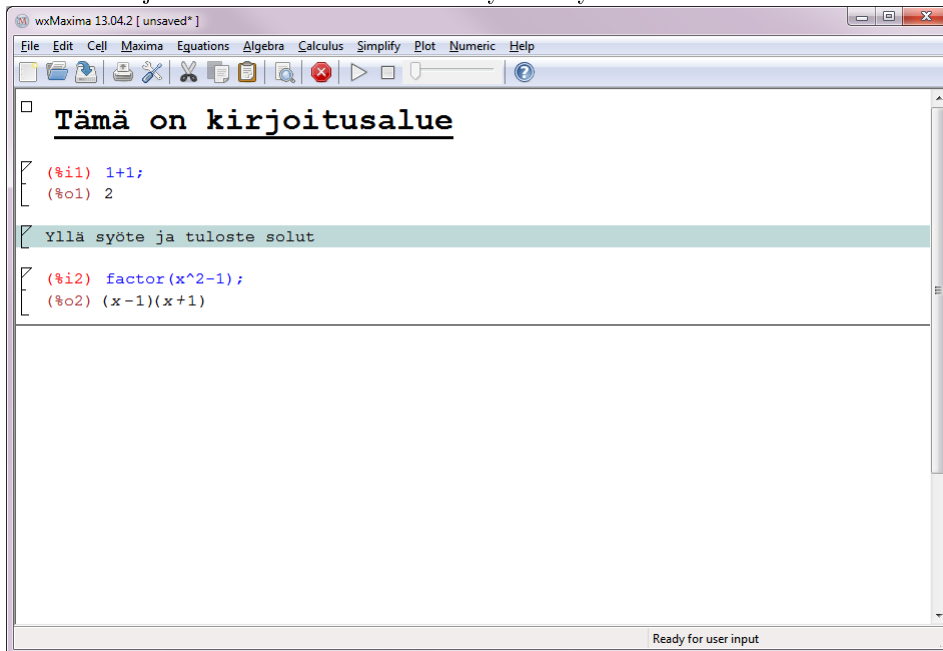
# wxMaxima opas

Petri Sallasmaa

13. toukokuuta 2014

## 1 Mikä wxMaxima on

wxMaxima on yksinkertainen graafinen käyttöliittynä Maxima CAS (computer algebra system)-järjestelmälle, joka on luotu wxWidgets nimisen käyttöliittymäkirjaston avulla. wxMaximassa voidaan Maximan komennot syöttää valikkojen tai dialogien avulla, jolloin ei ainakaan alkuun ole välttämätöntä opetella kaikkea komentorivillä käytetävän Maximan komentoja. Perustoimintoja ja muitakin komentoja voi ja kannattaa kuitenkin kirjoittaa suoraan dokumentin kirjoitusalueelle. wxMaximan käyttöliittymä on seuraavanlainen:



Käyttöliittymän ylälaudassa on tuttu valikko, josta voidaan valita komentoja, jotka sitten suoritetaan dokumentin kirjoitusalueella. wxMaximassa tuotetaan tavallaan tekstidokumenttia johon Maxima tuottaa haluttuja laskennallisia tuloksia. Dokumentti ja näin myös kirjoitusalue on jaettu pienempiin osiin soluihin. Perussolujen ovat syötteet, tulosteet ja erilaiset tekstityyppiset solut. Kirjoitusalueella syötesolut merkitään tunnistella (%i#), missä # on syötteen järjestysnumero, ja tulosteet (%o#), missä taas # on tulosteiden järjestysnumero. Tekstityyppisillä soluilla ei ole numeroituja tunnistetta. Kirjoitusalueella on myös ruudun poikki kulkeva musta viiva, joka on kirjoitusalueen kohdistin (kursori), siis kohta johon ollaan seuraavaksi lisäämässä jotain.

## 2 wxMaximan käyttö

Koska itse Maxima on suhteellisen laaja ohjelma, jolla voidaan laskea vaikeitakin mateemaattisia laskuja, tässä oppaassa keskitytään perustoimintojen suorittamiseen ja lähinnä käyttäen wxMaximan käyttöliittymää. Ihan vertailun vuoksi Maximan version 5.30, joka tässäkin wxMaximassa on taustalla, virallisessa oppaassa on 1048 sivua. Eli Tässä oppaassa Maximan käytöstä käydään läpi vain murto-osa.

## 2.1 Syöttäminen ja peruslaskutoimitukset

Söytesolu saadua kirjoitusalueelle kohdistimen osoittamaan paikkaan valitsemalla valikosta jokin toimenpide tai yksinkertaisesti alkamalla kirjoittaa jotain. *Cell*-valikossa on myös valittavissa *Insert Input Cell*, mutta tämä vastaa sitä kun aloittaa kirjoittamaan vain näppäimistöltä tekstiä.

**Harjoitus 1.** Kirjoita syötteenksi  $1+1$ .

Nyt Kirjoitusalueella on syöte  $\rightarrow 1+1$ . Tätä syötettä ei ole vielä annettu Maximian prosessoitavaksi ja se tehdään painamalla *shift+enter*. Pelkkä *enter* näppäimen painaminen tekee syötteeseen rivinvaihdon, koska syöte saa olla myös monella eri rivillä.

**Harjoitus 2.** Paina *shift+enter*, jolloin syöte syötetään Maximalle suoritettavaksi.

Nyt kirjoitusalueelle tulee ensimmäinen syöte-tuloste solupari

```
[ (%i1) 1+1;
  (%o1) 2
```

Tässä ensimmäinen syöte on on tunnisteella (%i1) ja sitä vastaava tuloste (%o1). Huomaa että syöteen perään tulee puolipiste(;). Jokainen komento päätetään aina puolipisteeseen tai dollari(\$)-merkkiin. Nyt kun kirjoitettiin syötteenksi perus laskutoimitus tulosteeksi tulee suoraan sen laskun tulos.

**Harjoitus 3.** Kirjoita syötteenksi  $1+1\$$  ja suorita se (painamalla *shift+enter*)

Nyt kirjoitusalueelle tulee toinen syöte %i2, mutta jos komennon päättää puolipisteen sijaan dollarimerkkiin tuloste ei tule näkyviin 

```
[ (%i2) 1+1$
```

. Jossain tilanteessa, esimerkiksi kun määritellään kerralla paljon omia muuttujia tai ketjutettaessa syötteitä ja tulosteita, ei haluta tulostusta tai välitulosta näkyviin ruudulle, niin silloin sen voi tehdä lisäämällä komentojen perään dollarimerkin.

Perus laskutoimitukset syötetään niitä vastaavilla operaatioilla. Taulukossa on tyypillisimmät operaatiot ja niitä vastaavat merkit lueteltuna

Toiminto	Merkki
yhteenlasku	+
vähennyslasku	-
kertolasku	*
jakolasku	/
potenssi	^
sulkeet	( ja )
nelijuuri $x$	sqrt( $x$ )
kertoma	!

**Harjoitus 4.** Syötä lasku  $1/3+4/7$

Huomaa, että laskettaessa kokonaisluvuilla tulosteet ovat rationaalilukuja siis tarkkoja arvoja.

**Harjoitus 5.** Syötä laskut  $1/3$  ja  $1/3.0$ . Tee se samaa syötteeseen kirjoittamalla laskujen väliin puolipiste siis  $1/3;1/3.0$ ; (Huomaa että Maximassa on desimaalipilkun tilalla käytössä desimaalipiste)

Nyt tulostelohkossa on kaksi tulostetta %o4 ja %o5. Koska jälkimmäisessä laskussa käytettiin desimaalilukua kokonaisluvun sijaan, vastauskin annettiin kokonaislukuna. Toinen tapa saada vastaus desimaalilukuna on käyttää komentoa *float*.

**Harjoitus 6.** Syötä lasku  $1/3$ . Kun saat tuloksen  $\frac{1}{3}$  valitse valikosta *numeric* komento *To Float*. (Saman lopputuloksen saat jos kirjoitat suoraan syötteenksi **float(1/3)** )

```

[ (%i6) 1/3;
  (%o6) 1/3

[ (%i7) float(%), numer;
  (%o7) 0.3333333333333333

```

Kun valikosta valittiin *To Float* komento se kohdistettiin edelliseen tulosteeseen. Tämän merkinä syötteessä %i7 on *float* komennon parametri %. Siis aina jos halutaan viitata edelliseen tulokseen sen voi tehdä kirjoittamalla lausekkeeseen tai komentoon yksinkertaisesti %-merkin. Laskuissa ja lausekkeissa voidaan viitata myös mihin tahansa syöteeseen tai tulosteseen käyttämällä niiden nimiä %i# tai #o#, missä # on syötteen tai tulosteen järjestysnumero.

Numeerisen laskennan lisäksi perulaskutoimisuksia voidaan tehdä muuttujille.

**Harjoitus 7.** Syötä lasku  $x+x$ .

```

Tulokseksi saadaan
[ (%i8) x+x;
  (%o8) 2 x

```

**Harjoitus 8.** Syötä lasku  $3x+4x$ .

Nyt tulostukseen tulee seuraavanlainen virheilmoitus

```

[ (%i9) 3x+4x;
  incorrect syntax: X is not an infix operator
  (%i9) incorrect syntax: X is not an infix operator

```

Maxima, kuten ei yleisesti muutkaan CAS-järjestelmät, ymmärrä impisiittistä kertomerkkiä siis  $3x$  pitää aina kirjoittaa muodossa  $3*x$ . Samoin pitää toimia sulkeiden kanssa siis  $(x-1)(x+1)$  pitää kirjoittaa muodoss  $(x-1)*(x+1)$ . Muuttuja ovat kirjainkokoherkkiä siis **a** ja **A** ovat ei muuttujia. Muuttujat voivat olla myös merkkijonoja siis useamman kirjaimen mittasia.

**Harjoitus 9.** Syötä lasku  $3*Petri+4*Petri$ .

Kun kertomerkin ovat paikallaan ja muuttuja on Petri niin tulokseksi tulee

```

[ (%i9) 3*Petri+4*Petri;
  (%o9) 7 Petri

```

## 2.2 Vakiot ja omat muuttujat

Kuten edellä muuttujia voidaan käyttää niitä sen paremmin määrittelemättä. Mutta kun muuttujalle halutaan määrätä jokin arvo tai lauseke, se tehdään määrittelymerkin : (kaksoispiste) avulla esimerkiksi **a : 5** jolloin sijoitetaan muuttujaan **a** arvo 5

**Harjoitus 10.** Määrittele muuttuja **a** siten että sen arvo on **5**. Määrittele myös että **x** on **b+c**. Siis kirjoitamme syötteeksi **a : 5; d : b+c;**

Syötenä on määrittelyt ja kahtena eri tulosteena niiden arvot

```

[ (%i10) a:5;d:b+c;
  (%o10) 5
  (%o11) c+b

```

Tällöin siis seuraavaksi kun lausekkeessa on **a** niin se korvautuu luvulla 5 ja **d** lausekkeella **b+c**. Tieto siitä mitä muuttujia on määritelty saadaan *Maxima*-valikosta komennolla *Show Variables*. Niiden arvot saadaan yksinkertaisesti syöttämällä muuttuja niin tulosteena on sen arvo.

Maximassa on sisäänrakennettuna vakioita ja niitä voi myös käyttää laskuissa ja lausekkeissa. Tärkeimpiä vakioita seuraavassa taulukossa

Vakio	Maximassa
$\pi$	%pi
Eulerin vakio $e$	%e
ääretön( $\infty$ )	inf
- ääretön( $-\infty$ )	minf
tos	true
epätosi	false
imaginääriyksikkö $i$	%i

**Harjoitus 11.** Tarkastele vakion  $\pi$  desimaaliarvoa. (Syötä %pi ja muuta se desimaaliesitykseen)

```
(%i12) %pi;
(%o12)  $\pi$ 

(%i13) float(%);
(%o13) 3.141592653589793
```

## 2.3 Funktiot ja funktion määrittely

Maximassa on paljon sisäänrakennettuja funktiota, siis trigonometrisiä funktiota, itseisarvo, minimiä, maksimia, tilastollisiafunktioita ym... Perusfunktioita ja niiden käyttöohjeita löytyy enemmän valikosta *Help* ja sieltä *Maxima Help* (tai painamalla F1) valikosta otsikolla *Mathematical functions*. Funktiota käytetään kuten normaalistikin kirjoittaessa esim  $\sin(x)$ ,  $\log(4)$ ,  $\text{abs}(-3)$  (asb on itseisarvo).

**Harjoitus 12.** Kirjoita syötteeksi  $\sin(\pi) + \log(e)$ ;

```
(%i14) sin(%pi) + log(%e);
(%o14) 1
```

Oman funktion voi määrittellä vähän kuten muuttujankin nyt vaan funktiolla pitää olla nimi, muuttujat sulkeissa pilkulla eroteltuna, määrittelymerkinä kaksoispiste ja yhtäsuuruus ( $:=$ ) ja sitten itse funktion lauseke. Siis  $f(x) := 2x + 1$  ja nyt funktion  $f$  on määritetty.

**Harjoitus 13.** Määrittele funktio  $f(x) = |2x| - 5$ . Kokeile määrittelemääsi funktiota kysymällä sen arvoja esim  $f(-1)$  ja  $f(5)$ .

```
(%i15) f(x):=abs(2*x)-5;
(%o15) f(x):=|2 x|-5

(%i16) f(-1);f(5);
(%o16) -3
(%o17) 5
```

Funtioon tai tulosteeseen voi tehdä myös sijoituksen arvon saamiseksi. Sijoituskomento löytyy *Simplify* valikosta *Substitute...*

**Harjoitus 14.** Kirjoita syötteeksi  $x^2$ . Tämän jälkeen valitse *Simplify* valikosta *Substitute...* Nyt Dialogi kysyy mistä lausekkeesta (tai funktiosta), mitä korvataan ja millä korvataan. Korvaa edelisen tulosteen % muuttuja  $x$  muuttujalla  $y$

Näin tulosteessa kaikki muuttujan  $x$  esiintymät korvattiin muuttujalla  $y$ .

**Harjoitus 15.** Valitse *Simplify* valikosta uudelleen *Substitute...* Kijojita nyt dialogiin lausekkeeksi %o18 (eli 18 tuloste joka on tuo  $x^2$ ), muuttuja  $x$  korvatan jälleen, mutta nyt luvulla 5.

Näin lausekkeen  $x^2$  muuttujan paikalle sijoitettiin luku 5 ja sen arvo laskettiin samalla

```
(%i18) x^2;
(%o18) x^2

(%i19) subst(y, x, %);
(%o19) y^2

(%i20) subst(5, x, %o18);
(%o20) 25
```

## 2.4 Factor, Expand ja simplify

Jatketaan tutustumalla *Simplify* valikon komentoihin *Factor Expression* ja *Expand Expression*. Niillä voidaan lausekkeita tai lukuja jakaa tekijöihin tai “laajentaa” esimerkiksi polynomiksi.

**Harjoitus 16.** Kirjoita syötteenä **30!**. Tulosteeseen tulee kertoman arvo. Tämän jälkeen valitse *Simplify* valikosta *Factor Expression*. Näin edellinen tuloste eli **30!** saadaan alkulukuhajoitelmaksi.

```
(%i21) 30!;
(%o21) 265252859812191058636308480000000

(%i22) factor(%);
(%o22) 2^26 3^14 5^7 7^4 11^2 13^2 17 19 23 29
```

Tekijöihinjako toimii myös polynomeilla.

**Harjoitus 17.** Kirjoita syötteenä  $x^4+2x^3-x^2-2x$ . Tämän jälkeen valitse *Simplify* valikosta *Factor Expression*. Näin edellinen tuloste eli neljännessen polynomi jakautuu tekijöihin.

```
(%i23) x^4+2*x^3-x^2-2*x;
(%o23) x^4+2 x^3-x^2-2 x

(%i24) factor(%);
(%o24) (x-1)x(x+1)(x+2)
```

Toisaalta välillä pitää saada polynimit kerrottua auki. Tämä onnistuu valitsemalla *Simplify* valikon komennon *Expand Expression*.

**Harjoitus 18.** Kirjoita syötteenä  $(x+3)^4$ . Tämän jälkeen valitse *Simplify* valikosta *Expand Expression*. Näin edellinen tuloste “kerrotaan auki” summamuotoon

```
(%i25) (x+3)^4;
(%o25) (x+3)^4

(%i26) expand(%);
(%o26) x^4+12 x^3+54 x^2+108 x+81
```

*Simplify* valikossa myös komento lausekkeen sieventämiseksi *Simplify Expression*. Tällä komennolla voidaan sieventää esimerkiksi rationaalilausekkeita.

**Harjoitus 19.** Kirjoita syötteenä  $(x^2-4)/(x+2)$ . Tämän jälkeen valitse *Simplify* valikosta *Simplify Expression*. Näin edellinen tuloste eli rationaalilauseke sievennetään

Huomaa, että sievennys ei ota huomioon määrittelyehtoja siis tässä tapauksessa  $x \neq -2$ !

```
(%i27) (x^2-4)/(x+2);
(%o27)  $\frac{x^2-4}{x+2}$ 

(%i28) ratsimp(%);
(%o28) x-2
```

Edelliset komennot eivät toimi trigonometrisillä funktioilla, mutta niitä varten on *Simplify* valikossa oma työkalukokoelma *Trigonometric Simplification* jossa on vastaavat komennot trigonometrisille funktioille

**Harjoitus 20.** Kirjoita syötteenä  $\cos(x)^2 + \sin(x)^2$ ; Tämän jälkeen *Simplify* valikon *Trigonometric Simplification* valikosta *Simplify Trigonometric*

**Harjoitus 21.** Kirjoita syötteenä  $\sin(2*x)$ ; Tämän jälkeen *Simplify* valikon *Trigonometric Simplification* valikosta *Expand Trigonometric*

```
(%i29) cos(x)^2 + sin(x)^2;
(%o29)  $\sin(x)^2 + \cos(x)^2$ 

(%i30) trigsimp(%);
(%o30) 1

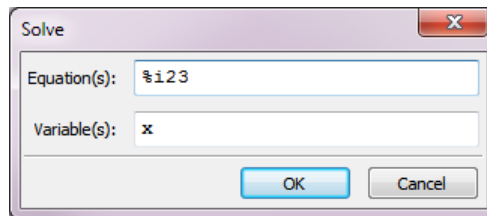
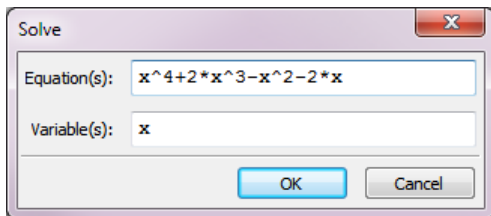
(%i31) sin(2*x);
(%o31)  $\sin(2 x)$ 

(%i32) trigexpand(%);
(%o32)  $2 \cos(x) \sin(x)$ 
```

## 2.5 Yhtälöt ja yhtälöparit

Yhtälön ratkaisemiseksi avataan dialogi valikosta *Equations* ja sieltä komento *Solve...* Dialogin *Equation(s)* kenttään syötetään yhtälö. Jos kenttään ei syötetä yhtäruusuusmerkkiä ohjelma tulkitsee että silloin lauseke on nolla siis  $2*x+3$  syöte vastaa syötettä  $2*x+3=0$ . *Variable(s)* kenttään syötetään minkä muuttujan suhteen yhtälö ratkaistaan.

**Harjoitus 22.** Avaa yhtälön ratkaisu *Equations* ja *Solve..* ja syötä lauseke  $x^4+2*x^3-x^2-2*x$  ja ratkaise se muuttujan  $x$  suhteen. (Huomaa että lauseke on sama joka oli harjoituksessa 17 joten voit myös viitata siihen harjoituksessa olevan syötekentän tunnisteella tässä %i23)



Näin saatiin yhtälön ratkaisut

```
(%i33) solve([ x^4+2*x^3-x^2-2*x], [x]);
(%o33) [x=-2, x=-1, x=1, x=0]

(%i34) solve([%i23], [x]);
(%o34) [x=-2, x=-1, x=1, x=0]
```

Jos joku ratkaisusta pitää poimia ratkaisujoukosta se ommistuu kirjoittamalla tulosteen tunnisteiden ja hakasulkeisiin ([ ]) halutun ratkaisun järjestysnumero

**Harjoitus 23.** Poimi edellisestä tuloksesta negatiivinen ratkaisu eli toinen ratkaisusta. (Voit nyt viitata tulokseen pelkällä %-merkillä koska se viimeinen tuloste, mutta aina varmenpaa on käyttää oikeaa tunnistetta eli tässä %o34)

```
(%i35) %o34[2];
(%o35) x = -1
```

Näin esimerkiksi voidaan käyttää yhtä ratkaisua sijoituksessa toiseen lausekkeeseen tai jatkaa laskua siitä ratkaisusta eteenpäin.

Yhtälöpari tai yleisemmin yhtälöryhmän ratkaiseminen on yhtä vaivatonta. Nyt vaan *Solve...* dialogin *Equation(s)* kenttään syötetään useampi yhtälö pilkulla ( , ) eroteltuna. *Variable(s)* kenttään syötetään ne muuttujat jotka halutaan ratkaista.

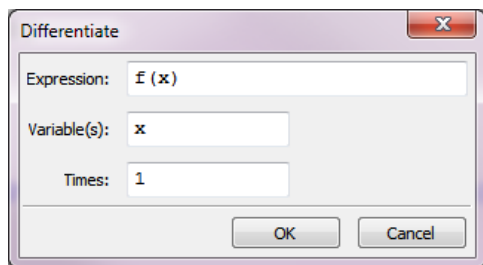
**Harjoitus 24.** Avaa yhtälön ratkaisu *Equations* ja *Solve..* ja syötä yhtälöryhmän yhtälöt  $x+y+z=3$ ,  $-x+y+2z=3$ ,  $3x+y-2z=-5$  ja ratkaise yhtälöryhmän muuttujat  $x$ ,  $y$  ja  $z$ .

```
(%i36) solve([x+y+z=3, -x+y+2*z=3, 3*x+y-2*z=-5], [x, y, z]);
(%o36) [[x=2, y=-3, z=4]]
```

## 2.6 Derivointi ja integrointi

Komennot derivointiin ja integrointiin löytyvät *Calculus* valikosta. Funktion tai lausekkeen derivaatan voi laskea kun valitsee *Calculus* valikosta *Differentiate...* komennon. Derivoitava funktio tai lauseke kirjoitetaan *Expression* kenttään, *Variable(s)* kenttään syötetään minkä muuttujan suhteen derivoidaan ja *Times* kenttää monesko derivaatta lasketaan.

**Harjoitus 25.** Määritä funktio  $f(x) := x^3 + 5x^2 - 2x + 7$ . Avaa sitten *Calculus* valikon *Differentiate..* komento ja derivoi funktio  $f$  muuttujan  $x$  suhteen kerran. Avaa dialogi uudelleen ja laske funktion  $f$  toinen derivaatta muuttujan  $x$  suhteen.



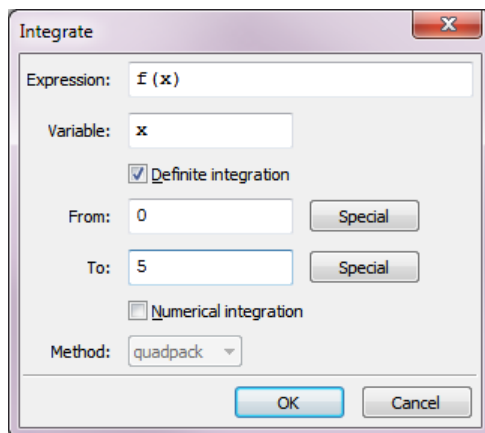
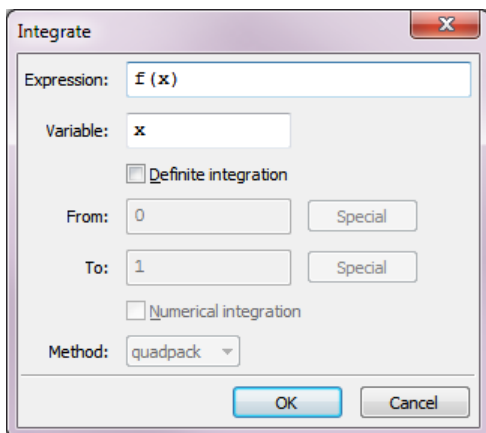
```
(%i37) f(x) := x^3 + 5*x^2 + (-2)*x + 7;
(%o37) f(x) := x^3 + 5 x^2 + (-2) x + 7

(%i38) diff(f(x), x, 1);
(%o38) 3 x^2 + 10 x - 2

(%i39) diff(f(x), x, 2);
(%o39) 6 x + 10
```

Integrointi tapahtuu samaisen *Calculus* valikon komennolla *Integrate...* Inegroitava funktio tai lauseke kirjoitetaan *Expression* kenttään, *Variable* kenttään syötetään minkä muuttujan suhteen integroidaan. Saman dialogin avulla voidaan laskea määrätty integraali. Tällöin valitaan *Definite integration* valinta ja syötetään integroinnille alaja ylärajat. *Special* napin takaa löytyy rajojen arvoksi erikoisarvoja kuten ääretöntä, pi, ym..

**Harjoitus 26.** Avaa sitten *Calculus* valikon *Integrate..* komento ja integroi funktio  $f$  muuttujan  $x$  suhteen. Avaa dialogi uudelleen ja laske funktion  $f$  määrätty integraali välillä  $[0,5]$ .



```
(%i40) integrate(f(x), x);
(%o40)  $\frac{x^4}{4} + \frac{5x^3}{3} - x^2 + 7x$ 

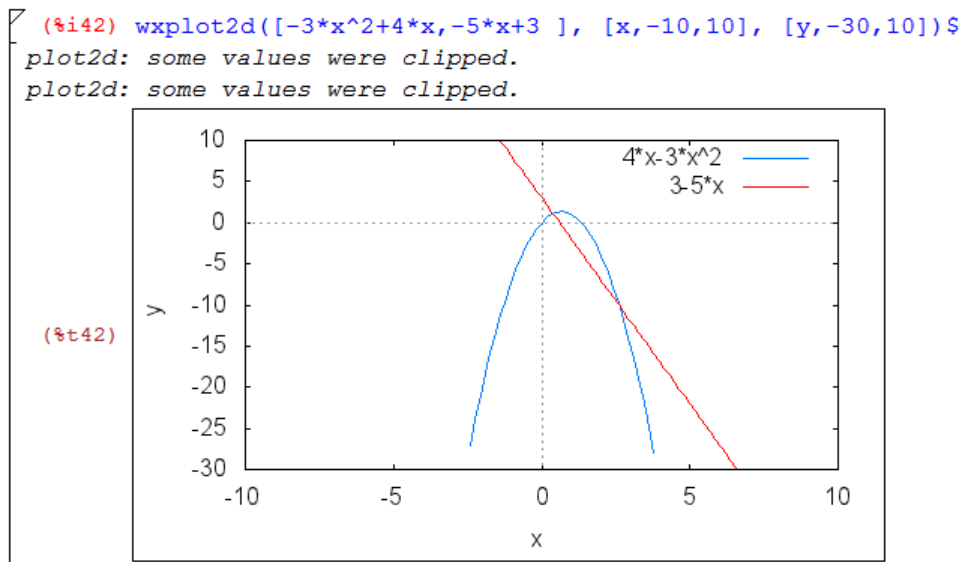
(%i41) integrate(f(x), x, 0, 5);
(%o41)  $\frac{4495}{12}$ 
```

## 2.7 Kuvaajat

Maxima ei itsessään osaa piirtää kuvaajia, mutta ohjelman mukana on ohjelmia, joita Maxima kutsuu kuvaajien piirtämiseksi. Kuvaajat voivat olla kaksi tai kolmeulotteisia. Kaksi ulotteisen kuvaajan piirtämiseksi valitaan *Plot* valikosta *Plot 2d...* Avautuvaan dialogiin *Expression(s)* kenttään kirjoitetaan funktio tai lauseke, jonka kuvaaja piirretään. Niitä voi taas olla useampia ja ne erotetaan toisistaan pilkulla. Seuraavaksi määrätään piirtoalueen muuttujat *Variable* vaaka ja pystysuuntaan, sekä niille arvoalueet. *Ticks* kertoo kuvan piirtotarkkuudesta. *Format* kertoo piirretäänkö kuva maximadokumenttiin (inline) vai tulostetaanko se apuohjelmaan (gnuplot, open math). *Options* valikolla voidaan säätää esimerkiksi näytetäänkö koordinaattiakseleita ja sen sellaista. *File* kentän avulla kuvan voi tulostaa tiedostoon jos kuvaajan haluaa liittää johonkin muuhun dokumenttiin.

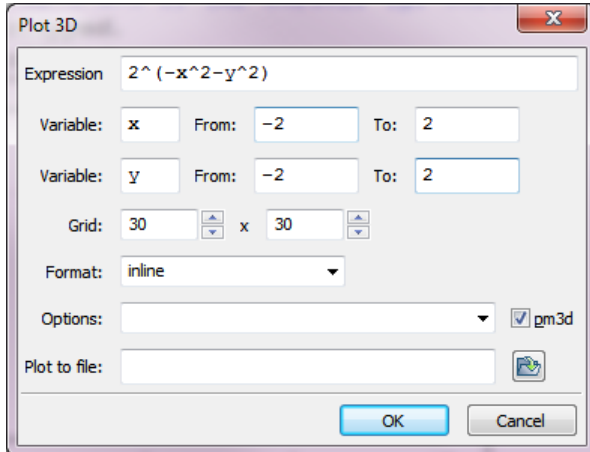
**Harjoitus 27.** Avaa *Plot* valikosta *Plot 2d...* ja syötä lausekkeet  $-3x^2 + 4x$  ja  $-5x + 3$  *Expression(s)* kenttään valitse muuttujiksi  $x$  ja  $y$ , sekä niille rajoiksi muuttujalle  $x$   $[-10,10]$ , sekä muuttujalle  $y$   $[-30,10]$ . Piirrä kuvaaja.



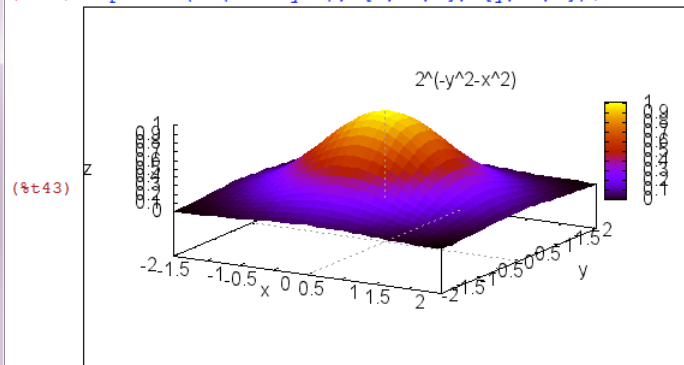


Kolmeulotteisten kuvaajan piirtämiseksi valitaan *Plot* valikosta *Plot 3d...* Avautuvaan dialogiin *Expression(s)* kenttään kirjoitetaan funktio tai lauseke, jonka kuvaaja piirretään. Niitä voi taas olla useampia ja ne erotetaan toisistaan pilkulla. Seuraavaksi määrätään piirtoalueen muuttujat *Variable* vaaka ja pystysuuntaan, sekä niille arvoalueet. *Grid* kertoo kuvan kolmiulotteisen ruudukon suuruuden. *Format* kertoo piirretäänkö kuva maximadokumentiin (inline) vai tulostetaanko se apuohjelmaan (gnuplot, open math). *Options* valikolla voidaan säätää lisäasetuksia. *Plot to file* kentän avulla kuvan voi tulostaa tiedostoon jos kuvaajan haluaa liittää johonkin muuhun dokumenttiin.

**Harjoitus 28.** Avaa *Plot* valikosta *Plot 3d..* ja syötä lauseke  $2^{(-x^2-y^2)}$  *Expression* kenttään valitse muuttujiksi  $x$  ja  $y$ , sekä niille rajoiksi  $-2$  ja  $2$ . Piirrä kuvaaja.



```
(%i43) wxplot3d(2^(-x^2-y^2), [x,-2,2], [y,-2,2])$
```



**Harjoitus 29.** Avaa *Plot* valikosta *Plot 3d..* ja syötä uudelleen lauseke  $2^{(-x^2-y^2)}$  *Expression* kenttään valitse muuttujiksi  $x$  ja  $y$ , sekä niille rajoiksi  $-2$  ja  $2$ . Valitse *Format* valikosta **gnuplot**. Piirrä kuvaaja.

Nyt kuvaaja avautuu gnuplot ohjelmaan ja siellä sitä voi esimerkiksi pöyritellä ja zoomailla

## 2.8 Tekstikentät

*Cell* valikossa on *Text*, *Title*, *Section* ja *Subsection* tyyppisiä teksti kenttiä joita voi laittaa Maxima-dokumenttiin syötteiden väliin. Näiden avulla voi kirjoittaa itselleen tai muille sanallista informaatiota siitä, mitä dokumentissa ollaan laskemassa.

**Harjoitus 30.** Liisää erilaisia teksisyötteitä dokumenttiin

- Tämä on Title
  
- 1 Tämä on Section
  
- 1.1 Tämä on Subsection

□ Ja tämä tavallinen Text-syöte

## 2.9 Apupanelit

*Maxima* valikosta löytyy valikko *Panels*. Sieltä esimerkiksi General Math paneelin voi avata näkyviin. Tässä paneelissa on perusmatematiikka komennot kootusti eli tällöin niitä ei tarvitse valikoista hakea. Jos ohjelmaa kuitenkin käyttää enemmän alkaa komennot oppia ulkoa ja ne on paljon helpompi kirjoittaa syötteeseen kuin käyttää valikoita.

