Subiectul I – Probleme Scurte

Problema 1. Supernova (2p)

Utilizând diagrama Hubble reprezentată în desenul din Figura 1 *să se determine* magnitudinea aparentă a unei supernove de tip Ia, care a explodat la distanţa $\Delta = 2{,}5 \cdot 10^3$ Mpc. Se ştie că supernovele de tip Ia au magnitudini absolute apropiate, $M = -19^{\mathrm{m}},5$. Se cunoaște constanta lui Hubble, $H = 71 \dfrac{\mathrm{km/s}}{\mathrm{Mpc}}$.

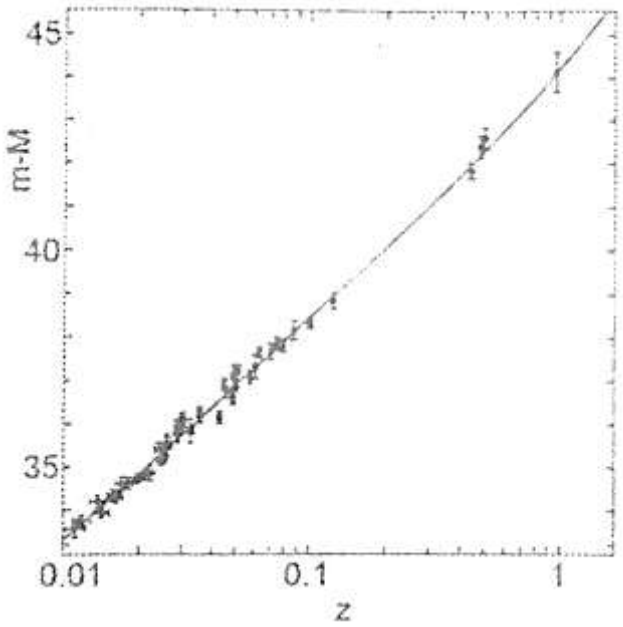


Figura 1

Problema 2. Durata unei zile pe Marte (2p)

Durata unei zile (siderale) pe planeta Marte este cu $\eta = 2{,}5$ % mai mare decât durata unei zile (siderale) pe Pământ. Perioada mișcării orbitale a lui Marte în jurul Soarelui (1 an tropic pe Marte) este $T_{\mathrm{MS}} = 687$ zile solare medii marțiene. *Să se determine*, cu aproximație, diferența dintre durata unei zile siderale și durata unei zile solare medii pe planeta Marte.

Problema 3. Soarele în Zodiac (2p)

Cele 12 semne Zodiacale sunt repartizate pe ecliptică în mod egal, așa cum indică desenul din figura alăturată.

Să se precizeze semnele Zodiacale în care durata prezenței Soarelui este minimă sau maximă, justificându-se fiecare răspuns.

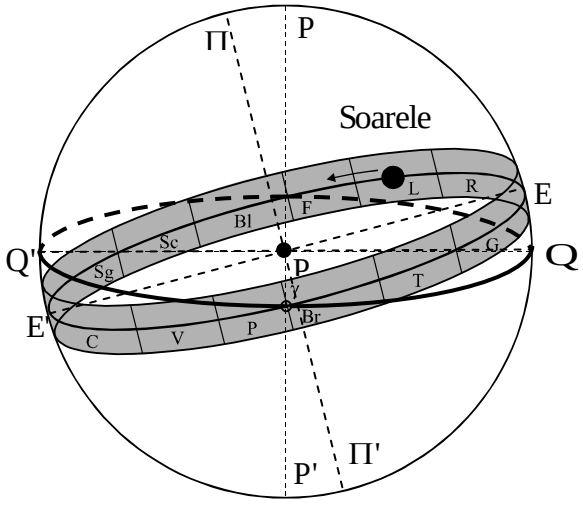


Figura 2

Problema 4. Tranzitul exoplanetei (2p)

O planetă extrasolară întunecată a fost observată în timpul tranzitului său prin fața stelei în jurul căreia orbitează. *Să se calculeze* variația magnitudinii aparente a stelei cauzată de tranzitul planetei sale. *Se știe că*, în timpul tranzitului, pentru observatorul de pe Pământ, discul planetei acoperă pe suprafața discului stelei un sector a cărui arie reprezintă $\eta = 2\%$ din aria suprafeței discului stelei.

Problema 5. Planeta extrasolară X! (2p)

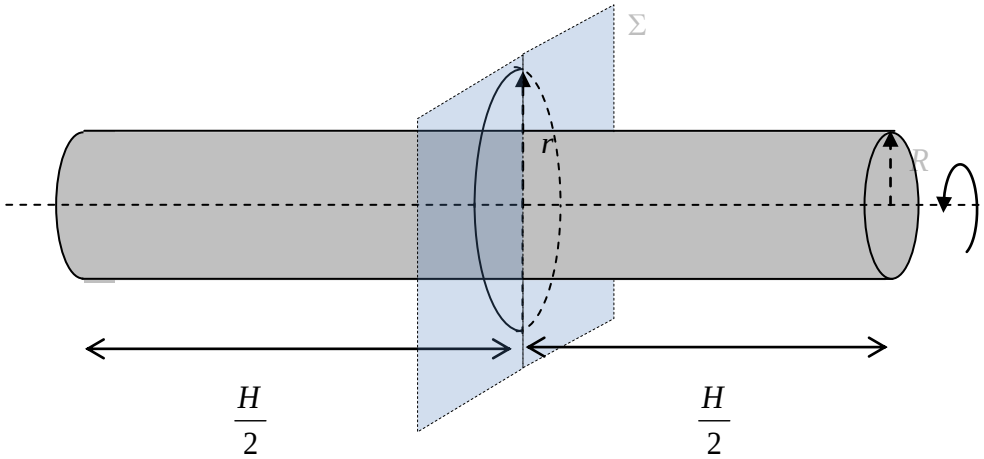
A fost descoperită exoplaneta X la suprafața căreia temperatura efectivă este aceeași ca și temperatura efectivă de la suprafața Pământului, $T_X = T_P$. Steaua Σ, în jurul căreia orbitează exoplaneta X, se află la distanța $r_{P\Sigma}$ față de Pământ.

Să se determine distanța $r_{X\Sigma}$, adică distanța dintre exoplaneta X și steaua Σ, reprezentând raza orbitei exoplanetei X în jurul stelei Σ. *Se cunosc*: m_S – magnitudinea aparentă a Soarelui; m_Σ – magnitudinea aparentă a stelei Σ.

Subiectul II – Probleme lungi

Problema 1. Planeta cilindrică! (10 p)

O planetă ciudată este de forma unui cilindru omogen, foarte lung (raza bazei cilindrului R este mult mai mică decât lungimea generatoarei cilindrului H. Densitatea medie a planetei şi raza acesteia R sunt aceleaşi cu cele ale Pământului, iar perioada rotaţiei sale în jurul axei proprii este



aceeaşi cu perioada rotaţiei proprii a Pământului. Pentru rezolvarea punctelor a, b și c vei considera un plan Σ perpendicular pe generatoarea cilindrului, la jumătatea generatoarei H a cilindrului

Să se determine:

a) valoarea primei viteze cosmice a unui satelit $v_{I,planeta}$ care ar evolua în jurul acestei planete în planul Σ, ştiind că prima viteză cosmică, pentru un satelit care evoluează pe o orbită circulară în jurul Pământului, foarte aproape de suprafaţa acestuia, este $v_{I,Pamant} = 7{,}9$ km/s

b) valoarea altitudinii la care trebuie să evolueze, în jurul acestei planete, în planul Σ, un satelit staţionar pentru telecomunicaţii, ştiind că raza orbitei circulare a unui satelit geostaţionar pentru telecomunicaţii este $r_{\mathrm{P}}^{*} = 42170\,\mathrm{km}$, iar raza Pământului este $R_{\mathrm{P}} = 6370\,\mathrm{km}$.

c) Se demonstrează că viteza necesară unui satelit, pentru a evada din câmpul gravitaţional al planetei în formă de cilindru (a doua viteză cosmică), este:

$$\mathrm{v}_{\mathrm{II,planeta}} = \sqrt{2}\ln\frac{H}{R}\,\mathrm{v}_{\mathrm{I,planeta}},$$

unde *H* este lungimea planetei, iar *R* este raza planetei. Lansarea satelitului s-a făcut dintr-un punct situat pe suprafaţa planetei, la mijlocul uneia dintre generatoarele acestuia, în planul Σ, tangent la suprafaţa planetei.

Să se calculeze lungimea *H* a planetei, ştiind că energia potenţială gravitaţională a sistemului „satelit - planetă cilindrică" este egală cu energia potenţială gravitaţională a sistemului „satelit – Pământ", atunci când acelaşi satelit ar fi lansat, în acelaşi scop, de pe suprafaţa Pământului, din imediata apropiere a acestuia. Se cunoaşte acceleraţia gravitaţională la suprafeţa Pământului, $g_{0\mathrm{P}} = 9{,}8\,\mathrm{ms}^{-2}$. Se ştie că: $\ln(2{,}28) \approx 0{,}82$, sau $e^{0{,}82} = (2{,}71)^{0{,}82} = \sqrt[100]{e^{82}} = \sqrt[100]{(2{,}71)^{82}} \approx 2{,}28.$

Problema 2. Răsăritul şi apusul sateliților (10p)

Doi sateliți artificiali ai Pământului, S_1 și S_2, care evoluează pe orbite circulare ecuatoriale diferite, răsar simultan pentru un același observator O aflat în repaus într-un punct de pe ecuator.

Pentru fiecare dintre următoarele situații:

1. Sensurile rotaţiilor sateliţilor sunt aceleaşi cu sensul rotaţiei proprii a Pământului;
2. Sensurile rotaţiilor sateliţilor sunt opuse sensului rotaţiei proprii a Pământului

Se cere:

a) Să se determine durata vizibilității satelitului S_1 și respectiv durata vizibilității satelitului S_2 și să se compare aceste durate în cazurile 1. și 2. și precizați ordinea apusului celor doi sateliți în cazul 1 și respectiv 2.
b) Să se determine intervalul de timp dintre momentele apusurilor celor doi sateliți în situațiile 1. și 2. Comparați aceste durate
c) Determinați pentru fiecare din situațiile 1 și respectiv 2 condiția ca după răsăritul simultan al celor doi sateliți, în raport cu același observator, sateliții să apună simultan.

Se cunosc: R – raza ecuatorială a Pământului; r_1 și r_2 – razele orbitelor celor doi sateliți $(r_2 > r_1)$; ω – viteza unghiulară a rotației Pământului în jurul axei proprii; ω_1 și ω_2 – vitezele unghiulare ale celor doi sateliți $(\omega_1 > \omega; \omega_2 > \omega)$.

Propunători: *dr. Mihail Sandu* - Liceul Tehnologic de Turism Călimănești
Sorin Trocaru - Ministerul Educației Cercetării și Științei