

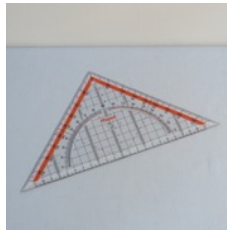
DINAMIČNI MODEL OSONČJA:



3. KEPLERJEV ZAKON

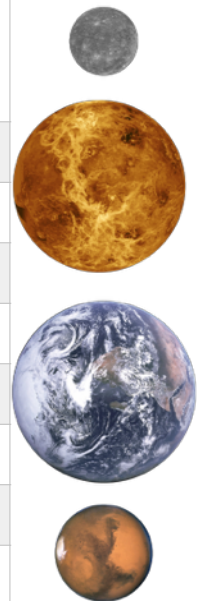


Pripomočki: pola šešamerja formata A1 ali B1, barvni flomastri, metrski trak, dolgo ravnilo, risalni žbljiček, 1 m dolga bombažna vrvica, košček plute, kotomer, 4 pari barvnih figuric



Uvod: Da boš lahko izvedel vajo, boš najprej v primernem merilu izdelal poenostavljen model Osončja z **notranjimi planeti**. Notranji planeti so Merkur, Venera, Zemlja in Mars. V preglednici so podani povprečni polmeri tirnic planetov Osončja v astronomskih enotah [a.e.] in njihovi obhodni časi (1 a.e. = 150 000 000 km).

planet	oddaljenost planeta od Sonca [a.e.]	polmer tirnice planeta v modelu Osončja [cm]	obhodni čas [zemeljski dan]	približni obhodni čas [zemeljski mesec]	mesečni kot [°/mesec]
Merkur ☿	0,39		88,0	3	120°
Venera ♀	0,72		224,7	7	
Zemlja ♂	1		365,26	12	
Mars ♂	1,52		687,0	23	
Jupiter ♃	5,20		4333	142	
Saturn ♄	9,52		10832	354	
Uran ♅	19,1		30707	1004	
Neptun ♆	30		60328	1964	



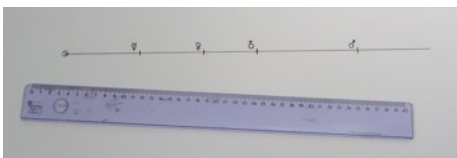
MERILO: 1 a.e. ustreza _____ cm v modelu.

Planeti se gibljejo po svojih **tirnicah** okoli Sonca. Tirnice vseh planetov ležijo v skoraj isti ravnini in so zelo podobne krožnicam - pri poskusu tega, da tirnice niso povsem pravilne krožnice, ne bomo upoštevali (ker za pojav, ki ga bomo opazovali, to ni bistveno). V središču vseh tirnic (krožnic) je Sonce. **Polmer tirnice** je enak oddaljenosti planeta od Sonca. **Obhodni čas** je čas, ki ga planet potrebuje za en obhod okoli Sonca. Zemlja naredi en obhod okoli Sonca v 1 Zemljinem letu, obhodni čas je 1 leto. Mars naredi en obhod okoli Sonca v 1 Marsovem letu, ki traja 1,52 Zemeljinega leta. Marsov obhodni čas je 1,52 Zemeljinega leta.

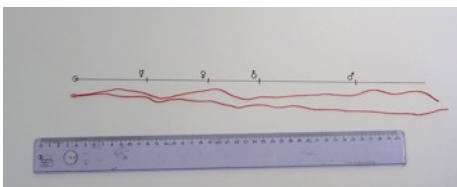
1. Izberi merilo, v katerem boš na polo narisal tirnice notranjih planetov Osončja. Merilo izberi tako, da bo segala Marsova tirnica skoraj do robov pole. Preračunaj, kolikšni so v tem merilu polmeri tirnic ostalih treh planetov in jih zapiši v tretji stolpec preglednice na prejšnji strani.



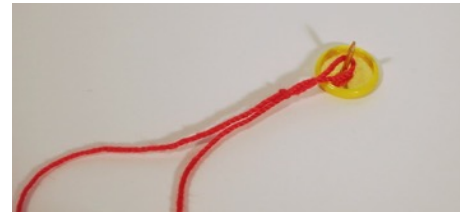
2. V sredini pole nariši simbol Sonca ☉, ki v modelu predstavlja Sonce.



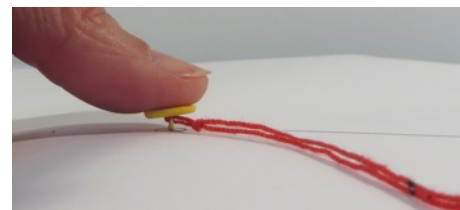
3. Na polo nariši poltrak z vrhom v Soncu. Na poltraku v izbranem merilu označi oddaljenosti planetov od Sonca.



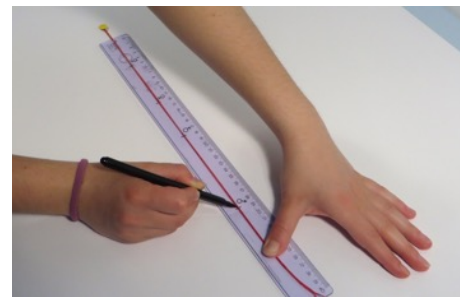
4. Pripravi si dovolj dolgo bombažno vrvico. Na polovici vrvice naredi zanko. Oba kraka niti naj bosta daljša od razdalje med Soncem in Marsom v tvojem modelu.



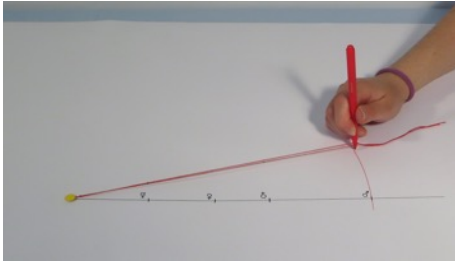
5. V zanko na sredini vrvice zatakni risalni žbljiček.



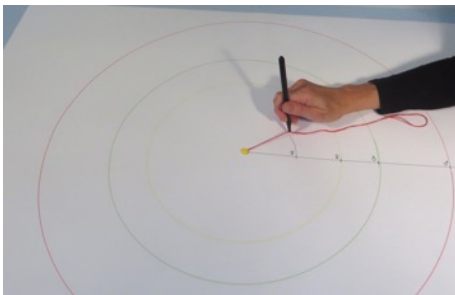
6. Pod polo na mestu, kjer je Sonce, podstavi košček plute. Žbljiček zapiči v Sonce (in skozi polo v pluto).



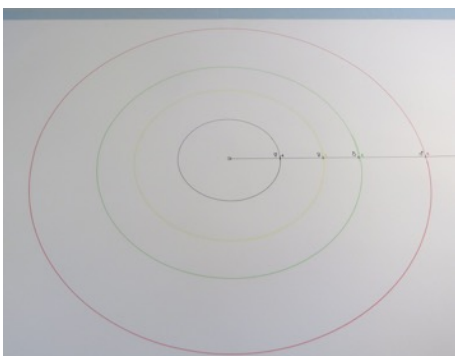
7. Bombažno vrvico napni ob poltraku in na vrvici s flomastrom označi točke, ki so od žbljička (Sonca) oddaljene toliko, kot merijo polmeri tirnic planetov v tvojem modelu. Na sliki je ravnilo podstavljeno pod vrvico zato, da pri označevanju vrvice s flomastrom ne rišemo po poli.



8. Kraka bombažne vrvice zveži v vozle v točki, ki označuje polmer Marsove tirnice. Flomaster zatakni v vrvico. Vrvico napni in z njeno pomočjo nariši krožnico s središčem v Soncu in polmerom, ki ustreza polmeru Marsove tirnice.

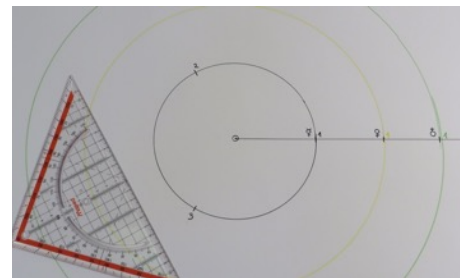
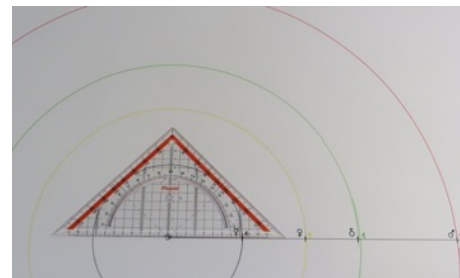


9. Na bombažni vrvici naredi vozle v točki, ki označuje polmer Zemljine tirnice. Flomaster zatakni v vrvico. Nariši krožnico s središčem v Soncu in polmerom, ki ustreza polmeru Zemljine tirnice. Ponovi postopek še z Venero in Merkurjem.

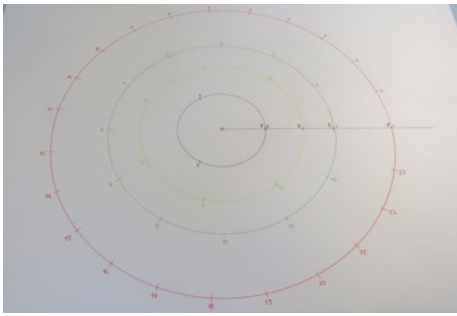


10. Vsa presečišča poltraka s tirnicami planetov označi z 1.

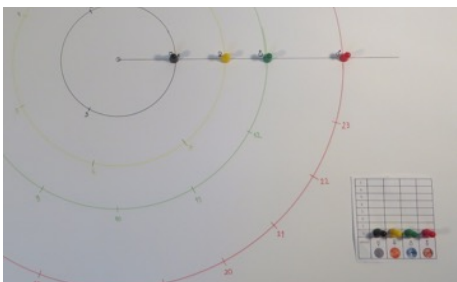
11. V enem obhodnem času opravi planet celo pot okoli Sonca, pri čemer opiše polni kot 360° . Izračunaj, kolikšne kote opišejo notranji planeti v enem (Zemeljinem) mesecu in te kote zapiši v zadnji stolpec preglednice. Za Merkur je ta račun že opravljen. Polni kot opiše v 3 mesecih, v 1 mesecu pa tretjino polnega kota, kar ustreza kotu 120° .



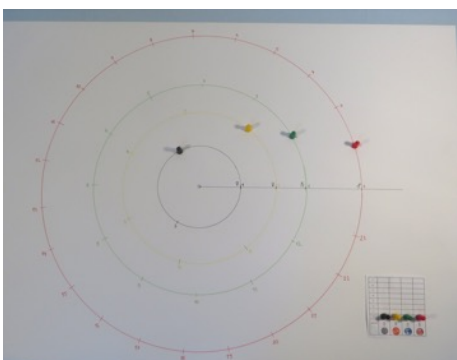
12. Od presečišč poltraka s krožnicami vsako od krožnic, ki predstavljajo tirnice planetov, razdeli na toliko enako dolgih mesečnih lokov, kot traja obhodni čas planeta v mesecih. Krajišča mesečnih lokov označi z zaporednimi številkami. Potuj v smeri, nasprotni urinemu kazalcu. Številka 1 na presečišču poltraka s tirnicami označuje 1. dan prvega meseca. Na drugo krajišče prvega loka zapiši številko 2, s čimer označiš 1. dan 2. meseca in tako naprej, dokler ne prideš naokoli.




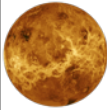

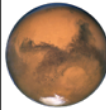
13. Postopaj enako še za ostale 3 notranje planete.

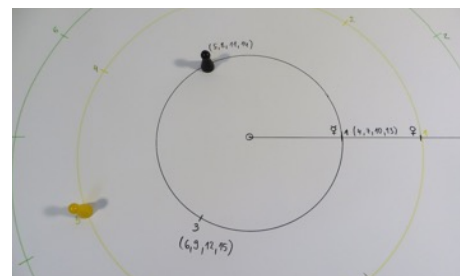


14. Na točke, označene z 1 - izhodišča -, postavi 4 različne figurice. Figurice predstavljajo notranje planete, ki so v nekem trenutku v taki poravnani legi. Temu trenutku bomo rekli **izhodišče časa**. Druge 4 figurice (pare prvim) postavi na začetna polja tabele, s pomočjo katere boš beležil zaporedne obhode planetov okoli Sonca.



15. V enem mesecu se vsak od planetov na svoji tirnici premakne za en mesečni krožni lok naprej. Premakni figurice, ki predstavljajo planete, na točke, označene s številko 2. Primerjaj med seboj razdalje, ki jih planeti prepotujejo v enem mesecu.

7.				
6.				
5.				
4.				
3.				
2.				
1.				
0				
obhod	♃	♄	♅	♆
				



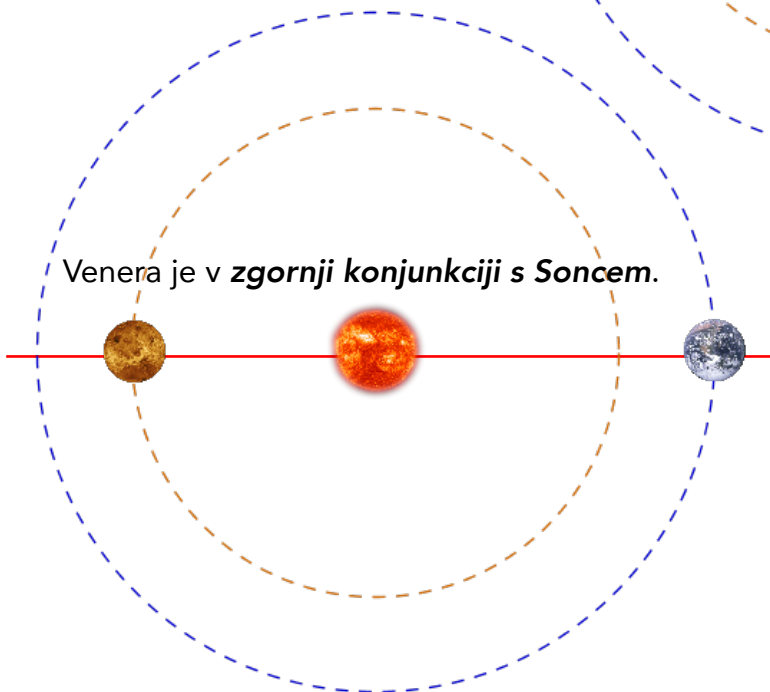
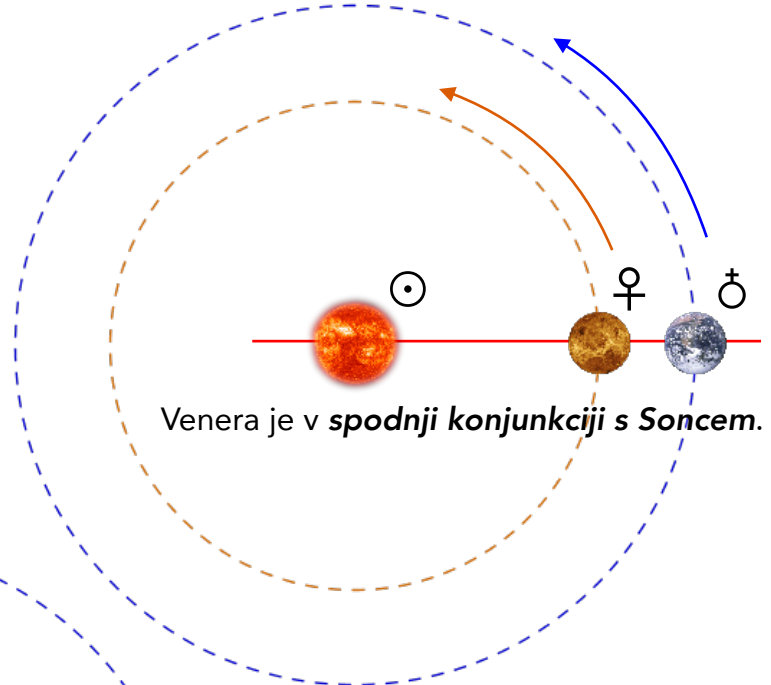
16. Postavi figurice v tiste lege na tirnicah, ki jih planeti dosežejo po 2, 3, 4 mesecih od izhodišča časa. Eden od planetov v tem času opravi že en cel obhod in še malo. Da si olajšaš štetje mesecev in določanje ustreznih leg planetov, lahko k številkam, ki označujejo mesece od izhodišča časa pri prvem obhodu, v oklepaje zapišeš še mesece od izhodišča časa v nekaj naslednjih obhodih. Za vsak zaključen obhod premakni pomožno figurico planeta v tabeli za eno polje naprej.



NAVIDEZNO GIBANJE VENERE

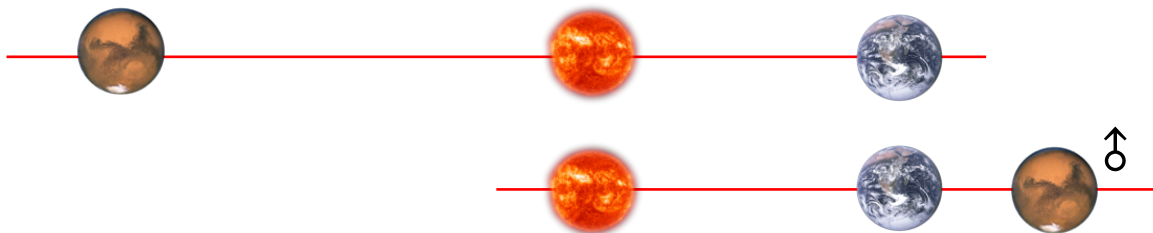
Posebne lege planetov glede na Zemljo in Sonce imajo v astronomiji posebna imena, ki jih včasih lahko preberemo tudi v dnevnem časopisju. Pri tem delu vaje boš spoznal pojme **konjunkcija**, **elongacija** in **opozicija** planeta.

Konjunkciji bi lahko po domače rekli kar poravnanje teles v Osončju. Pojem se nanaša predvsem na položaj planetov glede na Zemljo in Sonce. Ko je Venera med Zemljo in Soncem, pravimo, da je Venera v **spodnji konjunkciji s Soncem**. Ko je Sonce med Venero in Zemljo, pravimo, da je Venera v **zgornji konjunkciji s Soncem**.



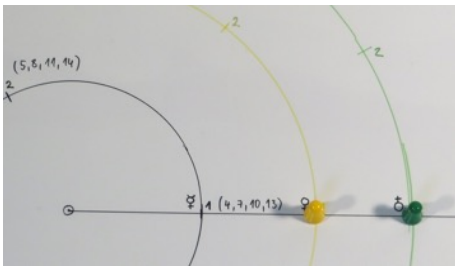
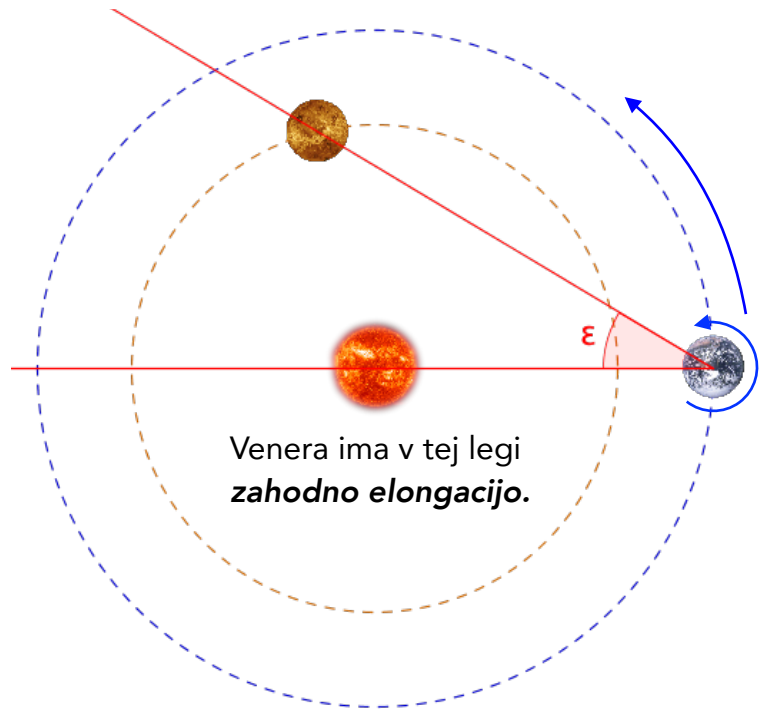
Za planete, ki so od Sonca bolj oddaljeni kot Zemlja, pravimo, da so v konjunkciji, ko so (gledano z Zemlje) za Soncem. Ko pa je Zemlja med Soncem in planetom in so tri telesa natanko poravnana, potem tej legi pravimo **opozicija**. Tedaj je planet na nebu na nasprotni strani kot Sonce in je v najugodnejši legi za opazovanje (z Zemlje).

Mars je v **konjunkciji s Soncem**.

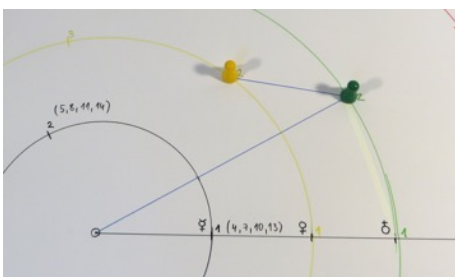


Mars je v **opoziciji**.

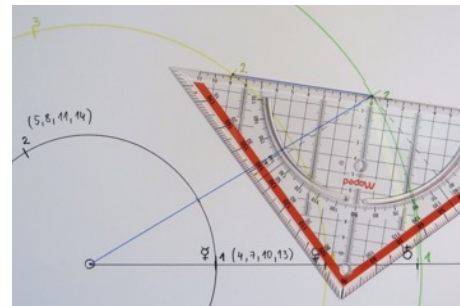
Elongacija ϵ je kot med smerjo proti Soncu in smerjo proti planetu, ko ga opazujemo z Zemlje. Največkrat z elongacijo opisujemo lego Venere in Merkurja in njuni kotni oddaljenosti od središča Sončeve ploskvice. Največjo elongacijo ima planet tedaj, ko je navidezno najbolj oddaljen od Sonca. Pri tem ločimo največjo **vzhodno elongacijo**, ko je planet vzhodno od Sonca, in **zahodno elongacijo** planeta, ko je zahodno od Sonca.



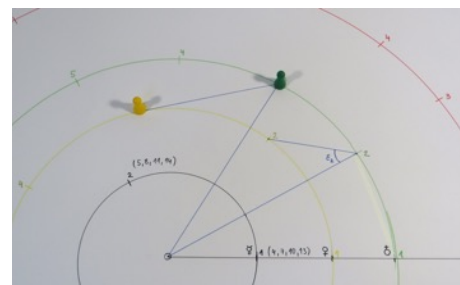
1. Figurici, ki predstavljata Zemljo in Venero, postavi na izhodiščni točki 1 na ustreznih tirnicah. Elongacija Venere je v tej legi 0° .



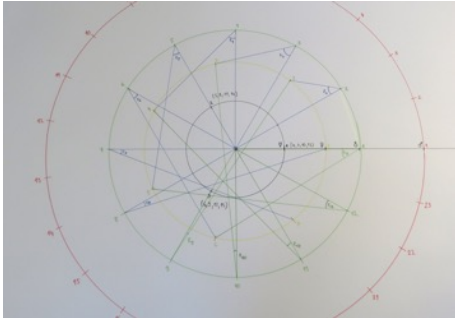
2. Figurici premakni za 1 mesec: po enem mesečnem loku ju prestavi na točki z oznako 2. Nariši zveznico med njima. Nariši tudi zveznico med Zemljo in središčem krožnic (Soncem).



3. Kot med obema zveznicama je kar elongacija Venere po 1 mesecu. Izmeri jo in jo vpiši v razpredelnico.



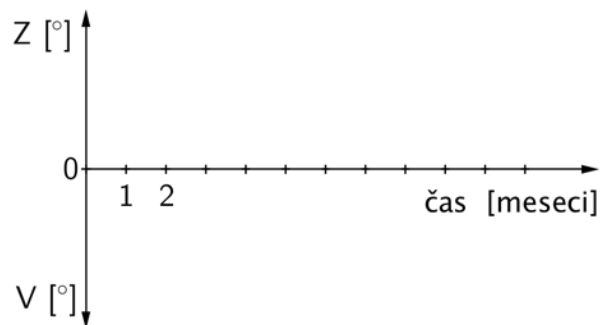
4. Premikaj figurici korakoma po zaporednih mesečnih lokih do označenih točk in riši zveznice kot v prvem primeru. Ne pozabi, da se v enem mesecu premakneta obe; Zemlja in Venera. Spotoma meri tudi elongacijo Venere in jo vpisuj v razpredelnico.



5. Postopek ponavljaj toliko časa, da se Zemlja vrne na izhodiščno mesto, kar ustreza dobi 1 leto.

6. Izmeri, kako se elongacija Venere spreminja v mesečnih korakih tudi v drugem letu po izhodišču časa. Zaradi preglednosti riši s flomastri različnih barv.












7. Na milimetrski papir nariši graf, ki kaže, kako se elongacija Venere spreminja s časom od izhodišča časa do konca drugega leta. V obdobjih, v katerih se elongacija zelo spremeni, lahko meritve izboljšaš s polmesečnimi koraki.



RAZMISLI, PREIZKUSI, POIŠČI, VPRAŠAJ ...

- 🌀 Kolikokrat Merkur obkroži Sonce v 12 mesecih?
- 🌀 V katerih legah na svojih tirnicah sta po 12 mesecih Merkur in Zemlja?
- 🌀 Ali so po enem letu oz. 12 mesecih, ko naredi Zemlja en obhod okoli Sonca, planeti spet v ravni vrsti kot na začetku?
- 🌀 Zakaj po 12 mesecih ni z Zemljo in Merkurjem poravnana tudi Venera?
- 🌀 Koliko mesecev se Venera oddaljuje od Zemlje in kdaj se ji začne ponovno bližati?
- 🌀 Poišči lego, ko je Zemlja najdlje od Marsa. Kje tedaj leži Sonce glede na ta dva planeta?
- 🌀 Večji model Osončja narišite in zaigrajte na šolskem igrišču. Merilo naj bo tako, da so polmeri tirnic čim večji. Tirnice na igrišče narišite s kredo, vrv, s katero si pomagata pri risanju krožnic, pa naj bo dovolj dolga. Planete igrata učenci (učiteljica pa je Sonce;). Krožnice razdelite na ustrezno število mesečnih lokov. Zaigrajte mesečno gibanje planetov: v istem času se planeti - učenci - premaknejo od izhodišča z zaznamkom 1 vsak po svojem mesečnem loku do zaznamka 2 (in potem naprej). Da se planeti lepo uigrajo (dobijo občutek za svoje hitrosti glede na ostale planete), je potrebne nekaj vaje. Opazujte, kako hitro se po svojih tirnicah premikajo različni planeti. Kateri planeti se gibljejo počasneje? Kolikšne poti opravijo v enem mesecu različni planeti?

RAZMISLI, PREIZKUSI, POIŠČI, VPRAŠAJ ...

-  V katerih legah (mesecih) je Venera v zgornji oz. spodnji konjunkciji s Soncem? Glej le približno poravnavo.
-  Kdaj je Venera za opazovalca na Zemlji v najugodnejši legi za opazovanje? Je to tedaj, ko je Venera najbližje Zemlji?
-  Kdaj je kot med zveznicama (elongacija) največji?
-  Koliko mesecev mine med spodnjo in prvo naslednjo zgornjo konjunkcijo Venere s Soncem? Ali je ta doba enaka kot od zgornje do naslednje spodnje konjunkcije?
-  Koliko mesecev mine od prve spodnje konjunkcije, torej od izhodiščnega položaja, do največje elongacije in koliko do naslednjih največjih elongacij?
-  Kaj pomenita imeni Večernica in Danica?
-  Kako so izbrali astronomsko enoto?
-  V katerih območjih so vrednosti elongacije Merkurja, Marsa?
-  Kako se navidezno giblje Venera? Igra na šolskem igrišču: Zemlja opazuje Venero mimo Sonca; kako se giblje Venera glede na zveznico Zemlja - Sonce?
-  Kdaj sta v letih 2016 in 2017 Merkur in Venera v največji vzhodni in kdaj v največji zahodni elongaciji, kdaj v spodnji in kdaj v zgornji konjunkciji s Soncem? Podatke poišči na internetu ali v astronomski literaturi (v reviji Spika).
-  Nekajkrat v razmiku nekaj tednov poišči Merkur in Venero na nebu. Pri iskanju planetov na nebu si lahko pomagaš tudi s prosto dostopnim računalniškim planetarijem Stellarium (www.stellarium.org), ki obstaja tudi v slovenski različici.