

Badanie zależności położenia cząstki od czasu w ruchu wzdłuż osi Ox

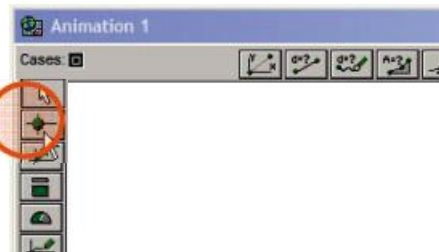
1. Uruchom program Modellus.

2. Wpisz x do okna modelu.

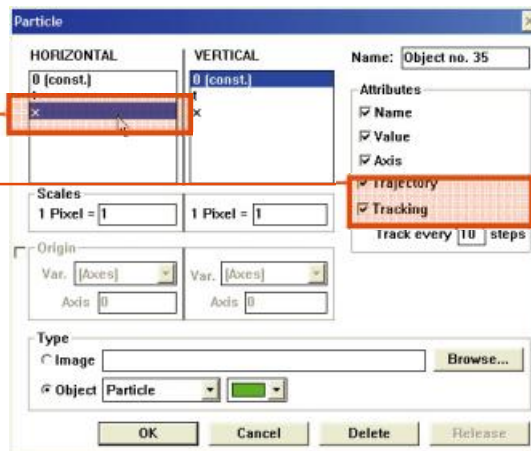
3. Naciśnij przycisk Interpretuj w oknie modelu.



4. Korzystaj z przycisku Dodawania nowego ciała umieść cząstkę w oknie animacji.



5. Nadaj właściwości następujące:

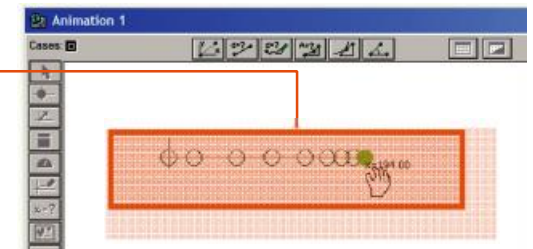


6. Uruchom model naciskając przycisk Start.

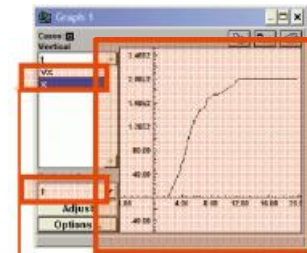


7. Przesuń cząstkę w prawo.. najpierw szybko, potem wolno...

8. Po jakich chwilach toru cząstka porusza się szybciej? W jaki sposób wynika to z zapisu stroboskopowego?



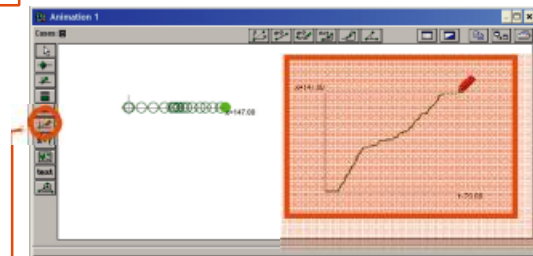
9. Po jakich chwilach toru cząstka porusza się wolniej? Z czego to wynika?



WSKAZÓWKA: w celu edycji/zmiany własności obiektu w oknie animacji korzystaj z prawego przycisku myszy.

10. Przeanalizuj wykres zależności współrzędnej poziomej x od czasu:

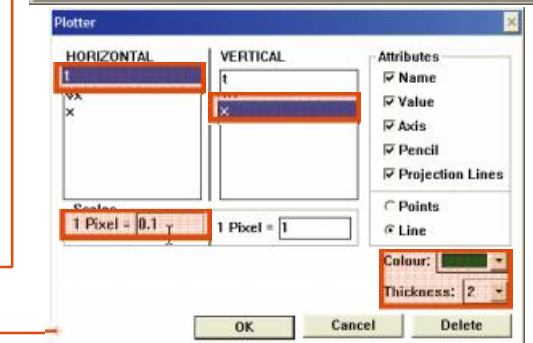
11. W jaki sposób można zobaczyć na wykresie kiedy cząstka porusza się szybciej, a kiedy wolniej?



12. Utwórz wykres przedstawiający x jako funkcję t (przyjmij 1 piksel = 0.1 na skali poziomej). Ponownie uruchom model i przesuwaj cząstkę. W jaki sposób wykres „informuje” nas o szybkości ruchu?

W celu utworzenia wykresu w oknie animacji skorzystaj z przycisku pisaka.

Pisakowi nadaj takie właściwości.

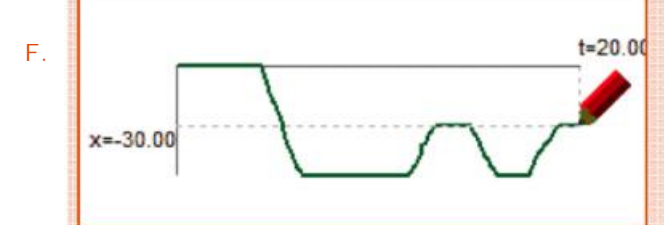
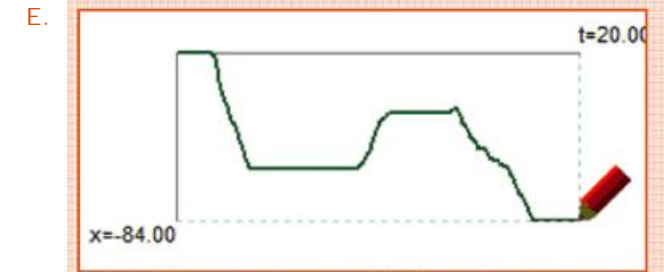
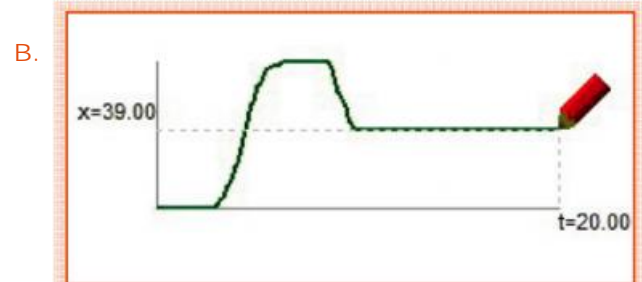


Badanie zależności położenia czystki od czasu w ruchu wzdłuż osi Ox : Jakim ruchem porusza się czystka?

1. Jeszcze raz uruchom model ale zamiast przesuwać czystkę poruszaj "pisakiem" na wykresie. Zobacz co dzieje się z czystką ...

2. Przeanalizuj kolejne wykresy i przedyskutuj ruch czystki...

WSKAZÓWKA:
Uruchom model i umieść pisak w początku układu współrzędnych. Przesuwaj pisakiem...



Badanie zależności położenia cząstki od czasu w ruchu wzdłuż osi y

1. Uruchom program Modellus lub utwórz nowy model (menu Plik/Nowy).

2. Wpisz y do okna modelu.

3. Naciśnij przycisk Interpretuj w oknie modelu.

4. Korzystaj z przycisku Dodawania nowego ciała umieść cząstkę w oknie animacji.

5. Nadaj cząstce następujące własności:

6. Uruchom model naciskając przycisk Start.

7. Przesuń cząstkę w górę .. bardzo wolno, a potem szybciej...

8. Po jakich częściach toru cząstka porusza się szybciej? W jaki sposób wynika to z zapisu stroboskopowego?

9. W jakich częściach toru cząstka porusza się wolniej? Z czego to wynika?

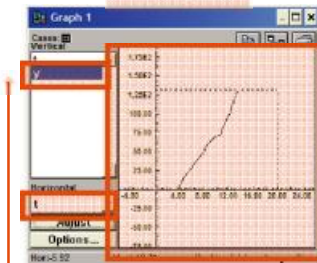
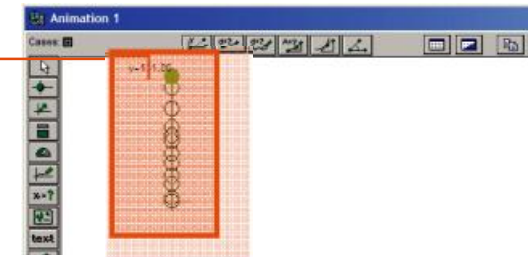
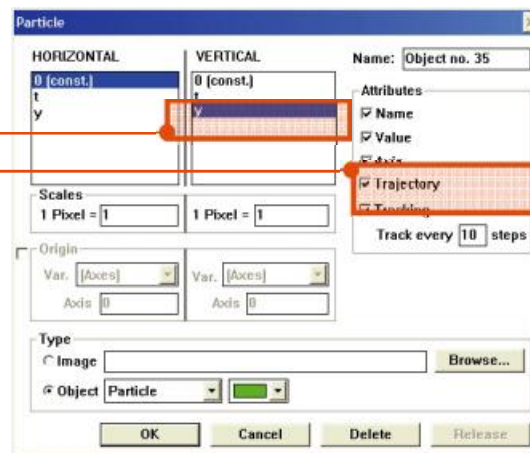
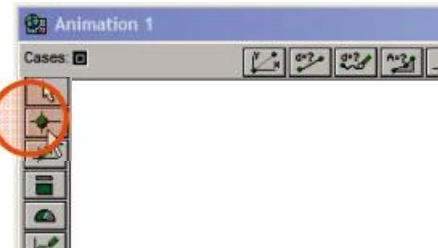
10. Przeanalizuj wykres zależności y jako funkcji czasu:

11. W jaki sposób można zobaczyć na wykresie kiedy cząstka porusza się szybciej, a kiedy wolniej?

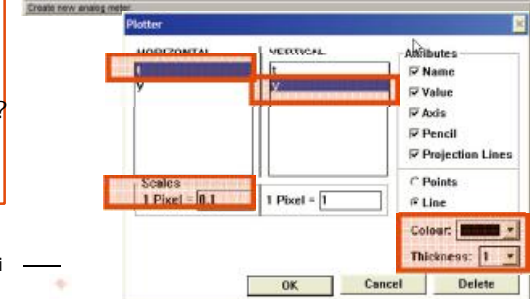
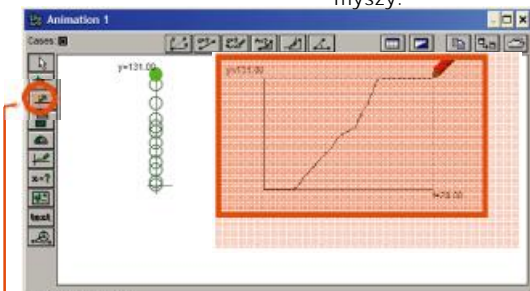
12. Utwórz wykres w oknie animacji przedstawiający y jako funkcję t (przyjmij 1 piksel = 0.1 na skali poziomej). Ponownie uruchom model i przesuń cząstkę. W jaki sposób wykres „informuje” nas o szybkości ruchu?

W celu utworzenia wykresu w oknie animacji skorzystaj z przycisku pisaka.

Pisakowi nadaj takie własności

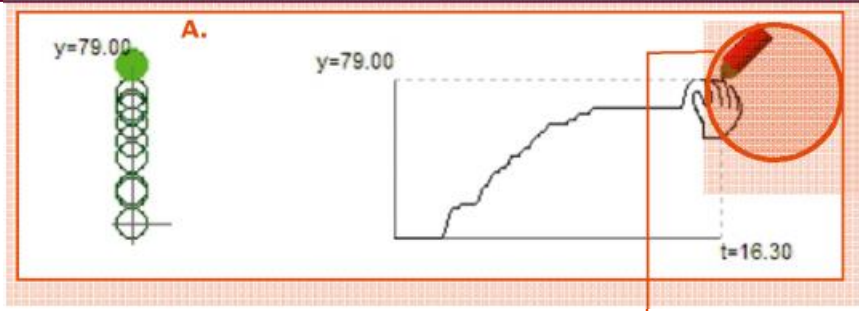


WSKAZÓWKA: w celu edycji/zmiany własności obiektu w oknie animacji korzystaj z prawego przycisku myszy.



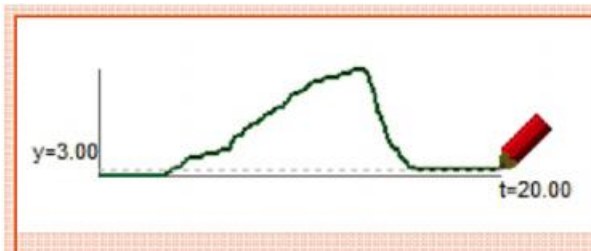
Badanie zależności położenia cząstki od czasu w ruchu wzdłuż osi Oy : Jakim ruchem porusza się cząstka?

1. Jeszcze raz uruchom model ale zamiast przesuwać cząstkę poruszaj "pisakiem" na wykresie. Zobacz co dzieje się z cząstką ...
2. Przeanalizuj kolejne wykresy i przedyskutuj ruch cząstki...

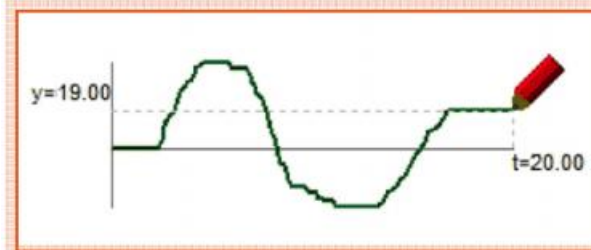


WSKAZÓWKA:
Uruchom model i umie pisak w początku układu współrzędnych. Przesuwaj pisakiem

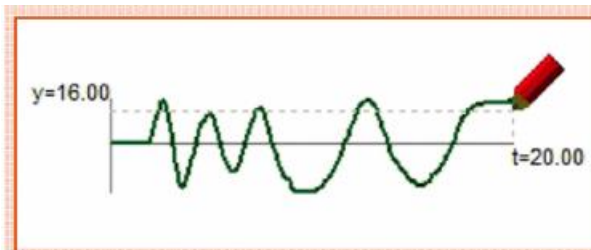
B.



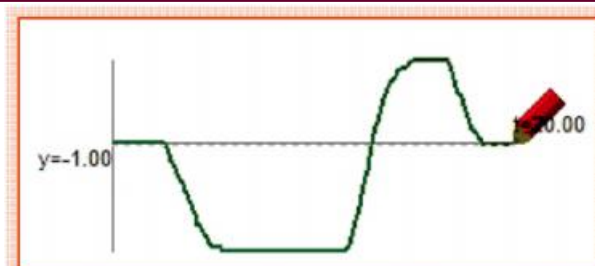
C.



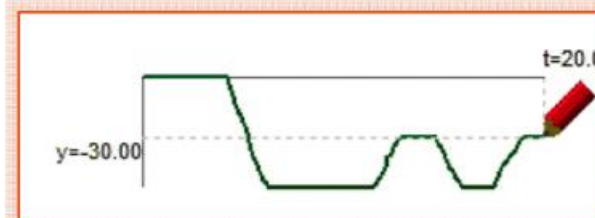
D.



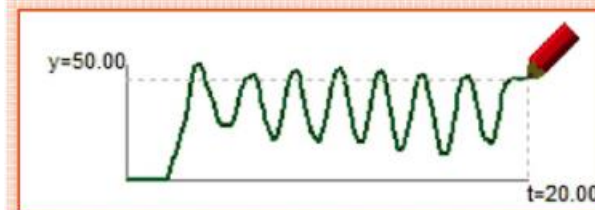
E.



F.



G.



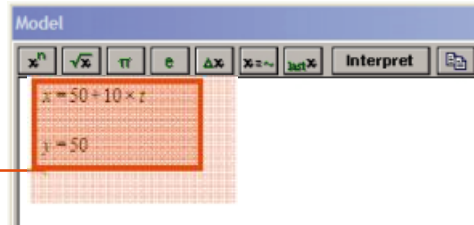
H.



Wykresy zależnościami od czasu opisane funkcjami liniowymi (I)

1. Uruchom program Modellus lub utwórz nowy model (menu Plik/Nowy).

2. Zapisz następujące funkcje w oknie modelu.



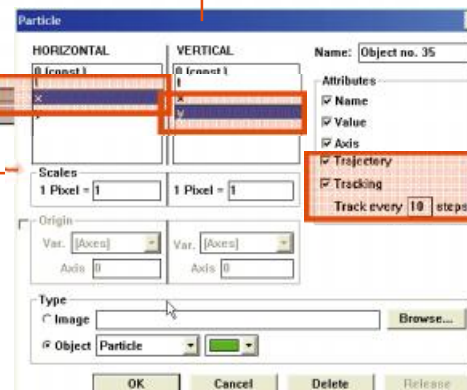
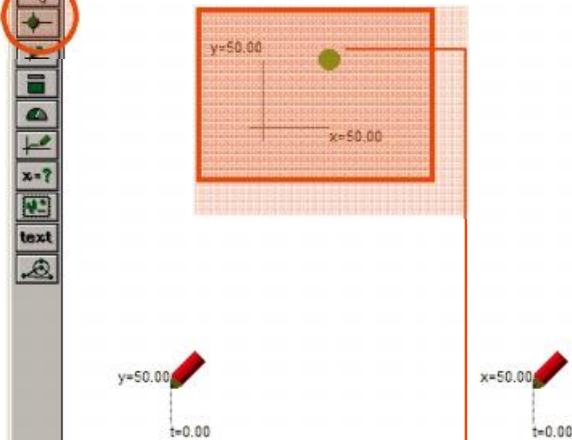
3. Naciśnij przycisk Interpretuj w oknie modelu.



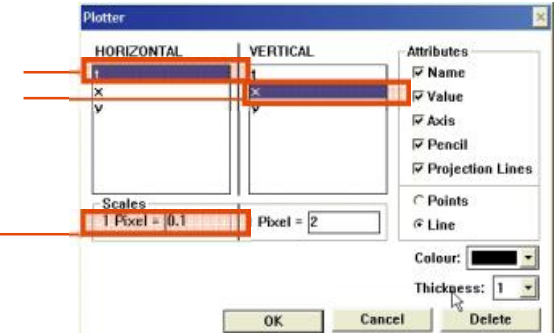
4. Utwórz cząstkę w oknie animacji korzystając z przycisku dodawania ciała.



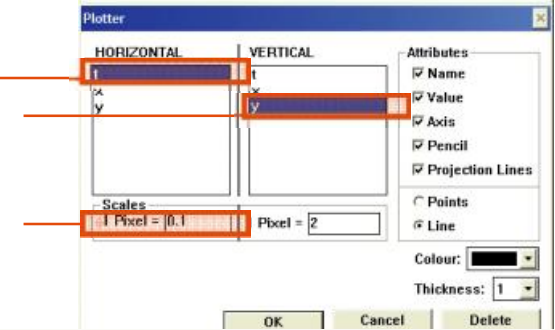
5. Nadaj cząstce następujące własności:



6. Utwórz dwa wykresy w oknie animacji wykorzystując przycisk dodawania nowego pisaka.

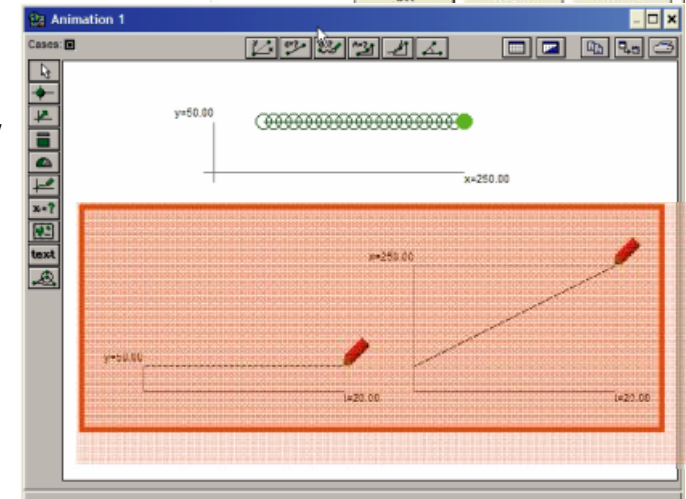


7. Nadaj pisakom następujące własności:



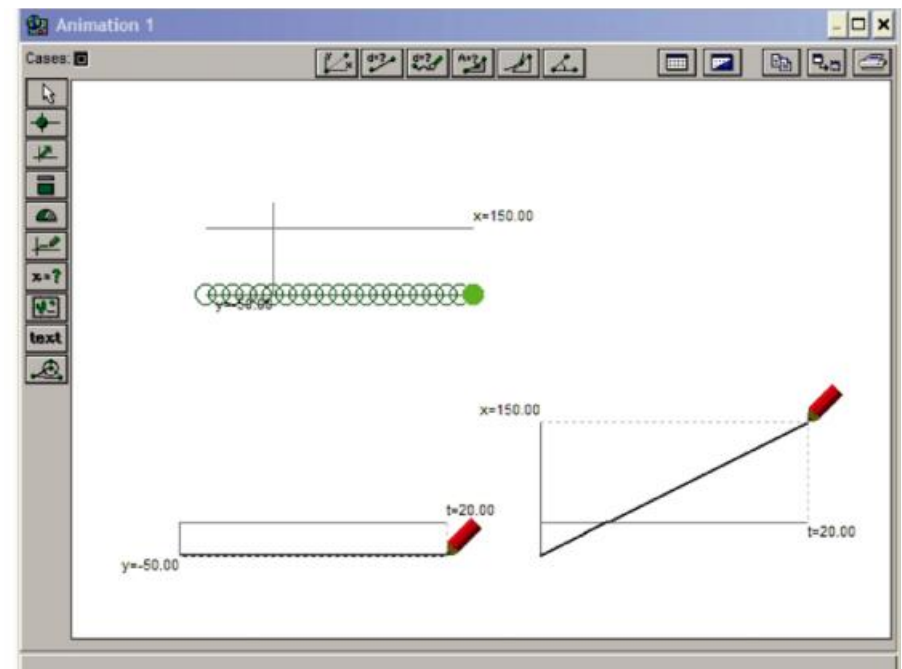
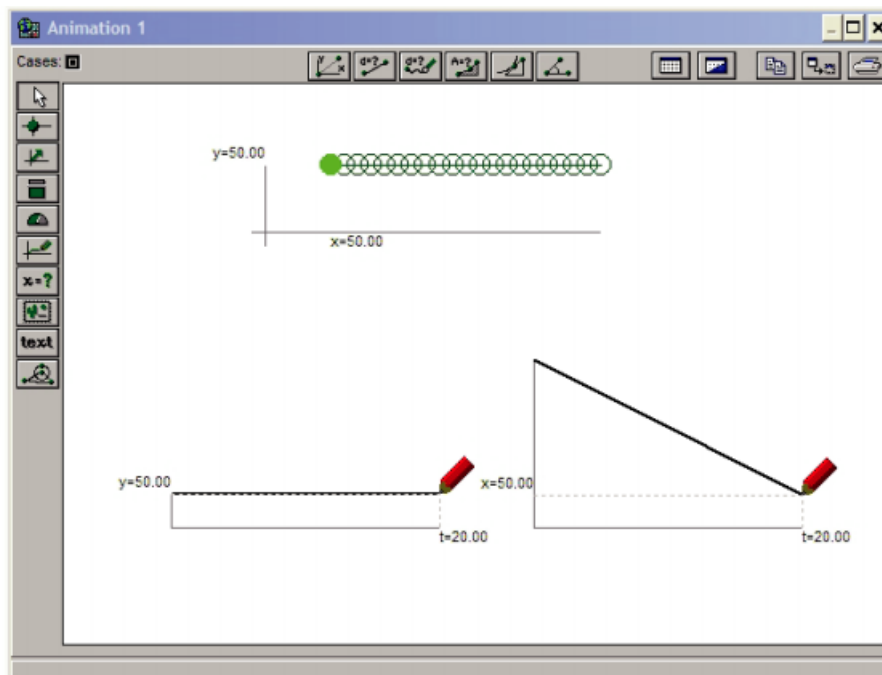
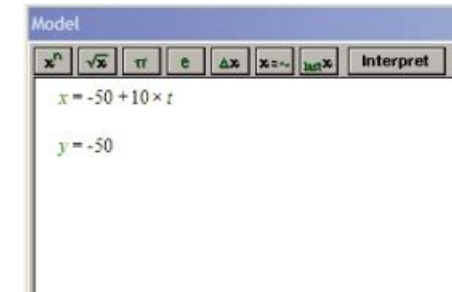
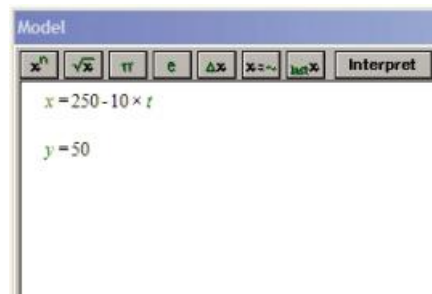
8. Uruchom model naciskając przycisk Start.

9. Przeanalizuj trajektorie i wykresy. Czy wykresy mają jakiś sens? Przedstaw swoje rozumowanie.



Wykresy zależności położenia od czasu opisane funkcjami liniowymi (II)

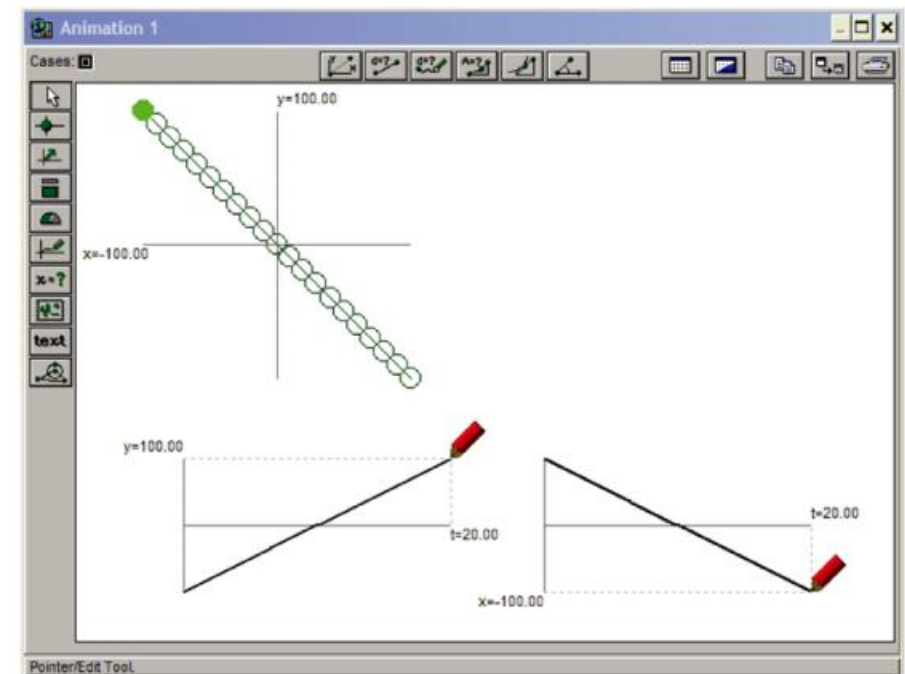
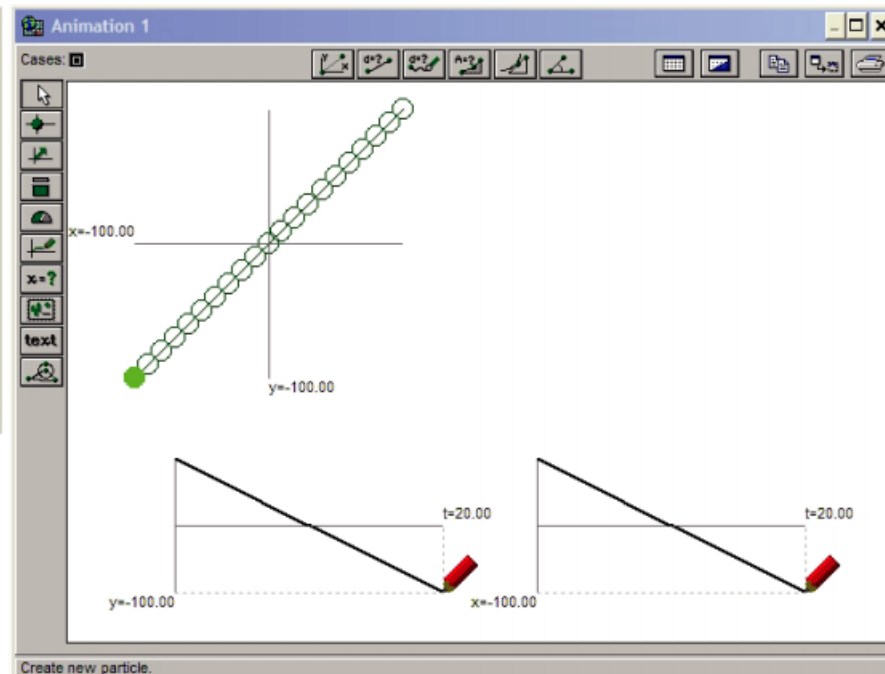
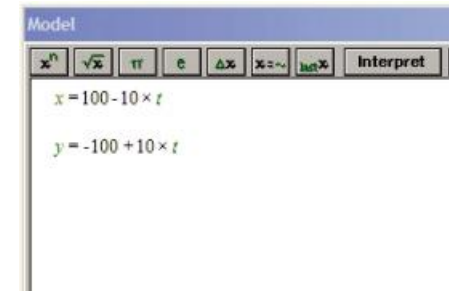
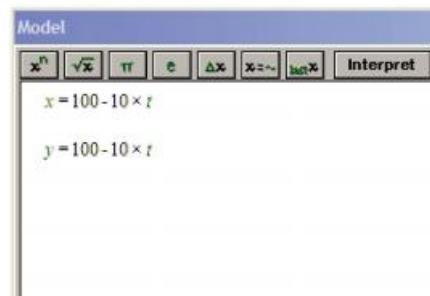
- Zmień model tak, aby uzyskać trajektorie i wykresy jak poniżej.
- Przeanalizuj funkcje, trajektorie i wykresy.



Wykresy zależności położenia od czasu opisane funkcjami liniowymi (IV)

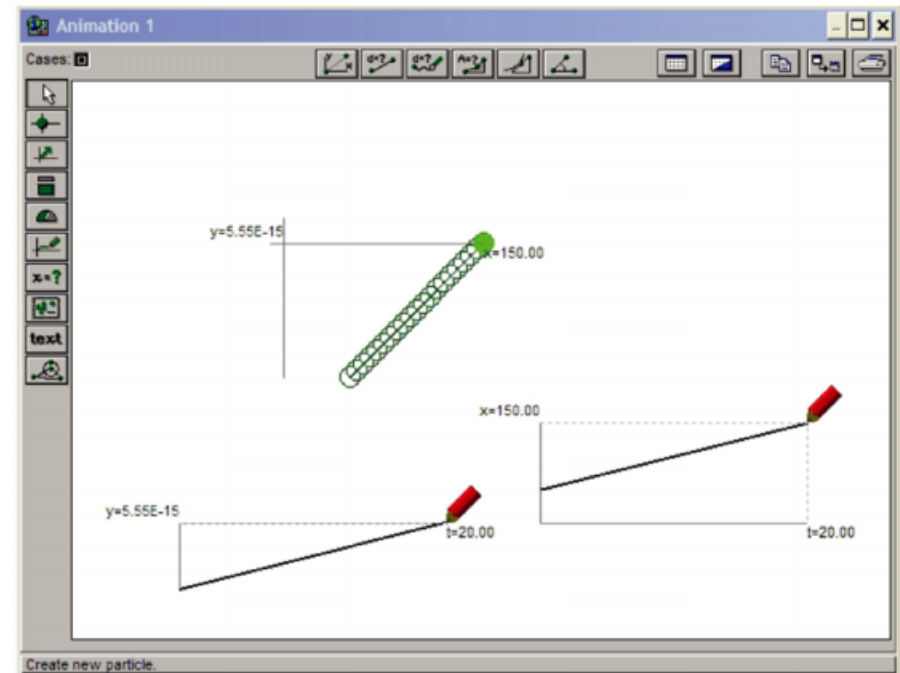
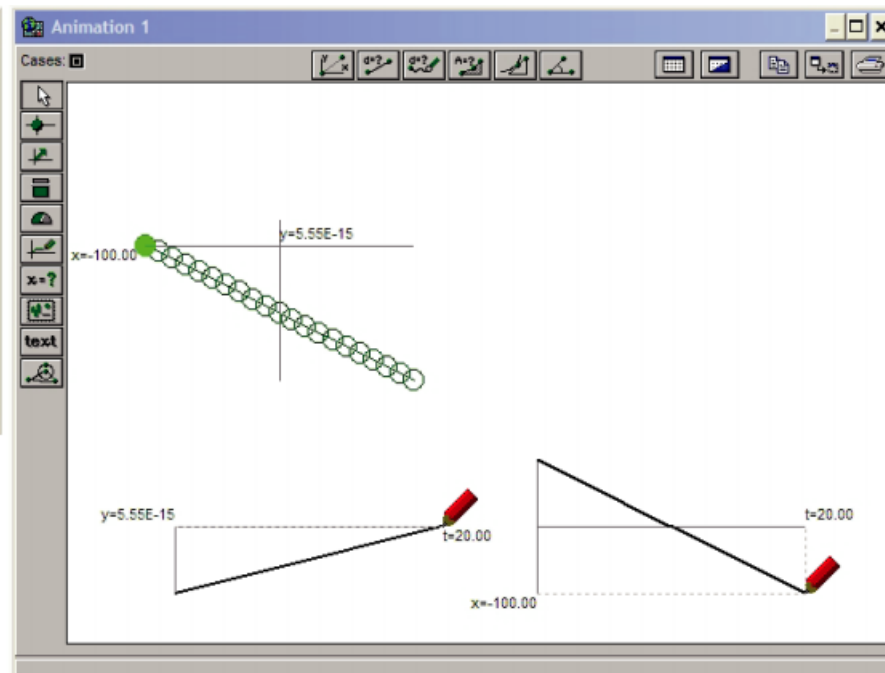
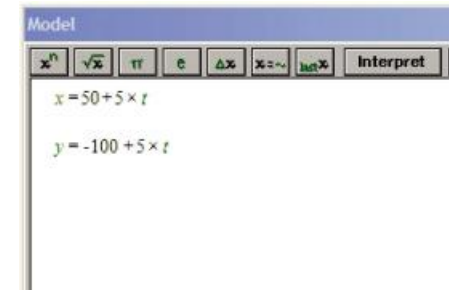
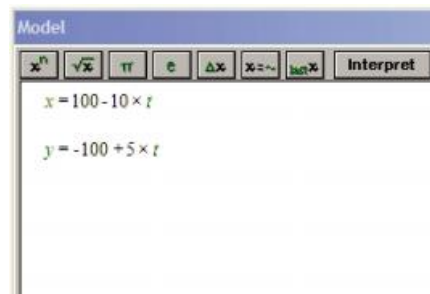
1. Zmień model tak, aby uzyskać trajektorie i wykresy jak poniżej.

2. Przeanalizuj funkcje trajektorie i wykresy.



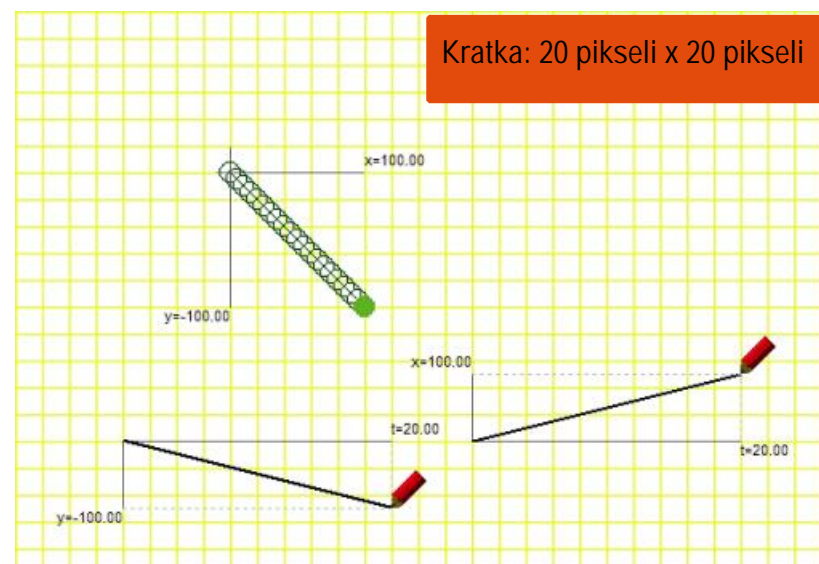
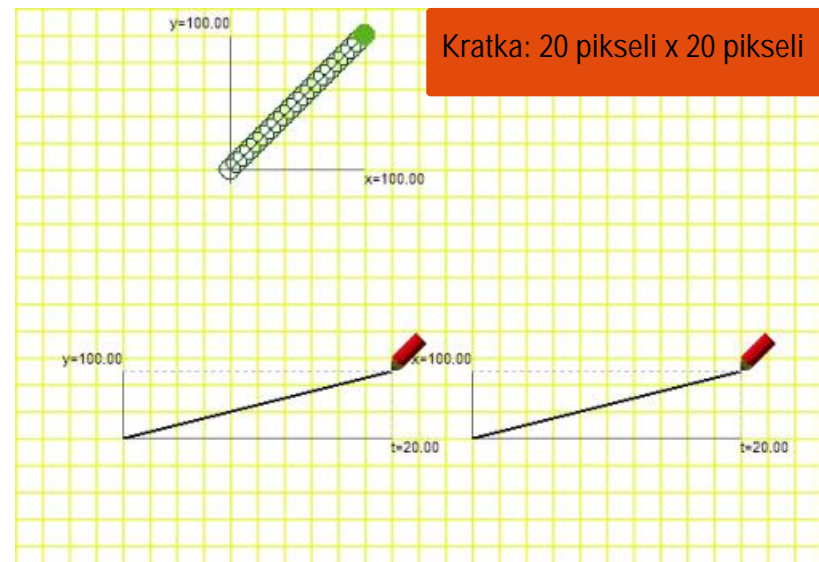
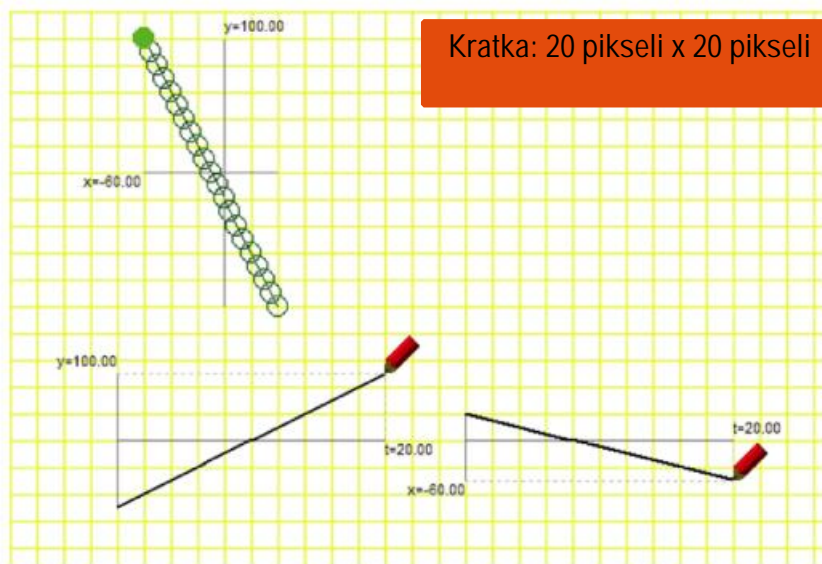
Wykresy zależności położenia od czasu opisane funkcjami liniowymi (V)

- Zmień model tak, aby uzyskać trajektorie i wykresy jak poniżej.
- Przeanalizuj funkcje trajektorie i wykresy.



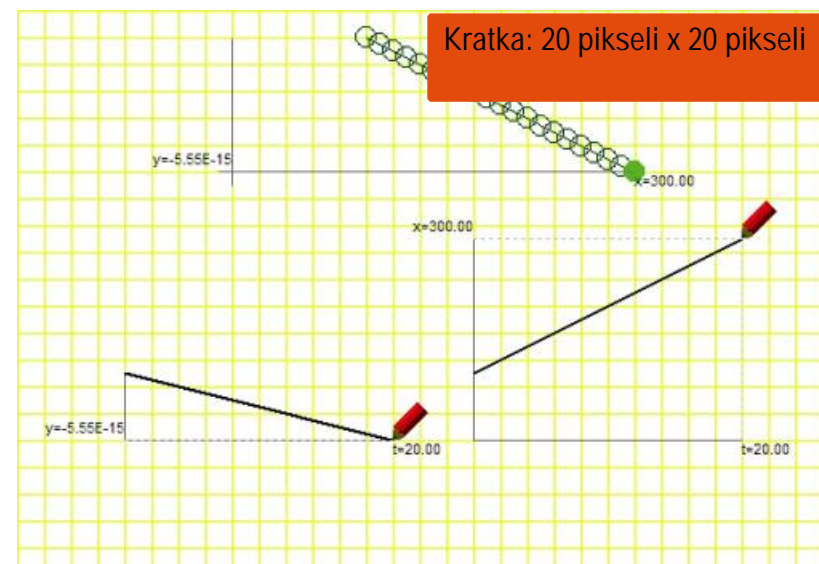
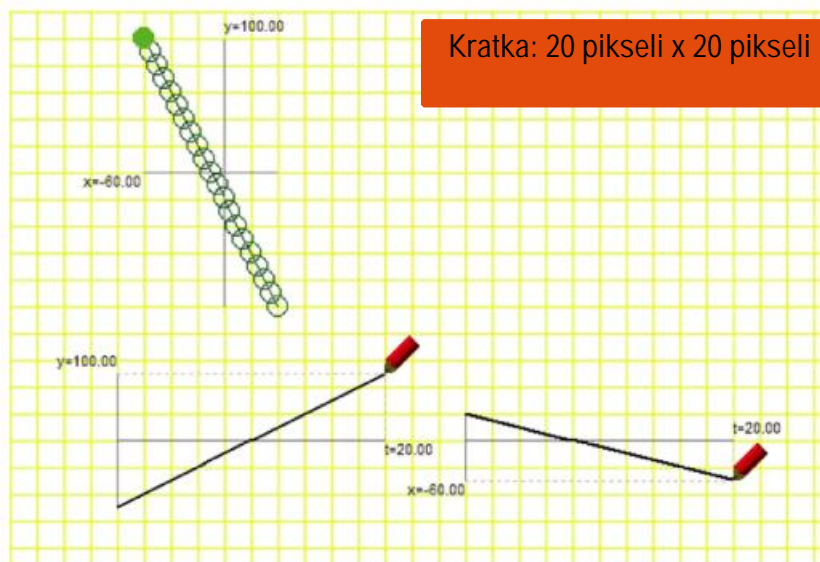
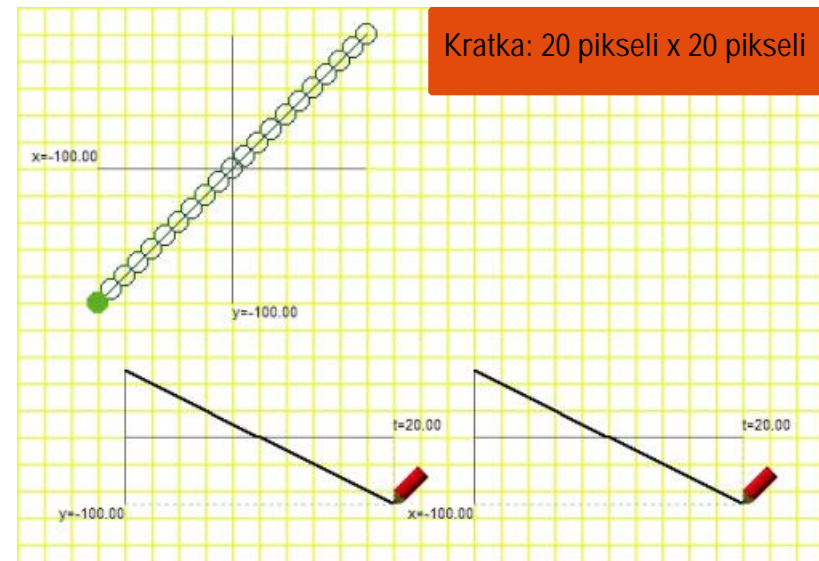
Czy potrafisz przewidywa funkcje na podstawie wykresów? (I)

1. Spróbuj stworzy modele, które dadz takie trajektorie i wykresy.
2. Uwa nie przyjrzyj si nachyleniu wykresów i warunkom pocz tkowym.



Czy potrafisz przewidywa funkcje na podstawie wykresów? (II)

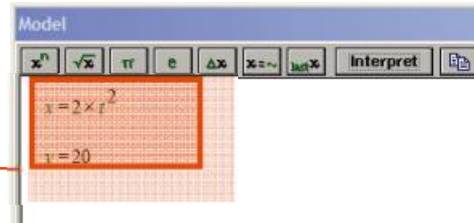
1. Spróbuj stworzy modele, które dadz takie trajektorie i wykresy.
2. Uwa nie przyjrzyj si nachyleniu wykresów i warunkom pocz tkowym.



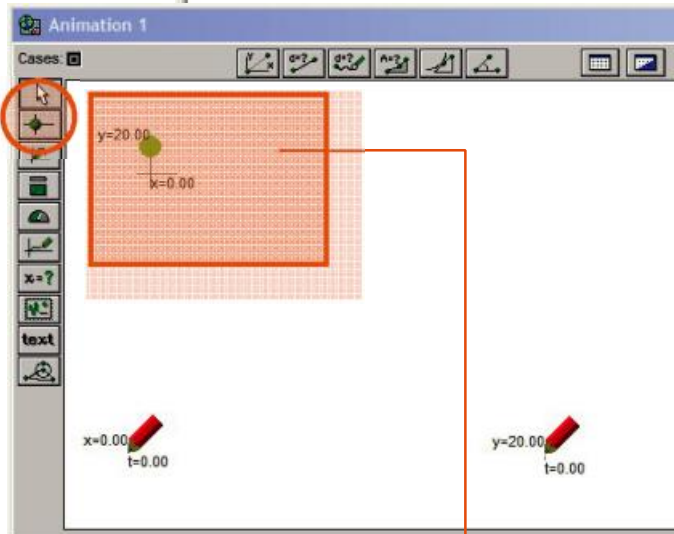
Wykresy zależnościami od czasu opisane funkcjami kwadratowymi (I)

1. Uruchom program Modellus lub utwórz nowy model (menu Plik/Nowy).

2. Wpisz następujące funkcje do okna modelu.

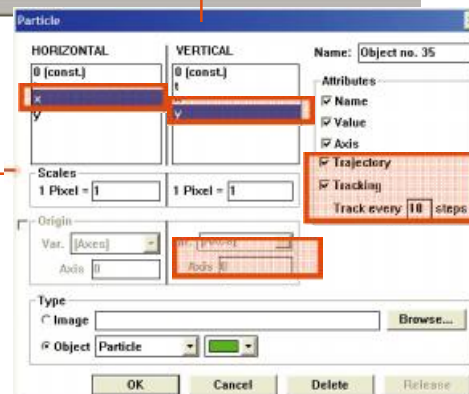


3. Naciśnij przycisk Interpretuj w oknie modelu.



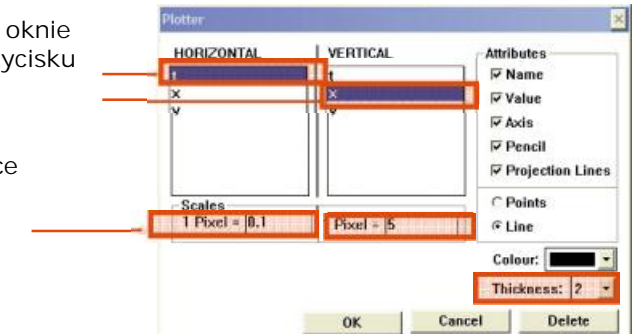
4. Utwórz czstkę w oknie animacji przy pomocy przycisku dodania nowego ciała.

5. Przypisz czstce takie własności:



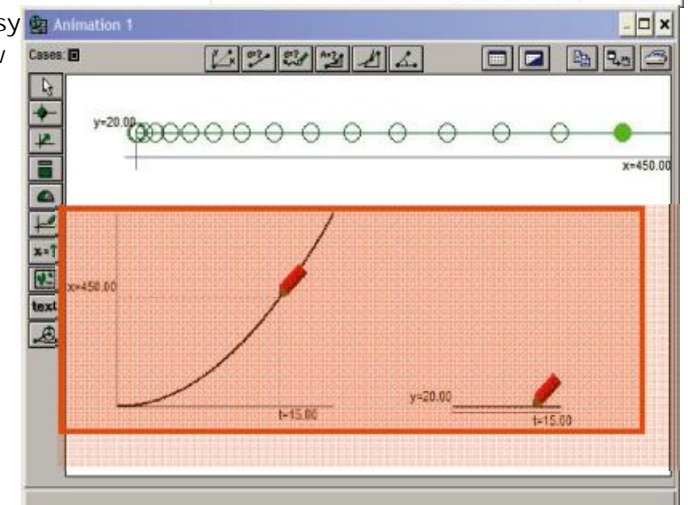
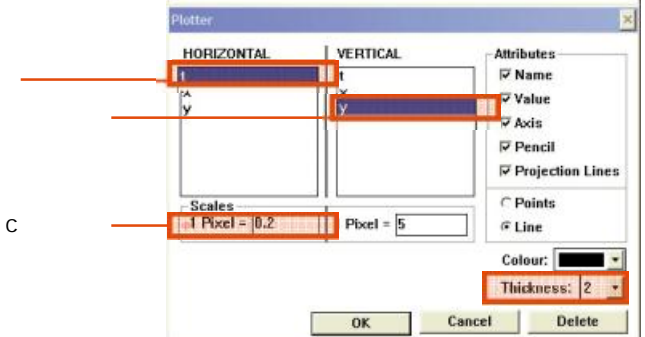
6. Utwórz dwa wykresy w oknie animacji korzystając z przycisku dodania nowego pisaka.

7. Nadaj pisakom następujące własności:



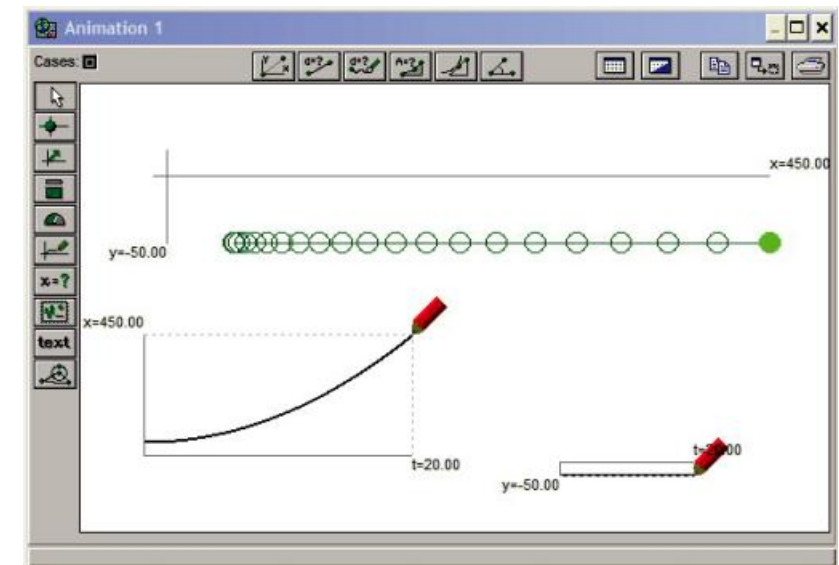
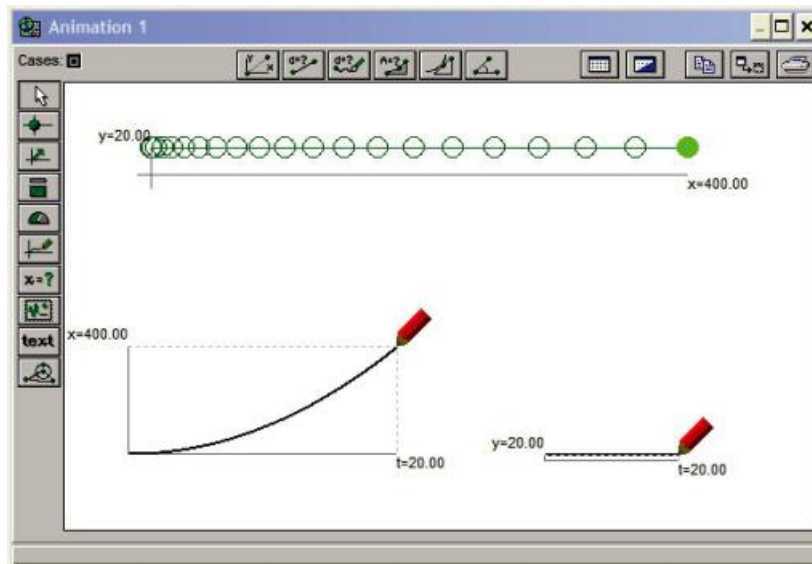
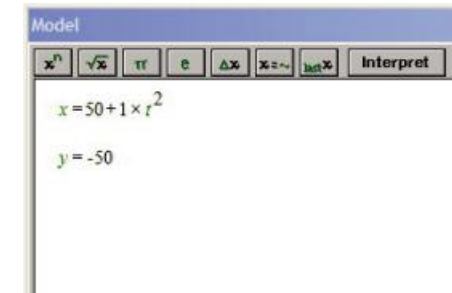
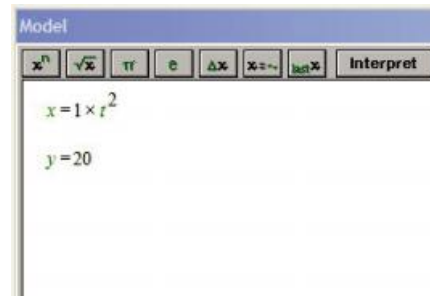
8. Uruchom model naciskając przycisk Start.

9. Przeanalizuj trajektorie i wykresy. Czy wykresy mają sens? Przedstaw swoje rozumowanie.



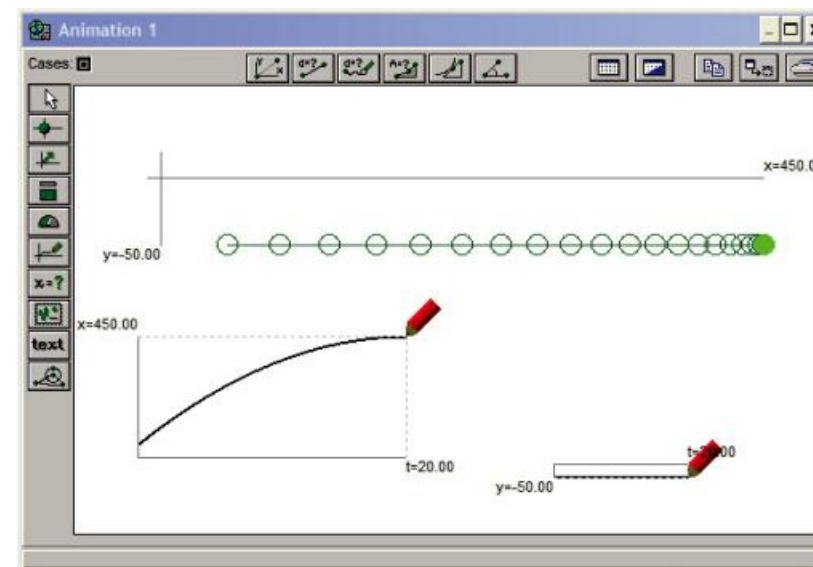
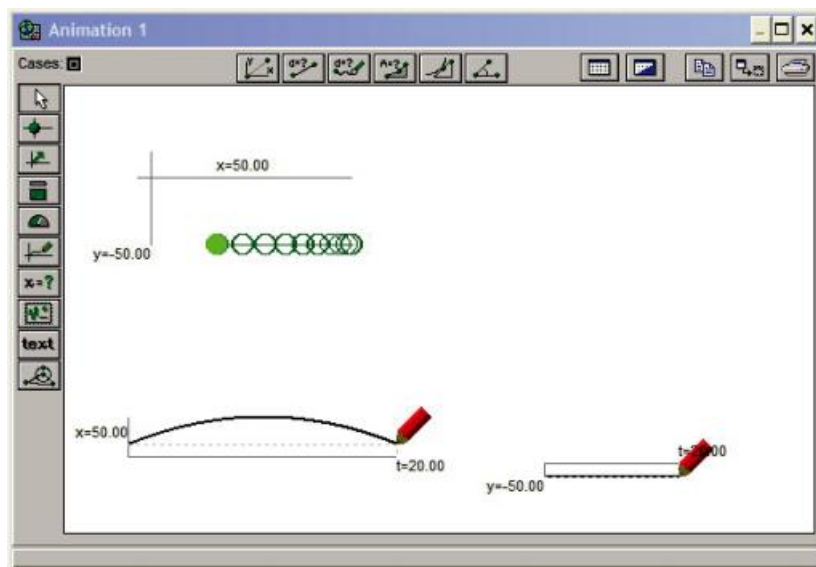
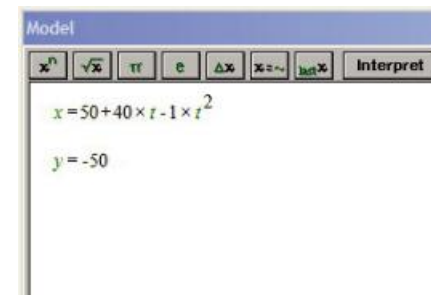
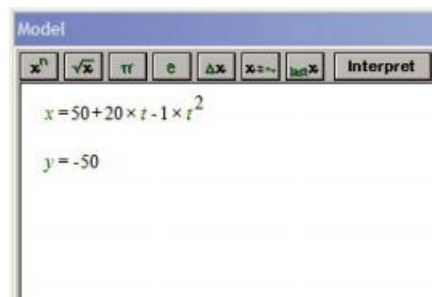
Wykresy zależności położenia od czasu opisane funkcjami kwadratowymi (II)

1. Zmień model tak, aby uzyskać trajektorie i wykresy jak poniżej.
2. Przeanalizuj funkcje trajektorie i wykresy.



Wykresy zależności położenia od czasu opisane funkcjami kwadratowymi (III)

- Zmień model tak, aby uzyskać trajektorie i wykresy jak poniżej.
- Przeanalizuj funkcje trajektorie i wykresy.



Wykresy zależności położenia od czasu opisane funkcjami kwadratowymi (IV)

- Zmień model tak, aby uzyskać trajektorie i wykresy jak poniżej.
- Przeanalizuj funkcje trajektorie i wykresy.

Model

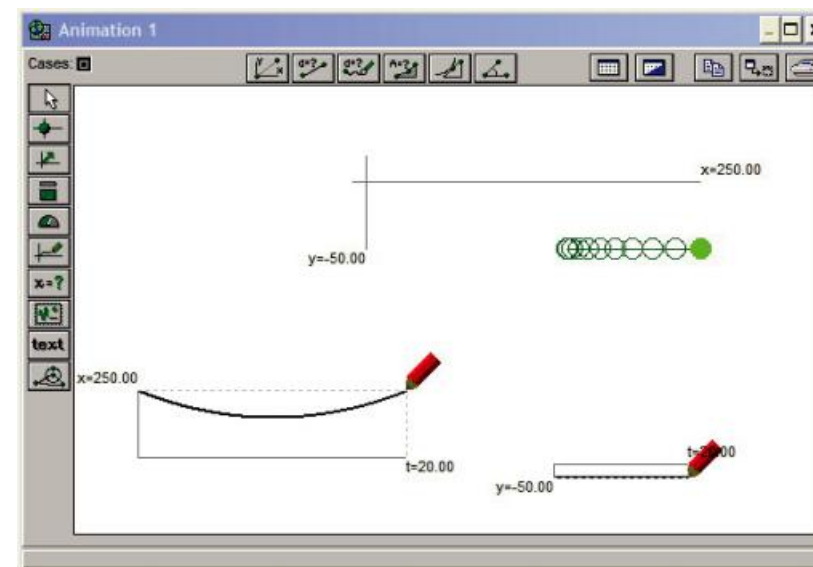
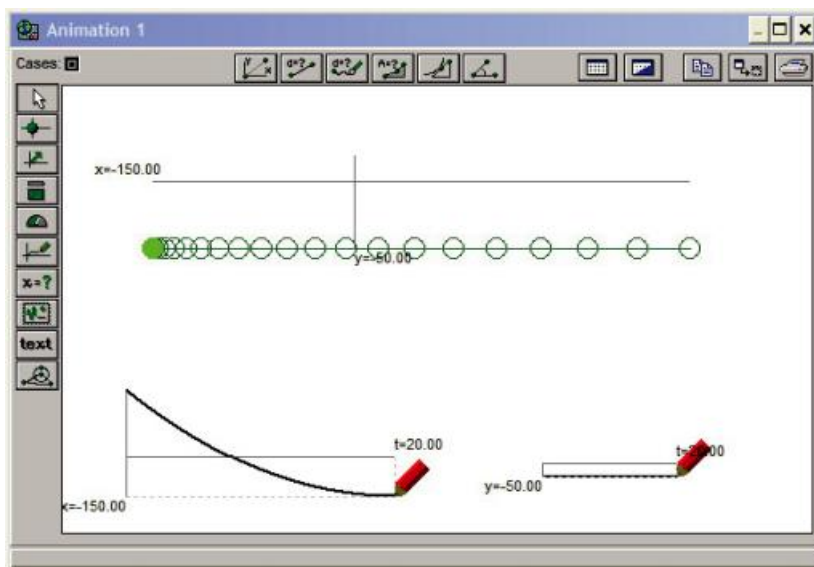
$x = 250 - 40 \times t + 1 \times t^2$

$y = -50$

Model

$x = 250 - 20 \times t + 1 \times t^2$

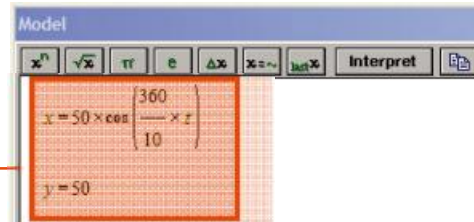
$y = -50$



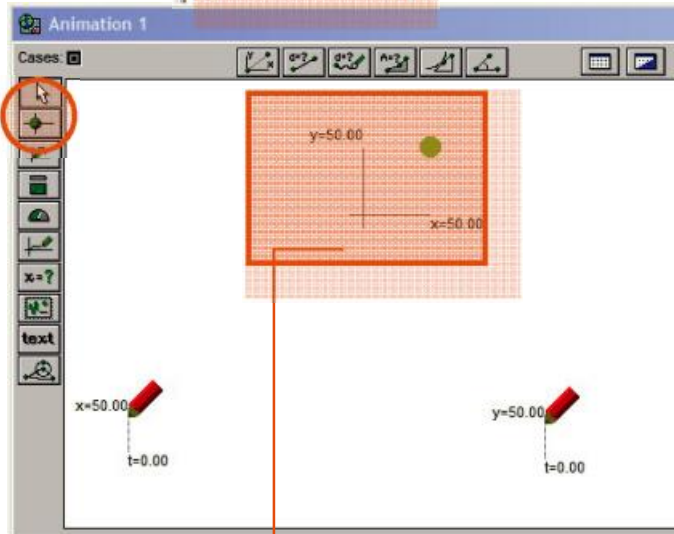
Wykresy zależne od czasu opisane funkcjami harmonicznymi (I)

1. Uruchom program Modellus lub utwórz nowy model (menu Plik/Nowy).

2. Wpisz następujące funkcje do okna modelu.

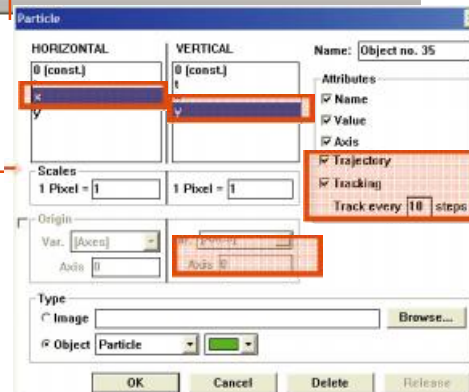


3. Naciśnij przycisk Interpretuj w oknie modelu.



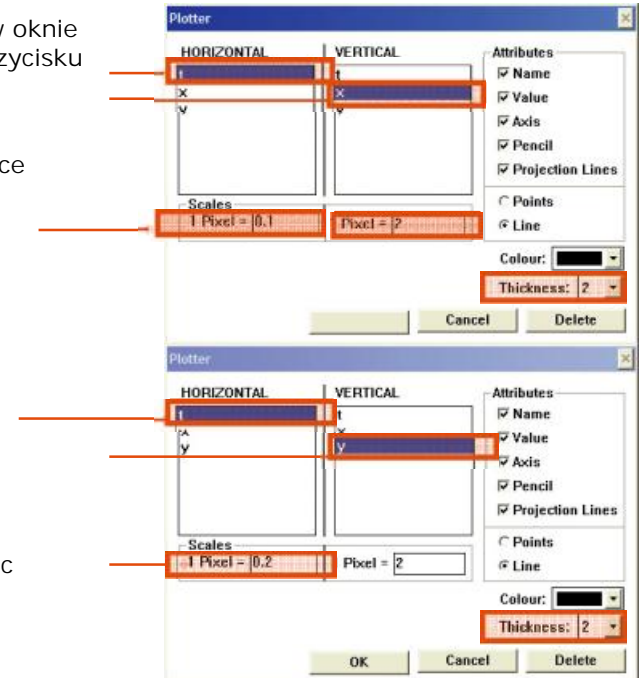
4. Utwórz cząstkę w oknie animacji przy pomocy przycisku dodania nowego ciała.

5. Przypisz cząstce takie własności:



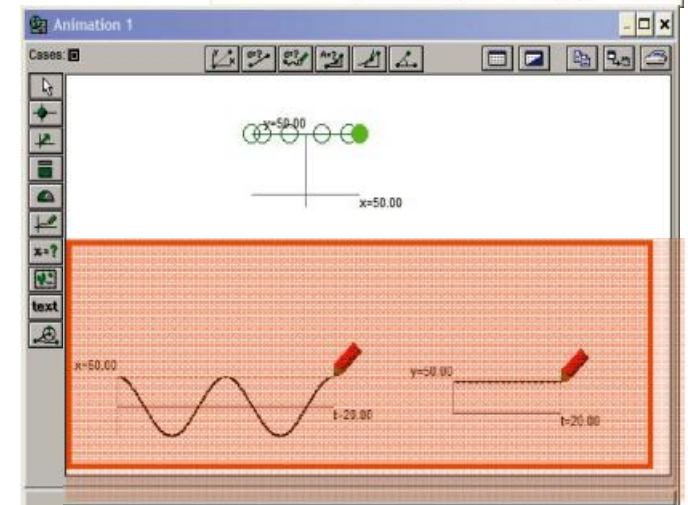
6. Utwórz dwa wykresy w oknie animacji korzystając z przycisku dodania nowego pisaka.

7. Nadaj pisakom następujące własności:



8. Uruchom model naciskając przycisk Start.

9. Przeanalizuj trajektorie i wykresy. Czy wykresy mają sens? Przedstaw swoje rozumowanie.



Wykresy zależności położenia od czasu opisane funkcjami harmonicznymi (II)

- Zmień model tak, aby uzyskać trajektorie i wykresy jak poniżej.
- Przeanalizuj funkcje trajektorie i wykresy.

Model

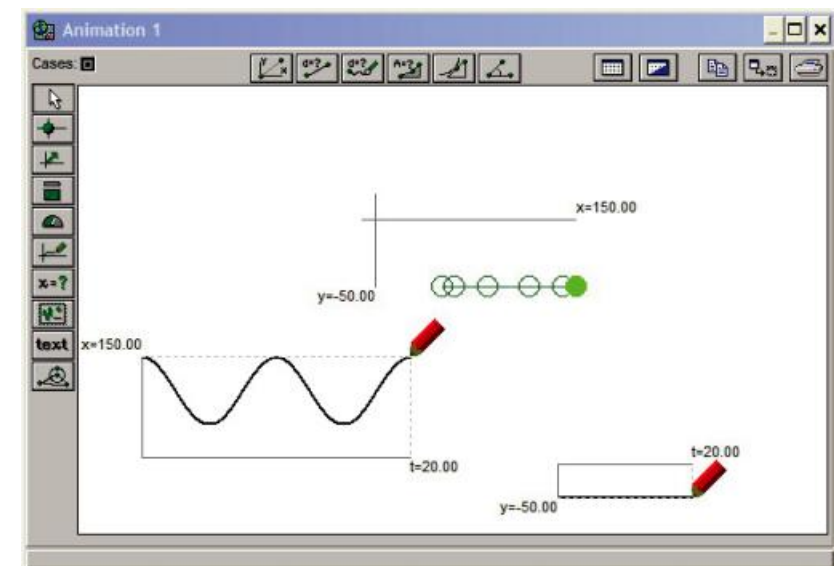
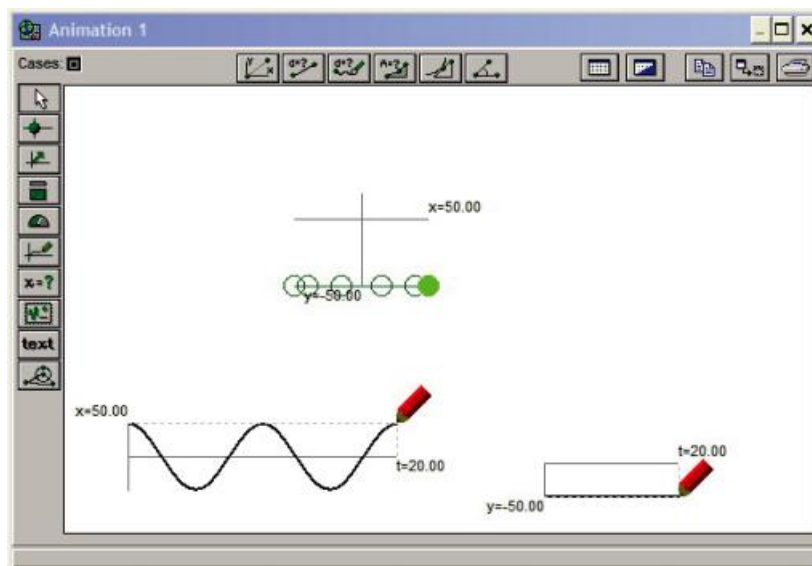
$$x = 50 \times \cos\left(\frac{360}{10} \times t\right)$$

$$y = -50$$

Model

$$x = 100 \times 50 \times \cos\left(\frac{360}{10} \times t\right)$$

$$y = -50$$



Wykresy zależnościami od czasu opisane funkcjami harmonicznymi (III)

- Zmień model tak, aby uzyskać trajektorie i wykresy jak poniżej.
- Przeanalizuj funkcje trajektorie i wykresy.

Model

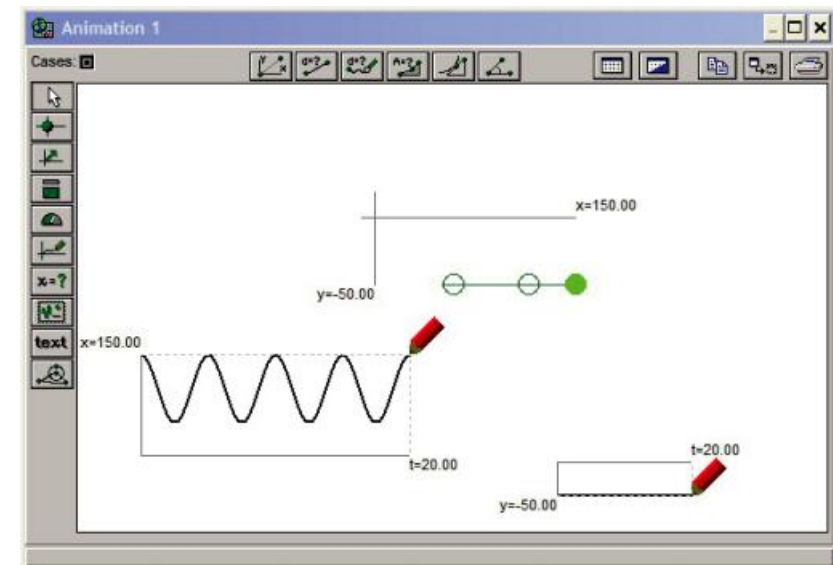
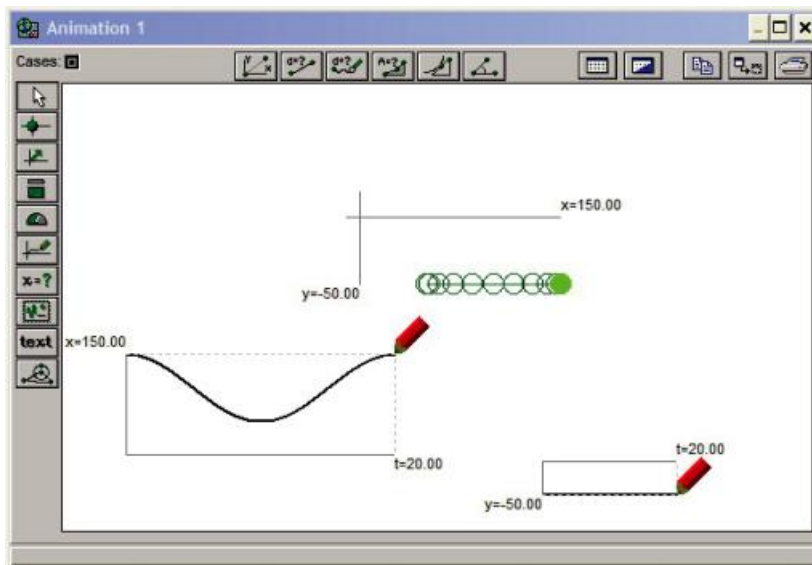
$$x = 100 + 50 \times \cos\left(\frac{360}{20} \times t\right)$$

$$y = -50$$

Model

$$x = 100 + 50 \times \cos\left(\frac{360}{20} \times t\right)$$

$$y = -50$$



Wykresy zależności położenia od czasu opisane funkcjami harmonicznymi (IV)

- Zmień model tak, aby uzyskać trajektorie i wykresy jak poniżej.
- Przeanalizuj funkcje trajektorie i wykresy.

Model

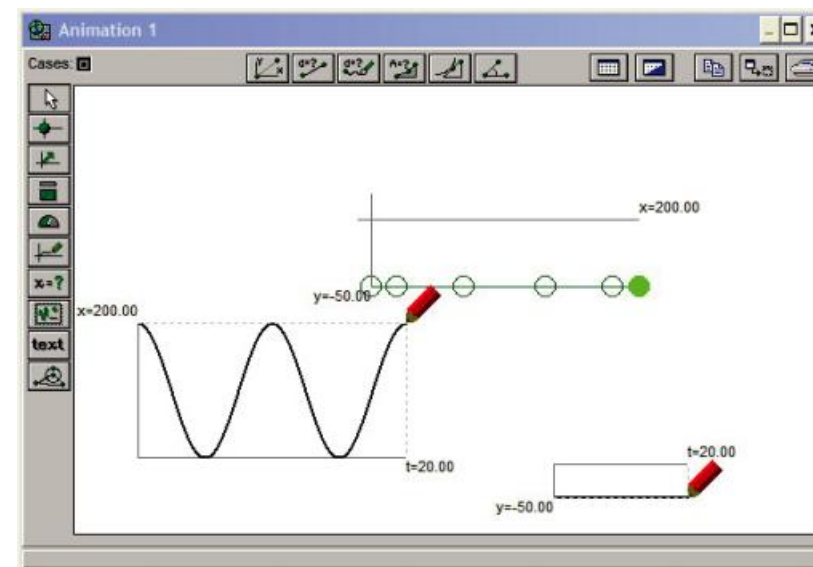
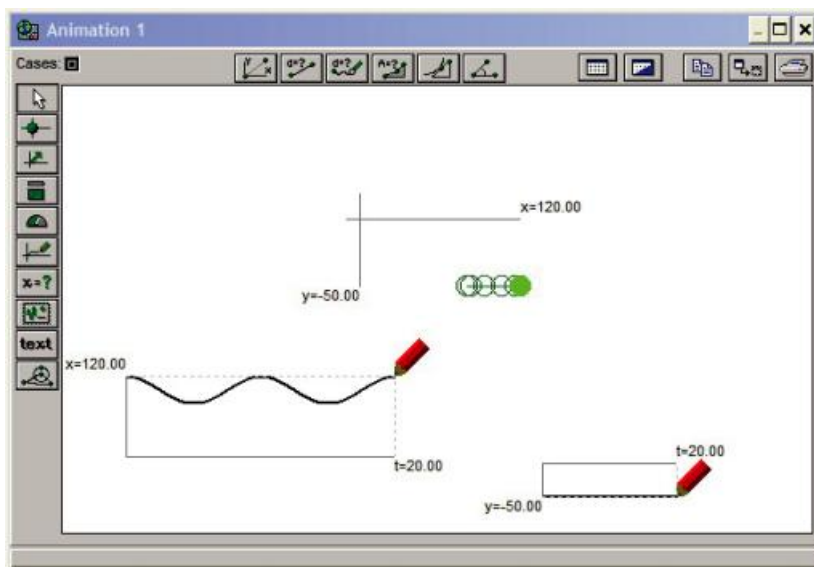
$x = 100 + 20 \times \cos\left(\frac{360}{10} \times t\right)$

$y = -50$

Model

$x = 100 + 100 \times \cos\left(\frac{360}{10} \times t\right)$

$y = -50$

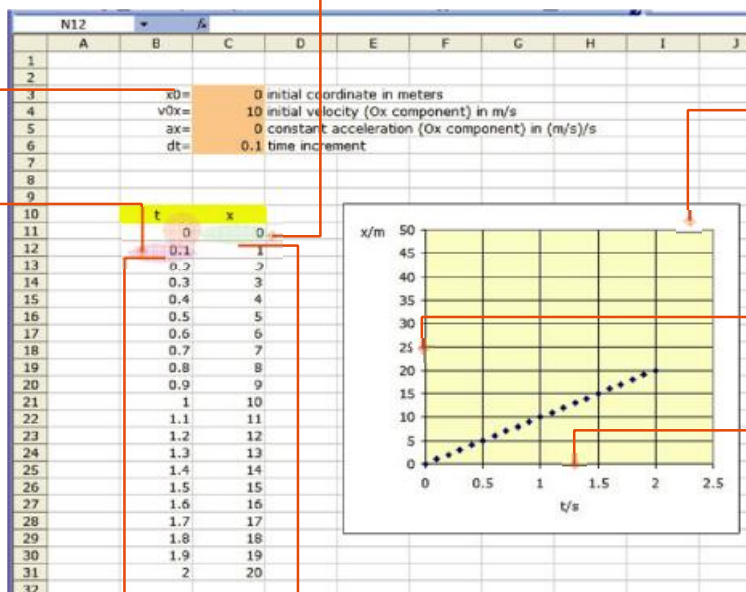


Zastosowanie arkusza kalkulacyjnego Excel do badania zależności położenia od czasu (I)

WSKAZÓWKI: W celu określenia nazwy komórki np. dt dla komórki C6, umieść kursor na komórce i napisz dt (nazwę) w polu nazwy. Określ również komórki C3 i C4 jako x0 i y0, wartości początkowe współrzędnych.

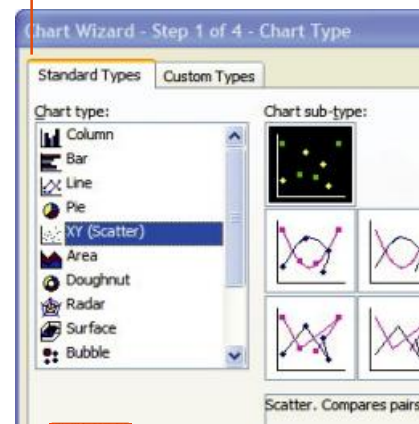
dt		0.1	
Name Box	B	C	D
1			
2			
3		x0=	0 initial coordinate
4		v0x=	10 initial velocity (
5		ax=	0 constant accel
6		dt=	0.1 time increment

$$=x0+v0x*B11+(1/2)*ax*B11^2$$



=B11+dt
Czas t ma krok o wartości dt, określony w komórce C2.

To wykres punktowy: pojedyncze wartości liczbowe względem innej (w tym przypadku względem x).



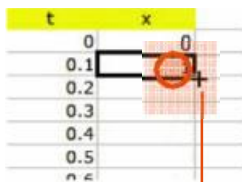
WSKAZÓWKA: kliknij na każdą z osi w celu określenia jej własności



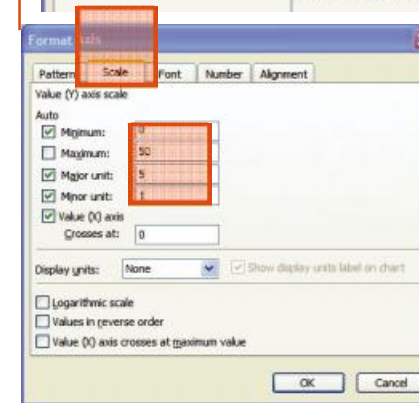
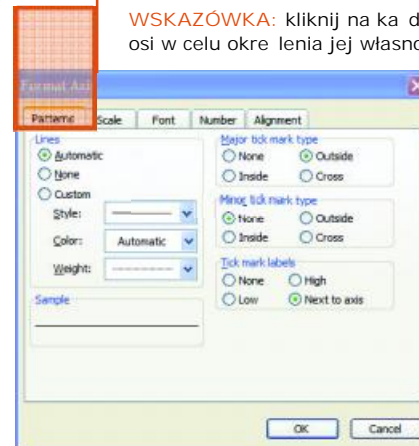
WSKAZÓWKA: Nadaj kolor komórkom, które są niezależne i służą do przypisywania wartości zmiennym lub parametrom.

Skopiuj t komórek w dół...

Skopiuj t komórek w dół...

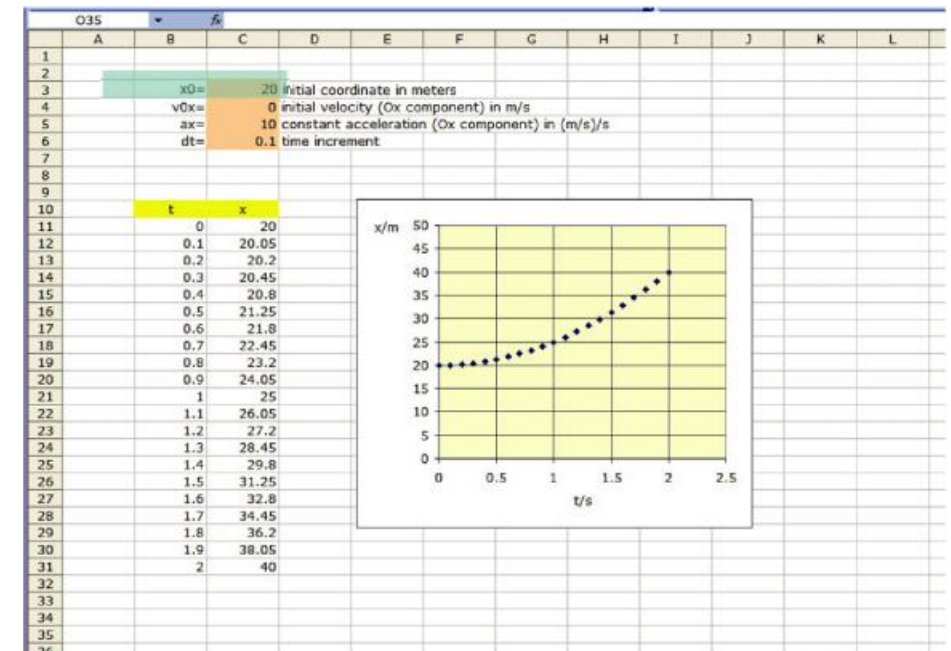
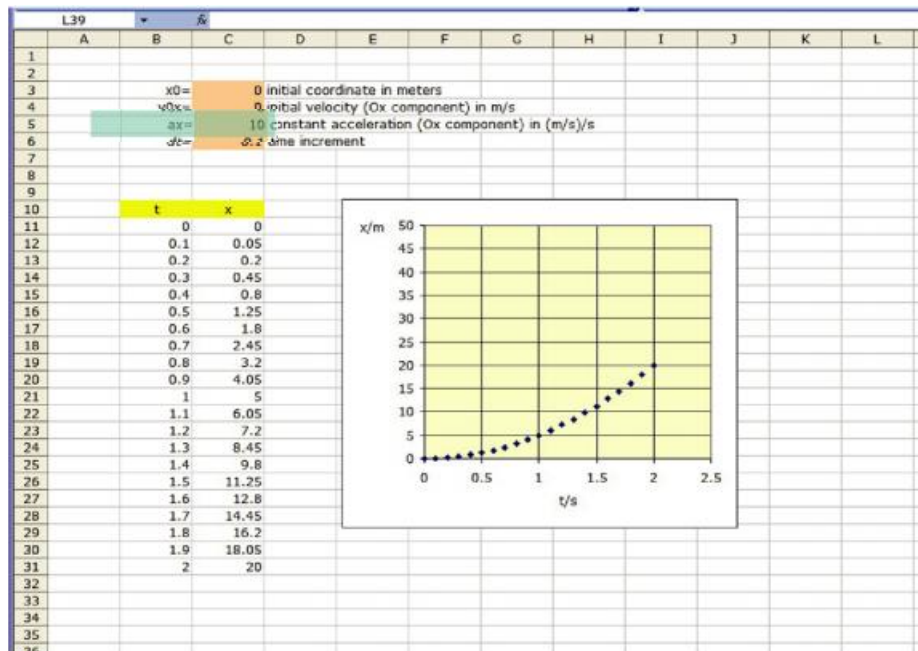


WSKAZÓWKA: w celu skopiowania komórki w dół, umieść kursor w prawym dolnym rogu komórki i przeciągnij ją.



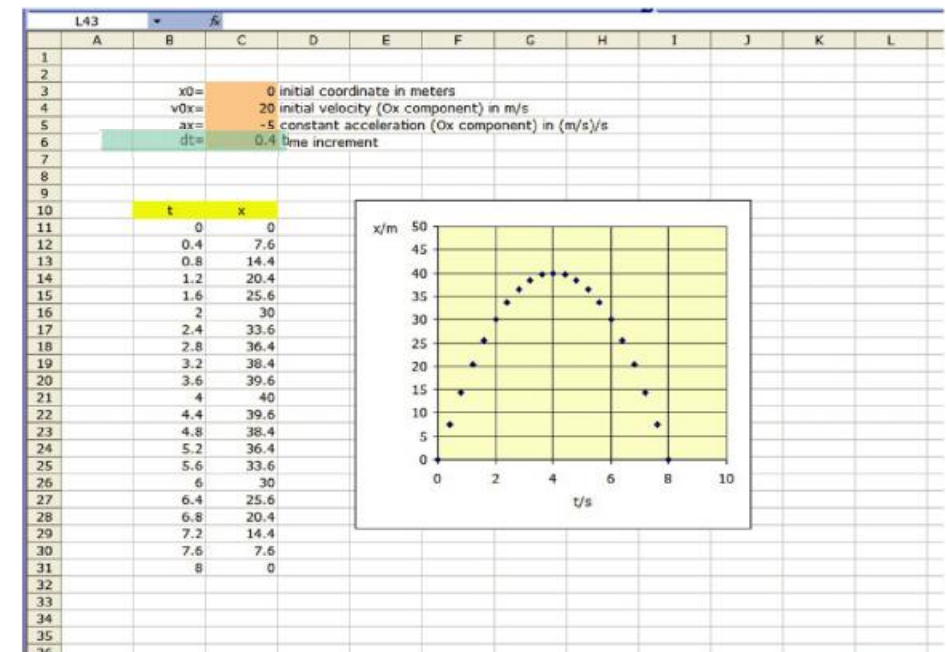
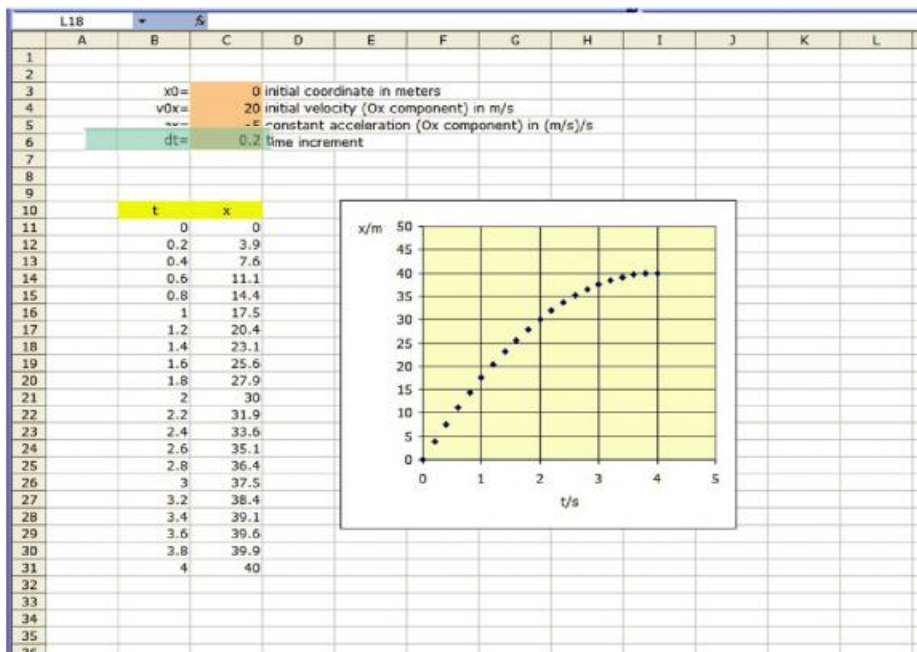
Zastosowanie arkusza MS Excel do badania zależności położenia od czasu (II)

1. Zmień model w celu uzyskania następujących wykresów.
2. Przeanalizuj funkcje, trajektorie i wykresy.



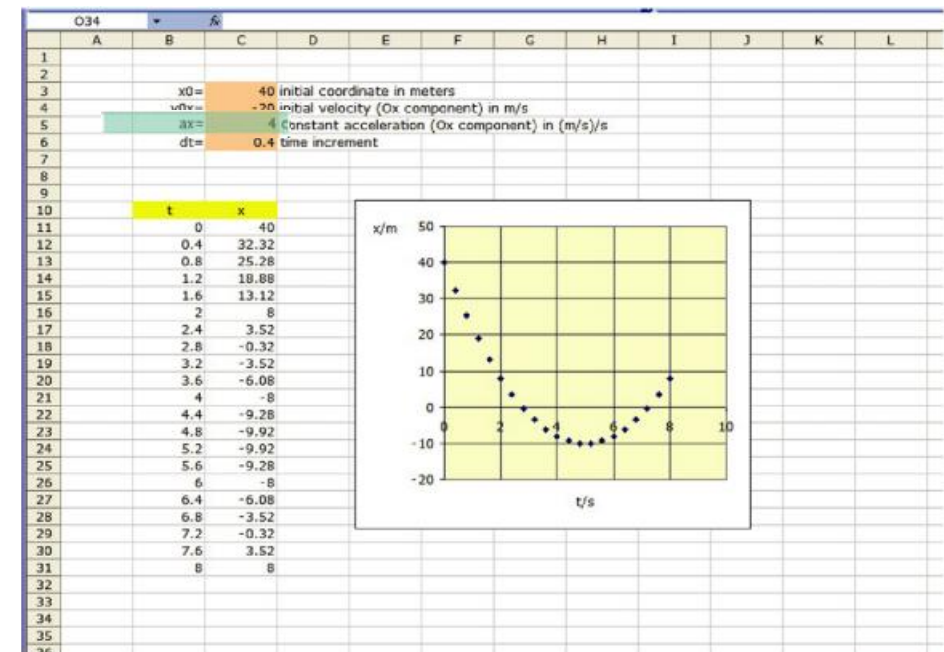
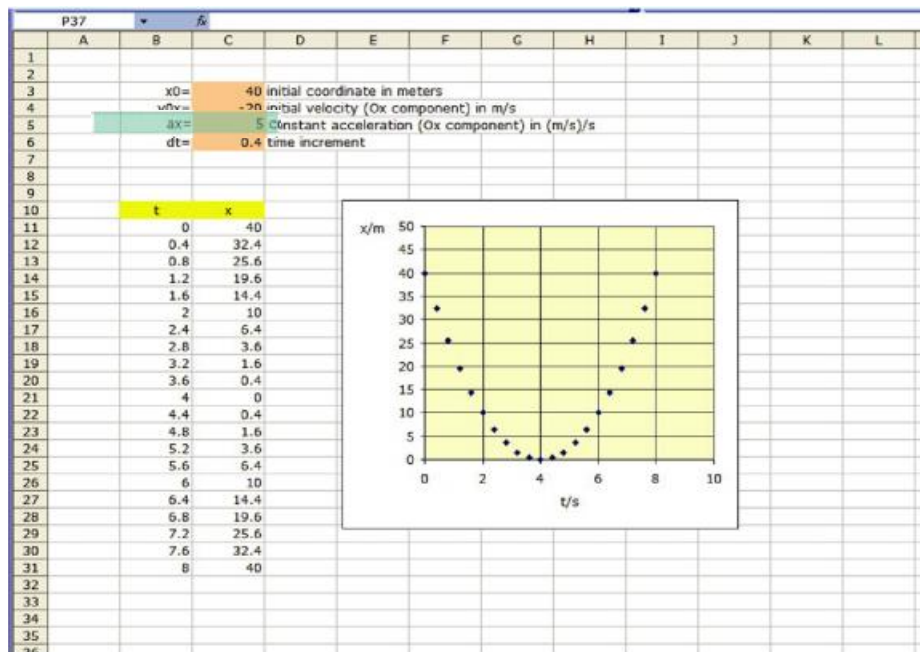
Zastosowanie arkusza MS Excel do badania zależności od czasu (III)

1. Zmień model w celu uzyskania następujących wykresów.
2. Przeanalizuj funkcje, trajektorie i wykresy.



Zastosowanie arkusza MS Excel do badania zależności położenia od czasu (IV)

1. Zmień model w celu uzyskania następujących wykresów.
2. Przeanalizuj funkcje, trajektorie i wykresy.

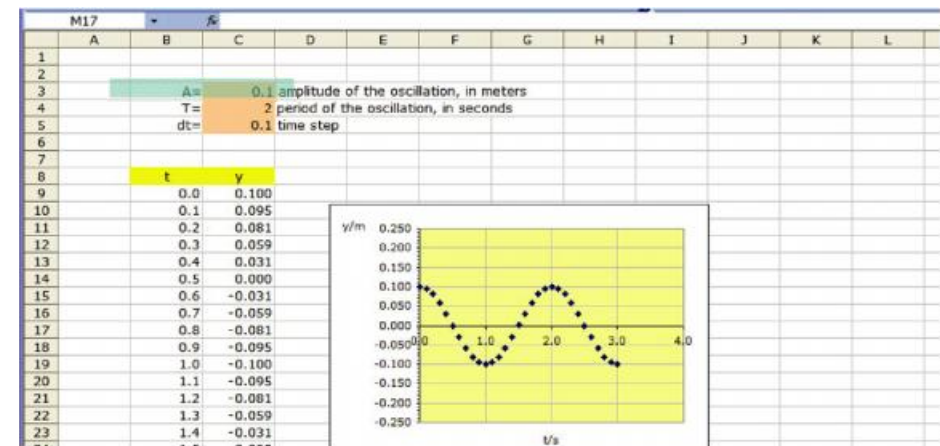
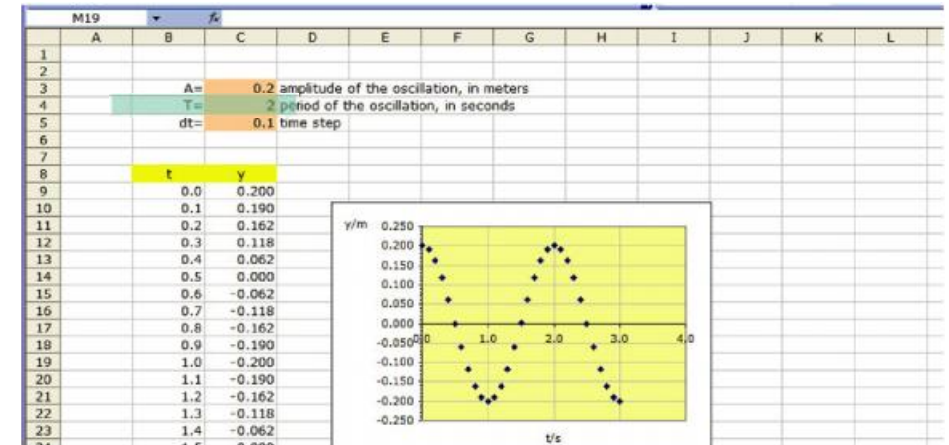
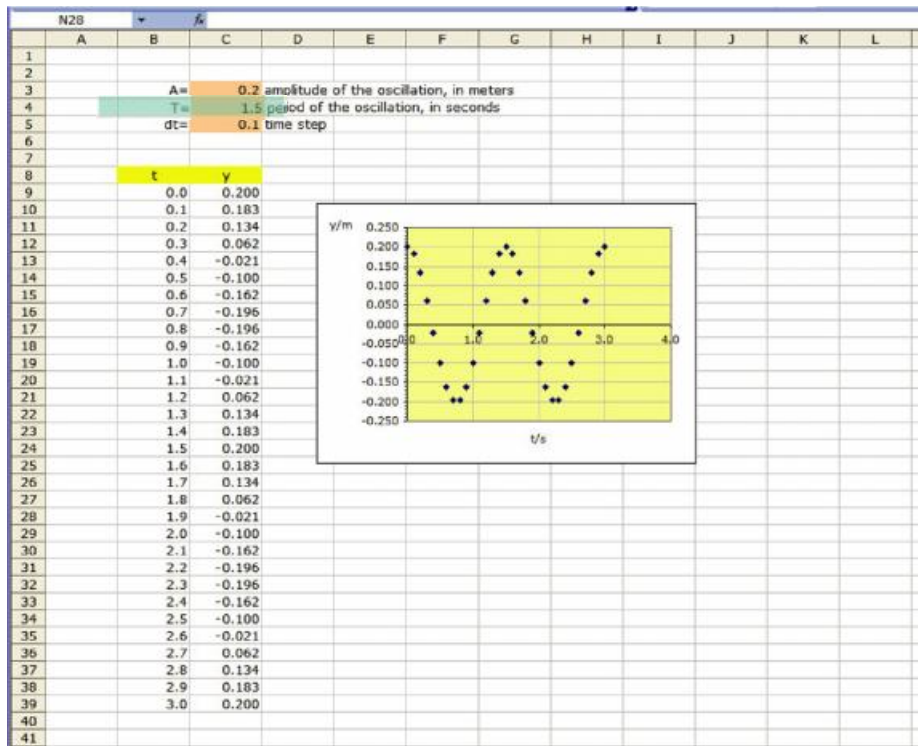


Zastosowanie arkusza MS Excel do badania zależności położenia od czasu (V)

1. Utwórz wykres funkcji harmonicznej $y = A \cos\left(\frac{2\pi}{T}t\right)$

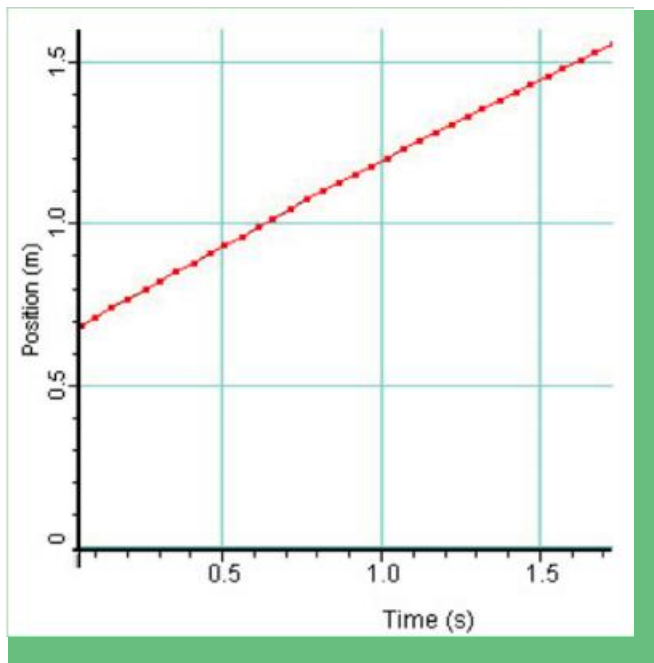
opisując współrzędne położenia pionowego oscylatora, w sposób przedstawiony poniżej.

2. Przeanalizuj w jaki sposób zmiany amplitudy A i okresu T wpływają na kształt wykresu.

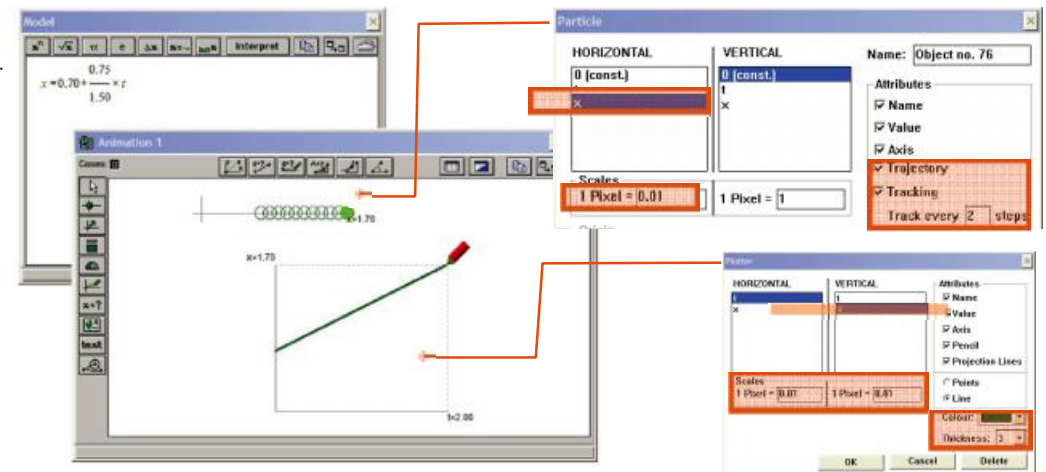
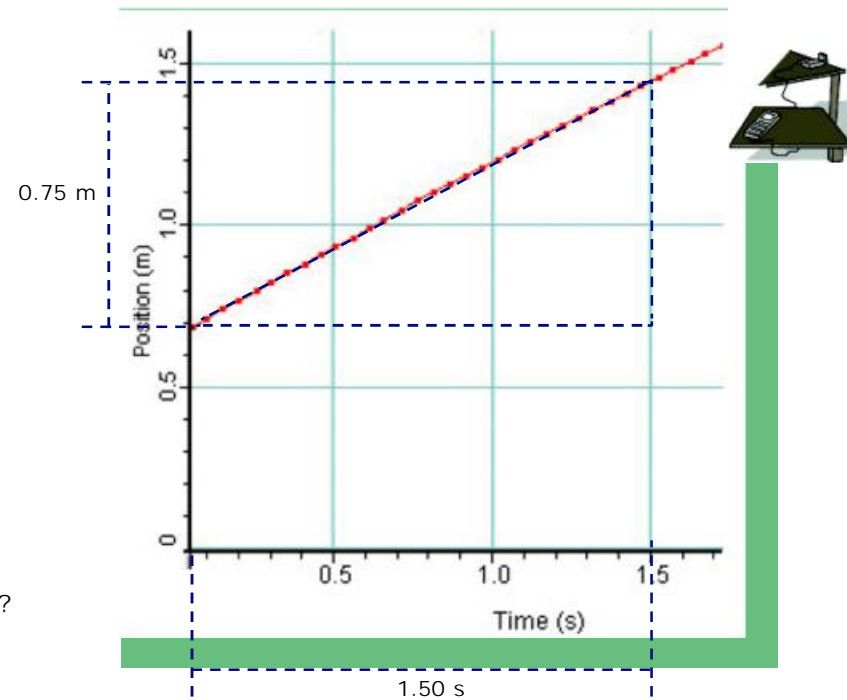


Analiza wykresu zależności od czasu otrzymanej przy pomocy czujnika ruchu (I)

1. Czujnik ruchu pozwala mierzyć odległość czujnika od obiektu za pomocą ultradźwięków (dźwięków niesłyszalnych przez ludzkie ucho).
2. Poniżej rysunek przedstawia wykres odległości czujnika od osoby w funkcji czasu.
3. Jak daleko znajdowała się osoba od czujnika w chwili $t = 0$ s?
4. Jak daleko znajdowała się osoba od czujnika w chwili $t = 1,5$ s?
5. Ile czasu potrzebowała ta osoba, aby znaleźć się 0,5 m od czujnika?
6. Ile czasu potrzebowała ta osoba, aby znaleźć się 1,5 m od czujnika?
7. Jak daleko przebyła ta osoba w ciągu 1,5 s?
8. Czy wektor prędkości zwrócony jest w stronę czujnika, czy w przeciwną stronę? Uzasadnij rozumowanie.
9. Ile wynosi szybkość tej osoby?

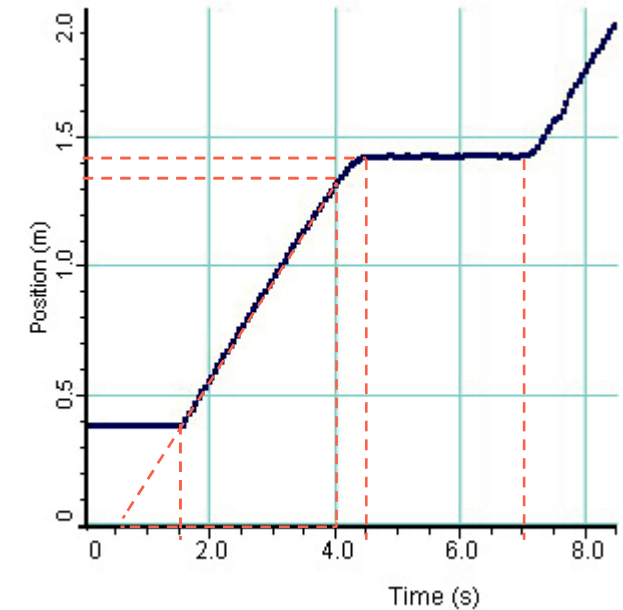
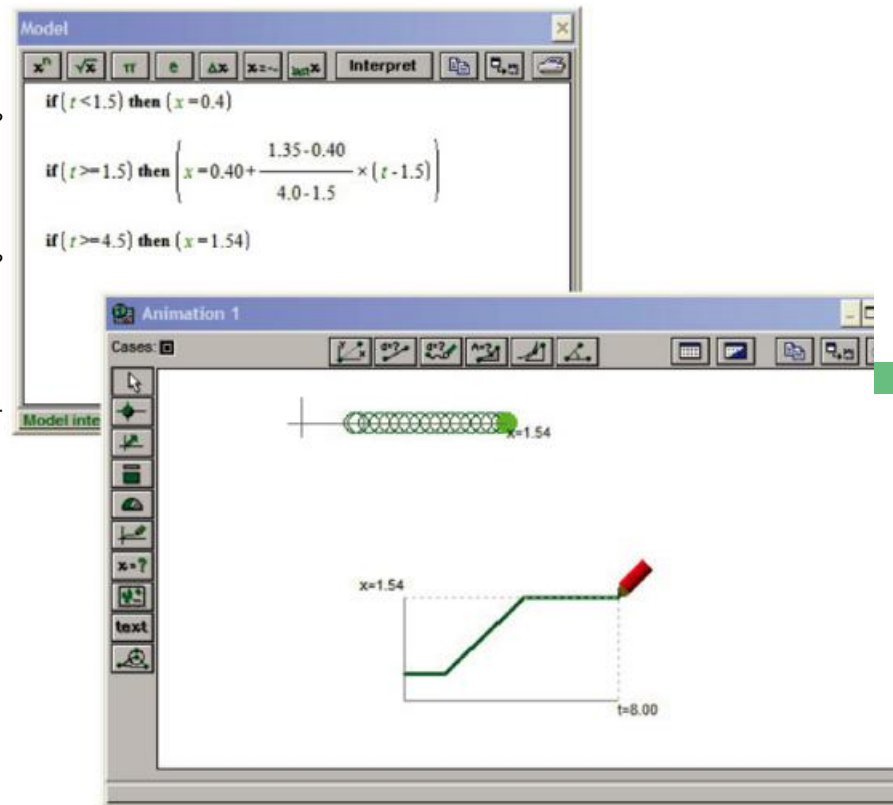


10. Czy ta szybkość jest stała? Dlaczego?
11. Utwórz model w Modellusie, jak po prawej i przeanalizuj go.
12. Czym różniłby się model, gdyby osoba zbliżała się do czujnika?



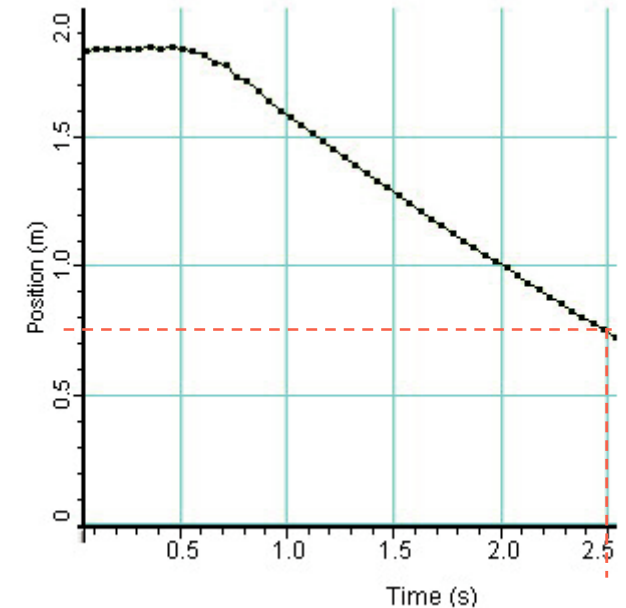
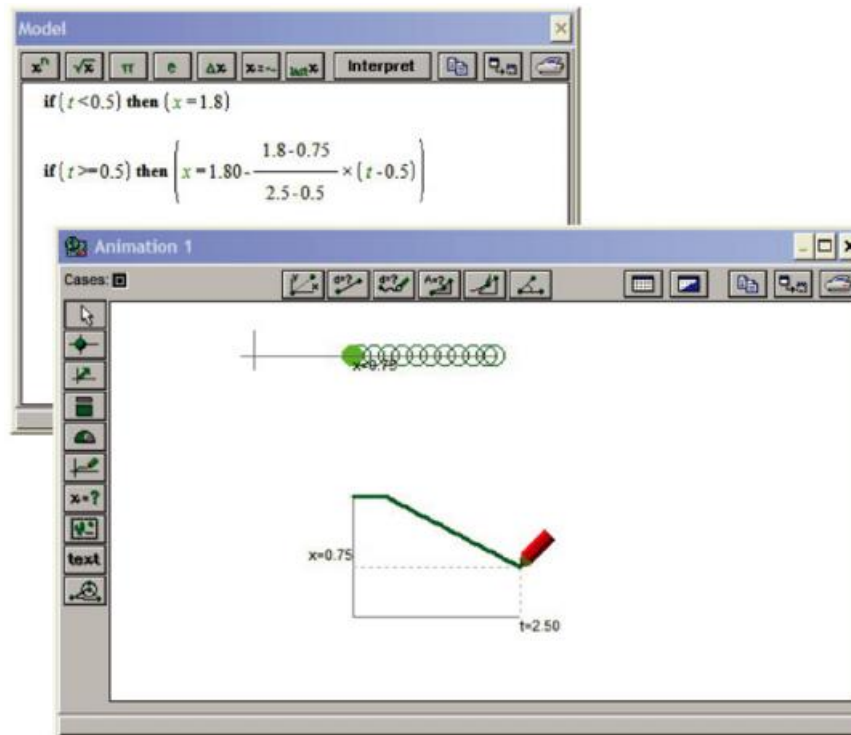
Analiza wykresu zależności od czasu otrzymanej przy pomocy czujnika ruchu (II)

1. Rysunek po prawej stronie przedstawia wykres odległości do czujnika ruchu pewnej osoby w funkcji czasu.
2. W jakiej odległości znajdowała się ta osoba od czujnika w chwili $t = 0$ s?
3. W jakiej odległości znajdowała się ta osoba od czujnika w chwili $t = 1,0$ s?
4. Po jakim czasie zaczęła się ta osoba poruszać? Wyjaśnij swoje rozumowanie.
5. Z jaką szybkością poruszała się ta osoba w chwili $t = 3,0$ s? Wyjaśnij swoje rozumowanie.
6. Z jaką szybkością poruszała się ta osoba w chwili $t = 6,0$ s? Wyjaśnij swoje rozumowanie.
7. Utwórz w Modellusie model, jak z prawej i przeanalizuj go.
8. W jaki sposób można na zmienić ten model, aby łatwiej porównywał go z rzeczywistym ruchem osoby? Zmień model i zbadaj różnicę między nimi...



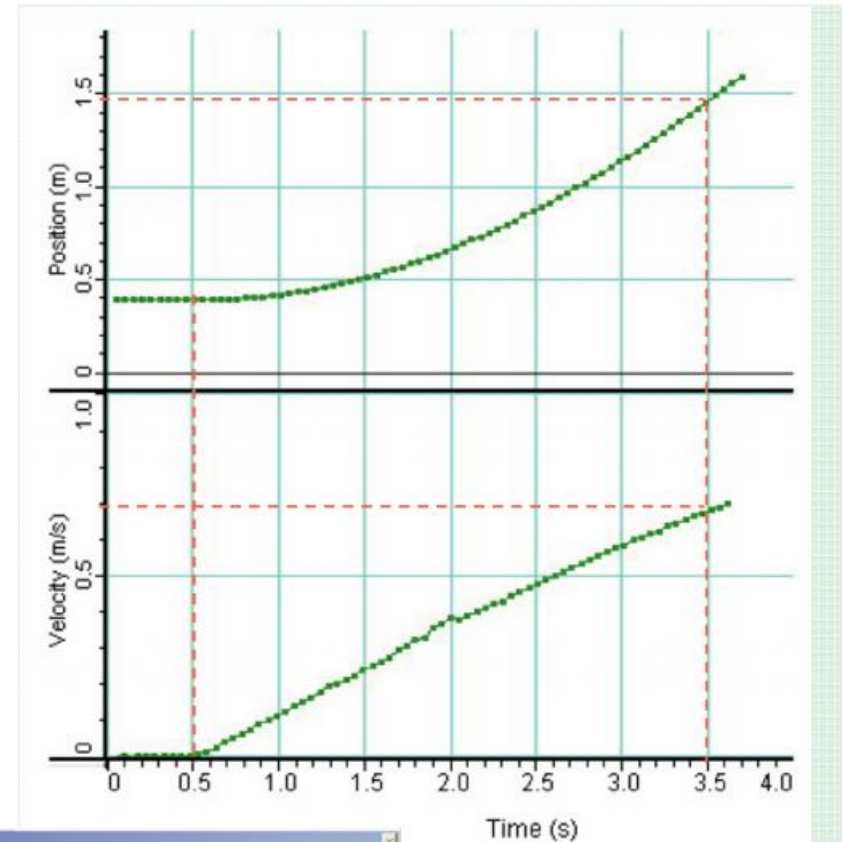
Analiza wykresu zależności od czasu otrzymanej przy pomocy czujnika ruchu (III)

1. Rysunek po prawej stronie przedstawia wykres odległości do czujnika pewnej osoby w funkcji czasu.
2. W jakiej odległości znajdowała się ta osoba od czujnika w chwili $t = 0$ s?
3. W jakiej odległości znajdowała się ta osoba od czujnika w chwili $t = 1,0$ s?
4. Po jakim czasie zaczęła się ta osoba poruszać? Wyjaśnij swoje rozumowanie.
5. Z jaką szybkością poruszała się ta osoba w chwili $t = 2,0$ s? Wyjaśnij swoje rozumowanie.
6. Utwórz w Modellusie model, jak z prawej i przeanalizuj go.
7. W jaki sposób można zmienić ten model, aby otrzymać model dla osoby oddalającej się od czujnika ruchu z taką samą szybkością i startującej z tego samego miejsca? Sprawdź swoje pomysły, zmieniając model.



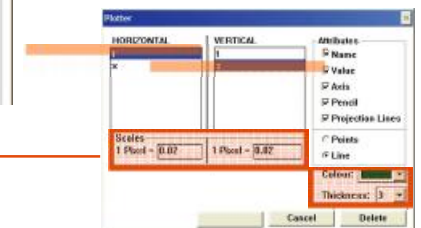
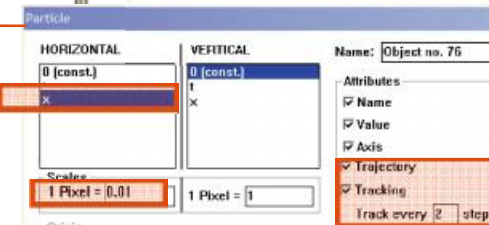
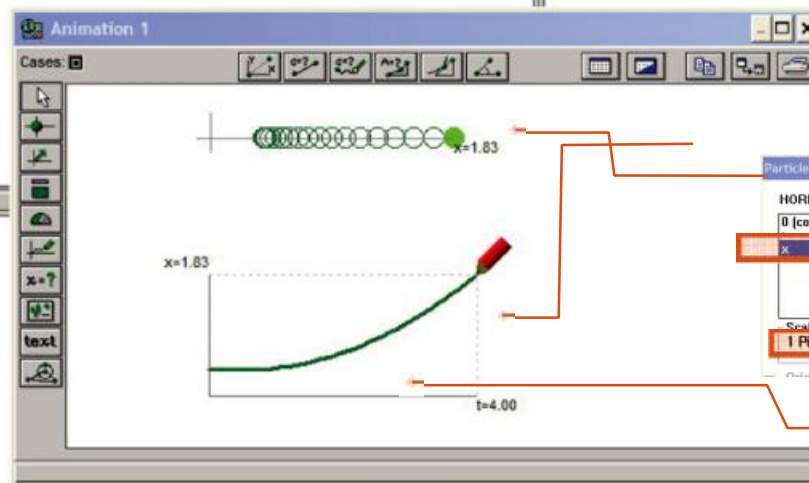
Analiza wykresu zależności od czasu otrzymanej przy pomocy czujnika ruchu (IV)

- Po prawej stronie znajdują się dwa wykresy przedstawiające zależność od czasu odległości do czujnika i szybkości niewielkiego wózka do mechaniki. Na wózku zamontowany jest wiatraczek, dzięki któremu na wózek może być wywierana prawie stała siła.
- W jakiej odległości od czujnika ruchu znajdował się wózek w chwili $t = 0$ s? Z jak szybkością się wtedy poruszał?
- W jakiej odległości od czujnika ruchu znajdował się wózek w chwili $t = 0$ s? Z jak szybkością się wtedy poruszał?
- Po jakim czasie wózek zaczął się poruszać? Wyjaśnij swoje rozumowanie.
- Z jak szybkością poruszał się wózek w chwili $t = 2.0$ s? Wyjaśnij swoje rozumowanie.
- Z jakim przyspieszeniem poruszał się wózek w chwili $t = 2.0$ s? Wyjaśnij swoje rozumowanie.
- Utwórz model w Modellusie, jak po prawej i przeanalizuj go.



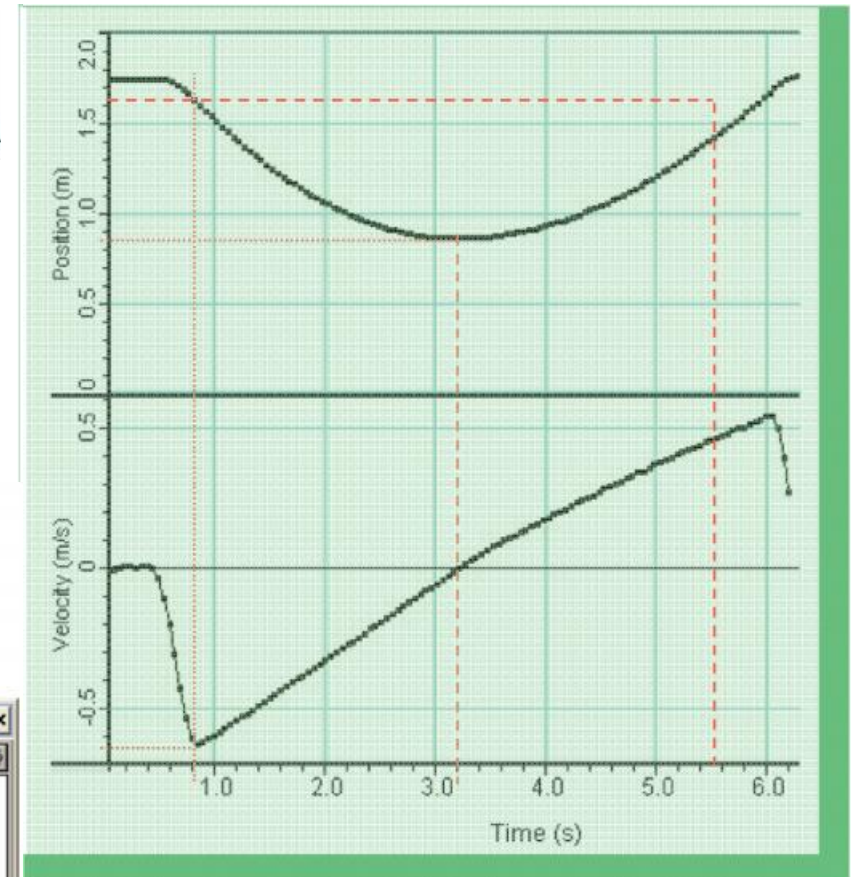
```

Model
x^n  √x  π  e  Δx  x--  x--x  Interpret
if (t < 0.5) then (x = 0.40)
if (t >= 0.5) then (x = 0.40 + 1/2 * 0.70 / 0.5 * (t - 0.5)^2)
  
```

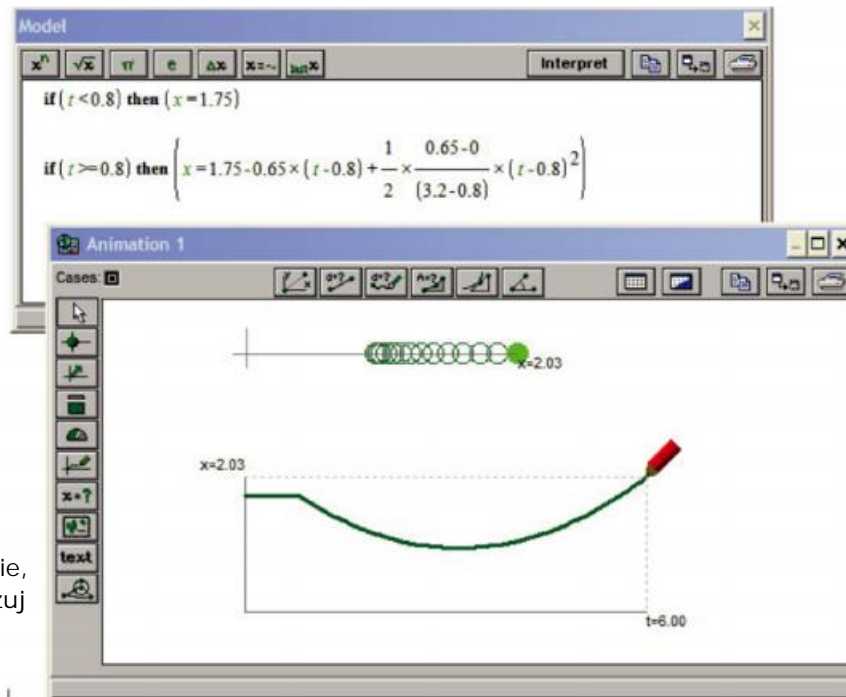


Analiza wykresu zależności od czasu otrzymanej przy pomocy czujnika ruchu (V)

- Po prawej stronie znajdują się dwa wykresy przedstawiające zależność od czasu odległości do czujnika i szybkości niewielkiego wózka do mechaniki. Na wózku zamontowany jest wiatraczek, dzięki któremu na wózek może być wywierana prawie stała siła.
- W jakiej odległości od czujnika ruchu znajdował się wózek w chwili $t = 0$ s? Z jak szybkością się wtedy poruszał?
- Jaka była szybkość wózka w chwili $t = 0.8$ s? W którą stronę się poruszał?
- Po czasie $t = 0.8$ s przyspieszenie wózka jest prawie stałe. Wyznacz wartość tego przyspieszenia.

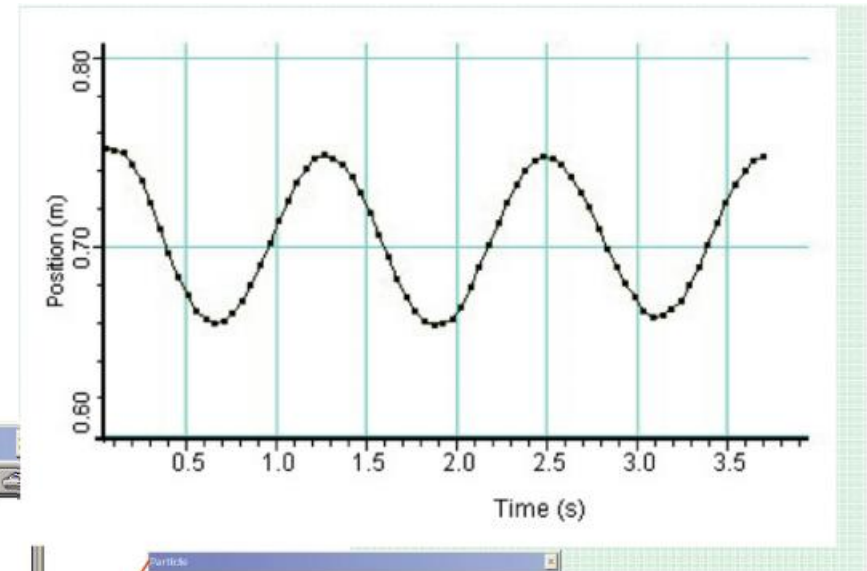


- W czasie od 0.8 s do 3.2 s szybkość wózka maleje, a następnie rośnie.
- Z jak szybkością poruszał się wózek w chwili $t = 2.0$ s? Wyjaśnij swoje rozumowanie.
- Z jakim przyspieszeniem poruszał się wózek w chwili $t = 2.0$ s? Wyjaśnij swoje rozumowanie.
- Utwórz model w Modellusie, jak po prawej i przeanalizuj go.



Analiza wykresu zależności od czasu otrzymanej przy pomocy czujnika ruchu (VI)

- Wykres z prawej strony przedstawia zależność od czasu odległości od czujnika ruchu niewielkiego obiektu oscylującego pionowo na sprężynie.
- Ile wynosi okres drgań tego oscylatora? Wyjaśnij swoje rozumowanie.
- Amplituda A tych drgań wynosi $(0,75-0,66)/2 = 0,045$ m. Wyjaśnij dlaczego taka wartość amplitudy jest sensowna.
- Odległość obiektu od czujnika można opisać funkcją harmoniczną, jak w modelu obok (czy stopniowo kąt wyraża ona w stopniach na sekundę). Zbadaj tę zależność zmieniając parametry A oraz T .
- Aby stosować stopniowo kąt wyrażony w radianach na sekundę, konieczne należy wybrać "radiany" w "Opcjach" w oknie sterowania, a w wyrażeniach zamienić 360 na $6,28$ (2π).



Control window: $t = 4.000$

Model window:

$$y1 = A \times \cos\left(\frac{360}{T} \times t\right)$$

$$y2 = A \times \sin\left(\frac{360}{T} \times \left(t + \frac{T}{4}\right)\right)$$

Initial Conditions window:

Parameters	case 1
A	0.045
T	1.250

Initial values: case 1

Animation 1 window:

Particle window (Object no. 76):

HORIZONTAL	VERTICAL
$y1$	$y2$
A	A
T	T

Tracking: Track every 1 steps

Plotter window:

HORIZONTAL	VERTICAL
$y1$	$y1$
A	A
T	T

Scales: 1 Pixel = 0.02, 1 Pixel = 0.001

Colour: Red, Thickness: 3