Astronomie
Planetele şi corpurile mici din sistemul solar

Cristina Blaga

8 decembrie 2021

Obiectivele seminarului

- Planetele clasice şi pitice
- Sateliţii planetelor din sistemul solar
- Asteroizi, comete şi corpuri meteorice

Probleme

Alegeţi varianta corectă pentru următoarea afirmaţie

1. Clasificarea planetelor în terestre şi gazoase se face pe baza
   (a) perioadei sinodice,
   (b) densităţii medii,
   (c) perioadei de revoluţie în jurul Soarelui sau
   (d) a diametrului planetei.

Probleme

Alegeţi varianta corectă pentru următoarea afirmaţie

2. Principala mărime care ne oferă informaţii despre densitatea medie a unei planete este
   - (a) vârsta,
   - (b) viteza de rotaţie în jurul propriei axe,
   - (c) compoziţia internă sau
   - (d) viteza de revoluţie în jurul Soarelui.

Probleme

Alegeţi varianta corectă pentru următoarea afirmaţie

3. Existenţa atmosferei unei planete este determinată de doi factori principali: temperatura şi
   (a) perioada de rotaţie proprie,
   (b) rugozitatea suprafeţei sale,
   (c) viteza de evadare de la suprafaţa planetei sau
   (d) viteza orbitală.

Probleme

Alegeţi varianta corectă pentru următoarea afirmaţie

4. Un asteroid este
   (a) o stea mică;
   (b) o planetă mică;
   (c) o planetă pitică sau
   (d) un satelit mic al unei planete.

Probleme

Alegeţi varianta corectă pentru următoarea afirmaţie

5. Dacă presupunem că semiaxa mare a orbitei asteroizilor din brâul principal de asteroizi este egală cu 2,7 u.a., atunci perioada lor siderală este aproximativ
   (a) 4,4;
   (b) 20;
   (c) 2,7 sau
   (d) 7,3 ani siderali.

Probleme

Alegeţi varianta corectă pentru următoarea afirmaţie

6. Dacă în 15 săptămâni raza vectoare a unui asteroid mătură 0,1 din aria totală măturată într-o perioadă orbitală, care este perioada de revoluţie a asteroidului în jurul Soarelui?
   (a) 29 de ani siderali;
   (b) 2,9 ani;
   (c) nu se poate calcula folosind informaţiile primite sau
   (d) 4,3 ani.

Probleme

7. Determinaţi densitatea medie a Pământului. Comparaţi-o cu densitatea rocilor de la suprafaţa Pământului; ele au densităţi cuprinse între 2000 şi 3500 kg/m^3. Cum vă explicaţi rezultatele obţinute? Se cunosc masa Pământului $M_{\oplus} = 5,97 \cdot 10^{24}$ kg şi raza medie a Pământului $R_{\oplus} = 6371$ km.

Probleme

8. Diametrul ecuatorial al planetei Saturn este egal cu 120600 km şi turtirea planetei 1/10. Care este diametrul polar al lui Saturn?
   Indicaţie: Turtirea planetei este $\varepsilon = \dfrac{R_e - R_p}{R_e}$, unde R_e este raza ecuatorială, iar R_p este raza polară.
9. Raza unghiulară ecuatorială şi polară a lui Jupiter, la distanţă medie de Pământ este $18{,}71''$, respectiv $17{,}51''$. Determinaţi turtirea planetei şi comparaţi-o cu turtirea Pământului (egală cu 1/300).

Probleme

10. a. Calculaţi temperatura la suprafaţa planetei Jupiter în ipoteza că planeta se află în echilibru termodinamic, în rotaţie rapidă. Albedoul planetei este egal cu 0,51. Pentru a calcula energia incidentă, consideraţi Soarele a fi un corp negru de temperatură $T = 5800$ K şi folosiţi legea lui Stefan-Boltzmann.
    b. Folosind temperatura determinată la punctul precedent şi legea lui Wien, determinaţi lungimea de undă în care intensitatea radiaţiei emise atinge maximul.
    c. Din măsurători s-a dedus că intensitatea maximă a radiaţiei emise de Jupiter se atinge la $\lambda = 19\mu m$. Care este de fapt temperatura la suprafaţa planetei Jupiter? Cum explicaţi rezultatul găsit?

Probleme

Rezolvaţi următoarele probleme folosind distanţa Roche

11. a. Cometa Kohoutek 1973f s-a apropiat la 0,15 u.a. de Soare. Calculaţi densitatea minimă pe care a avut-o cometa, ştiind că nu s-a fărămiţat la trecerea prin periheliul orbitei sale.

    b. Presupunând că densitatea medie a planetei a fost de 1 g/cm^3, cât de tare s-ar fi putut apropia de Soare această cometă fără a se fărâmiţa?

    Masa Soarelui este $M_\odot = 2 \times 10^{30}$ kg, raza Soarelui $R_\odot = 696000$ km şi 1 u.a.=149,6 milioane km.

Probleme

12. Cometa Ikeya-Seki a trecut la periheliul orbitei sale în 1965. Când cometa s-a aflat la distanţă minimă de Soare, coada ei s-a văzut sub un unghi de 20 de grade. Presupunând că atunci cometa s-a aflat la o unitatea astronomică de Pământ şi coada ei s-a văzut într-un plan perpendicular pe direcţia de vizare, calculaţi lungimea cozii cometei exprimată în kilometri şi în unităţi astronomice. O unitate astronomică este egală cu 149,6 milioane de kilometri.

Astronomie
Planetele şi corpurile mici din sistemul solar

Cristina Blaga

11 ianuarie 2022

Obiectivele seminarului

- Planetele clasice şi pitice
- Sateliţii planetelor din sistemul solar
- Asteroizi, comete şi corpuri meteorice

Probleme

Alegeţi varianta corectă pentru următoarea afirmaţie

1. Clasificarea planetelor în terestre şi gazoase se face pe baza
   (a) perioadei sinodice,
   (b) densităţii medii,
   (c) perioadei de revoluţie în jurul Soarelui sau
   (d) a diametrului planetei.

   Răspuns: (b) densităţii medii.

Probleme

Alegeţi varianta corectă pentru următoarea afirmaţie

2. Principala mărime care ne oferă informaţii despre densitatea medie a unei planete este
   (a) vârsta,
   (b) viteza de rotaţie în jurul propriei axe,
   (c) compoziţia internă sau
   (d) viteza de revoluţie în jurul Soarelui.

Răspuns: (c) compoziţia internă.

Probleme

Alegeţi varianta corectă pentru următoarea afirmaţie

3. Existenţa atmosferei unei planete este determinată de doi factori principali: temperatura şi
   (a) perioada de rotaţie proprie,
   (b) rugozitatea suprafeţei sale,
   (c) viteza de evadare de la suprafaţa planetei sau
   (d) viteza orbitală.

   Răspuns: (c) viteza de evadare de la suprafaţa planetei.

Probleme

Alegeţi varianta corectă pentru următoarea afirmaţie

4. Un asteroid este
   (a) o stea mică;
   (b) o planetă mică;
   (c) o planetă pitică sau
   (d) un satelit mic al unei planete.

   Răspuns: (b) o planetă mică.

Probleme

Alegeţi varianta corectă pentru următoarea afirmaţie

5. Dacă presupunem că semiaxa mare a orbitei asteroizilor din brâul principal de asteroizi este egală cu 2,7 u.a., atunci perioada lor siderală este aproximativ
   (a) 4,4;
   (b) 20;
   (c) 2,7 sau
   (d) 7,3 ani siderali.

   Răspuns: (a) 4,4 ani siderali. Din legea a treia a lui Kepler $T = a^{3/2} = 4,4$ ani siderali.

Probleme

10. a. Calculaţi temperatura la suprafaţa planetei Jupiter în ipoteza că planeta se află în echilibru termodinamic, în rotaţie rapidă. Albedoul planetei este egal cu 0,51. Pentru a calcula energia incidentă, consideraţi Soarele a fi un corp negru de temperatură $T = 5800$ K şi folosiţi legea lui Stefan-Boltzmann.
    b. Folosind temperatura determinată la punctul precedent şi legea lui Wien, determinaţi lungimea de undă în care intensitatea radiaţiei emise atinge maximul.
    c. Din măsurători s-a dedus că intensitatea maximă a radiaţiei emise de Jupiter se atinge la $\lambda = 19\mu m$. Care este de fapt temperatura la suprafaţa planetei Jupiter? Cum explicaţi rezultatul găsit?

Soluţie

10. a. Temperatura la suprafaţa unei planete, în echilibru termodinamic, în rotaţie rapidă, de albedou A este dată de formula[1]

$$T_p = T_\odot \left(\frac{1-A}{4}\right)^{1/4} \left(\frac{R_\odot}{a}\right)^{1/2} .$$

Obţinem că temperatura la suprafaţa lui Jupiter este $T_{J1} \approx 103$ K.

[1] Demonstarţia formulei o găseşti în notitele de curs 11, relaţia (2), folia 16.

Continuarea soluţiei

10. b. Cu ajutorul legii lui Wien $\lambda_{max}/(1\text{cm}) = 0,29\text{K}/T$ calculăm lungimea de undă la care se atinge intensitatea maximă a radiaţiei unui corp negru cu temperatura T_{J1}:
$\lambda_{max} = 28,25\mu m$.
10. c. Folosind legea lui Wien, temperatura la suprafaţa lui Jupiter dedusă din observaţii este $T_{J2} = 152,63$ K. Ea este mai mare decât cea obţinută la punctul a. Temperatura T_{J1} reprezintă temperatura la suprafaţa planetei datorată radiaţiei primite de planetă de la Soare, reemisă în exterior. Radiaţia corespunzătoare lui T_{J2} este energia totală emisă de Jupiter în exteriorul ei. Energia suplimentară este produsă în interiorul planetei. În cazul planetei Jupiter, energia suplimentară provine din contracţia gravitaţională a planetei.

Probleme

Rezolvaţi următoarele probleme folosind distanţa Roche

11. a. Cometa Kohoutek 1973f s-a apropiat la 0,15 u.a. de Soare. Calculaţi densitatea minimă pe care a avut-o cometa, ştiind că nu s-a fărămiţat la trecerea prin periheliul orbitei sale.
    b. Presupunând că densitatea medie a planetei a fost de 1 g/cm^3, cât de tare s-ar fi putut apropia de Soare această cometă fără a se fărâmiţa?
    Masa Soarelui este $M_\odot = 2 \times 10^{30}$ kg, raza Soarelui $R_\odot = 696000$ km şi 1 u.a.=149,6 milioane km.

Soluţie

11. a. Distanţa minimă la care se poate apropia un corp de densitate ρ de un alt corp fără a fi fragmentatat este distanţa Roche

$$d_R = 2,52\, R \sqrt[3]{\frac{\bar{\rho}}{\rho}} = \sqrt[3]{\frac{12M}{\pi\rho}}$$

unde M şi R sunt masa şi raza celui de-al doilea corp, iar $\bar{\rho}$ este densitatea medie a lui. Pentru că a trecut pe lângă Soare fără a se fragmenta, cometa a avut densitatea mai mare decât următoarea densitate

$$\rho_{min} = \frac{12M_\odot}{\pi d_R^3} = 0,676 kg/m^3 \,,$$

unde $d_R = 0,15$ u.a.

Continuarea soluţiei

11.b Pentru a afla distanţa la care s-ar fi putut apropia de Soare cometa fără a fi fărămiţată înlocuim în

$$d_R = 2,52\, R \sqrt[3]{\frac{\bar{\rho}}{\rho}}$$

$\bar{\rho}$ cu densitatea medie a Soarelui, iar ρ cu densitatea medie a cometei (transformată în kg/m^3). Obţinem astfel

$$d_R = 2,52\, R_\odot \sqrt[3]{\frac{3M_\odot}{4\pi R_\odot^3 \rho}} = 2,83 R_\odot = 0,013\text{u.a.}\,.$$

Probleme

12. Cometa Ikeya-Seki a trecut la periheliul orbitei sale în 1965. Când cometa s-a aflat la distanţă minimă de Soare, coada ei s-a văzut sub un unghi de 20 de grade. Presupunând că atunci cometa s-a aflat la o unitatea astronomică de Pământ şi coada ei s-a văzut într-un plan perpendicular pe direcţia de vizare, calculaţi lungimea cozii cometei exprimată în kilometri şi în unităţi astronomice. O unitate astronomică este egală cu 149,6 milioane de kilometri.

Soluţie

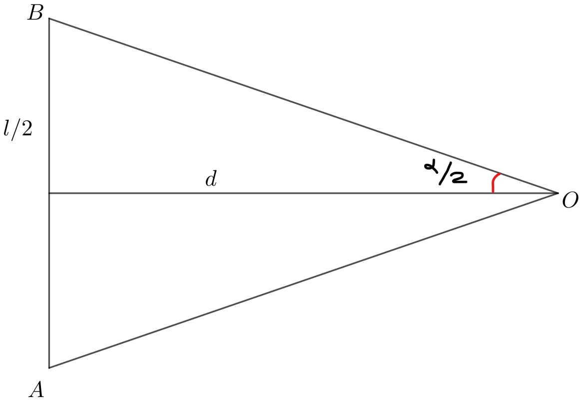

Figura: Triunghiul determinat de coada cometei (notată *AB*) şi ochiul observatorului *O*, *d* distanţa la cometă, *l* este lungimea cozii şi α unghiul sub care se vede coada.

Din triunghiul determinat de coada cometei şi ochiul observatorului O, unghiul sub care se vede coada cometei într-o direcţie perpendiculară pe ea este

$$\mathrm{tg}\frac{\alpha}{2} = \frac{l/2}{d}\,,$$

unde $\alpha = \mathrm{m}(\widehat{AOB})$ este unghiul sub care se vede coada cometei, d distanţa până la cometă, înălţimea ΔAOB şi $l = AB$ lungimea cozii.
În cazul cometei Ikeya-Seki, lungimea cozii este $l = 2\,\mathrm{u.a.}\,\mathrm{tg}\,(10^\circ) = 0,35\,\mathrm{u.a.} = 5,28 \cdot 10^7$ km. Observăm că lungimea cozii este comparabilă cu semiaxa mare a orbitei lui Mercur, care este egală cu 0,38 u.a..

Tolcan Cezar

6. Dacă în 15 săptămâni raza vectoare a unui asteroid mătură 0,1 din aria totală măturǎ într-o perioadă orbitală, care este perioada de revoluție a asteroidului în jurul Soarelui ?

a) 29 de ani siderali;

b) 2,9 ani;

c) nu se poate calcula folosind informațiile primite;

d) 4,3 ani

Legea a II-a a lui Kepler: Raza vectoare a unui corp din sistemul solar descrie în intervale de timp egale arii egale.
=) Dacă asteroidul mătură 0,1 din aria totală în 15 săptămâni, atunci perioada de revoluție a asteroidului este 150 de săptămâni sau 2,88 de ani =)

=) Răspuns corect: b)

Probleme

9. Raza unghiulară ecuatorială şi polară a lui Jupiter, la distanţă medie de Pământ este 18,71″, respectiv 17,51″. Determinaţi turtirea planetei şi comparaţi-o cu turtirea Pământului (egală cu 1/300).

Soluţie

Turtirea planetei Jupiter este

$$\varepsilon = \frac{R_e - R_p}{R_e} = 1 - \frac{R_p}{R_e} \,. \qquad (1)$$

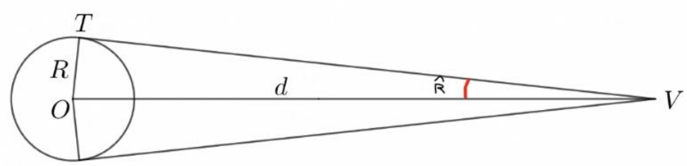

Figura: Raza unghiulară a planetei $\widehat{R}$ - unghiul sub care se vede raza planetei R de la distanţa d

În ΔOVT

$$\sin(\widehat{OVT}) = \frac{OT}{OV} \Rightarrow \sin(\widehat{R}) = \frac{R}{d} \qquad (2)$$

Continuarea soluţiei

Distanţa $R \ll d$, de aceea $\sin(\widehat{R}) \approx \widehat{R}$, unde $\widehat{R}$ este exprimat în radiani.

Astfel obţinem $\varepsilon = 1 - \dfrac{\widehat{R}_p}{\widehat{R}_e} = 0.0641$.

Turtirea planetei Jupiter este de aproximativ 19 ori mai mare decât turtirea Pământului.

Seminar 7
Planetele și corpurile mici din sistemul solar

12.01.2022

Problema 7

Determinați densitatea medie a Pamântului. Comparați-o cu densitatea rocilor de la suprafața Pamântului; ele au densități cuprinse între 2000 și 3500 kg/m^3. Cum vă explicați rezultatele obținute? Se cunosc masa Pamântului $M_{\oplus} = 5,97 \cdot 10^{24}$ kg și raza medie a Pământului $R_{\oplus} = 6371$ km.

Soluție:

$M_{\oplus} = 5,97 \cdot 10^{24}$ kg

$R_{\oplus} = 6371$ km

$\overline{\rho} =?$

Cunoaștem densitatea medie a Pământului:

$$\overline{\rho} = \frac{M_{\oplus}}{V_{\oplus}}$$

Fiind vorba despre un corp sferic, $V_{\oplus} = \frac{4 \cdot \pi \cdot R_{\oplus}^3}{3} \Rightarrow \overline{\rho} = \frac{M_{\oplus}}{\frac{4 \cdot \pi \cdot R_{\oplus}^3}{3}} = \frac{3 \cdot M_{\oplus}}{4 \cdot \pi \cdot R_{\oplus}^3}$

$$\overline{\rho} = \frac{3 \cdot 5,97 \cdot 10^{24} kg}{4 \cdot \pi \cdot (6371 \cdot 10^3 m)^3} = \frac{3 \cdot 5,97 \cdot 10^{24} kg}{4 \cdot \pi \cdot 6371^3 \cdot 10^9 m^3} = \frac{4,48 \cdot 10^{15} kg}{\pi \cdot 6371^3 m^3} \approx 5500 kg/m^3$$

Densitatea rocilor de la suprafața Pământului este cuprinsă între 2000 și 3500 $kg/m^3 \Rightarrow$ densitatea medie a Pământului este mai mare decât densitatea rocilor de la suprafață. Acest lucru înseamnă că păturile din interiorul lui au densitate mai mare decât scoarța Pământului. Modelele interiorului terestru arată că densitatea crește odată cu apropierea de centrul Pământului. Ea atinge valoarea maximă în centrul Pământului.

Problema 8

Diametrul ecuatorial al planetei Saturn este egal cu 120600 km și turtirea planetei 1/10. Care este diametrul polar al lui Saturn?
Indicație: Turtirea planetei este $\varepsilon = \frac{R_e - R_p}{R_e}$, unde R_e este raza ecuatorială, iar R_p este raza polară.

Soluție:

$D_e = 120600 km$

$\varepsilon = \frac{1}{10}$

$D_p = ?$

Cunoaștem

$$\varepsilon = \frac{R_e - R_p}{R_e} = \frac{2 \cdot (R_e - R_p)}{2 \cdot R_e} = \frac{2 \cdot R_e - 2 \cdot R_p}{2 \cdot R_e} = \frac{D_e - D_p}{D_e}$$

$$\Rightarrow \varepsilon = \frac{D_e - D_p}{D_e}$$

$$\frac{1}{10} = \frac{D_e - D_p}{D_e} \Rightarrow 10 \cdot D_e - 10 \cdot D_p = D_e \Rightarrow 9 \cdot D_e = 10 \cdot D_p$$

$$\Rightarrow D_p = \frac{9 \cdot D_e}{10} = \frac{9 \cdot 120600 km}{10} = 108540 km$$

Așadar, diametrul polar al lui Saturn este de 108540 km.

Capan Matei
831

7. Al 5-lea satelit al lui Jupiter

$T_s = 0{,}4982$ zile $\quad a_s = 0{,}001207$ u.a.

Jupiter: $T_J = 11{,}86$ ani $\quad a_J = 5{,}203$ u.a

Raportul dintre masa planetei Jupiter și masa Soarelui

$$\frac{T_J^2}{a_J^3} = \frac{4\pi^2}{G M_\odot} \qquad M_\odot \text{ masa soarelui}$$

$$G = 6{.}668 \cdot 10^{-11}\ N \cdot m^2/kg^2$$

$$\frac{T_s^2}{a_s^3} = \frac{4\pi^2}{G m_J}$$

$$\left.\begin{aligned} 4\pi^2 &= \frac{T_J^2 \cdot G \cdot M_\odot}{a_J^3} \\ 4\pi^2 &= \frac{T_s^2 \cdot G \cdot m_J}{a_s^3} \end{aligned}\right\} \Rightarrow \frac{T_J^2\ \cancel{G} \cdot M_\odot}{a_J^3} = \frac{T_s^2 \cdot \cancel{G} \cdot m_J}{a_s^3}$$

$$\frac{M_\odot}{m_J} = \frac{T_s^2 \cdot a_J^3}{T_J^2 \cdot a_s^3} = \frac{T_s^2 \cdot 140{,}85}{T_J^2 \cdot 17 \cdot 10^{-10}} = \cancel{0{,}4982 \quad 140{,}85}$$

$T_J = 4331{,}77$ zile

$$= \frac{0{,}2482 \cdot 140{,}85}{18764231{,}33 \cdot 17 \cdot 10^{-10}} = \frac{34{,}95}{318991932{.}65 \cdot 10^{-10}} =$$

$$= \frac{34{,}95}{0{,}031} = 1127{,}41$$