

Trumpieji teoriniai uždaviniai (kiekvienas po 10 tšk.)

1. Dauguma neperiodinių (pasirodančių tik kartą) kometų atskrieja prie Saulės tiesiai iš Oorto debesies. Apskaičiuokite, per kiek laiko kometa atskrieja nuo Oorto debesies iki Saulės, jei kometos afelis yra Oorto debesyje, esančiame 35 000 AU nuotolyje nuo Saulės.
2. Apskaičiuokite žvaigždžių skaičių kamuoliniame spiečiuje, kurio skersmuo 40 pc, jei pabėgimo greitis spiečiaus pakraštyje yra 6 km s^{-1} ir visos žvaigždės yra panašios į Saulę.
3. 2011 m. kovo 9 d. Voyager zondas buvo 116.406 AU nuotolyje nuo Saulės ir skriejo 17.062 km s^{-1} greičiu. Kokio tipo orbita skrieja zondas: (a) elipsine, (b) paraboline, ar (c) hiperboline? Kokio regimojo ryškio matoma Saulė iš Voyager?
4. Apskaičiuokite, kiek laiko Fobas bus matomas virš horizonto ties Marso pusiauju, jei Fobas skrieja aplink Marsą apskritimine orbita, sutampančia su planetos pusiaujo plokštuma.

Naudokite šiuos duomenis:

Marso radiusas $R_{\text{Mars}} = 3\,393 \text{ km}$

Marso sukimosi periodas $T_{\text{Mars}} = 24.623 \text{ h}$

Marso masė $M_{\text{Mars}} = 6.421 \times 10^{23} \text{ kg}$

Fobo orbitos spindulys $R_{\text{P}} = 9\,380 \text{ km}$

5. Koks turėtų būti skersmuo radioteleskopo, veikiančio bangos ilgyje $\lambda = 1 \text{ cm}$ ir turinčio tą pačią kampinę skyrą, kaip ir optinis teleskopas, kurio skersmuo $D = 10 \text{ cm}$?
6. Potvyninės jėgos suteikia Žemei papildomą sukimo momentą. Apskaičiuokite, kiek dienų buvo Žemės metuose prieš 600 milijonų metų, jei Žemės sukimo momentas ir žvaigždinių metų trukmė nagrinėjamu laikotarpiu buvo pastovūs ir atitinkamai lygūs $6 \times 10^{16} \text{ N m}$ ir $3.15 \times 10^7 \text{ s}$. Tarkime, kad Žemė yra homogeniškas rutulys, kurio tankis lygus $5\,500 \text{ kg m}^{-3}$.
7. Dirbtinis palydovas skrieja apskritimine orbita aplink Žemę. Palydovo pradinis judesio kiekis (impulsas) yra nusakomas vektoriumi \mathbf{p} . Tam tikru laiko momentu ant palydovo susprogdomas sviedinys, kuris suteikia palydovui papildomą judesio kiekį (impulsą) $\Delta\mathbf{p}$, savo absoliučiu dydžiu lygų $|\mathbf{p}|$. Tegu α yra kampas tarp vektorių \mathbf{p} ir $\Delta\mathbf{p}$, o β yra kampas tarp palydovo radius vektoriaus ir vektoriaus $\Delta\mathbf{p}$. Kokia turėtų būti papildomo judesio kiekio vektoriaus $\Delta\mathbf{p}$ kryptis, siekiant, kad nauja orbita taptų:
 - (a) hiperboline, kurios perigėjus yra tame orbitos taške, kuriame įvyko sproginimas,
 - (b) paraboline, kurios perigėjus yra tame orbitos taške, kuriame įvyko sproginimas,
 - (c) elipsine, kurios perigėjus yra tame orbitos taške, kuriame įvyko sproginimas,
 - (d) apskritimine,
 - (e) elipsine, kurios apogėjus yra tame orbitos taške, kuriame įvyko sproginimas?

Prie kiekvieno orbitos varianto, jei toks yra galimas, atsakymo lape užrašykite **YES** ir nurodykite galimas α ir β kampų vertes. Jei toks orbitos variantas nėra galimas, ties juo užrašykite **NO**.

Turėkite galvoje, kad kampams $\alpha = 180^\circ$ ir $\beta = 90^\circ$ nauja orbita bus tiesė, kurios kryptimi palydovas kris vertikaliai žemyn į Žemės centrą.

8. Apskaičiuokite skersmenį sferiškos dulkelės, kuriai galioja pusiausvyra tarp spinduliuotės slėgio ir Saulės gravitacijos Žemės aplinkoje. Laikykite, kad dulkelė yra juodas kūnas. Dulkelės tankis lygus $\rho = 10^3 \text{ kg m}^{-3}$.

9. Atstumai tarp žvaigždžių yra dideli palyginus su jų matmenimis. Vadinasi, žvaigždžių spiečiai ir galaktikos, kuriose nėra difuzinės medžiagos, pilnai neužtemdo objektų, esančių už jų. Matome galaktiką, kurios paviršinis spindesys $\mu = 18.0 \text{ mag arcsec}^{-2}$. Įvertinkite, kokią dangaus dalį uždengia jos žvaigždės. Laikykite, kad visos šios galaktikos žvaigždės yra panašios į Saulę.

10. Įvertinkite elementariosios dalelės energiją, kuri reikalinga, kad dalelė prasiskverbtų pro Žemės magnetosferą. Laikykite, kad dalelė juda statmenai magnetinio lauko, kurio indukcija $30 \mu\text{T}$, juostai, kurios storis 10^4 km . Nubraižykite dalelės trajektoriją. (Pastaba: Prie didelių energijų dalelės judesio kiekis gali būti pakeistas santykiu E/c . Ignoruokite bet kokius spinduliuotės sukeltus efektus.).

11. Remiantis galaktikos, kurios raudonasis poslinkis $z = 6.03$, spektru buvo nustatyta, kad ją sudaro $560 - 600$ milijonų metų amžiaus žvaigždės. Laikome, kad dabartinis Visatos amžius $t_0 = 13.7 \times 10^9$ metų, o Visatos plėtimosi spartą aprašo plokščiosios Visatos kosmologinis modelis, kuriame kosmologinė konstanta $\Lambda = 0$. Tokiame modelyje skalės faktorius $R \sim t^{2/3}$ (čia t yra laikas, praėjęs nuo Didžiojo Sprogimo). Raskite kokioje epochoje (prie kokių z) vyko žvaigždėdaros procesas šioje galaktikoje.

12. Dėl Žemės sukimosi ašies precesijos laikui bėgant stebėtoju su pastoviomis geografinėmis koordinatėmis keičiasi regima dangaus sritis. Žemės sukimosi ašis laikui bėgant danguje keliauja įsivaizduojamo 47° kampo kūgio paviršiumi. Sirijaus ir Kanopus pusiaujinės koordinatės (rektascensija ir deklinacija) šiuo metu yra:

Sirijus ($\alpha \text{ CMA}$): $6^{\text{h}} 45^{\text{m}} \quad -16^\circ 43'$
 Kanopus ($\alpha \text{ Car}$): $6^{\text{h}} 24^{\text{m}} \quad -52^\circ 42'$

Ar gali būti, kad stebint iš Krakow, kurio platumas 50.1° N , dėl Žemės ašies precesijos: Sirijus taptų nepatekančiu šviesuliu? Kanopus taptų patekančiu-nusileidžiančiu šviesuliu?

13. Ekliptikos lygtis pusiaujinėse koordinatėse (α, δ) yra tokia:

$$\delta = \arctg (\sin \alpha \operatorname{tg} \varepsilon),$$

čia ε – ekliptikos plokštumos posvyrio kampas į dangaus pusiaujo plokštumą.

Raskite analogišką sąryšį $h = f(A)$ horizontalinėse koordinatėse (A - azimutas, h - aukštis) Galaktikos pusiaujo apskritimui, kurį danguje mato stebėtojas, esantis platumoje $\varphi = 49^\circ 34'$, vietiniu žvaigždiniu laiku $\theta = 0^{\text{h}} 51^{\text{m}}$.

14. Raskite Saulės neutrinių skaičių, kurie kiekvieną sekundę turėtų kirsti statmeną kryptį į Saulę Žemės paviršiaus 1 m^2 plotą. Remkitės faktu, kad kiekvienos termabranduolinės sintezės reakcijos metu Saulė pagamina 26.8 MeV energijos ir 2 neutrinus.

15. Priimdami, kad kosminės foninės spinduliuotės spektrą per visą Visatos istoriją aprašo juodo kūno funkcija, raskite foninės spinduliuotės temperatūros priklausomybę nuo kosmologinio raudonojo poslinkio z . Nustatykite, kokia kosminės foninės spinduliuotės temperatūra buvo epochai $z \sim 10$ (tokį z turi tolimiausias žinomas objektas). Dabartinė kosminės foninės spinduliuotės temperatūra yra 2.73K .