Աստղագիտություն մարզային փուլ - 2023թ.
9-10-րդ դասարաններ – 180 րոպե
Առաջադրանքներ և լուծումներ

1. Երկնաքարերի պարսը պարաբոլական ուղեծրով, Արեգակից 1ա.մ. հեռավորության վրա շարժվում է ուղիղ Երկրին ընդառաջ և ուղղահայաց՝ Արեգակ—պարս շառավիղ վեկտորին: Երկրագնդի ինչ-որ կետում երկնաքարերի հոսքի ռադիանտը գտնվում է զենիթում : Որոշել նրանց տեսանելի անկյունային արագությունները հորիզոնի և $h = 45$ աստիճան բարձրության վրա, ընդունելով, որ երկնաքարերը գտնվում են Երկրի մակերևույթից $H = 100$կմ բարձրության վրա: Երկրի իր առանցքի շուրջ պտույտը, ձգողականության ուժի ազդեցությունը և մթնոլորտային ռեֆրակցիան հաշվի չառնել:

Լուծում

Երկրի ուղեծրային արագությունը հավասար է.

$$v_1 = \sqrt{\frac{GM}{a}} \approx 30 \quad \text{կմ/վ}$$

Խնդրի պայմաններից հետևում է, որ երկնաքարերի արևակենտրոն արագությունը հավասար է

$$v_2 = \sqrt{\frac{2GM}{a}} \approx 42 \quad \text{կմ/վ}$$

Հետևաբար, երկնաքարերի երկրակենտրոն արագությունը կազմում է $v = v_{1+}v_2 \approx \frac{72\text{կմ}}{\text{վ}}$: Բերված նկարից հեշտ է նկատել, որ h - մեծ արժեքների դեպքում արհամարելով Երկրի կորություն, այդ բարձրության վրա դիտվող երկնաքարի տանգենցիալ արագությունը հավասար է $vcosh$, իսկ հեռավորությունը՝

$$\frac{H}{vsinh}:$$

Այստեղից, անկյունային արագության համար կստացվի.

$$\omega = \frac{v\sin h\cos h}{H} = \frac{v\sin 2h}{2H}.$$

Հետևաբար, $h = 45°$ դեպքում կդիտվի առավելագույն անկյունային արագությունը, որը հավասար կլինի $\omega = 21°/\text{վրկ}$:

Հորիզոնի մոտ դիտվող երկնաքարի հեռավորությունը կլինի

$L=\sqrt{(R+H)^2-R^2}\approx\sqrt{2RH}=1130$ կմ, իսկ անկյունային արագությունը

$$\omega_{\text{H}}=\frac{v}{\sqrt{2RH}}$$

կամ

$\omega_{\text{H}}=3.7°$/վրկ։

Աստղագիտություն մարզային փուլ - 2023թ.
9-10-րդ դասարաններ – 180 րոպե
Առաջադրանքներ և լուծումներ

2. Արեգակի շուրջը շրջանաձև պտտվող թզուկ մոլորակներից մեկի վրա կառուցված աստղադիտարանից կատարում են ինչ որ աստղի դիտումներ: Այդ աստղը հեռավոր աստղերի նկատմամբ 200 տարվա ընթացքում գծում է շրջանագիծ $0.5''$ շառավղով: Գտնել այդ աստղի հեռավորությունը Արեգակնային համակարգից: Հայտնի է, որ աստղը չի հանդիսանում որևէ կրկնակի կամ բազմակի աստղային համակարգի անդամ:

Լուծում

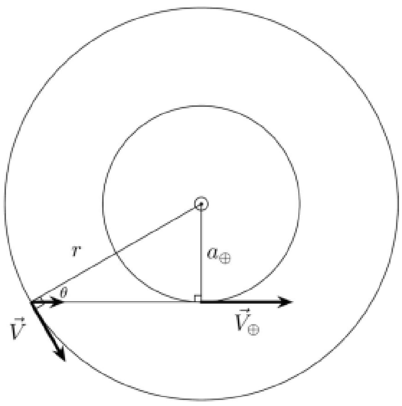
Խնդրի պայմաններից հետևում է, որ աստղի դիտվող տեղաշարժը պարալակտիկ բնույթ ունի՝ պայմանավորված մոլորակի շրջանագծային ուղեծրային շարժումով Արեգակի շուրջը $T = 200$ պարբերությամբ: Օգտվելով Կեպլերի 3-րդ օրենքից կարելի է որոշել մոլորակի ուղեծրի մեծ կիսաառանցքը (շառավիղը) $a = T^{2/3} = 34.2$ա.մ.: Վերհիշելով պարալաքսի սահմանումը, հեշտ է նկատել, որ որոնվող հեռավորությունը հավասար է 68.4 պկ:

Աստղագիտություն մարզային փուլ - 2023թ.
9-10-րդ դասարաններ – 180 րոպե
Առաջադրանքներ և լուծումներ

3. Առավելագույն արևելյան կվադրատուրայում գտնվելու պահին աստղակերպի տեսագծային արագությունը կազմում է 20 կմ/վ: Հաշվել աստղակերպի ուղեծրի շառավիղը՝ համարելով ուղեծիրը շրջանագծային և խավարածրի հարթության մեջ ընկած: Աստղակերպի և Երկրի պտտման ուղղությունները համընկնում են:

Աստղակերպի տեսագծային արագությունը դրական է, հետևաբար այն հեռանում է Երկրից: Տեսագծային արագության որոշման համար պետք է հաշվի առնել ինչպես աստղակերպի, այնպես էլ Երկրի տարածական արագությունների պրոյեկցիաները տեսագծի ուղղությամբ: Խնդրում տրված պահին Երկրի տարածական արագությունը ուղղված է տեսագծով, իսկ աստղակերպի դեպքում պետք է հաշվել արագության տեսագծային բաղադրիչը: Հետևաբար, աստղակերպի տեսագծային արագությունը հավասար է.

$V_r = V_\oplus - V cos(90° - \theta) = V_\oplus - V sin\theta$.



Հաշվի առնելով, որ $V = \sqrt{\frac{GM_\odot}{r}}$, $V = V_\oplus \cdot \sqrt{\frac{a_\oplus}{r}}$.

կստանանք $V_r = V_\oplus - V_\oplus \cdot \sqrt{\frac{a_\oplus}{r}} \cdot \frac{a_\oplus}{r} = V_\oplus \cdot \left(1 - \left(\frac{a_\oplus}{r}\right)^{3/2}\right)$

Կատարելով հետևյալ նշանակումը $\kappa = \sqrt{a_\oplus / r}$

կարելի է ստանալ $\frac{V_r}{V_\oplus} = 1 - \kappa^3$

որտեղից $\kappa = \sqrt[3]{1 - \frac{V_r}{V_\oplus}} = \sqrt[3]{1 - \frac{20}{30}} = 0.69$

Հետևաբար, որոնվող շառավիղը հավասար է

$$r = a_{\oplus} / \kappa^2 = 2.1 \text{ ա.մ.}$$

4. Հեռավոր մի աստղի մոտ, որի շառավիղը՝ $R = 2R_{\odot}$, հայտնաբերվել է մոլորակային համակարգ: Այն բաղկացած է մայր աստղին մոտ գտնվող երեք մոլորակից՝ $R_1 = 2R_{Յ}$, $R_2 = 1.4R_{Յ}$, $R_3 = 1.5\, R_{Ն}$ շառավիղներով (որտեղ $R_{Յ}$ և $R_{Ն}$ Յուպիտերի և Նեպտունի շառավիղներն են): Առավելագույնը քանի՞ աստղային մեծությունով կարող է ընկնել աստղի պայծառությունը հեռավոր դիտողի համար, ով գտնվում է մոլորակների ուղեծրերի հարթության մեջ:

Լուծում

Ակնհայտ է, որ աստղի պայծառության առավելագույն անկումը կդիտվի այն պահին, երբ երեք մոլորակները կդիտվեն աստղի սկավառակի վրա, առանց վերածածկելու միմյանց: Օգտվելով պայծառություն-շառավիղ առնչությունից և Պոգսոնի բանաձևից, կստանանք

$$\frac{I}{I_{\odot}} = \frac{R^2 - R_1^2 - R_2^2 - R_3^2}{R^2} = \frac{4R_{\odot}^2 - 4R_{ю}^2 - 1.96R_{ю}^2 - 1.25R_{н}^2}{4R_{\odot}^2} = 0.984.$$

$$\Delta m = -2.5\lg\frac{I}{I_{\odot}} = 0.018.$$

5. Մոլորակը պտտվում է աստղի շուրջը շրջանագծային ուղեծրով 10 տարի պարբերությամբ, իսկ մոլորակի երկնքում աստղի տրամագիծը 10 անկյունային րոպե է: Գտնել աստղի միջին խտությունը:

Ունենք հետևյալ առնչությունները

$$T = \frac{2\pi L}{v} = \frac{2\pi L^{3/2}}{\sqrt{GM}}.$$

$$T = \frac{4\sqrt{2}\pi R^{3/2}}{\delta^{3/2}\sqrt{4\pi G\rho R^3/3}} = \frac{2\sqrt{6\pi}}{\delta^{3/2}\sqrt{G\rho}}.$$

որտեղ T-ն մոլորակի պտտման պարբերությունն է, L-ը մոլորակի ուղեծրի շառավիղը, v - մոլորակի ուղեծրային արագությունը, M-ը աստղի զանգվածը, R-ը աստղի շառավիղը, G-ն գրավիտացիոն հաստատունը, δ - աստղի անկյունային տրամագիծը: Այստեղից՝

$$\rho = \frac{24\pi}{GT^2\delta^3} = 470 \text{ կգ/մ}^3$$