

(T1) Teisingai (True) arba neteisingai (False)

Įvertinkite, kuris iš žemiau pateiktų teiginių yra teisingas, kuris neteisingas (atsakymų lape pažymėkite teiginiui tinkantį variantą: TRUE arba FALSE). Paaiškinimai atsakymams nereikalingi. Teiginiai:

- (T1.1) Pakankamai ilgos ekspozicijos giedro dangaus nuotraukoje, gautoje spindint Mėnulio pilnačiai, dangaus fonas bus mėlynos spalvos taip, kaip yra dienos metu. 2
- (T1.2) Bhubanesware, kiekvieną dieną tuo pačiu laiku, 05:00 UT, astronomas registravo Saulės padėtį danguje. Jei Žemės sukimosi ašis būtų statmena jos orbitos plokštumai, tai jo užregistruotosios padėtys išsidėstytų ant didžiojo apskritimo lanko. 2
- (T1.3) Jei tam tikro asteroido, judančio ekliptikos plokštumoje, orbitinis periodas yra mažesnis už Urano orbitinį periodą, tai jo orbita būtinai visa yra Urano orbitos viduje. 2
- (T1.4) Saulės sistemos masės centras visada yra Saulės viduje. 2
- (T1.5) Judančio tuščioje erdvėje fotono judesio kiekio momentas plečiantis visatai mažėja. 2

(T2) Dujos Titane

Planetos atmosferą sudarančių dujų dalelių šiluminio judėjimo greičių vertės pasiskirsto plačiame diapazone. Jei kažkokių dujų dalelių vidutinis kvadratinis greitis, $v_{r.m.s}$ (root mean square speed), viršija 1/6 tų dalelių pabėgimo nuo planetos paviršiaus greičio, tai didžiąją dalį šių dujų atmosfera ilgainiui praranda. Raskite, mažiausią atominį svorį (santykinę atominę masę), A_{min} , tokių idealiųjų vienatomių dujų, kurias Titanas dar gali išlaikyti savo atmosferoje. 10

Duota: Titano masė $M_T = 1.23 \times 10^{23}$ kg, spindulys $R_T = 2575$ km, paviršiaus temperatūra $T_T = 93.7$ K.

(T3) Ankstyvoji Visata

Kosmologiniai modeliai rodo, kad vidutinis spinduliuotės energijos tankis Visatoje, ρ_r , yra proporcingas $(1+z)^4$, o vidutinis medžiagos energijos tankis, ρ_m , yra proporcingas $(1+z)^3$; čia z -raudonasis poslinkis. Nusakymui, kokią dalį nuo kritinio energijos tankio Visatoje, ρ_c , sudaro vienas iš minėtų tankių, naudojamas bedimensinis tankio parametras, Ω , lygus $\Omega = \frac{\rho}{\rho_c}$. Dabartinėje Visatoje tankio parametrai atitinkamai yra lygūs: spinduliuotei: $\Omega_{r_0} = 10^{-4}$, medžiagai: $\Omega_{m_0} = 0.3$.

- (T3.1) Apskaičiuokite raudonąjį poslinkį, z_e , ties kuriuo spinduliuotės energijos ir medžiagos energijos tankiai buvo lygūs. 3
- (T3.2) Tarkime, kad dabar stebimas ankstyvojoje Visatoje susiformavusios foninės kosminės spinduliuotės spektras atitinka juodojo kūno spinduliuotę, kurios temperatūra 2.732 K. Raskite, kokia praeityje, ties raudonuuoju poslinkiu z_e , buvo šios spinduliuotės temperatūra T_e ? 4
- (T3.3) Apskaičiuokite, kokia buvo ties raudonuuoju poslinkiu z_e išspinduliuoto fotono tikėtiniausia energija E_ν (išreikšta eV)? 3

(T4) Šešėliai

Šiaurės pusrutulyje esantis stebėtojas nustatė, kad tą pačią dieną (parą) vertikaliai įbestos 1.000 m (1 metro) ilgio lazdos metamo trumpiausio šešėlio ilgis buvo 1.732 m, o ilgiausio šešėlio – 5.671 m.

10

Raskite stebėtojo geografinę platumą, ϕ , ir tos dienos Saulės deklinaciją, δ_{\odot} . Priimkite, kad Saulė yra taškinis šviesos šaltinis; atmosferos refrakcijos nepaisykite.

(T5) GMRT spindulio tranzitas

Giant Metrewave Radio Telescope (GMRT) yra vakarų Indijoje (platumą: $19^{\circ}6' N$, ilgumą: $74^{\circ}3' E$). Vienos GMRT lėkštės formos antenos skersmuo 45.0 m. Antena yra nukreipta ir fiksuota zenitiniame nuotolyje $39^{\circ}42'$ į šiaurę nuo zenito išilgai dienovidinio taip, kad dienovidinį kertantis taškinis radijo bangų šaltinis pereitų per radioteleskopo regėjimo lauką.

10

Kiek laiko, T_{transit} , šis šaltinis bus GMRT regėjimo lauko FWHM (full width at half maximum – radijo astronomijoje atitinka teleskopo kampinę skyrą) ribose, jei stebėjimai vyksta 200 MHz diapazone? Priimame, kad signalas per lauką tolygus.

(T6) Cefeidės pulsacijos

β -Doradus žvaigždė yra cefeidė, kurios pulsacijų periodas 9.84 dienos. Uždavinį paprastinančios prielaidos: žvaigždė bus šviesiausia, kai ji bus labiausiai susitraukusi (spindulys R_1), o silpniausia, kai ji bus labiausiai išsiplėtusi (spindulys R_2); per visą kitimo ciklą žvaigždė išlieka sferinė formos ir spinduliuoja kaip juodas kūnas. Žvaigždės bolometrinis ryškis kinta nuo 3.46 iki 4.08. Iš Doplerio poslinkio matavimų žinoma, kad pulsacijų metu žvaigždės paviršius traukiasi arba plečiasi vidutiniu radialiniu greičiu 12.8 km s^{-1} . Per pulsacijos periodą jos šiluminės spinduliuotės maksimumo bangos ilgis kinta nuo 531.0 nm iki 649.1 nm.

(T6.1) Raskite žvaigždės spindulį, jai esant labiausiai susitraukusioje ir labiausiai išsiplėtusioje fazėse, santykį (R_1/R_2).

6

(T6.2) Apskaičiuokite žvaigždės spindulius R_1 ir R_2 metrais.

4

(T6.3) Apskaičiuokite žvaigždės spinduliuotės srautą, F_2 , kai ji yra labiausiai išsiplėtusi.

5

(T6.4) Apskaičiuokite žvaigždės atstumą, D_{star} , parsekais.

5

(T7) Teleskopo optika

Ant teleskopo refraktoriaus, kurio santykinis židiny $f/5$, o objektyvo židinio nuotolis 100 cm, uždėtas okuliaras, kurio židinio nuotolis 1 cm.

(T7.1) Raskite, koks yra šio teleskopo didinimas, m_0 , ir koks jo ilgis, L_0 , t.y., nuotolis tarp objektyvo ir okuliario ?

4

Patalpinus tarp objektyvo ir teleskopo židinio išgaubtą Barlow lęšį, galima padidinti teleskopo didinimą, nedaug pailginant patį teleskopą. Siekiant dvigubai padidinti šio teleskopo didinimą jame įtaisomas 1 cm židinio nuotolio Barlow lęšis.

(T7.2) Kokiam nuotolyje nuo objektyvo židinio, d_B , turi būti patalpintas Barlow lęšis, kad būtų pasiektas dvigubas didinimas?

6

(T7.3) Kokiu ilgiu, ΔL , dėl to padidės teleskopo ilgis?

4

Nuėmus nuo teleskopo Barlow lęšį ir okuliarą, jo objektyvo židinyje įtaisomas CCD detektorius, kurio vieno kvadratinio pikselio skersmuo $10 \mu\text{m}$.

(T7.4) Apskaičiuokite, per kiek pikselių, n_p , CCD plokštumoje bus atitolusios dvi žvaigždės, jei kampinis atstumas tarp jų danguje $20''$?

6

(T8) Fotometrija U juostoje

Žvaigždės regimasis ryškis U juostoje $m_U = 15.0$. U juostos filtras idealus – juostos ribose pralaidumas 100%, o užjuostos ribų visiškai neskaidrus (pralaidumas 0%). Filto vidutinis bangos ilgis 360 nm, o pralaidumo juostos plotis 80 nm. Tariaama, kad žvaigždės spinduliuojamas spektrinės energijos srautas nagrinėjamame spektro ruože yra pastovus (vienodas pagal bangos ilgį). Ryšys tarp ryškio m ir spinduliuotės spektrinio srauto tankio (spindesio), f , janskais ($1 \text{ Jy} = 1 \times 10^{-26} \text{ W Hz}^{-1} \text{ m}^{-2}$) yra toks:

$$f = 3631 \times 10^{-0.4m} \text{ Jy}$$

- (T8.1) Apskaičiuokite, maždaug kiek U juostos fotonų, N_0 , kas sekundę kris statmenai į 1 m^2 plotą ties viršutine Žemės atmosferos riba. 8

Ši žvaigždė yra stebima pro U filtrą antžeminiu teleskopu, kurio pirminio veidrodžio skersmuo 2 m. Atmosferos ekstinkcija U juostoje stebėjimo metu sudaro 50%. Stebėjimo sąlygos idealios (teleskopo skyrą riboja tik teorinė difrakcijos riba). Naktinio dangaus fono vidutinis spindesys U juostoje $22.0 \text{ mag/arcsec}^2$.

- (T8.2) Raskite, koks būtų per sekundę iš šios žvaigždės atlekiančių fotonų skaičiaus santykis, R , su per tą patį laiką iš dangaus fono atlekiančių fotonų skaičiumi, jei fotonų srautas būtų matuojamas pro apvalią apertūrą, kurios skersmuo $2''$? 8

- (T8.3) Tik 20% U juostos fotonų, krentančių į pirminį veidrodį, yra detektuojama. Apskaičiuokite, kiek iš viso fotonų, N_t , yra detektuojama su duoto skersmens teleskopu iš šios žvaigždės per sekundę? 4

(T9) Mars Orbiter Mission

Indijos Mars Orbiter Mission (MOM) buvo paleistas naudojant Polar Satellite Launch Vehicle (PSLV) 2013 m. lapkričio 5 d. MOM masė be kuro atsargų (body + instruments) buvo 500 kg, o kuro masė 852 kg. Iš pradžių jis buvo iškeltas į elipsinę orbitą aplink Žemę. Šioje orbitoje palydovo aukštis virš Žemės paviršiaus perigėjyje buvo 264.1 km, o apogėjyje – 23903.6 km. Vėliau, atlikus šešis orbitos pakėlimo/koregavimo manevrus, MOM buvo nukreiptas Hoffman orbita skrieti į Marsą.

Pirmasis orbitos pakėlimo manevras buvo atliktas pradinėje orbitoje – netoli jos perigėjaus taško trumpam įjungus raketinius variklius. Dėl to palydovas gavo papildomą $1.73 \times 10^5 \text{ kg m s}^{-1}$ impulsą (judesio kiekį). Manevras buvo atliktas taip, kad orbitos plokštuma ir perigėjus nepasikeistų. Nepaisydami palydovo masės pokyčio dėl kuro sudeginimo, apskaičiuokite naujosios palydovo orbitos:

- (T9.1) apogėjaus aukštį virš Žemės paviršiaus, h_a , 12

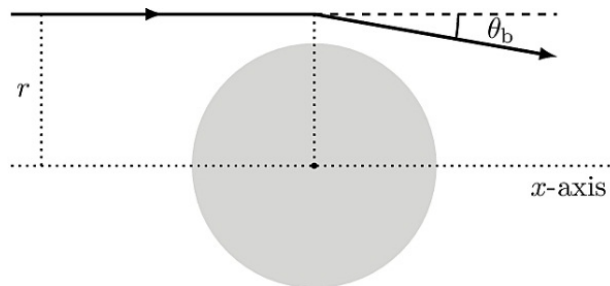
- (T9.2) ekscentricitetą (e) ir orbitinį periodą (P) valandomis. 8

(T10) Gravitacinio lęšio teleskopas

Pagal Einšteino bendrąją reliatyvumo teoriją šviesos spinduliai, praeidami šalia masyvių kūnų, užlinksta. Supaprastinant sprendimą mes tariame, kad kiekvienas šviesos spindulys užlinksta tik viename taške, kaip parodyta brėžinyje. Užlinkimo kampas, θ_b , yra lygus

$$\theta_b = \frac{2R_{sch}}{r}$$

Čia R_{sch} yra gravitaciją sukeliančio kūno Schwarzschild spindulys. Dydis r yra vadinamas “impact parameter”, ir lygus atstumui tarp ateinančio šviesos spindulio krypties ir tiesės, išvestos per kūno centrą lygiagrečiai ateinančių spindulių kryptčiai (x -axis).



Tokiu būdu masyvus kūnas veikia panašiai, kaip fokusuojantis lęšis. Iš begalo didelio atstumo ateinantys šviesos spinduliai, turintys tą patį “impact parameter” r , konverguoja taške, esančiame ant x ašies, nuotolyje f_r nuo masyvaus kūno centro. Šiame taške dėl šio gravitacinio fokusavimo stebėtojas matys sustiprintą signalą. Masyvus kūnas šiuo atveju yra panaudojamas kaip gravitacinio lęšio teleskopas tolimų signalų sustiprinimui.

(T10.1) Panagrinėkime atvejį, kada mūsų Saulė būtų gravitacinio lęšio teleskopu. Apskaičiuokite mažiausią atstumą nuo Saulės centro (astronominiais vienetais, AU), f_{min} , kuriame šviesos spinduliai bus sufokusuoti. 6

(T10.2) Panagrinėkime mažą apskritimo formos detektorių, kurios pindulys a , esanti nuotolyje f_{min} sucentruotą ant x -ašies ir statmeną jai. Pažymėtina, kad tik šviesos spinduliai, kurie praeina per tam tikrą žiedu apie Saulę išsidėsčiusį plotą, kurio plotis h (čia $h \ll R_{\odot}$) pataikys į detektorių. Sustiprinimo koeficientas ant detektoriaus yra šviesos intensyvumo, kurį registruotų detektorius, kai šviesos spindulių kelyje yra Saulė, santykis su intensyvumu, kai šviesos spindulių kelyje nėra Saulės. 8

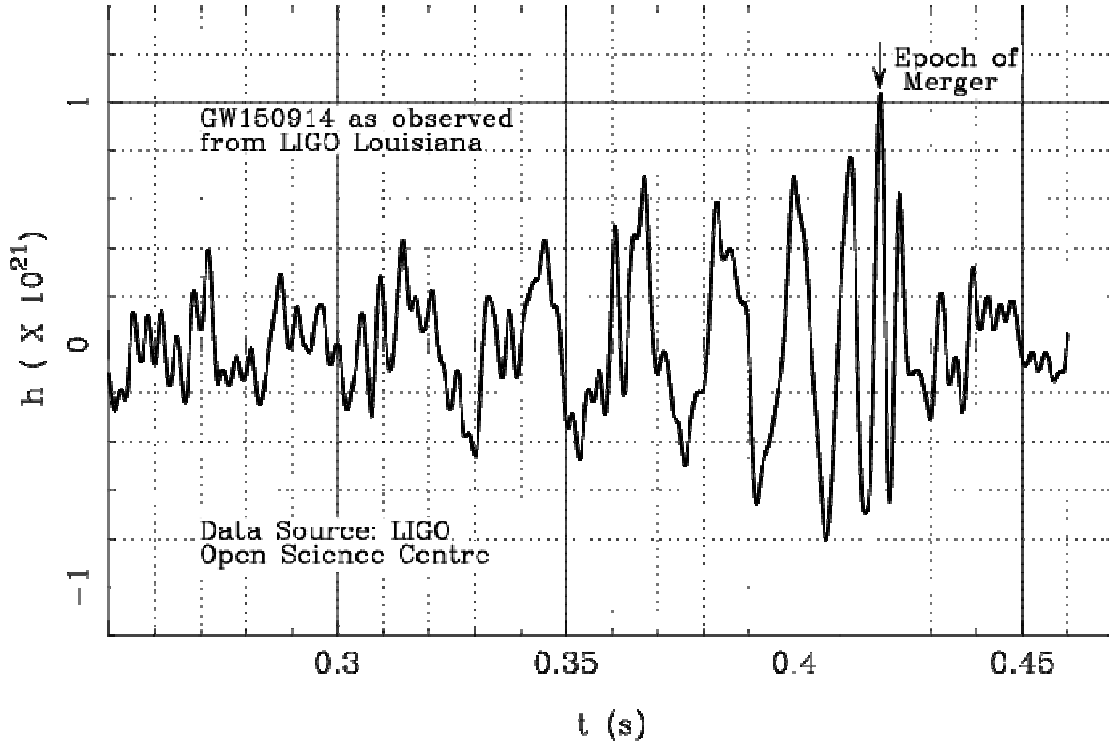
Sustiprinimo koeficientą, A_m , ant detektoriaus išreikškite per R_{\odot} ir a .

(T10.3) Panagrinėkime sferiškai simetriškos masės, tokios kaip tamsiosios medžiagos debesis galaktikų spiečiuje, pasiskirstymą, per kurį gali praeiti šviesos spinduliai ir patirti gravitacinio lęšio efektą. Supaprastindami tarkime, kad gravitaciniam užlinkimui su impact parameter, r , turi įtakos tik masė $M(r)$, esanti r spindulio sferoje. 6

Raskite, koks turėtų būti masės pasiskirstymas, $M(r)$, kad gravitacinis lęšis veiktų kaip idealus galudžiantysis lęšis ?

(T11) Gravitacinės bangos

Gravitacinių bangų signalai pirmą kartą buvo išmatuoti LIGO detektoriais 2015 m. Vienas iš tokių matavimų parodytas paveiksle žemiau (parametro h kitimas priklausomai nuo laiko). Šiame uždavinyje bus remiamasi prielaida, kad gravitacines bangas skleidžia sistema, sudaryta iš masyvaus M masės centrinio kūno, aplink kurį skrieja mažos m masės kūnas (t.y., $m \ll M$) ir nagrinėjami keli centrinio kūno modeliai.



Mažos masės kūnas praranda kinetinę energiją, kadangi spinduliuoja gravitacines bangas. Dėl to šio kūno orbita vis traukiasi tol, kol pasiekia centrinio kūno paviršių, o juodosios skylės atveju mažiausią apskritiminę stabilią orbitą, ISCO, kurios spindulys lygus $R_{\text{ISCO}} = 3R_{\text{sch}}$, čia R_{sch} juodosios skylės Schwarzschild spindulys. Tai vadinama susilieimo epocha ("epoch of merger"). Tuo metu gravitacinės bangos amplitudė ir dažnis yra maksimalūs. Šis dažnis visada dvigubai didesnis už orbitinį dažnį. Šiame uždavinyje nagrinėsime bangas dar prieš susilieimą, kai dar sistemai galima taikyti Keplerio dėsnius. Po susilieimo gravitacijos bangų forma drastiškai pasikeis.

(T11.1) Iš pateiktojo paveikslo nustatykite gravitacinių bangų periodą, T_0 , ir apskaičiuokite jų dažnį, f_0 , prieš pat susilieimo epochą. 3

(T11.2) Pagrindinės sekos (MS) žvaigždės spindulys, R_{MS} , ir masė, M_{MS} , susieti laipsniniu sąryšiu: 10

$$R_{\text{MS}} \propto (M_{\text{MS}})^\alpha$$

$$\text{čia } \alpha = 0.8, \quad \text{kai } M_\odot < M_{\text{MS}}$$

$$= 1.0, \quad \text{kai } 0.08 M_\odot \leq M_{\text{MS}} \leq M_\odot$$

Tarkime, kad centrinis kūnas yra pagrindinės sekos žvaigždė. Raskite gravitacinės bangos maksimalų dažnį, f_{MS} , išreikšdami jį per žvaigždės masę Saulės masėmis (M_{MS}/M_\odot) ir α .

(T11.3) Panaudodami gautąją formulę nustatykite α vertę, kuri leistų rasti maksimalų galimą gravitacinės bangos dažnį, $f_{MS,max}$, pagrindinės sekos žvaigždėms ir apskaičiuokite tą dažnį.

(T11.4) Baltųjų nykštukių (WD) maksimali masė $1.44 M_{\odot}$ (Chandrasekhar riba). Joms galioja masės ir spindulio sąryšis $R \propto M^{-1/3}$. Saulės masės baltosios nykštukės spindulys lygus 6000 km. Raskite skleidžiamų gravitacinių bangų didžiausią dažnį, $f_{WD,max}$, jei mažos masės kūnas skrieja aplink baltąją nykštukę.

(T11.5) Neutroninės žvaigždės (NS) yra kompaktiški objektai, kurių masės yra nuo 1 iki $3M_{\odot}$, o spinduliai – 10 – 15 km ribose. Raskite skleidžiamų gravitacinių bangų dažnių diapazoną, $f_{NS,min}$ ir $f_{NS,max}$, jei mažos masės kūnas skrieja aplink neutroninę žvaigždę nuotolyje, kuris artimas neutroninės žvaigždės spinduliui.

(T11.6) Tarkime, kad mažos masės kūnas skrieja aplink juodąją skylę (BH). Raskite skleidžiamų gravitacinių bangų dažnį, f_{BH} , išreikštą per juodosios skylės masę, M_{BH} , ir Saulės masę M_{\odot} .

(T11.7) Remdamiesi tik anksčiau iš grafiko surastu gravitacinių bangų periodu (arba dažniu) prieš susilieimo epochą nustatykite, koks centrinis objektas tai gali būti: ar pagrindinės sekos (MS) žvaigždė, ar baltoji nykštukė (WD), ar neutroninė žvaigždė (NS), ar juodoji skylė (BH)? Pažymėkite teisingą atsakymą glausto atsakymo lape. Apskaičiuokite šio objekto masę, M_{obj} , Saulės masės vienetais M_{\odot} .

(T12) Egzoplanetos

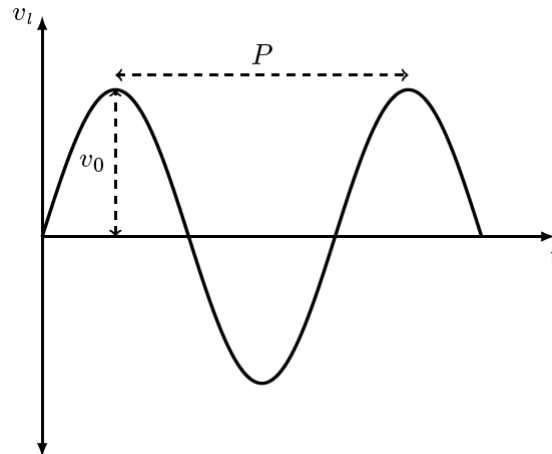
Žinomi du pagrindiniai egzoplanetų atradimo metodai: radialinių greičių metodas ir tranzito metodas. Šiame uždavinyje bus pritaikyta abiejų metodų kombinacija siekiant gauti daugiau informacijos apie žvaigždę ir jos planetą.

Šiame uždavinyje nagrinėjama M_p masės ir R_p spindulio planeta, judanti a spindulio apskritimine orbita aplink žvaigždę, kurios masė M_s ($M_s \gg M_p$) ir spindulys R_s . Planetos orbitos plokštumos posvyris žvaigždės regėjimo krypties atžvilgiu lygus i . Kai orbita matoma iš briaunos, t.y. orbitos plokštuma yra žvaigždės regėjimo kryptyje, $i = 90^\circ$. Nagrinėjama tik viena planeta, skriejanti aplink žvaigždę. Be to $R_s \ll a$.

Radialinių greičių metodas:

Kai planeta juda orbita aplink bendrą žvaigždės ir planetos masės centrą, žvaigždė taip pat šiek tiek svyruoja apie tam tikrą vidutinę padėtį, nes žvaigždės masės centras nesutampa su sistemos žvaigždė - planeta masės centru. Dėl to stebimas žvaigždės spektro linijų periodiškasis poslinkis dėl Doplerio efekto.

Žvaigždės greitis jos regėjimo kryptimi (radialinis greitis), v_l , gali būti nustatytas iš žinomos spektro linijos Doplerio poslinkio. Šio greičio periodišką kitimą priklausomai nuo laiko t parodytas žemiau pateiktoje schematiškoje diagramoje. Šioje diagramoje parodyti du parametrai, kuriuos galima nustatyti šiuo metodu: orbitinis periodas P ir maksimalus radialinis greitis v_0



(T12.1) Raskite planetos orbitos spindulio (a) ir orbitinio greičio (v_p) išraiškas, išreikštas per planetos M_s ir P . 3

(T12.2) Raskite planetos masės apatinę ribą, $M_{p,\min}$ išreikštą per M_s , v_0 ir v_p . 4

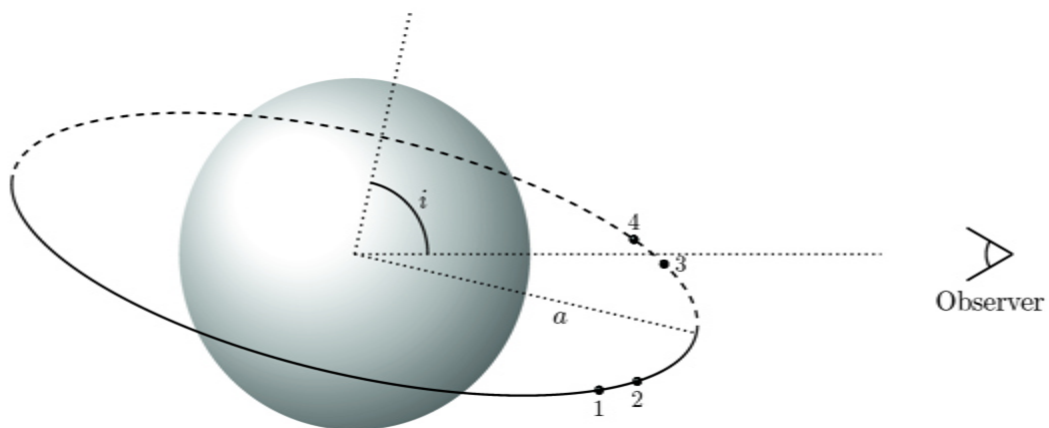
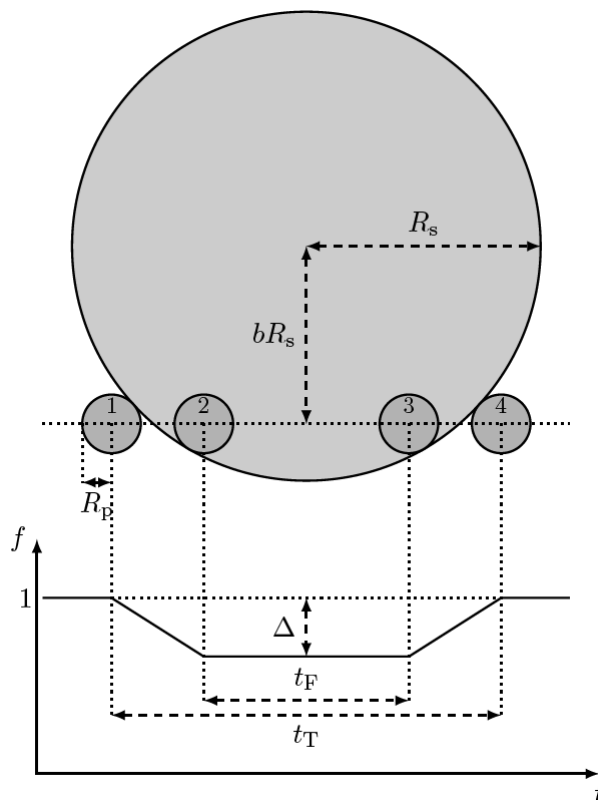
Transito metodas:

Kai planetos orbita stebėtojui yra matoma iš briaunos, t.y. planetos orbitos plokštumos posvyris apytiksliai lygus $i \approx 90^\circ$, planeta periodiškai pereis per žvaigždės diską (planetos tranzitas). Dėl to stebimas žvaigždės spindesys vos vos sumažės. Ši mažą spindesio sumažėjimą galima išmatuoti. Schematiška diagrama, pateikta žemiau, iliustruoja planetos tranzitą per žvaigždės diską iš stebėjojo perspektyvos. Šiame paveiksle taip pat parodyta žvaigždės spindesio kreivė (spindesio, f , priklausomybė nuo laiko t).

Jei orbitos posvyrio kampas tiksliai lygus 90° , planeta praslinks žvaigždės diską per visą jos skersmenį. Kitais atvejais planetos tranzitas vyks išilgai stygos, kurios centras yra bR_s nuotolyje nuo žvaigždės disko centro, kaip parodyta diagramoje žemiau. Žvaigždės spindesys prieš arba po tranzito yra normuojamas į 1. Maksimalus spindesio sumažėjimas tranzito metu yra lygus Δ .

Tranzito svarbūs taškai yra pirmas, antras trečias ir ketvirtas kontaktai, kurių padėtys atitinkamai pažymėtos diagramoje žemiau. Laiko intervalas tarp antro ir trečio kontaktų, t_F , kada planetos diskas pilnai užsikloja ant žvaigždės disko. Laiko intervalas tarp pirmo ir ketvirto kontaktų yra t_T . Šie taškai taip pat parodyti chematiškoje planetos orbitos diagramoje

Tranzito metode išmatuojami šie parametrai: P , t_T , t_F ir Δ .



(T12.3) Raskite, kokia ribinė i vertė, išreikšta per R_s ir, kad stebėtojas dar galėtų stebėti tranzitą. 2

(T12.4) Išreikškite Δ per R_s ir R_p . 1

(T12.5) Išreikškite t_T ir t_F per R_s , R_p , a , P ir b . 8

(T12.6) Tarkime, kad planetos orbita žymiai didesnė už žvaigždės spindulį. Įrodykite, kad parametras b lygus: 5

$$b = \left[1 + \Delta - 2\sqrt{\Delta} \frac{1 + \left(\frac{t_F}{t_T}\right)^2}{1 - \left(\frac{t_F}{t_T}\right)^2} \right]^{1/2}$$

(T12.7) Panaudokite dalies (T12.6) rezultatą, kad santykis a/R_s būtų išreikštas per išmatuojamus tranzito parametrus. 3

(T12.8) Panaudodami radialinių greičių metodą ir tranzito metodą apskaičiuokite vidutinį žvaigždės tankį $\rho_s \equiv \frac{M_s}{4\pi R_s^3/3}$ išreikštą per t_T , t_F , Δ ir P . 6

Uolinės ar dujinės planetos:

Panagrinėkime žvaigždės – planetos sistemą, kurios orbitos $i = 90^\circ$ (planetos apskritiminė orbita). Žvaigždės masė lygi $1.00M_\odot$. Tranzitų periodas P lygus 50.0 dienų, o pilna tranzito trukmė (t_T) lygi 1.00 val. Tranzito gylis (Δ) yra 0.0064. Ta pati sistema stebėta radialinių greičių metodu ir nustatyta, kad maksimalus radialinis greitis lygus 0.400 ms^{-1} .

(T12.9) Raskite planetos orbitinį spindulį a astronominiais vienetais ir metrais. 2

(T12.10) Raskite sistemos santykį t_F/t_T . 2

(T12.11) Raskite planetos masę M_p ir spindulį R_p išreikštus atitinkamai per Žemės masę (M_\oplus) ir spindulį (R_\oplus). Ar planeta panaši į uolinę planetą, ar į dujinę? Pažymėkite tai glausto atsakymo langelyje: ROCKY arba GASEOUS. 8

Tranzito šviesos kreivės su žvaigždės dėme ir disko patamsėjimu:

(T12.12) Panagrinėkime planetos tranzitą su $i = 90^\circ$. Žvaigždė ties pusiauju turi dėmę, kurios spindulys lygus planetos spinduliui, R_p . Žvaigždės sukimosi periodas $2P$. Nubrėžkite schematišką tranzito šviesos kreivės diagramą penkiems vienas paskui kitą sekantiems tranzitams (naudokite šabloną, pateiktą glausto atsakymo lape). Žvaigždės spindesys nesant tranzitui gali būti normuotas į vienetą. Planeta per pirmąjį tranzitą nesiekia žvaigždės dėmės, bet per antrąjį – jau pasiekia. 4

(T12.13) Uždavinyje buvo nagrinėjamas tolygiai šviečiantis žvaigždės diskas. Tačiau realių žvaigždžių diskai yra patamsėję link disko krašto. Nubraižykite schematišką tranzito šviesos kreivę šiam žvaigždės atvejui. 2