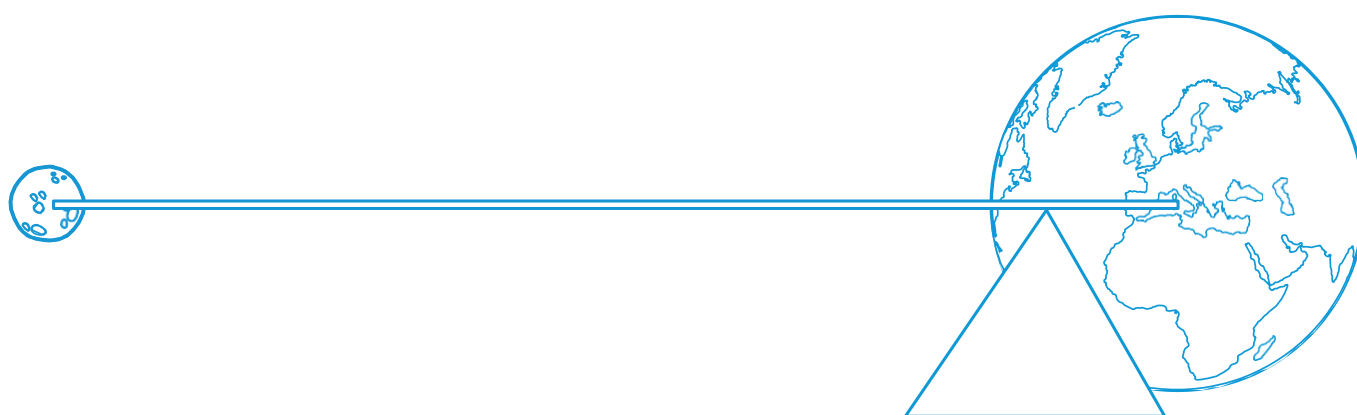
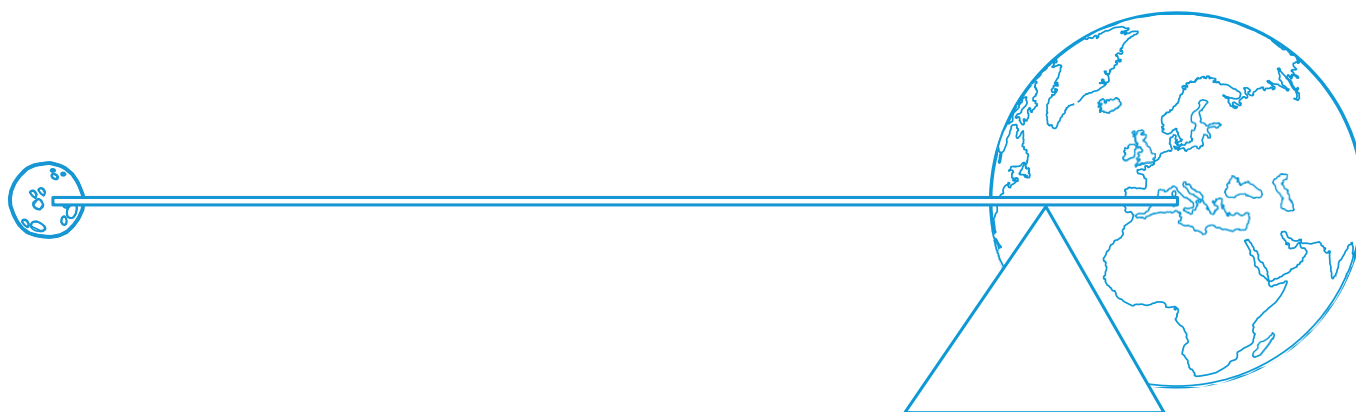


učenje z vesoljem

→ BARICENTRIČNE ŽOGICE

Orbite in središče mase





Pregled

stran 3

Dejavnost – Baricentrične žogice

stran 4

Diskusija

stran 7

Zaključek

stran 8

Delovni listi za učence

stran 9

Priloga

stran 11

Kako pripraviti dva kompleta teniških žogic?

stran 11

Voden pogovor

stran 13

Glosar

stran 18

Povezave

stran 19

→ BARICENTRIČNE ŽOGICE

Orbite in središče mase

PREGLED

Starostni razpon: 14–18 let

Tip: dejavnost za učence

Zahtevnost: lahko

Priprava učitelja: 1 ura za pripravo opreme

Potreben čas za izvedbo dejavnosti: od 10 do 30 min

Strošek na komplet: nizek (5–25 evrov)

Lokacija: na prostem ali v velikem notranjem prostoru (tj. šolski dvorani/telovadnici)

Vključuje uporabo: teniških žogic, krogličnih ležajev

Povezave do učnega načrta

Fizika:

- načelo momentov/navora;
- središče mase;
- planetarne/satelitske orbite;
- Dopplerjev učinek;
- rotacijska mehanika.

Matematika:

- načelo momentov/navora;
- središče mase;
- rotacijska mehanika.

Astronomija:

- planetarne/satelitske orbite;
- Dopplerjev učinek;
- binarne zvezde;
- odkrivanje eksoplanetov.

Povzetek

V tej dejavnosti se načelo momentov uporablja za rotacijske sisteme, in sicer za prikaz koncepta baricentra ali središča mase in načina premikanja predmetov v orbiti drug okoli drugega. Učenci nato ta koncept utrdijo z izračunom središča mase v številnih astronomskih kontekstih.

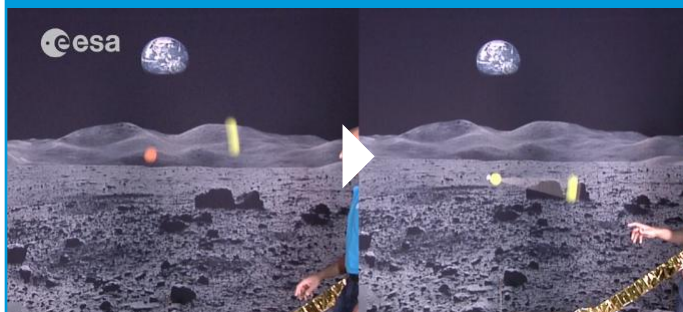
Učenci bi morali že poznati

1. Koncept principa momentov/navora.
2. Koncept Dopplerjevega učinka, ki se uporablja za elektromagnetni spekter.

Učni cilji

1. Učenci bodo spoznali središče mase in razumeli, da za gravitacijsko vezan sistem z dvema ali več telesi vsa telesa krožijo okoli skupnega središča mase.
2. Učenci se bodo naučili uporabiti princip momentov za izračun težišča sistema dveh teles.
3. Učenci bodo uporabili fizikalne koncepte v več astronomskih situacijah, pri čemer se bodo učili o binarnih zvezdnih sistemih, sistemih planet–luna in zunajsončnih planetih.

Potrebujete



↑ [Video Baricentrične žogice \(VP07a\).](#)

[Video Baricentrične žogice v vesolju \(VP07b\).](#) Oglejte si razdelek s povezavami.

Baricentrične žogice

Ko razmišljamo o orbitah planetov okoli Sonca, lun, ki krožijo okoli matičnega planeta, ali o orbiti vesoljskega plovila, ki kroži okoli Zemlje ali drugega nebesnega telesa, nas lahko zamika domneva, da se en predmet (najmanj masiven objekt) premika, medtem ko drugi miruje. Iz Newtonovega tretjega zakona:

»Če telo A izvaja silo na telo B, bo v tem procesu telo B izvajalo enako in nasprotno silo nazaj na telo A,«

pogosto opisanega kot »vsako dejanje ima enako in nasprotno reakcijo«, bosta oba predmeta drug na drugega izvajala enako gravitacijsko silo privlačnosti in ta gravitacijska sila bo vplivala na obe njuni poti.

Če torej razmišljamo o sistemu dveh teles, npr. Zemlje in Lune, ni Luna tista, ki kroži okoli Zemlje – tako Zemlja kot Luna krožita okoli skupne točke v vesolju. Točka, okoli katere krožita obe, skupno **središče mase*** sistema, se imenuje **baricenter***.

Kadar ima en objekt mnogo večjo maso od drugega, kot je to v primeru Zemlje in Lune (ali umetnega satelita, ki kroži okoli Zemlje), orbitalno gibanje objekta z večjo maso (Zemlje) morda ni tako jasno razvidno. To je zato, ker je baricenter oziroma središče mase veliko bližje središču Zemlje kot središču Lune ali satelita. Slika A1 prikazuje predstavitev sistema Zemlja–Luna.

Enako velja za cel sončni sistem. Sonce predstavlja približno 99,85 % mase osončja. Baricenter osončja je torej blizu središča Sonca in posledično je orbito Sonca okoli baricentra mogoče zaznati le z visoko natančnimi opazovanji.

Slika A1



Shematski diagram sistema Zemlja–Luna (brez merila), ki poudarja položaj baricentra ter orbite Zemlje in Lune okoli te točke. Baricenter se nahaja približno 4650 km od središča Zemlje – polmer Zemlje je nekaj manj kot 6400 km. Baricenter je približno 80-krat dlje od središča Lune kot od središča Zemlje.

* **Baricenter:** središče mase sistema.

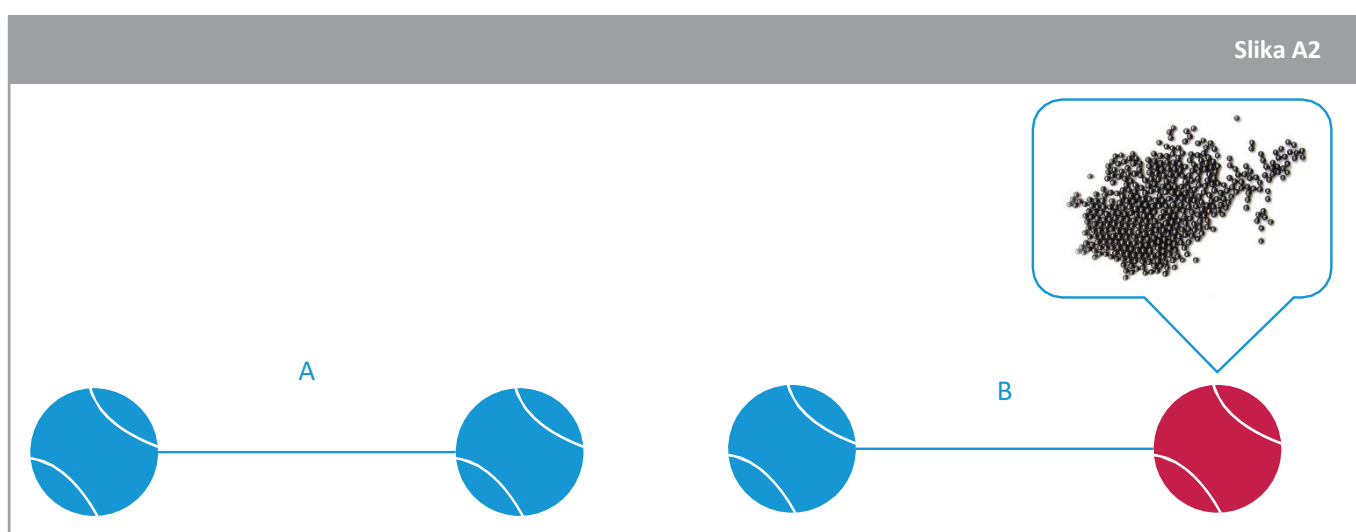
Središče mase: edinstvena točka v objektu ali sistemu, kjer imajo komponente teže za vsako točko rezultanto nič. Predmet bo uravnotežen, če ga obesite na točko na tem mestu.

V tej predstavitvi uporabimo dva vnaprej sestavljena para teniških žogic za prikaz spremembe položaja baricentra sistema dveh teles z maso obeh teles. Žogici v prvem paru imata enako maso. Pri drugem paru je ena od teniških žogic napolnjena s kovanci ali krogličnimi ležaji, da se poveča njena masa.

Oprema:

Navodila za pripravo teniških žogic najdete v prilogi.

- par teniških žogic z enako maso, povezanih z vrvico;
- par teniških žogic z različno maso, povezanih z vrvico.



↑ A) Komplet (praznih) teniških žogic z enako maso.

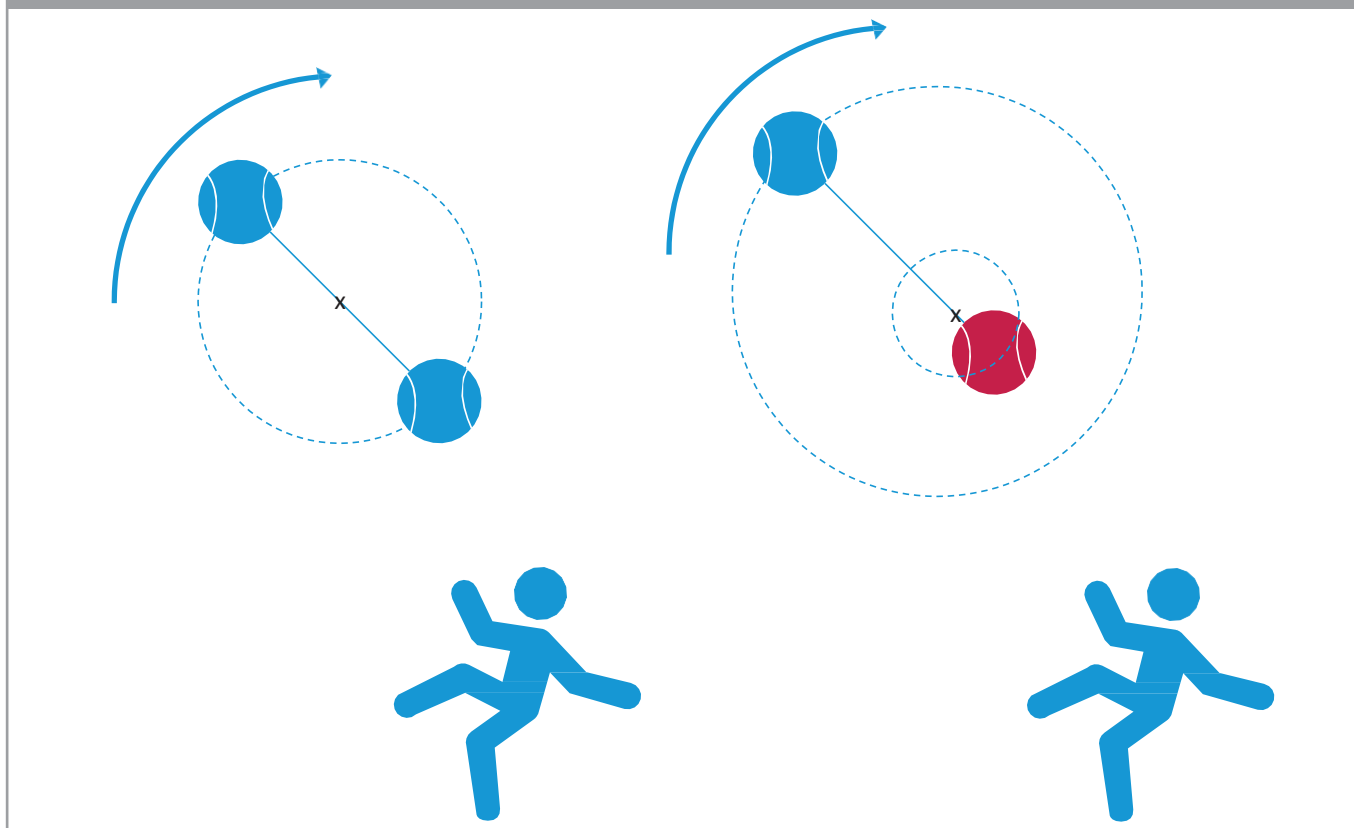
B) Komplet teniških žogic z različnima masama: ena od teniških žogic je napolnjena s krogličnimi ležaji, svinčenimi kroglicami ali kovanci in pobarvana, da jo prepoznamo kot žogico z večjo maso.

Navodila

Oglejte si priložen video: učenje z vesoljem – baricentrične žoge | VP07a.

1. Par teniških žogic z enako maso držite, tako da ena žogica visi pod drugo.
2. Nekajkrat zamahnite, da pridobite na vztrajnosti in nato izpustite žogo, ki jo držite.
3. Ko žogici sledita svoji poti, se bosta obe vrteli okoli središča mase sistema. Za žogici z enako maso je to središče vrvice (Slika A3).
4. Ponovite s parom žogic z neenako maso. Od osebnih preferenc je odvisno, ali ima demonstrator težjo ali lažjo žogico. Ko izpustite žogici z različno maso, težja žogica jasno sledi majhni orbiti okoli središča mase (tj. blizu težke žogice), medtem ko lažja žogica orisuje veliko večjo orbito (Slika A3). Večja, kot je razlika med masama, bližje bo središče težji teniški žogici.

Slika A3



↑ Levo: Za par teniških žogic z enako maso se središče mase ali baricenter nahaja v središču sistema na sredini vrvice, označeni z X. Obe teniški žogici opisujeta isto orbitalno pot (črtkana črta). Desno: Pri paru teniških žogic z različno maso se središče mase ali baricenter nahaja veliko bližje napolnjeni žogici z večjo maso (obarvani rdeče) – označeni z X. To opazimo, tako da žogica z večjo maso sledi veliko manjši poti/krogu orbite, medtem ko lažja žogica sledi veliko večji orbiti/krogu.

Varnost in zdravje!

- To predstavitev je treba izvesti na prostem ali v velikem zaprtem prostoru, kot je šolska dvorana ali telovadnica.
- Učenci stojijo na primerni varnostni razdalji.
- Pred demonstracijo pred razredom mora demonstrator vaditi metanje žogic.
- Pred vsako predstavitvijo skrbno preverite, ali so vsi vozli pritrjeni in ali je luknja, skozi katero ste napolnili žogico z večjo maso, dobro zatesnjena.

Razprava

Po predstavitvi se z učenci pogovorite, kaj so opazili. Spodaj je navedenih nekaj predlaganih vprašanj za razpravo.

Vodena razprava, ki temelji na teh vprašanjih in se osredotoča na povezavo z vesoljem, je na voljo v dodatku. Na voljo je tudi delovni list za učence z izračuni v vesoljskem kontekstu, ki ga je mogoče uporabiti.

Cilj razprave je, da učenci spoznajo naslednje ključne točke:

- V sistemu dveh ali več predmetov obstaja skupni baricenter ali središče mase, okoli katerega krožijo vsi predmeti.
- Lokacija baricentra je odvisna od mase predmetov. Pri dveh predmetih z enako maso leži baricenter v geometrijskem središču sistema. Kadar mase niso enake, se baricenter nahaja bližje središču mase predmeta z večjo maso.
- Za preprost primer z dvema telesoma morajo učenci znati uporabiti načelo momentov za izračun lokacije baricentra.
- Razumevanje baricentrov je pomembno v vesoljskem kontekstu, od uporabe principa baricentra za odkrivanje sicer nevidnih planetov okoli drugih zvezd do razvrščanja nebesnih teles v našem osončju, z razlikovanjem med planeti z lunami ali sistemi dvojnih planetov.

Predlagana vprašanja:

- **Kako lahko najdemo baricenter sistema?**
- **Kako astronomi najdejo baricentre oddaljenih orbitalnih sistemov v vesolju, kot so sistemi dvojnih zvezd ali planeti, ki krožijo okoli drugih zvezd?**
- **Kako se koncept baricentra uporablja za razlikovanje med planetom z naravnim satelitom (Luna) in dvema planetoma v medsebojni orbiti okoli baricentra (sistem dvojnih planetov)?**
- **Ali je Pluton dejansko del sistema 'dvojnih pritlikavih planetov'?**
- **Kaj se zgodi v binarnih zvezdnih sistemih, ko dva zelo masivna predmeta krožita blizu drug drugega?**

→ ZAKLJUČEK

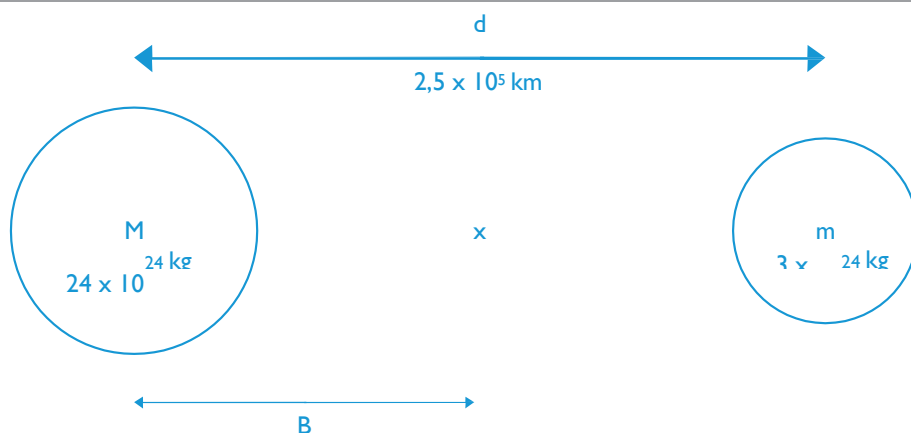
Ta dejavnost s preprosto in učinkovito predstavitevijo raziskuje dva ključna pojma v fiziki in mehaniki – baricenter ali središče mase in princip momentov. Dejavnost postavi te koncepte v kontekst orbit v vesolju, lun, binarnih planetov in zvezd, da pritegne in sproži domišljijo učencev.

Baricentri v vesolju

Vprašanja

1. Za predmete, prikazane na sliki W1, poiščite razdaljo baricentra od središča predmeta M in nato od središča predmeta m.

Slika W1



2. a) Luna ima maso $0,0123 M_E$ (kjer je M_E masa Zemlje), razdalja od središča Zemlje do središča Lune pa je 384.000 km. Dokažite, da sta Zemlja in Luna sistem planet–luna, če je polmer Zemlje $6,37 \times 10^3 \text{ km}$.

b) Spodaj je prikazanih nekaj podatkov za Pluton in njegovo največjo luno Haron, pridobljenih iz podatkovnih listov NASA Lunar and Planetary Science:

masa Plutona	$1,31 \times 10^{22} \text{ kg}$
polmer Plutona	1.195 km
masa Harona	$1,62 \times 10^{21} \text{ kg}$
razdalja med centroma	19.600 km

Pokažite, ali sta Pluton in Haron planet–luna ali sistem dvojnega planeta.

3. Sonce ima premer 1,4 milijona km, Jupiter pa ima polmer 140.000 km. Povprečna razdalja Sonce–Jupiter je 778 milijonov km. Masa Sonca je približno 1000-krat večja od Jupitrove. Izračunajte položaj baricentra sistema Sonce–Jupiter in komentirajte njegovo lokacijo.

4. V videoposnetku Učenje z vesoljem – baricentrične žogice v vesolju | VP07b, astronautka ESA Samantha Cristoforetti prikazuje baricentrično načelo v mikrogravitaciji na krovu Mednarodne vesoljske postaje (ISS).

V prvem scenariju Samantha dve žogici za baseball poveže s pletilko. Obe žogici imata enako maso, zato leži baricenter v geometrijskem središču sistema, v središču pletilne igle. Ko Samantha deluje s silo na eno od žogic, se sistem vrti okoli baricentra. Ko Samantha drugič uporabi silo, tokrat na položaj baricentra, se celoten sistem prevaja (premika) skozi prostor, vendar se ne vrti.

V drugem scenariju Samantha eno od žogic za baseball zamenja z drugo žogico, podobne velikosti, vendar z drugačno maso. Ko Samantha na novi žogici uporabi silo, se sistem vrti okoli baricentra, ki ni več v geometrijskem središču sistema. Tako kot prej, ko Samantha uporabi silo na lokaciji baricentra, se sistem ne vrti več, ampak samo prevaja.

Glede na to da je masa žogice za baseball 0,145 kg, dolžina pletilne igle 0,3 m in se središče baricentra nahaja na četrtini razdalje med središčem žogice za baseball in središčem druge žogice; kakšna je masa druge žoge? Kateri predmet ima večjo maso?

→ PRILOGA

Kako pripraviti dva kompleta teniških žogic?

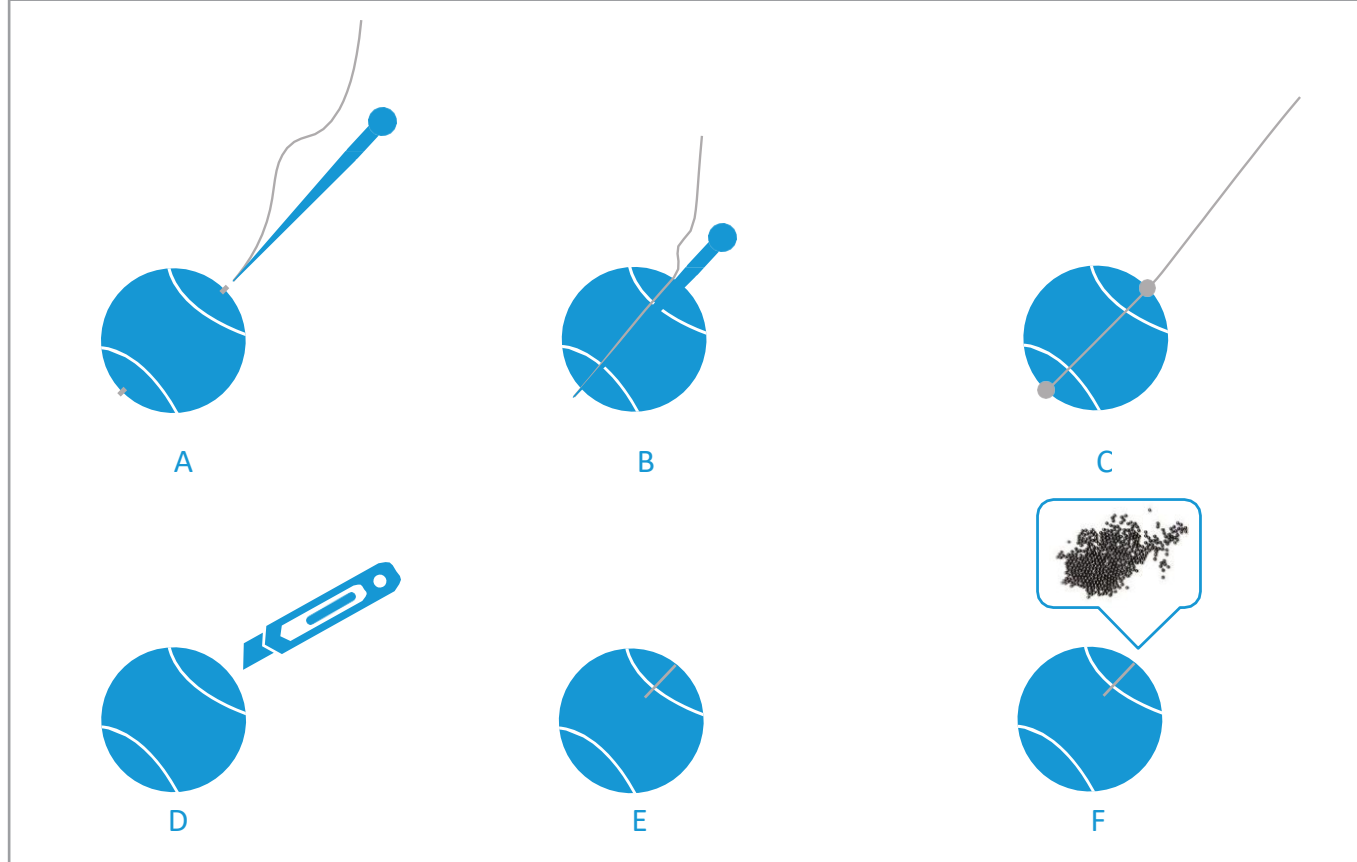
V vsakem primeru sta dve teniški žogici povezani z močno vrvico. Žogici v prvem paru imata enako maso. Pri drugem paru teniških žogic pa je ena žogica napolnjena s krogličnimi ležaji ali kovanci.

Oprema:

- 4 teniške žogice;
- močna vrvica;
- škarje;
- marker;
- igla za pletenje (ali izvijač);
- kroglični ležaji/svinčene kroglice/majhni kovanci – dovolj za polnjenje ene teniške žogice;
- močno lepilo ali močan lepilni trak;
- lepilni trak;
- olfa nož.

Navodila

1. Odrežite vrvico, dolžine približno 60 cm.
2. En konec vrvice z lepilnim trakom pritrdite na pletilko.
3. Pletilko potisnite v teniško žogico, da ustvarite majhno luknjo. Konica pletilke mora izstopiti na nasprotni strani žogice in s tem narediti še eno luknjo – pomagajte si lahko tako, da na teniški žogici zarišete dve piki. Ko konica pletilne igle izstopi iz žogice na nasprotni strani, odstranite lepilni trak in zavežite dvojni voz, da pritrdite vrvico (Slika AX1 A-B).
4. Potegnite pletilko nazaj skozi prvotno luknjo in zavežite drugi dvojni voz na vrvici. Vrvica bo zdaj varno pritrjena skozi žogico, z vozli na obeh straneh. Po potrebi območje okrog lukenj ojačajte z lepilom ali močnim lepilnim trakom (Slika AX1 C).
5. Ponovite korake 1–4 z drugo teniško žogico in nasprotnim koncem vrvice. Dve teniški žogici naj ločuje približno 40–50 cm vrvice.
6. Ponovite korake 1–5 na drugem kompletu teniških žogic. Prepričajte se, da je dolžina vrvice med teniškima žogicama približno enaka za oba kompleta.
7. Izberite en komplet teniških žogic. V eno od žogic z nožem naredite majhno zarezo. Vstavite kroglične ležaje/svinčene kroglice/majhne kovance, dokler žogica ni polna. Režo ponovno zalepite z lepilom ali močnim trakom (Slika AX1 D-F).
8. Napolnjeno teniško žogico pobarvajte/označite s flomastrom.



↑ Kako pripraviti dva kompleta teniških žogic.

Voden pogovor

Kako lahko najdemo baricenter sistema?

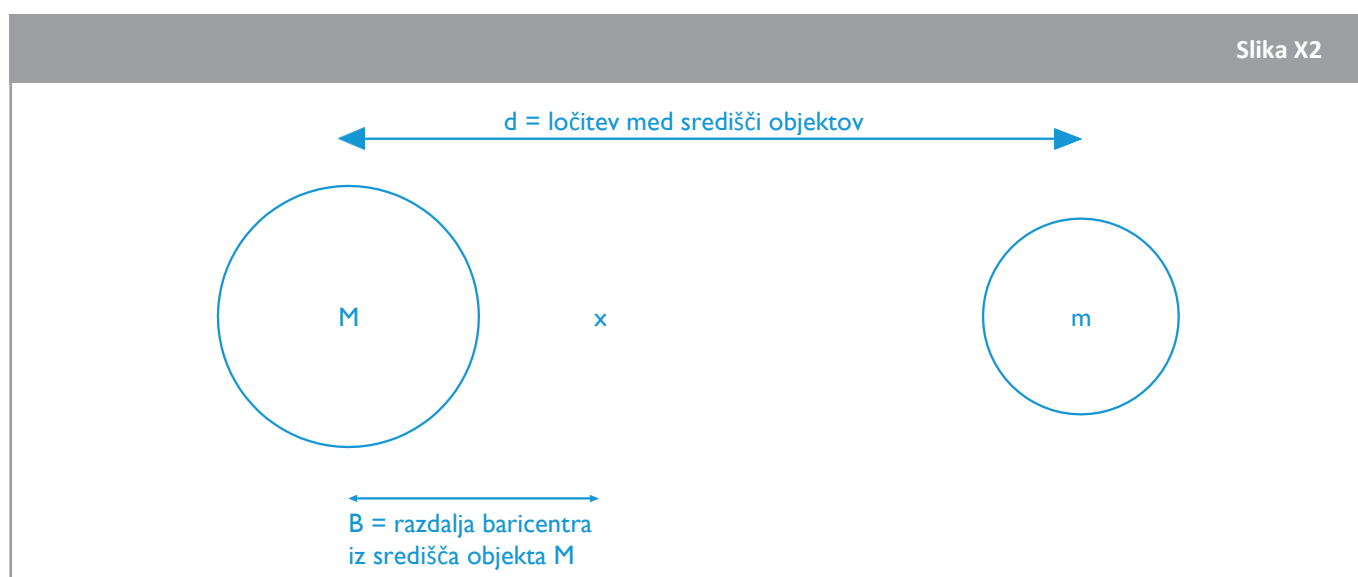
Vsak sistem v vesolju, v katerem krožijo dva ali več predmetov drug okoli drugega, ima središče mase ali baricenter, okrog katerega krožijo vsa telesa.

Preprost primer: sistem dveh teles

V preprostem primeru sistema dveh teles je središče mase ali baricenter točka, okoli katere krožita oba predmeta. Baricenter lahko razumemo kot »točko ravnotežja« sistema.

Če poznamo masi dveh objektov in razdaljo med njima, potem lahko izračunamo položaj baricentra po principu **momentov***. Začnimo z vizualizacijo sistema v obliki iskanja ravnotežja na osi, kot sta npr. dve osebi, ki sedita na gugalnici. Če bi sistem postavili v namišljeno zunanje gravitacijsko polje in bi bila os v baricentru, bi se momenti na vsaki strani izničili.

Razmislite o sistemu dveh objektov, kot je prikazano na Sliki X2. Predmeta imata maso M oziroma m , njuni središči pa sta ločeni z razdaljo d . Baricenter se nahaja med objektoma. Razdalja med središčem objekta z večjo maso in baricentrom je B .



↑ Dva predmeta (masa M in m) v orbiti okoli skupnega središča mase ali baricentra. Predmeta sta ločeni z razdaljo d , razdalja med središčem objekta z večjo maso M in baricentrom pa je B .

Če uporabimo princip momentov okoli središča mase (baricentra), potem dobimo:

vsota momentov v smeri urinega kazalca = vsota momentov v nasprotni smeri urinega kazalca okoli baricentra

momenti se med seboj izničijo. Zato je za sistem na Sliki X2:

* **Moment:** težnja po ustvarjanju gibanja, zlasti vrtenja okoli točke ali osi.

B = razdalja od baricentra do središča predmeta z maso M (v metrih)

d = razdalja med središčema mase obeh objektov (v metrih)

m = masa manjšega predmeta (v kilogramih)

M = masa večjega predmeta (v kilogramih)

Zato:

$$M \times B = m \times (d - B)$$

$$MB = md - mB$$

$$MB + mB = md$$

$$B \times (M + m) = md$$

Tako dobimo razdaljo od središča predmeta z maso M do baricentra kot:

$$B = md / (M + m)$$

Kako astronomi najdejo baricentre oddaljenih orbitalnih sistemov v vesolju, kot so dvojni zvezdni sistemi ali planeti, ki krožijo okoli drugih zvezd?

V kontekstu astronomskih razdalj je gibanje zvezd v sistemu **dvojnih zvezd*** okoli njunega baricentra težko zaznati. Medtem ko je lahko fizična razdalja med zvezdama več milijonov kilometrov, je to gibanje z našega zornega kota na Zemlji oziroma v njeni bližini neznatno – lahko predstavlja samo tisočinko stopinje ali celo manj.

Še težje kot gibanje dvojnih zvezd je opaziti drobna 'nihanja' matične zvezde, ki jih povzroči gibanje krožečega planeta (**eksoplaneta***) okoli njunega skupnega masnega središča; v sistemu planet–zvezda je baricenter znotraj matične zvezde. Da bi zaznali te drobne premike, je treba položaje zvezd izmeriti zelo natančno in večkrat, da bi zaznali 'nihanje'.

Ali veš?

Decembra 2013 je Evropska vesoljska agencija lansirala observatorij Gaia (Slika X3) z nalogo natančno preslikati položaje in značilnosti približno 1,2 milijarde zvezd v naši galaksiji – Rimski cesti. Gaia sledi stopinjam prejšnje misije ESA Hipparcos. Hipparcos je bil lansiran leta 1989 (Slika X4). V obdobju štirih let je podrobno raziskal položaje približno 120.000 zvezd na nebu. Meritve, ki jih je opravil, so omogočile določitev baricentrov mnogih dvojnih zvezdnih sistemov. Pri nekaterih sistemih se rezultati niso ujemali s pričakovanji, kar kaže na možnost spremljevalcev, in nekatere od teh so pozneje potrdila druga opazovanja. Preučevanje položajev in gibanja zvezd na nebu, znano tudi kot **astrometrija***, je le ena tehnika, ki jo astronomi uporabljajo za odkrivanje prisotnosti spremljevalnih zvezd ali planetov. Druga tehnika, imenovana **radialna hitrost***, uporablja Dopplerjev učinek za iskanje 'zibanja' v opazovanem svetlobnem spektru zvezde. Za razpravo o teh tehnikah in drugih metodah za odkrivanje eksoplanetov si v razdelku Povezave oglejte povezavo »Kako najti zunajsončni planet«.

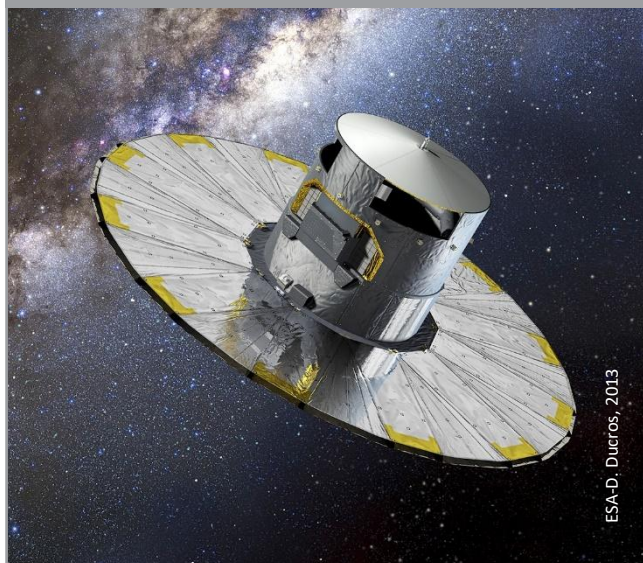
***Astrometrija**: veja astronomije, ki vključuje natančne meritve položajev in gibanja nebesnih teles.

***Binarna zvezda**: dve zvezdi v orbiti okoli njunega skupnega baricentra.

***Eksoplanet/zunajsončni planet**: planet, ki kroži okoli zvezde, ki ni Sonce.

***Radialna hitrost**: hitrost predmeta vzdolž vidne črte med dvema predmetoma.

Slika X3



↑ Umetnikov vtis o vesoljskem plovilu ESA Gaia.

Slika X4



↑ Vesoljsko plovilo Hipparcos je opravilo pregled položaja dveh milijonov zvezd.

Kako se koncept baricentra uporablja za razlikovanje med planetom z naravnim satelitom (Luna) in dvema planetoma v medsebojni orbiti okoli baricentra (sistem dvojnih planetov)?

V sistemu, kjer dva objekta krožita drug okoli drugega, je baricenter vedno bližje središču mase objekta z večjo maso. Večja kot je razlika v masi med obema predmetoma, bližje bo središče mase objektu z večjo maso.

Zato bo pri sistemu dveh teles, kjer obstaja zelo velika razlika v masi teles, baricenter ležal znotraj objekta z večjo maso. Zdelo se bo, da lažji predmet kroži okoli težjega. Enostaven način za vizualizacijo tega je naslednji:

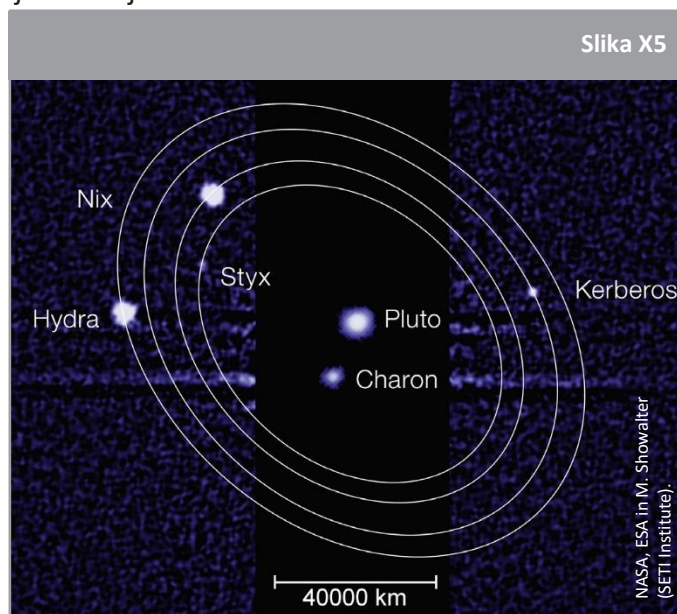
Sistem **planet–luna** je tisti, pri katerem je baricenter v težjem objektu (planetu).

Sistem **dveh planetov** je tisti, pri katerem baricenter leži zunaj površin obeh objektov.

Baricentrična načela veljajo za vse orbitalne sisteme, kot so dvojni in večkratni zvezdni sistemi, pa tudi za planete, ki krožijo okoli svojih gostiteljskih zvezd, in za satelite ter vesoljska plovila, ki krožijo okoli Zemlje in drugih teles sončnega sistema.

Ali je Pluton dejansko del sistema 'dvojnih pritlikavih planetov'?

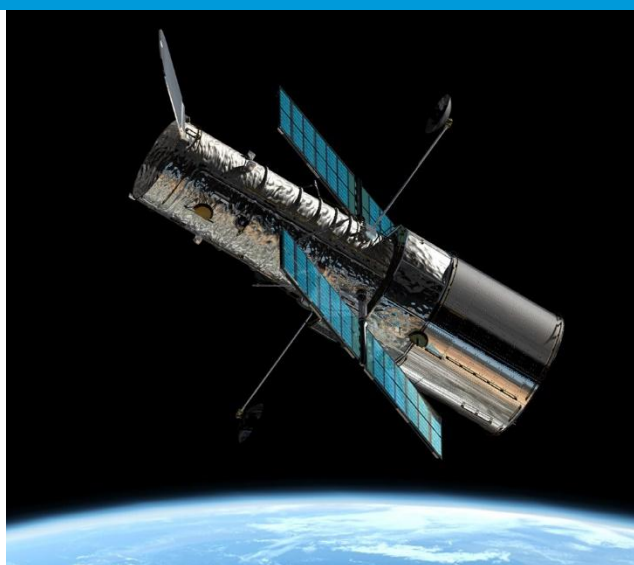
Medtem ko je bil Pluton sicer degradiran v **pritlikavi planet*** (leta 2006), ponovna opazovanja njegovih lun kažejo, da je Plutonov sistem morda bolj zapleten. Pluton ima pet lun. Najbližja od teh lun, Haron, je po velikosti in masi veliko bližje Plutonu kot ostale štiri. Pravzaprav je celoten sistem v orbiti okoli baricentra med Plutonom in Haronom, ki se ne nahaja znotraj polmera Plutona, kot bi pričakovali za pritlikavi planet s petimi lunami. Pluton in Haron se zato včasih imenujeta sistem dvojnih pritlikavih planetov, ki ga spremljajo štiri manjše lune. Slika X5 prikazuje sliko Plutona in Harona s Hubblovim vesoljskim teleskopom (HST), ki jo spremljajo njune štiri majhne lune. Orbite štirih manjših lun so prekrite. Iz Slike X5 je razvidno, da leži središče sistema med Plutonom in Haronom.



Haron. Orbite manjših lun so prekrite.

Ali veš?

Vesoljski teleskop Hubble (HST) je skupni projekt agencij ESA/NASA. Leta 1990 so ga izstrelili v orbito, 600 kilometrov nad Zemljo, in je eden največjih in najuspešnejših vesoljskih observatorijev doslej. Hubble je s svoje izhodiščne točke zunaj Zemljine nenehno premikajoče se atmosfere, ki izkrivlja svetlobo, ki prihaja do tal iz vesolja, zagotovil osupljive slike tisočih vesoljskih objektov, kot so planeti, sistemi binarnih zvezd, galaksij, meglic in območij, v katerih nastajajo zvezde. HST je dramatično izboljšal naš pogled na vesolje.

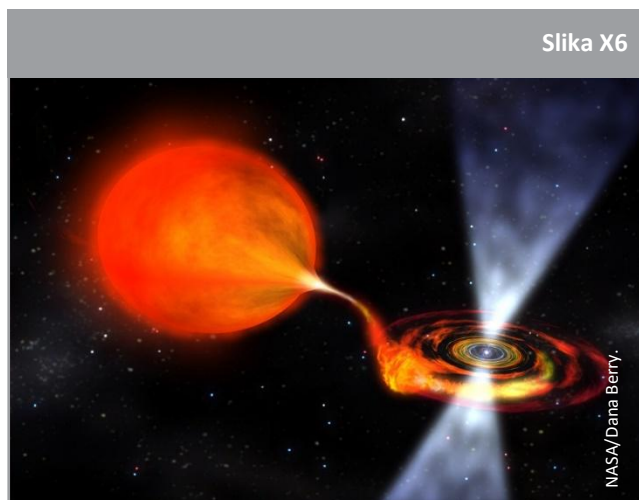


***Pritlikavi planet:** objekt s planetarno maso, ki ni ne planet ne naravni satelit. Pritlikavi planet je dovolj masiven, da je njegova oblika približno sferična, kroži neposredno okoli Sonca, a okolica njegove orbite ni prazna. Izraz pritlikavi planet je leta 2006 sprejela Mednarodna astronomska zveza. Trenutno je v Osončju pet objektov, razvrščenih kot pritlikavi planeti – Pluton, Ceres, Haumea, Makemake in Eris. Ceres se nahaja znotraj asteroidnega pasu, medtem ko ostali štirje pritlikavi planeti ležijo onkraj Neptunove orbite. Menijo, da bi lahko obstajalo še več pritlikavih planetov v ledenih zunanjih predelih Osončja.

Kaj se zgodi v binarnih zvezdnih sistemih, ko dva zelo masivna predmeta krožita blizu drug drugega?

Sistem binarnih zvezd je sestavljen iz dveh zvezd, ki sta dovolj blizu druga drugi, da ju gravitacijske interakcije prisilijo, da krožita okoli skupnega baricentra. Binarni zvezdi, ki sta posebej blizu druga drugi, bosta pogosto pod vplivom prenosa mase z ene zvezde na drugo. Slika X6 prikazuje umetnikov vtis takšnega bližnjega binarnega sistema, v katerem **nevtronska zvezda***, imenovana **pulsar***, vleče maso stran od svoje spremljevalne zvezde.

Kaj bi ta prenos mase naredil z baricentrom in posledično z orbitalnimi značilnostmi tega binarnega sistema? Ko pulsar črpa večjo maso iz zvezde spremljevalke, se bo njegova masa povečala, medtem ko se bo masa zvezde spremljevalke zmanjšala. To bo povzročilo, da se baricenter približa pulsarju. Sčasoma bo videti, da zvezda spremljevalka kroži okoli pulsarja.



↑ Umetnikov vtis hitro vrteče se zvezde, imenovane pulsar, ki črpa maso iz svoje zvezde spremljevalke. Močna gravitacija iz gostega pulsarja (na desni) privlači material iz zvezde spremljevalke (na levi).

***Nevtronska zvezda**: zvezdni ostanek velike zvezde, ki je eksplodirala ob koncu svojega življenja. Nevtronske zvezde so izjemno majhne, vendar imajo veliko maso in zato zelo veliko gostoto.

***Pulsar**: vrteča se nevtronska zvezda z močnim magnetnim poljem. Pulsarji oddajajo žarek sevanja, ki ga lahko, če je poravnan z Zemljo, opazimo kot periodični »blisk« na radijskih valovnih dolžinah.

Slovar izrazov

Astrometrija: veja astronomije, ki vključuje natančne meritve položajev in gibanja nebesnih teles.

Baricenter: središče mase sistema.

Binarna zvezda: dve zvezdi v orbiti okoli njunega skupnega baricentra.

Središče mase: edinstvena točka v objektu ali sistemu, kjer imajo komponente teže za vsako točko rezultanto nič. Predmet bo uravnotežen, če ga obesite na točko na tem mestu.

Pritlikavi planet: objekt s planetarno maso, ki ni ne planet ne naravni satelit. Pritlikavi planet je dovolj masiven, da je njegova oblika približno sferična, kroži neposredno okoli Sonca, vendar okolica njegove orbite ni prazna. Izraz pritlikavi planet je leta 2006 sprejela Mednarodna astronomska zveza. Trenutno je v Osončju pet objektov, razvrščenih kot pritlikavi planeti – Pluton, Ceres, Haumea, Makemake in Eris. Ceres se nahaja znotraj asteroidnega pasu, medtem ko ostali štirje pritlikavi planeti ležijo onkraj Neptunove orbite. Menijo, da bi lahko obstajalo še več pritlikavih planetov v ledenih zunanjih predelih Osončja.

Eksoplanet/zunajsončni planet: planet, ki kroži okoli zvezde, ki ni Sonce.

Moment: težnja po ustvarjanju gibanja, zlasti vrtenja okoli točke ali osi.

Nevtronska zvezda: zvezdni ostanek velike zvezde, ki je eksplodirala na koncu svojega življenja. Nevtronske zvezde so izjemno majhne, a imajo veliko maso in zato zelo veliko gostoto.

Pulsar: vrteča se nevtronska zvezda z močnim magnetnim poljem. Pulzarji oddajajo žarek sevanja, ki ga lahko, če je poravnan z Zemljo, opazimo kot periodični »blisk« na radijskih valovnih dolžinah.

Radialna hitrost: hitrost predmeta vzdolž vidne črte med dvema predmetoma.

Povezave

Zbirka Učenje z vesoljem

ESA učenje z vesoljem – čudovite elipse vodnik za učitelje in dejavnosti za učence | P02:

esamultimedia.esa.int/docs/edu/P02_Marble-

ESA učenje z vesoljem – video o čudovitih elipsah | VP02:

[www.esa.int/spaceinvideos/Videos/2014/07/Marble-ous_ellip-ses - classroom demonstration video VP02](http://www.esa.int/spaceinvideos/Videos/2014/07/Marble-ous_ellip-ses_-_classroom_demonstration_video_VP02)

ESA učenje z vesoljem – video o kuhanju kometa | VP06:

[www.esa.int/spaceinvideos/Videos/2014/10/Cooking a comet ingredients for life classroom demonstration video VP06](http://www.esa.int/spaceinvideos/Videos/2014/10/Cooking_a_comet_ingredients_for_life_classroom_demonstration_video_VP06)

ESA Učenje z vesoljem – video Baricentrične žogice | VP07a:

[www.esa.int/spaceinvideos/Videos/2015/04/Barycentric balls - classroom demonstration video VP07a](http://www.esa.int/spaceinvideos/Videos/2015/04/Barycentric_balls_-_classroom_demonstration_video_VP07a)

ESA Učenje z vesoljem – video Baricentrične žogice v vesolju | VP07b:

[www.esa.int/spaceinvideos/Videos/2015/04/Barycentric balls in space classroom demonstration video VP07b](http://www.esa.int/spaceinvideos/Videos/2015/04/Barycentric_balls_in_space_classroom_demonstration_video_VP07b)

Misije in znanost, povezane z ESA

Misija ESA Gaia:

www.esa.int/Our_Activities/Space_Science/Gaia

Male knjige Gaie (v 7 evropskih jezikih):

www.esa.int/Education/Little_Books_of_Gaia

Aplikacija Gaia za iPhone:

blogs.esa.int/gaia/2014/09/01/gaia-in-your-pocket-mapping-the-galaxy-with-the-new-gaia-app/

Podcast Science@ESA: Epizoda 6: Kartiranje galaksije – od Hipparcosa do Gaie:

[www.esa.int/Education/Teachers_Corner/Science ESA Episode 6 Charting the Galaxy - from Hipparcos to Gaia](http://www.esa.int/Education/Teachers_Corner/Science_ESA_Episode_6_Charting_the_Galaxy_-_from_Hipparcos_to_Gaia)

Misija ESA Hipparcos:

www.esa.int/Our_Activities/Space_Science/Hipparcos_overview

Naredite svoj zvezdni globus Hipparcos:

www.esa.int/Our_Activities/Space_Science/Create_your_own_Hipparcos_star_globe2

Vesoljski teleskop ESA/NASA Hubble:

sci.esa.int/hubble/

Kako najti zunajsončni planet:

www.esa.int/Our_Activities/Space_Science/How_to_find_an_extrasolar_planet

Podatkovna baza NASA o lunarni in planetarni znanosti

Glavna stran:

nssdc.gsfc.nasa.gov/planetary/

Indeks podatkov o planetih:

nssdc.gsfc.nasa.gov/planetary/planetfact.html

Sun podatki:

nssdc.gsfc.nasa.gov/planetary/factsheet/sunfact.html

učenje z vesoljem – baricentrične žogice | P07
www.esa.int/education

V pisarni za izobraževanje ESA smo veseli vseh povratnih informacij in komentarjev teachers@esa.int

Izdelek ESA Education
Copyright © European Space Agency 2015