

ONAA 2014
SENIORI
PROBA TEORETICĂ

Subiectul I – Probleme scurte

Problema 1

Înălțimea cerului! Grecii antici știau că diametrul Pământului este mic în comparație cu distanțele până la stele. De exemplu, într-o legendă se spune că zeul Hefaistos, din neatenție, a lăsat să cadă nicovala sa pe Pământ. I-au trebuit $\tau = 9$ zile întregi nicovalei până când, căzând din cer, a ajuns să lovească Pământul.

Să se estimeze „înălțimea cerului”, în acord cu reprezentarea grecilor antici. Se cunosc: perioada rotației Lunii în jurul Pământului, $T_L = 27,3$ zile; raza orbitei Lunii, $a_L = 384400$ km.

Problema 2

Densitatea exoplanetei X. O radio sursă se află pe satelitul exoplanetei X. Radio sursa emite tot timpul, dar un observator de pe Pământ nu poate înregistra permanent semnalele emise, datorită eclipsării satelitului de către exoplanetă.

Utilizând un grafic care redă frecvența semnalului înregistrat în funcție de timp, *să se determine* densitatea exoplanetei. Orbita satelitului este circulară, iar observatorul se află în planul orbitei satelitului. Se cunosc: raza exoplanetei, R ; constanta atracției universale, K ; viteza luminii în vid, c . Se știe că satelitul evoluează foarte aproape de suprafața exoplanetei.

Problema 3

Înălțimea unghiulară a unei stele. Radarul unui observator astronomic este instalat pe un platou stâncos de la malul mării, la înălțimea h deasupra nivelului acesteia. Receptorul observatorului înregistrează numai semnalele electromagnetice, primite de la steaua σ , al căror vector \vec{E} (intensitatea câmpului electric), oscilează paralel cu suprafața plană și orizontală a mării, independent de direcția de propagare a undei electromagnetice. Intensitatea oricărui semnal înregistrat este direct proporțională cu E^2 . Când indicatorul lungimilor de undă arată valoarea λ , receptorul radarului înregistrează maxime și minime.

Să se determine înălțimile unghiulare ale stelei σ deasupra nivelului mării, pentru care receptorul radarului înregistrează semnale electromagnetice cu intensități maxime și semnale electromagnetice cu intensități minime.

Problema 4

Stea vizibilă? Paralaxa Soarelui este $p_{\text{Soare}} = 8,8''$, iar paralaxa unei stele, σ , care are aceeași strălucire absolută (luminozitate) ca și Soarele, este $p_{\text{stea}} = 0,022''$.

Să se precizeze dacă steaua respectivă poate fi observată cu ochiul liber pe cerul nopții. Se cunosc: distanța dintre Pământ și Soare, $r_{\text{PS}} = 149000000$ km; raza Pământului, $R_p = 6380$ km.

Problema 5

Războiul stelelor. În “Războiul stelelor”, o stea cu magnitudinea aparentă $m_{\text{initial}} = 3^m$ a fost tăiată și din ea s-au format patru stele identice, având aceleași densități și aceleași temperaturi ca și steaua inițială.

Să se determine magnitudinea stelei cvadruple, care a rezultat și să se compare cu magnitudinea inițială a stelei.

Subiectul II – Probleme lungi

Problema 1

Stea neutronică. Se știe foarte bine că multe stele formează sisteme binare. Un tip de stele binare este alcătuit dintr-o stea obișnuită, cu masa m_0 și raza R și o stea neutronică, compactă și cu masa mult mai mare, M , care se rotesc în jurul centrului lor de masă. În tot ceea ce urmează se neglijează mișcarea Pământului.

Observații terestre efectuate asupra unui astfel de sistem binar furnizează următoarele informații:

- deplasarea unghiulară maximă a stelei obișnuite este $\Delta\theta$, iar deplasarea unghiulară maximă a stelei neutronice este $\Delta\phi$, așa cum indică figura 1;
- timpul necesar pentru aceste deplasări maxime este τ ;
- caracteristicile radiației stelei obișnuite arată că la suprafața ei temperatura este T , iar energia radiantă incidentă pe unitatea de arie la suprafața Pământului, în unitatea de timp, este P ;
- linia spectrală a calciului în această radiație are o lungime de undă care diferă de aceea normală, λ_0 , cu $\Delta\lambda$, numai datorită câmpului gravitațional al stelei obișnuite.

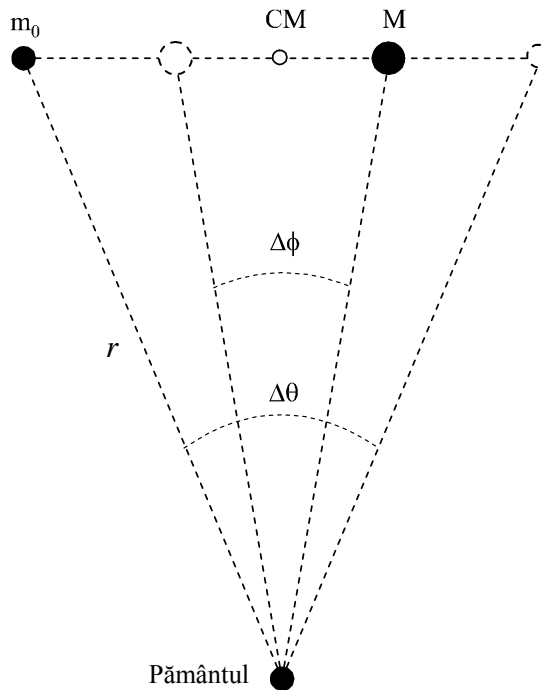


Fig. 1

a) Să se determine distanța r de la Pământ la sistemul stelar binar considerat, numai în funcție de valorile mărimilor observate și de constantele fizice universale care intervin.

b) Presupunem acum că $M \gg m_0$, astfel încât steaua obișnuită se rotește în jurul stelei neutronice pe o orbită circulară cu raza r_0 . Steaua obișnuită începe să emită gaz spre steaua neutronică cu viteza relativă \vec{v}_0 , față de steaua obișnuită, așa cum indică figura 2.

Admițând că steaua neutronică este sursa dominantă de acțiune gravitațională și neglijând schimbările de orbită ale stelei obișnuite, să se determine distanța minimă, r_{\min} , la care se apropie gazul de steaua neutronică. Se cunoaște constanta atracției universale, K .

c) Să se determine distanța maximă, r_{\max} , la care ajunge gazul față de steaua neutronică.

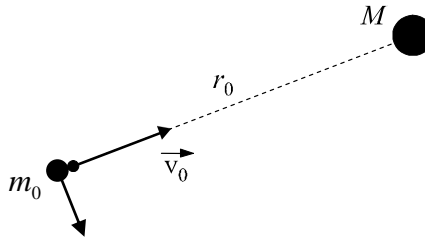


Fig. 2

Problema 2

A. Răsăritul Soarelui. Răsăritul și apusul Soarelui, sunt evenimente ale căror durate depind atât de locul cât și de momentul observației.

a) Să se determine durata apusului/răsăritului Soarelui pentru un observator aflat într-un loc cu latitudinea φ , în zilele echinocțiilor.

b) Să se localizeze observatorul, astfel încât, în zilele echinocțiilor, durata apusului/răsăritului Soarelui să fie maximă/minimă.

c) Să se determine durata apusului/răsăritului Soarelui, pentru un observator aflat într-un loc cu latitudinea φ , în zilele solstițiilor.

d) Să se localizeze observatorul, astfel încât, în zilele solstițiilor, durata apusului/răsăritului Soarelui, să fie maximă/minimă.

Se cunosc: diametrul unghiular aparent al Soarelui, $\theta = 31'59,3''$; perioada rotației proprii a Pământului, $T_p = 24$ h; unghiul dintre planul ecuatorului și planul eclipticii, $\varepsilon = 23^\circ 27'$. Se neglijează efectele refracției atmosferice.

B. A treia viteză cosmică. Să se determine valoarea minimă aproximativă a vitezei de evadare care trebuie să-i fie imprimată unui corp, în raport cu Pământul, lansat de pe Pământ, astfel încât el să părăsească Sistemul Solar pentru totdeauna (a treia viteză cosmică).

Se cunosc: $V_0 \approx 30 \frac{\text{km}}{\text{s}}$, viteza Pământului pe orbita sa circulară în jurul Soarelui;

$v_0 \approx 7,9 \frac{\text{km}}{\text{s}}$, viteza unui satelit terestru care evoluează în jurul Pământului pe o orbită circulară foarte joasă (prima viteză cosmică).

Se știe că: $\frac{M_T}{R_T} \ll \frac{M_S}{R_{TS}}$. Se neglijează variația energiei cinetice a corpului, în raport cu Soarele, pe durata evoluției corpului de la suprafața Pământului și până la limita zonei de atracție gravitațională a Pământului.

C. Cădere de pe Pământ pe Soare! Să se determine viteza minimă cu care o navă cosmică trebuie să părăsească Pământul pentru ca ea să cadă pe suprafața Soarelui. Se cunosc: distanța Pământ – Soare, $r_{ps} = 1,5 \cdot 10^{11}$ m; perioada rotației Pământului în jurul Soarelui, $T_p = 3,15 \cdot 10^7$ s.

Prof. dr. Mihail Sandu
Liceul Tehnologic de Turism
Călimănești