

Gravitáció, emelt

- 1) 2005.m/4. Ha egy műhold negyedakkora távolságban keringene a Föld körül, mint a Hold, hány nap alatt kerülné meg a Földet?
- 2) 2010.o/4. Miközben a Föld kering a Nap körül, a Hold kering a Föld körül...
 - a) Becsülje meg, hogy mekkora utat tesz meg Nap körüli pályáján a Föld, miközben a Hold egyszer megkerüli?
 - b) Rajzolja le hozzávetőlegesen a Hold pályáját a Nap körül!
 - c) Tegyük fel, hogy éppen napfogyatkozás van. Mekkora gravitációs erővel vonzza ekkor a Föld a Holdat, illetve a Nap a Holdat? Melyik a nagyobb?

(Adatok: $M_{\text{Föld}} = 6 \cdot 10^{24} \text{ kg}$, $R_{\text{Nap-Föld}} = 150 \cdot 10^6 \text{ km}$, $M_{\text{Nap}} = 2 \cdot 10^{30} \text{ kg}$,

$M_{\text{Hold}} = 7,4 \cdot 10^{22} \text{ kg}$, $R_{\text{Föld-Hold}} = 384000 \text{ km}$, $\gamma = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{m}^3}{\text{s}^2 \cdot \text{kg}}$)

- 3) 2012 m/1. Egy műhold az Egyenlítő fölött körpályán kering a Föld körül. A teljes egyenlítői tartomány fölötti elhaladáshoz 8 órára van szüksége.
 - a) Mekkora a műhold keringési ideje, ha egy irányban kering a Föld forgásával?
 - b) Mekkora lenne a műhold keringési ideje, ha ellentétes irányban keringene a Föld forgásával?
 - c) Milyen magasan kering a műhold a Föld felszíne felett az a) esetben? Milyen magasra kellene följutatni a b) esetben?

A gravitációs állandó $\gamma = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{kg}^2}$, a Föld tömege: $M_{\text{Föld}} = 5,97 \cdot 10^{24} \text{ kg}$,

a Föld sugara $R_{\text{Föld}} = 6370 \text{ km}$.

- 4) 2014m/3. A mellékelt grafikonon a 2013 novemberéig felfedezett exobolygók (azaz nem a Nap, hanem más csillagok körül keringő bolygók) egy részének adatai vannak feltüntetve. Minden pont egy adott bolygót jelöl, a grafikonon elfoglalt hely megadja a bolygó saját csillagától mért középtávolságát (a pályaellipszis nagytengelyének felét, csillagászati egységben mérve), illetve a keringési idejét földi napokban mérve. Az ábra segítségével válaszoljon az alábbi kérdésekre!

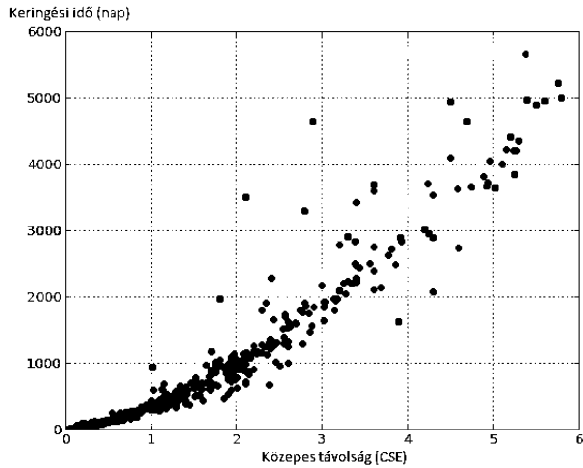
a) Becsüljük meg, hogy mekkora azoknak a csillagoknak a tömege, melyeknek bolygói a grafikonon a következő pontokban helyezkednek el:

1. bolygó: $R_1 = 2 \text{ CSE}$, $T = 1000 \text{ nap}$.
2. bolygó: $R_2 = 3 \text{ CSE}$, $T_2 = 1800 \text{ nap}$.
3. bolygó: $R_3 = 5 \text{ CSE}$, $T_3 = 4000 \text{ nap}$.

Mit állapíthatunk meg ezekről a tömegekről?

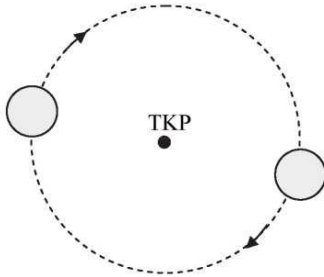
- b) Merre keressünk a grafikonon olyan bolygókat, melyeknek csillagai az előző pontban kiszámoltnál lényegesen kisebb tömegűek? Adja meg egy ilyen csillag körül keringő bolygó adatait, és számítsa ki a csillag tömegét!
- c) Merre keressünk a grafikonon olyan bolygókat, amelyek az a) pontban kiszámoltnál nagyobb tömegű csillag körül keringenek?

$\gamma = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{kg}^2}$, $1 \text{ CSE} = 1,5 \cdot 10^8 \text{ km}$ (A Nap és a Föld átlagos távolsága.)



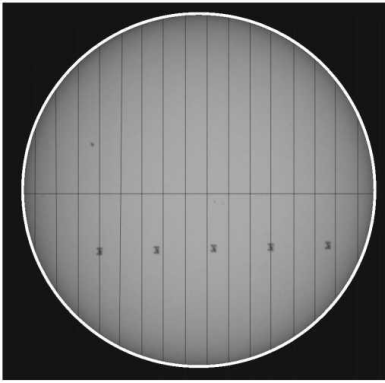
- 5) 2016.m/1. Két azonos tömegű égitest kering körpályán közös tömegközéppontjuk körül, egymástól $d = 50\,000$ km távolságban (50 000 km az égitestek középpontjainak távolsága). A keringési idő $T = 5$ földi nap.
- Mekkora az égitestek tömege?
 - Mekkora lenne a keringési idő, ha az égitestek egymástól vett távolsága $d' = 2d$ volna?

A gravitációs állandó: $\gamma = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{kg}^2}$

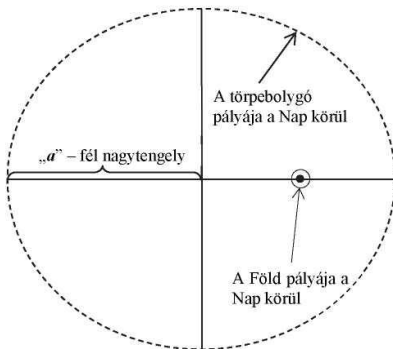


- 6) 2016.m2/2. A legkisebb törpebolygót, a Cerest 1801. január elsején fedezte fel Giuseppe Piazzi itáliai matematikus, csillagász, teológus. A bolygó Naptól vett távolsága körülbelül 3 CSE.
- Mekkora a Ceres keringési ideje?
 - Milyen értékek között változhat a Ceres és a Föld távolsága?
 - Milyen gyakran kerül a Ceres földközelpontba?
- (1 CSE a Föld és a Nap átlagos távolsága, jó közelítéssel 150 millió kilométer. Tegyük fel, hogy a Föld és a Ceres keringési síkja egybeesik, és hogy a Ceres pályája jó közelítéssel kör alakú. A Ceres és a Föld mozgásának körüljárási iránya azonos.)

- 7) 2016.o/3. Az alábbi sorozatfelvételt egy földi megfigyelő készítette. A képen a napkorong előtt elhaladó Nemzetközi Űrállomást (International Space Station, ISS) figyelhetjük meg. Az expozíciók 0,1 másodpercenként követték egymást. Az eredeti felvételre centiméterenként függőleges vonalakat rajzoltunk.
- Határozza meg az ISS keringési sebességét, és állapítsa meg, hogy a felvételen milyen mértékben kicsinyítették az ISS pályáját! Tudjuk, hogy a Föld tömege $5,97 \cdot 10^{24}$ kg, a Föld sugara 6370 km, az ISS a Föld felszínétől 360 km távolságban, körpályán kering.
 - Állapítsa meg a Nap kicsinyítésének mértékét a felvételen, ha tudjuk, hogy a Nap átmérője $1,39 \cdot 10^6$ km!
 - Magyarázza meg, hogy a fényképen miért eltérő a két objektum kicsinyítésének mértéke!



- 8) 2017.m/1. Egy $m = 100$ kg tömegű bolygójáró robot $F_1 = 650$ N erővel nyomja az $R = 7200$ km sugarú, tökéletes gömb alakú, homogén anyagú bolygó felszínét a bolygó egyik pólusának környékén (azaz ott, ahol a bolygó forgástengelye metszi a bolygó felszínét). Ugyanez a robot a bolygó egyenlítőjén az égitest forgásának következtében $F_2 = 620$ N erővel nyomja a felszínét.
- Mekkora a bolygó anyagának átlagos sűrűsége?
 - Mekkora a bolygó tengely körüli forgásának periódusideje?
- 9) 2017.o/2. Nemrégiben a csillagászok új törpebolygóra bukkantak a Naprendszerben. A törpebolygó elliptikus pályáján 700 földi év alatt kerüli meg a Napot. Amikor legmesszebb van a Naptól, akkor több mint 120-szor van távolabb, mint átlagosan a Föld.
- Adja meg a bolygó Naptól vett legkisebb távolságát!
 - Hányszor nagyobb a törpebolygó sebessége napközelben, mint naptávolban?



- 10) 2018.m2/3. Egy mesterséges szonda $120\,000$ km sugarú körpályára állt egy ismeretlen bolygó körül. Keringési ideje 8 nap. Mekkora az ismeretlen bolygó tömege? (A megadott pályasugár a bolygó középpontjától mért értéket jelenti.)
- 11) 2018.o.4. A kanadai CASSIOPE kutatóműhold olyan ellipszispályán kering a Föld körül, melynek földközelpontja (amikor a legközelebb kerül a Földhöz) a felszín felett 325 km, míg földtávolpontja (pályájának a Földtől legtávolabbi pontja) a földfelszín felett 1486 km magasságban van. A CloudSat amerikai műhold szinte körpályán, a földfelszín felett $702,5$ km magasan $98,8$ perc alatt kerüli meg a Földet.
- Mekkora a CASSIOPE keringési ideje?
 - Határozzuk meg a CloudSat keringési és pályaadatából a Föld tömegét!

(A gravitációs állandó $\gamma = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{kg}^2}$, a gömb alakúnak tekinthető Föld sugara

6371 km.)