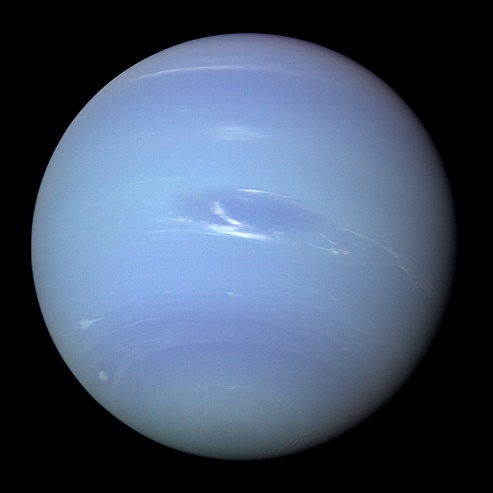
Neptun 

Neptun. Quyosh tizimidagi sakkizinchi va Quyoshdan eng uzoqda joylashgan sayyoradir. Uning massasi Yerning massasidan 17,2 baravar ko'p va quyosh tizimidagi sayyoralar orasida uchinchi o'rinda turadi va ekvator diametri bo'yicha Neptun Yerdan 3,9 marta oshib, to'rtinchi o'rinda turadi. Sayyora Rim dengiz xudosi Neptun sharafiga nomlangan. 1846-yil 23-sentabrda kashf etilgan. Neptun matematik hisob-kitoblar orqali kashf etilgan birinchi sayyoradir. Uran orbitasida oldindan aytib bo'lmaydigan o'zgarishlarning kashf etilishi noma'lum sayyora haqidagi gipotezani keltirib chiqardi, bu gravitatsiyaviy bezovta qiluvchi ta'sirga bog'liq. Neptun bashorat qilingan orbita ichida topildi. Tez orada uning eng katta sun'iy yo'ldoshi Triton va 1949 yilda Nereid topildi. Neptunga 1989 yil 24-25 avgust kunlari sayyora yonidan uchib o'tgan faqat bitta kosmik kema - Voyajer 2 tashrif buyurgan. Uning yordami bilan Neptunning halqalari va uning 6 ta sun'iy yo'ldoshi topildi. Neptunning qolgan ma'lum sun'iy yo'ldoshlari 21-asrda topilgan. Neptun tarkibiga ko'ra Uranga yaqin va ikkala sayyora ham kattaroq gigant sayyoralar Yupiter va Saturndan farq qiladi. Ba'zan Uran va Neptun "muz gigantlari" ning alohida toifasiga kiradi. Neptunning atmosferasi, Yupiter va Saturn atmosferasi kabi, asosan vodorod va geliydan, uglevodorodlar va ehtimol azot izlari bilan birga, lekin muzlarning ko'proq qismini o'z ichiga oladi: suv, ammiak va metan. Neptun va Uranning ichki tuzilishi asosan muz va toshdan iborat. Tashqi atmosferadagi metan izlari sayyoramizning ko'k rangi uchun javobgardir.

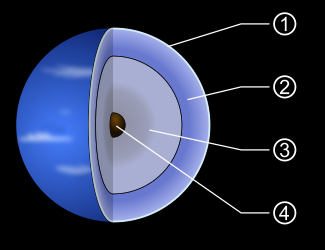
Neptun atmosferasida quyosh tizimidagi sayyoralar orasida eng kuchli shamollar kuchayadi; ba'zi hisob-kitoblarga ko'ra, ularning tezligi 600 m/s ga yetishi mumkin. Neptunning yuqori atmosferadagi harorati -220 °C ga yaqin. Neptun markazida harorat, turli hisob-kitoblarga ko'ra, 5000 K dan 7000-7100 °C gacha, bu Quyosh yuzasidagi harorat bilan taqqoslanadigan va ko'pchilik ma'lum sayyoralarning ichki harorati. Neptun zaif va parchalangan halqa tizimiga ega, ehtimol 1960-yillarda kashf etilgan, ammo 1989 yilgacha Voyager 2 tomonidan ishonchli tarzda tasdiqlanmagan. 2011-yil 12-iyulda Neptun kashf etilganidan beri roppa-rosa bir Neptun yili yoki 164,79 Yer yili nishonlanadi.

**Og’irligi**. Neptunning massasi (1,0243⋅1026 kg). Yer massasi bilan yirik gaz gigantlarining massasi orasida. Neptunning ekvator radiusi 24764 km ni tashkil etadi, bu Yernikidan deyarli 4 baravar katta. Neptun va Uran ko'pincha kichikroq o'lchamlari va turli xil tarkibi (uchuvchi gazlarning past konsentratsiyasi) tufayli "muz gigantlari" deb ataladigan gaz gigantlarining kichik sinfi hisoblanadi. Ekzosayyoralarni qidirishda Neptun metonim sifatida ishlatiladi: xuddi shunday massaga ega kashf etilgan ekzosayyoralar ko'pincha "Neptunlar" deb ataladi va astronomlar ko'pincha metonim sifatida "Yupiter" dan foydalanadilar.

**Orbita va aylanish**. Neptun va Quyosh o'rtasidagi o'rtacha masofa 4,55 milliard kmni tashkil qiladi va Quyosh atrofida to'liq aylanish uchun 164,79 yil kerak bo'ladi. 2011-yil 12-iyulda Neptun 1846-yilda sayyora kashf etilganidan keyin birinchi toʻliq inqilobni amalga oshirdi. Yerning Quyosh atrofida aylanish davri (365,25 kun) Neptunning aylanish davriga ko'p emasligi natijasida u kashf qilingan kundagidan boshqacha ko'rindi. Sayyoraning elliptik orbitasi Yer orbitasiga nisbatan 1,77° ga egilgan. Orbitaning ekssentrikligi 0,011 ga teng, shuning uchun Neptun va Quyosh orasidagi masofa 101 million km ga o'zgaradi. Neptunning eksenel egilishi 28,32° boʻlib, bu Yer va Marsning eksenel egilishiga oʻxshaydi. Natijada, sayyora xuddi shunday mavsumiy o'zgarishlarni boshdan kechirmoqda. Biroq, Neptunning uzoq orbital davri tufayli fasllar har biri qirq Yer yiliga to'g'ri keladi. Neptunning o'z o'qi atrofida aylanish davri taxminan 16 soatni tashkil qiladi. Neptun Quyosh tizimidagi barcha sayyoralar orasida eng aniq differensial aylanishga ega. Ekvatorda aylanish davri taxminan 18 soat, qutblarda esa 12 soat. Bu shamolning kenglik boʻyicha kuchli siljishiga olib keladi. Sayyoraning magnit maydoni 16 soatda aylanadi.

Neptun undan juda uzoqda joylashgan Kuiper kamariga katta ta'sir ko'rsatadi. Kuiper kamari - bu Mars va Yupiter o'rtasidagi asteroid kamariga o'xshash muzli kichik sayyoralar halqasi, lekin ancha kengaygan. U Neptun orbitasidan Quyoshdan 55 astronomik birlikgacha masofada joylashgan. Neptunning tortishish kuchi Kuiper kamariga Yupiterning tortishish kuchining asteroid kamariga ta'siriga mutanosib ravishda eng muhim ta'sir ko'rsatadi. Quyosh tizimi mavjud bo'lgan davrda Neptunning tortishish kuchi ta'sirida Kuiper kamarining ba'zi hududlari beqarorlashdi va kamar tuzilishida bo'shliqlar paydo bo'ldi. Misol tariqasida 40 dan 42 tagacha oralig'idagi mintaqani keltirish mumkin.

**Ichki tuzilishi.** Neptunning ichki tuzilishi Uranning ichki tuzilishiga o'xshaydi. Atmosfera sayyoramizning umumiy massasining taxminan 10-20% ni tashkil qiladi va sirtdan atmosferaning oxirigacha bo'lgan masofa sirtdan yadrogacha bo'lgan masofaning 10-20% ni tashkil qiladi. Yadro yaqinida bosim 10 GPa ga yetishi mumkin. Atmosferaning quyi qatlamlarida ko'plab metan, ammiak va suv topilgan. Asta-sekin bu quyuqroq va issiqroq mintaqa o'ta qizib ketgan suyuq mantiyaga siqiladi, bu erda harorat 2000-5000 K ga etadi. Neptun mantiyasining massasi, turli hisob-kitoblarga ko'ra, Yernikidan 10-15 baravar ko'p va suv, ammiak, metan va boshqa birikmalar. Planetologlar bu moddani muz deb atashadi, garchi u issiq va juda zich suyuqlikdir. Bu yuqori elektr o'tkazuvchan suyuqlik ba'zan suvli ammiak okeani deb ataladi. 7000 km chuqurlikda metan yadroga «tushib» olmos kristallariga ajraladigan sharoit mavjud. Bir farazga ko‘ra, sayyora mantiyasining yuqori qismi suzuvchi qattiq “olmoslar”ga ega suyuq uglerod okeani bo‘lishi mumkin. Neptun yadrosi temir, nikel va silikatlardan iborat bo'lib, uning massasi Yernikidan 1,2 baravar ko'pdir. Markazdagi bosim 7 Mbar ga yetadi. Markazdagi harorat 5400 K ga yetishi mumkin.



Neptunning ichki tuzilishi:

1. Atmosferaning yuqori qatlami, yuqori bulutlar

2. Vodorod, geliy va metan atmosferasi

3. Mantiya, suv, ammiak va metan muzidan iborat

4. Tosh-muz yadrosi

**Magnitosfera.** Neptun o'zining magnitosferasi bilan ham, sayyoraning aylanish o'qiga nisbatan 47° ga kuchli moyil bo'lgan va radiusining 0,55 qismiga (taxminan 13500 km) cho'zilgan magnit maydoni bilan ham Uranga o'xshaydi. Voyajer 2 Neptunga yetib kelishidan oldin olimlar Uranning egilgan magnitosferasini uning “lateral aylanishi” natijasi deb hisoblashgan. Biroq, endi, ikki sayyoraning magnit maydonlarini solishtirgandan so'ng, olimlar kosmosda magnitosferaning bunday g'alati yo'nalishi ichki hududlardagi to'lqinlar tufayli yuzaga kelishi mumkin, deb hisoblashadi. Bunday maydon gidromagnit dinamoni harakatga keltiradigan ushbu ikki sayyoraning elektr o'tkazuvchan suyuqliklarining (ammiak, metan va suvning taxminiy birikmasi) yupqa sferik qatlamidagi suyuqlikning konvektiv harakati bilan bog'liq bo'lishi mumkin. Neptunning ekvator yuzasidagi magnit maydoni 1,42 mkT, magnit momenti 2,16⋅1017 Tm³ deb baholanadi. Neptunning magnit maydoni nisbatan katta bipolyar bo'lmagan komponentlarga ega bo'lgan murakkab geometriyaga ega, shu jumladan kuchli to'rt kutupli moment kuchliligi bo'yicha dipol momentidan oshib ketishi mumkin. Bundan farqli o'laroq, Yer, Yupiter va Saturn nisbatan kichik kvadrupol momentga ega va ularning maydonlari qutb o'qidan kamroq og'ishgan. Magnitosfera quyosh shamolini sekinlashtira boshlagan Neptunning yoy zarbasi to'lqini sayyoramizning 34,9 radiusi masofasidan o'tadi. Magnitosfera bosimi quyosh shamolini muvozanatlashtiradigan magnitopauza 23-26,5 Neptun radiusi masofasida joylashgan. Magnitosferaning dumi 72 Neptun radiusigacha va ehtimol undan ham uzoqroqqa cho'zilgan.

**Atmosferasi.** Atmosferaning yuqori qismida oz miqdorda metan bo'lgan vodorod va geliy topilgan. Ko'zga tashlanadigan metan yutilish zonalari 600 nm dan yuqori to'lqin uzunliklarida (spektrning qizil va infraqizil qismlarida) paydo bo'ladi. Uranda bo'lgani kabi, qizil nurning metan tomonidan yutilishi Neptun atmosferasiga ko'k rang berishda asosiy omil hisoblanadi, garchi Neptunning yorqin ko'k rangi Uranning mo'tadil akvamarinidan farq qiladi. Neptun atmosferasidagi metan miqdori Urannikidan unchalik farq qilmaganligi sababli, atmosferada ko'k rang paydo bo'lishiga hissa qo'shadigan, hali noma'lum bo'lgan ba'zi bir komponentlar mavjud deb taxmin qilinadi.

Neptun atmosferasi ikkita asosiy mintaqaga bo'linadi: harorat balandlik bilan pasayadigan pastki troposfera va stratosfera, bu erda harorat, aksincha, balandlik bilan ortadi. Ularning orasidagi chegara tropopauza 0,1 bar bosim darajasida joylashgan. Stratosfera 10−4 - 10−5 mikrobardan pastroq bosim darajasida termosferaga yoʻl beradi. Termosfera asta-sekin ekzosferaga o'tadi. Neptun troposferasi modellari balandligiga qarab, u o'zgaruvchan tarkibdagi bulutlardan iborat ekanligini ko'rsatadi. Yuqori darajadagi bulutlar bir bardan past bosim zonasida joylashgan bo'lib, u erda harorat metanning kondensatsiyasiga yordam beradi. Bir va besh bar orasidagi bosimda ammiak va vodorod sulfidi bulutlari hosil bo'ladi. 5 bardan yuqori bosimda bulutlar ammiak, ammoniy sulfid, vodorod sulfidi va suvdan iborat bo'lishi mumkin. Chuqurroq, taxminan 50 bar bosim ostida, 0 ° C haroratda suv muz bulutlari mavjud bo'lishi mumkin. Shuningdek, bu zonada ammiak va vodorod sulfidi bulutlarini topish mumkin.

Neptundagi ob-havo juda dinamik bo'ronlar tizimi bilan ajralib turadi, shamollar transonik (sayyora atmosferasi uchun) tezlikka (taxminan 600 m/s) yetadi. Doimiy bulutlar harakatini kuzatish jarayonida shamol tezligining sharqda 20 m/s dan gʻarbda 325 m/s gacha oʻzgarishi qayd etildi. Neptundagi ob-havo Uranga qaraganda ancha xilma-xil bo'lishi yuqori ichki haroratning natijasidir. Shu bilan birga, Neptun Quyoshdan Uranga qaraganda bir yarim baravar uzoqroqdir va Uran oladigan quyosh nuri miqdorining atigi 40% ni oladi. Bu ikki sayyoraning sirt harorati taxminan tengdir. Neptunning yuqori troposferasi juda past haroratga -221,4 °C ga etadi. Bosim 1 bar bo'lgan chuqurlikda harorat -201,15 °C ga etadi. Gazlar chuqurlashadi, lekin harorat barqaror ravishda ko'tariladi. Uranda bo'lgani kabi, isitish mexanizmi noma'lum, ammo nomuvofiqlik katta: Uran Quyoshdan olganidan 1,1 baravar ko'proq energiya chiqaradi. Neptun o'zi olganidan 2,61 marta ko'proq nurlanadi, uning ichki issiqlik manbai Quyoshdan olingan energiyaga 161% qo'shadi.

Neptun Quyoshdan eng uzoqda joylashgan sayyora bo'lsa-da, uning ichki energiyasi quyosh tizimidagi eng tez shamollarni hosil qilish uchun etarli. Bir nechta mumkin bo'lgan tushuntirishlar taklif qilingan, jumladan, sayyora yadrosining radiogenik isishi (erning radioaktiv kaliy-40 bilan isitilishiga o'xshash), metandan boshqa uglevodorodlarning hosil bo'lishi va keyinchalik chiqarilgan vodorodning suzuvchanligi va atmosferaning quyi qismidagi konveksiya, bu esa tropopozda tortishish to'lqinlarining sekinlashishiga olib keladi.

**Yo’ldoshlari.** Neptunning 14 ta yoʻldoshi maʼlum boʻlib, ulardan bittasi umumiy massasining 99,5% dan koʻprogʻiga ega va faqat u sferoid boʻlish uchun massivdir. Bu Neptun kashf etilganidan 17 kun o'tgach, Uilyam Lassel tomonidan kashf etilgan Triton. Quyosh tizimidagi sayyoralarning boshqa barcha yirik sun'iy yo'ldoshlaridan farqli o'laroq, Triton retrograd orbitaga ega. U balki Neptunning tortishish kuchi bilan qo'lga olingan bo'lishi mumkin va bir vaqtlar Kuiper kamarida mitti sayyora bo'lgan bo'lishi mumkin. Doimiy ravishda sinxron aylanishda bo'lish uchun Neptunga yetarlicha yaqin. To'lqinlarning tezlashishi tufayli Triton asta-sekin Neptun tomon aylanadi va oxir-oqibat Roche chegarasiga yetganda vayron bo'ladi, natijada halqa Saturnnikidan kuchliroq bo'lishi mumkin. Kornel universiteti radiofizika va koinot markazi mutaxassislarining hisob-kitoblariga ko'ra, bu Kassini ekstremallaridan qaysi biri hozirgi davrda Tritonning Gamilton aylanishiga bog'liqligiga qarab, taxminan 3,6 milliard yoki 1,4 milliard yil ichida sodir bo'ladi. 1989 yilda Triton harorati −235 °C (38 K) deb hisoblangan. O'sha paytda bu quyosh tizimidagi geologik faollikka ega ob'ektlar uchun eng past o'lchangan qiymat edi. Triton - Quyosh tizimidagi atmosferaga ega bo'lgan sayyoralarning uchta sun'iy yo'ldoshidan biri (Io va Titan bilan birga). Triton muz qobigʻi ostida Yevropa okeaniga oʻxshash suyuq okean mavjudligi ham istisno qilinmaydi.

Neptun (yuqorida) va Triton (pastda)

Neptunning ikkinchi (kashf etilgan vaqtga kelib) ma'lum bo'lgan sun'iy yo'ldoshi Nereid bo'lib, quyosh tizimining boshqa sun'iy yo'ldoshlari orasida eng yuqori orbital ekssentrikliklardan biriga ega bo'lgan tartibsiz shakldagi sun'iy yo'ldoshdir. 0,7507 ekssentrikligi uning periapsisidan 7 marta ko'p aposentrni beradi. 1989 yil iyuldan sentyabrgacha Voyager 2 Neptunning 6 ta yangi yoʻldoshini kashf qildi. Ular orasida e'tiborga sazovor bo'lgan Proteus, tartibsiz shakldagi sun'iy yo'ldosh. Qizig'i shundaki, u o'zining kattaligi va massasiga qaramay, o'z tortishish kuchi bilan to'pga tortilmaydigan samoviy jismlar qanchalik katta bo'lishi mumkinligiga misoldir. Neptunning ikkinchi eng katta yo'ldoshi Triton massasining to'rtdan bir foizini tashkil qiladi.

Neptunning to'rtta ichki yo'ldoshlari - Naiad, Talassa, Despina va Galatea. Ularning orbitalari Neptunga shunchalik yaqinki, ular uning halqalari ichida joylashgan. Ularning yonida Larisa dastlab 1981 yilda yulduzni yashiringan holda topilgan. Dastlab, okkultatsiya halqalarning yoylari bilan bog'liq edi, ammo 1989 yilda Voyager 2 Neptunga tashrif buyurganida, okkultatsiya sun'iy yo'ldosh tomonidan yaratilgani ma'lum bo'ldi. 2002 va 2003 yillar oralig'ida Neptunning yana 5 ta tartibsiz yo'ldoshi topildi, ular 2004 yilda nashr etilgan. Oy 14, keyinchalik Hippocampus deb nomlangan, 2009-yilda 2013-yilda Hubble suratlarida topilgan; uning kattaligi 16-20 km deb baholanadi. Neptun dengizlarning Rim xudosi bo'lganligi sababli, uning yo'ldoshlari kichikroq dengiz xudolari sharafiga nomlangan.