

(T1) Ճիշտ կամ սխալ

10 միավոր

Որոշեք թե հետևյալ արտահայտությունները ճիշտ են թե սխալ: Summary Answersheet ի համապատասխան հարցի տեղում նշեք ճիշտ պատասխանը (**True** կամ **False**): Այս հարցի համար պետք չէ հաշվարկ կամ բացատրություն:

(T1.1) Լիալուսնի ժամանակ, շատ մեծ էքսպոզիցիայով գիշերային երկինքի նկարի վրա, երկնքի գույնը կլինի կապույտ ինչպես կեսօրին:

(T1.2) Ինչ որ աստղագետ Բուրանեշվարում նշում է արևի դիրքը երկնքում ժամը 05:00 UT ամեն օր: Եթե Երկրի առանցքը լիներ ուղղահայաց իր՝ արևի շուրջ պտտման հարթությանը, այդ նշումներով տարված կորը կլիներ մեծ շրջանագծի աղեղ:

(T1.3) Եթե որևէ մարմնի պտման պարբերությունը արևի շուրջը ավելի քիչ է, քան Ուրանինը, ուրեմն նրա օրբիտան պիտի ամբողջովին գտնվի Ուրանի օրբիտայի ներսում:

(T1.4) Արեգակնային համակարգի զանգվածի կենտրոնը գտնվում է, գտնվել է և կգտնվի արևի ներսում:

(T1.5) Ֆոտոնը շարժվում է ազատ տիեզերքում: Նրա իմպուլսը փոքրանում է տիեզերքի ընդարձակման ընթացքում:

(T2) Գազերը Տիտանում

10 միավոր

Մոլորակի մթնոլորտում գազի մոլեկուլները ունեն արագությունների լայն բաշխում:

Եթե ինչ որ գազում մոլեկուլների միջին քառակուսային արագությունը գերազանցի մոլորակից հեռանալու արագության 1/6 մասը, գազի մեծ մասը կհեռանա մոլորակից:

Ինչի է հավասար միատոմ գազի այն մինիմալ ատոմական զանգվածը (հարաբերական ատոմական զանգված) A_{min} , որի դեպքում նա կմնա Տիտանի մթնոլորտում:

Տիտանի զանգվածը՝ $M_T = 1.23 \times 10^{23}$ kg, շառավիղը՝ $R_T = 2575$ km, մակերևույթի ջերմաստիճանը՝ $T_T = 93.7$ K.

(T3) Վաղ տիեզերք

10 միավոր

Կոսմոլոգիայից մենք գիտենք, որ տիեզերքում ճառագայթման էներգիայի խտությունը՝ ρ_r համեմատական է $(1+z)^4$ ին՝, իսկ մատերիայի էներգիայի խտությունը՝ ρ_m -ը՝ $(1+z)^3$ ին, որտեղ z -ը կարմիր շեղումն է: Ω -ն խտության անչափ պարամետր է, որը հավասար է՝ $\Omega = \rho/\rho_c$, որտեղ ρ_c -ն տիեզերքի էներգիայի կրիտիկական խտություն հաստատունն է: Ժամանակակից տիեզերքում ճառագայթման էներգիայի խտության համար այդ հարաբերությունը հավասար է՝ $\Omega_{r0} = 10^{-4}$, իսկ մատերիայի էներգիայի խտության համար $\Omega_{m0} = 0.3$:

(T3.1) Հաշվեք կարմիր շեղումը՝ z_e այն պահին, երբ որ ճառագայթման էներգիայի և մատերիայի էներգիայի խտությունները կլինեն հավասար:

(T3.1) Համարելով որ տիեզերքի ճառագայթումը սև մարմնի ճառագայթում է, իսկ հիմա ֆոնային ջերմաստիճանը հավասար է 2.732 K, գտեք ճառագայթման ջերմաստիճանը՝ T_e , երբ կարմիր շեղումը հավասար կլինի z_e -ի:

(T3.1) Գնահատեք միջին ֆոտոնի էներգիան E_ν (էլեկտրոն վոլտերով՝ eV), երբ կարմիր շեղումը հավասար լինի z_e -ի:

(T4) Ստվերներ

10 միավոր

Դիտորդը, գտնվելով հյուսիսային կիսագնդում, նկատեց, որ օրվա ընթացքում 1,000 m երկարությամբ ուղղահայաց ձողի ստվերը ունեցել է ամենաքիչը՝ 1,732 m, ամենաշատը՝ 5,671 m երկարություն:

Գտեք տեղանքի լայնությունը՝ ϕ , և այդ օրվա արևի հակումը՝ δ :

(T5) GMRT ճառագայթի անցումը

10 միավոր

GMRT -ն աշխարհի ամենամեծ ռադիո դիտակներից է մետրանոց տիրույթում և գտնվում է արևմտյան Հնդկաստանում (լայնությունը $19^\circ 6' N$, երկայնությունը $74^\circ 3' E$): GMRT -ն բաղկացած է 30 ավստեաձև անտենաներից, որոնցից ամեն մեկը ունի 45,0 m տրամագիծ: GMRT -ի մեկ անտենան ուղղված է կեսի, որի զենիթային հեռավորությունը հավասար է $39^\circ 42'$ և որը գտնվում է միջօրեականի հյուսիսային մասում այնպես, որ երբ ճառագայթման աղբյուրը անցնի միջօրեականը, նրա ռադիոճառագայթը կանցնի դիտակի անկյունային տեսանելիության տիրույթի տրամագծով:

Որն է անցման ժամանակը՝ T_{transit} , որի ժամանակ աղբյուրը գտնվում է GMRT -ի FWHM (մաքսիմումի կեսի լրիվ լայնություն) անկյունային տեսանելիության տիրույթի մեջ, երբ որ նայվում է 200 MHz հաճախությունը:

Հուշում. Ինչ որ հաճախության համար FWHM անկյունային տեսանելիության տիրույթի չափը հավասար է այդ հաճախությանը համապատասխան դիտակի անկյունային լուծողունակությանը համասեռ լուսավորվածության ժամանակ:

(T6) Ցեֆեիդի բարախումներ

20 միավոր

β Doradus աստղը փոփոխական ցեֆեիդ է 9,84 օր բարախման պարբերությամբ: Մենք համարում ենք որ աստղը ամենապայծառն է, երբ նա ամենասեխմվածն է (շառավիղը R_1), իսկ ամենաթույլը, երբ նա ամենամեծ վիճակում է (շառավիղը R_2): Համարել, որ աստղը միշտ պահպանում է սֆերիկ տեսք և միշտ ճառագայթում ինչպես սև մարմին: Աստղի բոլորմետրիկ աստղային մեծությունը փոխվում է 3,46 ից մինչև 4,08, իսկ ջերմային ճառագայթման ալիքի երկարությունը՝ 531.0 nm ից 649.1 nm: Դոպլերի էֆեկտից մենք գիտենք, որ բարախման ժամանակ աստղի մակերևույթը միջինում շարժվում է 12.8 km s^{-1} արագությամբ:

(T6.1) Գտեք աստղի ամենասեխմված և ամենամեծ վիճակների շառավիղների հարաբերությունը (R_1/R_2):

(T6.2) Գտեք աստղի ամենասեխմված և ամենամեծ վիճակների շառավիղները մետրերով (R_1 և R_2):

(T6.3) Հաշվեք աստղից մեզ հասած էներգիայի հոսքը միավոր մակերեսին F_2 , երբ աստղը ամենամեծն է:

(T6.4) Գտեք աստղի հեռավորությունը, D_{star} , պարսեկներով:

(T7) Դիտակի օպտիկա

20 միավոր

Ռեֆրակտոր դիտակի ֆոկուսային հարաբերությունը հավասար է $f/5$: Դիտակի ֆոկուսային հեռավորությունը հավասար է 100 cm, իսկ օկուլյարի ֆոկուսային հառավորությունը՝ 1 cm:

(T7.1) Ինչի է հավասար դիտակի խոշորացումը՝ **mo** և դիտակի երկարությունը՝ **Lo** (երկարությունը օբյեկտիվի և օկուլյարի միջև):

Մցնելով օբյեկտիվի և գլխավոր ֆոկուսի մեջ գոգավոր ոսպնյակ (Բառլոի լինգա), մենք կարող ենք մեծացնել խոշորացումը առանց դիտակի չափերի էական մեծացման: Հիմա մենք ունենք Բառլոի լինգա 1 cm ֆոկուսային հեռավորությամբ

(T7.2) Ինչպիսի հեռավորության՝ **db** վրա գլխավոր ֆոկուսի կետից պետք է դրվի Բառլոի լինգան, որպեսզի խոշորացումը մեծանա 2 անգամ

(T7.3) Որքան է այդ դեպքում դիտակի չափի մեծացումը՝ **ΔL**

Հիմա դիտակից հանած է օկուլյարը և Բառլոի լինգան, իսկ գլխավոր ֆոկուսի վրա դրված է CCD դետեկտոր: CCD ի մի պիքսելի չափը 10 μm է:

(T7.4) Քանի պիքսել կլինի երկու աստղի հեռավորությունը պիքսելներով՝ **np**, որոնց հեռավորությունը երկնքում 20'' (վայրկյան) է:

(T8) Ուլտրամանուշակագույն ֆոտոմետրիա

20 միավոր

Աստղը ունի $M_U = 15.0$ աստղային մեծություն U (ուլտրամանուշակագույն) տիրույթում: Մենք ունենք ուլտրամանուշակագույն տիրույթի իդեալական ֆիլտր, որը միայն թողում անցնել ճառագայթման տիրույթին, որի ալիքի երկարությունը 360 nm կենտրոնով է և որը ունի 80 nm լայնություն: Ընունեք, որ աստղը ունի հարթ սպեկտր: Ֆիլտրում կապը աստղային մեծության՝ m և էներգիայի հոսքի խտության՝ f (միավորը Janskies ներով, $Jy = 1 \times 10^{-26} \text{ W Hz}^{-1} \text{ m}^{-2}$) տրված է:

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

(T8.1) Մոտավորապես քանի **No** ֆոտոն կհասնի աստղից

ուլտրամանուշակագույն տիրույթում մթնոլորտից դուրս գտնվող մակերևույթի միավոր մակերեսին, միավոր ժամանակում:

Աստղը Երկրի մակերևույթից դիտվում է դիտակով՝ ուլտրամանուշակագույն ֆիլտրով, որի տրամագիծը 2.0 m է: Մթնոլորտային կլանումը ուլտրամանուշակագույն տիրույթում դիտման ժամանակ 50 % է: Դուք կարող եք համարել, որ տեսանելիությունը շատ լավ է: Ուլտրամանուշակագույն տիրույթում երկնքի մակերևույթի պայծառությունը 22.0 mag/arcsec² է:

(T8.2) Ինչքան է դիտակին վայրկյանում հասած ֆոտոնների քանակի հարաբերությունը՝ **R**-ը, աստղից և երկնքի 2'' տրամագծով մասից:

(T8.3) Իրական կյանքում միայն դիտակի վրա ընկած ֆոտոնների 20 % է

գրանցվում: Աստղից քանի ֆոտոն **N** է կգրանցվի մեր դիտակում մեկ վայրկյանում:

(T9) Մարսի Օրբիտայի Առաքելություն

20 միավոր

Հնդկաստանի Մարսի օրբիտա դուրս գալու առաքելությունն արբանյակը՝ MOM-ը, ուղեծիր է հանվել PSLV-ից 5 Նոյեմբերի 2013 ին: Չանգվածը արբանյակի 500 kg է, իսկ նրա վառելիքի զանգվածը 852 kg է: Սկզբից այն պտտվում էր Երկրի շուրջը էլիպսով, որի պերիհելիումը երկրի մակերեվույթից ուներ 264,1 կմ հեռավորություն, իսկ ապոհելիումը՝ 23903,6 km: 6 անգամ մեծացնելով իր օրբիտան, MOM -ը դուրս է բերվել Մարս մտնող օրբիտա:

Առաջին անգամ, սկզբնական օրբիտան մեծացնելու համար, օրբիտայի պերիհելիումում 41,6 վայրկյանով միացավ MOM ի շարժիչը և այդ ընթացքում նա ստացավ գումարային $1.73 \times 10^5 \text{ kg m s}^{-1}$ իմպուլս: Համարել, որ համակարգի զանգվածը չի փոխվում վառելիքի այրման ընթացքում:

(T9.1) Ինչքան կլինի ապոհելիումի նոր հեռավորությունը՝ h_a -ն Երկրի մակերեկվայթից, առաջին անգամ արբանյակի շարժիչը միանալուց հետո:

(T9.2) Գտեք նոր օրբիտայի էքսցենտրիսիտետը՝ e -ն և պարբերությունը՝ T ժամերով:

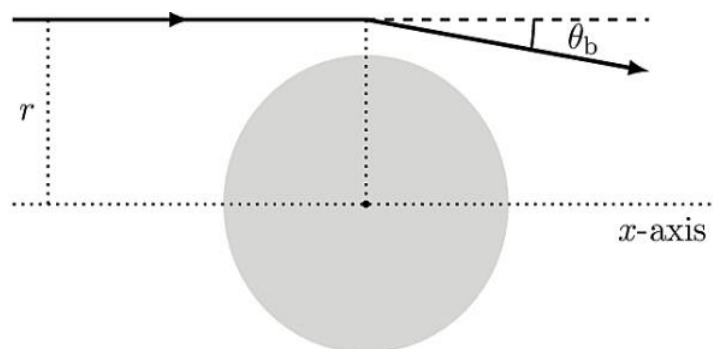
(T10) Գրավիտացիոն լինգվորմամբ դիտակ

20 միավոր

Էյնշտեյնի Ընդհանուր Հարաբերականության տեսությունը կանխատեսում է լույսի բեկումը շատ մեծ զանգվածով մարմնի մոտով անցնելիս: Պարզության համար մենք ենթադրում ենք, որ յուրաքանչյուր ճառագայթի համար լույսի բեկում տեղի է ունենում մեկ կետում՝ ինչպես ցույց է տրված նկարում: θ_b բեկման անկյունը տրվում է՝

$$\theta_b = 2R_{\text{sch}} / r$$

բանաձևով, որտեղ R_{sch} -ը գրավիտացիոն մարմնի Շվարշիլդի շառավիղն է, իսկ r -ը դա գուգահեռ եկող լույսի ճառագայթների հեռավորություն է կենտրոնով անցնող առանցքից (նշանակետային հեռավորություն) :



Այսպիսով, ծանր զանգվածով մարմինը դառնում է ֆոկուսացնող ոսպնյակ: Լույսի այն ճառագայթները, որոնք գալիս են անվերջ մեծ հեռավորությունից, անցնում մարմնի մոտով և ունեն նույն r նշանակետային հեռավորությունը, հավաքվում են առանցքի վրա մի կետում մարմնի կենտրոնից f_r հեռավորության վրա: Գրավիտացիոն ֆոկուսացման շնորհիվ այդ կետի դիտորդի համար տեղի կունենա ինտենսիվության մեծ ուժեղացում: Այս դեպքում մարմինը կօգտագործվի որպես Գրավիտացիոն Լինգա-Դիտակ՝ հեռավոր ազդանշանների ուժեղացման համար:

(T10.1) Եթե Արեգակը լինի գրավիտացնող դիտակ, աստղագիտական միավորներով ինչքան կլինի ամենակարճ հեռավորությունը արևի կենտրոնից f_{min} , որտեղ լույսի ճառագայթները կարող են ֆոկուսանալ:

(T10.2) Ունենք a շառավղով շրջանային դեղեկտոր, որը x առանցքից f_{min} հեռավորության վրա է և ուղղահայաց է այդ առանցքին: Միայն լույսի այն ճառագայթները, որոնք անցնում են Արևի շուրջը ճիշտ h (որտեղ $h \ll R_{\odot}$) լայնությամբ օղակով կհասնեն դեղեկտրին: Դեղեկտրի ուժեղացման գործակիցը որոշվում է դեղեկտրի վրա ընկած լույսի ինտենսիվությունների հարաբերությամբ՝ արևի առկայության և բացակայության դեպքում :

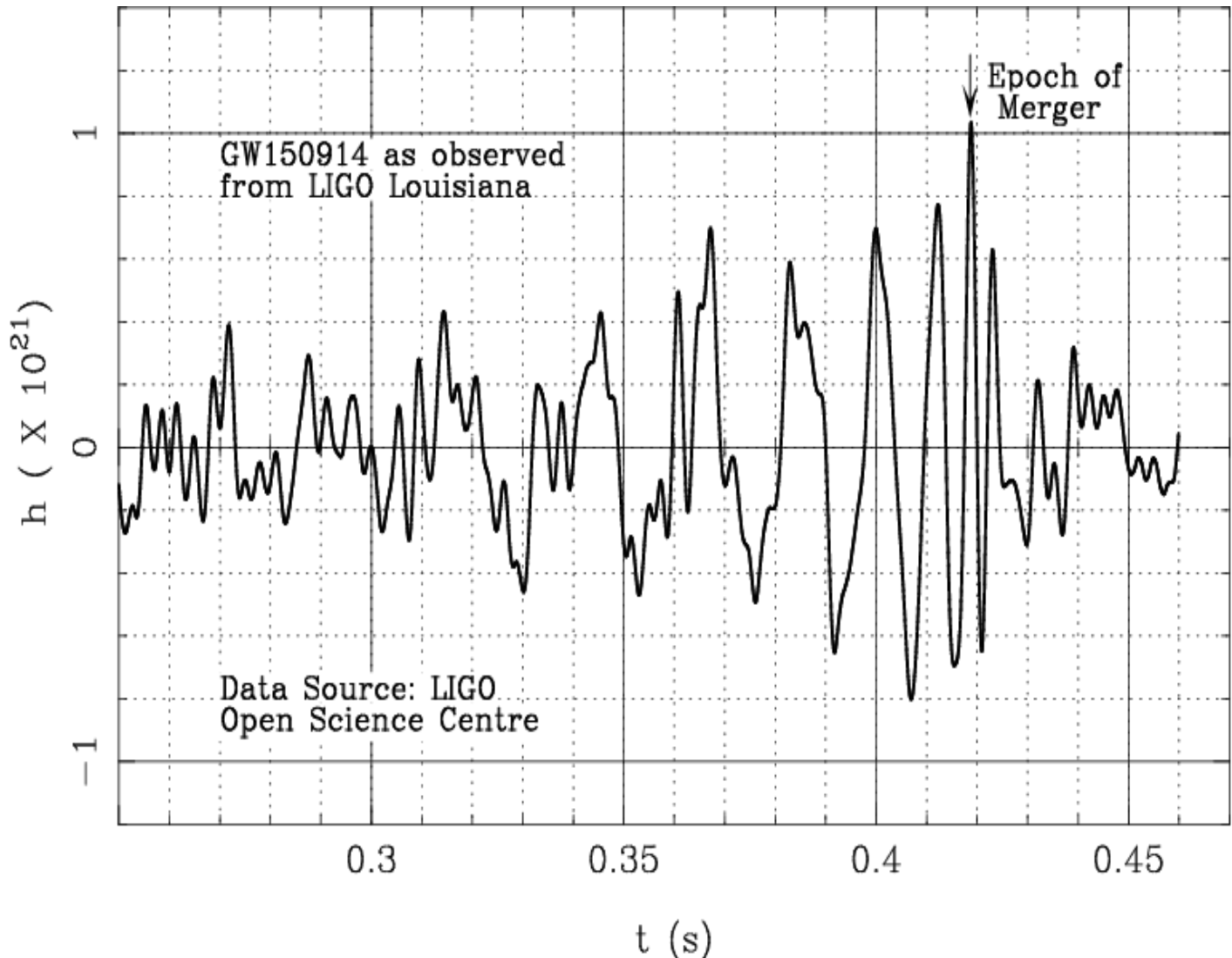
Արտահայտել դեդեկտորի ուժեղացման A_m գործակիցը R_\odot -ով և a -ով:
(T10.3) Ենթադրենք ունենք սֆերիկ զանգվածի բաշխումը, որը մութ նյութն է գալակտիկ կույտում: Այդ զանգվածի միջով կարող են անցնել լույսի ճառագայթները միաժամանակ գրավիտացիոն բեկվելով: Պարզության համար ենթադրենք ,որ գրավիտացիոն բեկումը r նշանակետային հեռավորությամբ անցնող լույսի համար տեղի է ունենում միայն r շառավղի ներսում գտնվող զանգվածի $M(r)$ -ի պատճառով:

Ինչպիսին պետք է լինի $M(r)$ զանգվածի բաշխումը, որպեսզի գրավիտացիոն լինզան (մութ նյութը գալակտիկ կույտի) իրեն պահի ինչպես իդեալական օպտիկական հավաքող լինզա:

(T11) Գրավիտացիոն ալիքներ

50 միավոր

2015 թվականի սեպտեմբերին առաջին անգամ գրավիտացիոն ալիքներ գրանցվեցին երկու շատ հզոր LIGO դետեկտորների շնորհիվ, որոնք գտնվում էին Հանֆորդում և Լիվինգստոնում: Տրված է չափումներից մեկի գրաֆիկը, որը համակարգը բնորոշող որևէ անչափ մեծության կախումն է ժամանակից: Այս խնդրում մենք գրավիտացիոն ալիքները կբացատրենք մի քանի մոդելներով, որտեղ փոքր m զանգվածով փորձնական մարմինը պտտվում է շատ մեծ զանգվածով մարմնի շուրջը M ($m \ll M$):



Փորձնական մարմինը գրավիտացիոն ալիքների ճառագայթման շնորհիվ կորցնում է էներգիա և մոտենում է կենտրոնական մարմնին՝ վերջում հասնելով նրա մակերևույթին, իսկ այն մոդելում, որտեղ կենտրոնական օբյեկտը սև անցք է, փորձնական մարմինը մոտենում է սև անցքի ISCO ին (սև անցքին ամենամոտ կայուն շրջանային ուղեծիր), որի շառավիղը՝ $R_{ISCO} = 3 R_{sch}$ (R_{sch} -ը դա սև անցքի Շվարցշիլդի շառավիղն է): Այդ ժամանակ մարմինները միախառնվում են և համակարգի գրավիտացիոն ալիքների ամպլիտուդան և հաճախությունն դառնում են ամենամեծը: Գրավիտացիոն ալիքների հաճախությունը միշտ երկու անգամ մեծ է ուղեծրային պտույտի հաճախությունից: Խնդրում մենք միայն կդիտարկենք գրավիտացիոն ալիքները մինչ միախառնումը, որտեղ դեռ կաշխատեն Կեպլերի օրենքները: Միախառնումից հետո գրավիտացիոն ալիքների տեսքը կտրուկ կփոխվեն:

(T11.1) Գրաֆիկից ստանալ մինչ միախառնումը պտտման պարբերությունը՝ T_0 և դրանից էլ գրավիտացիոն ալիքների հաճախությունը՝ f_0 :

M_{MS} զանգվածով և R_{MS} շառավիղով գլխավոր հաջորդականության (MS) աստղի համար շառավիղը կախված է զանգվածից այս օրենքով՝

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

որտեղ α	= 0.8	երբ $M_\odot < M_{MS}$
	= 1.0	երբ $0.08M_\odot \leq M_{MS} \leq M_\odot$

(T11.2) Առաջին մոդելում կենտրոնական օբյեկտը գլխավոր հաջորդականության աստղ է: Գտնել արտահայտություն գրավիտացիոն ալիքի ամենամեծ հնարավոր հաճախության՝ f_{MS} համար՝ կախված աստղի զանգվածից (արտահայտած M_{MS}/M_\odot հարաբերությամբ) և α ից:

(T11.3) Նախորդ խնդրի արդյունքը օգտագործելով, գտեք գրավիտացիոն ալիքի մաքսիմում հաճախությունը՝ f_{MSMax} , որը կլինի աստղի կոնկրետ ինչ որ զանգվածի արժեքի դեպքում: Գրեք այդ ժամանակ ինչի հավասար կլինի α -ն:

Սպիտակ թզուկները ունեն ամենաշատը $1.44 M_\odot$ (Չանդրեսակարի սահման) զանգված և զանգված - շառավիղ կապ՝ $R \propto M^{-1/3}$: Արեգակի զանգվածով սպիտակ թզուկի շառավիղը հավասար է 6000 km ի:

(T11.4) Գտեք գրավիտացիոն ալիքի մաքսիմում հնարավոր հաճախությունը՝ f_{WDMax} , որը կլինի մոդելում, որտեղ կենտրոնական մարմինը լինի սպիտակ թզուկ:

Նեյտրոնային աստղերը կոմպակտ օբյեկտներ են, որոնք ունեն 1 ից 3 արեգակնային զանգված և 10 ից 15 km շառավիղ:

(T11.5) Գտեք գրավիտացիոն ալիքների հաճախությունների տիրույթը՝ $f_{NS,min}$ և $f_{NS,max}$, եթե այս մոդելում փորձնական աստղը պտտվում է նեյտրոնային աստղի շուրջը՝ գրեթե դիպչելով նրա մակերեվույթին:

(T11.6) Այս մոդելում փորձնական մարմինը պտտվում է սև անցքի (BS) շուրջը: Գտնել գրավիտացիոն ալիքի ամենամեծ հնարավոր հաճախությունը՝ f_{BS} կախված սև անցքի զանգվածից (արտահայտած M_{BS}/M_\odot հարաբերությամբ):

(T11.7) Դուք չափեցիք տարբեր կենտրոնական մարմնի մոդելների դեպքում միախառնումից առաջ գրավիտացիոն ալիքների հաճախությունը: Պատասխանում նշեք, թե ինչ տիպի է կենտրոնական մարմինը փորձի տվյալների

հիման վրա (MS գլխավոր հաջորդականություն, WD սպիտակ թզուկ, NS նեյտրոնային աստղ, BH սև անցք) և գտեք նրա զանգվածը՝ M_{obj} արտահայտած արեգակի զանգվածով:

(T12) Էքզոմոլորակներ

50 միավոր

Նայեք ռուսերն տարբերակը: