

Maple 操作演示

@2011, CYBERNET China

Clickable Math™

- 输入文字

点击工具栏上的“文字”，开始输入

- 输入数学

点击工具栏上的“数学”，开始输入

- 如何执行命令

2 + 3

5

(1.1)

按回车键。

关联菜单

- 输入一个数学表达式 $\frac{1-x^2}{1+x^2}$
- 使用右键菜单积分
- 绘图

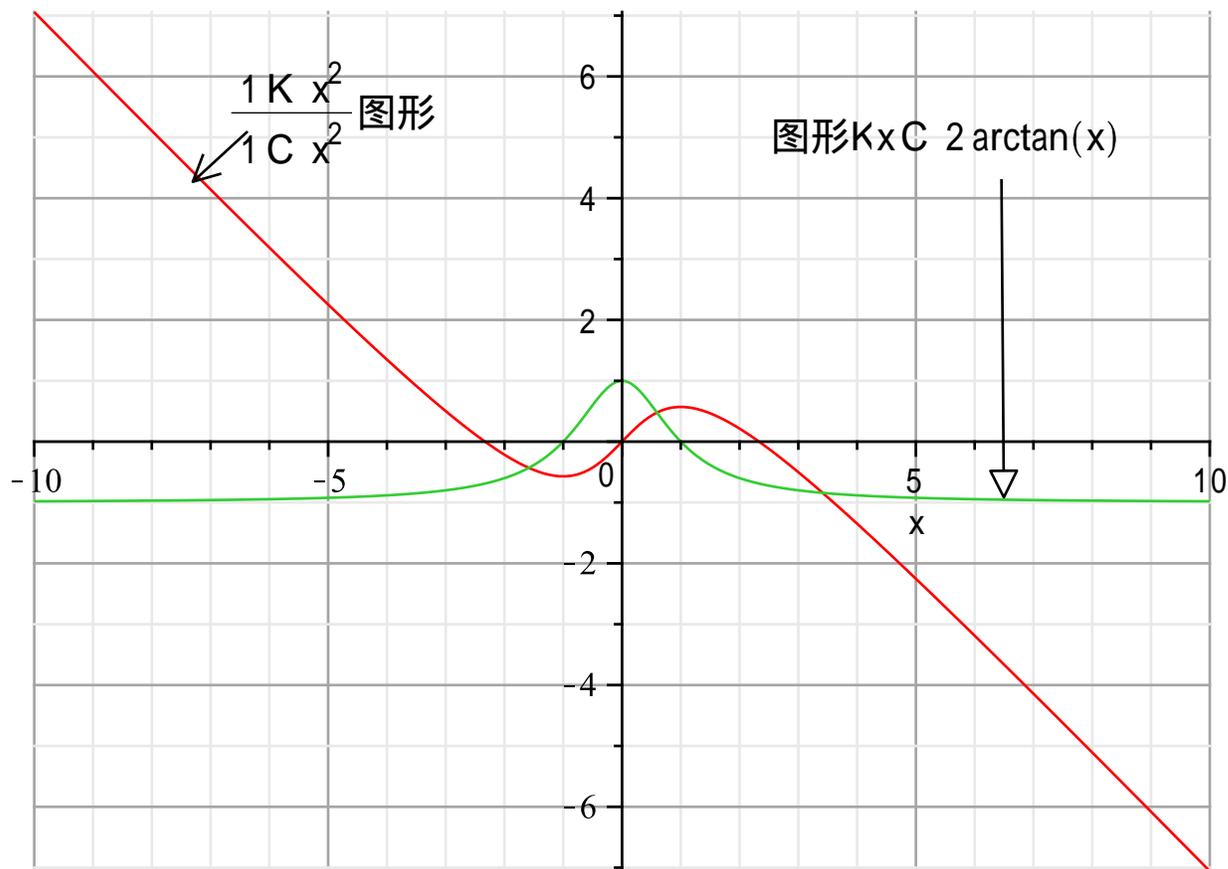
$$\frac{1-x^2}{1+x^2}$$

$$\frac{1-x^2}{1+x^2}$$

(1.1.1)

integrate w.r.t. x
→

$$-x + 2 \arctan(x) \rightarrow$$



使用面板

- 面板介绍
- 3×3 矩阵。输入数字。
- 求逆矩阵。
- 将矩阵中的一个元素改为变量 a
- 重新计算
- 鼠标右击，转换为 LaTeX

$$\begin{bmatrix} a & 99 & 92 \\ 8 & 29 & -31 \\ 69 & 44 & 67 \end{bmatrix} \xrightarrow{\text{inverse}} \begin{bmatrix} \frac{3307}{-416533 + 3307 a} & -\frac{2585}{-416533 + 3307 a} & -\frac{5737}{-416533 + 3307 a} \\ -\frac{2675}{-416533 + 3307 a} & \frac{67 a - 6348}{-416533 + 3307 a} & \frac{31 a + 736}{-416533 + 3307 a} \\ -\frac{1649}{-416533 + 3307 a} & -\frac{11 (4 a - 621)}{-416533 + 3307 a} & \frac{29 a - 792}{-416533 + 3307 a} \end{bmatrix} \xrightarrow{\text{to LaTeX}} \left[\begin{array}{ccc} 3307 \backslash, \left(-416533 + 3307 \backslash, a \right) ^{-1} \end{array} \right]$$

```

}&-2585\, \left( -416533+3307\,a \right) ^{-1}&-5737\, \left( -416533+
3307\,a \right) ^{-1}\ \noalign{\medskip}-2675\, \left( -416533+3307
\,a \right) ^{-1}&\{\frac {67\,a-6348}{-416533+3307\,a}\}&\{\frac {31\,a+
736}{-416533+3307\,a}\}\ \noalign{\medskip}-1649\, \left( -416533+3307
\,a \right) ^{-1}&-11\, \{\frac {4\,a-621}{-416533+3307\,a}\}&\{\frac {29
\,a-792}{-416533+3307\,a}\}\end {array} \right]

```

向导、任务模板、分析助手

$$\frac{1}{3}y'' + 2y' + y = \cos(x)$$

初始条件： $y(0)=1, y'(0)=\pi$

$$\frac{1}{3}y'' + 2y' + y = \cos(x)$$

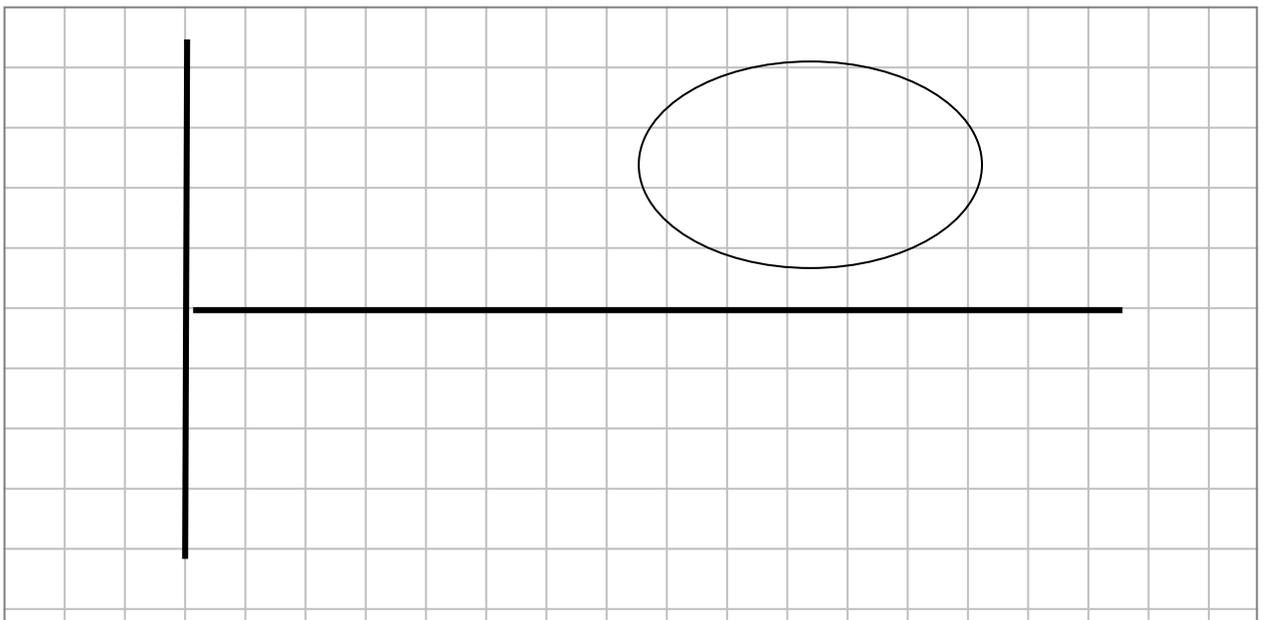
$$\frac{1}{3} \frac{d^2}{dx^2} y(x) + 2 \left(\frac{d}{dx} y(x) \right) + y(x) = \cos(x) \quad (2.1)$$

solve DE interactively
→

$$y(x) = \frac{1}{240} e^{(-3+\sqrt{6})x} \sqrt{6} (20\pi + 42 + 17\sqrt{6}) - \frac{1}{240} e^{-(3+\sqrt{6})x} (-17\sqrt{6} + 20\pi + 42) \sqrt{6} + \frac{3}{20} \cos(x) + \frac{9}{20} \sin(x) \quad (2.2)$$

画布

菜单“插入”→“画布”。



显示结果和过程

restart :

with(Student[Calculus1]) :

$$\int \sin(x)^2 dx$$

$$\int \sin(x)^2 dx \quad (2.2.1)$$

ShowSolution((2.2.1))

$$\int \sin(x)^2 dx$$

$$= \int \left(\frac{1}{2} - \frac{\cos(2x)}{2} \right) dx \quad \left[\text{rewrite, } \sin(x)^2 = \frac{1}{2} - \frac{\cos(2x)}{2} \right]$$

$$= \int \frac{1}{2} dx + \int -\frac{\cos(2x)}{2} dx \quad [\text{sum}]$$

$$= \frac{x}{2} + \int -\frac{\cos(2x)}{2} dx \quad [\text{constant}]$$

$$= \frac{x}{2} - \frac{\int \cos(2x) dx}{2} \quad [\text{constantmultiple}]$$

(2.2.2)

$$= \frac{x}{2} - \frac{\int \frac{\cos(u)}{2} du}{2} \quad [\text{change, } u = 2x, u]$$

$$= \frac{x}{2} - \frac{\int \cos(u) du}{4} \quad [\text{constantmultiple}]$$

$$= \frac{x}{2} - \frac{\sin(u)}{4} \quad [\text{cos}]$$

$$= \frac{x}{2} - \frac{\sin(2x)}{4} \quad [\text{revert}]$$

$$\text{ShowSolution}\left(\lim_{x \rightarrow 9} \frac{x^2 - 81}{\sqrt{x} - 3}\right)$$

$$\lim_{x \rightarrow 9} \frac{x^2 - 81}{\sqrt{x} - 3}$$

$$= \lim_{x \rightarrow 9} 4x^{3/2} \quad [\text{lhospital, } x^2 - 81]$$

$$= 4 \lim_{x \rightarrow 9} x^{3/2} \quad [\text{constantmultiple}]$$

(2.2.3)

$$= 4 \left(\lim_{x \rightarrow 9} x\right)^{3/2} \quad [\text{power}]$$

$$= 36\sqrt{9} \quad [\text{identity}]$$

ShowSolution $\left(\frac{d}{dx} (e^x \cos(x^2 + 1)) \right)$

$$\frac{d}{dx} (e^x \cos(x^2 + 1))$$

$$= \frac{d}{dx} \exp(x) \cos(x^2 + 1) + e^x \frac{d}{dx} \cos(x^2 + 1)$$

$$= \frac{d}{dx} \exp(x) \cos(x^2 + 1) + e^x \left(\left. \frac{d}{d_X} \cos(_X) \right|_{_X=x^2+1} \right) \frac{d}{dx} (x^2 + 1)$$

$$= \frac{d}{dx} \exp(x) \cos(x^2 + 1) + e^x \left(\left. \frac{d}{d_X} \cos(_X) \right|_{_X=x^2+1} \right) \left(\frac{d}{dx} (x^2) + \frac{d}{dx} 1 \right)$$

$$= \frac{d}{dx} \exp(x) \cos(x^2 + 1) + e^x \left(\left. \frac{d}{d_X} \cos(_X) \right|_{_X=x^2+1} \right) \frac{d}{dx} (x^2)$$

$$= \frac{d}{dx} \exp(x) \cos(x^2 + 1) + 2 e^x \left(\left. \frac{d}{d_X} \cos(_X) \right|_{_X=x^2+1} \right) x$$

$$= \frac{d}{dx} \exp(x) \cos(x^2 + 1) - 2 e^x \sin(x^2 + 1) x$$

$$= e^x \cos(x^2 + 1) - 2 e^x \sin(x^2 + 1) x$$

▼ 向导

Maple 内置超过50个向导，见菜单“工具0 向导”。

复变量向导

▼ 任务模板

内置 ~ 1000个任务模板。

例如：Vector Calculus Task Templates

Integrate Planar Vector Field	
Plot Window	

Insert Defaults:

$\leq x \leq$

$\leq y \leq$

Vector Field

Component 1:

Component 2:

Coordinates

System:

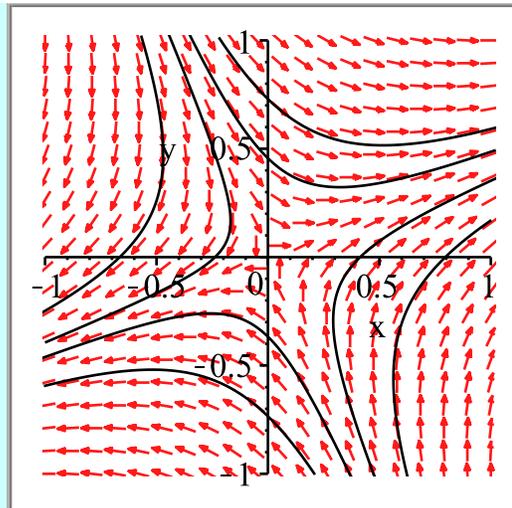
Variables:

Path Parameter

Insert Defaults:

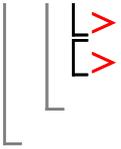
$\leq t \leq$

Enter Data



Erase Graph

Clear All



交互式探索

1. 探索器 : a: 1..10, b: 1..10, skip x.

$$\int \sin(x)^a \cdot \cos(x)^b dx$$

操作 : 从右键菜单选择 “探索器”。

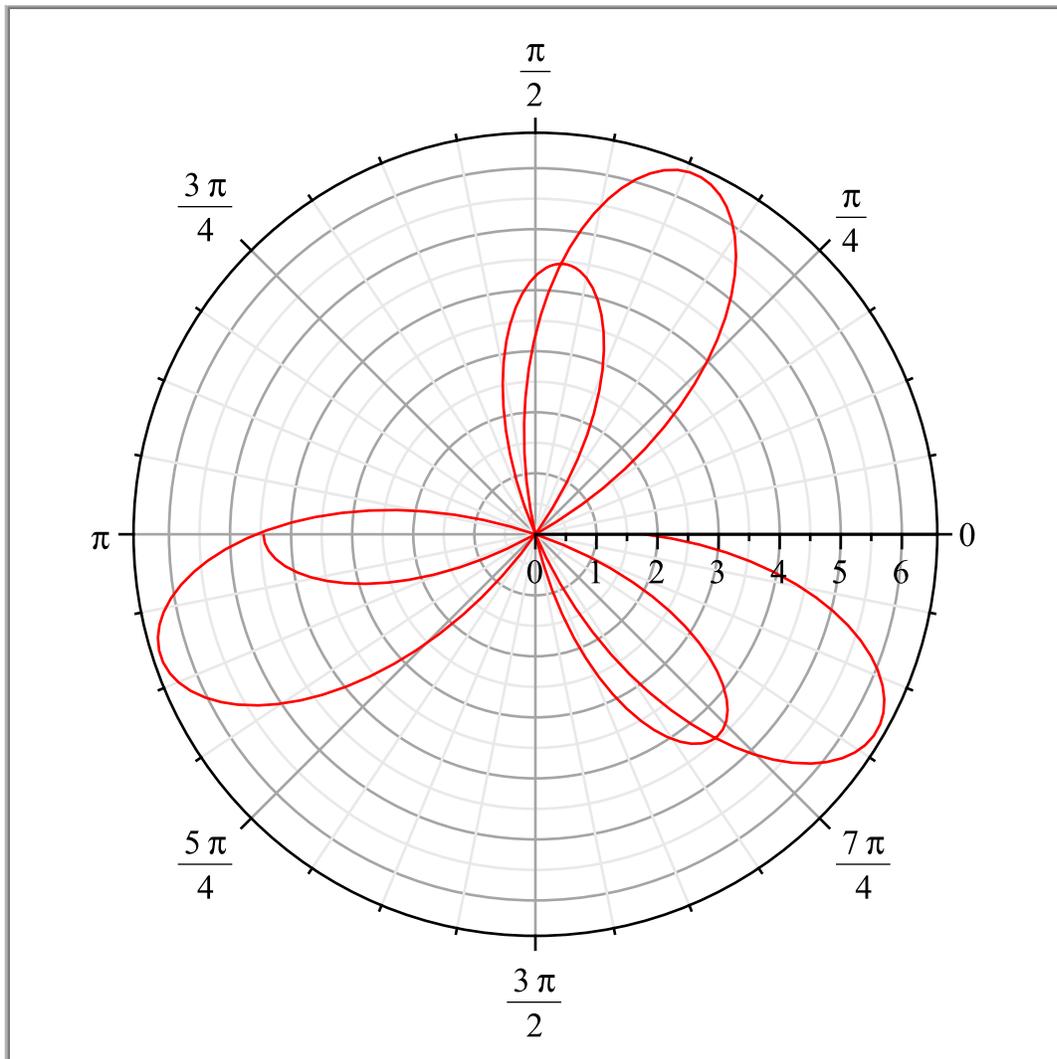
2. 探索器 : a: 1..10, skip x and y.

$$\text{expand}\left(\left(13x - \frac{7}{8}y\right)^a\right)$$

3. 探索器 : a: 1..10, b: 1..10

$\text{plot}(\sin(a \cdot x) + \cos(b \cdot x), x=0..10, y=-2..2)$





$$1 - 5.4542509 \cos(2.727125450 \theta)$$

探索助手

3D 图形：传统的Maple方法调查包含两个变量的函数。
使用绘图器 ($T=0..15, \xi=0..2$)，并添加做坐标轴。

$$-\frac{1}{\xi^2 - 1.0} \left(-\xi^2 + 1 + e^{-\xi T} \cosh(\sqrt{\xi^2 - 1} T) \xi^2 - e^{-\xi T} \cosh(\sqrt{\xi^2 - 1} T) \right) + e^{-\xi T} \sqrt{\xi^2 - 1} \xi \sinh(\sqrt{\xi^2 - 1} T)$$

新的方式：2D 图形探索 ($T=0..15, \xi=0..2$)。注意当 $\xi=1.0$ 时，什么发生了。

$$\text{plot}\left(-\frac{1}{\xi^2 - 1.0} \left(-\xi^2 + 1 + e^{-\xi T} \cosh(\sqrt{\xi^2 - 1} T)\right) \xi^2 - e^{-\xi T} \cosh(\sqrt{\xi^2 - 1} T) + e^{-\xi T} \sqrt{\xi^2 - 1} \xi \sinh(\sqrt{\xi^2 - 1} T)\right), T=0..15.0$$

更近一点检查相应表达式 ($T=0..15, \xi=0..2$)。注意到 $\xi=1.0$ 时，得到除以 0 的结果。这是另一个例子，您可以直接进入数学。

$$-\frac{1}{\xi^2 - 1.0} \left(-\xi^2 + 1 + e^{-\xi T} \cosh(\sqrt{\xi^2 - 1} T)\right) \xi^2 - e^{-\xi T} \cosh(\sqrt{\xi^2 - 1} T) + e^{-\xi T} \sqrt{\xi^2 - 1} \xi \sinh(\sqrt{\xi^2 - 1} T)$$

技术文件

积分 $\int x^3 + 5 \cdot x^2 + 3 \, dx$ 等于 $\frac{1}{4} x^4 + \frac{5}{3} x^3 + 3x$ ，求解过程一目了然。

Maple 常规操作

1. 如何在同一行输出计算结果

$$2 + 3 = 5$$

$$\text{diff}(x \cdot 5, x) = 5$$

$$\frac{10}{2} + 3 = 8$$

按组合键 CTRL 和 =

2. 如何将窗口一分为二

选择菜单“插入”和“表格”

$4 + 5 + 7$	16	(5.1)	232333	232333	(5.4)
$2 \cdot 3 + a$	$6 + a$	(5.2)	232323	232323	(5.5)

2323

2323

(5.3)

32323

32323

(5.6)

3. 如何输入同时执行的多行命令

restart;

x := a + b + c:

2·x

2 a + 2 b + 2 c

(5.7)

注意语句后面的符号：*restart;*和 *c:*
按SHIFT ENTER换行。

4. 显示输出:

x = 2·y;

x = 2 y

(5.8)

5. 隐藏输出

x = 2 y:

6. 命令名补全

输入命令起始的字母，按 CTRL 和 空格键，或者按 ESC 键。

prin

7. 如何赋值（定义）一个变量

restart;

x := 2·y:

x;

2 y

2 y

(5.10)

或者

restart;

assign(x = 2·y);

x;

2 y

(5.11)

或者

```

restart;
assign(x, 2·y);
x;

```

2 y (5.12)

8. 如何取消变量的定义赋值

```

restart;
x := 2·y;
x;
unassign('x');
x;

```

2 y
x (5.13)

9. 不计算表达式 '='

```

restart;
x := 2·y;
x;
'x'=x;
x=x;

```

2 y
x=2 y
2 y=2 y (5.14)

10. 字符串符号 " "

```

restart;
A := "Hallo Hallo";
type(A, string);

```

"Hallo Hallo"
true (5.15)

11. 清除定义

```

restart

```

x

x (5.16)

12. 上标

按 SHIFT 和 _

x_α

x_α

(5.17)

13. 上标

按 SHIFT 和 ^

x^α

x^α

(5.18)

14. 四舍五入到最近的整数

restart;

round(0.1);

round(0.49);

round(0.5);

round(0.51);

0

0

1

1

(5.19)

15. 如何求解两个方程中的两个未知量

solve($\{10 \cdot w_A + 8 \cdot w_B + 9 \cdot w_C = 0, 8 \cdot w_A + 12 \cdot w_C = 0\}, \{w_C, w_B\}$)

$$\left\{ w_B = -\frac{1}{2} w_A, w_C = -\frac{2}{3} w_A \right\}$$

(5.20)

16. 进入帮助系统

? plot

或者用鼠标选中plot,然后按 F2 键。

plot

17. 从字符串 " " 到浮点数或者从浮点数到字符串 "

```

restart;
convert(1, string); # from float to string
parse(%);          # from string to float
                    "1"
                    1

```

(5.21)

18. 列表中元素项出现次数/个数/频率

```

restart;
with(ListTools):
L := [0, 1, 5, 4, 0]:
Occurrences(0, L);

```

2 (5.22)

19. 当前工作表的路径?

```

currentdir();

```

"D:\Maple 14\演示资料" (5.23)

20. 检验等式

```

verify(A + A·B, A·(1 + B), equal)

```

true (5.24)

21. Procedures

```

restart;
AA := proc( ) Hello end proc ;
AA( ) ;

或者 :
restart : with(Statistics) : randomize( ) :
A := proc(n)
Sample(RandomVariable(Normal(0, 1)), n) :
end proc :
A(1); A(2); A(1) ;

```

```

或者 :
restart : with(Statistics) : randomize( ) :
A := proc(n) option remember :
Sample(RandomVariable(Normal(0, 1)), n) :
end proc :

```

```
A(1);A(2);A(1);
      [ 0.749378135671185164 ]
      [ 0.132232689599182773 -1.07620930311441310 ]
      [ 0.749378135671185164 ]
```

(5.25)

或者：

```
restart: with(Statistics):randomize():
A :=proc(n) option remember:
Sample(RandomVariable(Normal(0,1)),1)[1]:
end proc:
```

```
[A(1),A(2),A(1),A(2)];
[-0.603121521724701570, 0.727350716398968976, -0.603121521724701570,
 0.727350716398968976]
```

(5.26)

或者构建一个阶乘：

```
fact :=proc(n)
if n = 1 then 1 else n·fact(n - 1)
end if end proc:
```

```
fact(4);
1·2·3·4;
```

24

24

(5.27)

22. 结果赋值给变量

```
restart;
s :=solve({x + y = 1, 2x + y = 3}, {x, y});
assign(s):
x;
y;
      {x = 2, y = -1}
      2
      -1
```

(5.28)

或者：

```
restart;
with(Optimization):
```

```

s := evalf(Maximize(20·Q - Q2), 3);
assign(s[2]) :
Q;

```

[100., [Q = 10.0]]
10.0 (5.29)

23. 累计求和

```

restart;
with(Statistics) :
x := [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7];
CumulativeSum(x);
CumulativeSumChart(x, gridlines = true)

```

24. 显示精度

```

restart;
A := [3.000, 5.00000, 8.00000]

```

[3.000, 5.00000, 8.00000] (5.30)

```

interface(displayprecision = 2) :

```

```

A;

```

[3.000, 5.00000, 8.00000] (5.31)

25. 引用前一行的输出

```

x := 2 y

```

2 y (5.32)

```

%
```

2 y (5.33)

```

%%
```

2 y (5.34)

26. 从表达式中提取算子

```

restart

```

```

x = 2·x + 4·y

```

x = 2 x + 4 y (5.35)

```

op(2, rhs(%))

```

4 y (5.36)

27. 替换

$x := 2y$

$$\begin{array}{l} \text{subs}(y=2, \%) \\ 2y \\ 4 \end{array} \quad (5.38)$$

代数替换：

$$f := \frac{(a1 + a2 - 1)x}{a1 + a2};$$

$\text{algsubs}(a1 + a2 = p, f);$

$\text{subs}(a1 + a2 = p, f);$

$\text{applyrule}(a1 + a2 = p, f);$

$$\begin{array}{l} \frac{(a1 + a2 - 1)x}{a1 + a2} \\ \frac{x(p - 1)}{p} \\ \frac{(a1 + a2 - 1)x}{p} \\ \frac{x(p - 1)}{p} \end{array} \quad (5.39)$$

28. 定义一个函数

$f := x \rightarrow 2 \cdot x + x$

$$x \rightarrow 3x \quad (5.40)$$

$f(5)$

$$15 \quad (5.41)$$

29. 使用列表元素

$L := [\text{seq}(x(i), i=1..5)]$

$$[x(1), x(2), x(3), x(4), x(5)] \quad (5.42)$$

$L[4]$

$$x(4) \quad (5.43)$$

30. 求微分 $f(x, y)$, 相对于第二个变量 y

restart

$$D[2](f)(x, y) \qquad D_2(f)(x, y) \qquad (5.44)$$

$$\text{convert}(\%, \text{diff}) \qquad \frac{\partial}{\partial y} f(x, y) \qquad (5.45)$$

31. 如何并排显示图形

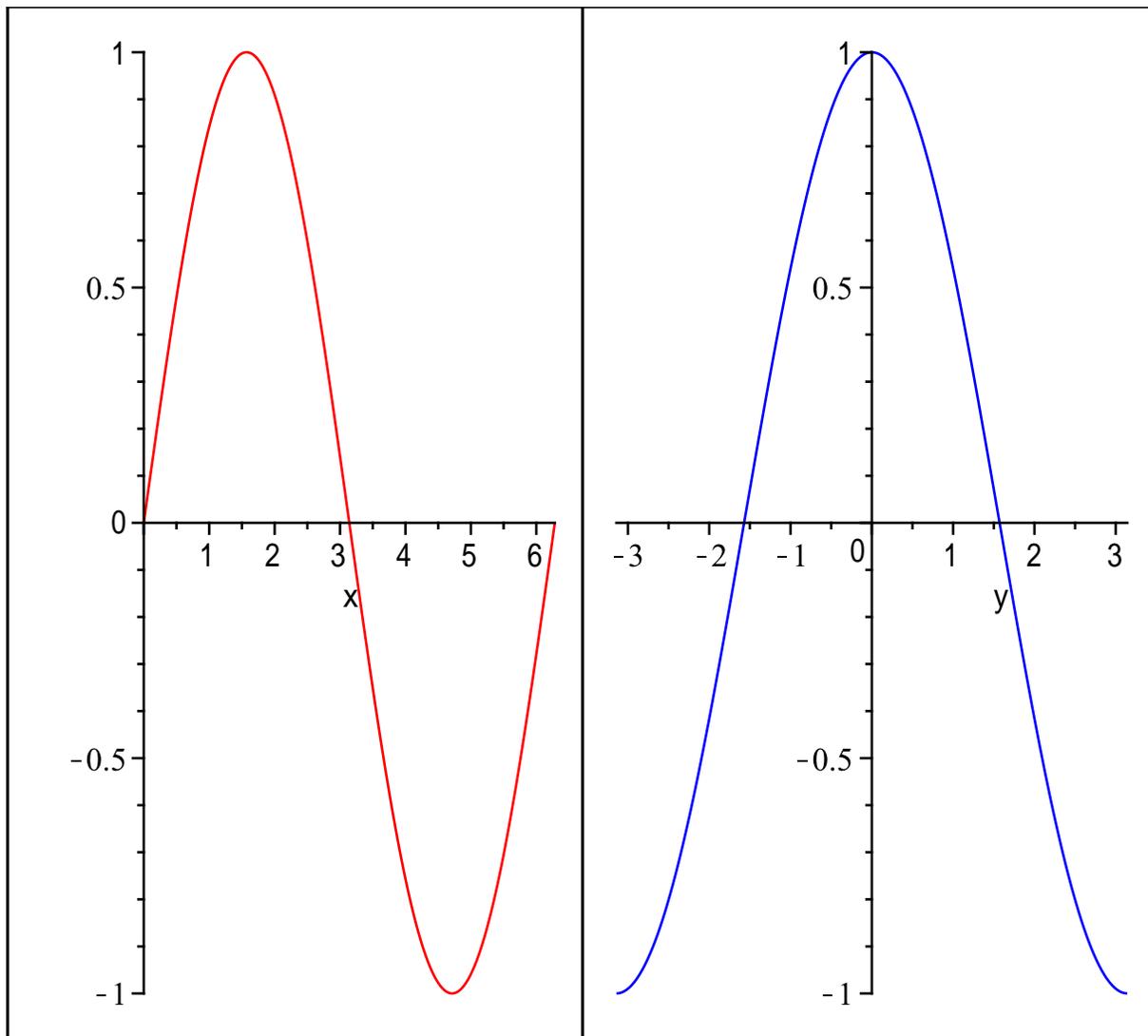
with(plots) :

A := Array(1 .. 2) :

*A[1] := plot(sin(x), x = 0 .. 2 * pi, color = red) :*

A[2] := plot(cos(y), y = -pi .. pi, color = blue) :

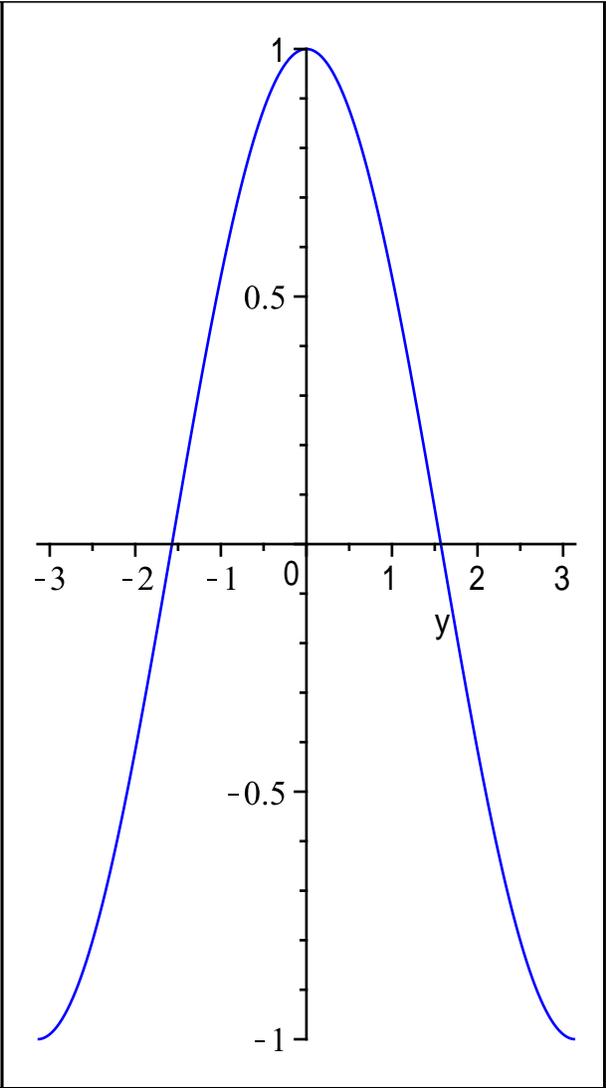
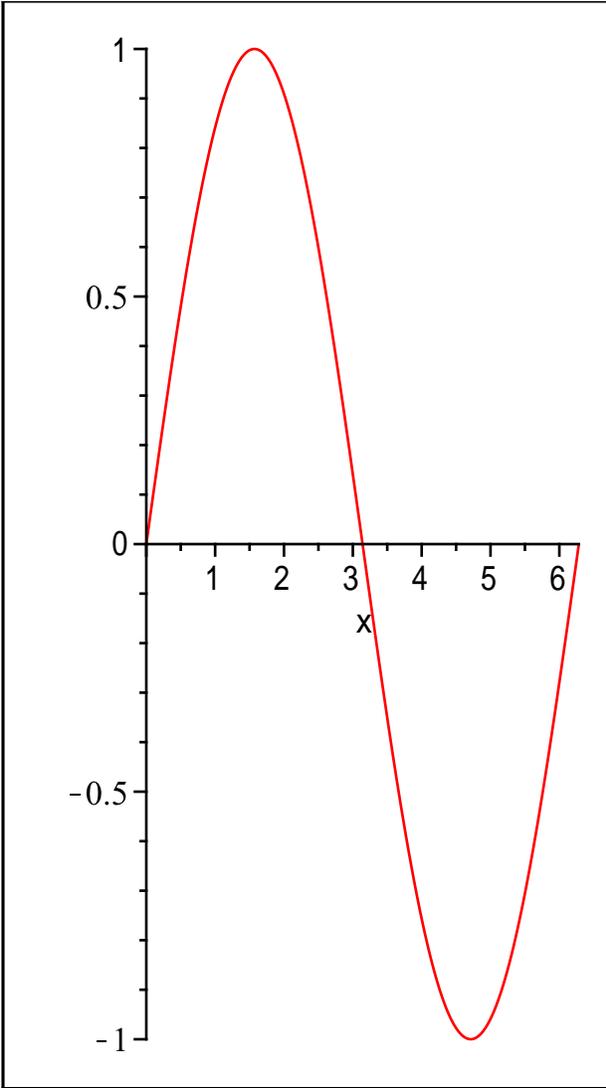
display(A) ;

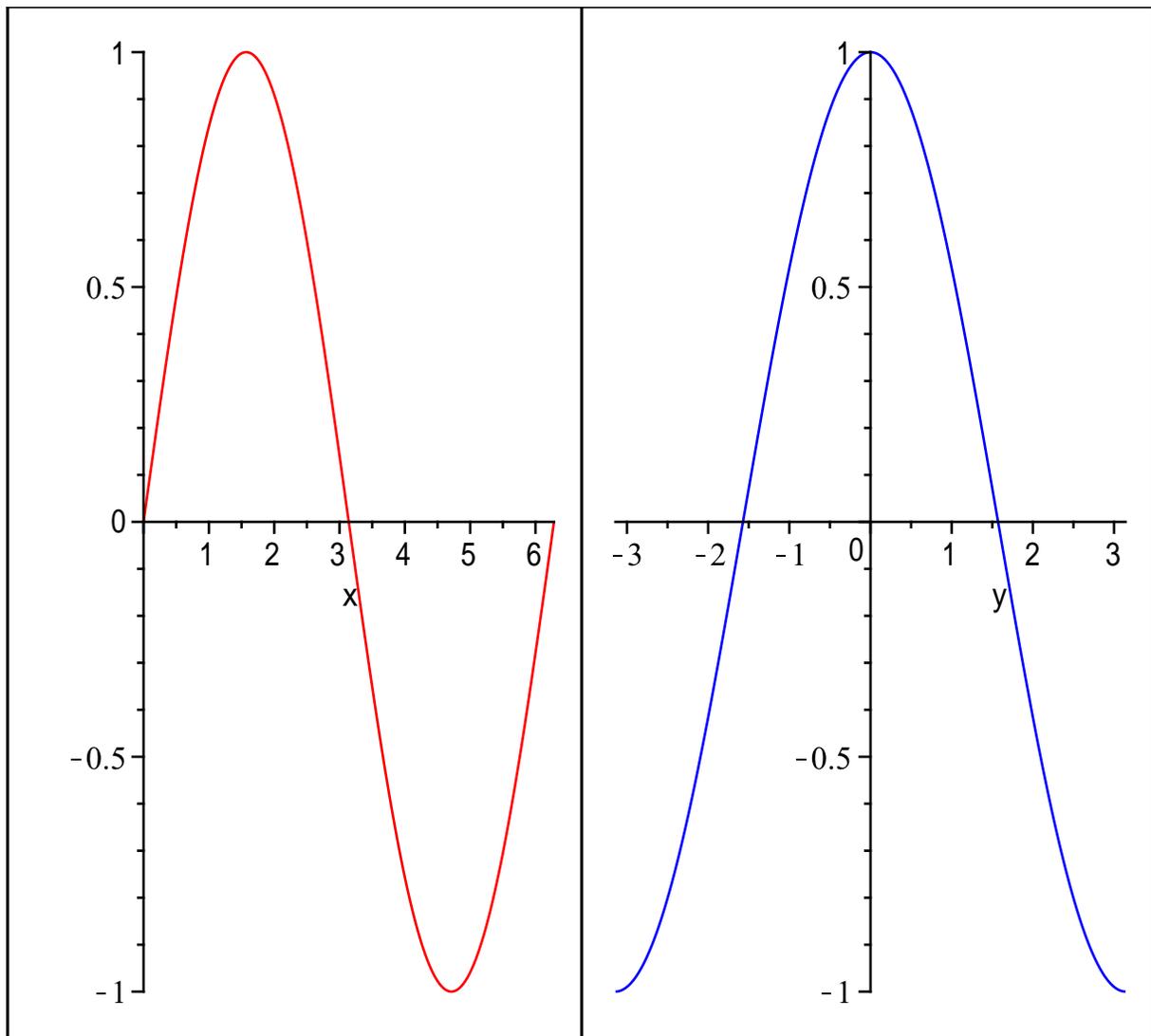


```

with(plots) :
A := Array(1 .. 2, 1 .. 2) :
A[1, 1] := plot(sin(x), x=0 .. 2 * π, color=red) :
A[1, 2] := plot(cos(y), y= -π .. π, color=blue) :
A[2, 1] := plot(sin(x), x=0 .. 2 * π, color=red) :
A[2, 2] := plot(cos(y), y= -π .. π, color=blue) :
display(A) ;

```





32. 水平二叉树

restart;

with(plottools) :

with(plots) :

with(GraphTheory) :

with(RandomGraphs) :

with(SpecialGraphs) :

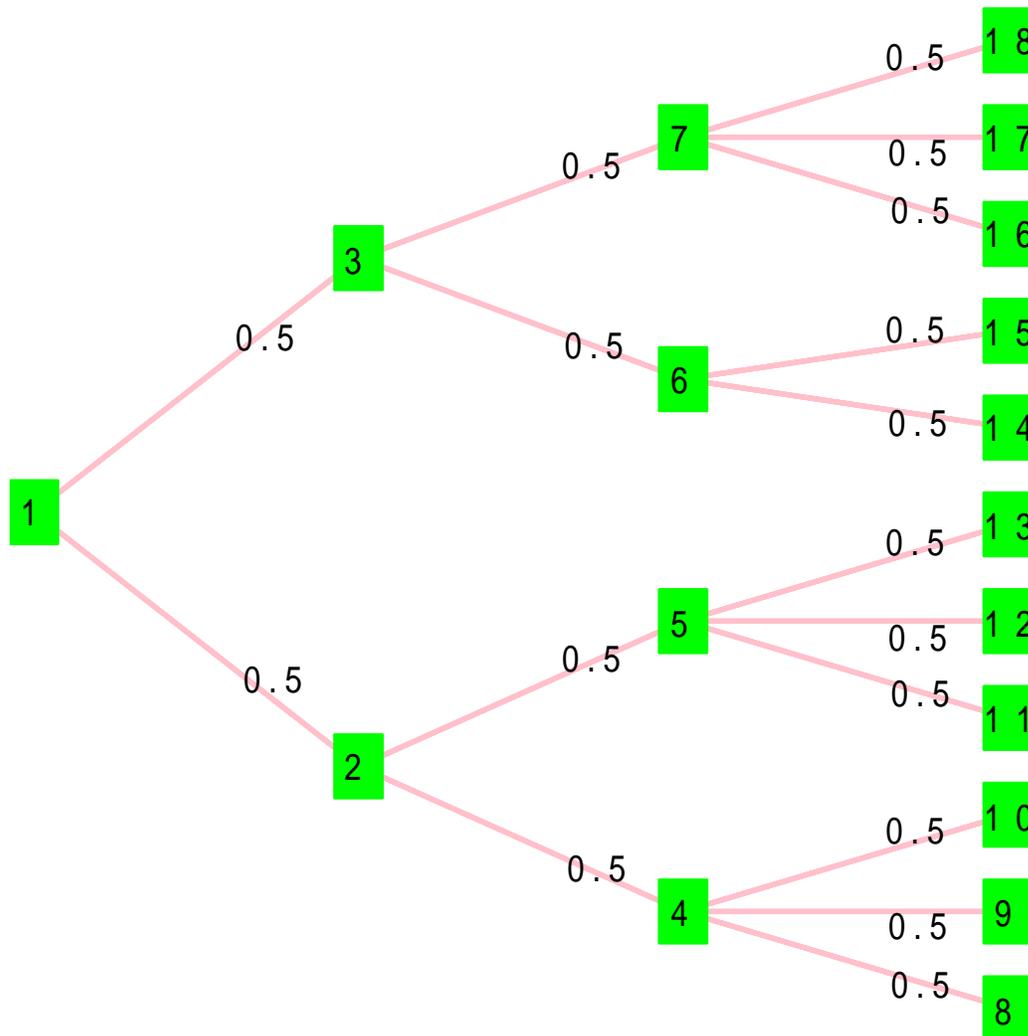
*G := Graph({{1, 2}, {1, 3}, {2, 4}, {2, 5}, {3, 6}, {3, 7}, {4, 8}, {4, 9}, {4, 10},
 {5, 11}, {5, 12}, {5, 13}, {6, 14}, {6, 15}, {6, 15}, {7, 16}, {7, 17}, {7, 18}},
 red) :*

HighlightVertex(G, Vertices(G), green) : HighlightEdges(G, Edges(G), pink) :

A1 := AssignEdgeWeights(G, 0.5) :

A2 := DrawGraph(A1) :

```
display( $\left\{ \text{rotate}\left(A2, \frac{\pi}{2}\right) \right\}, \text{scaling} = \text{unconstrained}$ );
```



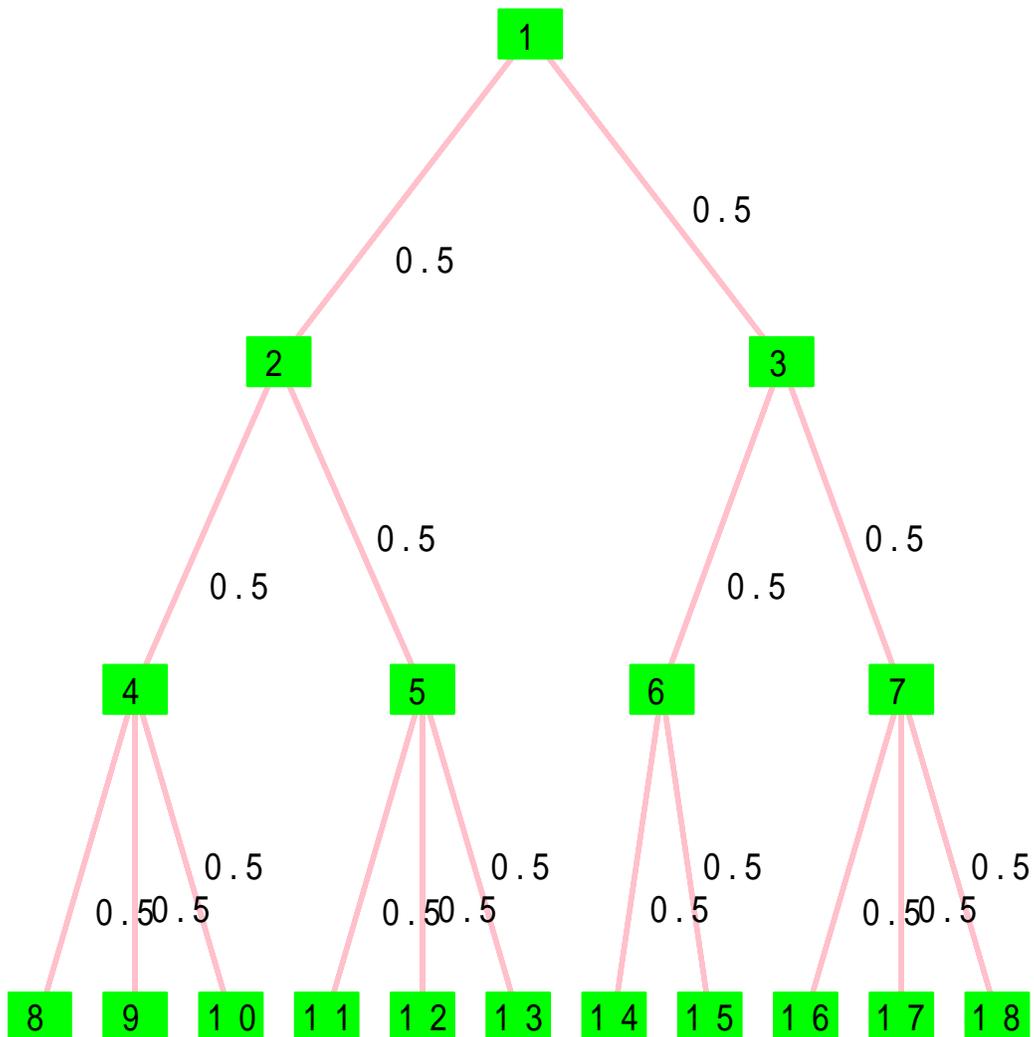
33. 垂直二叉树

```

restart;
with(plottools) :
with(plots) :
with(GraphTheory) :
with(RandomGraphs) :
with(SpecialGraphs) :
G := Graph({{1, 2}, {1, 3}, {2, 4}, {2, 5}, {3, 6}, {3, 7}, {4, 8}, {4, 9}, {4, 10},
           {5, 11}, {5, 12}, {5, 13}, {6, 14}, {6, 15}, {6, 15}, {7, 16}, {7, 17}, {7, 18}});
red) :
HighlightVertex(G, Vertices(G), green) : HighlightEdges(G, Edges(G), pink) :

```

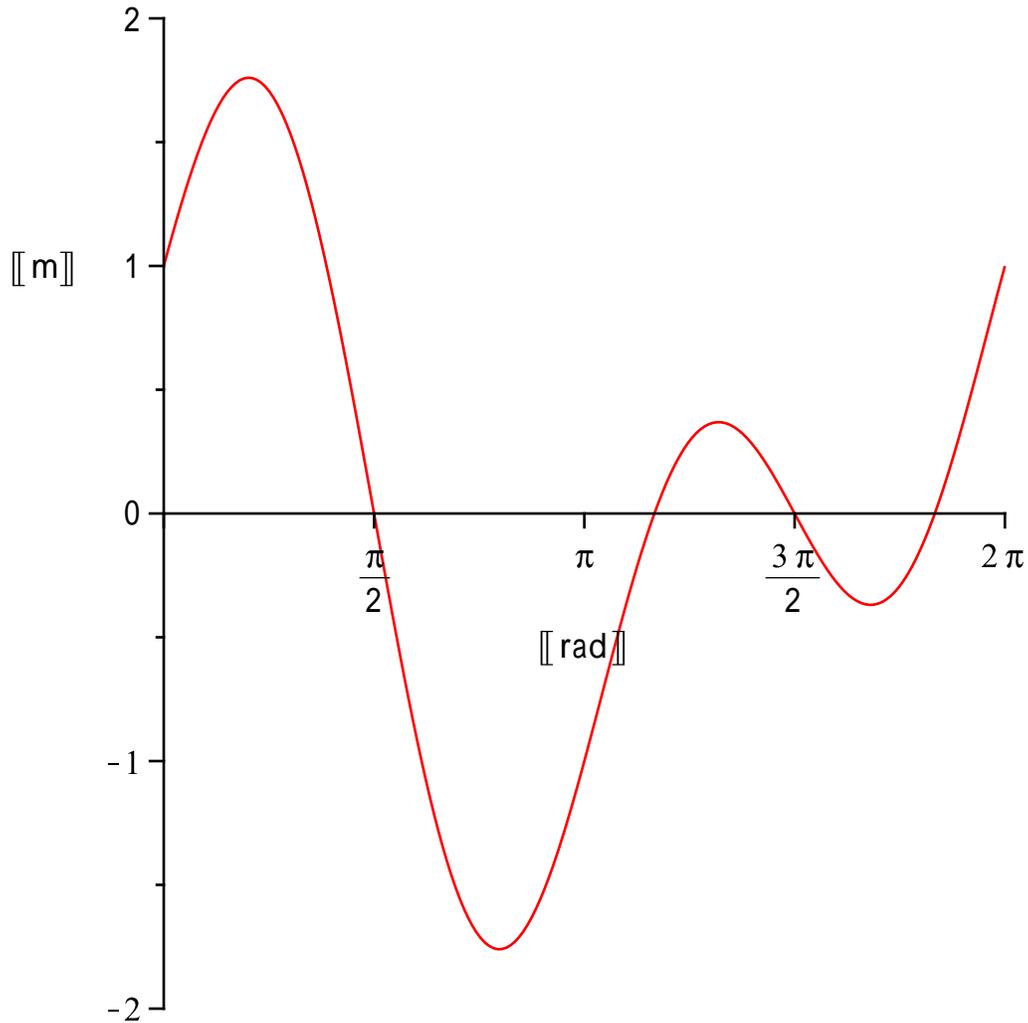
```
A1 := AssignEdgeWeights(G, 0.5) :  
A2 := DrawGraph(A1) :  
display( {rotate(A2, 0)}, scaling = unconstrained);
```



含单位的图形

例子 1:

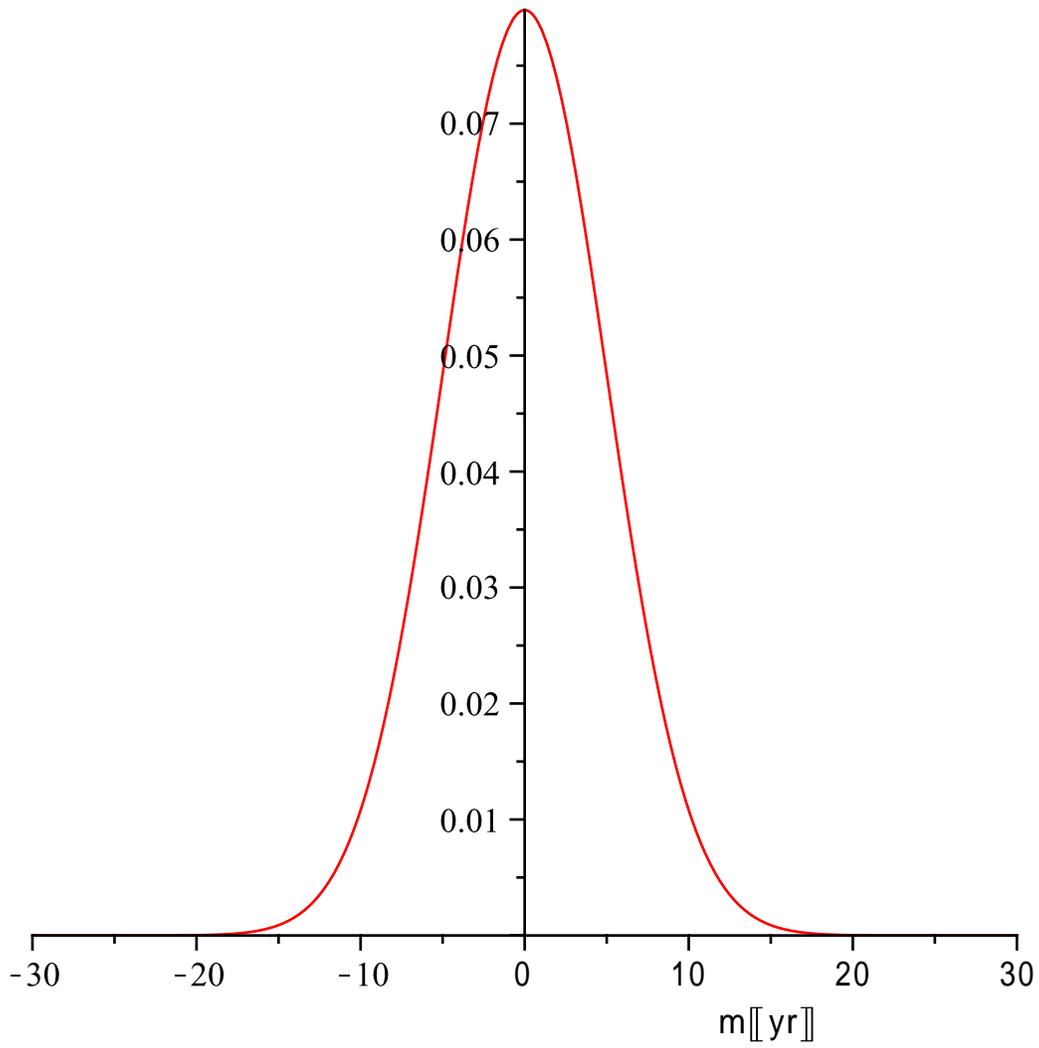
$plot\left(x \rightarrow \cos(x) + \sin(2x), 0..2\pi \text{ [[radians]], } -2..2 \text{ [[m]], axis}_1 = \left[\text{tickmarks} = \left[\text{spacing} \left(\frac{\pi}{2} \right) \right] \right] \right)$



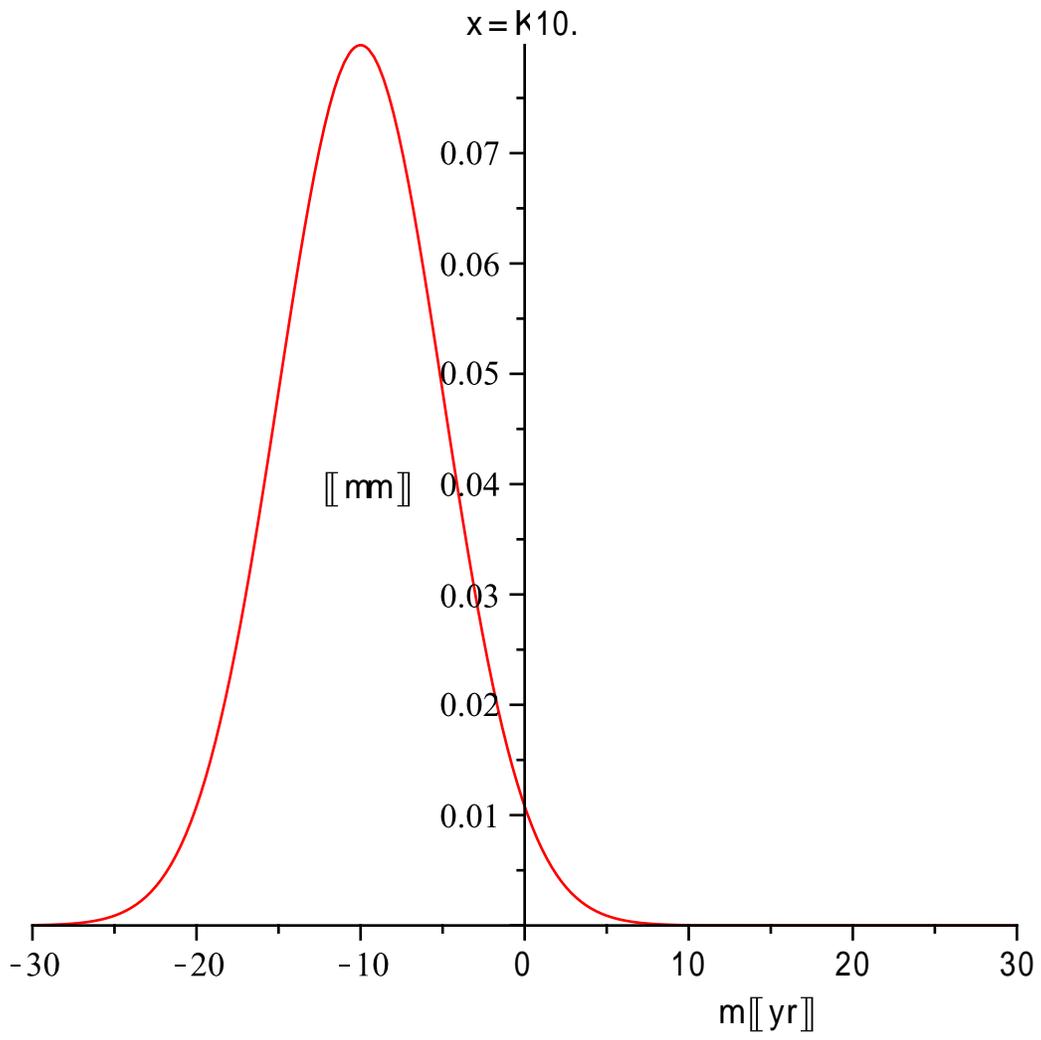
例子 2:

概率密度函数的正态分布图：

$plot\left(\frac{0.1 e^{-0.02\mu^2} \sqrt{2}}{\sqrt{\pi}}, \mu = -30..30, useunits = [\text{[[years]], ""]} \right)$



$animate\left(plot, \left[\frac{0.1 e^{-0.02(x-\mu)^2} \sqrt{2}}{\sqrt{\pi}}, \mu=-30..30, useunits = [[years], [mm]] \right], x=-10..10 \right)$

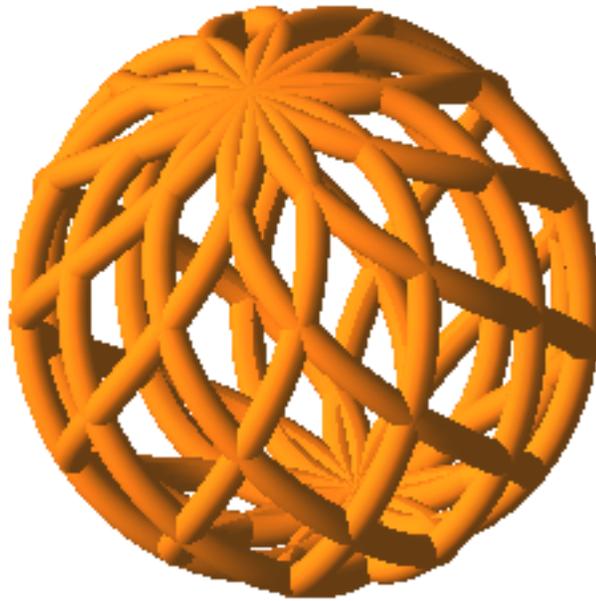


可视化质量和相互作用

restart :



Visual Quality & Interaction



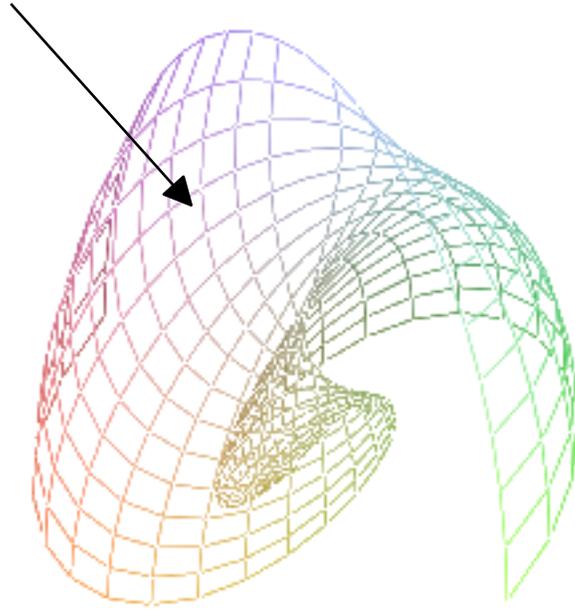
图形注释和排版数学

restart :

例子 1:

```
plot3d([x sin(x) cos(y), x^2 cos(x) cos(y), x^2 sin(y)], x=0..2*pi, y=0..pi, style=line, caption  
=typeset(x sin(x) cos(y), x^2 cos(x) cos(y), x^2 sin(y)))
```

A Wireframe

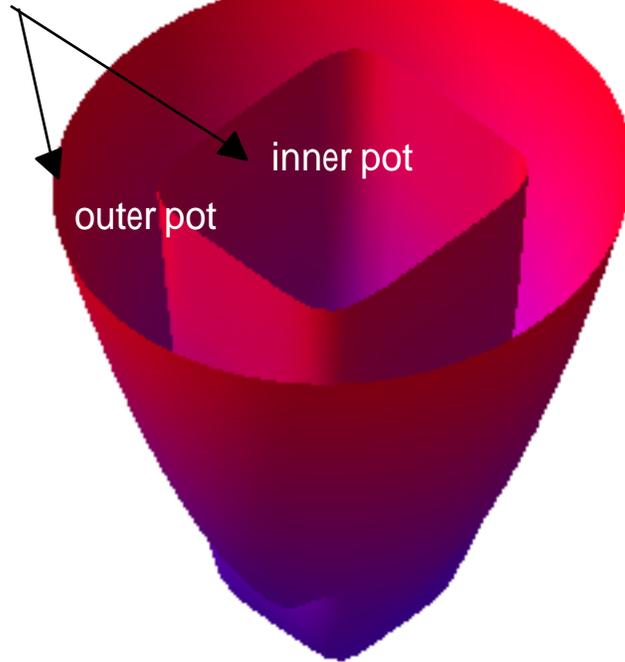


$$x \sin(x) \cos(y) x^2 \cos(x) \cos(y) x^2 \sin(y)$$

例子 2:

```
plot3d([2·x2 + y2, 6·x6 + y6], x=-2..2, y=-3..3, axes = none, style = patchnogrid, view = 0..8,  
shading = Z, lightmodel = light4);
```

Vase Plot



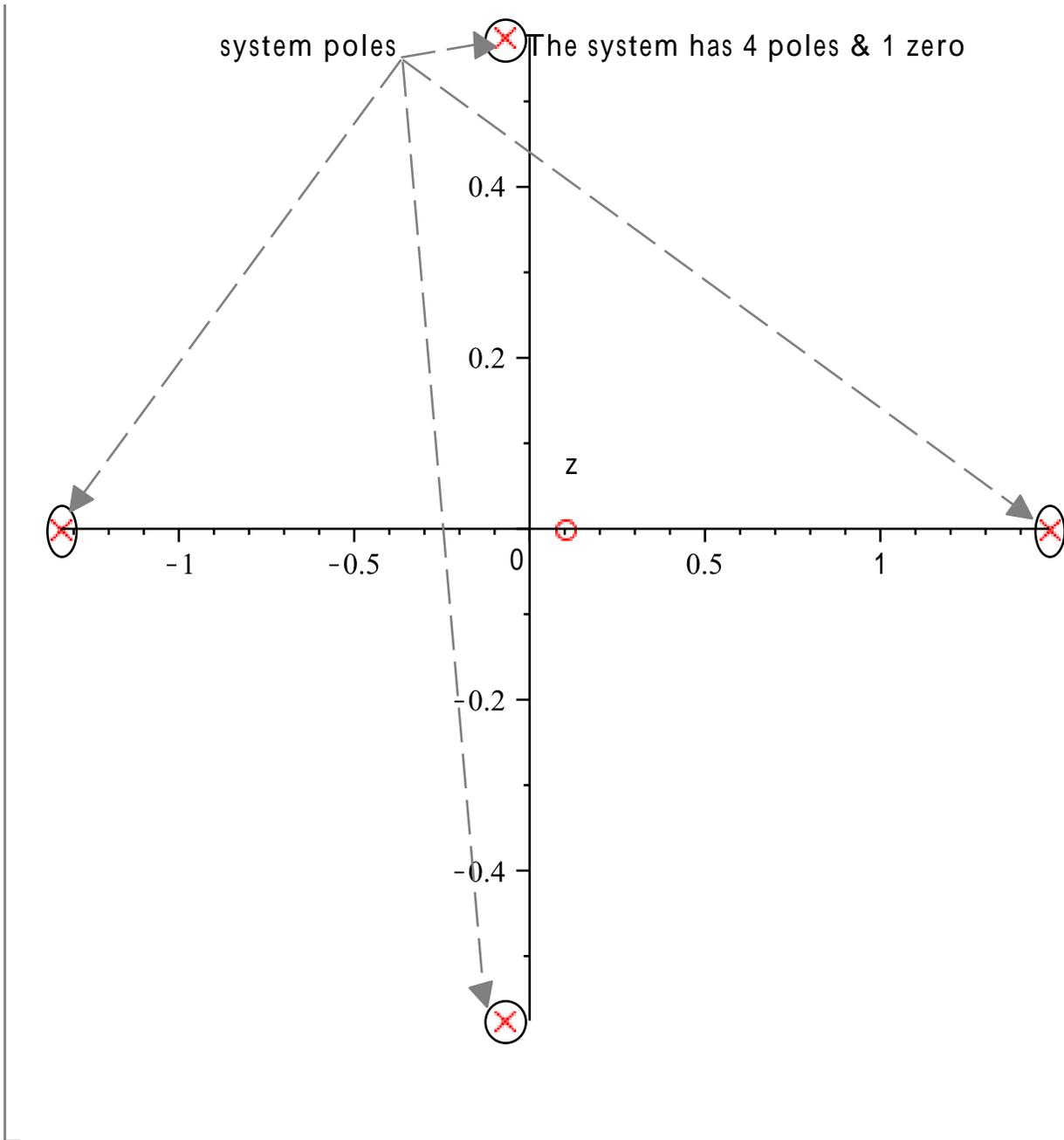
例子 3:

$$\frac{(s - 0.1)}{-3 \cdot s^4 + 5 \cdot s^2 + s + 2}$$

$$\frac{s - 0.1}{-3 s^4 + 5 s^2 + s + 2}$$

(8.1)

zero pole plot
→



交互式照明模式



Cylinder

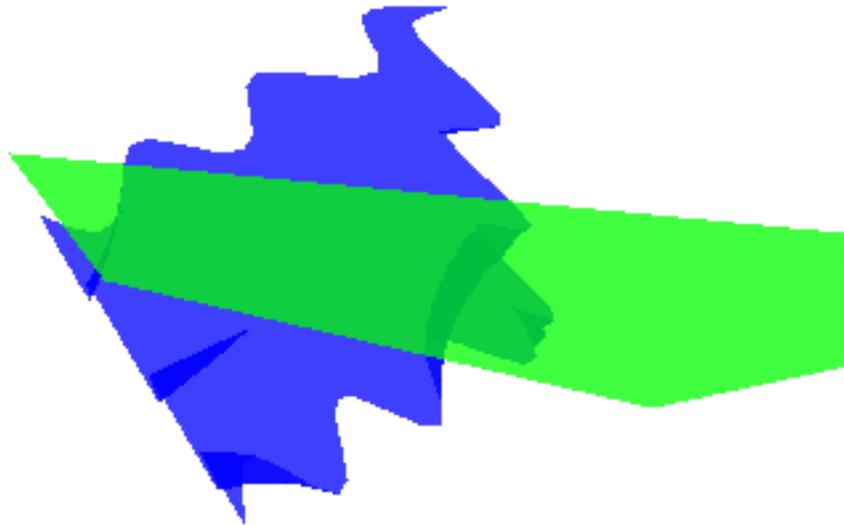


含观察轨迹的动画

restart :

内置动画路径

```
plot3d( [sin(x y), x + 2 y], x=-π..π, y=-π..π, color = [blue, green], transparency=0.5,  
viewpoint = circleleft)
```



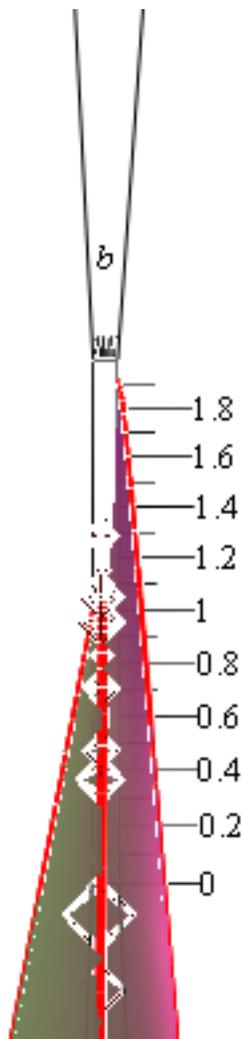
▼ 自定义动画路径



管道幻灯片



沿着预定义的轨迹



Bouncing Cube

使用顶层命令和程序包中的命令

- Top Level 命令列表：`?index, function`

一些常用的命令归类为顶层命令，如前面介绍的 `sin`, `taylor`, `int`, `exp`, `dsolve`, `solve`, `fsolve`, `rhs`, `eval`, `factor`, `expand`, `simplfiy` 等。您可以随时使用顶层命令，更多信息，请参阅Maple的顶层命令列表 [Index of Functions](#)。

例子：

`factor(x2 + 2 x + 1)`

$$(x + 1)^2$$

`int(2 x + cos(x), x = 0 .. 2 π)`

$$4 \pi^2$$

(11.2)

- 程序包列表：`?index[package]`

如何使用程序包中的命令，有两种调用格式：长格式和短格式。

1. 长格式: `PackageName[CommandName]`，任何情况都可以使用这种格式。

例如 `CurveFitting[PolynomialInterpolation]`(表达式，参数项)。

`expr := 4·x2 - ln(x) :`

`Optimization[Minimize](expr, initialpoint = {x = .5})`

2. 短格式: 首先在当前工作表中调用程序包 `with(PackageName)`，然后直接用 `CommandName` 完成计算。

`with(Optimization)`

`Minimize(expr, initialpoint = {x = .5})`

详细介绍见：A3-命令和程序包

常微分方程

常微分方程 (线性，符号解)

直接使用鼠标求解。不要担心结果里面的常数。

可以通过在表达式中定义初始条件 $y(0) = 0, y'(0) = 0$ ，重新求解。

$$\frac{d^2}{dt^2} y(t) + \frac{d}{dt} y(t) + y(t) = \sin(t) \xrightarrow{\text{solve DE}}$$

$$y(t) = e^{-\frac{1}{2}t} \sin\left(\frac{1}{2}\sqrt{3}t\right) - C_2 + e^{-\frac{1}{2}t} \cos\left(\frac{1}{2}\sqrt{3}t\right) - C_1 - \cos(t)$$

$$y''(t) + y'(t) + y(t) = \sin(t) \xrightarrow{\text{solve DE}}$$

$$y(t) = e^{-\frac{1}{2}t} \sin\left(\frac{1}{2}\sqrt{3}t\right) - C2 + e^{-\frac{1}{2}t} \cos\left(\frac{1}{2}\sqrt{3}t\right) - C1 - \cos(t)$$

$$\ddot{y} + \dot{y} + y = \sin(t) \xrightarrow{\text{solve DE}}$$

$$y(t) = e^{-\frac{1}{2}t} \sin\left(\frac{1}{2}\sqrt{3}t\right) - C2 + e^{-\frac{1}{2}t} \cos\left(\frac{1}{2}\sqrt{3}t\right) - C1 - \cos(t)$$

$$\ddot{y} + \dot{y} + y = \sin(t), y(0) = 0, \dot{y}(0) = 0 \xrightarrow{\text{solve DE}}$$

$$y(t) = \frac{1}{3} e^{-\frac{1}{2}t} \sin\left(\frac{1}{2}\sqrt{3}t\right) \sqrt{3} + e^{-\frac{1}{2}t} \cos\left(\frac{1}{2}\sqrt{3}t\right) - \cos(t)$$

▼ system of ODEs

考虑两个耦合的2次常微分方程组： $\frac{dx_1^2}{dt^2} = x_2 - 2x_1$ 和 $\frac{dx_2^2}{dt^2} = x_1 - 2x_2$ 。

首先定义微分方程组：

$$de1 := \text{diff}(x_1(t), t, t) = (x_2(t) - 2 \cdot x_1(t))$$

$$\frac{d^2}{dt^2} x_1(t) = x_2(t) - 2x_1(t) \quad (12.1.1.1)$$

$$de2 := \text{diff}(x_2(t), t, t) = (x_1(t) - 2 \cdot x_2(t))$$

$$\frac{d^2}{dt^2} x_2(t) = x_1(t) - 2x_2(t) \quad (12.1.1.2)$$

用dsolve求解方程和初始条件，以集合的形式返回关于 $x_1(t)$ 和 $x_2(t)$ 的解。

$$sol := \text{dsolve}([de1, de2, x_1(0) = 1, x_2(0) = 0, D(x_1)(0) = 0, D(x_2)(0) = 0])$$

$$\left\{ x_1(t) = \frac{1}{2} \cos(\sqrt{3}t) + \frac{1}{2} \cos(t), x_2(t) = -\frac{1}{2} \cos(\sqrt{3}t) + \frac{1}{2} \cos(t) \right\} \quad (12.1.1.3)$$

$$sol[1]$$

$$x_1(t) = \frac{1}{2} \cos(\sqrt{3}t) + \frac{1}{2} \cos(t) \quad (12.1.1.4)$$

$$\text{rhs}(sol[1])$$

$$\frac{1}{2} \cos(\sqrt{3}t) + \frac{1}{2} \cos(t) \quad (12.1.1.5)$$

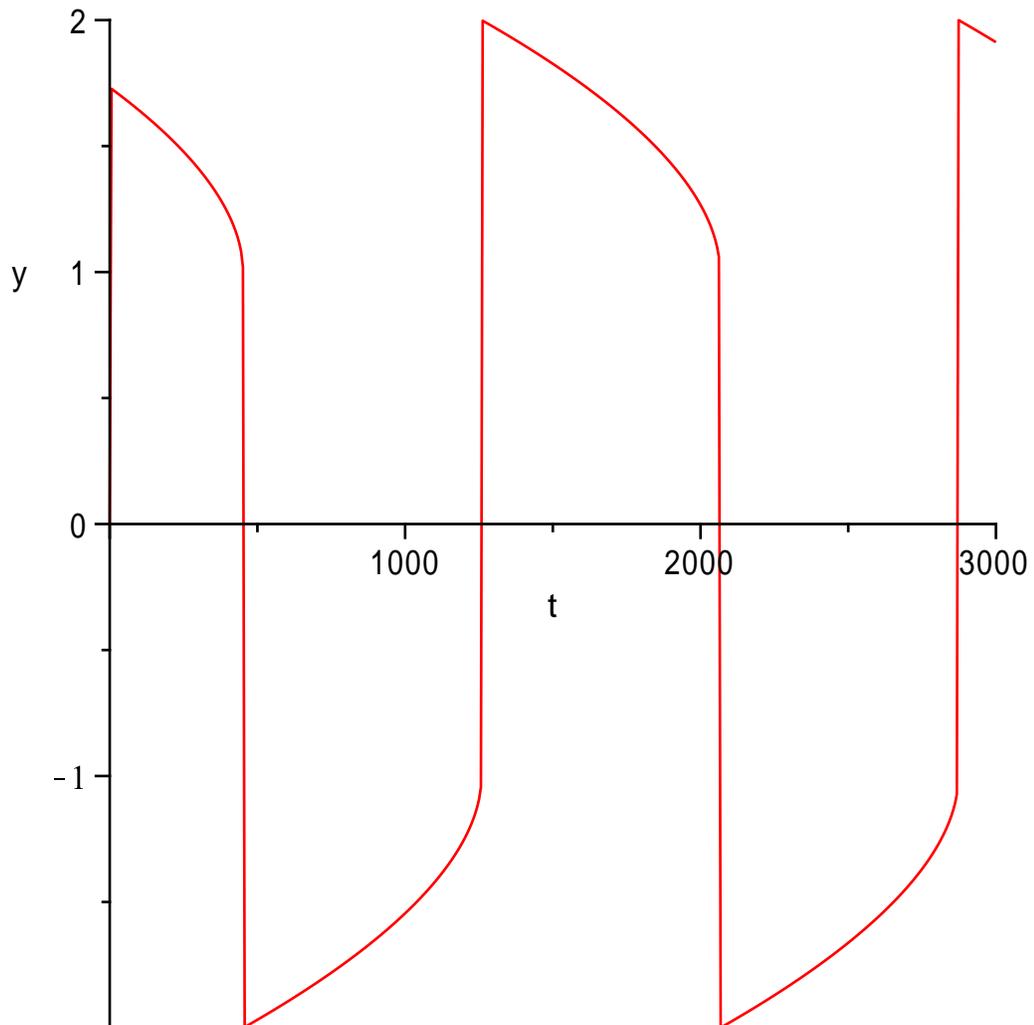
▼ 常微分方程 (初始值, 数值解)

$$de := \ddot{y} - 1000 \cdot (1 - y^2) \cdot \dot{y} + y = 0$$

$$\frac{d^2}{dt^2} y(t) - 1000 (1 - y(t)^2) \left(\frac{d}{dt} y(t) \right) + y(t) = 0 \quad (12.2.1)$$



Solve DE



微分代数方程

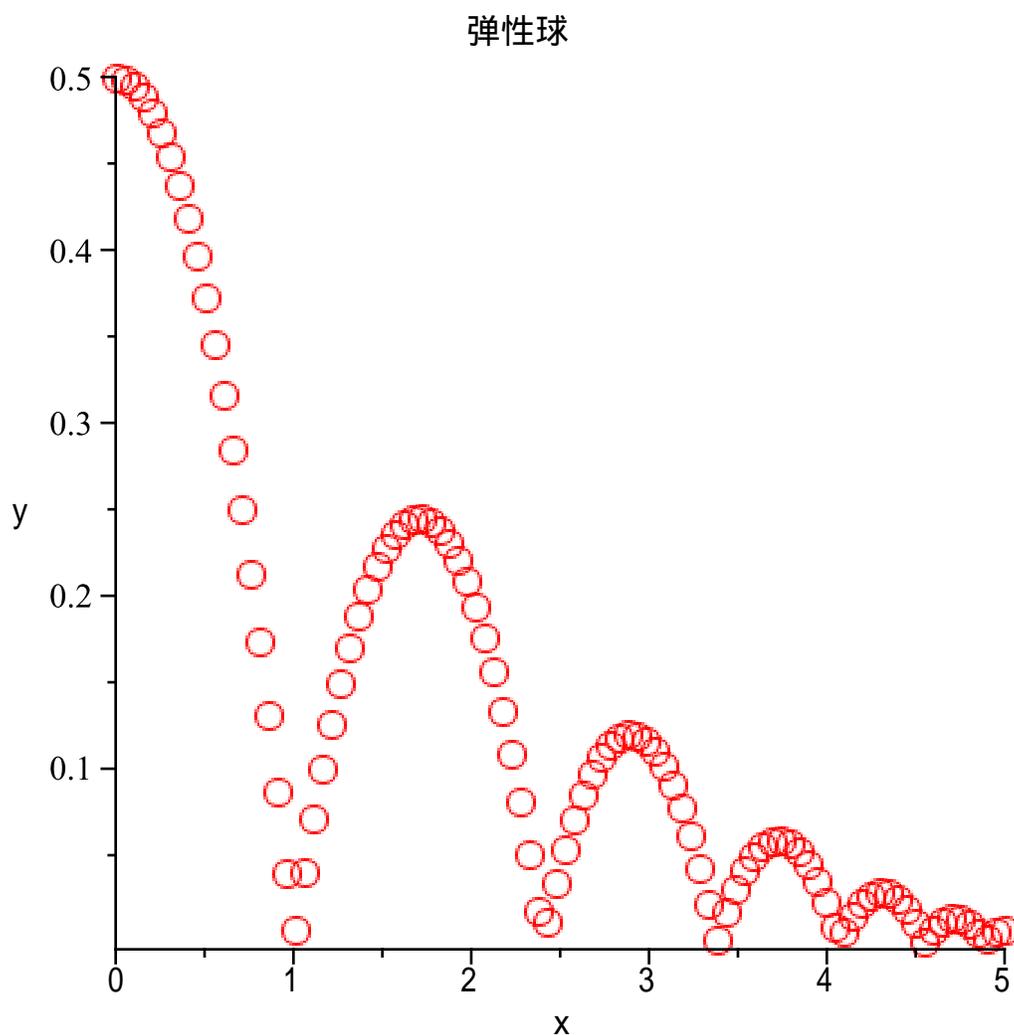
举例：含逻辑条件的微分代数方程。

考虑一个弹性球问题，球与地面的碰撞（在 $y=0$ ），假设重新弹起的速度为命中速度的 70%，碰撞时在 y 方向上的速度仅仅是反方向。系统方程如下（初始位置是 $(0, 1)$ ，初始速度是 $(1, 0)$ ）：

$$\text{弹性球} := \left\{ \begin{array}{l} \frac{d^2}{dt^2} x(t) = 0, x(0) = 0, D(x)(0) = 1, \frac{d^2}{dt^2} y(t) = -1, y(0) = \frac{1}{2}, D(y)(0) = 0 \\ \frac{d^2}{dt^2} x(t) = 0, \frac{d^2}{dt^2} y(t) = -1, x(0) = 0, y(0) = \frac{1}{2}, D(x)(0) = 1, D(y)(0) = 0 \end{array} \right\} \quad (13.1)$$

$$\text{事情} := \left[\left[y(t), \frac{d}{dt} y(t) < 0 \right], \frac{d}{dt} y(t) = -\frac{7}{10} \frac{d}{dt} y(t) \right] \\ \left[\left[y(t), \frac{d}{dt} y(t) < 0 \right], \frac{d}{dt} y(t) = -\frac{7}{10} \frac{d}{dt} y(t) \right] \quad (13.2)$$

DAE := dsolve(弹性球, numeric, events=[事情]) :
plots[odeplot](DAE, [x(t), y(t)], 0..5, numpoints = 100, title = "弹性球", style = point, symbolsize = 20, symbol = circle)



微分方程

微分方程

常微分方程数值解 (IVP, BVP)

微分代数方程数值解

偏微分方程数值解

常微分方程的封闭解

偏微分方程的封闭解

矩阵

$$\begin{bmatrix} 27 & 99 & 92 \\ 8 & 29 & k \\ k+1 & 44 & 67 \end{bmatrix} \xrightarrow{\text{inverse}}$$
$$\begin{bmatrix} -\frac{-1943 + 44k}{99k^2 - 3757k + 29113} & -\frac{2585}{99k^2 - 3757k + 29113} & \frac{99k - 2668}{99k^2 - 3757k + 29113} \\ \frac{-536 + k^2 + k}{99k^2 - 3757k + 29113} & -\frac{-1717 + 92k}{99k^2 - 3757k + 29113} & -\frac{27k - 736}{99k^2 - 3757k + 29113} \\ -\frac{-323 + 29k}{99k^2 - 3757k + 29113} & \frac{99(-11 + k)}{99k^2 - 3757k + 29113} & -\frac{9}{99k^2 - 3757k + 29113} \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} -4 & -74 & -32 \\ -74 & -2 & -72 \\ -32 & -72 & -76 \end{bmatrix} \xrightarrow{\text{characteristic polynomial}} -97360 + \lambda^3 + 82\lambda^2 - 11220\lambda \xrightarrow{\text{solve}}$$

-151.7217181, -8.231839141, 77.95355723

积分

数值积分、符号积分、重积分、复积分、含特殊函数的积分、各种积分变换等。

特别的功能，积分法的透明和选择：

$$\int_0^1 \frac{t}{\sqrt{(1-t^2)(1-2t^2)}} dt$$

$$-\frac{1}{4} I\pi\sqrt{2} + \frac{1}{8} \sqrt{2} \ln(3\sqrt{2} + 4) - \frac{1}{8} \sqrt{2} \ln(3\sqrt{2} - 4) \quad (16.1)$$

restart :

infolevel[IntegrationTools] := 3 :

$$\int_0^1 \frac{t}{\sqrt{(1-t^2)(1-2t^2)}} dt$$

Definite Integration: Integrating expression on t=0..1

Definite Integration: Using the integrators [distribution, piecewise, series, o, polynomial, ln, lookup, cook, ratpoly, elliptic, elliptictrig, meijergspecial, improper, asymptotic, ftoc, meijerg, contour, ftocms]

LookUp Integrator: unable to find the specified integral in the table

Definite Integration: Method elliptic succeeded.

Definite Integration: Finished successfully.

$$-\frac{1}{4} I\pi\sqrt{2} + \frac{1}{8} \sqrt{2} \ln(3\sqrt{2} + 4) - \frac{1}{8} \sqrt{2} \ln(3\sqrt{2} - 4) \quad (16.2)$$

$$\text{int}\left(\frac{t}{\sqrt{(1-t^2)(1-2t^2)}}, t=0..1, \text{method}='Elliptic'\right)$$

Definite Integration: Integrating expression on t=0..1

Definite Integration: Using the integrators Elliptic

Definite Integration: Method Elliptic succeeded.

Definite Integration: Finished successfully.

$$-\frac{1}{4} I\pi\sqrt{2} + \frac{1}{8} \sqrt{2} \ln(3\sqrt{2} + 4) - \frac{1}{8} \sqrt{2} \ln(3\sqrt{2} - 4) \quad (16.3)$$

包含特殊函数的表达式积分

例子：对包含特殊函数（例如 erf, Ci, Si, FresnelS, FresnelC）的积分：

$$\begin{aligned} &> \int \text{Ci}(x) \sin(x) dx \\ &\quad -\text{Ci}(x) \cos(x) + \frac{1}{2} \text{Ci}(2x) + \frac{1}{2} \ln(x) \end{aligned} \quad (16.1.1)$$

$$\begin{aligned} &> \int \text{FresnelS}(2x)^2 dx \\ &\quad \text{FresnelS}(2x)^2 x + \frac{\text{FresnelS}(2x) \cos(2\pi x^2)}{\pi} - \frac{1}{4} \frac{\sqrt{2} \text{FresnelS}(2\sqrt{2}x)}{\pi} \end{aligned} \quad (16.1.2)$$

特殊函数

Maple 内置 200 多个特殊函数的数据库，包括 Hypergeometric, Bessel, Mathieu, Heun and Legendre families of functions.

[Special Function Assistant](#)

优化

Maple 提供 Optimization 程序包和 Global Optimization Toolbox 工具箱。

[Linear Programming](#)

[Quadratic Programming](#)

[Non-Linear Optimization](#)

[Non-Linear Least Squares](#)

[Global Optimization](#)

统计

Statistics 程序包提供数学统计和数据分析的函数集和交互式工具，支持广泛的统计任务，例如定量和图形数据分析、模拟、曲线拟合等。

[各种连续和离散分布](#)

[概率计算和随机变量](#)

[描述性统计和数据分析](#)

[数据处理和数据平滑](#)

[假设检验和统计推断](#)

[回归](#)

[估计](#)

[可视化](#)

[模拟](#)

[过程控制](#)

控制系统设计

[Control Systems Design](#)

with(DynamicSystems) :

系统定义

$sys := DiffEquation\left(\frac{s}{s^3 + 5s^2 + 7s + 6}\right)$

Diff. Equation
continuous
1 output(s); 1 input(s)
inputvariable = [uI(t)]
outputvariable = [yI(t)] (20.1.1)

PrintSystem(sys)

Diff. Equation
continuous
1 output(s); 1 input(s)
inputvariable = [uI(t)]
outputvariable = [yI(t)] (2)

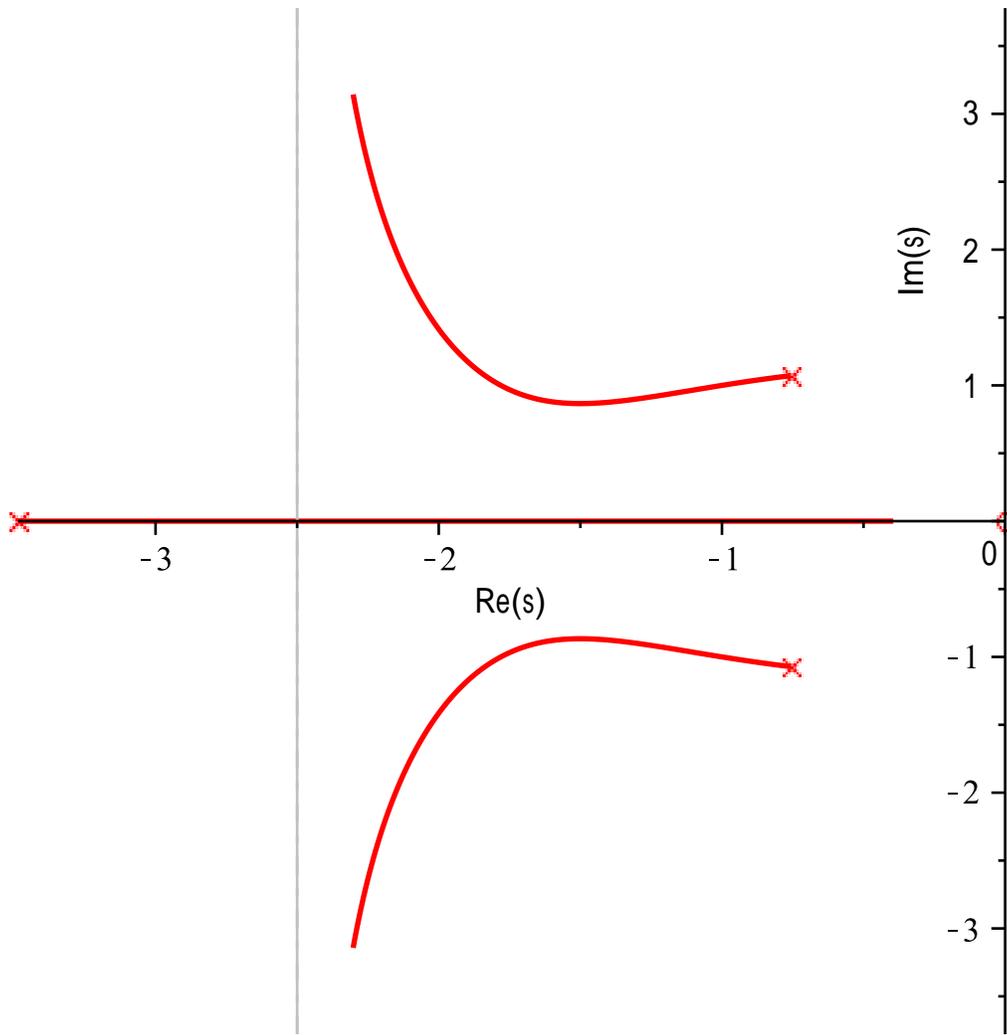
de = $\left[\dot{x}1(t) = x2(t), \dot{x}2(t) = -\frac{x3(t)}{5}, \dot{x}3(t) = 30x1(t) + 35x2(t) - 5x3(t) - 5uI(t), yI(t) = x2(t) \right]$

sys2 := StateSpace(sys)

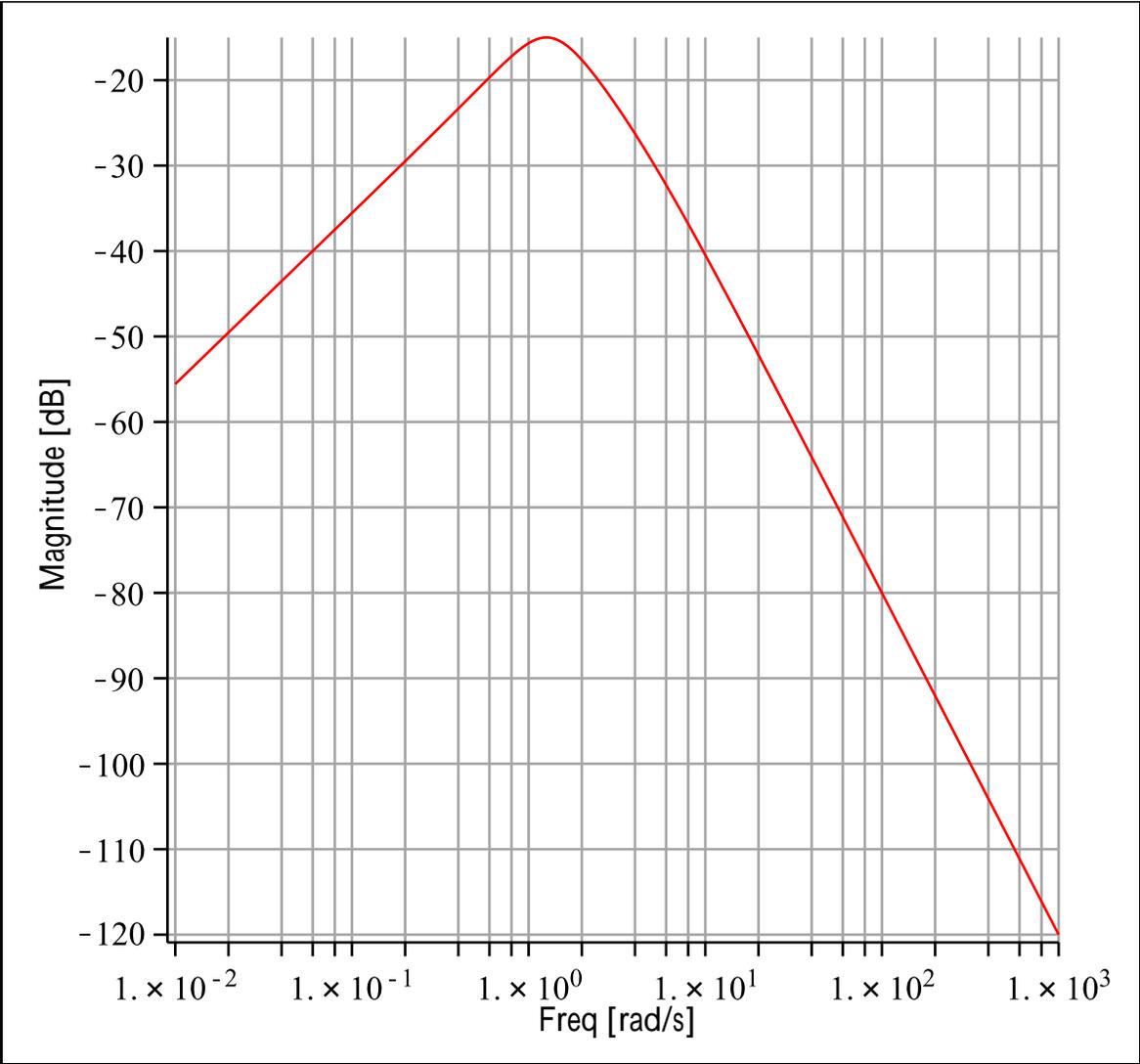
State Space
continuous
1 output(s); 1 input(s); 3 state(s)
inputvariable = [uI(t)]
outputvariable = [yI(t)]
statevariable = [x1(t), x2(t), x3(t)] (20.1.3)

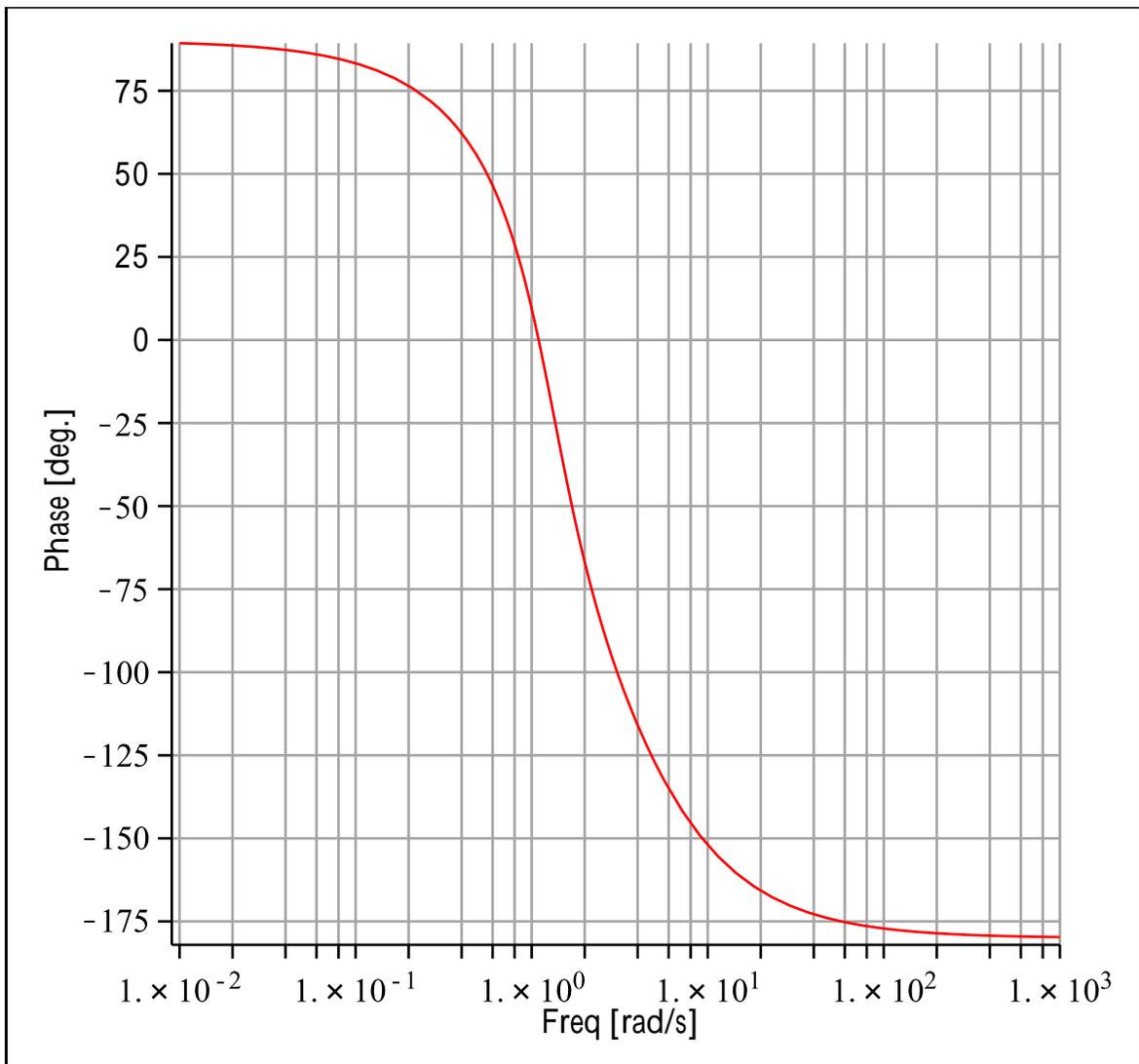
分析

RootLocusPlot(sys)

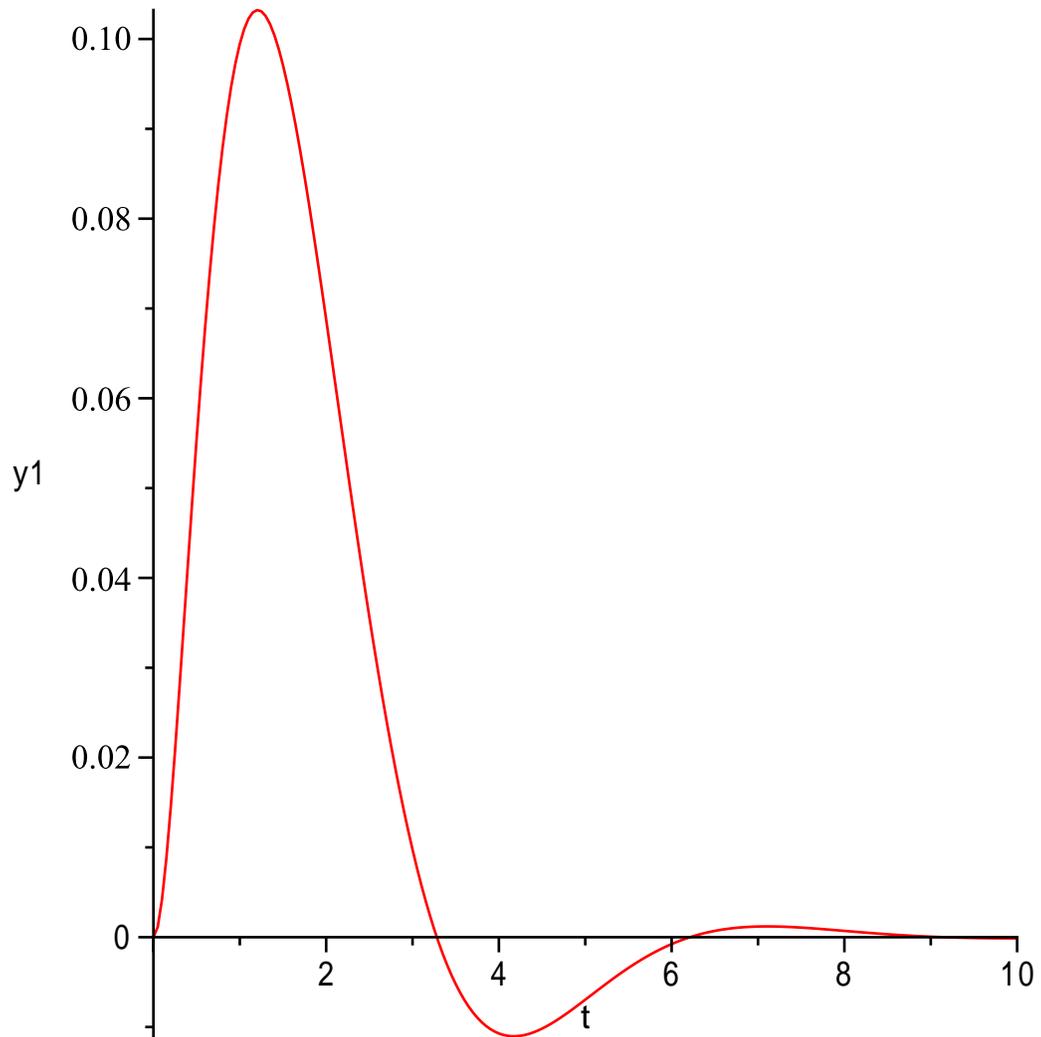


BodePlot(sys)





ResponsePlot(sys2, Heaviside(t), duration = 10)



ControllabilityMatrix(sys2)

$$\begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & -5 \\ -5 & 25 & -90 \end{bmatrix}$$

(20.2.1)

ObservabilityMatrix(sys2)

$$\begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & -\frac{1}{5} \\ -6 & -7 & 1 \end{bmatrix}$$

(20.2.2)

Observable(sys2)

true

(20.2.3)

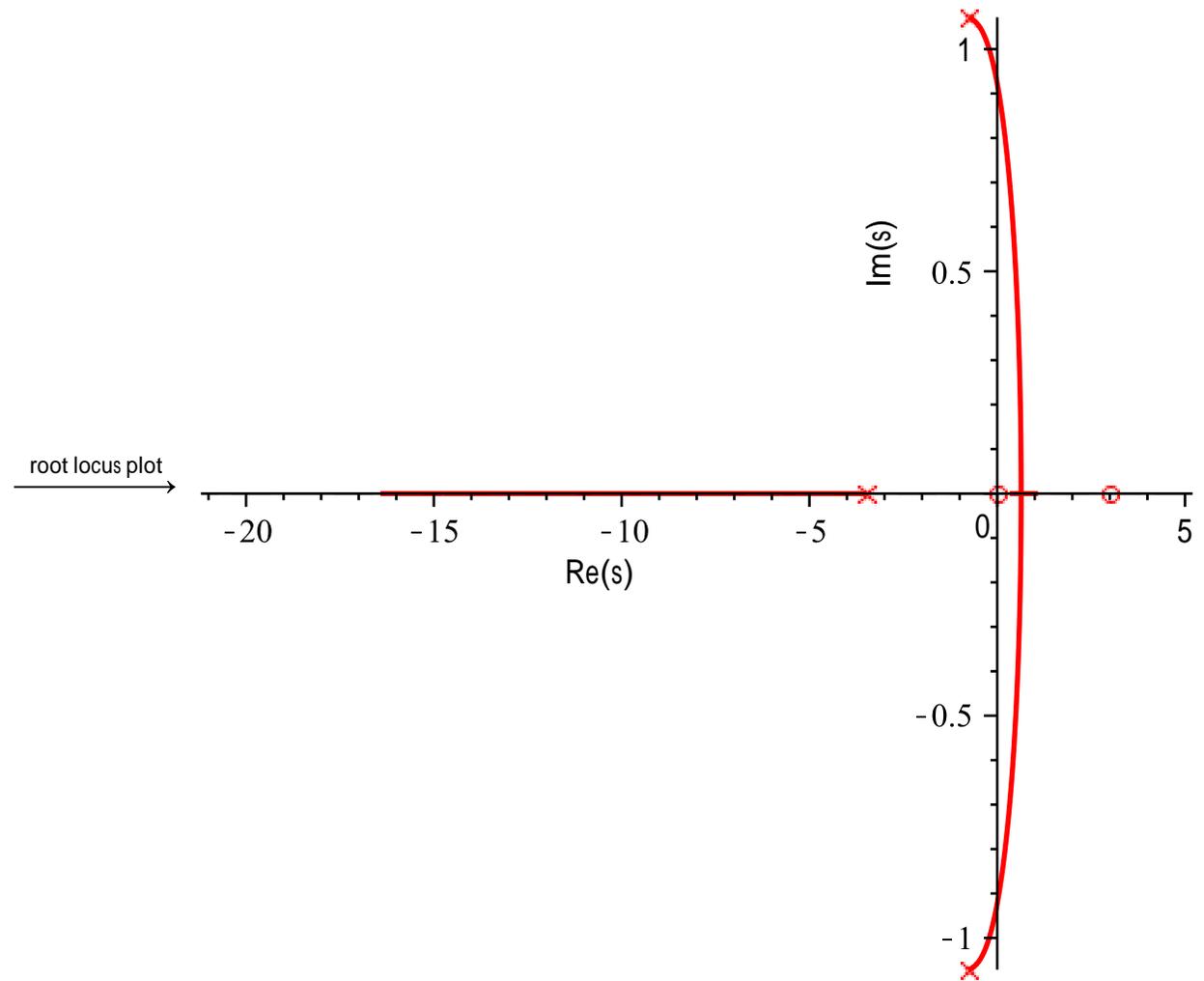
Controllable(sys2)

true

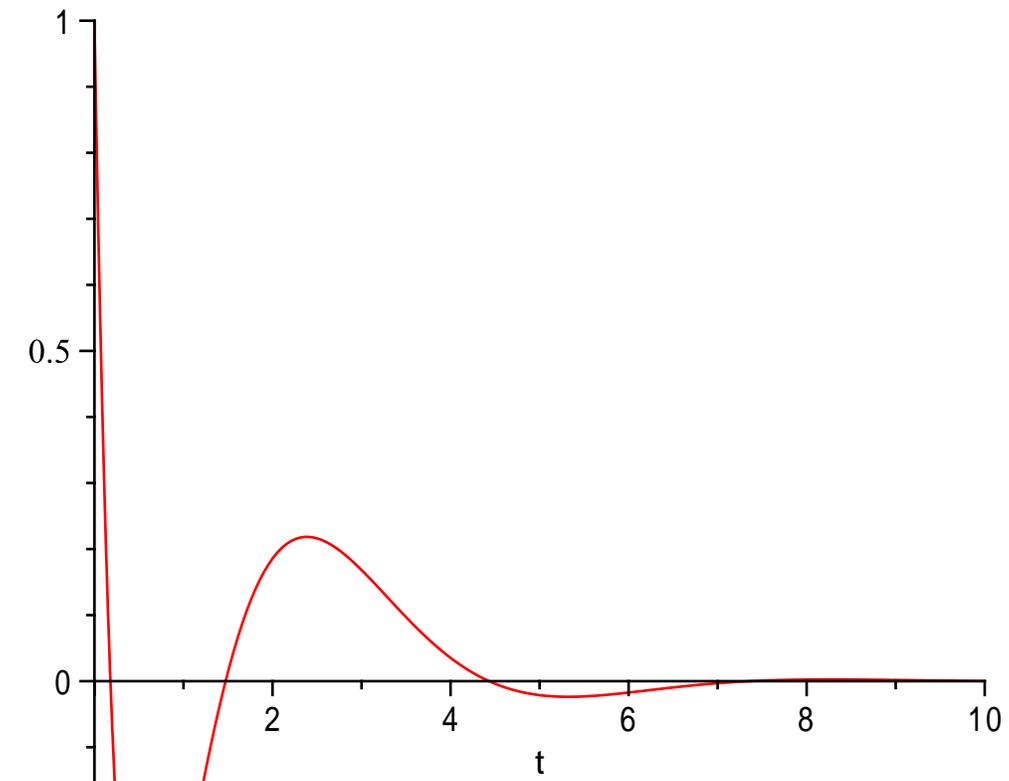
(20.2.4)

$$\frac{s^2 - 3 \cdot s}{s^3 + 5 \cdot s^2 + 7 \cdot s + 6} \xrightarrow{\text{convert to differential equation}}$$

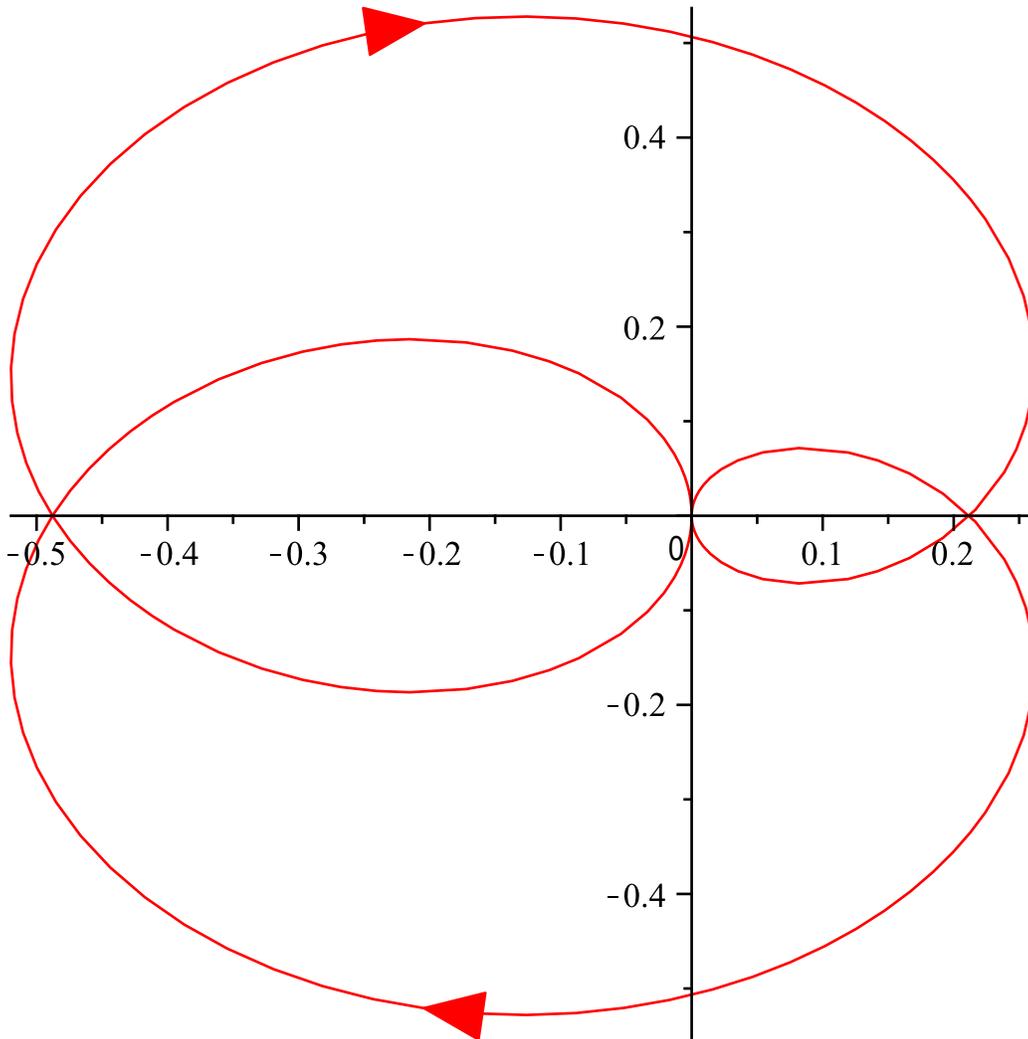
$$\left[\frac{d}{dt} x_1(t) = x_2(t), \frac{d}{dt} x_2(t) = -\frac{1}{5} x_3(t), \frac{d}{dt} x_3(t) = 30 x_1(t) + 35 x_2(t) - 5 x_3(t) - 5 u_1(t), y_1(t) = -3 x_2(t) - \frac{1}{5} x_3(t) \right]$$



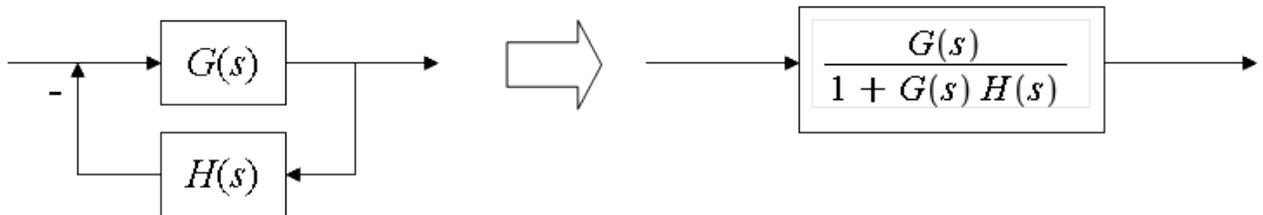
$$\frac{s^2 - 3 \cdot s}{s^3 + 5 \cdot s^2 + 7 \cdot s + 6} \xrightarrow{\text{impulse response plot}}$$



$$\text{NyquistPlot}\left(\text{TransferFunction}\left(\frac{s^2 - 3 \cdot s}{s^3 + 5 \cdot s^2 + 7 \cdot s + 6}\right)\right)$$



▼ 例子 - 反馈控制系统



$G(s)$ 和 $H(s)$ 是典型的多项式有理函数。在这个例子中，考虑 $G(s) = \frac{s-1}{s^2 + 2s + 3}$ 和

$$H(s) = \frac{1}{s+2}$$

- 定义 $G(s)$ 和 $H(s)$.

- 计算 $\frac{G}{1+GH}$

- 从菜单完成简化表达式

- 从菜单完成 Inverse Laplace transform

- 使用图形生成器画图，范围 0 到 10
- 鼠标右击输出结果，使用 Optimization 菜单发现最小值

$$G := \frac{s-1}{s^2+2s+3} \qquad \frac{s-1}{s^2+2s+3} \qquad (20.3.1)$$

$$H := \frac{1}{s+2} \qquad \frac{1}{s+2} \qquad (20.3.2)$$

$$\frac{G}{1+GH} \qquad \frac{s-1}{(s^2+2s+3) \left(1 + \frac{s-1}{(s^2+2s+3)(s+2)} \right)} \qquad (20.3.3)$$

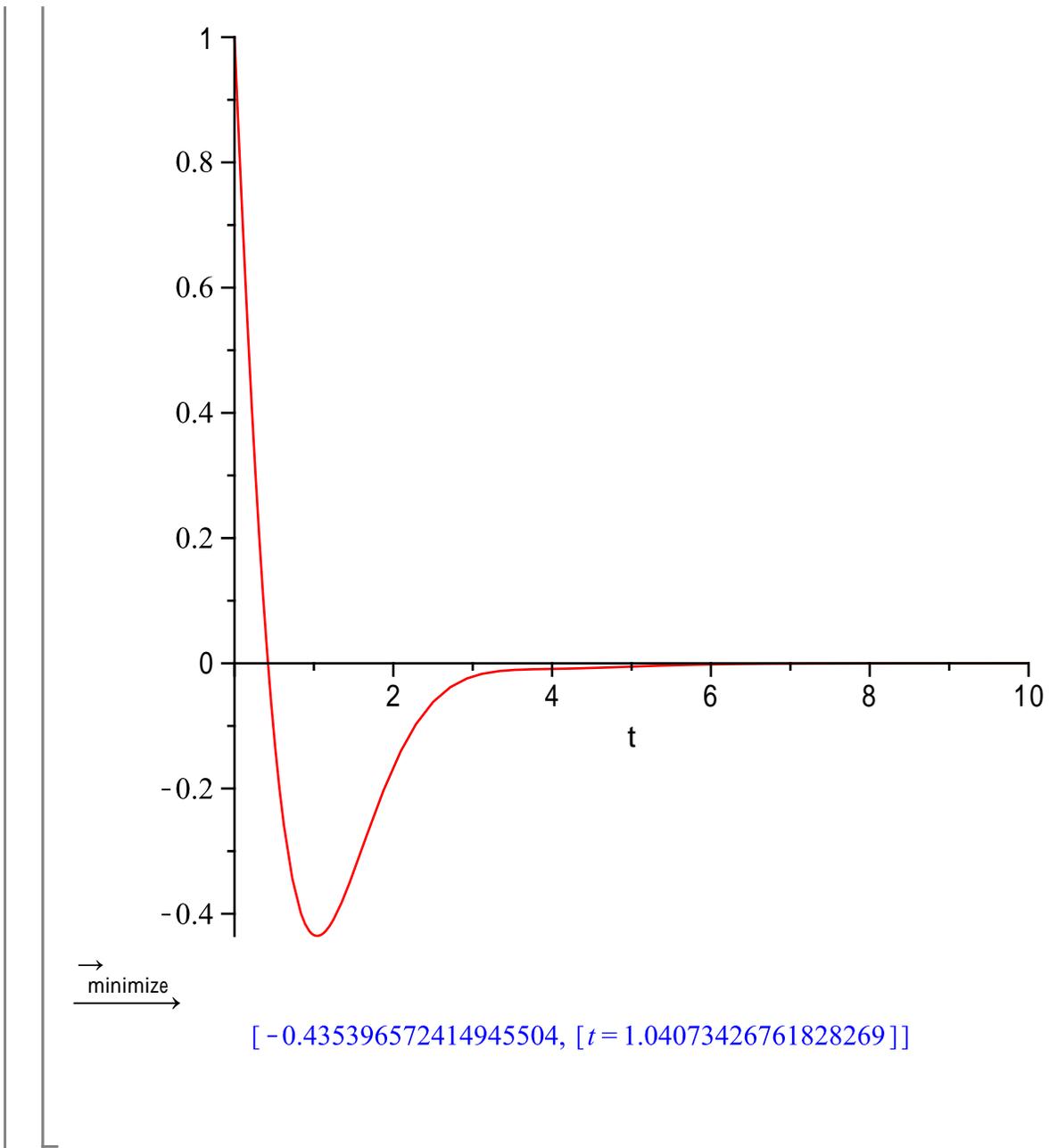
simplify
=

$$\frac{(s+2)(s-1)}{s^3+4s^2+8s+5} \qquad (20.3.4)$$

inverse Laplace transform
→

$$-\frac{2}{3} e^{-t} + \frac{1}{33} e^{-\frac{3}{2}t} \left(55 \cos\left(\frac{1}{2} \sqrt{11} t\right) - 7 \sqrt{11} \sin\left(\frac{1}{2} \sqrt{11} t\right) \right) \qquad (20.3.5)$$

→



(20.3.6)

▼ 单位和公差

with(Units[Standard]) : with(Tolerances) :

质量 := 5 ± 0.3 $[[kg]]$:

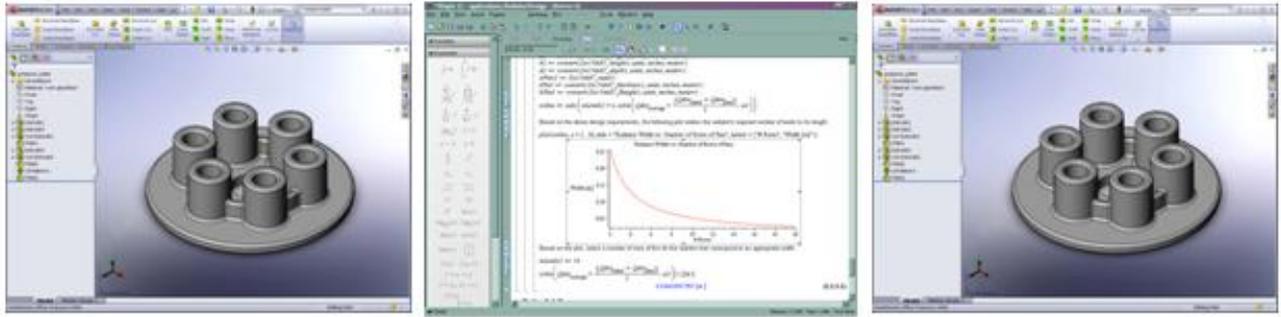
加速度 := 6 ± 0.5 $[[m\ s^{-2}]]$:

力 := 质量 * 加速度

(30.2 ± 4.30) $[[N]]$

(21.1)

▼ CAD 系统双向连接



Drawing

**Calculations
and Analysis**

**Optimized
Design**

[Example](#)

Maple Toolbox for MATLAB

详细介绍见产品主页：<http://www.cybernet.sh.cn/ccn/maple/maplematlab/index.asp>

FAQ：

- 如何在MATLAB使用Maple的全部命令（包括工具箱）？
- 如何在Maple中使用MATLAB命令，或者调用MATLAB完成计算？

通过使用 [Maple's Matlab link](#)，您可以在Maple工作表中使用Matlab完整的功能。

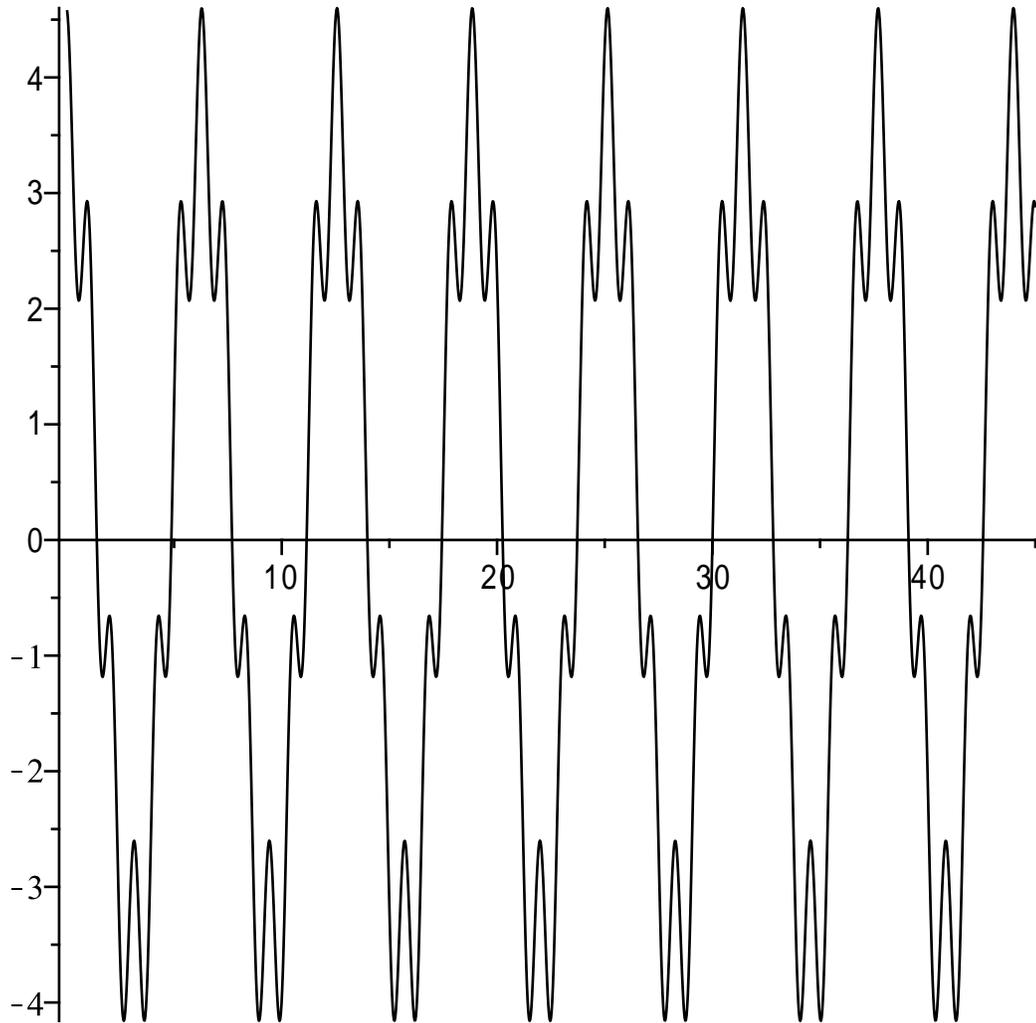
注意：为了允许本段中所有的范例，您必须已经安装Matlab程序。

例子

```
[> restart;
[> with(Matlab);
```

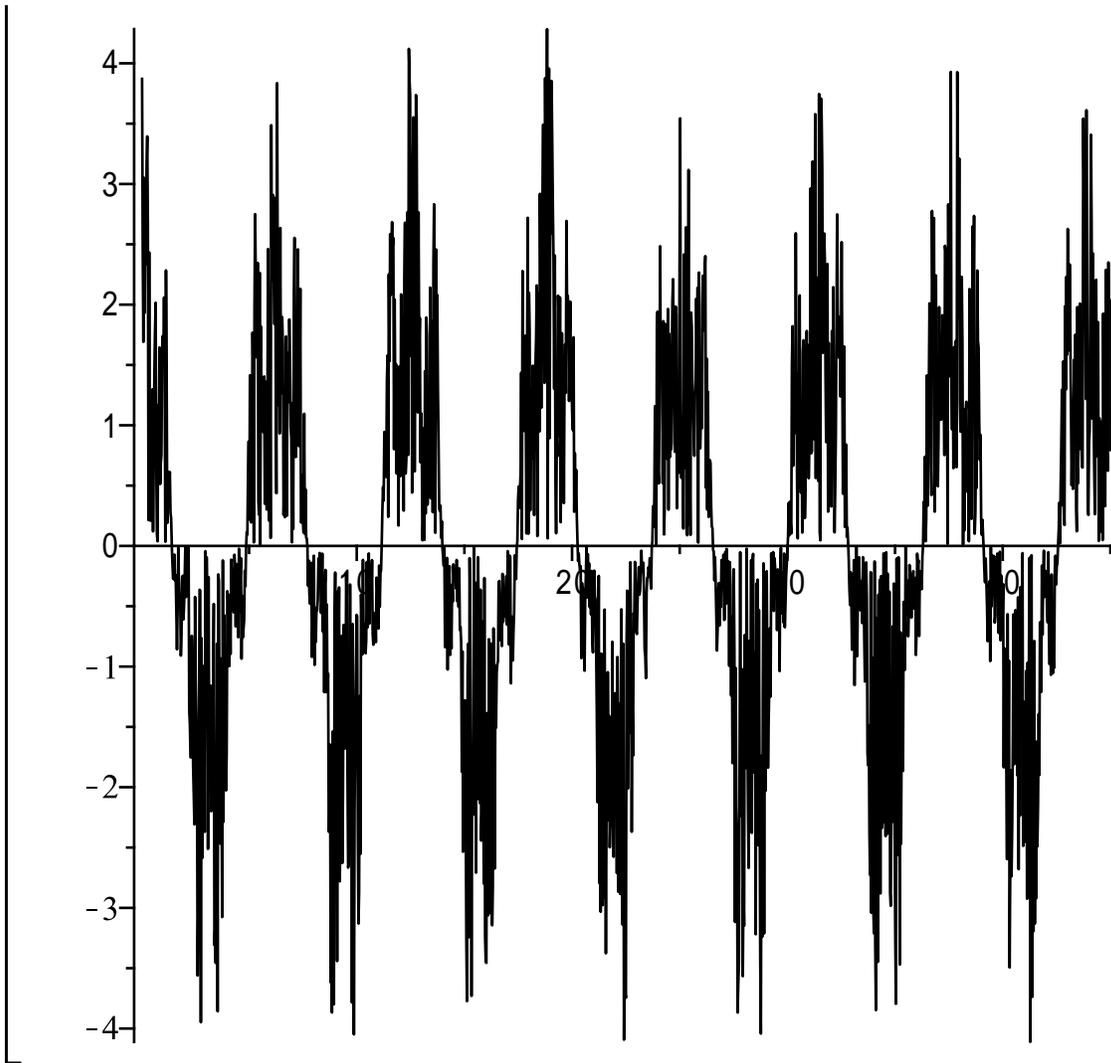
生成数据用于分析。

```
> num := 1500 :
Time := [seq(.03 * t, t = 1 .. num)]:
data := [seq((3.6 * cos(Time[t]) + cos(6 * Time[t])), t = 1 .. num)]:
plots[pointplot](zip((x, y) → [x, y], Time, data), style = line);
```



添加噪声到数据。

```
> tol := 10000 :  
  r := rand(0 ..tol) :  
  noisy_data := [seq(r( ) / (tol) * data[t], t = 1 ..num) ] :  
  plots[pointplot](zip((x, y) → [x, y], Time, noisy_data), style = line);
```



使用Matlab计算傅里叶变换。

```
[> ft := fft(noisy_data) :
```

检查它是否是一个复数矢量。

```
[> VectorOptions(ft, datatype);
```

`complexs`

(23.1.1)

分割为两部分：

```
[> real_part := map(ℜ, ft) :
   imag_part := map(ℑ, ft) :
```

返回值的大小？

```
[> dimensions(ft);
```

`[1500]`

(23.1.2)

长度与定义的变量 'num' 相同。放到Matlab内存。

为了计算功率谱，您需要 $ft * conj(ft) / n$ 。为了能够在Matlab中实现，首先需要把 'ft' 和 'n' 放到Matlab内存中。

```
[> setvar("FT", ft);  
   setvar("n", num);
```

使用 `evalM` 计算期望的结果，确保结果分配给一个变量，这样可以使用 `Matlab[getvar]` 命令。

```
[> evalM("result = FT.*conj(FT)/n");
```

得到结果。

```
[> pwr := getvar("result") :
```

注意到这个结果不是复数。

```
[> VectorOptions(pwr, datatype);
```

`float8`

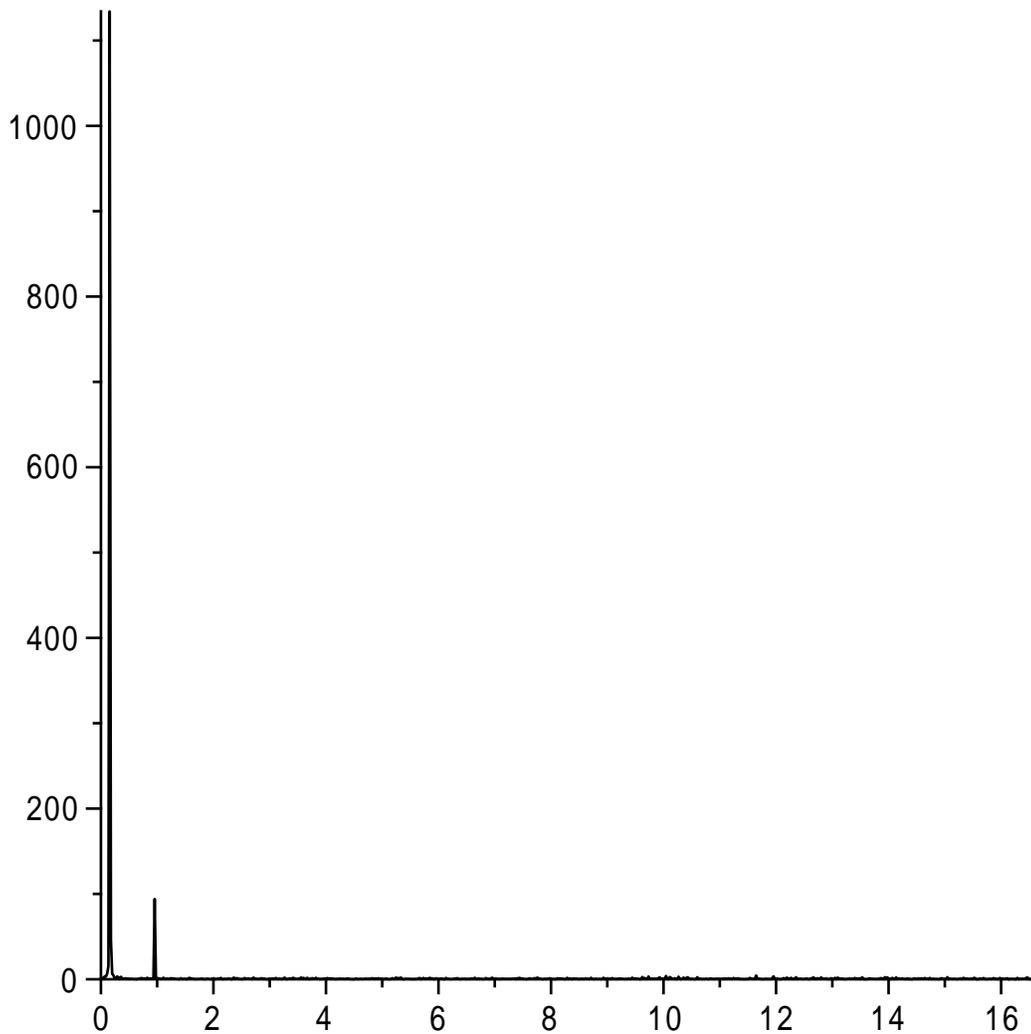
(23.1.3)

绘制功率谱的图形。在这里需要将 'pwr' 转换为一个列表。

```
[> pwr_list := convert(pwr, list) :
```

由于是对称的，您只需要画出半边图。

```
[> pwr_points := [seq([(t-1)/Time[num], pwr_list[t]], t = 1 .. num/2)]:  
   plots[pointplot](pwr_points, style = line);
```



这里有两个很明显的频率。主频率是：

```
> pwr1 := max(op(pwr_list));  
   i1 := seq(`if`(pwr_points[t, 2] = pwr1, t, NULL), t = 1 .. nops(pwr_points));  
   f1 := pwr_points[i1, 1];  
  
pwr1 := 1134.06483085987  
i1 := 8  
f1 := 0.1555555556
```

(23.1.4)

周期是：

```
> T1 := 1/f1;  
  
T1 := 6.428571427
```

(23.1.5)

计算的频率。

```
> pwr2 := max(seq(pwr_list[t], t = i1 + 5 .. num/2));  
   i2 := seq(`if`(pwr_points[t, 2] = pwr2, t, NULL), t = 1 .. nops(pwr_points));  
   f2 := pwr_points[i2, 1];  
  
pwr2 := 94.0929446433109  
i2 := 44  
f2 := 0.9555555556
```

(23.1.6)

第二个周期是：

```
> T2 := 1/f2;  
  
T2 := 1.046511628
```

(23.1.7)

注意到 T1 和 T2 接近于原方程中的角度乘数，是期望的结果。

MapleSim

提取MapleSim多领域模型的系统方程，完成深度数学分析。

编程

Maple内置完整的程序语言，编写Maple程序实际上是非常简单的，只要在你每天使用的一系列命令前后分别加上proc()及end即可。利用Maple自带的函数程序构造应用程序，是一件极为容易的事情。

介绍

例子：

```
prog := proc(x, y)
  sqrt(x2 + y2)
end proc;
proc(x, y) sqrt(x2 + y2) end proc
```

 (25.1.1)

```
prog(6, 4)
2√13
```

 (25.1.2)

参数，局部和全局变量

例子

```
restart :
Plus := proc(x, y)
  local a, b;
  global c;
  a := x - y;
  b := x * y;
  c := xy;
  x + y;
end proc;
proc(x, y) local a, b; global c; a := x - y; b := x * y; c := xy; x + y end proc
```

 (25.2.1)

```
Plus(2, 3)
5
```

```
a
a
```

 (25.2.3)

```
b
b
```

 (25.2.4)

```
c
8
```

 (25.2.5)

如何引用Procedure中的多个变量（全局 vs 局部变量）

```
restart;
```

```

X := proc( ) local a, b;
a := A;
b := B;
[a, b];
end proc :

```

```

X( ); a; b;

```

```

[A, B]
a
b

```

(25.2.6)

```

restart;
X := proc( ) global a, b;
a := A;
b := B;
[a, b];
end proc :

```

```

X( ); a; b;

```

```

[A, B]
A
B

```

(25.2.7)

if 语句

例子 :

```

restart :
x := 1173 :

```

```

if not isprime(x) then
  ifactor(x);
end if;

```

(3) (17) (23)

(25.3.1)

if..else 语句

```

restart :
x := -12 :

```

```

if not type(x, integer) then
  printf("%a 不是一个整数。", x);
elif x ≥ 10 then
  printf("%a 是一个1位以上的整数。", x);
elif x ≥ 0 then

```

```

    printf("%a 是一个一位整数。", x);
else
    printf("%a 是一个负整数。", x);
end if;
-12 是一个负整数。

```

for循环

例子

```

for n to 5 do
    evalf(sqrt(n));
end do;

```

```

1.
1.414213562
1.732050808
2.
2.236067977

```

(25.4.1)

多个if语句的for循环

```

restart;
x := [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10]:

```

```

for i from 1 by 1 to 10 do
if x[i] = 1 then y[i] := A
elif x[i] = 2 then y[i] := B
elif x[i] = 3 then y[i] := C
elif x[i] = 4 then y[i] := D
else y[i] := E:
end if end do:

```

```

[seq(y[i], i=1 ..10)]

```

```

[A, B, C, D, E, E, E, E, E, E]

```

(25.4.2)

For/Do循环和Break

```

restart;

```

```

L := [1, 2, 3, 5, 8, 3]:

```

```

for x in L do if x = 3 then print(x - 1); break

```

end if end do ;

2

(25.4.3)

Do循环

restart;

with(Statistics) :

randomize() :

from 1 to 4 do

r := Sample(RandomVariable(Normal(0, 1)), 1)[1];

A + r;

print(%);

end do:

A - 1.01249112981192

A - 0.211161891395087

A - 1.97875778202598

A + 0.0273492112847870

(25.5.1)

For 和 Do 循环

restart; with(Statistics) : randomize() :

T := table() :

for i from 1 to 4 do

r := Sample(RandomVariable(Normal(0, 1)), 1)[1];

T[i] := A + r;

end do:

B := convert(T,'list');

*[A - 3.04204202516378, A - 0.968967244058285, A + 0.128004118112288, A
+ 0.441886301858731]*

(25.5.2)

也可以用procedure求解

```
restart;  
with(Statistics) : randomize( ) :
```

```
A := proc( )
```

```
local r :
```

```
r := Sample(RandomVariable(Normal(0, 1)), 1)[1];  
A + r;
```

```
end proc:
```

```
[seq(A( ), i=1 ..4)];
```

```
[A + 0.454001508485450, A - 1.03254533652027, A + 0.00478055908421966, A  
- 0.208289147913289] (25.5.3)
```

或者

```
restart; with(Statistics) : randomize( ) :
```

```
for i from 1 to 4 do
```

```
r := Sample(RandomVariable(Normal(0, 1)), 1)[1];  
T[i] := A + r;
```

```
end do:
```

```
B := [seq(T[i], i=1 ..4)];
```

```
[A - 0.767569118331263, A - 0.297288330682681, A - 0.709964364636183, A  
+ 0.859391488906452] (25.5.4)
```

▼ While循环

```
restart;  
with(LinearAlgebra) :
```

```
x := Vector([2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 9, 8, 7]) :  
y := Vector([1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12]) :
```

```
for i from 1 to Dimensions(x) while x[i] > y[i] do A[i] := 1 : st := i :
```

```
end do :
```

```
[seq(A[i], i=1 ..st) ];
```

```
st;
```

```
[1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1]
```

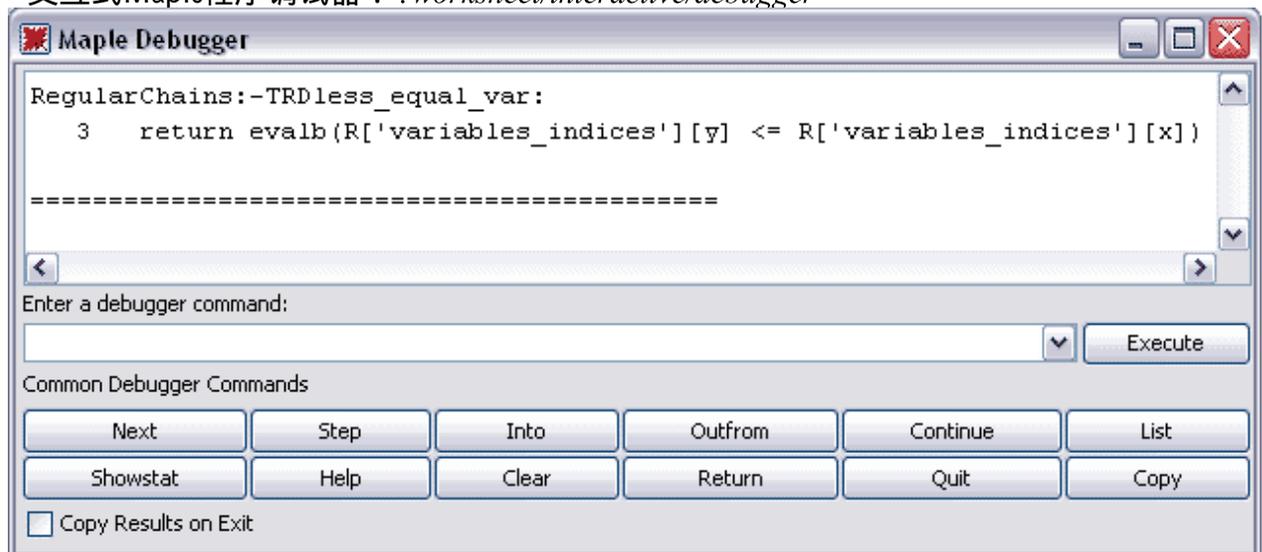
```
9
```

(25.6.1)

调试命令和工具

?Debugger

- 交互式Maple程序调试器 : ?worksheet/interactive/debugger



- 调试命令 ?worksheet/interactive/debugger

查看函数的源代码

```
[> restart;  
[> interface(verboseproc = 2);
```

然后用函数“print”。

示例：

```
[> print(sin);  
[> print(VectorCalculus[Gradient]);
```

注意：您不能使用该方法查看Maple内核的源代码。

代码生成

介绍

代码生成是Maple中非常有用的工具之一，用于部署它的结果到其他系统。Maple转换公式、数值程序、数据集和矩阵到编译语言。Maple支持转换到C、MATLAB、Java、Visual Basic、和 Fortran。

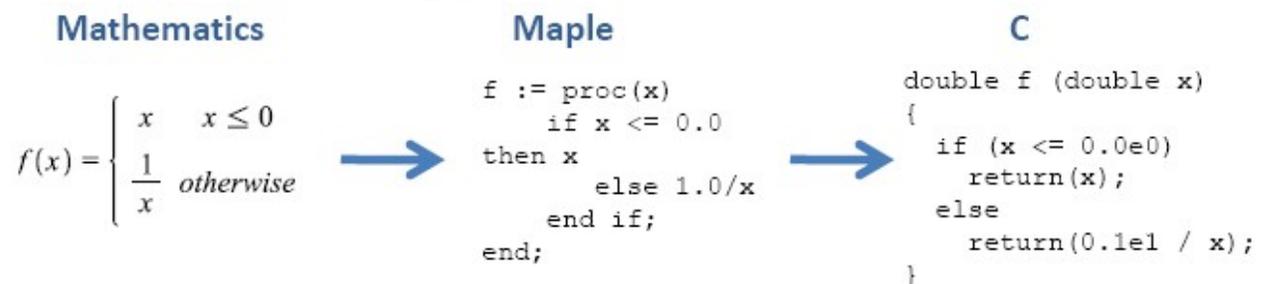
```
[> restart;  
  with( CodeGeneration );  
[ C, Fortran, IntermediateCode, Java, LanguageDefinition, Matlab, Names, Save,      (26.1.1)  
  Translate, VisualBasic ]
```

使用 [CodeGeneration](#) 程序包，您可以转换Maple公式、一组代表计算序列的方程、一个程序体、或者一个 [rtable](#) 到任意的目标语言。

- Maple表达式和rtable元素被转换，并赋值给目标语言中的变量，变量名是自动生成的。
- Maple方程列表被转换为目标语言中的一组赋值语句。
- Maple编程程序体被转换为目标语言中的等效程序。

使用代码生成工具可实现的任务：

- 从方程（组）到源代码。
 - 一般的应用程序开发（软件到软件）
 - 实时仿真（软件到硬件，通过RT平台）



- 自动化模型推导和编程过程
 - 更多的目标语言
 - 优化代码和方程简化

3.1 转换 Maple 公式

例子：计算一个包含符号项的 3x3 矩阵的逆矩阵，将结果转换为高效的C代码。

输入一个包含符号项的 3x3 矩阵：

$$\text{> } M := \begin{bmatrix} a & 3 & c \\ 1 & b & 2 \\ -1 & 0 & -1 \end{bmatrix};$$

计算 M 的逆：

$$\text{> } Minv := M^{(-1)};$$

输出逆矩阵到C代码：

```
> C(Minv)
cg[0][0] = b / (3 - c * b + a * b);
cg[0][1] = -3 / (3 - c * b + a * b);
cg[0][2] = (-6 + c * b) / (3 - c * b + a * b);
cg[1][0] = 1 / (3 - c * b + a * b);
cg[1][1] = (a - c) / (3 - c * b + a * b);
cg[1][2] = (2 * a - c) / (3 - c * b + a * b);
cg[2][0] = -b / (3 - c * b + a * b);
cg[2][1] = 3 / (3 - c * b + a * b);
cg[2][2] = -(-3 + a * b) / (3 - c * b + a * b);
```

这段代码可以正常工作，但计算效率低，这是因为它多次重复计算表达式 $(-3 + b * c - a * b)$ 。这个表达式可以仅计算一次，然后存储在一个变量中供其他表达式引用。我们可以使用C输出命令中的optimize选项实现这个目的。

通常情况下，optimize选项会优化输出代码中算法运算的数目。

```
> C(Minv, optimize)
t1 = (int) ((double) c * (double) b);
t2 = (int) ((double) a * (double) b);
t4 = 1 / (3 - t1 + t2);
t5 = b * t4;
t6 = 3 * t4;
cg0[0][0] = t5;
cg0[0][1] = -t6;
cg0[0][2] = (-6 + t1) * t4;
cg0[1][0] = t4;
cg0[1][1] = (a - c) * t4;
cg0[1][2] = (2 * a - c) * t4;
cg0[2][0] = -t5;
cg0[2][1] = t6;
cg0[2][2] = -(-3 + t2) * t4;
```

现在可以发现这段代码的效率有了显著提高。

3.2 转换 Maple 程序体

例子：将Maple中实现牛顿方法的程序转换为 C, Java, Matlab, Fortran 和 Visual Basic.

下面的Maple程序使用牛顿方法计算 $\cos(ax + b)$ 靠近给定起始点的一个根。用户输入整数 a 和 b ，和起始点。

```
> f := proc(a::integer, b::integer, x::float)
    local x0, x1, v, vp;

    x1 := x;
    x0 := x+1;

    while abs(x1-x0)>10^(-3) do
        v := cos(a*x1+b);
        vp := -a*sin(a*x1+b);
        x0 := x1;
        x1 := x1-v/vp;
    end do;

    x1;
end proc;
```

```
> f(2, 3, 0.3)
0.8561944904 (26.3.1)
```

```
> cos(2 % + 3)
6.153101422 10-10 (26.3.2)
```

转换程序到C代码。注意Maple包含 C's math.h 库。它也赋予输入变量为 int 和 double，对应于Maple的数据类型 integer 和 float。

```
> C(f)
#include <math.h>

double f (int a, int b, double x)
{
    double x0;
    double x1;
    double v;
    double vp;
    x1 = x;
    x0 = x + 0.1e1;
    while (0.1e1 / 0.1000e4 < fabs(x1 - x0))
    {
        v = cos((double) a * x1 + (double) b);
        vp = -(double) a * sin((double) a * x1 + (double) b);
        x0 = x1;
        x1 = x1 - v / vp;
    }
    return(x1);
}
```

转换程序到Fortran。

```
> Fortran(f)
```

转换程序到 Java。注意到代码包含一个 Java 输入 `java.lang.Math` 类。

```
[> Java(f)
```

转换程序到 VB。

```
[> VisualBasic(f)
```

转换程序到 MATLAB。

```
[> Matlab(f)
```

► 转换为新的目标语言（可选）

► 使用选项修整生成的代码

▼ OpenMaple API

Maple allows you to call external functions written in C, Java, and Fortran. Results are returned to Maple where you can continue to work with them.

Through the OpenMaple API, you can also call Maple from an external program. This means that you can take advantage of all of the mathematical power available in Maple, from your own programs.

The OpenMaple API currently supports programs written in C, Java, and Visual Basic.

▼ OpenMaple API: C Example

```
/* initialize Maple */
if((kv=StartMaple(argc,argv,&cb,NULL,NULL,err))==NULL ){
    fprintf(stderr,"Fatal error, %s\n",err);
    return( 1 );
}

printf("Evaluate an integral: \n\t");
r = EvalMapleStatement(kv,"int(1/(x^4+1),x);");

/* assign x a value and reevaluate the integral */
MapleAssign(kv,
ToMapleName(kv,"x",TRUE),
ToMapleInteger(kv,0));
r = MapleEval(kv,r);

MapleALGEB_Printf(kv,
"\nEvaluated at x=0, the integral is: %a\n",r);
```

External Calling

The `define_external` command links in an externally defined function (for example, from a DLL under Windows, or from a shared library under UNIX), and produces a Maple procedure that acts as an interface to this external function.

- ▶ External Calling to C
- ▶ External Calling to Fortran
- ▶ External Calling to Java

▶ The Maple Compiler

技术支持 : maple@cca-es.com
www.maplesoft.com.cn