

16-§. GIGANT SAYYORALAR

Tayanch ibora (kalit so'z)lar: Yupiter, masofa, eksentrisitet, o'lcham, sutka, yil, erkin tushish tezlanishi, tezlik, harorat, tabiiy yo'ldosh, Galiley, Io, Ganimed, Yevropa, Kallisto, Saturn, Zuhayl, halqa, Titan, Uran, Gershel, Shekspir, Dezdemonna, Djulyetta, Neptun, sayyora, Galle, radius, diametr, orbita, orbital tezlik, uzunlik, massa, hajm, Nereida, Triton, kosmik tezlik, radius, diametr, zichlik, aylanish davri.

Yupiter sayyorasi. Quyosh sistemasidagi eng ulkan sayyora hisoblangan Yupiter (Sharqda Mushtariy deb atashadi) Quyoshga yaqinligi jihatdan beshinchi sayyora hisoblaniladi.



Yupiter Quyoshdan quyidagi uzoqlikda joylashgan:

$$l_{\text{Quyosh,Yupiter}} = 778000000 \text{ km} = 5,186 \text{ astronomik birlik} \approx 5,2 \text{ a.b.}$$

Bu sayyora Quyoshga va bizning Yer sayyoramizga eng yaqin ulkan sayyoralardan biri bo'lib, boshqa ulkan sayyoralarga nisbatan yaxshi o'rganilgan.

U Quyosh atrofida ellips bo'ylab harakatlanadi. Harakat orbitasi aylanadan kam farq qiladi, eksentrisiteti boshqa sayyoralarga nisbatan kichiqdir:

$$e = 0,048$$

Sayyora massasi Yer massasidan 317,8 marta kattadir, ya'ni:

$$m_{Yupiter} = 317,8 \cdot m_{Yer} = 317,8 \cdot 6 \cdot 10^{24} \text{ kg} = 1,908 \cdot 10^{27} \text{ kg}$$

Boshqacha qilib aytganda, Quyosh sistemasida mavjud barcha sayyoralarning massasidan 2,5 marta kattadir.

Bunga asosan biz barcha sayyoralarning umumiy massasini topishimiz mumkin:

$$m_{barcha \text{ sayyoralar}} = 2,5 \cdot m_{Yupiter} = 2,5 \cdot 1,908 \cdot 10^{27} = 4,77 \cdot 10^{27} \text{ kg}$$

O'lchami (diametri) ham Yerning o'lchamidan 11,2 marta katta, ya'ni:

$$d_{Yupiter} = 142800 \text{ km}, \quad r_{Yupiter} = 71400 \text{ km}$$

Yupiter o'z o'qi atrofida tez aylanganligi sababli, uning siqiligi $\frac{1}{16}$ ga teng.

Bu sayyoraning ekvatorial va qutb radiuslari bir-biridan farq qilishini ko'rsatadi. Ekvatorial radius qutb radiusidan 1,07 martaga kattadir:

$$r_{ekvatorial} = 1,07 \cdot r_{Yupiter} = 1,07 \cdot 71400 \text{ km} = 76400 \text{ km}$$

Hajmi esa Yerning hajmidan 1310 marta kattadir, ya'ni:

$$V_{Yupiter} = 1310 \cdot V_{Yer} = 1310 \cdot 1,2083 \cdot 10^{12} \text{ km}^3 = 1,58 \cdot 10^{15} \text{ km}^3$$

Sayyoraning massasi juda katta bo'lganligi uchun undagi tortishish kuchi ham shuncha katta yoki Yerning tortishish kuchi tezlanishi (g_{Yer}) dan 2,67 marta kattadir:

$$g_{Yupiter} = 26,2 \frac{m}{s^2}$$

Erkin tushish tezlanishining qiymatiga asosan, Yerda og'irligi 800 N bo'lgan jism Yupiterda 2100 N ga teng bo'ladi.

Yupiter Quyosh atrofini har 11,86 Yer yilida bir marta to'la aylanib chiqadi. Demak, Yupiterda 1 yilning davomiyligi

$$T_{Yupiter} = 11,86 \text{ Yer yili} \approx 12 \text{ Yer yili}$$

Yupiterning Yerga nisbatan Quyoshdan uzoqda joylashganligi uchun uning orbital tezligi yanada kichik bo'ladi:

$$v_{or} = 13,1 \frac{km}{s}$$

Bu qiymatni biz quyidagicha ham topishimiz mumkin:

Orbita radiusi, ya'ni sayyoradan Quyoshgacha bo'lgan masofa

$$r_{or} = 778000000 \text{ km}$$

Orbitaning uzunligi

$$l = 2 \cdot \pi \cdot r = 4886000000 \text{ km}$$

Demak, Yupiter Quyosh atrofini bir marta to'la aylanib chiqishi uchun 4 mlrd 886 mln km masofani bosib o'tadi.

Bundan,

$$v_{or} = \frac{l}{T} = \frac{4886000000 \text{ km}}{12_{Yer \text{ yili}}} = \frac{4886000000 \text{ km}}{12 \cdot 365 \cdot 86400 \text{ s}} = 13,1 \frac{km}{s}$$

Radiolakatsion kuzatishlar ko'rsatadiki, Yupiter o'z o'qi atrofida juda tez aylanadi. O'z o'qi atrofida 1 marta to'la aylanish davri, ya'ni 1 Yupiter sutkasining davomiyligi

$$t = 9 \text{ soat } 50 \text{ min } 40 \text{ s}$$

Yupiter Quyosh sistemasidagi sayyoralar ichida sutka davomiyligi eng kichik, ya'ni o'z o'qi atrofida eng tez aylanadigan sayyoradir.

Aylanish o'qining orbita tekisligiga og'maligi juda kichik, ya'ni $3,1^\circ$ atrofida.

Demak, aylanish o'qi orbita tekisligiga deyarli tik. Shuning uchun, Yupiterda yil fasllarining almashinishi kuzatilmaydi.

Sayyoraning o'rtacha zichligi Yer o'rtacha zichligidan 4,1 marta kichiqdir, ya'ni

$$\rho_{Yupiter} = \frac{\rho_{Yer}}{4,1} = \frac{5500 \frac{kg}{m^3}}{4,1} = 1330 \frac{kg}{m^3} = 1,33 \frac{g}{cm^3}$$

Yupiterning massasi juda katta bo'lganligi uchun, u qalin atmosfera qatlami bilan qoplangan. Atmosferaning qalinligi albatta sayyora tortishish kuchining kattaligi bilan ifodalaniladi. Atmosferasining asosiy tarkibini molekulyar holdagi vodorod (H_2 , 74%) tashkil etib, unda metan (CH_4 , 5%), geliy (He , 20%) va ammiak (NH_3) ham uchraydi.

Sayyora Yer sayyorasi Quyoshdan olayotgan issiqlikdan 27 marta kam bo'lgan Quyosh issiqligini qabul qiladi. Bunga asosiy sabab, sayyoraning Quyoshdan uzoqligi bilan baholanadi.

Sayyorada o'rtacha yillik harorat $-145^\circ C$ ni tashkil etadi. Sayyora Quyoshdan kelayotgan yorug'likni xuddi Yer singari 55% yutib, 45% qaytaradi.

Olingan ma'lumotlarga ko'ra, sayyoradagi atmosfera izlari 6000 km balandlikkacha cho'zilgan.

Sayyoraning ichki qatlamlarida harorat chuqurlik oshishi bilan oshib boradi.

Masalan, 24000 km chuqurlikda 11000°C, 66000 km chuqurlikda 25000°C, yadroda esa 30000°C ni tashkil etadi. Sayyora yadrosi asosan, suyuq fazadagi vodorod va geliydan iborat. Yadroning diametri 9000÷10000 km dan oshmaydi. Yadrodagı bosim esa $8 \cdot 10^7$ atm. ga teng.

Yuqoridagi berilganlarga asoslanib, biz sayyora uchun kosmik tezliklarni ham topishimiz mumkin:

$$v_I = \sqrt{g \cdot R} = \sqrt{26,1 \frac{m}{s^2} \cdot 71400000 m} = 43100 \frac{m}{s} \approx 43,1 \frac{km}{s}$$

$$v_{II} = \sqrt{2 \cdot g \cdot R} = \sqrt{2 \cdot 26,1 \frac{m}{s^2} \cdot 71400000 m} = 60800 \frac{m}{s} \approx 60,8 \frac{km}{s}$$

Bizning Yer sayyoramizdan Yupiterga borish uchun kosmik kemaning minimal tezligi $14,22 \frac{km}{s}$ bo'lishi kerak.

Agar Yerdan Yupitergacha bo'lgan masofaning $628 \cdot 10^6$ km ekanligini e'tiborga olsak, kosmik kema $14,22 \frac{km}{s}$ tezlikda 1 sutkada 1228608 km masofani bosib o'tadi va 511 sutkada yoki 1,4 yilda sayyoraga yetib boradi.

Yupiterda magnit maydon mavjud va uning kattaligi Yer magnit maydonidan 50 marta kuchlidir:

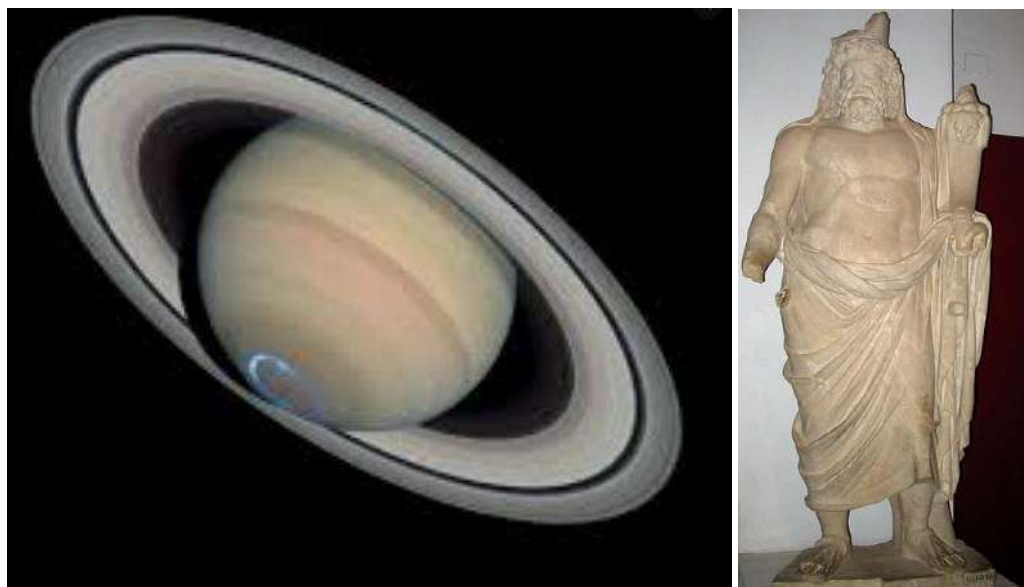
$$B_{Yupiter} = 50 \cdot B_{Yer} = 50 \cdot 5 \cdot 10^{-5} Tl = 2,5 \cdot 10^{-3} Tl$$

Yupiter magnitosferasi $6 \cdot 10^6$ km gacha cho'zilgan yoki 80 Yupiter radiusiga teng.

Sayyoraning tabiiy yo'ldoshlari soni 17 (35) ta. Yupiterning to'rtta eng katta tabiiy yo'ldoshlari 1610 yilda Galileo Galiley tomonidan o'zi yasagan teleskop yordamida kashf etilgan. Bular: Io, Ganimed, Yevropa, Kallisto.

Odatda bu tabiiy yo'ldoshlar "Galiley yo'ldoshlari" deb ham yuritiladi. Bu tabiiy yo'ldoshlar ichida Ganimed eng kattasi hisoblanilib, uning diametri Oy diamteridan 1,5 marta kattadir, ya'ni 5260 km ni tashkil etadi. Barcha sayyoralar tabiiy yo'ldoshlar to'g'risidagi fizik ma'lumotlar alohida ilovada keltirilgan.

Saturn sayyorasi. Quyosh sistemasidagi ulkan sayyoralardan biri hisoblangan Saturn (Sharqda Zuhayl deb atashadi) Quyoshga yaqinligi jihatdan oltinchi sayyora hisoblaniladi va oddiy ko'z bilan ko'rish mumkin bo'lgan oxirgi sayyoradir.



Saturn Quyoshdan quyidagi uzoqlikda joylashgan:

$$l_{\text{Quyosh, Saturn}} = 1426000000 \text{ km} = 9,5 \text{ astronomik birlik} \approx 9,5 \text{ a.b.}$$

Saturn Quyosh atrofida ellips bo'ylab harakatlanadi. Harakat orbitasi aylanadan kam farq qiladi, eksentrisiteti boshqa sayyoralarga nisbatan kichiqdir:

$$e = 0,0558$$

Sayyora massasi Yer massasidan 95 marta kattadir, ya'ni:

$$m_{\text{Saturn}} = 95 \cdot m_{\text{Yer}} = 95 \cdot 6 \cdot 10^{24} \text{ kg} = 5,7 \cdot 10^{26} \text{ kg}$$

Boshqacha qilib aytganda, Quyosh sistemasida mavjud barcha sayyoralar massasidan 8,25 marta kichiqdir.

O'lchami (diametri) ham Yerning o'lchamidan 9,5 marta katta, ya'ni:

$$d_{Saturn} = 120800 \text{ km}, \quad r_{Saturn} = 60400 \text{ km}$$

Saturn o'z o'qi atrofida tez aylanganligi sababli, uning siqirligi $\frac{1}{10}$ ga teng.

Bu sayyoraning ekvatorial va qutb radiuslari bir-biridan farq qilishini ko'rsatadi. Ekvatorial radius Yer radiusidan 9,5 marta, qutb radiusi esa 8,5 marta kattadir:

$$r_{qutb} = 8,5 \cdot r_{Yer} = 8,5 \cdot 6371 \text{ km} = 54150 \text{ km}$$

Hajmi esa Yerning hajmidan 750 marta kattadir, ya'ni:

$$V_{Saturn} = 750 \cdot V_{Yer} = 750 \cdot 1,2083 \cdot 10^{12} \text{ km}^3 = 0,906 \cdot 10^{15} \text{ km}^3$$

Sayyoraning massasi juda katta bo'lganligi uchun undagi tortishish kuchi ham shuncha katta yoki Yerning tortishish kuchi tezlanishi (g_{Yer}) dan 1,15 marta kattadir:

$$g_{Saturn} = 11,3 \frac{m}{s^2}$$

Erkin tushish tezlanishining qiymatiga asosan, Yerda og'irligi 800 N bo'lgan jism Saturnda 900 N ga teng bo'ladi.

Saturn Quyosh atrofini har 29,5 Yer yili (aniqrog'i 29 yil 5 oy 16 sutka) da bir marta to'la aylanib chiqadi. Demak, Saturnda 1 yilning davomiyligi

$$T_{Saturn} = 29 \text{ Yer yili } 5 \text{ oy } 16 \text{ sutka} \approx 29,5 \text{ Yer yili}$$

Saturnning Yupiterga nisbatan Quyoshdan uzoqda joylashganligi uchun uning orbital tezligi yanada kichik bo'ladi:

$$v_{or} = 9,6 \frac{km}{s}$$

Bu qiymatni biz quyidagicha ham topishimiz mumkin:

Orbita radiusi, ya'ni sayyoradan Quyoshgacha bo'lgan masofa

$$r_{or} = 1426000000 \text{ km}$$

Orbitaning uzunligi

$$l = 2 \cdot \pi \cdot r = 8955300000 \text{ km}$$

Demak, Saturn Quyosh atrofini bir marta to'la aylanib chiqishi uchun 8 mlrd 955 mln. 300 ming km masofani bosib o'tadi.

Bundan,

$$v_{or} = \frac{l}{T} = \frac{8955300000 \text{ km}}{29,5_{Yer \text{ yili}}} = \frac{8955300000 \text{ km}}{29,5 \cdot 365 \cdot 86400 \text{ s}} = 9,6 \frac{km}{s}$$

Radiolakatsion kuzatishlar ko'rsatadiki, Saturn o'z o'qi atrofida juda tez aylanadi. O'z o'qi atrofida 1 marta to'la aylanish davri, ya'ni 1 Saturn sutkasining davomiyligi

$$t = 10 \text{ soat } 14 \text{ min } ut$$

Aylanish o'qining orbita tekisligiga og'maligi juda kichik, ya'ni $26,5^\circ$ atrofida. Shuning uchun Saturnda yil fasllarining almashinishi kuzatiladi.

Sayyoraning o'rtacha zichligi Yer o'rtacha zichligidan 8 marta kichiqdir, ya'ni

$$\rho_{Saturn} = \frac{\rho_{Yer}}{8} = \frac{5500 \frac{kg}{m^3}}{8} = 690 \frac{kg}{m^3} = 0,69 \frac{g}{sm^3}$$

Saturnning massasi juda katta bo'lganligi uchun, u qalin atmosfera qatlami bilan qoplangan. Atmosferasi tarkibi xuddi Yupiter sayyorasinikidek, ya'ni

molekulyar holdagi vodorod (H_2 , 74%) tashkil etib, unda metan (CH_4 , 5%), geliy (He, 20%) va ammiak (NH_3) ham uchraydi.

Sayyora Yer sayyorasi Quyoshdan olayotgan issiqlikdan 92 marta kam bo'lgan Quyosh issiqligini qabul qiladi. Bunga asosiy sabab, sayyoraning Quyoshdan uzoqligi bilan baholanadi. Sayyorada o'rtacha yillik harorat $-180^{\circ}C$ ni tashkil etadi. Bu sayyora ham xuddi Yupiter va Yer kabi Quyoshdan kelayotgan yorug'likning 55% ini yutib, 45% ini qaytaradi.

Sayyoraning ichki qatlamlarida harorat chuqurlik oshishi bilan sekin oshib boradi.

Masalan, sayyora radiusining yarmiga teng bo'lgan chuqurlikda harorat $10000^{\circ}C$ ni, bosim esa $3 \cdot 10^6$ atm. ni tashkil etadi. Sayyora radiusining 0,7-0,8 qismiga teng bo'lgan chuqurlikda vodorodning metall fazadagi qatlami boshlanadi va bu qatlam pastida yadro joylashgan. Yadroning massasi Yer massasidan 9 marta katta yoki butun Saturn massasining 0,1 qismini tashkil etadi.

Yuqoridagi berilganlarga asoslanib, biz sayyora uchun kosmik tezliklarni ham topishimiz mumkin:

$$v_I = \sqrt{g \cdot R} = \sqrt{11,3 \frac{m}{s^2} \cdot 60400000 m} = 26125 \frac{m}{s} \approx 26,1 \frac{km}{s}$$

$$v_{II} = \sqrt{2 \cdot g \cdot R} = \sqrt{2 \cdot 11,3 \frac{m}{s^2} \cdot 60400000 m} = 36836 \frac{m}{s} \approx 36,8 \frac{km}{s}$$

Bizning Yer sayyoramizdan Saturnga borish uchun kosmik kemandi minimal tezligi $15,19 \frac{km}{s}$ bo'lishi kerak.

Agar Yerdan Saturngacha bo'lgan masofaning $1276 \cdot 10^6$ km ekanligini e'tiborga olsak, kosmik kema $15,19 \frac{km}{s}$ tezlikda 1 sutkada 1312416 km masofani bosib o'tadi va 972,56 sutkada yoki 2,66 yilda sayyoraga yetib boradi.

Saturnda magnit maydon mavjud va uning kattaligi Yupiter magnit maydonidan kichiqdir.

Saturn halqali sayyora hisoblaniladi. Saturn halqalarini birinchi marta 1656-yilda golland fizigi X.Gyuygens tomonidan kashf etilgan.

Sayyoraning tabiiy yo'ldoshlari soni 17 (39) ta. Saturnning tabiiy yo'ldoshlar ichida Titan eng kattasi hisoblanilib, uning diametri Oy diamteridan 1,5 marta kattadir, ya'ni 5150 km ni tashkil etadi. Barcha sayyoralar tabiiy yo'ldoshlar to'g'risidagi fizik ma'lumotlar alohida ilovada keltirilgan.

Uran sayyorasi. Quyosh sistemasidagi ulkan sayyoralardan biri hisoblangan Uran Quyoshga yaqinligi jihatdan yettinchi sayyora hisoblaniladi. Uran qurollanmagan ko'z bilan ko'rish mumkin bo'lmagan birinchi sayyora va uni faqatgina optik asboblarni yordamida ko'rish mumkin.



Sayyora 1781-yil astronom V.Gershel tomonidan kashf etilgan. Uran Quyoshdan quyidagi uzoqlikda joylashgan:

$$l_{Quyosh,Uran} = 2871000000 \text{ km} = 19,14 \text{ astronomik birlik} \approx 19,1 \text{ a.b.}$$

Uran Quyosh atrofida ellips bo'ylab harakatlanadi. Harakat orbitasi aylanadan kam farq qiladi, eksentrisiteti boshqa sayyoralarga nisbatan kichiqdir:

$$e = 0,0471$$

Sayyora massasi Yer massasidan 14,6 marta kattadir, ya'ni:

$$m_{Uran} = 14,6 \cdot m_{Yer} = 14,6 \cdot 6 \cdot 10^{24} \text{ kg} = 87,6 \cdot 10^{24} \text{ kg}$$

O'lchami (diametri) ham Yerning o'lchamidan 4 marta katta, ya'ni:

$$d_{Uran} = 49600 \text{ km}, \quad r_{Uran} = 24800 \text{ km}$$

Hajmi esa Yerning hajmidan 57 marta kattadir, ya'ni:

$$V_{Uran} = 57 \cdot V_{Yer} = 57 \cdot 1,2083 \cdot 10^{12} \text{ km}^3 = 0,689 \cdot 10^{14} \text{ km}^3$$

Sayyoraning massasi yetarlicha katta bo'lganligi uchun undagi tortishish kuchi ham shuncha katta yoki Yerning tortishish kuchi tezlanishi (g_{Yer}) ga teng:

$$g_{Uran} = 9,62 \frac{m}{s^2}$$

Erkin tushish tezlanishining qiymatiga asosan, Yerda og'irligi 800 N bo'lgan jism Uranda 780 N ga teng bo'ladi.

Uran Quyosh atrofini har 84,1 Yer yilida bir marta to'la aylanib chiqadi. Demak, Uranda 1 yilning davomiyligi

$$T_{Uran} = 84,1 \text{ Yer yili} \approx 84 \text{ Yer yili}$$

Uranning Saturnga nisbatan Quyoshdan uzoqda joylashganligi uchun uning orbital tezligi yanada kichik bo'ladi:

$$v_{or} = 6,8 \frac{km}{s}$$

Bu qiymatni biz quyidagicha ham topishimiz mumkin:

Orbita radiusi, ya'ni sayyoradan Quyoshgacha bo'lgan masofa

$$r_{or} = 2871000000 \text{ km}$$

Orbitaning uzunligi

$$l = 2 \cdot \pi \cdot r = 18029000000 \text{ km}$$

Demak, Uran Quyosh atrofini bir marta to'la aylanib chiqishi uchun 18 milliard 29 million kilometr masofani bosib o'tadi.

Bundan,

$$v_{or} = \frac{l}{T} = \frac{18029000000 \text{ km}}{84,1_{Yer \text{ yili}}} = \frac{18029000000 \text{ km}}{84,1 \cdot 365 \cdot 86400 \text{ s}} = 6,8 \frac{\text{km}}{\text{s}}$$

Radiolakatsion kuzatishlar ko'rsatadiki, Uran o'z o'qi atrofida juda tez aylanadi. O'z o'qi atrofida 1 marta to'la aylanish davri, ya'ni 1 Uran sutkasining davomiyligi

$$t = 16 \text{ soat } 48 \text{ min ut}$$

Aylanish o'qining orbita tekisligiga og'maligi juda kichik, ya'ni $82,5^\circ$ atrofida. Bu Uranning orbitada yonboshlab aylanishini ko'rsatadi.

Sayyoraning o'rtacha zichligi Yer o'rtacha zichligidan 3,5 marta kichiqdir, ya'ni

$$\rho_{Uran} = \frac{\rho_{Yer}}{3,5} = \frac{5500 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}}{3,5} = 1600 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 1,6 \frac{\text{g}}{\text{sm}^3}$$

Uranning massasi juda katta bo'lganligi uchun, u qalin atmosfera qatlami bilan qoplangan. Atmosferasi tarkibi xuddi Yupiter va Saturn sayyoralarinikidek, ya'ni molekulyar holdagi vodorod (H_2 , 50%) tashkil etib, unda metan (CH_4 , 20%), geliy (He, 15%) va ammiak (NH_3 , 5%) ham uchraydi.

Sayyorada o'rtacha yillik harorat 73°K ni tashkil etadi. Sayyora atmosferasida metanning ko'pligi uchun Quyosh nuri tushganda, atmosferaga yashil tus beradi. Shuning uchun bu sayyora "Yashil sayyora" deb ham yuritiladi.

Yuqoridagi berilganlarga asoslanib, biz sayyora uchun kosmik tezliklarni ham topishimiz mumkin:

$$v_I = \sqrt{g \cdot R} = \sqrt{9,6 \frac{m}{s^2} \cdot 24800000 m} = 15430 \frac{m}{s} \approx 15,4 \frac{km}{s}$$

$$v_{II} = \sqrt{2 \cdot g \cdot R} = \sqrt{2 \cdot 9,6 \frac{m}{s^2} \cdot 24800000 m} = 21756 \frac{m}{s} \approx 21,8 \frac{km}{s}$$

Bizning Yer sayyoramizdan Uranga borish uchun kosmik kemaning minimal tezligi $15,88 \frac{km}{s}$ bo'lishi kerak.

Agar Yerdan Urangacha bo'lgan masofaning $2,721 \cdot 10^9$ km ekanligini e'tiborga olsak, kosmik kema $15,88 \frac{km}{s}$ tezlikda 1 sutkada 1372000 kilometr masofani bosib o'tadi va 1983,2 sutkada yoki 5,43 yilda sayyoraga yetib boradi.

Uran ham Saturn kabi halqali sayyora hisoblaniladi. Uran halqalari birinchi marta 1977-yilda AQSH ning "Voyajer" avtomatik stansiyasi tomonidan kashf etilgan. Uranda hammasi bo'lib 10 ta halqa topilgan. Eng katta halqaning kengligi 70 km, qolganlari 2-5 km atrofida. Halqalarning qalinligi 1 km dan oshmaydi va ular chang va qattiq zarrachalardan tashkil topgan.

Uran sayyorasi o'zining magnit maydoniga ega. Magnit maydoni Yer magnit maydonidan 1,2 marta kuchsiz, ya'ni

$$B_{Uran} = \frac{B_{Yer}}{1,2} = \frac{5 \cdot 10^{-5} Tl}{1,2} = 4,2 \cdot 10^{-5} Tl$$

Magnit maydoni 18 sayyora radiusiga teng masofada, ya'ni 457000 km gacha cho'zilgan.

Sayyoraning tabiiy yo'ldoshlari soni 15 (21) ta. Xalqaro kelishuvga muvofiq barcha tabiiy yo'ldoshlarga Shekspir asarlarining qahramonlari nomi berilgan.

Barcha sayyoralar tabiiy yo'ldoshlar to'g'risidagi fizik ma'lumotlar alohida ilovada keltirilgan.

Neptun sayyorasi. Quyosh sistemasidagi ulkan sayyoralardan biri hisoblangan va oxirgisi Neptundur. Neptun odatda qalam uchida topilgan sayyora deb ham yuritiladi. Bu sayyoraga dengiz va okeanlar xudosi nomi berilgan.



Sayyora 1846-yilda Berlin observatoriyasining astronomi Gelle tomonidan kashf etilgan. Neptun Quyoshdan quyidagi uzoqlikda joylashgan:

$$l_{\text{Quyosh, Neptun}} = 4499000000 \text{ km} = 29,99 \text{ astronomik birlik} \approx 30 \text{ a.b.}$$

Neptun Quyosh atrofida ellips bo'ylab harakatlanadi. Harakat orbitasi aylanadan kam farq qiladi, eksentrisiteti boshqa sayyoralarga nisbatan juda kichiqdir:

$$e = 0,0085$$

Sayyora massasi Yer massasidan 17,2 marta kattadir, ya'ni:

$$m_{\text{Neptun}} = 17,2 \cdot m_{\text{Yer}} = 17,2 \cdot 6 \cdot 10^{24} \text{ kg} = 103,2 \cdot 10^{24} \text{ kg}$$

O'lchami (diametri) ham Yerning o'lchamidan 4 marta katta, ya'ni:

$$d_{Neptun} = 50100 \text{ km}, \quad r_{Neptun} = 25050 \text{ km}$$

Hajmi esa Yerning hajmidan 60 marta kattadir, ya'ni:

$$V_{Neptun} = 60 \cdot V_{Yer} = 60 \cdot 1,2083 \cdot 10^{12} \text{ km}^3 = 72,5 \cdot 10^{12} \text{ km}^3$$

Sayyoraning massasi yetarlicha katta bo'lganligi uchun undagi tortishish kuchi ham shuncha katta yoki Yerning tortishish kuchi tezlanishi (g_{Yer}) dan 1,12

katta:

$$g_{Neptun} = 11 \frac{m}{s^2}$$

Erkin tushish tezlanishining qiymatiga asosan, Yerda og'irligi 800 N bo'lgan jism Neptunda 880 N ga teng bo'ladi.

Neptun Quyosh atrofini har 165 Yer yilida bir marta to'la aylanib chiqadi. Demak, Neptunda 1 yilning davomiyligi

$$T_{Neptun} = 164 \text{ Yer yili } 280 \text{ sutka} \approx 165 \text{ Yer yili}$$

Neptunning Uranga nisbatan Quyoshdan uzoqda joylashganligi uchun uning orbital tezligi yanada kichik bo'ladi:

$$v_{or} = 5,5 \frac{km}{s}$$

Bu qiymatni biz quyidagicha ham topishimiz mumkin:

Orbita radiusi, ya'ni sayyoradan Quyoshgacha bo'lgan masofa

$$r_{or} = 4499000000 \text{ km}$$

Orbitaning uzunligi

$$l = 2 \cdot \pi \cdot r = 28254000000 \text{ km}$$

Demak, Neptun Quyosh atrofini bir marta to'la aylanib chiqishi uchun 28 mlrd 254 mln km masofani bosib o'tadi.

Bundan,

$$v_{or} = \frac{l}{T} = \frac{28254000000 \text{ km}}{165_{\text{Yer yili}}} = \frac{28254000000 \text{ km}}{165 \cdot 365 \cdot 86400 \text{ s}} = 5,5 \frac{\text{km}}{\text{s}}$$

Radiolakatsion kuzatishlar ko'rsatadiki, Neptun o'z o'qi atrofida juda tez aylanadi. O'z o'qi atrofida 1 marta to'la aylanish davri, ya'ni 1 Neptun sutkasining davomiyligi

$$t = 15 \text{ soat } 48 \text{ min } ut$$

Sayyoraning o'rtacha zichligi Yer o'rtacha zichligidan 3,5 marta kichiqdir, ya'ni

$$\rho_{Neptun} = \frac{\rho_{Yer}}{3,5} = \frac{5500 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}}{3,5} = 1600 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 1,6 \frac{\text{g}}{\text{sm}^3}$$

Neptunning massasi juda katta bo'lganligi uchun, u qalin atmosfera qatlami bilan qoplangan va atmosferasi kimyoviy tarkibi xuddi Urannikidek.

Sayyorada o'rtacha yillik harorat -220°C ni tashkil etadi. Yuqoridagi berilganlarga asoslanib, biz sayyora uchun kosmik tezliklarni ham topishimiz mumkin:

$$v_I = \sqrt{g \cdot R} = \sqrt{11 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 25050000 \text{ m}} = 16599 \frac{\text{m}}{\text{s}} \approx 16,6 \frac{\text{km}}{\text{s}}$$

$$v_{II} = \sqrt{2 \cdot g \cdot R} = \sqrt{2 \cdot 11 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 25050000 \text{ m}} = 23405 \frac{\text{m}}{\text{s}} \approx 23,4 \frac{\text{km}}{\text{s}}$$

Bizning Yer sayyoramizdan Neptunga borish uchun kosmik kemandi minimal tezligi $16,14 \frac{\text{km}}{\text{s}}$ bo'lishi kerak.

Agar Yerdan Neptungacha bo'lgan masofaning $4349 \cdot 10^6 \text{ km}$ ekanligini e'tiborga olsak, kosmik kema $16,14 \frac{\text{km}}{\text{s}}$ tezlikda 1 sutkada 1394500 km masofani bosib o'tadi va 3118,88 sutkada yoki 8,54 yilda sayyoriga yetib boradi.

Sayyoraning tabiiy yo'ldoshlari soni 2 (8) ta. Neptunning birinchi va eng katta tabiiy yo'ldoshi Triton 1846 yilda astronom Lassel tomonidan aniqlangan. 1949 yilda uning ikkinchi tabiiy yo'ldoshi Nereida Koyper tomonidan topilgan. Barcha sayyoralar tabiiy yo'ldoshlar to'g'risidagi fizik ma'lumotlar alohida ilovada keltirilgan.

Sayyoralarning tabiiy yo'ldoshlari va ularning fizik parametrlari. Quyosh sistemasidagi faqat ikkita, ya'ni Merkuriy va Venera sayyorasining tabiiy yo'ldoshlari yo'q. Qolgan sayyoralar o'zlarining tabiiy yo'ldoshlariga ega. Ushbu jadvalda tabiiy yo'ldoshlarning fizik parametrlari keltirilgan:

Yo'ldosh nomi va ochilgan yili	Sayyoradan uzoqligi, ming km	Yo'ldosh radiusi, km	Massa, 10^{21} kg	O'rtacha zichlik, kg/m^3	Orbital aylanish davri, sutka
Yer yo'ldoshi					
Oy	384,4	1738	73,49	3340	27,32
Mars yo'ldoshlari					
Fobos, 1877	9,38	13,5·10,7·9,6	$1,26 \cdot 10^{-5}$	2200	0,319
Deymos, 1877	23,46	7,5·6·5,5	$1,810^{-6}$	1700	1,263
Yupiter yo'ldoshlari					
Metis, 1979	127,96	7·20·20	-	-	0,295
Adrasteya, 1979	128,98	12·10·8	-	-	0,298
Amalteya, 1892	181,3	135·82·75	-	-	0,498
Teba, 1979	221,9	9·55·45	-	-	0,675
Io, 1610	421,6	1815	89,4	3500	1,769
Yevropa, 1610	670,9	1569	48,0	2970	3,551
Ganimed, 1610	1070	2631	149,19	1940	7,155
Kallisto, 1610	1883	2400	107,66	1860	16,689

Leda, 1974	11094	8	-	-	238,72
Gimaliya, 1904	11480	90	-	-	250,67
Lisiteya, 1938	11720	20	-	-	259,22
Elara, 1904	11737	40	-	-	259,65
Ananke, 1951	21200	15	-	-	631
Karme, 1938	22600	22	-	-	692
Pasife, 1908	23500	35	-	-	735
Sinope, 1914	23700	20	-	-	758
Saturn yo'ldoshlari					
Atlas, 1980	137,64	19·7·14	-	-	0,602
Prometiy, 1980	139,35	70·50·37	-	-	0,613
Pandora, 1980	141,70	55·43·33	-	-	0,629
Epimetiy, 1966	151,42	70·58·50	-	-	0,694
Yanus, 1966	151,47	110·95·80	-	-	0,695
Mimas, 1789	185,52	197	0,038	1170	0,942
Enselad, 1789	238,02	251	0,08	1240	1,37
Tefiya, 1684	294,66	542	0,622	1260	1,888
Telesto, 1980	294,66	7·12·11	-	-	1,888
Kalileo, 1980	294,66	15·13·8	-	-	1,888
Diona, 1684	377,40	559	1,05	1440	2,737
Yelena, 1980	377,40	18·7·15	-	-	2,737
Reya, 1672	527,04	764	2,489	1330	4,518
Titan, 1655	1221,85	2575	134,87	1880	15,945
Giperion, 1848	1481,1	175·120·100	-	-	21,277
Yapet, 1671	3561,3	718	2,2	1200	79,331
Feba, 1898	12952	115·110·105	-	-	550,48

Uran yo'ldoshlari					
Kordeliya, 1986	49,75	25	-	-	0,336
Ofeliya, 1986	53,77	25	-	-	0,377
Bianka, 1986	59,16	25	-	-	0,435
Kressida, 1986	61,77	30	-	-	0,465
Dezdemon, 1986	62,65	30	-	-	0,476
Djuletta, 1986	64,63	40	-	-	0,494
Porsiya, 1986	66,10	40	-	-	0,515
Rozalinda, 1986	69,93	30	-	-	0,560
Belinda, 1986	75,25	30	-	-	0,624
Pek, 1985	86,00	85	-	-	0,764
Miranda, 1948	129,8	242	0,071	1260	1,413
Ariel, 1851	191,2	580	1,44	1650	2,520
Umbriel, 1851	266,0	595	1,18	1440	4,144
Titaniya, 1787	435,8	800	3,43	1590	8,706
Oberon, 1787	582,6	775	2,87	1500	13,463
Neptun yo'ldoshlari					
Triton, 1846	354,3	1750	1300-250	5	5,877
Nereida, 1949	5515	200	-	-	360,16
Pluton yo'ldoshi (ma'lumot uchun)					
Xaron, 1978	20	500	-	0,8	6,4

Eslatma: 1989-yilda Amerikaning “Voyadger-2” kosmik apparati Neptun sayyorasining yana 6 ta tabiiy yo’ldoshini aniqladi. Ularning nomlari quyidagicha (qavs ichida yo’ldoshlar diametri berilgan, km da): Protey (210), Larissa (100), Despina (70), Galatea (80), Talassa (45), Nayada (25).