

PROBA PRACTICA – ENUNTURI SI SCHITA SOLUTIILOR, SENIORI

1. (10 puncte)

Vă treziți la miezul nopții și nu vă mai amintiți în ce loc de pe Pământ vă aflați. Ieșiți afară, priviți cerul și încercați să identificați constelațiile cu speranța că vă veți da seama unde vă aflați.

(a) Constelația Orion, care știți că este traversată de ecuatorul ceresc, se vede mult mai sus pe bolta cerească privită de aici decât de la voi de acasă. Cum este situat locul de pe Pământ în care vă aflați acum în raport cu casa ta?

(b) Constelația Orion se află, atunci când trece la meridian, la înălțimea la care o observați de obicei de la voi de acasă, dar răsturnată, cu steaua Rigel la înălțimea cea mai mare deasupra orizontului și steaua Betelgeuse la înălțimea cea mai mică deasupra orizontului. În ce loc de pe Pământ ați ajuns, cum este el situat el față de casa voastră?

Soluție: La fel ca la juniori.

2. (10 puncte)

Considerăm două stele care au aceeași luminozitate. Steaua A are temperatura efectivă (superficială) de două ori mai mare decât steaua B.

(a) Care este raportul razelor celor două stele?

(b) Presupunem că folosind un telescop foarte puternic sau metode interferometrice am obținut că diametrul unghiular al celor două stele este același. Care este raportul dintre distanțele la cele două stele?

(c) Care este raportul dintre fluxurile luminoase care traversează suprafața stelelor, respectiv strălucirile celor două stele?

Analizați și explicați de ce s-au obținut aceste rezultate la fiecare cerință a problemei.

Soluție: a) Legătura dintre luminozitatea (L), raza (R) și temperatura la suprafața stelei sau temperatura ei efectivă (T) este

$$L = 4\pi R^2 \sigma T^4$$

unde σ este constanta lui Stefan. Egalând luminozitățile celor două stele, ținând seama că $T_A = 2T_B$ obținem că $4R_A = R_B$. Cu alte cuvinte, dacă două stele au aceeași luminozitate steaua mai fierbinte are raza mai mică.

b) Unghiul sub care se vede o stea este unghiul dintre dreptele tangente la discul aparent al stelei. Considerând triunghiul dreptunghic determinat de direcția spre centrul stelei și tangenta la discul stelei unghiul dintre aceste două direcții este $d/2$, unde d este diametrul unghiular al stelei. Astfel

$$\operatorname{tg}(d/2) = r/R$$

unde r este distanța la stea. Unghiurile sub care se vede steaua fiind egale obținem că

$$\frac{r_A}{R_A} = \frac{r_B}{R_B}.$$

Astfel, găsim că raportul dintre distanțele la cele două stele este același cu raportul dintre razele lor dacă unghiul sub care se văd stelele este același.

c) Conform legii lui Stefan-Boltzman fluxul energetic spre exterior (F) este proporțional cu puterea a patra a temperaturii efective. Atunci $F_A = 16F_B$.

Strălucirea (S) unei stele de luminozitate (L) este

$$S = \frac{L}{4\pi r^2}.$$

Raportul strălucirii celor două stele devine $S_A/S_B = 16$. Observăm că raportul strălucirilor, respectiv a fluxurilor prin suprafața celor două stele este același pentru că puterea a patra a temperaturilor celor două stele este egală cu raportul distanțelor la stele ridicat la pătrat.

3. (10 puncte)

Un satelit artificial are o orbită circulară înclinată cu 10° față de planul ecuatorului Pământului mișcându-se de la vest la est; el revinde deasupra ecuatorului Pământului din 4 în 4 ore.

A) Care este diferența de longitudine între punctele de pe ecuator care au satelitul la zenit la două treceri consecutive ale satelitului deasupra ecuatorului?

B) Care este latitudinea nordică maximă de la care satelitul se poate observa la o înălțime mai mare de 10° ?

Soluție: După cum rezulta din datele problemei, perioada siderala a satelitului este 8 ore.

Raza orbitei se determina cu ajutorul legii a treia a lui Kepler, 20315km.

Prin rezolvarea triunghiului format de centrul Pământului, satelit și observator (cu un unghi de 100° de grade și două laturi cunoscute, neadiacente acelui unghi), se poate găsi unghiul maxim dintre direcția centrului Pământului-satelit și centrul Pământului-observator, care este de 62° . La aceasta se mai adaugă departarea maximă a satelitului față de ecuator care este egală cu înclinarea orbitei. Răspunsul este deci: latitudinea maximă este 72° .

4. (10 puncte)

Harta cerului atașată prezintă o regiune a cerului din jurul Polului Nord Ceresc. Determinați separarea unghiulară dintre stelele α UMi and λ UMi. Descrieți fiecare pas al măsurătorilor și calculelor pe care le-ați făcut.

Soluție: La fel ca la juniori.

5. (10 puncte)

Imaginea din figura atașată reprezintă un fragment dintr-un film fotografic (negativ) scanat și prelucrat digital, fragment care conține planeta Jupiter și cei patru sateliți galileeni. Lățimea fragmentului de film a fost de 10 mm. Imaginea a fost făcută în data de 14 iunie 2007.

Aveți de asemenea efemerida sateliților galileeni pentru zilele de 14 și 15 iunie. Folosind această efemeridă:

A) Identificați pe film sateliții și determinați ora la care a fost făcută expunerea. Explicați modul în care ați făcut determinarea. Cu ce precizie puteți calcula momentul de timp?

B) Desenați imaginea planetei și a sateliților după 24 de ore.

C) Determinați distanța focală a telescopului cu care a fost realizată imaginea

D) Determinați raportul dintre masa Soarelui și masa planetei Jupiter. Masele sateliților se pot neglija în comparație cu masa planetei.

Raza ecuatorială a planetei este de 71492 km, iar raza sa polară este de 66854 km. Cei patru sateliți galileeni, în ordinea crescătoare a semiaxelor mari ale orbitelor sunt: Io, Europa, Ganymede, Callisto.

Soluție: La fel ca la juniori.