

Układ Słoneczny

Wygenerowano przez Doxygen 1.8.13

Autorzy: Wojciech Noga, Grzegorz Wolanin, Krzysztof Jaje

Spis treści

1	Strona główna	1
2	Indeks przestrzeni nazw	3
2.1	Lista przestrzeni nazw	3
3	Indeks plików	5
3.1	Lista plików	5
4	Dokumentacja przestrzeni nazw	7
4.1	Dokumentacja przestrzeni nazw Układ_Słoneczny	7
4.1.1	Dokumentacja zmiennych	9
4.1.1.1	angle	9
4.1.1.2	autoscale	10
4.1.1.3	axis	10
4.1.1.4	color	10
4.1.1.5	distanceEarth	10
4.1.1.6	distanceJupiter	10
4.1.1.7	distanceMars	10
4.1.1.8	distanceMercury	11
4.1.1.9	distanceMoon_earth	11
4.1.1.10	distanceMoon_earthpos	11
4.1.1.11	distanceMoon_sun	11
4.1.1.12	distanceNeptune	11
4.1.1.13	distancePluto	11
4.1.1.14	distanceSaturn	12

4.1.1.15	distanceUranus	12
4.1.1.16	distanceVenus	12
4.1.1.17	dt	12
4.1.1.18	earth	12
4.1.1.19	earth_GPE	12
4.1.1.20	earth_Ratio	13
4.1.1.21	earth_Realratio	13
4.1.1.22	earthGPE	13
4.1.1.23	earthposx	13
4.1.1.24	earthRatio	13
4.1.1.25	earthRealRatio	13
4.1.1.26	earthvelocity	14
4.1.1.27	FgravEarth	14
4.1.1.28	FgravJupiter	14
4.1.1.29	FgravMars	14
4.1.1.30	FgravMercury	14
4.1.1.31	FgravMoon_earth	14
4.1.1.32	FgravMoon_sun	15
4.1.1.33	FgravNeptune	15
4.1.1.34	FgravPluto	15
4.1.1.35	FgravSaturn	15
4.1.1.36	FgravUranus	15
4.1.1.37	FgravVenus	15
4.1.1.38	G	16
4.1.1.39	graphGPE	16
4.1.1.40	graphpos	16
4.1.1.41	graphSpeedRatios	16
4.1.1.42	graphv	16
4.1.1.43	jupiter	17
4.1.1.44	jupiter_Ratio	17

4.1.1.45	jupiter_Realratio	17
4.1.1.46	jupiterRatio	17
4.1.1.47	jupiterRealRatio	17
4.1.1.48	m_earth	17
4.1.1.49	m_jupiter	18
4.1.1.50	m_mars	18
4.1.1.51	m_mercury	18
4.1.1.52	m_moon	18
4.1.1.53	m_neptune	18
4.1.1.54	m_pluto	18
4.1.1.55	m_saturn	19
4.1.1.56	m_sun	19
4.1.1.57	m_uranus	19
4.1.1.58	m_venus	19
4.1.1.59	mars	19
4.1.1.60	mars_Ratio	19
4.1.1.61	mars_Realratio	20
4.1.1.62	marsRatio	20
4.1.1.63	marsRealRatio	20
4.1.1.64	mercury	20
4.1.1.65	mercury_Ratio	20
4.1.1.66	mercury_Realratio	20
4.1.1.67	mercuryRatio	21
4.1.1.68	mercuryRealRatio	21
4.1.1.69	moon	21
4.1.1.70	moonposx	21
4.1.1.71	neptune	21
4.1.1.72	neptune_Ratio	21
4.1.1.73	neptune_Realratio	22
4.1.1.74	neptuneRatio	22

4.1.1.75	neptuneRealRatio	22
4.1.1.76	pluto	22
4.1.1.77	pluto_Ratio	22
4.1.1.78	pluto_Realratio	22
4.1.1.79	plutoRatio	23
4.1.1.80	plutoRealRatio	23
4.1.1.81	pos	23
4.1.1.82	saturn	23
4.1.1.83	saturn_Ratio	23
4.1.1.84	saturn_Realratio	23
4.1.1.85	saturnRatio	24
4.1.1.86	saturnRealRatio	24
4.1.1.87	scene	24
4.1.1.88	sun	24
4.1.1.89	t	24
4.1.1.90	tlist	25
4.1.1.91	trail	25
4.1.1.92	UnitVectorEarth	25
4.1.1.93	UnitVectorJupiter	25
4.1.1.94	UnitVectorMars	25
4.1.1.95	UnitVectorMercury	25
4.1.1.96	UnitVectorMoon_earth	26
4.1.1.97	UnitVectorMoon_sun	26
4.1.1.98	UnitVectorNeptune	26
4.1.1.99	UnitVectorPluto	26
4.1.1.100	UnitVectorSaturn	26
4.1.1.101	UnitVectorUranus	26
4.1.1.102	UnitVectorVenus	27
4.1.1.103	uranus	27
4.1.1.104	uranus_Ratio	27
4.1.1.105	uranus_Realratio	27
4.1.1.106	uranusRatio	27
4.1.1.107	uranusRealRatio	27
4.1.1.108	velocity	28
4.1.1.109	velocityglobal	28
4.1.1.110	velocitylocal	28
4.1.1.111	venus	28
4.1.1.112	venus_Ratio	28
4.1.1.113	venus_Realratio	28
4.1.1.114	venusRatio	29
4.1.1.115	venusRealRatio	29
4.1.1.116	vlist	29

5 Dokumentacja plików	31
5.1 Dokumentacja pliku README.md	31
5.2 Dokumentacja pliku układ.jpg	31
5.3 Dokumentacja pliku Układ_Słoneczny.py	31
Indeks	35

Rozdział 1

Strona główna

1. Wstęp

Celem projektu było napisanie programu który symuluje ruch planet w układzie słonecznym, oraz przedstawia na wykresach niektóre z zależności.

2. Układ słoneczny

Układ Słoneczny – układ planetarny składający się ze Słońca i powiązanych z nim grawitacyjnie ciał niebieskich. Ciała te to osiem planet, 173 znanych księżyców planet, pięć planet karłowatych i miliardy (a być może nawet biliony) małych ciał Układu Słonecznego, do których zalicza się planetoidy, komety, meteoroidy i pył międzyplanetarny.

3. Zasada działania programu

Symulacje Układu Słonecznego zaczynamy od wprowadzeniu początkowych parametrów. Planety są ułożone w jednej linii i zaczynają z tego samego kąta. Oczywiście proporcje dobrane są tak, by było wszystko widoczne. Dodatkowo w symulacji uwzględniono Księżyc i Pluton. Przyjęto w programie: Skala odległości: 1 : 17240000 Skala wielkości obiektów: 1190 : 1 Stała grawitacji dla symulacji: $6.7 \cdot 10^{-4} [\text{Nm}^2/\text{kg}^2]$

Widoki z programu:

Center

4. Uwagi oraz problemy i ograniczenia podczas symulacji.

Problemy podczas symulacji i ograniczenia:

- Program cały czas zapełnia listy, przez co po pewnym czasie zwalnia
- Skala i proporcje musiały być dobrane tak, by dało się to pokazać, jednak stosunki odległości, prędkości i położenia są zachowane
- Ziemia pokryta jest teksturą, ale jej nie widać z powodu zbyt dużej odległości

5. Bibliografia:

- https://pl.wikipedia.org/wiki/Uk%C5%82ad_S%C5%82oneczny
- http://www.malyindywidualista.com.pl/image.php/uklad_sloneczny.jpg?%width=805&image=_sloneczny.jpg

Rozdział 2

Indeks przestrzeni nazw

2.1 Lista przestrzeni nazw

Tutaj znajdują się wszystkie przestrzenie nazw wraz z ich krótkimi opisami:

Układ_Słoneczny	7
---	---

Rozdział 3

Indeks plików

3.1 Lista plików

Tutaj znajduje się lista wszystkich plików z ich krótkimi opisami:

uklad.jpg	31
Uklad_Sloneczny.py	31

Rozdział 4

Dokumentacja przestrzeni nazw

4.1 Dokumentacja przestrzeni nazw Układ_Słoneczny

Zmienne

- `scene` = display (x = 650, title = "Układ Słoneczny", width = 1280, height = 1024, range = (5000,5000,25000), center = (0,0,0))

Tutaj pokazujemy nasz System Słoneczny.

- `autoscale`
- `sun` = sphere(pos=(0,0,0), radius=586, material = materials.emissive, color=color.yellow)
tworzenie obiektów w skali 17,24 dla odległości i 0,00084 dla promieni
- `mercury` = sphere(pos=(1000.,0,0), radius=2.1, material = materials.wood, color=color.red)
- `trail`
- `color`
- `velocity`
- `venus` = sphere(pos = (1862.414,0,0), radius=5.1, material = materials.wood, color=color.orange)
- `earth` = sphere(pos = (2586.241,0,0), radius = 5.4, material = materials.earth)
- `moon` = sphere(pos = (2586.241+6.552,0,0), radius=1.5, material = materials.rough, color=color.white)
- `velocitylocal`
- `velocityglobal`
- `mars` = sphere(pos=(3931.206,0,0), radius=2.9, material = materials.wood, color=color.green)
- `jupiter` = sphere(pos=(13413.759,0,0), radius=180.4, material = materials.marble, color=color.cyan)
- `saturn` = sphere(pos=(24137.586,0,0), radius=50.7, material = materials.marble, color=color.yellow)
- `uranus` = sphere(pos=(50000.,0,0), radius=21.5, material = materials.wood, color=color.magenta)
- `neptune` = sphere(pos=(77586.241,0,0), radius = 20.9, material = materials.wood, color=color.red)
- `pluto` = sphere(pos=(101724.828,0,0), radius=1, material = materials.marble, color=color.orange)
- float `G` = $-6.7 \cdot 10^{-4}$

Stała G powiększona o 7 rzędów "-" bo przeciwny zwrot.

- int `m_sun` = $2 \cdot 10^{30}$
- float `m_mercury` = $3.29 \cdot 10^{22}$
- float `m_venus` = $4.87 \cdot 10^{24}$
- float `m_earth` = $6.0 \cdot 10^{24}$
- float `m_moon` = $7.35 \cdot 10^{22}$
- float `m_mars` = $6.39 \cdot 10^{23}$
- float `m_jupiter` = $1.90 \cdot 10^{27}$
- float `m_saturn` = $5.68 \cdot 10^{26}$
- float `m_uranus` = $8.68 \cdot 10^{25}$
- float `m_neptune` = $1.02 \cdot 10^{26}$

- float `m_pluto` = $1.31 \cdot 10^{22}$
- float `mercury_Realratio` = 1.600
- float `venus_Realratio` = 1.177
- int `earth_Realratio` = 1.
- float `mars_Realratio` = 0.805
- float `jupiter_Realratio` = 0.437
- float `saturn_Realratio` = 0.324
- float `uranus_Realratio` = 0.228
- float `neptune_Realratio` = 0.182
- float `pluto_Realratio` = 0.158
- int `t` = 0
- float `dt` = 0.01
- `graphpos` = `gdisplay` (`x=0`, `y=600`, `xtitle="Czas"`, `ytitle="Pozycja"`, `width=600`, `height=400`, `title="Zmiana pozycji Ziemi i Ksiezyca w czasie"`)
- `earthposx` = `gcurve`(`gdisplay=graphpos`, `color` = `color.green`)
- `moonposx` = `gcurve`(`gdisplay=graphpos`, `color` = `color.white`)
- `distanceMoon_earthpos` = `gcurve`(`gdisplay=graphpos`, `color` = `color.green`)
- `graphv` = `gdisplay` (`x=600`, `y=0`, `xtitle="Czas"`, `ytitle="Predkosc"`, `width=600`, `height=400`, `foreground` = `color.black`, `background` = `color.white`, `title` = "Zmiana predkosci Ziemi w czasie")
- `earthvelocity` = `gcurve`(`gdisplay=graphv`, `color=color.blue`)
- list `tlist` = []
- list `vlist` = []
- `graphGPE` = `gdisplay` (`x=600`, `y=400`, `xtitle="Pozycja"`, `ytitle="Energia potencjalna grawitacji"`, `width=800`, `height=400`, `title` = "EPG i pozycja Ziemi wzgledem Slonca")
- `earthGPE` = `gcurve`(`gdisplay=graphGPE`, `color=color.green`)
- `graphSpeedRatios` = `gdisplay` (`x=0`, `y=400`, `xtitle="Czas"`, `ytitle="Stosunek predkosci"`, `width=600`, `height=400`, `title` = "Predkosci planet w stosunku do Ziemi")
- `mercuryRatio` = `gcurve` (`gdisplay=graphSpeedRatios`, `color=color.red`)
- `mercuryRealRatio` = `gdots` (`gdisplay=graphSpeedRatios`, `size=2`, `color=color.red`)
- `venusRatio` = `gcurve` (`gdisplay=graphSpeedRatios`, `color=color.orange`)
- `venusRealRatio` = `gdots` (`gdisplay=graphSpeedRatios`, `size=2`, `color=color.orange`)
- `earthRatio` = `gcurve` (`gdisplay=graphSpeedRatios`, `color=color.yellow`)
- `earthRealRatio` = `gdots` (`gdisplay=graphSpeedRatios`, `size=2`, `color=color.yellow`)
- `marsRatio` = `gcurve` (`gdisplay=graphSpeedRatios`, `color=color.green`)
- `marsRealRatio` = `gdots` (`gdisplay=graphSpeedRatios`, `size=2`, `color=color.green`)
- `jupiterRatio` = `gcurve` (`gdisplay=graphSpeedRatios`, `color=color.cyan`)
- `jupiterRealRatio` = `gdots` (`gdisplay=graphSpeedRatios`, `size=2`, `color=color.cyan`)
- `saturnRatio` = `gcurve` (`gdisplay=graphSpeedRatios`, `color=color.blue`)
- `saturnRealRatio` = `gdots` (`gdisplay=graphSpeedRatios`, `size=2`, `color=color.blue`)
- `uranusRatio` = `gcurve` (`gdisplay=graphSpeedRatios`, `color=color.magenta`)
- `uranusRealRatio` = `gdots` (`gdisplay=graphSpeedRatios`, `size=2`, `color=color.magenta`)
- `neptuneRatio` = `gcurve` (`gdisplay=graphSpeedRatios`, `color=color.red`)
- `neptuneRealRatio` = `gdots` (`gdisplay=graphSpeedRatios`, `size=2`, `color=color.red`)
- `plutoRatio` = `gcurve` (`gdisplay=graphSpeedRatios`, `color=color.orange`)
- `plutoRealRatio` = `gdots` (`gdisplay=graphSpeedRatios`, `size=2`, `color=color.orange`)
- `pos`
Główna petla.
 - `distanceMercury` = `mag`(`mercury.pos`)
 - tuple `UnitVectorMercury` = (`mercury.pos` - `sun.pos`)/`distanceMercury`
 - tuple `FgravMercury` = (`G*m_sun*m_mercury*UnitVectorMercury`)/`distanceMercury**2`
 - `angle`
 - `axis`
 - `mercury_Ratio` = `mag`(`mercury.velocity`) / `mag`(`earth.velocity`)
 - `distanceVenus` = `mag`(`venus.pos`)
 - tuple `UnitVectorVenus` = (`venus.pos` - `sun.pos`)/`distanceVenus`

- `tuple FgravVenus = (G*m_sun*m_venus*UnitVectorVenus)/distanceVenus**2`
- `venus_Ratio = mag(venus.velocity) / mag(earth.velocity)`
- `distanceEarth = mag(earth.pos)`
- `tuple UnitVectorEarth = (earth.pos - sun.pos)/distanceEarth`
- `tuple FgravEarth = (G*m_sun*m_earth*UnitVectorEarth)/distanceEarth**2`
- `tuple earth_GPE = (G*m_sun*m_earth)/distanceEarth`
- `earth_Ratio = mag(earth.velocity) / mag(earth.velocity)`
- `distanceMoon_earth = mag(moon.pos - earth.pos)`
- `distanceMoon_sun = mag(moon.pos - sun.pos)`
- `tuple UnitVectorMoon_earth = (moon.pos - earth.pos)/distanceMoon_earth`
- `tuple UnitVectorMoon_sun = (moon.pos - sun.pos)/distanceMoon_sun`
- `tuple FgravMoon_earth = (G*m_earth*m_moon*UnitVectorMoon_earth)/distanceMoon_earth**2`
- `tuple FgravMoon_sun = (G*m_sun*m_moon*UnitVectorMoon_sun)/distanceMoon_sun**2`
- `distanceMars = mag(mars.pos)`
- `tuple UnitVectorMars = (mars.pos - sun.pos)/distanceMars`
- `tuple FgravMars = (G*m_sun*m_mars*UnitVectorMars)/distanceMars**2`
- `mars_Ratio = mag(mars.velocity) / mag(mars.velocity)`
- `distanceJupiter = mag(jupiter.pos)`
- `tuple UnitVectorJupiter = (jupiter.pos - sun.pos)/distanceJupiter`
- `tuple FgravJupiter = (G*m_sun*m_jupiter*UnitVectorJupiter)/distanceJupiter**2`
- `jupiter_Ratio = mag(jupiter.velocity) / mag(jupiter.velocity)`
- `distanceSaturn = mag(saturn.pos)`
- `tuple UnitVectorSaturn = (saturn.pos - sun.pos)/distanceSaturn`
- `tuple FgravSaturn = (G*m_sun*m_saturn*UnitVectorSaturn)/distanceSaturn**2`
- `saturn_Ratio = mag(saturn.velocity) / mag(saturn.velocity)`
- `distanceUranus = mag(uranus.pos)`
- `tuple UnitVectorUranus = (uranus.pos - sun.pos)/distanceUranus`
- `tuple FgravUranus = (G*m_sun*m_uranus*UnitVectorUranus)/distanceUranus**2`
- `uranus_Ratio = mag(uranus.velocity) / mag(uranus.velocity)`
- `distanceNeptune = mag(neptune.pos)`
- `tuple UnitVectorNeptune = (neptune.pos - sun.pos)/distanceNeptune`
- `tuple FgravNeptune = (G*m_sun*m_neptune*UnitVectorNeptune)/distanceNeptune**2`
- `neptune_Ratio = mag(neptune.velocity) / mag(neptune.velocity)`
- `distancePluto = mag(pluto.pos)`
- `tuple UnitVectorPluto = (pluto.pos - sun.pos)/distancePluto`
- `tuple FgravPluto = (G*m_sun*m_pluto*UnitVectorPluto)/distancePluto**2`
- `pluto_Ratio = mag(pluto.velocity) / mag(pluto.velocity)`

4.1.1 Dokumentacja zmiennych

4.1.1.1 angle

`Uklad_Sloneczny.angle`

Definicja w linii 148 pliku `Uklad_Sloneczny.py`.

4.1.1.2 autoscale

`Uklad_Sloneczny.autoscale`

Definicja w linii 15 pliku `Uklad_Sloneczny.py`.

4.1.1.3 axis

`Uklad_Sloneczny.axis`

Definicja w linii 148 pliku `Uklad_Sloneczny.py`.

4.1.1.4 color

`Uklad_Sloneczny.color`

Definicja w linii 21 pliku `Uklad_Sloneczny.py`.

4.1.1.5 distanceEarth

`Uklad_Sloneczny.distanceEarth = mag(earth.pos)`

Definicja w linii 163 pliku `Uklad_Sloneczny.py`.

4.1.1.6 distanceJupiter

`Uklad_Sloneczny.distanceJupiter = mag(jupiter.pos)`

Definicja w linii 196 pliku `Uklad_Sloneczny.py`.

4.1.1.7 distanceMars

`Uklad_Sloneczny.distanceMars = mag(mars.pos)`

Definicja w linii 186 pliku `Uklad_Sloneczny.py`.

4.1.1.8 distanceMercury

```
Układ_Słoneczny.distanceMercury = mag(mercury.pos)
```

Definicja w linii 143 pliku Układ_Słoneczny.py.

4.1.1.9 distanceMoon_earth

```
Układ_Słoneczny.distanceMoon_earth = mag(moon.pos - earth.pos)
```

Definicja w linii 174 pliku Układ_Słoneczny.py.

4.1.1.10 distanceMoon_earthpos

```
Układ_Słoneczny.distanceMoon_earthpos = gcurve(gdisplay=graphpos, color = color.green)
```

Definicja w linii 97 pliku Układ_Słoneczny.py.

4.1.1.11 distanceMoon_sun

```
Układ_Słoneczny.distanceMoon_sun = mag(moon.pos - sun.pos)
```

Definicja w linii 175 pliku Układ_Słoneczny.py.

4.1.1.12 distanceNeptune

```
Układ_Słoneczny.distanceNeptune = mag(neptune.pos)
```

Definicja w linii 226 pliku Układ_Słoneczny.py.

4.1.1.13 distancePluto

```
Układ_Słoneczny.distancePluto = mag(pluto.pos)
```

Definicja w linii 236 pliku Układ_Słoneczny.py.

4.1.1.14 distanceSaturn

```
Uklad_Sloneczny.distanceSaturn = mag(saturn.pos)
```

Definicja w linii 206 pliku Uklad_Sloneczny.py.

4.1.1.15 distanceUranus

```
Uklad_Sloneczny.distanceUranus = mag(uranus.pos)
```

Definicja w linii 216 pliku Uklad_Sloneczny.py.

4.1.1.16 distanceVenus

```
Uklad_Sloneczny.distanceVenus = mag(venus.pos)
```

Definicja w linii 153 pliku Uklad_Sloneczny.py.

4.1.1.17 dt

```
float Uklad_Sloneczny.dt = 0.01
```

Definicja w linii 88 pliku Uklad_Sloneczny.py.

4.1.1.18 earth

```
Uklad_Sloneczny.earth = sphere(pos = (2586.241,0,0), radius = 5.4, material = materials.earth)
```

Definicja w linii 28 pliku Uklad_Sloneczny.py.

4.1.1.19 earth_GPE

```
tuple Uklad_Sloneczny.earth_GPE = (G*m_sun*m_earth)/distanceEarth
```

Definicja w linii 169 pliku Uklad_Sloneczny.py.

4.1.1.20 earth_Ratio

```
Uklad_Sloneczny.earth_Ratio = mag(earth.velocity) / mag(earth.velocity)
```

Definicja w linii 171 pliku Układ_Sloneczny.py.

4.1.1.21 earth_Realratio

```
int Układ_Sloneczny.earth_Realratio = 1.
```

Definicja w linii 79 pliku Układ_Sloneczny.py.

4.1.1.22 earthGPE

```
Uklad_Sloneczny.earthGPE = gcurve(gdisplay=graphGPE, color=color.green)
```

Definicja w linii 107 pliku Układ_Sloneczny.py.

4.1.1.23 earthposx

```
Uklad_Sloneczny.earthposx = gcurve(gdisplay=graphpos, color = color.green)
```

Definicja w linii 94 pliku Układ_Sloneczny.py.

4.1.1.24 earthRatio

```
Uklad_Sloneczny.earthRatio = gcurve (gdisplay=graphSpeedRatios, color=color.yellow)
```

Definicja w linii 117 pliku Układ_Sloneczny.py.

4.1.1.25 earthRealRatio

```
Uklad_Sloneczny.earthRealRatio = gdots (gdisplay=graphSpeedRatios, size=2, color=color.yellow)
```

Definicja w linii 118 pliku Układ_Sloneczny.py.

4.1.1.26 earthvelocity

```
Uklad_Sloneczny.earthvelocity = gcurve(gdisplay=graphv, color=color.blue)
```

Definicja w linii 101 pliku Uklad_Sloneczny.py.

4.1.1.27 FgravEarth

```
tuple Uklad_Sloneczny.FgravEarth = (G*m_sun*m_earth*UnitVectorEarth)/distanceEarth**2
```

Definicja w linii 165 pliku Uklad_Sloneczny.py.

4.1.1.28 FgravJupiter

```
tuple Uklad_Sloneczny.FgravJupiter = (G*m_sun*m_jupiter*UnitVectorJupiter)/distanceJupiter**2
```

Definicja w linii 198 pliku Uklad_Sloneczny.py.

4.1.1.29 FgravMars

```
tuple Uklad_Sloneczny.FgravMars = (G*m_sun*m_mars*UnitVectorMars)/distanceMars**2
```

Definicja w linii 188 pliku Uklad_Sloneczny.py.

4.1.1.30 FgravMercury

```
tuple Uklad_Sloneczny.FgravMercury = (G*m_sun*m_mercury*UnitVectorMercury)/distanceMercury**2
```

Definicja w linii 145 pliku Uklad_Sloneczny.py.

4.1.1.31 FgravMoon_earth

```
tuple Uklad_Sloneczny.FgravMoon_earth = (G*m_earth*m_moon*UnitVectorMoon_earth)/distanceMoon_↔  
earth**2
```

Definicja w linii 178 pliku Uklad_Sloneczny.py.

4.1.1.32 FgravMoon_sun

```
tuple Układ_Sloneczny.FgravMoon_sun = (G*m_sun*m_moon*UnitVectorMoon_sun)/distanceMoon_sun**2
```

Definicja w linii 179 pliku Układ_Sloneczny.py.

4.1.1.33 FgravNeptune

```
tuple Układ_Sloneczny.FgravNeptune = (G*m_sun*m_neptune*UnitVectorNeptune)/distanceNeptune**2
```

Definicja w linii 228 pliku Układ_Sloneczny.py.

4.1.1.34 FgravPluto

```
tuple Układ_Sloneczny.FgravPluto = (G*m_sun*m_pluto*UnitVectorPluto)/distancePluto**2
```

Definicja w linii 238 pliku Układ_Sloneczny.py.

4.1.1.35 FgravSaturn

```
tuple Układ_Sloneczny.FgravSaturn = (G*m_sun*m_saturn*UnitVectorSaturn)/distanceSaturn**2
```

Definicja w linii 208 pliku Układ_Sloneczny.py.

4.1.1.36 FgravUranus

```
tuple Układ_Sloneczny.FgravUranus = (G*m_sun*m_uranus*UnitVectorUranus)/distanceUranus**2
```

Definicja w linii 218 pliku Układ_Sloneczny.py.

4.1.1.37 FgravVenus

```
tuple Układ_Sloneczny.FgravVenus = (G*m_sun*m_venus*UnitVectorVenus)/distanceVenus**2
```

Definicja w linii 155 pliku Układ_Sloneczny.py.

4.1.1.38 G

```
float Układ_Sloneczny.G = -6.7*10**-4
```

Stała G powiększona o 7 rzędów "-" bo przeciwny zwrot.

Definicja w linii 62 pliku Układ_Sloneczny.py.

4.1.1.39 graphGPE

```
Układ_Sloneczny.graphGPE = gdisplay (x=600, y=400, xtitle="Pozycja", ytitle="Energia potencjalna  
grawitacji", width=800, height=400, title = "EPG i pozycja Ziemi wzgledem Slonca")
```

Definicja w linii 106 pliku Układ_Sloneczny.py.

4.1.1.40 graphpos

```
Układ_Sloneczny.graphpos = gdisplay (x=0, y=600, xtitle="Czas", ytitle="Pozycja", width=600,  
height=400,title= "Zmiana pozycji Ziemi i Ksiezyca w czasie" )
```

Definicja w linii 93 pliku Układ_Sloneczny.py.

4.1.1.41 graphSpeedRatios

```
Układ_Sloneczny.graphSpeedRatios = gdisplay (x=0, y=400, xtitle="Czas", ytitle="Stosunek predkosci",  
width=600, height=400, title = "Predkosci planet w stosunku do Ziemi")
```

Definicja w linii 110 pliku Układ_Sloneczny.py.

4.1.1.42 graphv

```
Układ_Sloneczny.graphv = gdisplay (x=600, y=0, xtitle="Czas", ytitle="Predkosc", width=600,  
height=400, foreground = color.black, background = color.white, title = "Zmiana predkosci  
Ziemi w czasie")
```

Definicja w linii 100 pliku Układ_Sloneczny.py.

4.1.1.43 jupiter

```
Uklad_Sloneczny.jupiter = sphere(pos=(13413.759,0,0), radius=180.4, material = materials.marble, color=color.cyan)
```

Definicja w linii 41 pliku Układ_Sloneczny.py.

4.1.1.44 jupiter_Ratio

```
Uklad_Sloneczny.jupiter_Ratio = mag(jupiter.velocity) / mag(jupiter.velocity)
```

Definicja w linii 203 pliku Układ_Sloneczny.py.

4.1.1.45 jupiter_Realratio

```
float Uklad_Sloneczny.jupiter_Realratio = 0.437
```

Definicja w linii 81 pliku Układ_Sloneczny.py.

4.1.1.46 jupiterRatio

```
Uklad_Sloneczny.jupiterRatio = gcurve (gdisplay=graphSpeedRatios, color=color.cyan)
```

Definicja w linii 123 pliku Układ_Sloneczny.py.

4.1.1.47 jupiterRealRatio

```
Uklad_Sloneczny.jupiterRealRatio = gdots (gdisplay=graphSpeedRatios, size=2, color=color.cyan)
```

Definicja w linii 124 pliku Układ_Sloneczny.py.

4.1.1.48 m_earth

```
float Uklad_Sloneczny.m_earth = 6.0*10**4
```

Definicja w linii 67 pliku Układ_Sloneczny.py.

4.1.1.49 m_jupiter

```
float Układ_Słoneczny.m_jupiter = 1.90*10**7
```

Definicja w linii 70 pliku Układ_Słoneczny.py.

4.1.1.50 m_mars

```
float Układ_Słoneczny.m_mars = 6.39*10**3
```

Definicja w linii 69 pliku Układ_Słoneczny.py.

4.1.1.51 m_mercury

```
float Układ_Słoneczny.m_mercury = 3.29*10**3
```

Definicja w linii 65 pliku Układ_Słoneczny.py.

4.1.1.52 m_moon

```
float Układ_Słoneczny.m_moon = 7.35*10**2
```

Definicja w linii 68 pliku Układ_Słoneczny.py.

4.1.1.53 m_neptune

```
float Układ_Słoneczny.m_neptune = 1.02*10**6
```

Definicja w linii 73 pliku Układ_Słoneczny.py.

4.1.1.54 m_pluto

```
float Układ_Słoneczny.m_pluto = 1.31*10**2
```

Definicja w linii 74 pliku Układ_Słoneczny.py.

4.1.1.55 m_saturn

```
float Układ_Sloneczny.m_saturn = 5.68*10**6
```

Definicja w linii 71 pliku Układ_Sloneczny.py.

4.1.1.56 m_sun

```
int Układ_Sloneczny.m_sun = 2*10**10
```

Definicja w linii 64 pliku Układ_Sloneczny.py.

4.1.1.57 m_uranus

```
float Układ_Sloneczny.m_uranus = 8.68*10**5
```

Definicja w linii 72 pliku Układ_Sloneczny.py.

4.1.1.58 m_venus

```
float Układ_Sloneczny.m_venus = 4.87*10**4
```

Definicja w linii 66 pliku Układ_Sloneczny.py.

4.1.1.59 mars

```
Układ_Sloneczny.mars = sphere(pos=(3931.206,0,0), radius=2.9, material = materials.wood, color=color.↔  
green)
```

Definicja w linii 37 pliku Układ_Sloneczny.py.

4.1.1.60 mars_Ratio

```
Układ_Sloneczny.mars_Ratio = mag(mars.velocity) / mag(mars.velocity)
```

Definicja w linii 193 pliku Układ_Sloneczny.py.

4.1.1.61 mars_Realratio

```
float Układ_Sloneczny.mars_Realratio = 0.805
```

Definicja w linii 80 pliku Układ_Sloneczny.py.

4.1.1.62 marsRatio

```
Układ_Sloneczny.marsRatio = gcurve (gdisplay=graphSpeedRatios, color=color.green)
```

Definicja w linii 120 pliku Układ_Sloneczny.py.

4.1.1.63 marsRealRatio

```
Układ_Sloneczny.marsRealRatio = gdots (gdisplay=graphSpeedRatios, size=2, color=color.green)
```

Definicja w linii 121 pliku Układ_Sloneczny.py.

4.1.1.64 mercury

```
Układ_Sloneczny.mercury = sphere(pos=(1000.,0,0), radius=2.1, material = materials.wood, color=color.↵  
red)
```

Definicja w linii 20 pliku Układ_Sloneczny.py.

4.1.1.65 mercury_Ratio

```
Układ_Sloneczny.mercury_Ratio = mag(mercury.velocity) / mag(earth.velocity)
```

Definicja w linii 150 pliku Układ_Sloneczny.py.

4.1.1.66 mercury_Realratio

```
float Układ_Sloneczny.mercury_Realratio = 1.600
```

Definicja w linii 77 pliku Układ_Sloneczny.py.

4.1.1.67 mercuryRatio

```
Uklad_Sloneczny.mercuryRatio = gcurve (gdisplay=graphSpeedRatios, color=color.red)
```

Definicja w linii 111 pliku Układ_Sloneczny.py.

4.1.1.68 mercuryRealRatio

```
Uklad_Sloneczny.mercuryRealRatio = gdots (gdisplay=graphSpeedRatios, size=2, color=color.red)
```

Definicja w linii 112 pliku Układ_Sloneczny.py.

4.1.1.69 moon

```
Uklad_Sloneczny.moon = sphere(pos = (2586.241+6.552,0,0), radius=1.5, material = materials.↵  
rough, color=color.white)
```

Definicja w linii 32 pliku Układ_Sloneczny.py.

4.1.1.70 moonposx

```
Uklad_Sloneczny.moonposx = gcurve(gdisplay=graphpos, color = color.white)
```

Definicja w linii 95 pliku Układ_Sloneczny.py.

4.1.1.71 neptune

```
Uklad_Sloneczny.neptune = sphere(pos=(77586.241,0,0), radius = 20.9, material = materials.↵  
wood, color=color.red)
```

Definicja w linii 53 pliku Układ_Sloneczny.py.

4.1.1.72 neptune_Ratio

```
Uklad_Sloneczny.neptune_Ratio = mag(neptune.velocity) / mag(neptune.velocity)
```

Definicja w linii 233 pliku Układ_Sloneczny.py.

4.1.1.73 neptune_Realratio

```
float Układ_Sloneczny.neptune_Realratio = 0.182
```

Definicja w linii 84 pliku Układ_Sloneczny.py.

4.1.1.74 neptuneRatio

```
Układ_Sloneczny.neptuneRatio = gcurve (gdisplay=graphSpeedRatios, color=color.red)
```

Definicja w linii 132 pliku Układ_Sloneczny.py.

4.1.1.75 neptuneRealRatio

```
Układ_Sloneczny.neptuneRealRatio = gdots (gdisplay=graphSpeedRatios, size=2, color=color.red)
```

Definicja w linii 133 pliku Układ_Sloneczny.py.

4.1.1.76 pluto

```
Układ_Sloneczny.pluto = sphere(pos=(101724.828,0,0),radius=1, material = materials.marble,  
color=color.orange)
```

Definicja w linii 57 pliku Układ_Sloneczny.py.

4.1.1.77 pluto_Ratio

```
Układ_Sloneczny.pluto_Ratio = mag(pluto.velocity) / mag(pluto.velocity)
```

Definicja w linii 243 pliku Układ_Sloneczny.py.

4.1.1.78 pluto_Realratio

```
float Układ_Sloneczny.pluto_Realratio = 0.158
```

Definicja w linii 85 pliku Układ_Sloneczny.py.

4.1.1.79 plutoRatio

```
Uklad_Sloneczny.plutoRatio = gcurve (gdisplay=graphSpeedRatios, color=color.orange)
```

Definicja w linii 135 pliku Układ_Sloneczny.py.

4.1.1.80 plutoRealRatio

```
Uklad_Sloneczny.plutoRealRatio = gdots (gdisplay=graphSpeedRatios, size=2, color=color.orange)
```

Definicja w linii 136 pliku Układ_Sloneczny.py.

4.1.1.81 pos

```
Uklad_Sloneczny.pos
```

Główna petla.

Definicja w linii 142 pliku Układ_Sloneczny.py.

4.1.1.82 saturn

```
Uklad_Sloneczny.saturn = sphere(pos=(24137.586,0,0), radius=50.7, material = materials.marble,  
color=color.yellow)
```

Definicja w linii 45 pliku Układ_Sloneczny.py.

4.1.1.83 saturn_Ratio

```
Uklad_Sloneczny.saturn_Ratio = mag(saturn.velocity) / mag(saturn.velocity)
```

Definicja w linii 213 pliku Układ_Sloneczny.py.

4.1.1.84 saturn_Realratio

```
float Uklad_Sloneczny.saturn_Realratio = 0.324
```

Definicja w linii 82 pliku Układ_Sloneczny.py.

4.1.1.85 saturnRatio

```
Uklad_Sloneczny.saturnRatio = gcurve (gdisplay=graphSpeedRatios, color=color.blue)
```

Definicja w linii 126 pliku Uklad_Sloneczny.py.

4.1.1.86 saturnRealRatio

```
Uklad_Sloneczny.saturnRealRatio = gdots (gdisplay=graphSpeedRatios, size=2, color=color.blue)
```

Definicja w linii 127 pliku Uklad_Sloneczny.py.

4.1.1.87 scene

```
Uklad_Sloneczny.scene = display (x = 650, title = "Uklad Sloneczny", width = 1280, height = 1024, range = (5000,5000,25000), center = (0,0,0))
```

Tutaj pokazujemy nasz System Sloneczny.

Definicja w linii 14 pliku Uklad_Sloneczny.py.

4.1.1.88 sun

```
Uklad_Sloneczny.sun = sphere(pos=(0,0,0), radius=586, material = materials.emissive, color=color.↵yellow)
```

tworzenie obiektow w skali 17,24 dla odleglosci i 0,00084 dla promieni

Definicja w linii 18 pliku Uklad_Sloneczny.py.

4.1.1.89 t

```
int Uklad_Sloneczny.t = 0
```

Definicja w linii 87 pliku Uklad_Sloneczny.py.

4.1.1.90 tlist

```
list Układ_Słoneczny.tlist = []
```

Definicja w linii 103 pliku Układ_Słoneczny.py.

4.1.1.91 trail

```
Układ_Słoneczny.trail
```

Definicja w linii 21 pliku Układ_Słoneczny.py.

4.1.1.92 UnitVectorEarth

```
tuple Układ_Słoneczny.UnitVectorEarth = (earth.pos - sun.pos)/distanceEarth
```

Definicja w linii 164 pliku Układ_Słoneczny.py.

4.1.1.93 UnitVectorJupiter

```
tuple Układ_Słoneczny.UnitVectorJupiter = (jupiter.pos - sun.pos)/distanceJupiter
```

Definicja w linii 197 pliku Układ_Słoneczny.py.

4.1.1.94 UnitVectorMars

```
tuple Układ_Słoneczny.UnitVectorMars = (mars.pos - sun.pos)/distanceMars
```

Definicja w linii 187 pliku Układ_Słoneczny.py.

4.1.1.95 UnitVectorMercury

```
tuple Układ_Słoneczny.UnitVectorMercury = (mercury.pos - sun.pos)/distanceMercury
```

Definicja w linii 144 pliku Układ_Słoneczny.py.

4.1.1.96 UnitVectorMoon_earth

```
tuple Układ_Sloneczny.UnitVectorMoon_earth = (moon.pos - earth.pos)/distanceMoon_earth
```

Definicja w linii 176 pliku Układ_Sloneczny.py.

4.1.1.97 UnitVectorMoon_sun

```
tuple Układ_Sloneczny.UnitVectorMoon_sun = (moon.pos - sun.pos)/distanceMoon_sun
```

Definicja w linii 177 pliku Układ_Sloneczny.py.

4.1.1.98 UnitVectorNeptune

```
tuple Układ_Sloneczny.UnitVectorNeptune = (neptune.pos - sun.pos)/distanceNeptune
```

Definicja w linii 227 pliku Układ_Sloneczny.py.

4.1.1.99 UnitVectorPluto

```
tuple Układ_Sloneczny.UnitVectorPluto = (pluto.pos - sun.pos)/distancePluto
```

Definicja w linii 237 pliku Układ_Sloneczny.py.

4.1.1.100 UnitVectorSaturn

```
tuple Układ_Sloneczny.UnitVectorSaturn = (saturn.pos - sun.pos)/distanceSaturn
```

Definicja w linii 207 pliku Układ_Sloneczny.py.

4.1.1.101 UnitVectorUranus

```
tuple Układ_Sloneczny.UnitVectorUranus = (uranus.pos - sun.pos)/distanceUranus
```

Definicja w linii 217 pliku Układ_Sloneczny.py.

4.1.1.102 UnitVectorVenus

```
tuple Układ_Sloneczny.UnitVectorVenus = (venus.pos - sun.pos)/distanceVenus
```

Definicja w linii 154 pliku Układ_Sloneczny.py.

4.1.1.103 uranus

```
Układ_Sloneczny.uranus = sphere(pos=(50000.,0,0), radius=21.5, material = materials.wood,  
color=color.magenta)
```

Definicja w linii 49 pliku Układ_Sloneczny.py.

4.1.1.104 uranus_Ratio

```
Układ_Sloneczny.uranus_Ratio = mag(uranus.velocity) / mag(uranus.velocity)
```

Definicja w linii 223 pliku Układ_Sloneczny.py.

4.1.1.105 uranus_Realratio

```
float Układ_Sloneczny.uranus_Realratio = 0.228
```

Definicja w linii 83 pliku Układ_Sloneczny.py.

4.1.1.106 uranusRatio

```
Układ_Sloneczny.uranusRatio = gcurve (gdisplay=graphSpeedRatios, color=color.magenta)
```

Definicja w linii 129 pliku Układ_Sloneczny.py.

4.1.1.107 uranusRealRatio

```
Układ_Sloneczny.uranusRealRatio = gdots (gdisplay=graphSpeedRatios, size=2, color=color.magenta)
```

Definicja w linii 130 pliku Układ_Sloneczny.py.

4.1.1.108 velocity

`Uklad_Sloneczny.velocity`

Definicja w linii 22 pliku `Uklad_Sloneczny.py`.

4.1.1.109 velocityglobal

`Uklad_Sloneczny.velocityglobal`

Definicja w linii 35 pliku `Uklad_Sloneczny.py`.

4.1.1.110 velocitylocal

`Uklad_Sloneczny.velocitylocal`

Definicja w linii 34 pliku `Uklad_Sloneczny.py`.

4.1.1.111 venus

```
Uklad_Sloneczny.venus = sphere(pos = (1862.414,0,0),radius=5.1, material = materials.wood,  
color=color.orange)
```

Definicja w linii 24 pliku `Uklad_Sloneczny.py`.

4.1.1.112 venus_Ratio

```
Uklad_Sloneczny.venus_Ratio = mag(venus.velocity) / mag(earth.velocity)
```

Definicja w linii 160 pliku `Uklad_Sloneczny.py`.

4.1.1.113 venus_Realratio

```
float Uklad_Sloneczny.venus_Realratio = 1.177
```

Definicja w linii 78 pliku `Uklad_Sloneczny.py`.

4.1.1.114 venusRatio

```
Uklad_Sloneczny.venusRatio = gcurve (gdisplay=graphSpeedRatios, color=color.orange)
```

Definicja w linii 114 pliku Układ_Sloneczny.py.

4.1.1.115 venusRealRatio

```
Uklad_Sloneczny.venusRealRatio = gdots (gdisplay=graphSpeedRatios, size=2, color=color.orange)
```

Definicja w linii 115 pliku Układ_Sloneczny.py.

4.1.1.116 vlist

```
list Uklad_Sloneczny.vlist = []
```

Definicja w linii 104 pliku Układ_Sloneczny.py.

Rozdział 5

Dokumentacja plików

5.1 Dokumentacja pliku README.md

5.2 Dokumentacja pliku układ.jpg

5.3 Dokumentacja pliku Układ_Słoneczny.py

Przestrzenie nazw

- [Układ_Słoneczny](#)

Zmienne

- [Układ_Słoneczny.scene](#) = display (x = 650, title = "Układ Słoneczny", width = 1280, height = 1024, range = (5000,5000,25000), center = (0,0,0))
Tutaj pokazujemy nasz System Słoneczny.
- [Układ_Słoneczny.autoscale](#)
- [Układ_Słoneczny.sun](#) = sphere(pos=(0,0,0), radius=586, material = materials.emissive, color=color.yellow)
tworzenie obiektów w skali 17,24 dla odległości i 0,00084 dla promieni
- [Układ_Słoneczny.mercury](#) = sphere(pos=(1000.,0,0), radius=2.1, material = materials.wood, color=color.red)
- [Układ_Słoneczny.trail](#)
- [Układ_Słoneczny.color](#)
- [Układ_Słoneczny.velocity](#)
- [Układ_Słoneczny.venus](#) = sphere(pos = (1862.414,0,0),radius=5.1, material = materials.wood, color=color.↵orange)
- [Układ_Słoneczny.earth](#) = sphere(pos = (2586.241,0,0), radius = 5.4, material = materials.earth)
- [Układ_Słoneczny.moon](#) = sphere(pos = (2586.241+6.552,0,0), radius=1.5, material = materials.rough, color=color.white)
- [Układ_Słoneczny.velocitylocal](#)
- [Układ_Słoneczny.velocityglobal](#)
- [Układ_Słoneczny.mars](#) = sphere(pos=(3931.206,0,0), radius=2.9, material = materials.wood, color=color.↵green)
- [Układ_Słoneczny.jupiter](#) = sphere(pos=(13413.759,0,0), radius=180.4, material = materials.marble, color=color.cyan)

- `Uklad_Sloneczny.saturn` = `sphere(pos=(24137.586,0,0), radius=50.7, material = materials.marble, color=color.yellow)`
- `Uklad_Sloneczny.uranus` = `sphere(pos=(50000.,0,0), radius=21.5, material = materials.wood, color=color.↵ magenta)`
- `Uklad_Sloneczny.neptune` = `sphere(pos=(77586.241,0,0), radius = 20.9, material = materials.wood, color=color.red)`
- `Uklad_Sloneczny.pluto` = `sphere(pos=(101724.828,0,0),radius=1, material = materials.marble, color=color.↵ orange)`
- `float Uklad_Sloneczny.G` = `-6.7*10**4`
Stała G powiększona o 7 rzędów "-" bo przeciwny zwrot.
- `int Uklad_Sloneczny.m_sun` = `2*10**10`
- `float Uklad_Sloneczny.m_mercury` = `3.29*10**3`
- `float Uklad_Sloneczny.m_venus` = `4.87*10**4`
- `float Uklad_Sloneczny.m_earth` = `6.0*10**4`
- `float Uklad_Sloneczny.m_moon` = `7.35*10**2`
- `float Uklad_Sloneczny.m_mars` = `6.39*10**3`
- `float Uklad_Sloneczny.m_jupiter` = `1.90*10**7`
- `float Uklad_Sloneczny.m_saturn` = `5.68*10**6`
- `float Uklad_Sloneczny.m_uranus` = `8.68*10**5`
- `float Uklad_Sloneczny.m_neptune` = `1.02*10**6`
- `float Uklad_Sloneczny.m_pluto` = `1.31*10**2`
- `float Uklad_Sloneczny.mercury_Realratio` = `1.600`
- `float Uklad_Sloneczny.venus_Realratio` = `1.177`
- `int Uklad_Sloneczny.earth_Realratio` = `1.`
- `float Uklad_Sloneczny.mars_Realratio` = `0.805`
- `float Uklad_Sloneczny.jupiter_Realratio` = `0.437`
- `float Uklad_Sloneczny.saturn_Realratio` = `0.324`
- `float Uklad_Sloneczny.uranus_Realratio` = `0.228`
- `float Uklad_Sloneczny.neptune_Realratio` = `0.182`
- `float Uklad_Sloneczny.pluto_Realratio` = `0.158`
- `int Uklad_Sloneczny.t` = `0`
- `float Uklad_Sloneczny.dt` = `0.01`
- `Uklad_Sloneczny.graphpos` = `gdisplay (x=0, y=600, xtitle="Czas", ytitle="Pozycja", width=600, height=400,title= "Zmiana pozycji Ziemi i Ksiezyca w czasie")`
- `Uklad_Sloneczny.earthposx` = `gcurve(gdisplay=graphpos, color = color.green)`
- `Uklad_Sloneczny.moonposx` = `gcurve(gdisplay=graphpos, color = color.white)`
- `Uklad_Sloneczny.distanceMoon_earthpos` = `gcurve(gdisplay=graphpos, color = color.green)`
- `Uklad_Sloneczny.graphv` = `gdisplay (x=600, y=0, xtitle="Czas", ytitle="Predkosc", width=600, height=400, foreground = color.black, background = color.white, title = "Zmiana predkosci Ziemi w czasie")`
- `Uklad_Sloneczny.earthvelocity` = `gcurve(gdisplay=graphv, color=color.blue)`
- `list Uklad_Sloneczny.tlist` = `[]`
- `list Uklad_Sloneczny.vlist` = `[]`
- `Uklad_Sloneczny.graphGPE` = `gdisplay (x=600, y=400, xtitle="Pozycja", ytitle="Energia potencjalna grawitacji", width=800, height=400, title = "EPG i pozycja Ziemi wzgledem Slonca")`
- `Uklad_Sloneczny.earthGPE` = `gcurve(gdisplay=graphGPE, color=color.green)`
- `Uklad_Sloneczny.graphSpeedRatios` = `gdisplay (x=0, y=400, xtitle="Czas", ytitle="Stosunek predkosci", width=600, height=400, title = "Predkosci planet w stosunku do Ziemi")`
- `Uklad_Sloneczny.mercuryRatio` = `gcurve (gdisplay=graphSpeedRatios, color=color.red)`
- `Uklad_Sloneczny.mercuryRealRatio` = `gdots (gdisplay=graphSpeedRatios, size=2, color=color.red)`
- `Uklad_Sloneczny.venusRatio` = `gcurve (gdisplay=graphSpeedRatios, color=color.orange)`
- `Uklad_Sloneczny.venusRealRatio` = `gdots (gdisplay=graphSpeedRatios, size=2, color=color.orange)`
- `Uklad_Sloneczny.earthRatio` = `gcurve (gdisplay=graphSpeedRatios, color=color.yellow)`
- `Uklad_Sloneczny.earthRealRatio` = `gdots (gdisplay=graphSpeedRatios, size=2, color=color.yellow)`
- `Uklad_Sloneczny.marsRatio` = `gcurve (gdisplay=graphSpeedRatios, color=color.green)`
- `Uklad_Sloneczny.marsRealRatio` = `gdots (gdisplay=graphSpeedRatios, size=2, color=color.green)`

- `Układ_Sloneczny.jupiterRatio` = `gcurve` (`gdisplay=graphSpeedRatios`, `color=color.cyan`)
- `Układ_Sloneczny.jupiterRealRatio` = `gdots` (`gdisplay=graphSpeedRatios`, `size=2`, `color=color.cyan`)
- `Układ_Sloneczny.saturnRatio` = `gcurve` (`gdisplay=graphSpeedRatios`, `color=color.blue`)
- `Układ_Sloneczny.saturnRealRatio` = `gdots` (`gdisplay=graphSpeedRatios`, `size=2`, `color=color.blue`)
- `Układ_Sloneczny.uranusRatio` = `gcurve` (`gdisplay=graphSpeedRatios`, `color=color.magenta`)
- `Układ_Sloneczny.uranusRealRatio` = `gdots` (`gdisplay=graphSpeedRatios`, `size=2`, `color=color.magenta`)
- `Układ_Sloneczny.neptuneRatio` = `gcurve` (`gdisplay=graphSpeedRatios`, `color=color.red`)
- `Układ_Sloneczny.neptuneRealRatio` = `gdots` (`gdisplay=graphSpeedRatios`, `size=2`, `color=color.red`)
- `Układ_Sloneczny.plutoRatio` = `gcurve` (`gdisplay=graphSpeedRatios`, `color=color.orange`)
- `Układ_Sloneczny.plutoRealRatio` = `gdots` (`gdisplay=graphSpeedRatios`, `size=2`, `color=color.orange`)
- `Układ_Sloneczny.pos`

Główna petla.

- `Układ_Sloneczny.distanceMercury` = `mag(mercury.pos)`
- tuple `Układ_Sloneczny.UnitVectorMercury` = `(mercury.pos - sun.pos)/distanceMercury`
- tuple `Układ_Sloneczny.FgravMercury` = `(G*m_sun*m_mercury*UnitVectorMercury)/distanceMercury**2`
- `Układ_Sloneczny.angle`
- `Układ_Sloneczny.axis`
- `Układ_Sloneczny.mercury_Ratio` = `mag(mercury.velocity) / mag(earth.velocity)`
- `Układ_Sloneczny.distanceVenus` = `mag(venus.pos)`
- tuple `Układ_Sloneczny.UnitVectorVenus` = `(venus.pos - sun.pos)/distanceVenus`
- tuple `Układ_Sloneczny.FgravVenus` = `(G*m_sun*m_venus*UnitVectorVenus)/distanceVenus**2`
- `Układ_Sloneczny.venus_Ratio` = `mag(venus.velocity) / mag(earth.velocity)`
- `Układ_Sloneczny.distanceEarth` = `mag(earth.pos)`
- tuple `Układ_Sloneczny.UnitVectorEarth` = `(earth.pos - sun.pos)/distanceEarth`
- tuple `Układ_Sloneczny.FgravEarth` = `(G*m_sun*m_earth*UnitVectorEarth)/distanceEarth**2`
- tuple `Układ_Sloneczny.earth_GPE` = `(G*m_sun*m_earth)/distanceEarth`
- `Układ_Sloneczny.earth_Ratio` = `mag(earth.velocity) / mag(earth.velocity)`
- `Układ_Sloneczny.distanceMoon_earth` = `mag(moon.pos - earth.pos)`
- `Układ_Sloneczny.distanceMoon_sun` = `mag(moon.pos - sun.pos)`
- tuple `Układ_Sloneczny.UnitVectorMoon_earth` = `(moon.pos - earth.pos)/distanceMoon_earth`
- tuple `Układ_Sloneczny.UnitVectorMoon_sun` = `(moon.pos - sun.pos)/distanceMoon_sun`
- tuple `Układ_Sloneczny.FgravMoon_earth` = `(G*m_earth*m_moon*UnitVectorMoon_earth)/distanceMoon_earth**2`
- tuple `Układ_Sloneczny.FgravMoon_sun` = `(G*m_sun*m_moon*UnitVectorMoon_sun)/distanceMoon_sun**2`
- `Układ_Sloneczny.distanceMars` = `mag(mars.pos)`
- tuple `Układ_Sloneczny.UnitVectorMars` = `(mars.pos - sun.pos)/distanceMars`
- tuple `Układ_Sloneczny.FgravMars` = `(G*m_sun*m_mars*UnitVectorMars)/distanceMars**2`
- `Układ_Sloneczny.mars_Ratio` = `mag(mars.velocity) / mag(mars.velocity)`
- `Układ_Sloneczny.distanceJupiter` = `mag(jupiter.pos)`
- tuple `Układ_Sloneczny.UnitVectorJupiter` = `(jupiter.pos - sun.pos)/distanceJupiter`
- tuple `Układ_Sloneczny.FgravJupiter` = `(G*m_sun*m_jupiter*UnitVectorJupiter)/distanceJupiter**2`
- `Układ_Sloneczny.jupiter_Ratio` = `mag(jupiter.velocity) / mag(jupiter.velocity)`
- `Układ_Sloneczny.distanceSaturn` = `mag(saturn.pos)`
- tuple `Układ_Sloneczny.UnitVectorSaturn` = `(saturn.pos - sun.pos)/distanceSaturn`
- tuple `Układ_Sloneczny.FgravSaturn` = `(G*m_sun*m_saturn*UnitVectorSaturn)/distanceSaturn**2`
- `Układ_Sloneczny.saturn_Ratio` = `mag(saturn.velocity) / mag(saturn.velocity)`
- `Układ_Sloneczny.distanceUranus` = `mag(uranus.pos)`
- tuple `Układ_Sloneczny.UnitVectorUranus` = `(uranus.pos - sun.pos)/distanceUranus`
- tuple `Układ_Sloneczny.FgravUranus` = `(G*m_sun*m_uranus*UnitVectorUranus)/distanceUranus**2`
- `Układ_Sloneczny.uranus_Ratio` = `mag(uranus.velocity) / mag(uranus.velocity)`
- `Układ_Sloneczny.distanceNeptune` = `mag(neptune.pos)`
- tuple `Układ_Sloneczny.UnitVectorNeptune` = `(neptune.pos - sun.pos)/distanceNeptune`
- tuple `Układ_Sloneczny.FgravNeptune` = `(G*m_sun*m_neptune*UnitVectorNeptune)/distanceNeptune**2`

- `Uklad_Sloneczny.neptune_Ratio` = $\text{mag}(\text{neptune.velocity}) / \text{mag}(\text{neptune.velocity})$
- `Uklad_Sloneczny.distancePluto` = $\text{mag}(\text{pluto.pos})$
- tuple `Uklad_Sloneczny.UnitVectorPluto` = $(\text{pluto.pos} - \text{sun.pos}) / \text{distancePluto}$
- tuple `Uklad_Sloneczny.FgravPluto` = $(G * m_{\text{sun}} * m_{\text{pluto}} * \text{UnitVectorPluto}) / \text{distancePluto}^2$
- `Uklad_Sloneczny.pluto_Ratio` = $\text{mag}(\text{pluto.velocity}) / \text{mag}(\text{pluto.velocity})$

Skorowidz

angle	Uklad_Sloneczny, 9
autoscale	Uklad_Sloneczny, 9
axis	Uklad_Sloneczny, 10
color	Uklad_Sloneczny, 10
distanceEarth	Uklad_Sloneczny, 10
distanceJupiter	Uklad_Sloneczny, 10
distanceMars	Uklad_Sloneczny, 10
distanceMercury	Uklad_Sloneczny, 10
distanceMoon_earth	Uklad_Sloneczny, 11
distanceMoon_earthpos	Uklad_Sloneczny, 11
distanceMoon_sun	Uklad_Sloneczny, 11
distanceNeptune	Uklad_Sloneczny, 11
distancePluto	Uklad_Sloneczny, 11
distanceSaturn	Uklad_Sloneczny, 11
distanceUranus	Uklad_Sloneczny, 12
distanceVenus	Uklad_Sloneczny, 12
dt	Uklad_Sloneczny, 12
earth	Uklad_Sloneczny, 12
earth_GPE	Uklad_Sloneczny, 12
earth_Ratio	Uklad_Sloneczny, 12
earth_Realratio	Uklad_Sloneczny, 13
earthGPE	Uklad_Sloneczny, 13
earthRatio	Uklad_Sloneczny, 13
earthRealRatio	Uklad_Sloneczny, 13
earthposx	Uklad_Sloneczny, 13
earthvelocity	Uklad_Sloneczny, 13
FgravEarth	Uklad_Sloneczny, 14
FgravJupiter	Uklad_Sloneczny, 14
FgravMars	Uklad_Sloneczny, 14
FgravMercury	Uklad_Sloneczny, 14
FgravMoon_earth	Uklad_Sloneczny, 14
FgravMoon_sun	Uklad_Sloneczny, 14
FgravNeptune	Uklad_Sloneczny, 15
FgravPluto	Uklad_Sloneczny, 15
FgravSaturn	Uklad_Sloneczny, 15
FgravUranus	Uklad_Sloneczny, 15
FgravVenus	Uklad_Sloneczny, 15
G	Uklad_Sloneczny, 15
graphGPE	Uklad_Sloneczny, 16
graphSpeedRatios	Uklad_Sloneczny, 16
graphpos	Uklad_Sloneczny, 16
graphv	Uklad_Sloneczny, 16
jupiter	Uklad_Sloneczny, 16
jupiter_Ratio	Uklad_Sloneczny, 17
jupiter_Realratio	Uklad_Sloneczny, 17
jupiterRatio	Uklad_Sloneczny, 17
jupiterRealRatio	Uklad_Sloneczny, 17

m_earth
 Uklad_Sloneczny, [17](#)
 m_jupiter
 Uklad_Sloneczny, [17](#)
 m_mars
 Uklad_Sloneczny, [18](#)
 m_mercury
 Uklad_Sloneczny, [18](#)
 m_moon
 Uklad_Sloneczny, [18](#)
 m_neptune
 Uklad_Sloneczny, [18](#)
 m_pluto
 Uklad_Sloneczny, [18](#)
 m_saturn
 Uklad_Sloneczny, [18](#)
 m_sun
 Uklad_Sloneczny, [19](#)
 m_uranus
 Uklad_Sloneczny, [19](#)
 m_venus
 Uklad_Sloneczny, [19](#)
 mars
 Uklad_Sloneczny, [19](#)
 mars_Ratio
 Uklad_Sloneczny, [19](#)
 mars_Realratio
 Uklad_Sloneczny, [19](#)
 marsRatio
 Uklad_Sloneczny, [20](#)
 marsRealRatio
 Uklad_Sloneczny, [20](#)
 mercury
 Uklad_Sloneczny, [20](#)
 mercury_Ratio
 Uklad_Sloneczny, [20](#)
 mercury_Realratio
 Uklad_Sloneczny, [20](#)
 mercuryRatio
 Uklad_Sloneczny, [20](#)
 mercuryRealRatio
 Uklad_Sloneczny, [21](#)
 moon
 Uklad_Sloneczny, [21](#)
 moonposx
 Uklad_Sloneczny, [21](#)

 neptune
 Uklad_Sloneczny, [21](#)
 neptune_Ratio
 Uklad_Sloneczny, [21](#)
 neptune_Realratio
 Uklad_Sloneczny, [21](#)
 neptuneRatio
 Uklad_Sloneczny, [22](#)
 neptuneRealRatio
 Uklad_Sloneczny, [22](#)

 pluto
 Uklad_Sloneczny, [22](#)
 pluto_Ratio
 Uklad_Sloneczny, [22](#)
 pluto_Realratio
 Uklad_Sloneczny, [22](#)
 plutoRatio
 Uklad_Sloneczny, [22](#)
 plutoRealRatio
 Uklad_Sloneczny, [23](#)
 pos
 Uklad_Sloneczny, [23](#)

 README.md, [31](#)

 saturn
 Uklad_Sloneczny, [23](#)
 saturn_Ratio
 Uklad_Sloneczny, [23](#)
 saturn_Realratio
 Uklad_Sloneczny, [23](#)
 saturnRatio
 Uklad_Sloneczny, [23](#)
 saturnRealRatio
 Uklad_Sloneczny, [24](#)
 scene
 Uklad_Sloneczny, [24](#)
 sun
 Uklad_Sloneczny, [24](#)

 t
 Uklad_Sloneczny, [24](#)
 tlist
 Uklad_Sloneczny, [24](#)
 trail
 Uklad_Sloneczny, [25](#)

 ukklad.jpg, [31](#)
 Uklad_Sloneczny, [7](#)
 angle, [9](#)
 autoscale, [9](#)
 axis, [10](#)
 color, [10](#)
 distanceEarth, [10](#)
 distanceJupiter, [10](#)
 distanceMars, [10](#)
 distanceMercury, [10](#)
 distanceMoon_earth, [11](#)
 distanceMoon_earthpos, [11](#)
 distanceMoon_sun, [11](#)
 distanceNeptune, [11](#)
 distancePluto, [11](#)
 distanceSaturn, [11](#)
 distanceUranus, [12](#)
 distanceVenus, [12](#)
 dt, [12](#)
 earth, [12](#)
 earth_GPE, [12](#)
 earth_Ratio, [12](#)
 earth_Realratio, [13](#)

earthGPE, 13
earthRatio, 13
earthRealRatio, 13
earthposx, 13
earthvelocity, 13
FgravEarth, 14
FgravJupiter, 14
FgravMars, 14
FgravMercury, 14
FgravMoon_earth, 14
FgravMoon_sun, 14
FgravNeptune, 15
FgravPluto, 15
FgravSaturn, 15
FgravUranus, 15
FgravVenus, 15
G, 15
graphGPE, 16
graphSpeedRatios, 16
graphpos, 16
graphv, 16
jupiter, 16
jupiter_Ratio, 17
jupiter_Realratio, 17
jupiterRatio, 17
jupiterRealRatio, 17
m_earth, 17
m_jupiter, 17
m_mars, 18
m_mercury, 18
m_moon, 18
m_neptune, 18
m_pluto, 18
m_saturn, 18
m_sun, 19
m_uranus, 19
m_venus, 19
mars, 19
mars_Ratio, 19
mars_Realratio, 19
marsRatio, 20
marsRealRatio, 20
mercury, 20
mercury_Ratio, 20
mercury_Realratio, 20
mercuryRatio, 20
mercuryRealRatio, 21
moon, 21
moonposx, 21
neptune, 21
neptune_Ratio, 21
neptune_Realratio, 21
neptuneRatio, 22
neptuneRealRatio, 22
pluto, 22
pluto_Ratio, 22
pluto_Realratio, 22
plutoRatio, 22
plutoRealRatio, 23
pos, 23
saturn, 23
saturn_Ratio, 23
saturn_Realratio, 23
saturnRatio, 23
saturnRealRatio, 24
scene, 24
sun, 24
t, 24
tlist, 24
trail, 25
UnitVectorEarth, 25
UnitVectorJupiter, 25
UnitVectorMars, 25
UnitVectorMercury, 25
UnitVectorMoon_earth, 25
UnitVectorMoon_sun, 26
UnitVectorNeptune, 26
UnitVectorPluto, 26
UnitVectorSaturn, 26
UnitVectorUranus, 26
UnitVectorVenus, 26
uranus, 27
uranus_Ratio, 27
uranus_Realratio, 27
uranusRatio, 27
uranusRealRatio, 27
velocity, 27
velocityglobal, 28
velocitylocal, 28
venus, 28
venus_Ratio, 28
venus_Realratio, 28
venusRatio, 28
venusRealRatio, 29
vlist, 29
Uklad_Sloneczny.py, 31
UnitVectorEarth
 Uklad_Sloneczny, 25
UnitVectorJupiter
 Uklad_Sloneczny, 25
UnitVectorMars
 Uklad_Sloneczny, 25
UnitVectorMercury
 Uklad_Sloneczny, 25
UnitVectorMoon_earth
 Uklad_Sloneczny, 25
UnitVectorMoon_sun
 Uklad_Sloneczny, 26
UnitVectorNeptune
 Uklad_Sloneczny, 26
UnitVectorPluto
 Uklad_Sloneczny, 26
UnitVectorSaturn
 Uklad_Sloneczny, 26
UnitVectorUranus
 Uklad_Sloneczny, 26

UnitVectorVenus
 Uklad_Sloneczny, [26](#)
uranus
 Uklad_Sloneczny, [27](#)
uranus_Ratio
 Uklad_Sloneczny, [27](#)
uranus_Realratio
 Uklad_Sloneczny, [27](#)
uranusRatio
 Uklad_Sloneczny, [27](#)
uranusRealRatio
 Uklad_Sloneczny, [27](#)

velocity
 Uklad_Sloneczny, [27](#)
velocityglobal
 Uklad_Sloneczny, [28](#)
velocitylocal
 Uklad_Sloneczny, [28](#)
venus
 Uklad_Sloneczny, [28](#)
venus_Ratio
 Uklad_Sloneczny, [28](#)
venus_Realratio
 Uklad_Sloneczny, [28](#)
venusRatio
 Uklad_Sloneczny, [28](#)
venusRealRatio
 Uklad_Sloneczny, [29](#)
vlist
 Uklad_Sloneczny, [29](#)