



1 Feladat A fény sebessége.

Képzeljük azt, hogy egy nagyon távoli jövőben, a Naprendszer, a leszármazottaink fogják elfoglalni (lakni). A SALTIS aszteroidára felszerelt kicsi, bányában használatos robotot, Celesta Spacedigger felügyeli, aki történetesen elhivatott amatőr asztronómus is. A Saltis hosszú éjszakái alatt, Celesta (a görög mitológia alakja) a csillagokat és bolygókat tanulmányozza, legfőképpen a csodálatos Szaturnusz bolygót. Egy régi, de megbízható csillagászati évkönyv van segítségére abban, hogy időben kövesse egyes égi történések lefolyását, mint például a Titán fogyatkozásai, a Szaturnusz bolygó hatására. Meglepetésére, Celesta nagy eltéréseket talál a Titán fogyatkozásainak a megfigyelt ideje és az évkönyv táblázataiban található értékek között. Több évnyi alapos megfigyelés után (sok évre volt a Saltisra kihelyezve), Celesta kezd magyarázatot találni. Az eltérések akkor a legnagyobbak, amikor a Saltisról nézve, a Szaturnusz közel van a Nappal való opozícióhoz vagy a konjunkcióhoz. Celesta rájön, hogy ez azért történik így, mert a fény sebessége véges és az évkönyv egyik bemutatója alátámasztja, hogy a táblázatok egyeztetése heliocentrikus, vagyis ahogy ezek a jelenségek a Napról látszanak és nem a Saltisról. Nagyon elégedett lévén a felfedezésével, Celesta felhasználta ezeket a megfigyeléseket a fény sebességének a kiszámításához.

Ebben a feladatban Celesta számításait kell megismételni, felhasználva az általa megfigyelteket. A Celesta által használt hosszúság illetve időmértékegységek, kicsit különböznek az általunk használtaktól. Az idő mértékegységét, amit **pinit**-nek nevez, úgy határoz meg, hogy a Saltis szinódikus forgásának a periódusa $T_{\text{sinodicSaltis}} = 1000$ pinit. A hosszúság mértékegységét, amit **seter**-nek nevez, úgy határoz meg, hogy 10^{-9} része a Nap – Saltis közötti távolságnak, vagyis $r_{\text{Saltis,Soare}} = 10^9$ seter.

a) Celesta méréseiből, a Titán fogyatkozásaira vonatkozólag, melyeket akkor végzet amikor a Szaturnusz közel volt az opozícióhoz vagy pedig a konjunkcióhoz; 6 elvégzett mérés adatait tartalmazza az alábbi táblázat, ahol az oszlopokban a jelölések a következők:

A megfigyelés száma	Az évkönyvbeli táblázat (pinit) I	Celesta mérései (pinit) II	Pontosítás III
1	456,47	450,32	Opozíció
2	18,50	12,28	Opozíció
3	821,41	815,29	Opozíció
4	444,70	450,85	Konjunkció
5	615,43	621,52	Konjunkció
6	791,94	798,02	Konjunkció

I) annak a pillanatnak, az évkönyvben található értékei, amikor egy, a Napon elhelyezett megfigyelő, a fogyatkozás kezdetét észleli;

II) annak a pillanatnak az értékei, Celesta megfigyelései alapján, amikor a Saltisról elkezd látszani a fogyatkozás, ha az egyeztetések megközelítési pontossága $\varepsilon = 0,03$ pinit;

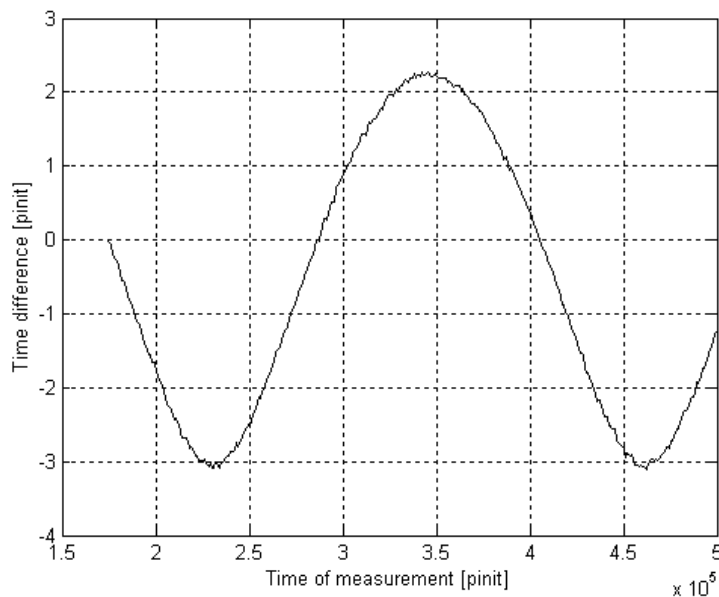
III) a Szaturnusz helyzete a Titán fogyatkozása alatt (közel az Opozícióhoz vagy a Konjunkcióhoz).

Figyelmesen analizálva a táblázat adatait, *becsüljétek meg* a fény sebességének az értékét, seter/pinit-ben kifejezve és *pontosítsátok* a megközelítés feltételezett eltéréseit.

b) A Saltison eltöltött magányos napjain, Celeste szereti hallgatni a Földről jövő rádiójeleket. Tudva már a fény sebességét, Celeste úgy dönt, hogy *meghatározza* a Föld pályájának a sugarát, seter-ben kifejezve.



Nagyon pontosan egyezteteti az óráját a Földről kapott jelekkel. Az alábbi ábra, az általa végzett mérések eredményeinek grafikus ábrázolását mutatja.



Ábra

Becsüljétek meg a Föld pályájának a sugarát, seter-ben kifejezve, felhasználva, a megadott grafikonból, Celeste adatait.

c) Tudva azt, hogy:

$$1 \text{ UA} = 149,6 \cdot 10^6 \text{ km}; c = 2,998 \cdot 10^8 \text{ m/s},$$

határozd meg: 1 seter megfelelőjét méterben kifejezve; 1 pinit értékét szekundumban kifejezve.

d) *Becsüljétek meg*, felhasználva az adott grafikont, a Saltis sziderális pályájának a periódusát, években kifejezve.

2 Feladat A bolygók pályái.

Elfogadjuk azt, hogy a Föld pályája a Naphoz képest, egy kör amelynek sugara $r_p = 1 \text{ UA}$. A mellékelt táblázatban, a Merkúr és a Vénusz bolygók maximális keleti illetve nyugati szögkitérései találhatók, adott, meghatározott pillanatokban.

a) Elfogadva azt, hogy a három bolygó (a Föld, a Vénusz és a Merkúr) pályája, a Naphoz viszonyítva, koncentrikus és egy síkban található körök, azt feltételezzük, hogy Vénusz/Merkúr a maximális keleti kitérésnek megfelelő helyzetben van. *Határozd meg*, mennyi idő múlva lesz a Vénusz/Merkúr:

1) *első alkalommal*, a nyugati maximális kitéréseknek megfelelő helyzetben;

2) *újra* a maximális keleti kitéréseknek megfelelő helyzetben.

b) A táblázatban található adatoknak megfelelően, felhasználva egy olyan papírlapot amin a Föld körpályáját ábrázolták a Nappal a középpontjában, *helyezd el* megközelítőleg a Merkúr és a Vénusz bolygókat a Nap körül és *határozd meg* a középtávolságot a Merkúr és a Nap között, valamint a középtávolságot a Vénusz és a Nap között.

c) *Határozd meg* a Merkúr és a Vénusz pályájainak a pontos paramétereit ($a; b; e$), UA-ban kifejezve, tudva azt, hogy:



$$18^\circ \leq \alpha_{\max, \text{Est}}^{\text{Mercur}} \leq 28^\circ; 18^\circ \leq \alpha_{\max, \text{Vest}}^{\text{Mercur}} \leq 28^\circ;$$
$$45^\circ \leq \alpha_{\max, \text{Est}}^{\text{Venus}} \leq 48^\circ; 45^\circ \leq \alpha_{\max, \text{Vest}}^{\text{Venus}} \leq 48^\circ.$$

Táblázat – a Merkúr és a Vénusz bolygók maximális kitérései

Merkúr: 1989 - 1990			Vénusz: 1983 - 1990		
Nap	$\alpha_{\max, \text{Est}}$	$\alpha_{\max, \text{Vest}}$	Nap	$\alpha_{\max, \text{Est}}$	$\alpha_{\max, \text{Vest}}$
1989 január 8	19°		1983 június 15	45°	
1989 február 18		26°	1983 november 4		47°
1989 április 30	21°		1985 január 21	47°	
1989 június 18		23°	1985 június 12		46°
1989 augusztus 28	20°		1986 augusztus 26	46°	
1989 október 10		18°	1987 január 15		47°
1989 december 22	20°		1988 április 2	46°	
1990 február 1		25°	1988 augusztus 22		46°
1990 április 13	20°		1989 november 8	47°	
1990 május 31		25°	1990 március 30		46°
1990 augusztus 11	27°				
1990 szeptember 24		18°			
1990 december 5	21°				

3 Feladat A Nagy Opozíció.

2003 augusztus 28-ikán 17^h56^{min} TU órákor következett be a Mars utolsó Nagy Opozíciója, akkor amikor a Föld, a Mars és a Nap között haladt át, velük egyvonalban úgy, hogy a Föld és a Mars közötti távolságnak az értéke a lehető legkisebb volt. A Mars következő Nagy Opozíciója 2018-ban fog bekövetkezni. Valaki nem érti a Nagy Opozíció kiemelkedő mivoltát és úgy gondolja, hogy 2018-ban egy Egyszerű Opozíció megy majd végbe (a Föld áthaladása a Mars és a Nap között, velük egyvonalban) és nem egy Nagy Opozíció.



a) *Határozd meg* egy olyan hipotetikus bolygó körpályájának a paramétereit, „Mars 2”, amelyik 2018-ban a Nappal egy Egyszerű Opozíciót fog alkotni a Földhöz képest. A Föld pályája a Nap körül, kör alakú.

b) *Becsüld meg* a „Mars 2” Földről látható látszólagos magnitúdóját, az Opozíciója alatt, 2018-ban. Tudott az, hogy a 2003-as Nagy Opozíció ideje alatt, a Mars látható látszólagos magnitúdója $m_{M,2003} = -2^m$ volt. A „Mars 2” fizikai jellemzői megegyeznek a Mars jellemzőivel.

c) Az alábbi táblázat tartalmazza a Mars összes Nagy Opozíciójának a listáját, 1955-től egészen 2037-ig. *Azonosítsd be* azokat az Opozíciókat amelyek a Perihélium közelében történtek, azokat melyek az Aphélium közelében történtek, valamint a Nagy Opozíciókat, *pontosítva* az azonosításukhoz használt kritériumot.

A Mars Opozíciójai, 1995 - 2037		
Az Opozíció dátuma	A maximális közeledés dátuma	A Föld és a Mars közötti minimális távolság (UA/milioane mile)
1995 Február 12	1995 Február 11	0,67569/62,8
1997 Március 17	1997 Március 20	0,65938/61,3
1999 Április 24	1999 Május 01	0,57846/53,8
2001 Június 13	2001 Június 21	0,45017/41,8
2003 Augusztus 28	2003 Augusztus 27	0,37272/34,6
2005 November 07	2005 Október 30	0,46406/43,1
2007 December 24	2007 December 18	0,58935/54,8
2010 Január 29	2010 Január 27	0,66398/61,7
2012 Március 03	2012 Március 05	0,67368/62,6
2014 Április 08	2014 Április 14	0,61756/57,4
2016 Május 22	2016 Május 30	0,50321/46,8
2018 Július 27	2018 Július 31	0,38496/35,8
2020 Október 13	2020 Október 06	0,41492/38,6
2022 December 08	2022 December 08	0,54447/50,6
2025 Január 16	2025 Január 12	0,64228/59,7
2027 Február 19	2027 Február 20	0,67792/63,0
2029 Március 25	2029 Március 29	0,64722/60,2
2031 Május 04	2031 Május 12	0,55336/51,4
2033 Június 27	2033 Július 05	0,42302/39,3
2035 Szeptember 15	2035 Szeptember 11	0,38041/35,4
2037 November 19	2037 November 11	0,49358/45,9

d) *Határozd meg* a Nap (p_{es}) egyenlítői vízszintes nappali parallaxisa és a Mars (p_{em}) egyenlítői vízszintes nappali parallaxisának az arányát.

Ismert: a Mars orbitális mozgásánk a periódusa, $T_M = 780$ nap; a Föld orbitális mozgásánk a periódusa $T_p = 365$ nap; a Mars pályájának a számszerű excentricitása $e = 0,093$.



4 Feladat

A. Az Altair és a Nap. Ismerjük az Altair csillagnak (az Aquila csillagkép α csillaga) az éves parallaxisát, $p_0 = 0,198''$; saját mozgását, $\mu = 0,658''/\text{év}$; a radiális sebességét, $v_r = -26 \text{ km/s}$; a látható látszólagos magnitúdóját, $m_0 = 0,89^m$. a) *Határozd meg* azt a τ időtartamot, ami elteltével, az Altair csillag és a Nap közötti távolság minimális lesz; az Altair és a Nap közötti minimális távolságot, $r_{\min}$; az Altair csillag látszólagos m magnitúdóját, akkor amikor közte és a Nap között a távolság minimális. Ismert a Föld és a Nap közötti távolság $d = 150\,000\,000 \text{ km}$.

B. A medencében lévő víz felmelegítése. b) *Becsüld meg* a víz hőmérsékletének a növekedését ami egy normális, $(50 \times 20 \times 2) \text{ m}$ méretekkkel rendelkező úszómedencében van, akkor ha a medence képes lenne összegyűjteni azt a teljes energiát amit a kutató csillagászok kapnak a csillagoktól, ha a megfigyeléseket optikai teleszkópokkal éjszaka végzik, annak érdekében, hogy információkat nyerjenek a Világegyetem struktúrájáról.

Ismert: a nap látszólagos $m_s = -26,8^m$ magnitúdójának megfelelően, a napsugárzás állandója, $k_{\text{Soare}} = 1,37 \text{ kW/m}^2$; a víz fajhője, $c = 4200 \text{ J/(kg} \cdot \text{K)}$; az összes professzionális teleszkóp teljes munkafelülete, $S = 1000 \text{ m}^2$; a teljes munka időtartama, $t = 3 \cdot 10^8 \text{ szekundum}$; a teleszkóppal megfigyelt objektumok magnitúdója, $m \approx 1^m$; a használt eszközök energetikai hatásfoka, $\eta = 10 \%$.

C. A Nap látszólagos magnitúdója. Elfogadva azt, hogy a csillagok sugárzásai fekete testek sugárzásai, felhasználva a mellékelt táblázatban található információkat, *határozd meg* a Nap látható látszólagos magnitúdóját.

Sorszám	A csillag megnevezése	A csillag szögátmérője (δ_{stea})	A csillag felületének abszolút hőmérséklete (T_{stea})	A csillag látszólagos magnitúdója (m_{stea})	A Nap látszólagos magnitúdója (m_{Soare})
1	Betelgeuse	$0'',047$	3200 K	$0,4^m$	?
2	Aldebaran	$0'',020$	3800 K	$0,9^m$	?
3	Arcturus	$0'',020$	4300 K	$-0,04^m$	?
4	Herculis	$0'',030$	2650 K	$3,15^m$	?
5	Ceti Mira	$0'',056$	2400 K	$3,04^m$	?
6	Antares	$0'',040$	3100 K	$0,88^m$	?
7	Soarele	$32'$	6000 K	-	-

Prof. dr. Mihail Sandu, Tehnologic de Turism Călimănești