







	ავაგოთ AB
	ავაგოთ AB სეგმენტის მართობი წრფე, რომელიც გადის
	მართობ წრფეზე ავაგოთ ახალი C
	ავაგოთ AB -ს პარალელური წრფე
	ავაგოთ AB - ს მართობი წრფე, რომელიც გადის

	ავაგოთ პერპენდიკულარული და პარალელური წრფეების გადაკვეთის
	წერტილი D . ავაგოთ $ABCD$ - მრავალკუთხედი არ დაგვავიწყდეს, რომ მრავალკუთხედის აგების ბოლო საფეხურზე
	უნდა დავაწკაპოთ კვლავ საწყის წერტილს
	შევინახოთ მიღებული კონსტრუქცია. გამოვიყენოთ გადაადგილების ხელსაწყო მიღებული


სანავიგაციო ზოლი და აგების პროტოკოლი

როდესაც გრაფიკულ არეზე გვაქვს უკვე აგებული ობიექტი, მისი აგების საფეხურების დათვალიერება შესაძლებელია ე.წ. სანავიგაციო ზოლის გამოყენებით. მისი გამოჩენა ხდება გრაფიკულ არეზე მაუსის მარჯვენა ღილაკის დაწკაპებით და შესაბამის მენიუში *Navigation Bar*- ის არჩევით.












უნდა გვახსოვდეს, რომ ამ დროს არჩეული უნდა გვქონდეს გადაადგილების



ხელსაწყო. სანავიგაციო ზოლს გააჩნია აგების პროცესის ავტომატურ რეჟიმში გაშვების საშუალებაც - Play.

გარდა ამისა, აგების საფეხურების დათვალიერება შესაძლებელია View მენიუში  Construction Protocol - ის არჩევით (აგების პროტოკოლი).

Construction Protocol




No.	Name	Tool...	Definition	Value	Caption
1	Point A		Intersection point of xAxis, yAxis	A = (0, 0)	
2	Point B		Point on xAxis	B = (4, 0)	
3	Segment a		Segment [A, B]	a = 4	
4	Line b		Line through B perpendicular to a	b: x = 4	
5	Point C		Point on b	C = (4, 2.3)	
6	Line c		Line through C parallel to a	c: y = 2.3	
7	Line d		Line through A perpendicular to a	d: x = 0	
8	Point D		Intersection point of c, d	D = (0, 2.3)	
9	Quadrilate...		Polygon A, B, C, D	poly1 = 9.2	

9 / 9






აგების საფეხურების არე წარმოადგენს ცხრილს, რომელშიც გადმოცემულია თითოეული საფეხურის დეტალური აღწერა. სპეციალური მენიუს  საშუალებით შესაძლებელია ცხრილის სასურველი სვეტების გამოჩენა - დამალვა. ამ ცხრილს აქვს სპეციალური სვეტი, რომლითაც შესაძლებელია საკვანძო საფეხურების (*Breakpoint*) მონიშვნა და მხოლოდ მათი გამოჩენა შესაბამისი მენიუს  გამოყენებით.




მაგალითი 2: წესიერი სამკუთხედის აგება

საჭირო ხელსაწყოები

	<p>Circle with Center through Point - მოცემული ცენტრის მექნე წრეწირი</p> <p>პირველი დაწკაპებით იქმნება წრეწირის ცენტრი, მეორე დაწკაპებით განისაზღვრება მისი რადიუსი</p>
	<p>Show / Hide Object - ობიექტის ჩვენება / დამალვა</p> <p>ობიექტის დამალვა / გამოჩენისათვის საკმარისია გამოვიყენოთ ამ ობიექტის შესაბამისი სპეციალური გადამრთველი, რომელიც ალგებრის ფანჯარაშია. ასევე შესაძლებელია კონტექსტური მენიუს გამოყენება</p>
	<p>Angle - კუთხე</p> <p>თანმიმდევრობით დავაწკაპოთ კუთხის განმსაზღვრელ წერტილებს. როდესაც დაწკაპების მიმდევრობა საათის ისრის ბრუნვის საწინააღმდეგო მიმართულებით ხდება, მიიღება შიდა კუთხე, რომლის წვერო რიგით მეორე წერტილია და პირიქით</p>

აგების საფეხურები

	<p>ა ვ ა გ ო თ AB</p>
	<p>ა ვ ა გ ო თ წ რ ე წ ი რ ი , რომ ლ ს ც ე ნ ტ რ ი ა A და რომ ე ლ ც გა დ ი ს B-ზე</p> <p><u>მი თ ი თ ე ბ ა</u> : გა დ ა ა ა დ გ ი ლ ო თ A და B წ ე რ ტ ი ლ ე ბ ი</p>
	<p>ა ვ ა გ ო თ წ რ ე წ ი რ ი , რომ ლ ს ც ე ნ ტ რ ი ა B და</p>
	<p>ა ვ ა გ ო თ ა მ ო რ ი წ რ ე წ ი რ ი ს გა დ ა კ ვ ე თ ი ს წ ე რ ტ ი ლ C</p>
	<p>ა ვ ა გ ო თ ABC მ რ ა ვ ა ლ უ თ ხ ე დ ი ს ა ა თ ი ს ის რ ი ს ბ რ უ ნ ვ ი ს მი მ ა რ თ უ ლ ე ბ ი ს სა წ ი ნ ა ა ლ მ დ ე გ ო დ</p>

	და ვ მ ა ლოთ ორი ვ ე
	გ ა მ ო ვ ა ჩ ი ნ ო თ ს ა მ კ უ თ ხ ე დ ის შ ი დ ა კ უ თ ხ ე ე ბ ი ა მ ს ა მ კ უ თ ხ ე დ ის შ ი გ ნ ი თ და წ კ ა პ ე ბ ი თ <u>შენიშვნა:</u> თუ მრავალკუთხედს ავაგებთ საათის ისრის ბრუნვის მიმართულებით, მაშინ მის შიგნით და წკაპება გამოაჩენს გარე კუთხეებს. ამის გამო ავაგეთიგი საწინააღმდეგო მიმართულებით
	შ ე ვ ი ნ ა ხ ო თ კ ო ნ ს ტ რ უ ქ ც ი ა გ ა და გ ა ა დ ა ი ლ ო თ ა გ ი ბ ო ლ ო ს ა მ კ უ თ ხ ე დ ი ი მ ა შ ი

GEOGEBRA-ს ობიექტების თვისებები

სტილის შერჩევის ზოლი




გრაფიკული არის მარცხენა ზედა კუთხეში მოთავსებულია ისრისებური ლილაკი, რომლის საშუალებითაც შესაძლებელია **სტილების ზოლის** გამოჩენა / დამალვა. ამ ზოლზე განლაგებული ლილაკების საშუალებით შესაძლებელია მოცემულ მომენტში არჩეული ობიექტის სხვადასხვა თვისებების (მაგ.: ფერი, ზომა, სტილი) ცვლილება.



ამ სახის სტილების ზოლი გააჩნია ყველა არეს. მისი დამალვა / გამოჩენა შესაძლებელია შესაბამის ისარზე მაუსის დაწკაპებით.

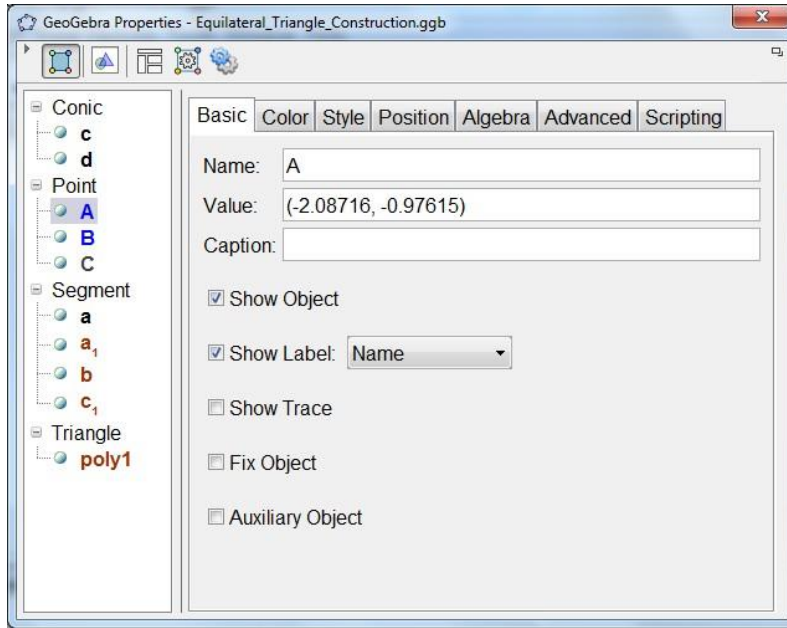
ობიექტის თვისებები

ობიექტების უმეტესობისათვის არსებობს მისი სასურველი სახის წარმოდგენის შერჩევის საშუალება (*Preferences* - დიალოგური ფანჯარა). ამის გაკეთება შესაძლებელია სხვადასხვა გზით:

- დააწკაპეთ  სიმბოლოს ხელსაწყოების ზოლის მარჯვენა კიდეში და შეარჩიეთ  *Objects* მენიუ.
- ობიექტზე დააწკაპეთ მაუსის მარჯვენა ლილაკი და კონტექსტურ მენიუში შეარჩიეთ  *Object Properties...*

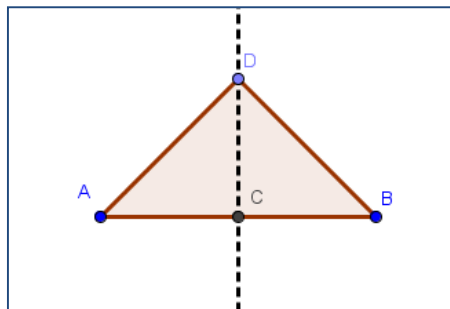
- პროგრამის ფანჯრის მენიუში აირჩიეთ *Edit* →  *Object Properties*

- აირჩიეთ გადაადგილების ხელსაწყო და ორმაგად დააწკაპეთ ობიექტს გრაფიკულ არეში. გამოსულ დიალოგურ ფანჯარაში (*Redefine*) დააწკაპეთ *Object Properties* ლილავს.





ამოცანა: ტოლფერდა სამკუთხედის აგება

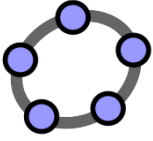
ავაგოთ ტოლფერდა სამკუთხედი ისე, რომ შესაძლებელი იყოს მისი ფუძის სიგრძისა და სიმაღლის ცვლილება შესაბამისი წვეროების გადაადგილებით.



ამ სამუშაოს შესასრულებლად დაგვჭირდება შემდეგი ხელსაწყოები:

	მონაკვეთი მოცემული ორი ბოლოთი		New Point - ახალი წერტილი
	Midpoint or Center - შუაწერტილი ან ცენტრი		Polygon - მრავალკუთხედი

	Perpendicular Line - მართობი წრფე		Move - გადაადგილება
---	-----------------------------------	---	---------------------

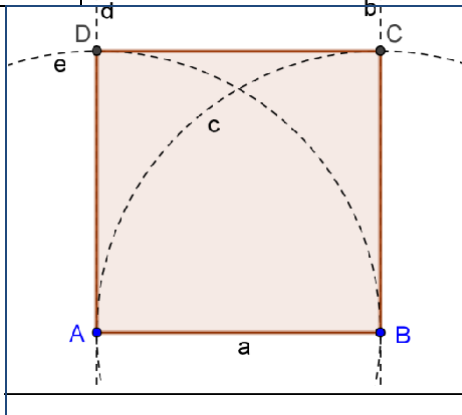


გეომეტრიული აგებები და ბრძანებების გამოყენება






მაგალითი 3: კვადრატის აგება






ამ აგების დროს გამოვიყენებთ შემდეგ ხელსაწყოებს:

	მონაკვეთი მოცემული ორი ბოლოთი		მრავალკუთხედი
	წრფის მართობი		ობიექტის ჩვენება / დამალვა
	მოცემულ წერტილზე გამავალი წრეწირი მოცემული ცენტრით		გადაადგილება
	ორი ობიექტის თანაკვეთა		




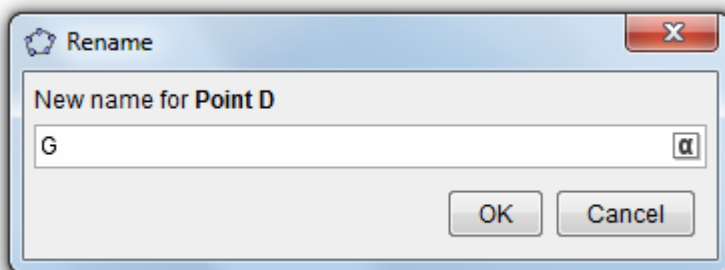
აგების საფეხურები

	ავაგოთ $a = AB$ სეგმენტი A და B
	ავაგოთ AB სეგმენტის მართობი b წრფე,
	ავაგოთ წრეწირი c , რომლის ცენტრია B და რომელიც გადის A -ზე
	ავაგოთ c წრეწირის და b წრფის თანაკვეთა, რომელსაც გამოვიყენებთ C -და
	ძირბიომბის ასაღიბას

	ავაგოთ e წრეწირი, რომლის ცენტრია A და
	ავაგოთ d წრფის თანაკვეთა e წრეწირთან E და F თანაკვეთის წერტილების
	ავაგოთ $ABCE$ მრავალკუთხედი მრავალკუთხედის აგების დასრულებისას არ დაგვავიწყდეს მის საწყის წერტილზე დაწკაპება
	დავმალოთ წრეწირები და მართობი წრფეები
	გადავაადგილოთ მიღებული ობიექტი აგების მიღებული ობიექტი გავაფორმოთ სტილების ზოლზე განლაგებულ







დავალბა: შევეცადოთ იგივე ობიექტი ავაგოთ სხვა გზით

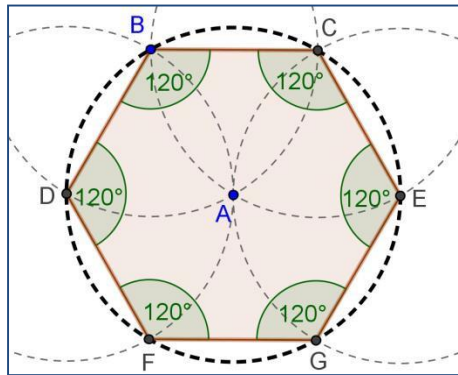
ობიექტისათვის სახელის სწრაფად გადარქმევა შესაძლებელია თუ მას ავირჩევთ გადაადგილების  ხელსაწყოთი და დავიწყებთ კლავიატურაზე ახალი სახელის აკრეფას. ამის შემდეგ გამოჩნდება დიალოგური ფანჯარა *Rename*.



მაგალითი 4: წესიერი ექვსკუთხედის აგება

საჭირო ხელსაწყოები

	წრეწირი მოცემული ცენტრით		კუთხე
	ორი ობიექტის თანაკვეთა		ობიექტის გამოჩენა / დამალვა
	მრავალკუთხედი		გადაადგილება



აგების საფეხურები

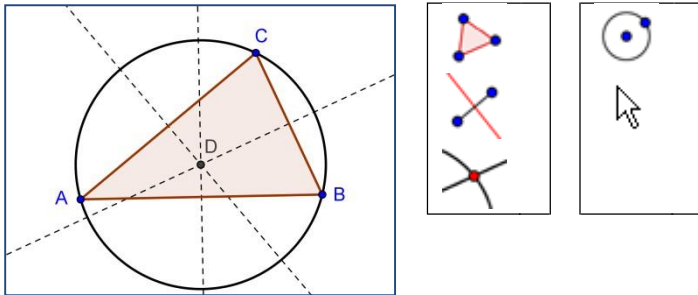
1		ავაგოთ c წრეწირი, რომლის ცენტრია A და რომელიც გადის B -ზე
2		ავაგოთ ახალი d წრეწირი, რომლის ცენტრია B და რომელიც გადის A -ზე
3		ავაგოთ c და d წრეწირები ექვსკუთხედის C და D წვეროების მისაღებად
4		ავაგოთ ახალი წრეწირი e , რომლის ცენტრია C და რომელიც გადის A -ზე
5		ავაგოთ ახალი e წრეწირის გადაკვეთა c წრეწირთან E წვეროს მისაღებად
		მითითება: ორი წრეწირის (მაგ., e და c წრეწირების) თანაკვეთის აგების შედეგად მიიღება ორი წერტილი. თუ ერთი მათგანი უკვე აგებული გვაქვს და გვჭირდება მხოლოდ მეორე, საკმარისია დავაწკაპოთ მხოლოდ ამ მეორე წერტილს.
6		ავაგოთ ახალი f წრეწირი, რომლის ცენტრია D და რომელიც გადის A -ზე
7		ავაგოთ ახალი f წრეწირის გადაკვეთა c წრეწირთან F წვეროს მისაღებად
8		ავაგოთ ახალი g წრეწირი ცენტრით E -ში, რომელიც გადის A -ზე
9		ავაგოთ ახალი g წრეწირის თანაკვეთა c -სთან G წვეროს მისაღებად
10		დავხაზოთ $FGECBD$ ექვსკუთხედი
11		დავშალოთ წრეწირები

12 გამოვაჩინოთ ექვსკუთხედის შიდა კუთხეები

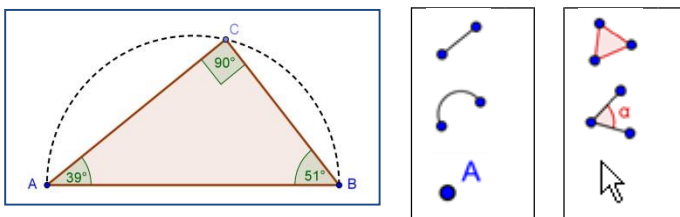
გამოვიყენოთ გადაადგილების ხელსაწყო იმის შესამოწმებლად, თუ როგორ

დავალება

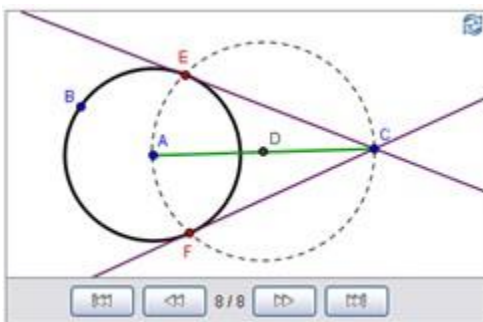
1. სამკუთხედზე შემოხაზული წრეწირის აგება.



2. იმის დემონსტრირება, რომ წრეწირში ჩახაზული სამკუთხედი, რომლის ერთი გვერდი დიამეტრს ემთხვევა - მართკუთხაა.



3. მოცემული წერტილიდან მოცემული წრეწირისადმი მხებების გავლება



როგორ მოვიქცეთ თუ ჩვენი კომპიუტერის მაუსი არ მუშაობს?

წარმოვიდგინოთ, კომპიუტერის მაუსი აღარ მუშაობს რის გამოც შეუძლებელია გეომეტრიული ობიექტების აგება ხელსაწყოების ზოლზე განლაგებული ხელსაწყოების გამოყენებით. როგორ შევასრულოთ აგება ასეთ შემთხვევაში?

GeoGebra - ს გააჩნია ალგებრული გამოსახულებების და ბრძანებების შეტანის

საშუალება სპეციალური სინტაქსის გამოყენებით. სწორედ ამისათვისაა განკუთვნილი ე.წ. შეტანის ველი. შევნიშნავთ, რომ თითოეულ გეომეტრიულ ხელსაწყოს გააჩნია შესაბამისი ბრძანება, რომლის გამოყენებითაც შესაძლებელია იდენტური

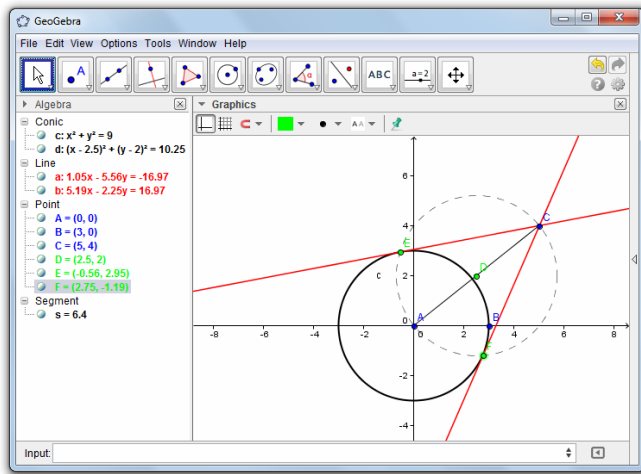
აგების შესრულება. შევნიშნავთ, რომ ბრძანებების რაოდენობა და ფუნქციონალობა აღემატება გეომეტრიული ხელსაწყოების რაოდენობას და შესაძლებლობებს, ამიტომ ამ ბრძანებების გამოყენების ფლობა სასურველია, ზოგიერთი არასტანდარტული აგების შესასრულებლად.

მაგალითისათვის განვიხილოთ წინა პარაგრაფის ბოლოს მოცემული დავალებებიდან ბოლოს შესრულების ალგებრული ვარიანტი.

აგების საფეხურები:

შეტანის ველში თანმიმდევრობით შევიტანოთ შემდეგი ბრძანებები








1	$A = (0,0)$	A წერტილის აგება შევნიშნოთ, რომ ფრჩხილები ავტომატურად იხურება
2	$(3,0)$	B წერტილის აგება თუ ჩვენ თვითონ არ მივუთითებთ ობიექტის სახელს, ობიექტებს სახელწოდებები მიენიჭება ალფაბეტის თანმიმდევრობით
3	Circle[A,B]	c წრეწირის აგება, რომლის ცენტრია A და გადის B -ზე ეს წრეწირი დამოკიდებული ობიექტია
4	$C = (5, 4)$	C წერტილის აგება
5	$s = \text{Segment}[A, C]$	AC სეგმენტის აგება
6	$D = \text{Midpoint}[s]$	AC სეგმენტის D შუაწერტილის აგება
7	$d = \text{Circle}[D, C]$	d წრეწირის აგება, რომლის ცენტრია D და რომელიც გადის C -ზე
8	Intersect[c, d]	c და d წრეწირების თანაკვეთის E და F წერტილების აგება
9	Line[C, E]	ავაგოთ C და E წერტილებზე გამავალი მხეხების აგება
10	Line[C, F]	C და F წერტილებზე გამავალი მხეხების აგება



კვადრატული ფუნქციის გრაფიკის გამოკვლევა

ამ აქტივობაში გამოვიკვლებთ კვადრატული სამწევრის პარამეტრების ცვლილების გავლენას მის გრაფიკზე. თავდაპირველად განვიხილოთ მარტივი შემთხვევა, როდესაც კვადრატული სამწევრის პარამეტრები ფიქსირებულია.


აგების საფეხურები

1	ჩავწეროთ $f(x) = x^2$ გამოსახულება შეტანის ველში და დავაჭიროთ Enter კლავიშს გრაფიკულ არეზე გამოისახება შეტანილი ფუნქციის გრაფიკი
2	 ალგებრის ფანჯარაში დავაწკაპოთ შეტანილ მრავალწევრს
3	 გამოვიყენოთ \uparrow და \downarrow კლავიშები მიღებული ობიექტის  გადასადგილებლად დავაკვირდეთ რა გავლენას ახდენს ეს განტოლების პარამეტრებზე და თვით გრაფიკზე
4	 კვლავ დავაწკაპოთ ალგებრულ გამოსახულებაზე ალგებრის ფანჯარაში
5	 გამოვიყენოთ \leftarrow და \rightarrow ისრებიანი კლავიშები  დავაკვირდეთ როგორ იცვლება განტოლება და გრაფიკი
6	 ალგებრის ფანჯარაში გამოსახულებაზე ორმაგი დაწკაპების შემდეგ შევცვალოთ გამოსახულება და ჩავწეროთ $f(x) = 3x^2$. დავაკვირდეთ როგორ შეიცვლება ფუნქციის გრაფიკი კოეფიციენტის სხვადასხვა მნიშვნელობის შეტანის შემდეგ

სრიალას გამოყენება პარამეტრების შესაცვლელად

განვიხილოთ ერთი ხერხი, რომელიც იძლევა იმის საშუალებას, რომ უფრო დინამიურად ვცვალოთ განტოლების პარამეტრები და დავაკვირდეთ ფუნქციის გრაფიკის ცვლილებას.

აგების საფეხურები

1	შევქმნათ ცვლადი: შეტანის ველში შევიტანოთ $a = 1$
2	a ცვლადი გამოვაჩინოთ ტოგორც სრიალა გრაფიკულ არეზე ამისათვის დავაწკაპოთ სიმბოლოს a -ს გვერდით ალგებრის ფანჯარაში. სრიალას გადაადგილებით ვცვალოთ ცვლადის მნიშვნელობები
3	შევიტანოთ $f(x) = a * x^2$ მრავალწევრი შეტანის ველში არ დავგავიწყდეს გამრავლების სიმბოლოს * შეტანა a და x^2 -ს შორის. მის მაგივრად შეგვიძლია გამოვიყენოთ ცარიელი სივრცე
4	შევქმნათ b სრიალას გამოყენებით  გავააქტიუროთ ხელსაწყო და დავაწკაპოთ გრაფიკულ არეზე
5	შეტანის ველში შევიტანოთ $f(x) = a * x^2 + b$ გამოსახულება GeoGebra ძველ f ფუნქციას შეცვლის ახლით

მითითებები შეტანის ველის გამოყენებასთან დაკავშირებით

ახალი ობიექტის შემოტანისას შეტანის ველში შეგვაქვს მისი სახელწოდება ტოლობის ნიშანი = და ამ ობიექტის შესაბამისი ალგებრული გამოსახულება. მაგალითად $P = (3, 2)$ -ის შეტანით შეიქმნება P წერტილი.

GeoGebra მგრძნობიარეა სიმბოლოების რეგისტრის მიმართ.

წერტილების სახელდებისათვის უნდა გამოვიყენოთ მაღალი რეგისტრი.

მაგალითად:

$$A = (1, 2).$$

ვექტორების სახელწოდებისათვის უნდა გამოვიყენოთ დაბალი რეგისტრი. მაგა-

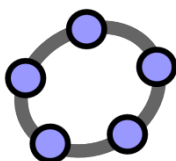
ლითად: $v = (1, 3)$.

მონაკვეთები, წრფეები, წრეწირები და ა.შ. აღინიშნება დაბალი რეგისტრის სიმბოლოებით. მაგალითად: წრეწირი c : $(x - 2)^2 + (y - 1)^2 = 25$.

ცვლადი x ფუნქციებში და x, y ცვლადები კონუსურ კვეთებში ყოველთვის გამოიყენება დაბალ რეგისტრში.

იმისათვის რომ ობიექტი გამოვიყენოთ ალგებრულ გამოსახულებაში ან ბრძანებაში, საჭიროა ეს ობიექტი წინასწარ შევქმნათ და გამოვიყენოთ მისი სახელწოდება.

დავალება: რომელიმე ხარისხის მრავალწევრის გრაფიკის და მისი თვისებების შესასწავლად შევიტანოთ მისი კოეფიციენტები როგორც ცვლადები, დავუკავშიროთ ეს ცვლადები სრიალს, შევიტანოთ ამ მრავალწევრის შესაბამისი ფუნქცია და სრიალს გადაადგილებით დავაკვირდეთ მისი გრაფიკის ცვლილებას.








ალგებრული გამოსახულებების შეტანა, ფუნქციები და ნახაზის ექსპორტირება გაცვლის ბუფერში

მაგალითი 5: წრფივი ფუნქციის პარამეტრების ცვლილება

ამ აქტივობის დროს დავაკვირდებით თუ რა გავლენას ახდენს წრფივი ფუნქციის პარამეტრების ცვლილება ამ ფუნქციის გრაფიკზე.







საჭირო ხელსაწყოები

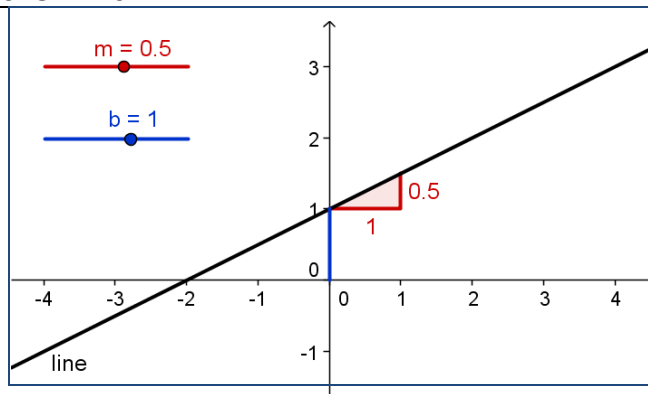
	Slider - სრიალა		ორი ობიექტის თანაკვეთა
	წრფის განტოლება: $y = m x + b$		Slope - დახრა
	ორი წერტილის შემაერთებელი მონაკვეთი		Delete - წაშლა
	Intersect[line, yAxis]- თანაკვეთა		

დასაწყისში შევიტანოთ რომელიმე წრფის განტოლება კონკრეტული პარამეტრებით, მაგალითად: $y = 0.5 x + 3$. გრაფიკულ არეზე დაიხაზება წრფე. გამოვიყენოთ გადაადგილების ხელსაწყო და დავაკვირდეთ თუ როგორ შეიძლება ამ წრფის ცვლილება ამ ხელსაწყოს გამოყენებით. შევამჩნევთ, რომ შესაძლებელია

მხოლოდ მისი პარალელური გადატანა., რაც თავის მხრივ ცვლის მხოლოდ მის თავისუფალ კოეფიციენტს. თუ გვსურს მისი ყველა პარამეტრის ცვლილება და შედეგის დაკვირვება, საჭიროა პარამეტრების შესაბამისი სრიალების გამოყენება.

აგების საფეხურები

1	 წავშალოთ თავდაპირველად აგებული წრფე
2	 შევქმნათ ორი სრიალა m და b .
3	შეტანის ველში შევიტანოთ წრფის განტოლება: $y = m * x + b$. არ დაგვავიწყდეს რომ ნამრავლისათვის გამოვიყენოთ ვარსკვლავი ან ცარიელი ადგილი
4	 ავაგოთ მიღებული წრფისა და y ღერძის გადაკვეთის წერტილი A ვიზუალური ხელსაწყო გარდა შესაძლებელია Intersect[line, yAxis] ბრძანების გამოყენება
5	 კოორდინატა სათავეში შევქმნათ B წერტილი
6	ავაგოთ მონაკვეთი, რომელიც აერთებს A და B წერტილებს შეიძლება უფრო მოსახერხებელი იყოს ამ მონაკვეთის სისქის ან/და ფერის შეცვლა იმისათვის რომ იგი უკეთ გამოჩნდეს y ღერძის ზემოთ
7	 ავაგოთ ამ წრფის დახრა
8	 დავშალოთ არააუცილებელი ობიექტები გავიხსენოთ, რომ ობიექტის დამალვა შესაძლებელია ალგებრის ფანჯარაში განთავსებულ სახის სიმბოლოზე დაწკაპებით
9	სტილების ზოლის (<i>Stylebar</i>) გამოყენებით გავაუმჯობესოთ მიღებული ობიექტის გაფორმება




მაგალითი 6: ბიბლიოთეკის ფუნქციები - მოდულის ფუნქცია

გარდა მრავალწევრებისა, რომელთა შესაბამისი გამოსახულება შეიცავს მხოლოდ გამრავლების, შეკრებისა და გამოკლების მოქმედებებს, GeoGebra - ში გვაქვს სხვა უამრავი მზა ფუნქცია. მაგალითად: ტრიგონომეტრიული ფუნქციები, მოდულის ფუნქცია, ექსპონენციალური ფუნქცია. პროგრამა ფუნქციებს განიხილავს როგორც

ობიექტებს და იძლევა გეომეტრიულ ობიექტებთან კომბინირების საშუალებას. ბევრი ფუნქცია შეიძლება შევარჩიოთ შეტანის ველის გვერდით მოთავსებული მენიუს საშუალებით. ხელმისაწვდომი ფუნქციების სრული სიის ნახვა შესაძლებელია შემდეგ მისამართზე (GeoGebra Wiki) <http://wiki.geogebra.org/en/>.

ამ შემთხვევაში განვიხილოთ ე.წ. მოდულის

ფუნქცია. აგების საფეხურები

1	შევიტანოთ აბსოლუტური მნიშვნელობის ფუნქცია $f(x) = \text{abs}(x)$.
2	შევიტანოთ მუდმივი ფუნქცია $g(x) = 3$.
3	 ვიპოვოთ მათი თანაკვეთა იმისათვის რომ ვიპოვოთ თანაკვეთის ორივე წერტილი დაგვჭირდება თანაკვეთის აგების პროცედურის გამეორება

საინტერესოა იმის ნახვა თუ როგორ გადაადგილდება მოდულის ფუნქცია გადაად- გილებს ხელსაწყოს გამოყენებით და როგორ იცვლება შესაბამისი განტოლება ალგებრის ფანჯარაში.

დავალბა: ჩვენს თეორემის დემონსტრირება GeoGebra-ს გამოყენებით

თეორემა. ABC სამკუთხედში გავლებული სამი მონაკვეთი AE, BF, CG იკვეთება ერთ წერტილში, მაშინ და მხოლოდ მაშინ, როდესაც სრულდება ტოლობა

$$\frac{|AG|}{|GB|} \cdot \frac{|BE|}{|EC|} \cdot \frac{|CF|}{|FA|} = 1$$

დავალბა: კვადრატული ფუნქციის გრაფიკის ცვლილება მისი კოეფიციენტების ცვლილებისას.

მაგალითი 8: ბიბლიოთეკის ფუნქციები - ტალღების სუპერპოზიცია

ფიზიკიდან გავიხსენოთ, რომ ხმოვანი ტალღები მათემატიკურად წარმოიდგინება როგორც სინუსური ტალღების კომბინაცია, რომლებსაც აქვს ასეთი სახე

$$y(t) = a \cdot \sin(\omega \cdot t + \varphi).$$

ამ განტოლებაში a არის ტალღის ამპლიტუდა, რომელიც გავლენას ახდენს ბგერის

სიძლიერეზე, ხოლო ω განსაზღვრავს ტონალობას. მესამე პარამეტრი φ არის ფაზა, რომელიც განსაზღვრავს ტალღის წანაცვლებას დროში.

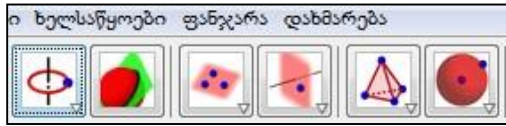
როდესაც გვაქვს ორი ტალღა, ხდება მათი სუპერპოზიცია. ეს იმას ნიშნავს, რომ ამ ტალღებს შეუძლია ერთმანეთის გაძლიერება ან შესუსტება. ამ აქტივობის მიზანია ამ მოვლენის სიმულაცია GeoGebra-ს საშუალებით.

აგების საფეხურები

$a=2$	<p>1 შევქმნათ სამი სრიალა: a_1, ω_1 და φ_1</p> <p>მივაქციოთ ყურადღება იმას, რომ a_1 ჩანაწერი იძლევა ინდექსს. თუ გვსურს ბერძნული ასოების გამოყენებ α ეგვიძლია შევარჩიოთ ეს ასოები შეტანის ველის მარჯვნივ განთავსებული ღილაკით</p>
	<p>2 შეტანის ველში შევიტანოთ ტალღის განტოლება $g(x)=a_1\sin(\omega_1 x + \varphi_1)$. აქაც, ბერძნული ასოების შესატანად გამოვიყენოთ სპეციალური ღილაკი</p>
$a=2$	<p>3 შევქმნათ სამი სრიალა: a_2, ω_2 და φ_2.</p> <p>სრიალები სეგვიძლია გადავაადგილოთ სახატავ არეზე სასურველ პოზიციაში</p>
	<p>4 შევიტანოთ მეორე განტოლება $h(x)=a_2\sin(\omega_2 x + \varphi_2)$.</p>
	<p>5 შევიტანოთ გამოსახულება $sum(x) = g(x) + h(x)$, რომელიც მოგვცემს ორივე ტალღის სუპერპოზიციას</p>
	<p>6 თითოეული ფუნქციის გრაფიკს შევუცვალოთ ფერი ისე რომ ფერები იყოს განსხვავებული</p>

აგების დასრულების შემდეგ ვცვალოთ თითოეული სრიალას სახელურის პოზიცია და დავაკვირდეთ, თუ როგორ იცვლება ტალღების ფორმა.

სტერეომეტრია GeoGebra - ში: შესავალი



ახალი ხელსაწყოები

წრეწირი სივრცეში

ზედაპირების თანაკვეთა

სიბრტყესთან დაკავშირებული ხელსაწყოების

ჯგუფები მრავალწახნაგები

სფეროსთან დაკავშირებული ხელსაწყოების ჯგუფი

ორგანზომილებიანი ობიექტების გავრცობა

სამგანზომილებიან ობიექტებამდე

წერტილის აგება შესაძლებელია მისი სამი კოორდინატის საშუალებით

$$A = (a, b, c).$$

ვექტორის აგება შესაძლებელია მისი ბოლოს სამი კოორდინატის საშუალებით (იგულისხმება რომ მისი სათავე ემთხვევა კოორდინატთა სათავეს):

$$v = (a, b, c).$$

მივაქციოთ ყურადღება, რომ ვექტორის აღნიშვნა უნდა იყოს პატარა ასოთი.

ანალოგიურად შესაძლებელია სხვა ორგანზომილებიანი ობიექტების აგება სივრცეში: წრფის, სეგმენტის, სხივის, მრავალკუთხედის, წრის/წრეწირის.

ასევე შესაძლებელია ამ ობიექტებზე მოქმედებების გადატანა მათ სამგანზომილებიან ვერსიებზე (მაგ., ვექტორები სკალარული ნამრავლი, ვექტორული ნამრავლი).

ახალი ობიექტები

ზედაპირი. მაგ., $f(x, y) = x^2 + y^2$, ან $Function[\sin(a * b), a, -5, 5, b, -5, 5]$.

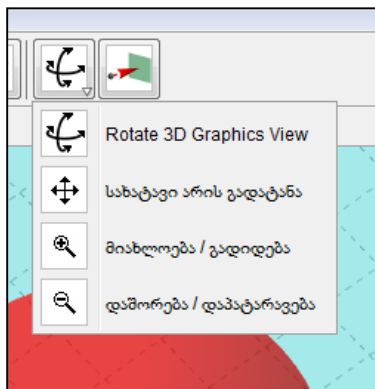
სიბრტყე. მაგ., $a * x + b * y + c * z = d$.

პირამიდა, პრიზმა, სფერო, ცილინდრი,
კონუსი.

სამგანზომილებიანი სამუშაო არე

ობიექტების (წერტილების) გადაადგილება შესაძლებელია თავის მარცხენა ღილაკით, როდესაც არჩეული გვაქვს გადაადგილების ხელსაწყო (ისარი). გადაადგილებას აქვს ორი რეჟიმი: ჰორიზონტალური და ვერტიკალური. რეჟიმებს შორის გადართვა შესაძლებელია ამ ობიექტზე თავის მარცხენა ღილაკის დაჭერით.

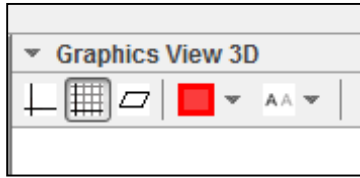
ასევე შესაძლებელია სცენის გადაადგილება: *Shift* + *მარცხენა ღილაკი* ან სცენის გადასადგილებელი ხელსაწყო:



ხელსაწყოთა ამავე ჯგუფშია სცენის ბრუნვის ხელსაწყო. ბრუნვა ასევე შესაძლებელია თავის მარჯვენა ღილაკით.

ისევე როგორც ორგანზომილებიანი სცენის შემთხვევაში, შესაძლებელია სცენის გადიდება-შემცირება, თავის ბორბლის ან მიახლოება-დაშორების ხელსაწყოთი.

შესაძლებელია საკოორდინატო ღერძების, ბადის და საყრდენი სიბრტყის (*OXY*) დამალვა-გამოჩენა



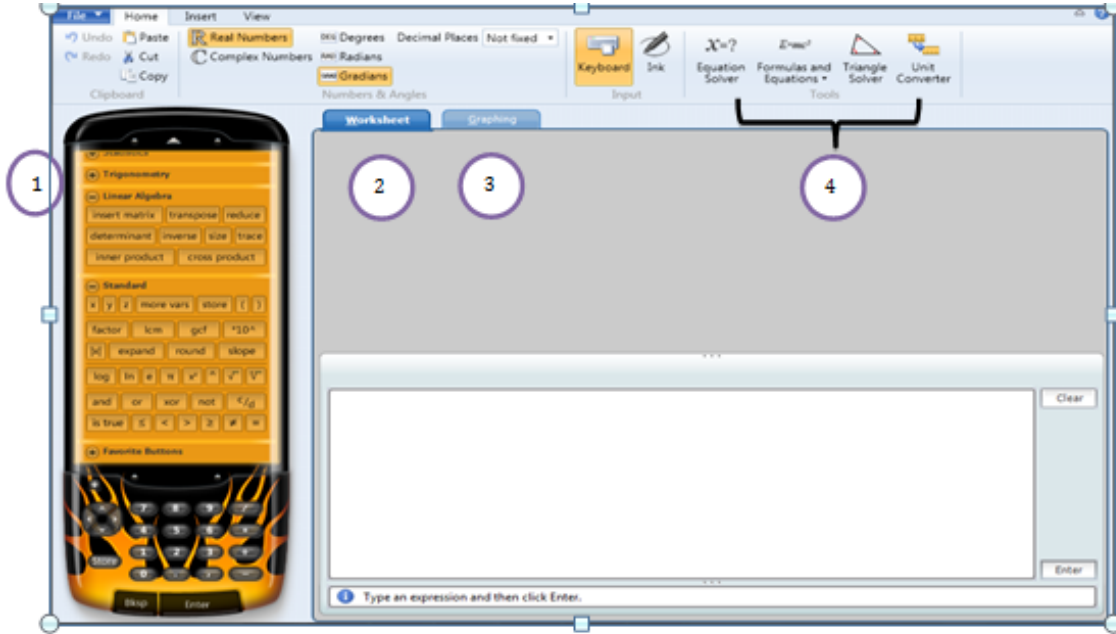
Microsoft® Mathematics

ინტერფეისის გაცნობა

როდესაც გაუშვებთ პროგრამას, გამოჩნდება შემდეგი ელემენტები:

1. კალკულატორის დაფა, რომელიც შედგება ციფრული კლავიშებისაგან და კლავიშების შემდეგი ჯგუფებისაგან: Statistics, Trigonometry, Linear Algebra, Calculus, Standard, Favorite Buttons
2. სამუშაო სივრცის (Worksheet) განყოფილება, რომელიც ჩანს ნაგულისხმევ რეჟიმში. ეს არის ადგილი, სადაც შეგიძლიათ შეასრულოთ გამოთვლების უმეტესობა. სამუშაო სივრცე შეიცავს როგორც შეტანის, ასევე გამოტანის ველებს. შეტანის ველი საშუალებას იძლევა გამოიყენოთ გრაფიკული კალკულატორი, კლავიატურა ან „კალამი“. კალკულატორის ღილაკებზე დაწკაპებით შესაძლებელია მათემატიკური გამოსახულებების შეტანა.
3. გრაფიკული განყოფილება გამოიყენება სხვადასხვა სახის გრაფიკების ასაგებად. მას გააჩნია პანელი, რომელზედაც განთავსებულია შეტანის ველები. მათში შესაძლებელია განტოლებით მოცემული ფუნქციის, უტოლობის, მონაცემთა სიმრავლის ან პარამეტრული განტოლების შეტანა. შეტანილი მონაცემები გამოისახება გრაფიკულად.
4. **მათემატიკური ინსტრუმენტები:** Home განყოფილებაში განთავსებულია Tools ჯგუფი. ამ ჯგუფში განლაგებულია ღილაკები სხვადასხვა ოპერაციების შესასრულებლად.
 - **Equation Solver (განტოლების ამომხსნელი)** - მისი საშუალებით შეიძლება ამოხსნათ განტოლება ან განტოლებების სისტემა.
 - **Formulas and Equations (ფორმულები და განტოლებები)** - აქ შეიძლება იპოვოთ ისეთი გამოსახულებები, რომლებიც ხშირად გამოიყენება. მათი შესწავლა შესაძლებელია როგორც გრაფიკულად, ასევე ალგებრულად.
 - **Triangle Solver (სამკუთხედის ამომხსნელი)** - მისი საშუალებით შესაძლებელია სამკუთხედის მოცემული ელემენტების მიხედვით მისი უცნობი ელემენტების მოძებნა.

- **Unit Conversion Tool (ზომის ერთეულების გადამყვანი)** - მისი საშუალებით შესაძლებელია ზომის ერთეულების გადამყვანა სხვადასხვა სისტემებს შორის.



გრაფიკული კალკულატორის გამოყენება

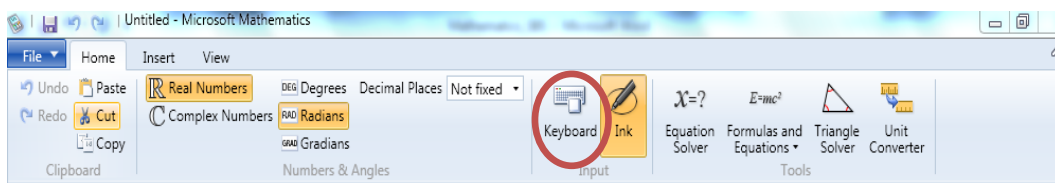
Microsoft Mathematics-ის მთავარი შემადგენელი ნაწილია სრულყოფილი გრაფიკული კალკულატორი, რომელსაც გააჩნია გრაფიკების აგების და განტოლებების ამოხსნის ფართე შესაძლებლობები.

მისი გამოყენება შესაძლებელია, როგორც მასზე განთავსებული ღილაკების ასევე კომპიუტერის კლავიატურის საშუალებით.

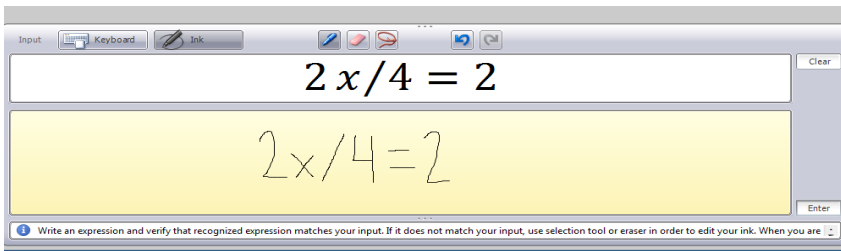
კალმის გამოყენება

Microsoft Mathematics-ის მომხმარებელს შესაძლებლობა აქვს შეიტანოს გამოსახულება კალმის გამოყენებით. ეს განსაკუთრებით მოსახერხებელია მაშინ როდესაც ვიყენებთ სახატავ ბილიკს, სენსორულ ეკრანს ან ინტერაქტიულ დაფას. ასევე შესაძლებელია მაუსის გამოყენებაც. პროგრამა ამოიცნობს ხელნაწერს და გადაყავს იგი სიმბოლურ ფორმატში. კალმის გამოყენება შესაძლებელია როგორც სამუშაო სივრცეში ასევე გრაფიკულ განყოფილებაში.

1. კალმის ასარჩევად Home სექციაში, Input ჯგუფში, აირჩიეთ Ink



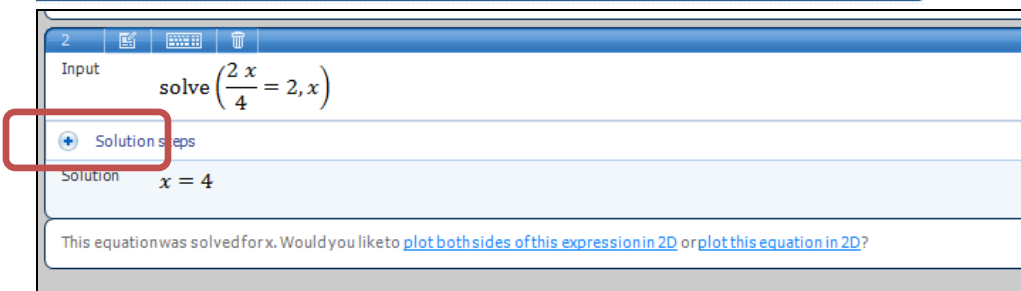
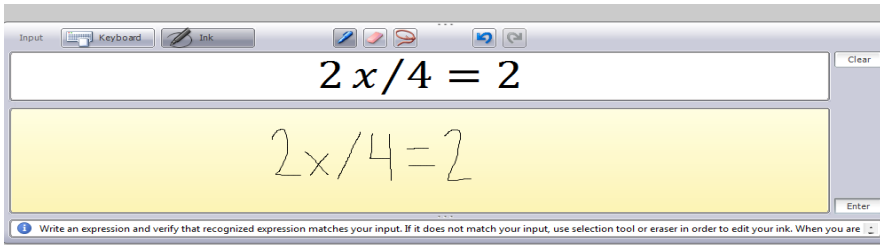
2. კალმით სახატავ არეზე დაწერეთ გამოსახულება მაუსის ან სხვა რომელიმე მსგავსი მოწყობილობით



3. დააჭირეთ Enter დილაკს

განტოლების ამოხსნა ნაბიჯ-ნაბიჯ

Microsoft Mathematics პროგრამას აქვს ამოხსნის საფეხურების გადმოცემის შესაძლებლობა სხვადასხვა სახის ამოცანებისათვის, მათ შორის ალგებრული გამოსახულებების გამარტივების, განტოლებების და განტოლებათა სისტემის ამოხსნის. თუ მოცემული ამოცანისათვის შესაძლებელია ამოხსნის დაშლა საფეხურებად, მაშინ გამოტანის პანელზე გააქტიურდება „Solution steps” კომპონენტი. ზოგიერთ შემთხვევებში არსებობს ამოხსნის სხვადასხვა გზის ჩვენების საშუალება.



Clipboard Numbers & Angles

Worksheet **Graphing**

Input solve $\left(\frac{2x}{4} = 2, x\right)$

Solution steps

Do the arithmetic.
Calculate 4 power of -1 and get $\frac{1}{4}$.

$$2x \cdot \left(\frac{1}{4}\right) = 2$$

Do the arithmetic.
Multiply 2 and $\frac{1}{4}$ to get $\frac{1}{2}$.

$$\frac{1}{2}x = 2$$

Multiply both sides of the equation by 2 .

$$\frac{1}{2}x = 2$$

$$\frac{1}{2}x = 2$$

Undo multiplication.
Dividing by $\frac{1}{2}$ undoes the multiplication by $\frac{1}{2}$.

$$x = \frac{2}{\frac{1}{2}}$$

Divide.
Divide 2 by $\frac{1}{2}$ by multiplying 2 by the reciprocal of $\frac{1}{2}$.

$$x = 4$$

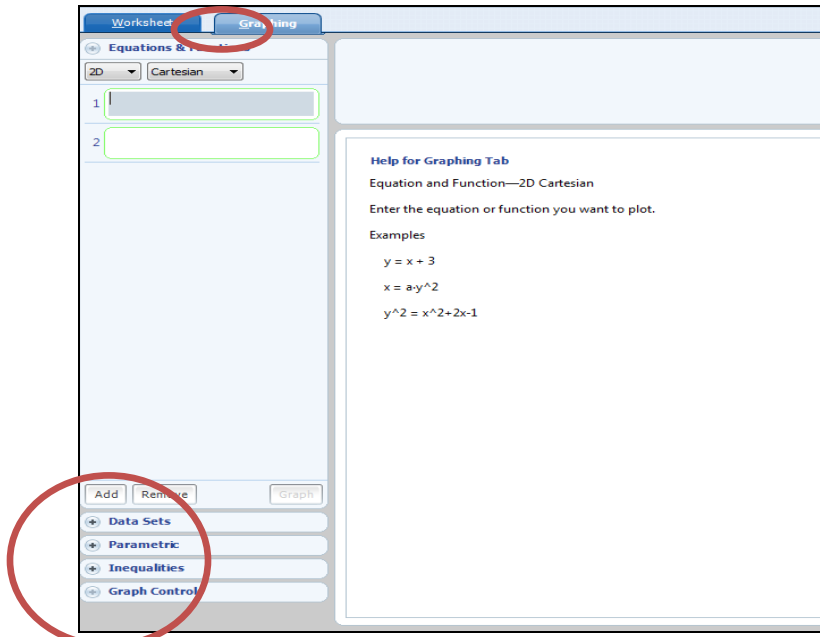
თუ მოცემული ამოცანისათვის არსებობს ამოხსნის საფეხურებად დაშლის შესაძლებლობა, მაშინ Solution steps კომპონენტი გამოჩნდება მიუხედავად იმისა, თუ როგორ იყო შეტანილი გამოსახულება: კლავიატურით, კალკულატორით, თუ კალმით.

როგორ ავაგოთ გრაფიკი

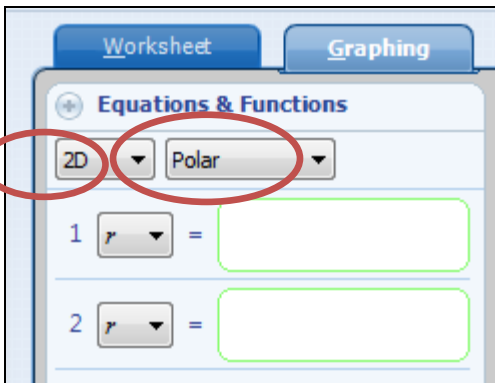
გრაფიკების უმეტესობის ასაგებად გამოიყენება Graphing სექცია. ეს სექცია მოიცავს შეტანის პანელს, რომელიც გამოიყენება ფუნქციის, განტოლების, უტოლობის, მონაცემთა ერთობლიობის ან პარამეტრული განტოლების შესატანად. გრაფიკის დახაზვის შემდეგ, ამ სექციაში ჩანს პანელი, რომელზეც მოცემულია გრაფიკის აღწერა და პანელი, რომელზეც გამოსახულია თვით გრაფიკი.

გრაფიკის აგების საფეხურების ზოგადი აღწერა

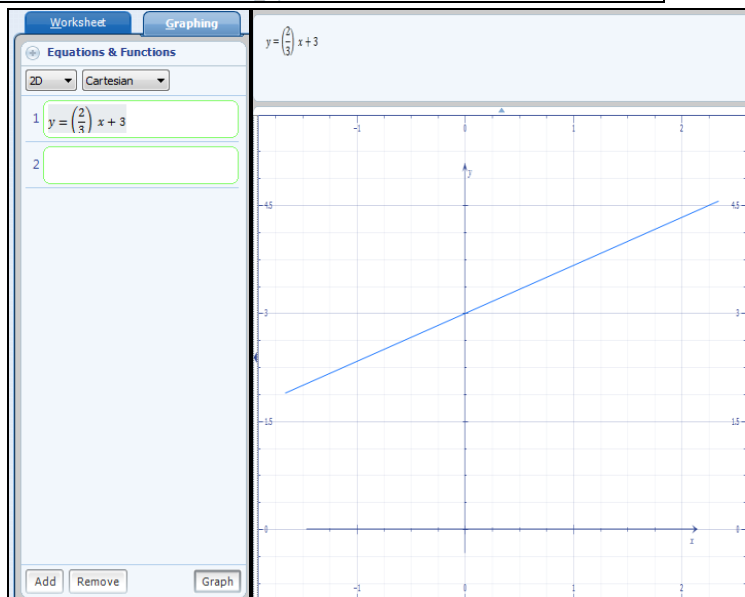
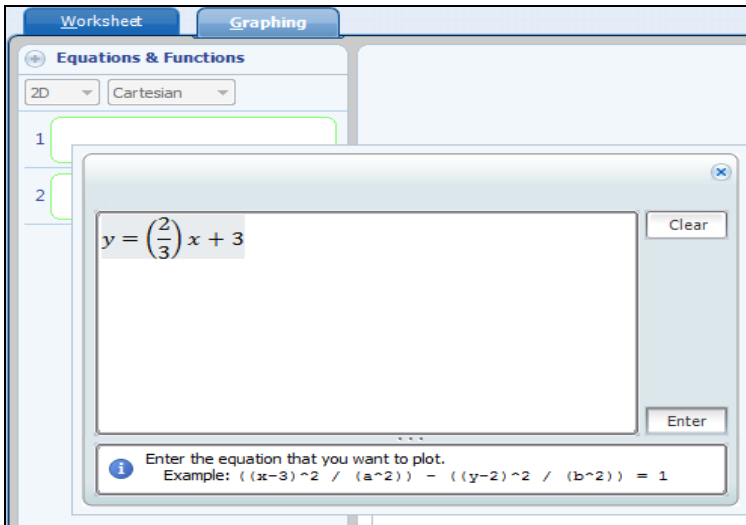
1. დააწკაპეთ Graphing სექციის სანიშნეს



2. ჩამოშალეთ შესაბამისი შეტანის პანელი: Equations & Functions (განტოლებები და ფუნქციები), Equations (განტოლებები), Data Sets (მონაცემთა ერთობლიობები), Parametric (პარამეტრული), ან Inequalities (უტოლობები).
3. განზომილებებიდან შეგიძლიათ აირჩიოთ 2D ან 3D (ორგანზომილებიანი ან სამგანზომილებიანი)



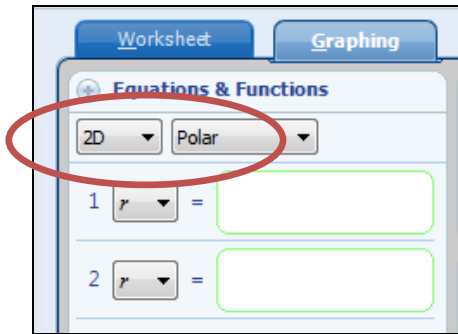
4. გარდა განზომილებისა, შეგიძლიათ აირჩიოთ კოორდინატების ტიპი: Cartesian (დეკარტული), Polar (პოლარული), Spherical (სფერული), ან Cylindrical (ცილინდრული).
5. შეიტანეთ გამოსახულება ან მონაცემები, რომელთა გრაფიკული გამოსახვაც გასურთ.
6. დააწკაპეთ Enter-ს.



განტოლების ან ფუნქციის გრაფიკის აგება სიბრტყეზე პოლარულ კოორდინატებში

სანიმუშოდ განვიხილოთ $r = \sin(n\theta)$ განტოლებით მოცემული სიმრავლის გრაფიკის აგება.

1. აირჩიეთ Graphing სექციის სანიშნე
2. ჩამოშალეთ Equations & Functions პანელი
3. განზომილებების სიიდან აირჩიეთ 2D
4. კოორდინატების სიიდან აირჩიეთ Polar



5. დააწკაპეთ პირველ შეტანის ველში

6. გამოჩნდება ჩარჩო, რომელშიც ჩაწერთ $\sin(n\theta)$ - ს და დააწკაპებთ Enter-ს

