

## 6- MA'RUZA MASHG'ULOTI

**Mavzu: Oy harakati va fazalari. Oyning siderik va sinodik davrlari. Quyosh va Oy tutilishlari. Tutilish shartlari. Saros. Presessiya va nutasiY. Yer sirtining ko'tarilishi va pasayishi (Oy va Quyosh ta'sirida).**

### **Raja:**

1. Oy harakati va fazalari. Oyning siderik va sinodik davrlari.
2. Quyosh va Oy tutilishlari. Tutilish shartlari. Saros. Presessiya va nutasiY.
3. Yer sirtining ko'tarilishi va pasayishi (Oy va Quyosh ta'sirida).

### **MASHG'ULOTNING MAQSADI:**

Oy harakati va fazalari. Oyning siderik va sinodik davrlari. Quyosh va Oy tutilishlari. Tutilish shartlari. Saros. Presessiya va nutasiY. Yer sirtining ko'tarilishi va pasayishi (Oy va Quyosh ta'sirida) to'g'risida ma'lumot berish.

**Tayanch tushunchalar:** Faza, tutilish, siderik davr, sinodik davr, saros, presessiya, nutasiY.

### **MAVZUNING QISQACHA MAZMUNI**

#### **Oyning harakati va fazalari**

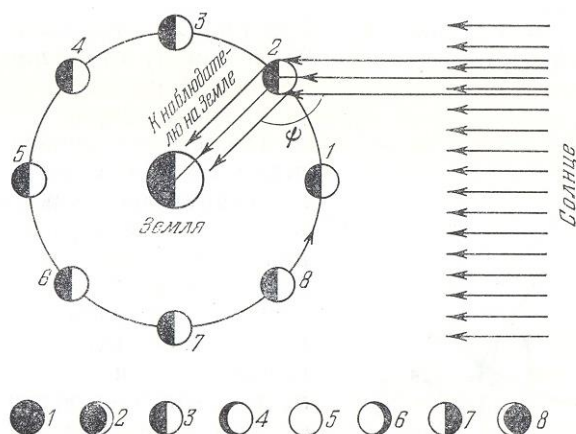
Oy Yerning tabiiy yo'ldoshi bo'lib, uning atrofida 27,32 sutkalik davr bilan aylanadi. Bu davr Oyning siderik davri yoki yulduz davri deb yuritiladi. Oyning Yer atrofida aylanish yo'nalishi, yulduzlarning ko'rinma aylanishiga qarama-qarshi bo'lib, u g'arbdan sharqqa (ya'ni Yerning o'z o'qi atrofida aylanish yo'nalishi bilan bir xil yo'nalishda) harakat qiladi. Oyning o'z orbitasi bo'ylab harakat tezligi 1,02 km/c ni tashkil qilib, yulduzlarga nisbatan har sutkada taxminan 13 gradus siljib boradi.

Oy orbitasining tekisligi, Yerning Quyosh atrofida aylanish yo'li (ekliptika) tekisligi bilan  $5^{\circ}9'$  ni tashkil qiladi (1-rasm).



1 – rasm. Oy orbitasining ekliptika tekisligiga nisatan joylashishi.

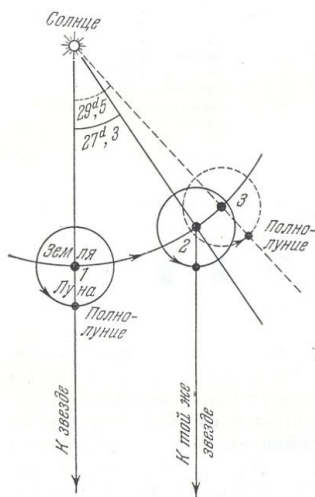
Oy, Yer atrofida aylanayotganda, Quyosh nurlarini qaytarishi hisobiga bizga ko'rinadi. Bu ko'rinish, ayni o'sha paytda Oyning Quyoshga nisbatan fazoda qanday joylashishiga bog'liq bo'lib, uning Quyoshdan burchak uzoqligiga ko'ra turlicha ko'rinish (yangioy, yarimoy, to'lioy va hokazo) oladi. Oyning bunday ko'rinishlari uning fazalari deyiladi. Oy fazalarining almashinishi, uning Yer va Quyoshga nisbatan vaziyatiga bog'liqligi 2-rasmdagi chizmada keltirilgan. Chizmaga ko'ra Quyosh nurlari o'ng tomondan parallel dasta ko'rinishida tushayapti deb qaralsa, Oy boshida, ya'ni 1-holda u *astronomik yangioy* deb yuritiladi, *to'lioy* paytida (5-holat) hamda *birinchi* (3- holat) va *oxirgi chorak fazalarida* (7- holat), Oyning Yer atrofidagi vaziyatlari, raqamlar bilan ko'rsatilgan. Chizma tepasida esa, Oyning *raqamlar* bilan ko'rsatilgan holatlarida, chizma ostida, Yerdan qaraganda Oyning osmonda qanday ko'rinishlarda bo'lishi aks ettirilgan.



2 – rasm.Oy fazalarining uning Quyoshga va Yerga nisbatan turli holatlarida bo‘lgandagi ko‘rinishi.

Chizmadan ko‘rinishicha, Quyosh har doim Oyning yarim sferasini yoritadi, Biroq uning bu yoritilgan yarim sferasi, Yerdan butunlay ko‘rinmasligi (1-holat) yoki to‘la ko‘rinishi (to‘linoyda 5-holat) yoki qisman ko‘rinishi (boshqa holatlarda) mumkin ekan.

Qizig‘i shundaki Oy, eslatilganidek, Yer atrofida 27,32 kunda aylanadi va,shu bilan birga, o‘z o‘qi atrofida ham 27,32 sutkalik davr bilan aylanadi. Oyning o‘z o‘qi atrofida va Yer atrofida aylanish davrlari o‘zaro tengligi tufayli u, Yerdan qaraganda, har doim bir tomoni bilan ko‘rinadi. Biroq Oyning *siderik davri* deyiluvchi bu davridan tashqari uning fazalariga ko‘ra aniqlanadigan davri ham ko‘p ishlatiladi.Oyning ma’lum fazasidan ikki marta ketma-ket o‘tishi uchun ketgan vaqt uning *sinodik davri* deyidadi va u 29,53 sutkani tashkil etadi. 3–rasm, Oyning sinodik davri qanday qilib siderik davridan katta bo‘lishini tushuntiradi.Bunda Oy Yerning atrofida aylanayotib 1-holatda bulganda, u M yulduzning to‘g‘risida to‘linoy fazasida bo‘lishi chizmadan aniq ko‘rinib turibdi. 27,32 kundan so‘ng, ya’ni Oyning Yer atrofida bir marta to‘la aylanib chiqqanidan keyin, u 2-holatda bo‘lib, yana M yulduzning to‘g‘risida to‘radi, lekin hali tulinoy fazasigacha yetib bormagan bo‘ladi. Yer orbitasi bo‘ylab har kuni deyarli bir gradusga yaqin siljishini e’tiborga olsak, bu davrda u 1-dan 2- holatgacha taxminan 27 gradusga siljiganligi ma’lum bo‘ladi (rasmga qarang). Binobarin Oyning 2- holatida,undan M yulduzga tomon yo‘nalish bilan Quyoshga tomon yo‘nalishning davomi orasida ham aynan shunday burchak hosil bo‘lganini tushinish qiyin emas. U holda, Oyning o‘z orbitasi bo‘ylab kuniga taxminan 13 gradusga siljishiga ko‘ra, u 27 gradusli yoyni o‘tishi uchun 2 kundan ko‘proq vaqt kerak bo‘lishi ayon bo‘ladi. Natijada Oyning to‘linoy fazasidan ketib yana to‘linoy fazasiga kelguncha 29 sutkadan ko‘proq vaqt talab qilinishi oshkor bo‘ladi. Bu vaqt,eslatilganidek, Oyning *sinodik davri* deyilib, aniq hisoblaganda, 29,53 sutkaga teng chiqadi.



3 – rasm.Oyning sinodik davrining siderik davridan uzunligini tushuntirish.

### Quyosh tutilishi va uning shartlari

Quyosh to‘la tutilishi, osmonda juda chiroyli manzarani hosil qiladi. Bunda kuzatuvchi osmonda qop-qora Quyosh gardishi atrofida Quyosh “toji” deb ataluvchi nozik kumushrang shu‘la tovlanayotganini ko‘radi (4-rasm). Shuningdek, bu paytda kunduzi bo‘lishiga qaramay, osmonda yorug‘ yulduzlar va planetalar charaqlab ko‘rinib turadi.

Quyosh va Oy tutilishlari tabiatning g‘aroyib hodisalaridan bo‘lib, qadimda kishilarda kuchli vahima tug‘dirgan. Bunday hodisalarning ro‘y berishi sabablari bugun yaxshi o‘rganilgan. Shu tufayli olimlar, bundan bir necha yil keyingi bo‘ladigan tutilishlarning vaqtlarini ham aniq aytib bera oladilar.

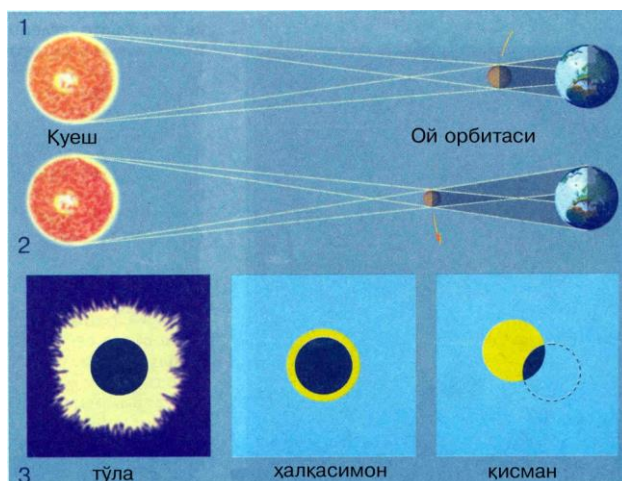


4-rasm. Quyoshning to‘la tutilishi.

Oy Yerning atrofida aylanayotib, ba‘zan Quyoshni bizdan to‘sib o‘tadi. Bunday hol Quyosh tutilishi deyilib, u har doim astronomik yangioy holatida ro‘y beradi. Mazkur hodisa 5 – rasmda keltirilgan chizmadagi kabi ruy beradi. Chizmadan ko‘rinishcha, Yer sirtiga *Oyning soyasi va yarim soyasi* tushadi. Agar Yerdagi kuzatuvchi, Oy soyasining Yerdagi hosil qilgan doirasi (uning deimetri 271 kmgacha boradi) ichida bo‘lsa, u Quyoshni Oy bilan to‘la bekilgan holda, ya‘ni *Quyosh to‘la tutilayotgan* holda kuradi. Bordiyo kuzatuvchi, yarim soya chegarasida turgan bo‘lsa, u *Quyoshning qisman tutilayotganini* (ya‘ni Oy, Quyoshning bir qismini bекitib o‘tayotganini) ko‘radi. Oy orbitasi ellips bo‘lib, u Yerdan eng katta uzoqlashganda 405500 km, eng yaqinlashganda esa 363300 km masofda bo‘ladi. Agar Quyoshning tutilishi, Oy Yerga eng uzoq masofadagida (orbitasining apogeyida) ro‘y bersa, u hosil qilgan soyaning uchi Yergacha yetib kelmaydi. Bunday holda Oy soyasi konusi o‘qining Yer sirti bilan kesishgan nuqtasi yaqinida joylashgan yerdagi kuzatuvchi Quyoshning *halqasimon tutilishini*, ya‘ni tim qora Oy diski atrofida ravshan halqani ko‘radi (68–rasmga qarang).

Oy, Yer atrofida, g‘arbdan sharqqa tomon aylanayotgani va Yer ham o‘z o‘qi atrofida aylanayotgani sababli, Oyning Yerga tushgan soyasi ham Yer sirti bo‘ylab g‘arbdan sharqqa tomon sekin asta siljib borib, uni o‘rtacha 200 km, uzunligi birnecha ming kilometr ga cho‘zilgan tasmani chizadi. Yarimsoyaning yer sirtida «chizgan» bu tasmasi soyaning ikki tomonida joylashadi

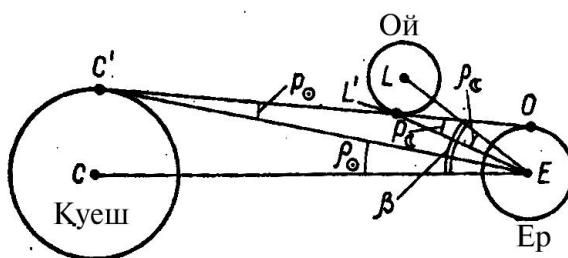
Quyosh tutilishi, uning g‘arb tomonidan boshlanadi, chunki g‘arbdan sharqqa tomon harakatlanayotgan Oy, dastlab Quyoshni g‘arb tomoni bilan uchrashadi. Shundan so‘ng Quyoshning «yeyilayotgan» qismi ortib borib, u Oy bilan to‘la bekilganda, Quyosh butunlay ko‘rinmay qoladi (agar kuzatuvchining joyi Yerdagi soya ichiga to‘g‘ri kelsa, albatta). Quyoshning to‘la tutilish fazasi atigi bir necha minutda (maksimum yetti minut) davom etib, so‘ngra Oyning diski Quyosh diskidan chiqib sharqqa tomon siljiy boshlaydi va Quyoshni to‘la ozod qilguncha yana bir soatcha vaqt ketadi.



5 – rasm. Quyoshning to‘la, halqasimon va qisman tutilishini tushintiruvchi sxema.

Endi Quyosh tutilishining mohiyati ustida to‘xtaylik. Yuqorida bayon qilinganidek, Quyosh tutilishining muhim shartlaridan biri – Oy Quyoshni bekitib o‘tayotgan paytda uning *yangioy fazasida* bo‘lishidir. Biroq har yangioyda Quyoshning tutilmasligidan ko‘rinishicha, buning uchun birgina bu shartning o‘zi yetarli emasligi ma‘lum bo‘ladi. Ana shu muhim shartni aniqlashga harakat qilamiz. Avvalo shuni aytish kerakki, har yangioyda Quyosh tutilmasligining sababi, Oy orbitasi tekisligining ekliptika tekisligi bilan ustma-ust tushmasligidadir. Ular orasidagi burchak, eslatilganidek,  $5^{\circ}09'$  ni tashkil etadi. Shuning uchun yangioy paytida Oy ekliptika tekisligidan kattagina burchak masofada bo‘lib, Quyoshni yo ustidan yoki ostidan uni bekitmagan holda utib ketadi. Bundan yangioy paytida Quyosh tutilishi uchun Oy, o‘z tugunlari (Oy orbitasining ekliptika tekisligi bilan kesishgan nuqtalari) yaqinida, ya‘ni ekliptikaga yaqin yoy masofada bo‘lishi zarurligi ayon bo‘ladi.

Endi yangioy paytida Quyoshning markazi, Oy tugunlarining ixtiyoriy biridan qanday minimal yoy masofada bo‘lgandagina Quyosh tutilishining ruy berishi mumkinligini aniqlaylik. Buning uchun Quyosh, Yer va Oy markazlari (mos ravishda S, YE va L nuqtalar) bir tekislikda rasmdagidek joylashgan deb faraz qilaylik (6–rasmda). U holda ekliptika tekisligi, rasm joylashgan varaq tekisligiga perpendikulyar tekislikda yotadi.



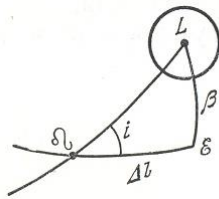
6 – rasm. Quyoshning tutilish shartlarini tushintiruvchi chizma.

Ma‘lumki bu yerda  $\angle LES = \beta$  burchak, Oyning ekliptika kenglamasini xarakterlaydi. U holda, bu burchak rasmdagi ko‘rinishidan ozgina bo‘lsada kichraysa, Yerning O nuqtasidagi ko‘zatuvi, Quyoshning qisman tutilishiga guvoh bo‘ladi. Bunday hol uchun burchakning kattaligini hisoblab ko‘raylik. U quyidagi uchta burchakning yig‘indisidan iborat bo‘ladi.

$$\beta = \angle LEL' + \angle L'YES' + \angle S'YES$$

Rasmdan ko‘rinishicha  $\angle LEL' = \rho_{\odot}$  – Oyning ko‘rinma radiusini;  $\angle S'YES = \rho_{\odot}$  – Quyoshning ko‘rinma radiusini,  $\angle L'YEL' = \angle YEL'O - \angle YES'O$  bo‘lib  $\angle YEL'O = r_{\odot}$  Oyning gorizantal parallaksini;  $\angle YES'O = r_{\odot}$  – Quyoshning gorizantal parallaksini ifodalaydi. Binobarin  $\beta$  burchak:

$$\beta = \rho_{\odot} + \rho_{\odot} + r_{\odot} - r_{\odot}$$



7 – rasm. Quyoshning tutilish shartlarini aniqlash.

Agar tenglikning ung tomonidagi kattaliklar o‘rtacha qiymatlaridan foydalansak, ya’ni

$\rho_{\odot}=15',5$ ;  $\rho_{\odot}=16',3$ ;  $r_{\odot}=57',0$ ;  $r_{\odot}=8'',8$   
ekanini e’tiborga olsak u holda

$$\beta = 88',7$$

bo‘ladi. Bundan ko‘rinishicha, qisman bo‘lsada Quyosh tutilishi uchun oyning epliktikal tenglamasi  $88',7$  dan kichik bo‘lishi lozimligi ma’lum bo‘ladi. Topilgan  $\beta$  ning qiymatiga ko‘ra, 70-rasmdan Oyning  $\Delta l$  ekliptikal uzunlamasini  $\delta_{LS}$  to‘g‘ri burchakli sferik uchburchakdan topaylik.

$$\sin \Delta l = \frac{\operatorname{tg} \beta}{\operatorname{tg} i}$$

$\beta = 88',7$ ;  $i=5^{\circ}09'$  Oy orbitasi tekisligining epliktika tekisligiga og‘maligidan  $\Delta l = 16',5$  chiqadi.

Binobarin Quyosh tutilishi uchun, yangioy paytida, Quyosh markazi Oy tugunlarining ixtiyoriy biridan  $16,5^{\circ}$  kichik yoy masofada bo‘lishi ikkinchi mo‘him shart ekan. Quyosh markazi, yangioy paytida tugundan chap tomonda undan  $16,5^{\circ}$  dan kichik yoy masofada bo‘lganda ham albatta Quyosh tutilishi mumkinligini inobatga olsak, u holda Quyosh tugunlari atrofida joylashgan  $33^{\circ}$  ( $16,5^{\circ} \times 2$ ) uzunlikdagi yoyni o‘tayotganda albatta Quyosh tutilishi mumkinligi aniq bo‘ladi. Endi Quyosh ekliptika bo‘ylab har kuni o‘rtacha  $59'$  siljishini hisobga olsak, u  $33^{\circ}$  li «xavfli zona»ni 34 kunda o‘tishi ma’lum bo‘ladi. Oyning sinodik davri 29,53 kun bo‘lib, bu 34 kundan kichikligini e’tiborga olsak, u holda bu davr ichida kamida bir marta, bo‘lmasa ikki marta yangioy bo‘lishini, binobarin kamida bir marta, bo‘lmasa ikki marta Quyosh tutilishiga guvoh bo‘lish mumkinligi aniq bo‘ladi. Oy tugunlari ikkitaligini e’tiborga olsak, bir yilda kamida ikki marta, ko‘pi bilan besh marta Quyosh tutilishini ko‘rish mumkin ekan.

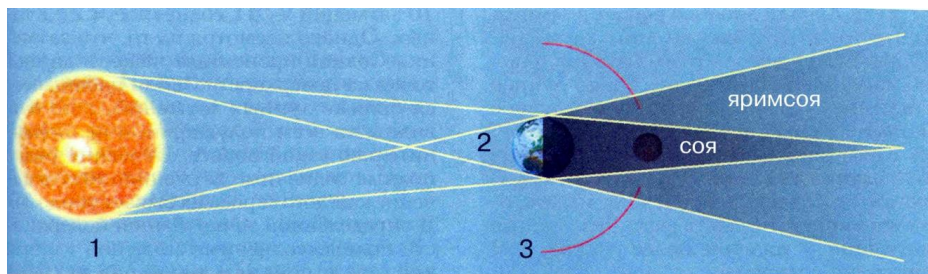
Bir yilda beshta Quyosh tutilishi bo‘lishi uchun birinchi to‘tilish 1 yanvardan ko‘p o‘tmasdan ro‘y berishi, ikkinchisi esa, keyingisi fevral boshida ro‘y berib, uchinchi va to‘rtinchilari yarim yil o‘tishidan biroz oldin, beshinchisi esa, birinchisidan 354 kun o‘tgach (bu davrda 12 sinodik yoy o‘tadi), shu yilning dekabrining oxirlarida ro‘y beradi.

### Oy tutilishi va uning shartlari

Oy Yerning atrofida aylanayotib, ba’zan Yerning soyasi yoxud uning yarimsoyasi orqali o‘tadi. Bunday hodisa Oy tutilishi deyiladi. Oy tutilayotganda, u har doim to‘linoy fazasida bo‘ladi (8–rasm). Agar bunda Oy Yerning soyasi ichidan o‘tsa, unda to‘la tutiladi. Bordiyu yarim soya ichidan o‘tsa, u holda uni yarim soyali tutilish deyiladi.

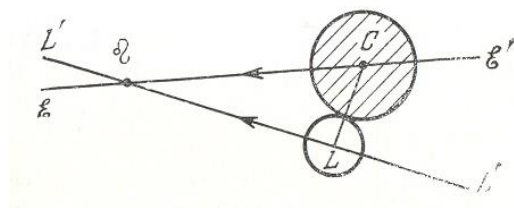
Quyosh va Oy tutilishlari tabiatning g‘aroyib hodisalaridan bo‘lib, qadimda kishilarda kuchli vahima tug‘dirgan. Bunday hodisalarning ro‘y berishi sabablari bugun yaxshi o‘rganilgan. Shu tufayli olimlar, bundan bir necha yil keyingi bo‘ladigan tutilishlarning vaqtlarini ham aniq aytib bera oladilar.





8 – rasm. Oy tutilishi hodisasi: 1. Quyosh. 2. Yer va 3. Oy orbitasi.

Yerning ma'lum bir joyida Oy tutilishi, Quyosh tutilishiga nisbatan ko'proq kuzatiladi. Chunki Quyosh tutilishlari, Yerning Oy soyasi tushgan va uncha katta bo'lmagan maydonidagina kuzatiladi. Oy tutilishi esa, Yerning Quyoshga qarama-qarshi yarim sharining hamma qismida ko'rinadi.



9 – rasm. Oy tutilishi shartlarini tushuntirish

Endi faraz qilaylik, Yer soyasining markazi ekliptikaning  $S$  nuqtasida bo'lsin (9–rasm). Bunda, Oygacha bo'lgan o'rtacha masofada uning radiusi  $41'$  bo'lib, rasmdagi  $LL'$  Oy orbitasining bir qismi hisoblanadi,  $L$  esa, orbitada burchak radiusi  $15',5$  bo'lgan Oy markazining holatini,  $\delta$ –Oy orbitasining ko'tarilish tugunini belgilaydi. Rasmdan ko'rinishicha, Oy tutilishi uchun u to'linoy fazasida bo'lib, oy markazi va Yer soyasining markazi orasidagi masofa ularning radiuslarining yig'indisi, ya'ni  $41' + 15',5 = 56',5$  kichik masofada bo'lishi zarur ekan. U holda to'g'ri burchakli  $\delta SL$  sferik uchburchakdan

$$\sin CL = \sin C\delta \sin \angle C\delta L$$

yoki

$$\sin 56',5 = \sin C\delta \sin 5^\circ 09'$$

bularga ko'ra, quyidagilarga ega bo'lamiz

$$S\delta = \Delta l = 10^\circ,6$$

Binobarin yuqoridagi hisobga ko'ra, Oy tutilishi uchun quyidagi shartlar bajarilishi, ya'ni: 1) Oy-to'linoy fazasida bo'lishi shart; 2) To'linoy paytida Quyosh markazi Oy tugunlarining biridan  $10^\circ,6$  dan kichik yoy masofada bo'lishi shart ekanligi ma'lum bo'ladi.

Oyning to'la tutilishida esa (ya'ni, u Yerning soyasiga butunlay kirganda), Oy ko'zdan butunlay g'oyib bo'lmay, to'q qizil rangda jilolanadi. Buning sababi, bu paytda Oyning, Yer atmosferasida sochilgan va singan Quyosh nurlari bilan yoritilishidir. Bunda Yer atmosferasi ko'k va havorang nurlarni keskin sochib yuborib, Oy tomonga asosan qizil nurlarni sindirib o'tkazadi va Oy aynan shu nurlar bilan yoritiladi va qizarib ko'rinadi.

Qadimda Quyosh va Oy tutilishida, ularning yuqorida bayon qilingan ko'rinishlari kishilarda qo'rqinch va vahima tug'dirgan. Endi esa Quyosh va Oy tutilishlarining siri to'la fosh etilgan bo'lib, u hech kimda vahima tug'dirmaydi. Olimlar Quyosh va Oy tutilishlarining bo'lish vaqtini bir necha yil oldindan aniq hisoblab berish metodlarini ishlab chiqishgan. Tutilishlarni kuzatib astronomlar Quyoshning fizik tabiati, Yer atmosferasining tuzilishi va Oyning harakatiga doir qimmatli ma'lumotlarni qo'lga kiritish imkoniga ega bo'ldilar.

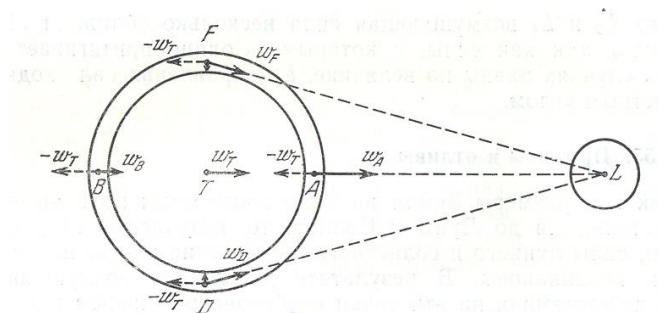
Saros. Ma'lum tutilishi, xuddi oldingidek kurinishda aniq davr bilan qaytarilib turadi va bu davr *saros* (*saros* misrlilarning so'zi bo'lib, "qaytarilish" degan ma'noni anglatadi) deb ataladi. Saros –

bu, tutilishlarning kadimgilarga ham ma'lum bo'lgan davri bo'lib, u 18 yilu 11,3 sutkaga teng. Haqiqatan ham ixtiyoriy tutilish, Oyning ma'lum fazadagi holati Oy tugunlarining biridan oldingi tutilish paytidagidek bo'lishiga ketadigan davr mavjud bo'lib, ayni shuncha davrdan so'ng qaytariladi. Buning sababi, ma'lum bo'lishicha, 242 ajdaho oyi (uzunligi 27,21 sutka) 6585,36 sutkani, 223 ta sinodik oy (uzunligi 29,53 sutka) 6585,32 sutkani yoki 18 yil 11 kun 7 soat 42 minutni tashkil etadi. 19 ta ajdaho yili (uzunligi 346,62 sutka) esa 6585,78 sutkaga teng bo'ladi. Binobarin saros deyiluvchi bu davr taxminan 6585 kunga teng bo'ladi va shu bois ixtiyoriy tutilishni 18 yilu 11,3 sutka dan so'ng qaytarilishini ta'minlaydi.

### Ko'tarilishlar va pasayishlar

*Yer sirtining ko'tarilish va pasayishlari.* Yerning diametri Oygacha bo'lgan masofaga nisbatan sezilarli katta bo'lganidan Yerning Oydan turli masofada yotuvchi birlik massalariga Oy turli kattalikdagi kuchlar bilan ta'sir qiladi. Natijada, Yer absolyut qattiq jism bo'lmaganidan uning turli qismlariga Oyning ta'siri turlicha bo'lib, yer sirtida ko'tarilish va pasayish deb ataluvchi hodisaning sodir bo'lishiga sabab bo'ladi.

Yer sirtining ko'tarilish va pasayish hodisasi Quyosh ta'sirida ham kuzatiladi, Biroq bu ko'tarilish va pasayishlar, Quyoshning uzoqligi tufayli, Oy ta'sirida bo'ladigan ko'tarilish va pasayishlarga nisbatan sezilarli darajada kam bo'ladi.



10 – rasm. Oy ta'sirida Yer sirtining ko'tarilish va pasayishining sabablari.

Ko'tarilish va pasayish hodisasi ayniqsa okean suvlarining ko'tarilish va pasayishi yaqqol seziladi (chunki suvning ishqalanish koeffitsiyenti, Yerning quruqlikdagi ishqalanish koeffitsiyentiga nisbatan yetarlicha kichik).

Okean suvlari sathi balandliklarining o'zgarib turishi sistemali hodisa bo'lib, uning sathi taxminan 6,2 soat ko'tariladi va keyingi 6,2 soat vaqt davomida pasayadi, so'ngra yana ko'tarilish boshlanadi. Okean suvi sathining bu xilda davriy ravishda ko'tarilib va pasayib turishi ma'lum meridian uchun Oyning kulminatsiyada bo'lishiga bog'liq bo'ladi. Shu meridianda yotib, Oy zenitda bo'ladigan joyda ko'tarilish kattaligi maksimum bo'ladi. Bu joydan  $90^\circ$  narida yotuvchi nuqtalarda (bu nuqtalar to'plami yer sirtida  $FD$  katta aylanani beradi) esa, pasayish maksimal qiymatga erishadi (10- rasm). Ma'lum bir joyda Oyning zenitdan ikki marta ketma-ket o'tishi uchun ketgan vaqt oraligi (yoki Oyning ikki marta ketma-ket kulminatsiyasida bo'lish uchun ketgan vaqt)  $24^h52^m$  ekanligidan, shu joyda maksimal ko'tarilish ham xuddi shunday davr bilan bo'ladi. Bu davrning o'rtacha yer sutkasining uzunligi 24 soatdan 52 minutga ortiq bo'lishiga sabab, Oyning Yer atrofida, Yer aylanishi yo'nalishi bilan bir xil yo'nalishda aylanishidandir. Biroq ko'tarilishning maksimumi, Yerning Oy to'rgan tomondagi A nuqtadagina kuzatilmay, balki bu nuqtaga diametral qarama-qarshi yotgan V nuqtada ham kuzatiladi. Buning sababi quyidagicha tushuntiriladi. Oyning A nuqtadagi moddiy nuqtaga ta'siri Yer markazidagi T nuqtada yotuvchi shunday massali moddiy nuqtaga ta'siridan kuchliroq bo'lib, natijada bu moddiy nuqta Oy tomon ko'proq ko'tariladi. A nuqtaga Oy tomondan beriladigan chetlantiruvchi tezlanish, oldingi bandga ko'ra,  $\omega_A - \omega_T = \omega_{ch}$  bo'lib, u Oy tomon yo'nalgan bo'ladi. Oyning Yerga tegishli V nuqtadagi moddiy nuqtaga ta'siri T nuqtadagi shunday massali moddiy nuqtaga ta'siridan kichik bo'lganligi sababli, bu nuqtadagi chetlantiruvchi tezlanish  $\omega_V - \omega_T = \omega_{ch}$  bo'lib, u Oyga qarama-

qarshi tomonga yo'nalgan bo'ladi. Binobarin  $V$  nuqta  $T$  nuqtaga nisbatan orqada qoladi, ya'ni Yer markaziga nisbatan bu joyda ham ko'tarilish kuzatiladi. Shuning uchun ham ma'lum meridianda ko'tarilish (yoki pasayish) Oyning quyi va yuqori kulminatsiyalarida kuzatilib,  $24^h 52^m$ :  $2 = 12^h 26^m$  li davr bilan ro'y beradi. Oy tomondan  $A$ ,  $T$  va  $V$  nuqtalardagi birlik massalarga beradigan tezlanishlarning kattaliklari mos ravishda:

$$a_A = G \frac{M}{(r - R)^2}, a_O = G \frac{M}{r^2}, a_B = G \frac{M}{(r + R)^2}$$

bo'ladi, u holda:

$$a_A - a_O = GM \left[ \frac{1}{(r - R)^2} - \frac{1}{r^2} \right]$$

Bu yerda  $r$  Yer markazidan Oy markazigacha,  $R$  esa Yer radiusini ifodalaydi.  $r \gg R$  bo'lganidan  $R^2$  dan voz kechilsa va  $(r - R)$  o'rniga  $r$  olinsa, chetlantiruvchi tezlanishni ifodalovchi yuqoridagi tenglama quyidagi ko'rinishni oladi:

$$a_A - a_O = GM \frac{2R}{r^3}$$

Bu ifoda, Yer sirti ko'tarilishni vujudga keltiruvchi kuch tezlanishi deb ataladi, bu yerda  $R$  - Yer radiusi,  $M$  - Oy massasi va  $r$  - Yerdan Oygacha bo'lgan masofa.

Quyosh Yerdan, Oyga nisbatan juda uzoq masofada bo'lgani sababli, Quyosh ko'tarish kuchining kattaligi, Oynikiga nisbatan 2,2 marta kichik bo'ladi. Shuning uchun ham Quyoshning Yer sirtini ko'tarishi, alohida sezilarli darajada kuzatilmaydi. Yer sirtining ko'tarilishi eng katta qiymatga to'linoy va yangioy fazalarida (sizigey holatlarida) erishadi. Chunki Oyning bu vaziyatlarida uning ko'tarish kuchi Quyoshning ko'tarish kuchi bilan bir xil yo'nalishda bo'lib qo'shiladi. Oyning birinchi va oxirgi choraklarida esa aksincha, bu ikki osmon jismining ko'tarish kuchlari bir-biriga tik yo'nalib, yer sirtining ko'tarilishi minimal qiymat oladi.

Yer g'arbdan sharqqa tomon aylanganidan, yer sirtida maksimal ko'tarilish to'lqini sharqdan g'arbga tomon qarab siljiydi. Bu siljish, o'z navbatida, Yerning aylanishiga tormozlovchi kuch sifatida ta'sir qiladi.