


Katedra Informatyki Stosowanej - Studium Podstaw Informatyki

Pakiet MathCaD - Część I

Ćwiczenie 1

Wprowadzanie tekstu do dokumentu

- realizuje polecenie menu **Insert | TextRegion**
 - lub naciśnięcie klawisza 
 - lub rozpoczęcia pisania regionu matematycznego i wprowadzenie obowiązkowo znaku spacji, co powoduje przekształcenie go w region tekstowy
- a). Utwórz dwa regiony tekstowe zawierające po trzy linie tekstu.
- w pierwszym regionie sformatuj kolejne linie wybierając z listy następujące style:
 - zaznacz pierwszą linię i wybierz styl **Heading1**,
 - zaznacz drugą linię - styl **Heading2**
 - zaznacz trzecią linię - styl **Heading3**
 - korzystając z opcji menu **Format | Text...** w drugim regionie sformatuj linie następująco:
 - linia pierwsza - czcionka Times New Roman, rozmiar 14, kolor zielony;**
 - linia druga - czcionka Courier New CE, pogrubiona kursywa, rozmiar 12**
 - linia trzecia - czcionka Arial CE, styl normalny, rozmiar 11, kolor fukcja**
- b). - wybierając opcję **Format | Paragraph...** wyśrodkuj teksty w pierwszym regionie, zaś w drugim regionie wyrównaj do prawej (opcja **Alignment**)
- c). - wykorzystując ikony na pasku narzędziowym **Align Across** wyrównaj oba regiony w poziomie, następnie przemieść jeden z regionów i wyrównaj oba w pionie - **Align Down**.

Ćwiczenie 2

a). Formatowanie czcionek w równaniach

Wybierając opcję **Format | Equation...** ustal format wyświetlanych równań (regionów matematycznych) w całym dokumencie:

- zmienne (Variables) - czcionka Arial, pogrubiona, rozmiar 12, kolor czarny**
- stałe (Constans) - czcionka Arial, pogrubiona, rozmiar 12, kolor granatowy**

b). Formatowanie wyników numerycznych - opcja: **Format | Results... | Number Format | General**

Uwaga: Wybrane wyniki będą formatowane "specjalnie" (lokalnie).

Uwaga: Do realizacji następnych ćwiczeń należy wykorzystywać paletę **Calculator**. Rozwiń paletę Calculator. Jeżeli nie jest widoczny pasek narzędzi matematycznych, na którym znajduje się paleta Calculator, to wyświetl go poleceniem

View | Toolbars | Math

Pasek narzędzi **Math** zawiera następujące palety:

Calclartor | Graph | Vector and Matrix | Evaluation | Calculus | Boolean | Programming |Greek Symbol | Symbolic Keyword

Ćwiczenie 3

Automatyczne i ręczne przeliczanie arkusza

MathCad ma domyślnie ustawioną opcję automatycznego przeliczania arkusza obliczeniowego, co sygnalizowane jest napisem **Auto** w pasku stanu.

Jeżeli chcemy wyłączyć tryb automatycznego przeliczania, należy wykonać polecenie

Tools | Calculate | Automatic Calculation

$$\pi = 3.142$$

Wyłącz automatyczne przeliczanie i wyświetl wartość stałej e

$$e = 2.718 \quad - \text{wynik pojawi się dopiero po wciśnięciu F9.}$$

Włącz automatyczne przeliczanie!

Ćwiczenie 4

Lokalne formatowanie wyników obliczeń

Wykorzystując opcje **Format | Results... | Number Format**

wyświetl wynik obliczeń wyrażenia $10000 \cdot \pi$ w notacjach:

- | | |
|------------------------|--|
| a). <i>General</i> | $10000 \cdot \pi = 31.416 \times 10^3$ |
| b). <i>Decimal</i> | $10000 \cdot \pi = 31415.927$ |
| c). <i>Scientific</i> | $10000 \cdot \pi = 3.142 \times 10^4$ |
| d). <i>Engineering</i> | $10000 \cdot \pi = 31.416 \times 10^3$ |
| e). <i>Fraction</i> | $10000 \cdot \pi = \frac{29038651959}{924329}$ |

Ćwiczenie 5

Wyznaczanie wartości wyrażeń:

Oblicz:

a).
$$\frac{1}{2} + \frac{2}{3} + \frac{5}{6} = 2$$

<-- Wprowadź:
 $1/2 <spacja> + 2/3 <spacja> + 5/6 <spacja> =$

b).
$$2 \cdot 6^{\frac{1}{5}} + \frac{1.6}{2^2 + 5^6} = 2.862$$

<-- Wprowadź:
 $2 * 6^{1/5} <spacja> + 1.6 / 2^2 <spacja> + 5^6 <spacja> <spacja> <spacja> <spacja> =$

Uwaga: Przypisanie zmiennej wartości realizuje symbol: **:** (w dokumencie pojawi się dwuznak **:=**)

c). dla $x := 7$ i $y := 13$ oblicz: $\frac{2 \cdot x}{y + 5} = 0.778$

d). dla $x := 56$ i $y := 35$ oblicz: $\log(x) + \ln(x - 1) - 13x^2 = -40762.24$
 $x^y - \tan(x - y) + e^x = 1.5367 \times 10^{61}$

e). oblicz 5! 10! 20!

$5! = 120$ $10! = 3628800$ $20! = 2432902008176640000$

f). dla $x := 1$ i $y := -5$ oblicz: $(x + 6) \cdot (y^3 - 1) = -882$

g). dla $X := 23.7$ i $y := -5$

oraz $z_1 := -2$

<-- Aby wprowadzić indeks literowy **1** dla zmiennej **z** należy wpisać **<.>** (kropkę) bezpośrednio po nazwie zmiennej;

<-- Instrukcja przypisania ma postać: **z.1:-2**

$v_{zero} := 0.67$

<-- Należy wpisać: **v.zero:0.67**

oblicz: $\frac{z_1 + y^2}{\sqrt{X}} = 4.724$

$\frac{5 \cdot v_{zero} + \sqrt[3]{y} + \log(X)}{e^{2+y}} = 60.553$

<--Wprowadź:

$5*v.zero + \sqrt[3]{y} + \log(X) / e^{2+y} =$

Aby wstawić stopień pierwiastka **3** należy:

- po wpisaniu **y** pod pierwiastkiem kliknąć znak braku w miejscu stopnia pierwiastka
- wpisać **3**
- dalej jak w opisie

Ćwiczenie 6

Definiowanie własnych funkcji i wyznaczanie ich wartości dla danych argumentów

1. Zdefiniuj następujące funkcje i wyznacz ich wartości:

$$\text{a). } f(x) := \frac{2^{3.1} + \pi}{3^{2 \cdot x}} \quad f(1.5) = 0.434$$

$$\text{b). } g(x) := 2 \cdot \sin(3 \cdot x) \quad g\left(\frac{\pi}{12}\right) = 1.414$$

$$\text{c). } h(x) := 2 \sin(3 \cdot x)^2 \quad h\left(\frac{\pi}{12}\right) = 1$$

$$\text{d). } u(x) := \frac{e^{x+0.1}}{\sqrt[3]{2x}} \quad u(0.9) = 2.235$$

2. Zdefiniuj długość wektora na płaszczyźnie o współrzędnych [x,y]

$$\text{dist}(x, y) := \sqrt{x^2 + y^2} \quad \text{dist}(1, 1) = 1.414$$

Ćwiczenie 7

Zdefiniuj trójmian kwadratowy $w(x) := a \cdot x^2 + b \cdot x + c$

i wyznacz:

- miejsca zerowe trójmianu
- wartości pierwszej i drugiej pochodnej w dowolnym punkcie np. $x_0 = -0.75$
- wartość całki oznaczonej w przedziale $\langle 1, 3 \rangle$
- stabilizuj funkcję $w(x)$ w przedziale $\langle -2.5, 2 \rangle$ z krokiem $h=0.3$
- wykonaj wykres trójmianu w przedziale $\langle -2.5, 2 \rangle$

Nadanie wartości współczynnikom trójmianu:

$$a := 2 \quad b := 3 \quad c := -2$$

Definicja funkcji:

$$w(x) := a \cdot x^2 + b \cdot x + c$$

a). Miejsca zerowe trójmianu kwadratowego:

$$\Delta := b^2 - 4 \cdot a \cdot c \quad \Delta = 25$$

$$x_1 := \frac{-b - \sqrt{\Delta}}{2a} \quad x_2 := \frac{-b + \sqrt{\Delta}}{2 \cdot a}$$

$$x_1 = -2 \quad x_2 = 0.5$$

b). Wartości pierwszej i drugiej pochodnej w punkcie $x_0 = -0.75$

$x_0 := -0.75$

$y_1 := \frac{d}{dx_0} w(x_0)$ $y_1 = 0$

$y_2 := \frac{d}{dx_0} \frac{d}{dx_0} w(x_0)$ $y_2 = 4$

<-- Symbol $\frac{d}{d}$ należy wstawić z palety **Calculus**

<-- Aby wynik otoczyć ramką, należy:
 - kliknąć na wyniku
 - wybrać opcję **Format | Properties...**
 - zaznaczyć **Show Border**

<-- Aby wypełnić tło kolorem należy dodatkowo zaznaczyć **Highlight Region** i wybrać kolor z palety.

$w(x_0) = -3.125$

Wniosek: Punkt o współrzędnych (-0.75, -3.125) jest wierzchołkiem paraboli.

c). Wartość całki oznaczonej w przedziale <1, 3>

$I := \int_1^3 w(x) dx$ $I = 25.333$

<-- Symbol $\int dx$ należy wstawić z palety **Calculus**

d). Tablica wartości trójmianu w przedziale <-2.5, 2> z krokiem h=0.3

Aby stabilizować funkcję, należy wcześniej zdefiniować zmienną zakresową przyjmującą wartości z podanego przedziału z krokiem h.

Definicja zmiennej zakresowej:

zmienna:wartość_początkowa,wartość_następna;wartość_końcowa

$x := -2.5, -2.2 .. 2$

<-- Należy wpisać: **x:-2.5,-2.2;2**

x =

-2.5
-2.2
-1.9
-1.6
-1.3
-1
-0.7
-0.4
-0.1
0.2
0.5
0.8
1.1
1.4
1.7
2

w(x) =

3.00
1.08
-0.48
-1.68
-2.52
-3.00
-3.12
-2.88
-2.28
-1.32
-0.00
1.68
3.72
6.12
8.88
12.00

<-- Aby wyświetlić wartości zmiennej zakresowej i tablicę wartości funkcji należy wpisać:

x= w(x)=

<-- Aby wyniki były wyrównane poziomo - należy kilkakrotnie wcisnąć klawisz "strzałki w prawo"

<-- Aby wyświetlić wartości trójmianu z dokładnością do dwóch miejsc po kropce, należy wykonać:
 - kliknąć na tablicy wartości trójmianu
 - wybrać opcję **Format | Result... | Number Format | Decimal**
 - w oknie **Number of decimal places** wybrać **2**
 - oraz zaznaczyć opcję: **Show trailing zeros**

e). Wykres funkcji kwadratowej $w(x)$ w przedziale $\langle -2.5, 2 \rangle$

Aby wstawić wykres funkcji jednej zmiennej w układzie kartezjańskim należy:

1. zdefiniować funkcję
2. zdefiniować zakres zmiennej niezależnej jako **zmienną zakresową**, która zawiera informacje o przedziale wykresu i o kroku zmienności
3. ustawić punkt wstawiania w wybranym miejscu i wybrać opcję:

Insert | Graph | X-Y Plot

lub **wybrać ikonę X-Y Plot z palety Graph**

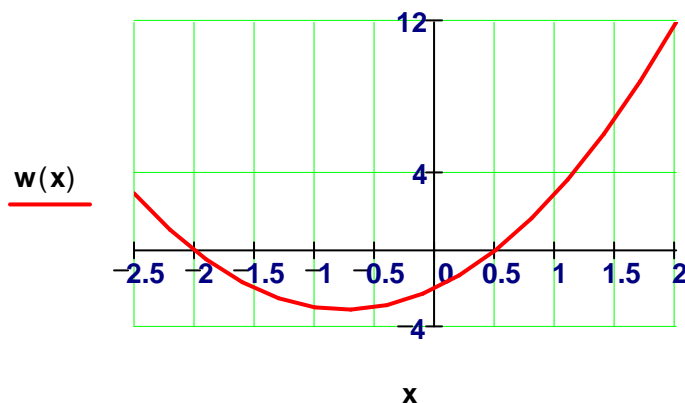
lub wcisnąć **@ (<Shift>+2)**

4. Na wyświetlonym szablonie wykresu wpisać:
 - w miejscu braku poniżej wykresu (po środku) - nazwę zdefiniowanej zmiennej niezależnej **X**
 - w miejscu braku z lewej strony szablonu (po środku) - nazwę funkcji **w(x)** i kliknąć poza szablonem.
5. Jeżeli chcemy na jednym wykresie przedstawić więcej niż jedną funkcję, to należy z lewej strony szablonu wykresu wpisać **nazwy funkcji - oddzielone przecinkami** (kolejne nazwy funkcji są przenoszone do następnych linii).
6. Sformatować wykres.

Uwaga: Jeżeli wcześniej w dokumencie **nie zdefiniowaliśmy zmiennej zakresowej** (punkt 2), to MathCad przyjmie domyślnie zakres dla zmiennej niezależnej $\langle -10, 10 \rangle$ i taki krok, aby wykres był "w miarę" gładki.

Definicja funkcji: $w(x) := 2 \cdot x^2 + 3 \cdot x - 2$

Definicja zmiennej zakresowej: $x := -2.5, -2.2 .. 2$



Ćwiczenie 8

Narysuj wykres funkcji $w(x)=3x^3-2x^2+5x-10$ i jej pierwszej i drugiej pochodnej w przedziale $\langle -3,3 \rangle$

Na wykresie wypełnij tylko:

- x - nazwa zmiennej niezależnej
- 3 - dolna granica zakresu zmiennej x
- 3 - górna granica zakresu zmiennej x

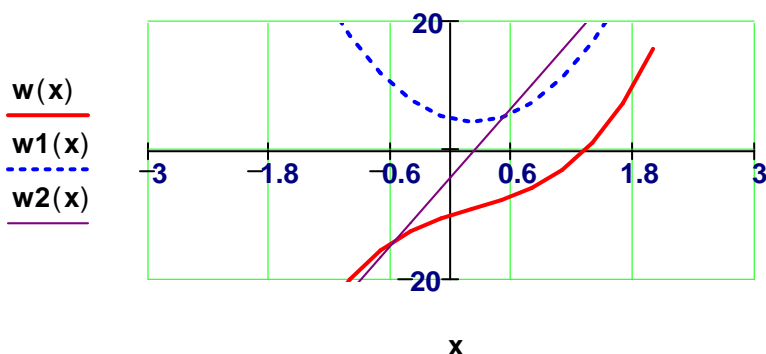
w(x),w1(x),w2(x) - nazwy wyświetlanych funkcji oddzielone przecinkiem

Definicja funkcji, pierwszej i drugiej pochodnej:

$$w(x) := 3 \cdot x^3 - 2 \cdot x^2 + 5 \cdot x - 10$$

$$w1(x) := \frac{d}{dx} w(x)$$

$$w2(x) := \frac{d}{dx} \frac{d}{dx} w(x)$$



<-- Wyskaluj oś OY do wartości z przedziału <-20, 20>

Ćwiczenie 9

Narysuj wykres funkcji $y(x)=x \cdot \sin(x)$ i jej pochodnej w przedziale $\langle -4\pi, 4\pi \rangle$

Na wykresie wypełnij tylko:

x - nazwa zmiennej niezależnej

$-4 \cdot \pi$ - dolna granica zakresu zmiennej x

$4 \cdot \pi$ - górna granica zakresu zmiennej x

$f(x), f1(x)$ - nazwy wyświetlanych funkcji oddzielone przecinkiem

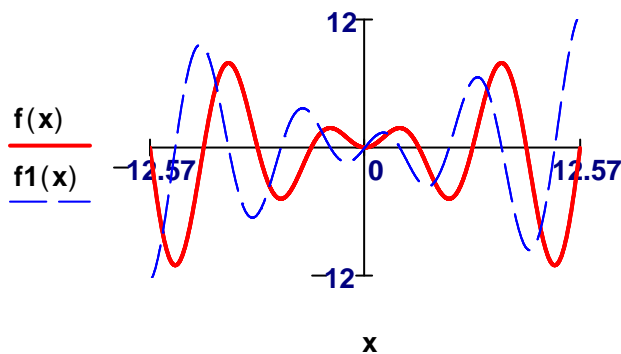
Definicja zmiennej zakresowej

$$x := -4 \cdot \pi, -4 \cdot \pi + 0.01 .. 4 \cdot \pi$$

Definicja funkcji i jej pochodnej:

$$f(x) := x \cdot \sin(x) \quad f1(x) := \frac{d}{dx} f(x)$$

<-- Symbol pochodnej należy wstawić z palety **Calculus**



FORMATOWANIE WYKRESU KARTEZJAŃSKIEGO

Formatowanie wykresu kartezjańskiego obejmuje:

- wyświetlenie pionowych linii siatki, wartości liczbowych oraz podziału siatki dla zmiennej niezależnej;
- wyświetlenie poziomych linii siatki, wartości liczbowych oraz podziału siatki dla zmiennej zależnej;
- ustalenie koloru, grubości i typu linii prezentującej dany przebieg;
- wyświetlenie lub ukrycie tytułu i legendy wykresu.

Wywołanie formatowania wykresu następuje po:

- po kliknięciu w obszarze wykresu i wybraniu opcji **Format | Graph | X-Y Plot...**
- po **dwukrotnym kliknięciu** w obszarze wykresu
- po wybraniu z **menu podręcznego opcji Format...**

Pojawia się okno formatowania **Formatting Currently Selected X-Y Plot** zawierające cztery zakładki,

- zakładkę **X-Y Axes**
- zakładkę **Traces**
- zakładkę **Labels**
- zakładkę **Defaults**

których rozwinięcie powoduje możliwość ustawienia opcji wykresu.

Zakładka X-Y Axis

- umożliwia ustawienie ogólnego wyglądu osi układu współrzędnych.

Kolejno w dwóch kolumnach można zaznaczyć ustawienia osobno dla obu osi:

- **Log Scale** - możliwość ustawienia na osiach wykresu skali logarytmicznej
- **Grid Lines** - możliwość wstawienia w układzie współrzędnych siatki kwadratowej;
- liczbę linii ustala się w **Number of Grids** przy wyłączonej opcji **Auto Grid**
- **Numbered** - możliwość wyświetlenia dodatkowych wartości na podziałce osi;
(standardowo opcja ta jest domyślnie wybrana)
- **Autoscale** - ustawienie tej opcji powoduje automatyczny dobór zakresu na osi, aby powierzchnia wykresu była optymalnie wykorzystana;
(standardowo opcja ta jest domyślnie wybrana)
- **Show Markers** - powoduje wyświetlenie się pod osiami układu współrzędnych dwóch miejsc braku do wpisywania współrzędnych;
- **Auto Grid** - powoduje automatyczny dobór linii siatki na wykresie - po wybraniu tej opcji nie jest dostępne pole **Number of Grids**
- **Number of Grids** - określenie liczby linii siatki z przedziału <2, 99>;
opcja jest aktywna, gdy nie jest zaznaczona opcja **Auto Grid**

Ramka **Axes Style** - opcje występujące w ramce pozwalają dostosować wygląd układu współrzędnych

- Boxed** - układ współrzędnych otoczony jest ramką
- Crossed** - układ współrzędnych w tradycyjnej postaci (w postaci dwóch osi)
- None** - brak układu współrzędnych
- Equal Scales** - dobór jednakowej skali na obu osiach.

Zakładka TRACES

Karta Traces daje możliwość ustawienia parametrów wyświetlanych linii takich jak: kolor, rodzaj linii, szerokość, typ wykresu, sposób wyświetlania punktów ważnych dla wykresu. Karta ta nabiera większego znaczenia, gdy ilustruje się kilka funkcji jednocześnie w jednym układzie współrzędnych. Przykładowo pierwszy wykres (Trace1) jest rysowany linią ciągłą w kolorze niebieskim, o grubości 1.

Parametry:

Legend Label - oznaczenie wykresu (nazwa krzywej ukazująca się w legendzie)

Symbol Frequency - specyfikuje jak często będzie wstawiany symbol punktów na krzywej:

1 - oznacza, że symbol będzie wstawiony dla każdego punktu

2 - oznacza, że symbol będzie wstawiany dla co drugiego punktu

Symbol - określa sposób wyświetlania punktów na wykresie.

Po rozwinięciu ukazuje się lista symboli, które można wybrać dla każdego punktu na krzywej.

W menu dostępne są:

blank box - brak oznaczenia punktów (opcja ustawiona domyślnie)

x's - krzyżykami **x**

+s - znakami **+**

box - kwadracikami

dmnd - rombami

o's - kółeczkami

- wypełnionymi kwadracikami

- wypełnionymi rombami

- wypełnionymi kółeczkami

- wypełnionymi trójkącikami

Symbol Weight - określa rozmiar dla każdego symbolu wstawianego na krzywej, liczby 1-9 i p

Line - określa rodzaj linii; W menu dostępne są:

solid - linia ciągła

dot - linia kropkowana

dash - linia przerywana

dadot - linia "kropka-kreska"

Line Weight - określa grubość linii, liczby 1-9 i p

Color - określa kolor linii - dostępnych jest standardowo 8 kolorów

Type - określa w jakiej postaci ukaże się krzywa. Dostępne są opcje:

lines - liniowy

points - punktowy

error - słupki błędów (ten typ może być wybrany tylko wtedy, gdy ustalimy go dla dwóch kolejnych krzywych), wybierany jest symbol **p** w Symbol Weight i w Line Weight

bar - słupkowy

step - schodkowy

draw - jako odcinki łamanej

stem - kolejne punkty wykresu są przedstawiane jako odcinki pionowe zakończone kółeczkiem - wybierany jest automatycznie symbol **kółeczko** i **p** w Symbol Weight i w Line Weight

solidbar - słupkowy wypełniony

Y-Axes - dotyczy tylko wykresów X-Y Axes

Hide Arguments - ukrywa wartości argumentów

Hide Legend - ukrywa legendę wykresu (opcja ta jest standardowo domyślnie zaznaczona).

Zakładka Labels - służy do opisu wykresu.

Title - można wpisać nazwę wykresu

Above - nazwa na górze

Below - nazwa na dole

Show Title - nazwa może być wyświetlona na wykresie

Axis Labels - nazwy poszczególnych osi

X-Axis - możliwość wpisania nazwy osi poziomej

Y-Axis - możliwość wpisania nazwy osi pionowej

Zakładka Defaults - pozwala korzystać z ustawień domyślnych:

Change to Defaults - umożliwia powrót do ustaleń domyślnych

Use dor Defaults - umożliwia przyjęcie bieżących ustaleń jako domyślne dla innych arkuszy.

PRZYKŁADY DEFINIOWANIA FUNKCJI WARUNKOWYCH

Uwaga:

Do definicji poniższych funkcji warunkowych należy wykorzystywać symbole tylko z palety **Programming**.

Przykładowe postaci funkcji warunkowych:

a).

$f(x) :=$	wyrażenie1 if warunek1
	wyrażenie2 if warunek2

<-- Wykonanie:

- wpisz $f(x):$ - w dokumencie pojawi się $f(x) :=$
- wypełnij znak braku klikając na palecie programowej **Add Line** - pojawi się pionowa linia z dwoma znakami braku $f(x) :=$
- każdy znak braku wypełnij zaczynając od wciśnięcia **if** - w miejscu każdego znaku braku pojawią się symbole:

$$f(x) := \begin{array}{l} \text{if} \\ \text{if} \end{array}$$

- wypełnij każdy z czterech znaków braku wyrażeniami i warunkami jak w definicji funkcji.

b).

$f(x) :=$	wyrażenie1 if warunek
	wyrażenie2 otherwise

Po kliknięciu **Add Line** :

- w miejsce pierwszego znaku braku wstaw **if**
- w miejsce drugiego znaku braku wstaw **otherwise**

c).

$f(x) :=$	wyrażenie1 if warunek1
	wyrażenie2 if warunek2
	wyrażenie3 if warunek3

Ćwiczenie 10

Zdefiniuj funkcję daną przepisem dualnym i wyznacz jej wartości:

$$f(x) := \begin{cases} (x-5)^2 & \text{if } x \leq 5 \\ \sqrt{x-5} & \text{if } x > 5 \end{cases}$$

$$f(1) = 16 \quad f(5) = 0 \quad f(9) = 2 \quad f(4.14) = 0.74$$

lub

$$f_1(x) := \begin{cases} (x-5)^2 & \text{if } x \leq 5 \\ \sqrt{x-5} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$f_1(1) = 16 \quad f_1(5) = 0 \quad f_1(9) = 2$$

Ćwiczenie 11

Zdefiniuj funkcję daną przepisem potrójnym.

Sporządź wykres funkcji w przedziale $\langle -2, 3 \rangle$

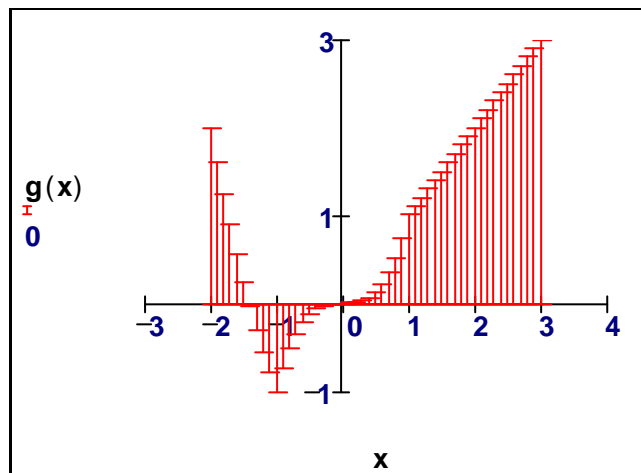
Wyznacz pole powierzchni ograniczonej wykresem funkcji i osią OX

$$g(x) := \begin{cases} x^2 - 2 & \text{if } x < -1 \\ x^3 & \text{if } (x \geq -1) \wedge (x \leq 1) \\ x & \text{if } x > 1 \end{cases}$$

$$x := -2, -1.9.. 3$$

$g(x) =$

2.000
1.610
1.240
0.890
0.560
0.250
-0.040
-0.310
-0.560
-0.790
-1.000
-0.729
-0.512
-0.343
-0.216
-0.125



Uwagi: - Aby na wykresie przedstawione zostały dwie funkcje $g(x)$ i 0 , należy z lewej strony osi OY wpisać: **$g(x), 0$**
 - W zakładce **Traces** typy obu funkcji: **error**

$$\text{pole} := \int_{-2}^3 |g(x)| dx \quad \text{pole} = 5.271$$

Ćwiczenie 12

Wykorzystywanie operacji z palety **Calculus**

Dana jest krzywa zdefiniowana dwiema funkcjami $y=f(x)$ i $y=-f(x)$

gdzie

$$f(x) := \sqrt{x}$$

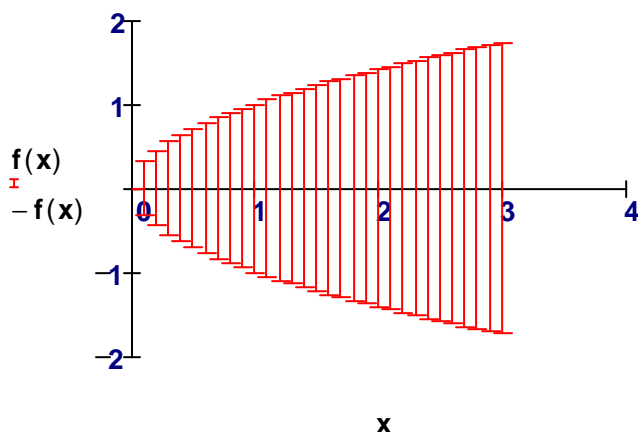
Wyznacz:

- długość łuku krzywej w przedziale $\langle a, b \rangle$
- pole powierzchni obrotowej powstałej z obrotu łuku krzywej $f(x)$ dookoła osi OX
- objętość bryły obrotowej ograniczonej powyższą powierzchnią i płaszczyzną $x=b$

a). Wykres funkcji $f(x)$ i $-f(x)$ przedstawia rysunek:

$$f(x) := \sqrt{x}$$

$$a := 0 \quad b := 3 \quad x := a, a + 0.1 .. b$$



b). Długość łuku krzywej w przedziale $\langle a, b \rangle$

$$L := \int_a^b \sqrt{1 + \left(\frac{d}{dx} f(x)\right)^2} dx \quad 2 \cdot L = 7.2229$$

c). Pole powierzchni obrotowej powstałej z obrotu łuku krzywej $y=f(x)$ dookoła osi OX

$$S := 2 \cdot \pi \cdot \int_a^b f(x) \cdot \sqrt{1 + \left(\frac{d}{dx} f(x)\right)^2} dx \quad S = 24.0186$$

d). Objętość bryły ograniczonej powyższą powierzchnią i płaszczyzną $x=b$

$$V := \pi \cdot \int_a^b f(x)^2 dx \quad V = 14.137167$$