

# ASTRO-CABINET

90

## Darabjegyzék

- |    |                            |    |                                       |
|----|----------------------------|----|---------------------------------------|
| 1  | kis objektív, komplett     | 27 | szorítógyűrű (a közbelső objektívhez) |
| 2  | fényrekeszgyűrű            | 28 | tartógyűrű a kereső távcsőhöz         |
| 3  | gyűjtőlencse $f = 106$ mm  | 29 | komplett kereső távcső                |
| 4  | objektívtartó              | 30 | gyűjtőlencse $f = 30$ mm              |
| 5  | középső objektív, komplett | 31 | gyűjtőlencse $f = 15$ mm              |
| 6  | objektívgyűrű              | 32 | szórólencse $f = 35$ mm               |
| 7  | gyűjtőlencse $f = 225$ mm  | 33 | gyűjtőlencse $f = 120$ mm             |
| 8  | lamella                    | 34 | okulárfényrekesz 3 mm                 |
| 9  | forgatható gyűrű           | 35 | okulárfényrekesz 3,5 mm               |
| 10 | beállító gyűrű             | 36 | okulárfényrekesz 4,5 mm               |
| 11 | tartógyűrű                 | 37 | okulárfényrekesz 5,5 mm               |
| 12 | nagy objektív, komplett    | 38 | állvány                               |
| 13 | nagy objektívgyűrű         | 39 | szoritócsavar                         |
| 14 | gyűjtőlencse $f = 360$ mm  | 40 | láb                                   |
| 15 | nagy lamella               | 41 | állványcső (közepes cső)              |
| 16 | nagy forgatható gyűrű      | 42 | közdarab                              |
| 17 | nagy beállító gyűrű        | 43 | villás darab                          |
| 18 | nagy tartógyűrű            | 44 | hengeres csavar                       |
| 19 | okulárcső                  | 45 | hatlapú anya                          |
| 20 | okulár                     | 46 | keresztadarab                         |
| 21 | okulárszorító gyűrű        | 47 | hatlapfejű csavar                     |
| 22 | kis cső                    | 48 | szoritóanya                           |
| 23 | közepes cső                | 49 | skálatárcsa                           |
| 24 | nagy cső                   | 50 | felsőrészt                            |
| 25 | hosszú okulárvezetés       | 51 | alátét                                |
| 26 | rövid okulárvezetés        |    |                                       |

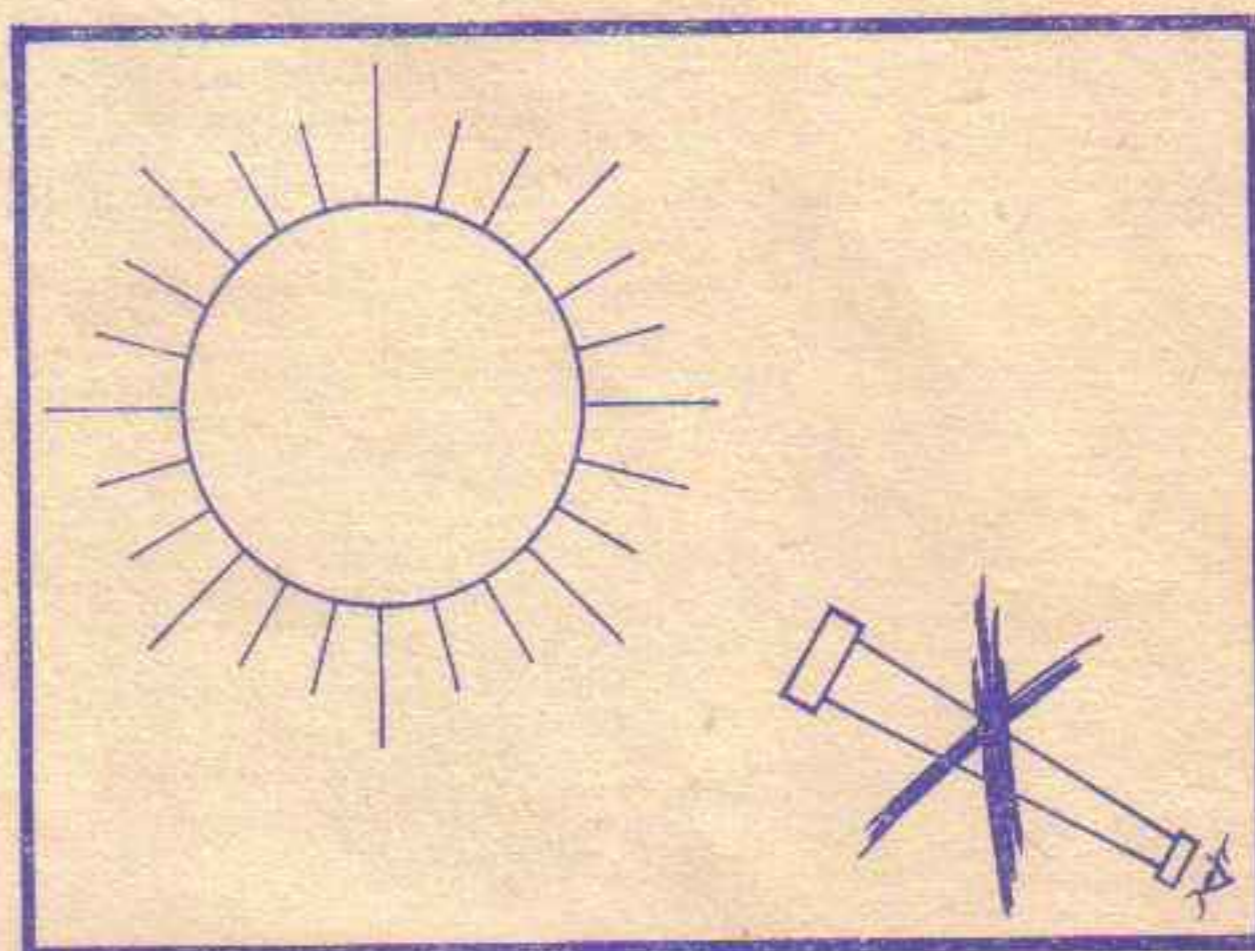
Kedves Barátaink!

A VEB Kamenzi Játékgár optikai építőszekevénye igényes, tanító jellegű játék, felhasználóját hozzásegíti a szabad idő tanulságos és hasznos eltöltéséhez, talán egy hobbihoz is. Hogy kísérleteitek és megfigyeléseitek jól sikerüljenek, kezdettől fogva tartsátok be az alábbi szabályokat:

1. Mindig tartsátok kifogástalan rendet az építőszekevényben! Használat után minden alkatrészt tegyetek vissza a helyére. A mellékelt rajz és darabjegyzék alapján megtaláljátok mindennek a helyét és elnevezését.
2. Bánjatok óvatosan a játékkal és soha nem szabad a részeket erőszakkal összeilleszteni! Minden rész úgy illeszkedik, hogy könnyen összerakhatjuk és szétszedhetjük.
3. Ne feledjétek, hogy minden távcső nagyon érzékeny műszer! Óvjátok a portól és nedvességtől! Összeszerelve bizonyára gyakran hagyjátok a megfigyelés helyén. A távcsövet, különösen annak optikai részeit csak ecsettel és sohasem ruhával tisztítjátok meg a portól, mivel a porszemcsék könnyen felkarcolhatják a lencsét! Éjszaka, a lehült levegőben gyakran rakódik harmat a távcsőre. A kónusz részei és a többi szerelvény törlőruhával szárazra törölhetők. Reggel hagyjátok a távcsövet nyitva, esetleg kivett okulárral, hogy a nedvesség elpárologhasson!
4. A távcső-építőszekevény részeiből különféle modellek szerelhetők össze. A szerelési utasítást nagybetűkkel jelöltük meg és a könyv első részében találjátok. Ha az iránt érdeklődtök, milyen fizikai törvényeknek megfelelően működnek a távcsövek, közelebbi adatokat ehhez a könyvecske második részében találtok. A harmadik rész tárgyalja azokat a csillagászati megfigyeléseket, amelyeket az építőszekevény távcsöveivel végezhetünk. Végül pedig megtaláljátok egy csillagtérkép felállításának és használatának útmutatóját, amelyel nemcsak a csillagok helyét határozhatjátok meg, hanem sok más megfigyelést is végezhetek.

5. Csillagászati megfigyeléseknél fontos, hogy az égboltra való kilátást ne akadályozzák épületek vagy fák. Legalkalmasabbak a szabad térségek. Ne legyenek a közelben vakító fényforrások sem (erős utcai világítás vagy reklám)! Gyakran alkalmas egy erkély vagy egy terasz is. Esetleg a padláson is végezhetjük megfigyeléseinket egy tetőablakon keresztül.

**Csekély nagytás mellett is óvakodni kell a Nap megfigyelésétől! A koncentrált fény- és hőenergia a szemben gyógyíthatatlan égést okozhat.**



6. Minden összeszerelés és megfigyelés előtt alaposan olvassátok át a megfelelő utasítást, készítsétek ki a szükséges alkatrészeket, és csak ezek után kezdjétek hozzá a kísérletezéshez!

Sok hibát kerülhettek el ezáltal!

7. A német nyelvű képszövegek fordítása a 3. borítóoldalon található.

A távcsöves építőszekevényel sok sikert kívánunk!

VEB Kamenzi Játékgár  
8290 Kamenz  
DDR

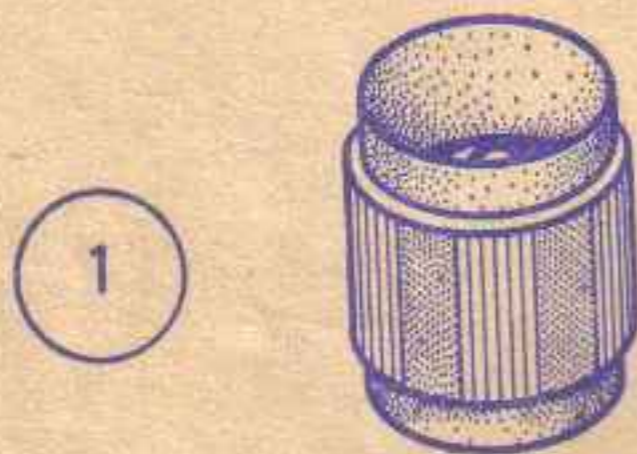
## I. Összeszerelés

Az építőszekevény részeiből több különféle távcsövet szerelhetünk össze. Minden távcső más-más megfigyelési lehetőséget kínál, más célt szolgál, új meg új optikai törvényeket tár fel, vagy ezek alkalmazását mutatja meg. Minden távcső esetében a lehetőségek egész sora áll rendelkezésre, a távcső a különféle megfigyelési körülményekhez igazítható. Ehhez különböző objektívek, okulárok, fényrekeszek és egyéb tartozékok állnak rendelkezésre.

Mielőtt belemerülnénk ezekbe az összefüggésekbe, ismerkedjünk meg az építőszekevény tartalmával és az összeszerelés módjával. Örömeinkre szolgál, hogy a szerelés közbeni ellenőrzések által már belekóstolhatunk a későbbi munka örömeibe.

### A) A lencse beszerelése (kis objektív, 1)

A fényrekeszgyűrűt (2) a nagyobbik átmérővel lefelé tartjuk. Ezután a gyűjtőlencsét  $f = 106$  (3) a fényrekeszgyűrű (2) kisebbik külső átmérőjű oldalán lévő mélyedésbe úgy helyezzük be, hogy a lencse kifelé domborodó (konvex) oldala felfelé (kifelé) nézzen. Utána az objektívtartót (4) rátesszük az 1. képre.



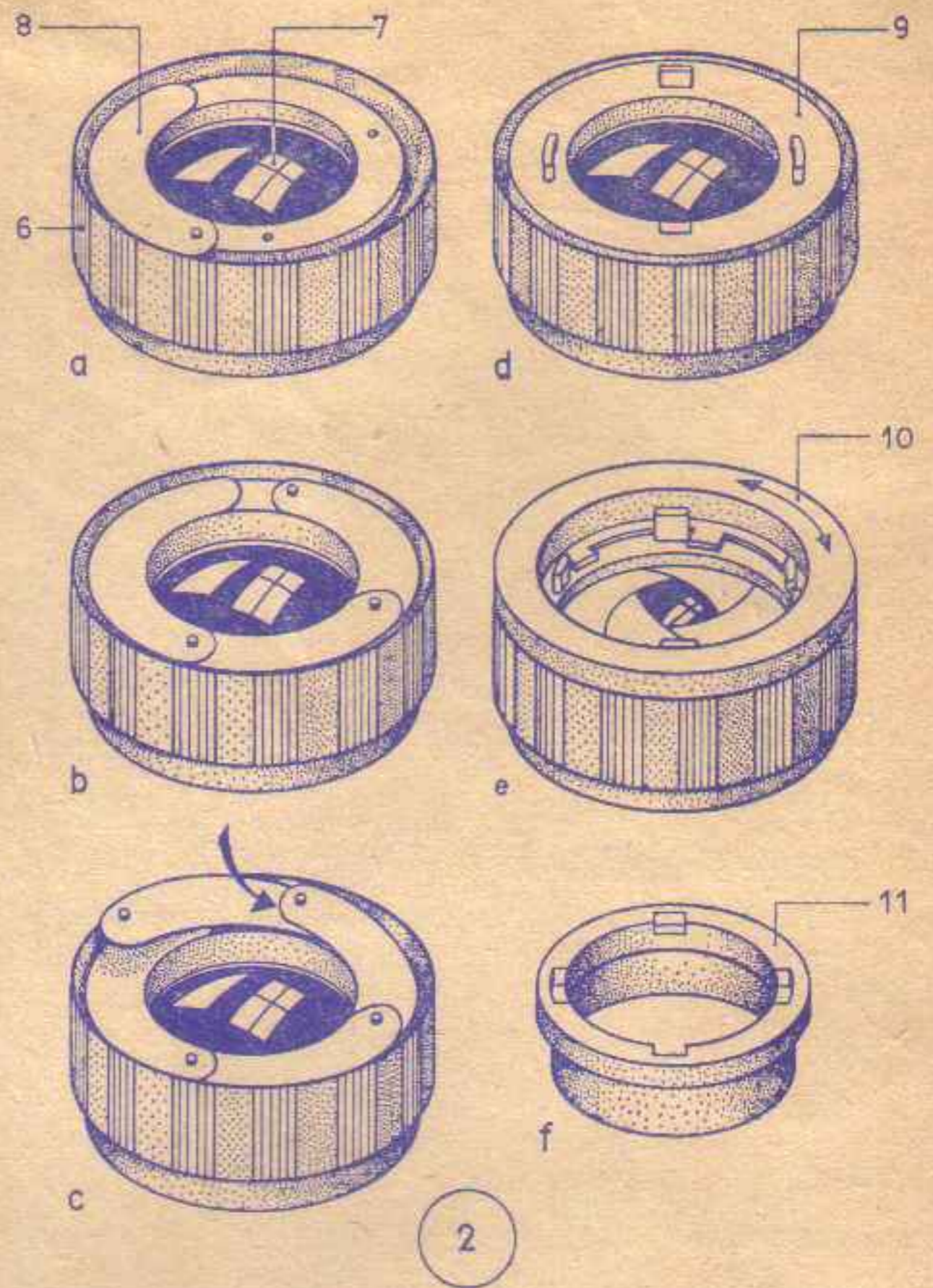
### B) A középső objektív összeszerelése (5)

Az objektívgyűrűt (6) a fokozatos oldalával lefelé az asztalra helyezzük. A nyílásba betesszük a gyűjtőlencsét  $f = 225$  mm (7). Ekkor a kifelé domborodó (konvex) oldal lefelé esik. A négy kis furatba egymás után behelyezzük a négy lamellát (8). A behelyezés a következő módon történik:

A lamellát úgy helyezzük be az objektívgyűrűbe, hogy a pecek egy furatba kerüljön (2a ábra). Ezután a második és a harmadik lamellát úgy helyezzük be az óramutató járásával megegyezően, hogy bal oldaluk az előtte felszerelt lamellán fekszen és a pecek a furatokban legyenek (2b ábra).

A negyedik és egyben utolsó lamellát úgy kell betenni, hogy jobb oldaluk az először felszerelt lamella alatt, a pecek pedig az utolsó szabad furatban legyenek. Ehhez ezt a lamellát könnyedén megemeljük (2c ábra), vagy addig hajlítjuk befelé, amíg az utolsó szabad furat láthatóvá válik. Ezután az utolsó lamellát óvatosan alátoljuk, amíg a pecek beilleszkedik a furatba. Hogy az első három lamellát ne húzzuk ki a furatból, egyik kézzel könnyedén az objektívgyűrűre nyomjuk azokat.

Miután meggyőződünk arról, hogy minden lamella a helyén van és kívülről ráfekszik az objektívgyűrűkre, a csavarható gyűrűt (9) úgy helyezzük fel, hogy a lamellák négy, felfelé allo peckje beleakadjon a négy vezetőhoronyba (2d ábra). Ezután a forgatható gyűrűt úgy toljuk el, hogy kb. az objektívgyűrű közepére kerüljön. Hogy a lamellák most már ne legyenek az objektívgyűrű belső falán, a forgatható gyűrűt kissé balra csavarjuk (az óramutató járásával ellentétesen). Végül az objektívgyűrűbe betesszük az állítógyűrűt (10) úgy, hogy a forgatható gyűrű



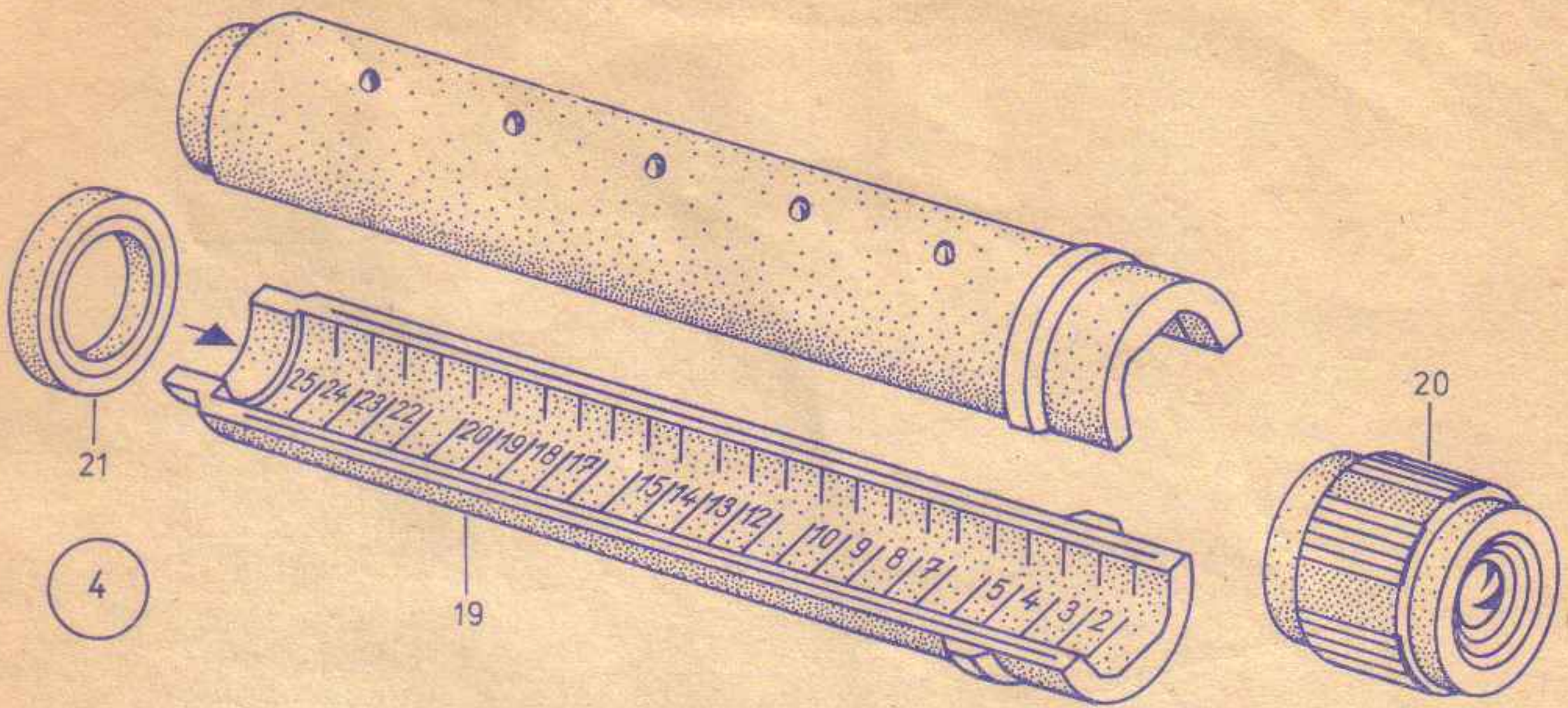
négy bordája a beállítógyűrű négy mélyedésén keresztül nyúljon (2e ábra). Az állítógyűrűt úgy helyezzük fel, hogy ha a forgatható gyűrűt jobbra ütközésig csavarjuk, a változtatható nyílású fényrekesz teljesen nyitva legyen, ha pedig a bal ütközésig csavarjuk, a változtatható nyílású fényrekesz félig zárva legyen. Ezután feltehetjük a tartógyűrűt (11) (2. ábra). A tartógyűrű négy mélyedése befogadja a forgatható gyűrű négy bordáját. A 3. ábra a középső objektívet mutatja készen, az objektívgyűrű felőli oldalról.



### C) A nagy objektív (12) szerelése

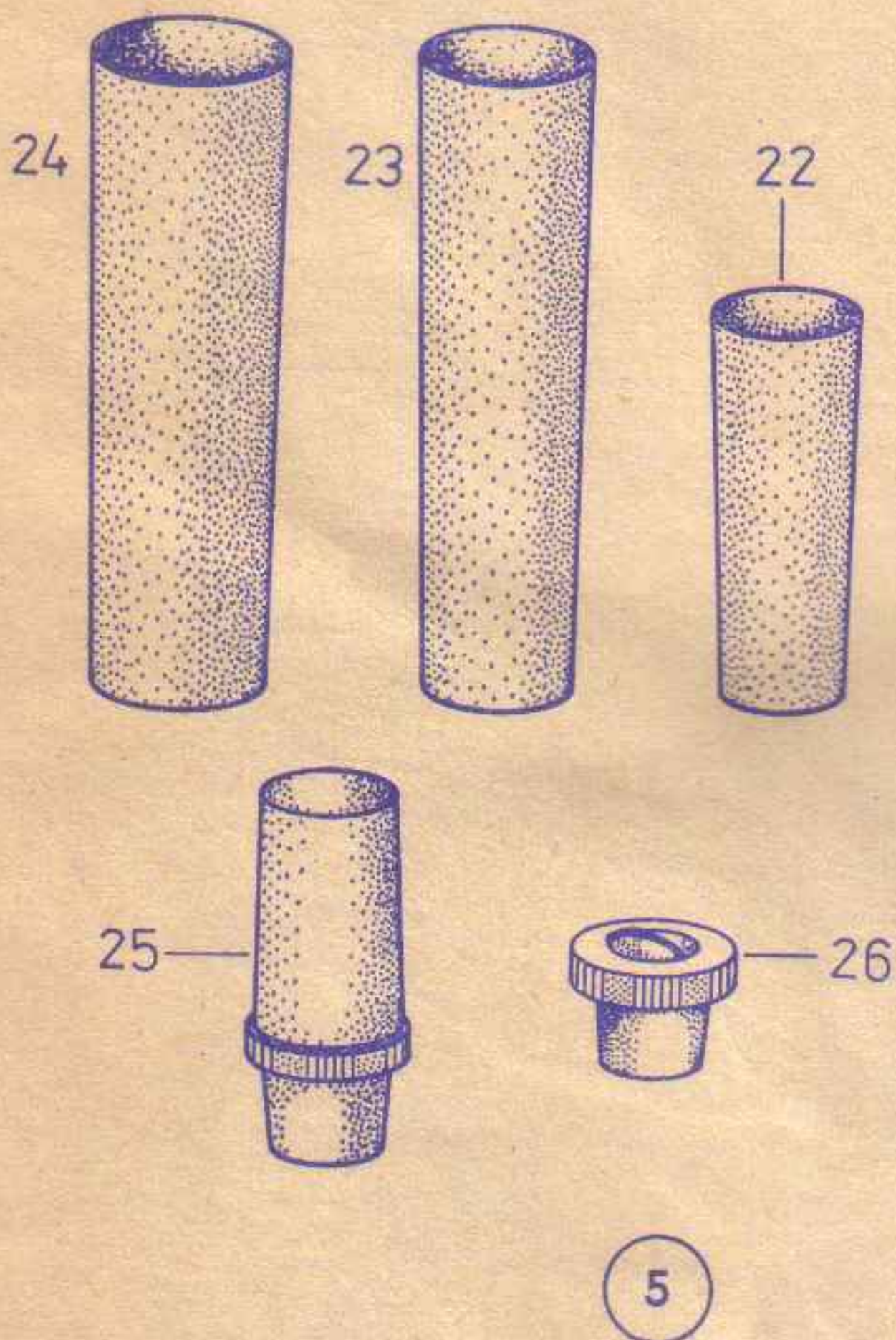
A nagy objektívet (12) ugyanúgy szereljük, mint a középsőt (5). A nagy objektívgyűrűbe (13) betesszük a lencsét  $f = 360$  mm (14). Alkalmazzuk a négy nagy lamellát (15), a nagy forgatható gyűrűt (16), a nagy beállító gyűrűt (17), valamint a nagy tartógyűrűt (18).

A szerelésnél ügyeljünk arra, hogy a nagy beállító gyűrűt (17) úgy helyezzük be, hogy a változtatható nyílású fényrekeszt teljesen nyitni, ill. félig be lehessen zárni.



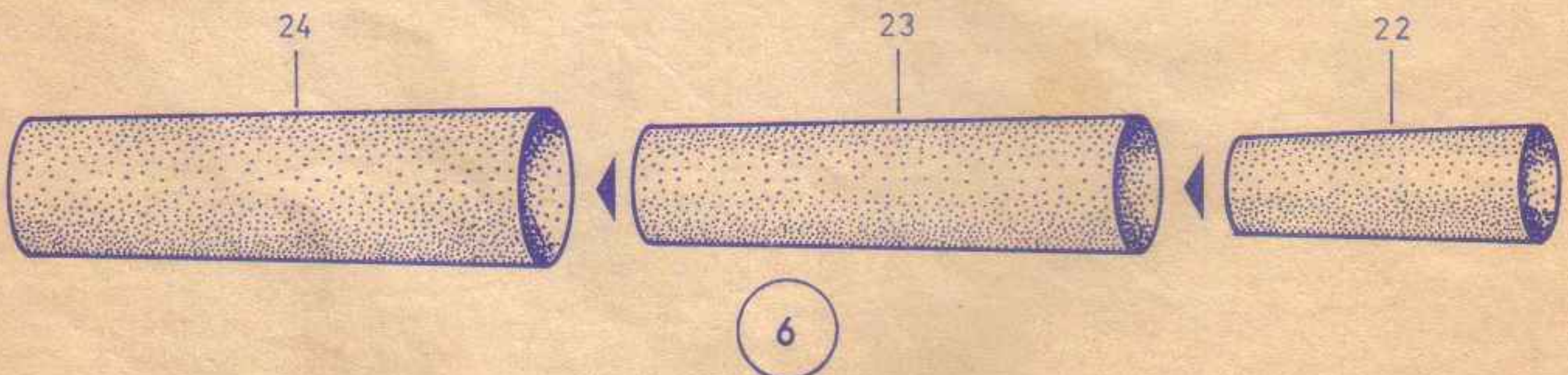
#### D) Az okulárcső szerelése (19)

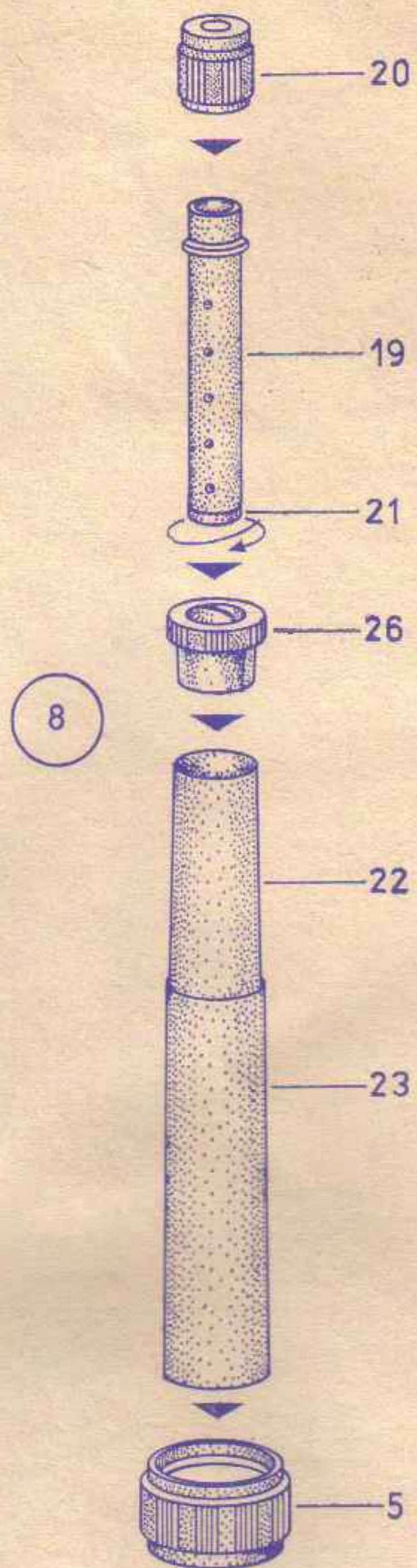
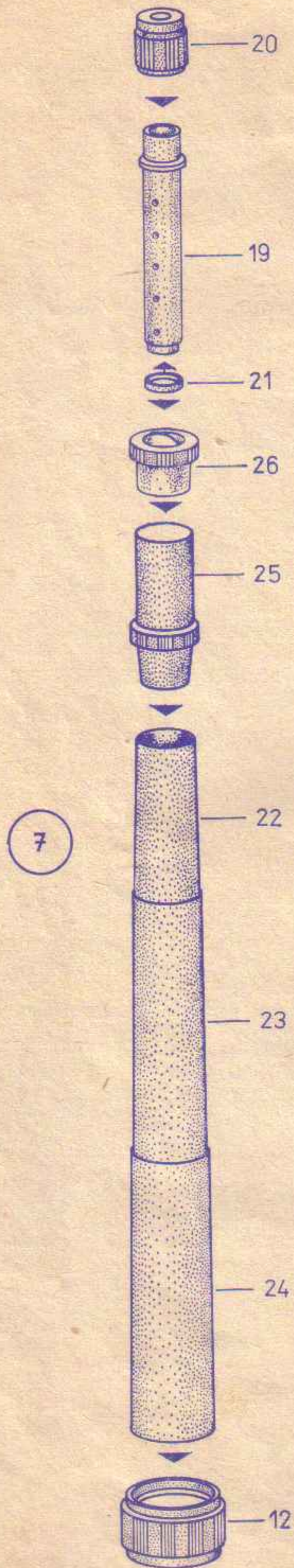
Az okulárcső (19) két, egymáshoz hasonló félgömbből áll (4. ábra). Mindkét félgömbben található bizonyos mennyiségű borda, melyek között mélyedések (hornyok) állnak rendelkezésre, melyekbe tetszés szerint helyezhetünk be lencsét és fényrekesztet. Gyakorlás céljából egyelőre csak az okulárcsövet szereljük össze, mivel csak később fogjuk látni, hogy melyik lencsét és melyik fényrekesztet melyik hornyba kell betenni. Az okulárcső két felét egyik oldalon az okulár (20), a másik oldalon az okulárszorító gyűrű (21) tartja össze.



#### E) A tubus szerelése

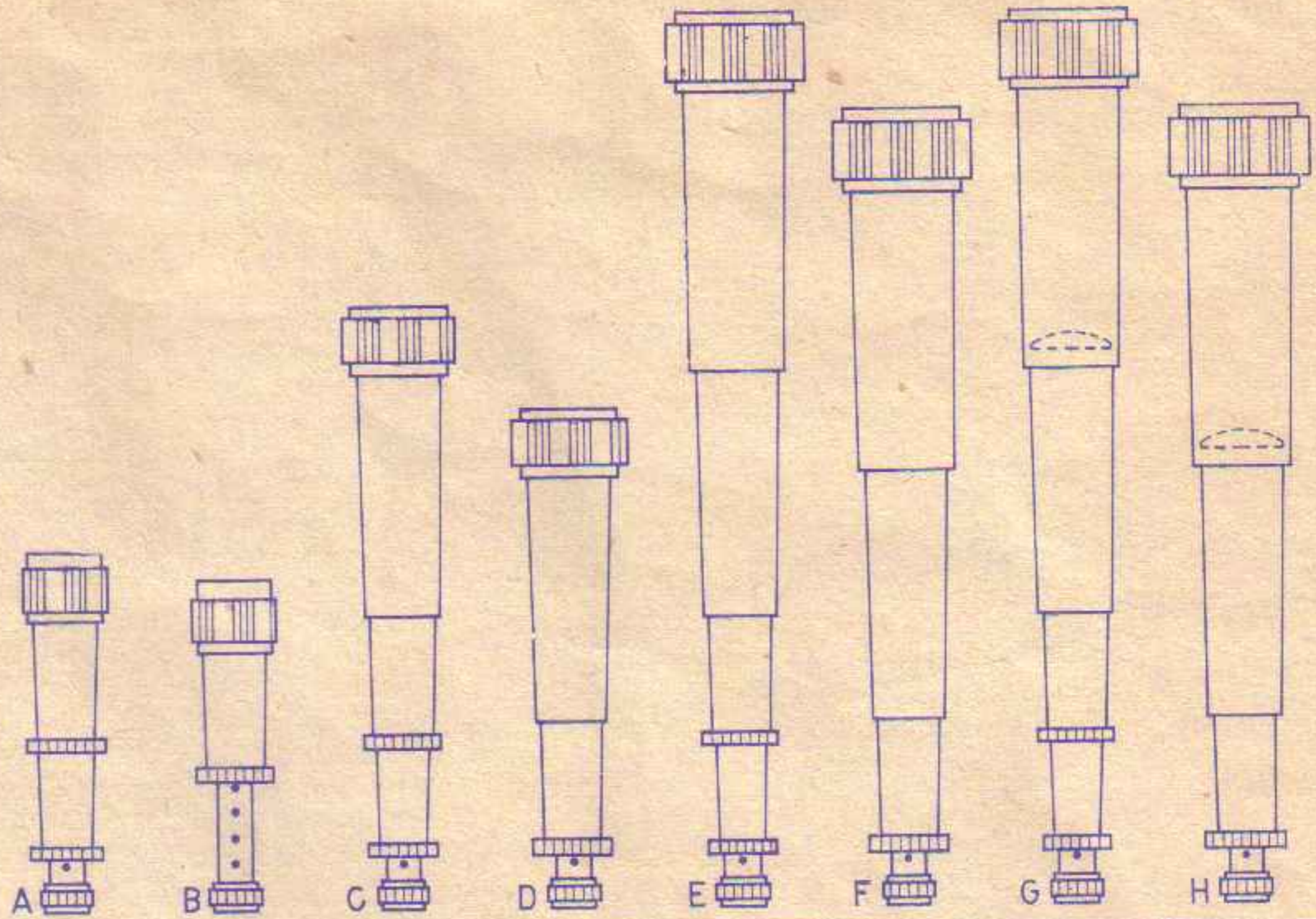
Távcsöveinknél a tubus, vagyis a távcső főcsöve, a nagy csőből (24), a középső csőből (23), a kis csőből (22), a hosszú okulárvezetésből (25) és a rövid okulárvezetésből (26) áll. Ezeket a részeket különféle módon kombinálhatjuk és nem mindig van szükségünk valamennyire. A csövek káposan készültek (5. ábra). A tubust úgy szereljük össze, hogy a mindenkor szükséges csöveket egymásba toljuk (6. ábra). Ezután a hosszú okulárvezetést (25) vagy a rövid okulárvezetést (26) bedugjuk a kis cső (22) szűk végébe. A hosszú okulárvezetés alkalmazása esetén ebbe dugjuk a rövid okulárvezetést. Valamennyi alkatrészt könnyedén felhúzzunk a kúpra. Aszerint, hogy melyik objektívot alkalmazzuk, tubusként szolgál a kis cső (22) egyedül a kis objektív (1) számára, a kis cső (22) és a közepes cső (23) a közepes objektív (5) számára, vagy a kis cső (22), a közepes cső (23) és a nagy cső (24) a nagy objektív (12) számára.





A 7. ábra egy nagy távcső szerelését mutatja a hosszú okulárvezetés, a rövid okulárvezetés, mindhárom cső és a nagy objektív felhasználásával. A 8. ábra egy közepes távcső szerelését mutatja rövid okulárvezetéssel. Ezek azonban csak példák. Könnyen felismerhető, hogy ennél több kombinálási lehetőség kínálkozik. Ezeket a lehetőségeket a 9. ábra szemlélteti A, B, C, D, E és F megjelöléssel. Azon-

9



1	kleines Objektiv	•	•						
5	mittleres Objektiv			•	•				
12	großes Objektiv					•	•	•	•
7	Zusatzlinse $f=225\text{ mm}$							•	•
24	großes Rohr					•	•	•	•
23	mittleres Rohr			•	•	•	•	•	•
22	kleines Rohr	•	•	•	•	•	•	•	•
25	lange Okularführung	•		•		•		•	
26	kurze Okularführung	•	•	•	•	•	•	•	•
20	Okular	•	•	•	•	•	•	•	•
19	Okularrohr	•	•	•	•	•	•	•	•

kivül lehetséges egy objektív-képzőlencse alkalmazása a 9. ábra G és H megjelölései szerint. Ehhez a tartógyűrűbe (11) behelyezünk egy  $f = 225\text{ mm}$  (7)-es lencsét és a szorítógyűrűvel (27) rögzítjük a tartógyűrűben (11). Ezt az objektív-képzőlencsét a középső csőbe (23) helyezzük be. Ugy helyezzük be, hogy a domború oldal a nagy cső felé mutasson.

Ennél felhasználhatjuk a tartógyűrűt (11), mert ez a gyűrű a középső objektívhoz tartozik, amelyre ennél a kivitelezésnél nincs szükség. Később látni fogjuk, hogy a mindenkori célnak melyik kivitelezési forma felel meg leginkább. A kísérleteknél ügyeljünk arra, hogy ne cseréljük össze az egyes lencsákat. Egyrészt a (3) és a (7) lencse, másrészt a (30), (31), (32) és (33) lencse külső átmérője megegyezik. Csak a gyújtótávolságuk különböző.

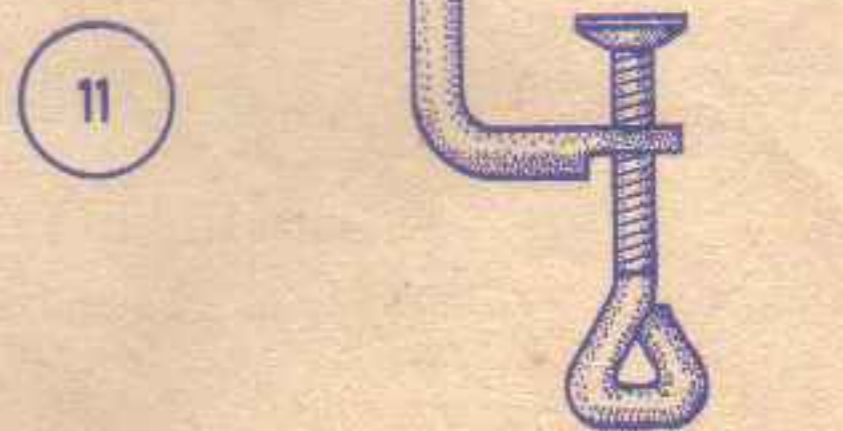
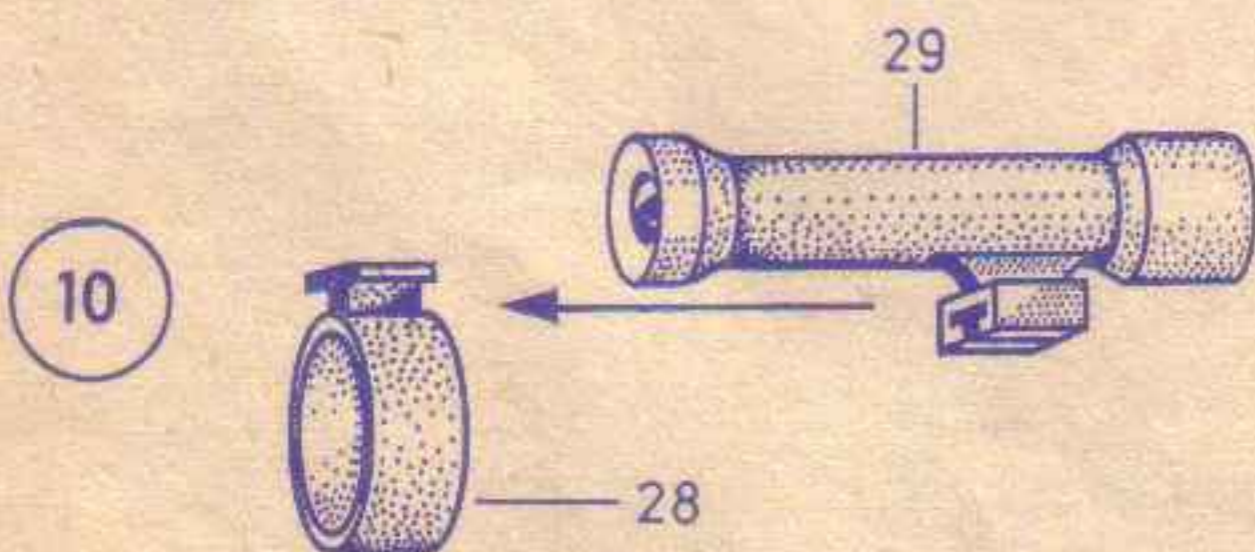
#### F) A kereső távcső (29) szerelése

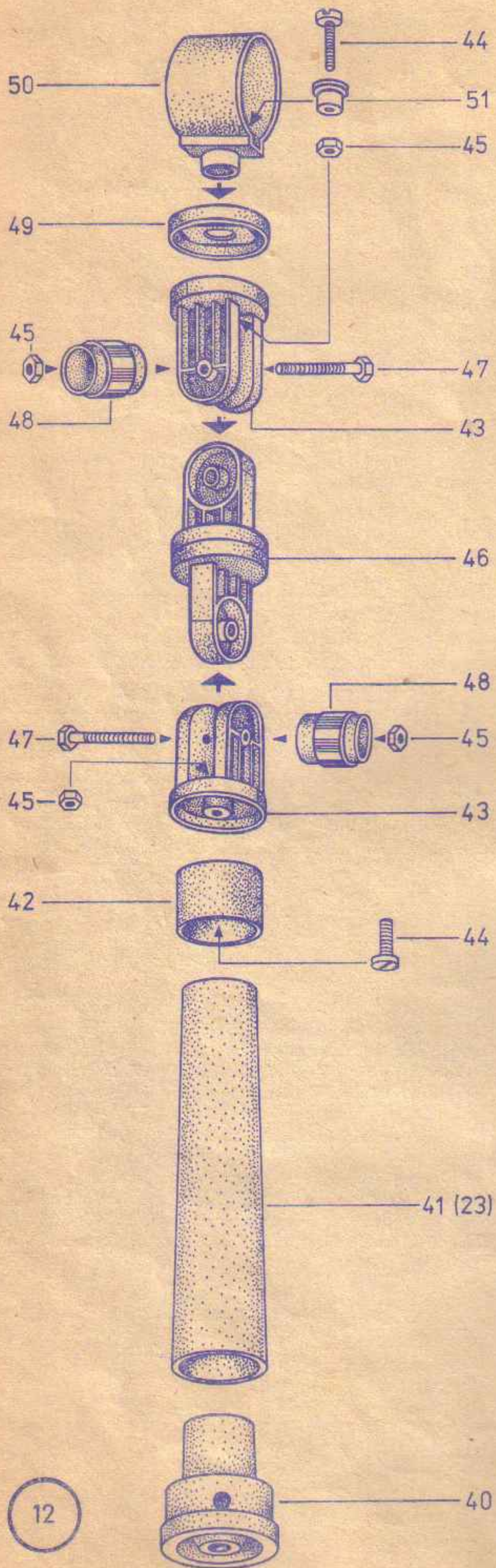
Az előszerelt kereső távcsövet (28) a távcső tartógyűrűjére húzzuk fel (10. ábra).

A szerelésnél a gyűrűt a felhúzott kereső távcsővel ráhúzzuk a hosszú okulárvezetékre (25) (49. ábra). Ha a távcsőnél nem alkalmazzuk a hosszú okulárvezetékét, a szerelést a kis csövön (22) végezzük. A kereső távcső hosszabik oldala minden esetben az okulár felé mutat.

#### G) Az állvány (38) szerelése (12. ábra)

Az állványt (csillagászati távcsöveknél „szerelvény”-nek is nevezzük) rácsavarozzuk egy asztallapra, ablakpárkányra, vagy más stabil lapra. Legelőször a lábat rögzítjük (40) (12. ábra) a csavarszorítóval (39) az alaplapon. A lábra



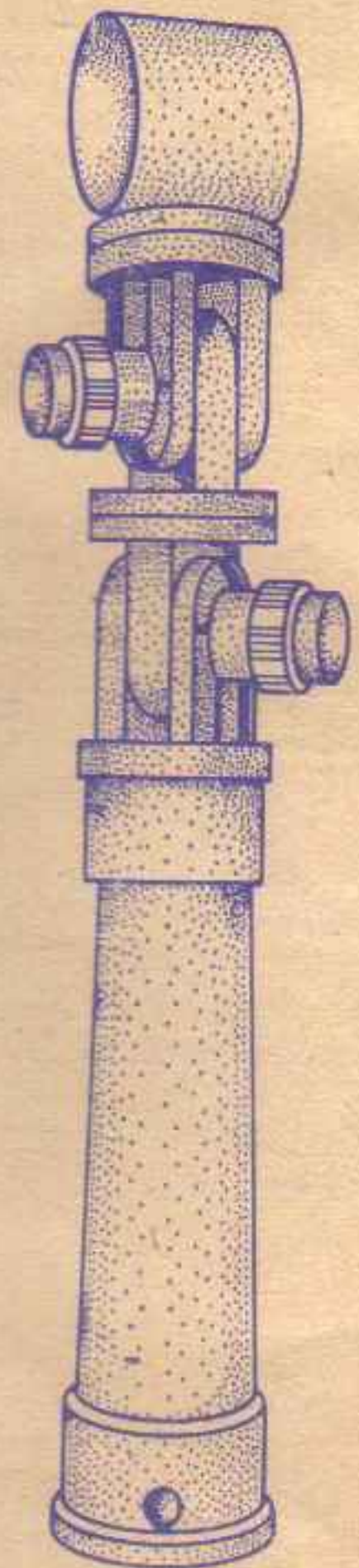


12

(40) nagyobbik végével feltoljuk az állványcsövet (41) méretei megegyeznek a tubus középső csövének méreteivel (23). Utána felcsavarjuk a közdarabot (42) a rúdvillával (43). Ehhez a rúdvillát feltesszük a közdarabra (42) és a hengeres csavarokat (44) a közdarabon át a rúdvilla kerek tárcsáján átdugjuk. A rúdvilla hatszögletébe, középre hatlapú anyát helyezünk (45), amellyel a hengeres csavart erősen meghúzzuk. Ezután a keresztidom (46) egyik oldalát a közdarabban felcsavarozott rúdvilla két felülete közé vezetjük. A furaton egy hatlapfejú csavart (47) dugunk át (a rúdvilla egyik villafelülete a hatlapú fej befogadására alkalmas). Azután egy szorító anyát (48) az előkészített oldalon felszerelünk egy hatlapú anyával (45), majd a keresztidomot rögzítjük a közdarabon lévő rúdvillával. A szorító anyában lévő (48) hatlapú anya kifelé néz.

Ezután a felső részt (50) az egyenes oldallal úgy helyezzük a számlapra (49), hogy a felső rész hengeres csapja a számlap fölé nyúljon. A csap furatán keresztüldugjuk a közdarabot (51) és egy hengeres csavart (44). Az ellenkező oldalra helyezzük a második rúdvillát (43) és becsavarozzuk, miután behelyeztük a hatlapú anyát (45). Ennek az előszerelt elemcsoportnak a rúdvilláját (43) a keresztidom (46) szabad oldalára helyezzük, ahol azt egy hatlapú anyával, egy szorító anyával és egy hatlapfejú csavarral az előbb leírt módon rögzíthetjük. Az így elkészített forgatószerkezetet rögzítjük az állványon (13. ábra).

13

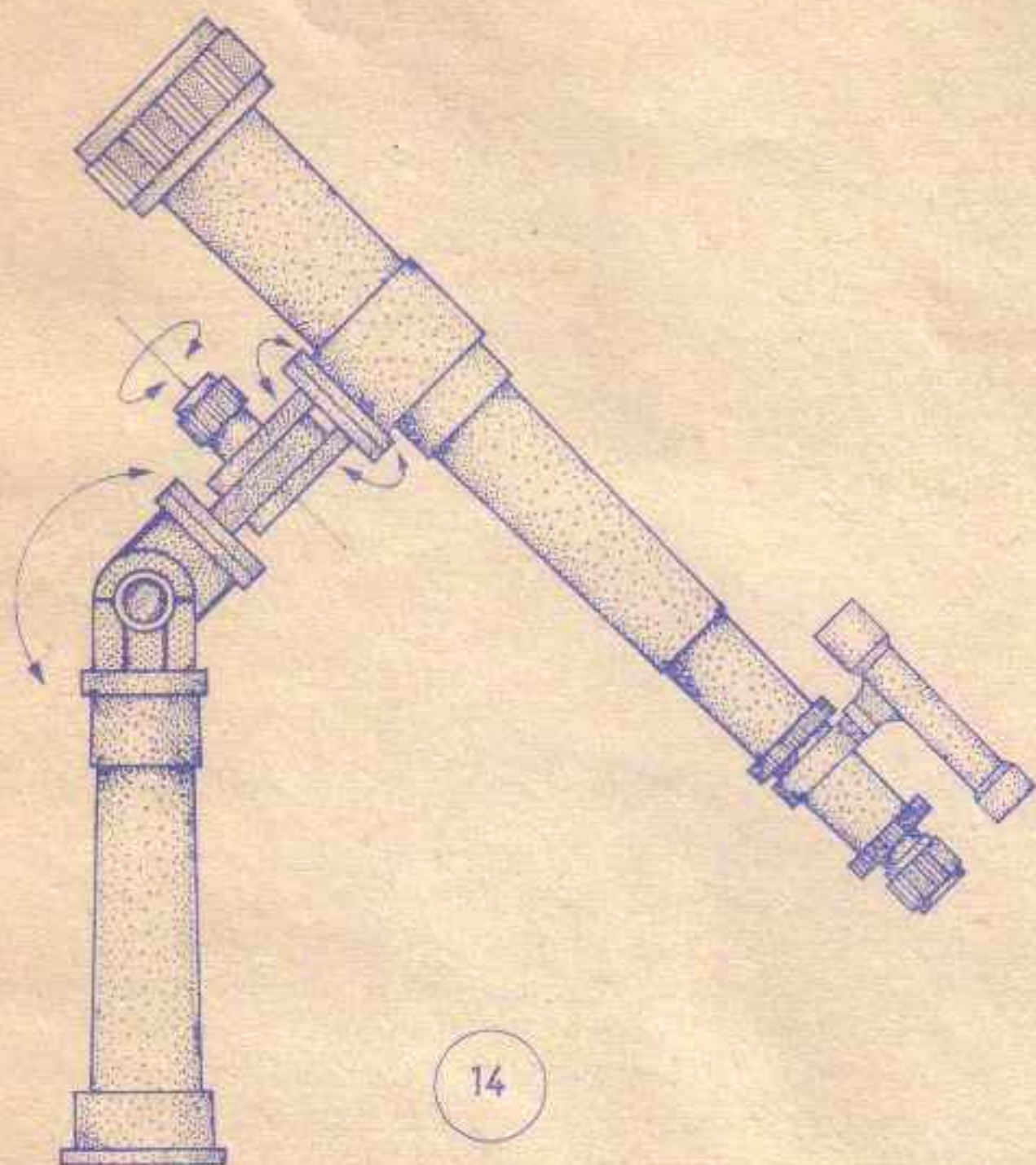


A felső rész (50) kónuszos furatába betolhatjuk a nagy távcsövek tubusát (E-H kivitelezések, 9. ábra), a furat átmérője megfelelő nagyságú.



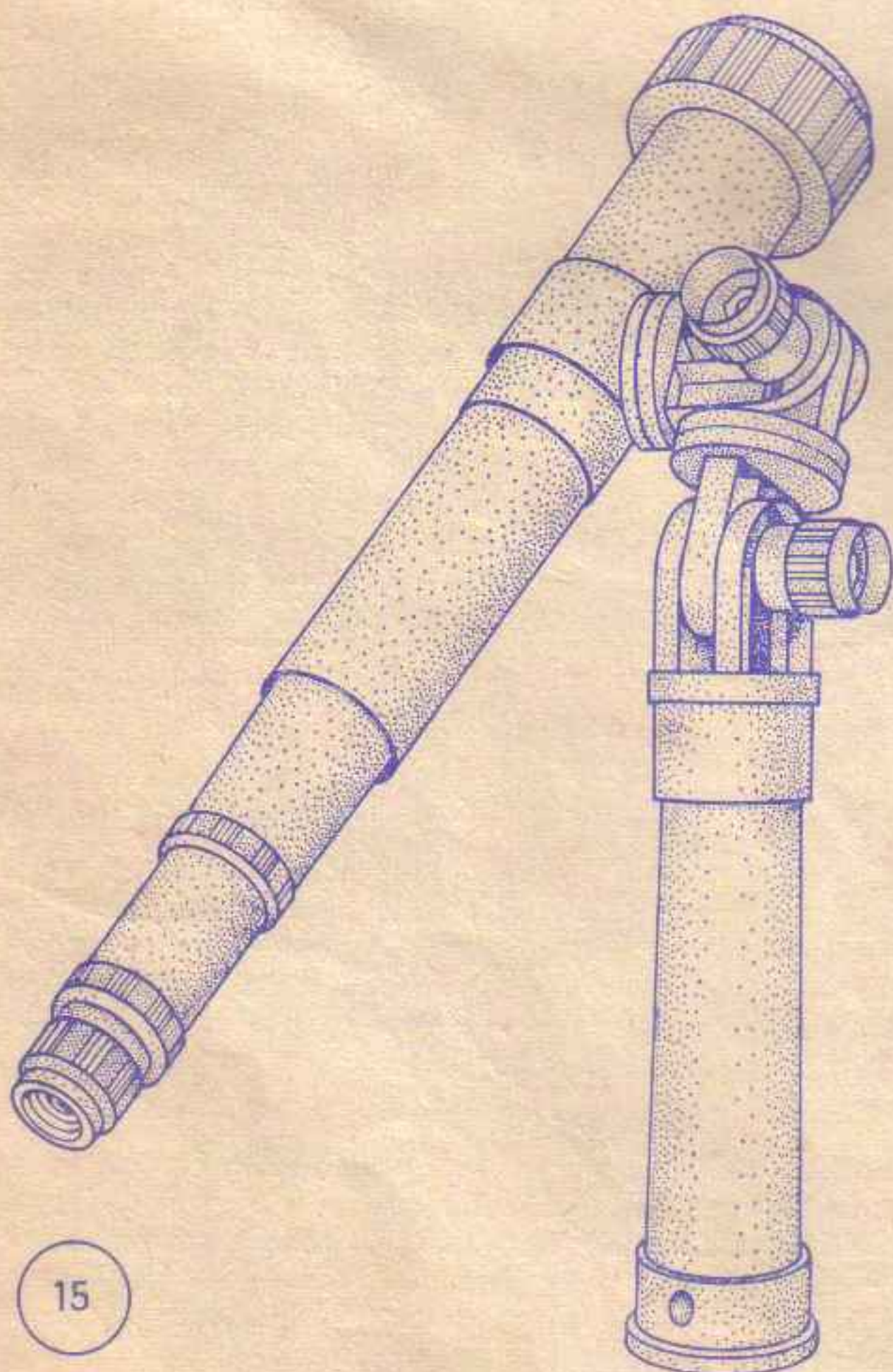
Ha a szorító anyákat kissé meglazítjuk, a tubust három síkban mozgathatjuk rögzített állvány mellett. A következő mozdulatok végezhetőek el vele:

a) Az objektívet emelhetjük és süllyeszthetjük (ennél a mozdulatnál az okulár megfelelően emelkedik, ill. süllyed). Ezt látjuk a 14. ábrán.



14

b) A távcsövet eredeti helyzetéhez képest oldalra lehet állítani (dönteni). Ezt mutatja a 15. ábra.



15

c) A távcső tengelyét (felülről nézve) minden oldalra mozgathatjuk.

Valamennyi fordító és döntő mozdulat elfordulási szögét leolvashatjuk a hozzátartozó skálabeosztáson. Később látni fogjuk az elfordíthatóság gyakorlati jelentőségét.

Miután kellően megismertük a távcsövek szerelését, elkezdhetjük az első kísérleteket. Ehhez valamennyi összeszerelt részt ismét szétszedünk és valamennyit visszarakjuk a helyére, a tartóba, hogy az egyes kísérletekhez szükséges alkatrészeket könnyen megtaláljuk.

## II. A távcsövek működése

A fény egyenes vonalban terjed. „Szögben” nem látunk semmit. Ezért is beszélünk **fénysugarakról**. Bizonyos körülmények között azonban ezek a fénysugarak megtörnek.

### 1. kísérlet: Fénytörés

Egy ceruzát behelyezünk ferdén egy vízzel telt pohárba. A ceruza a víz felületén törést mutat (16. ábra).



16

A fénysugarak nemcsak a folyadék és a levegő határán törnek meg, hanem például különböző hőmérsékletű gázok is megtörhetik a fénysugarakat.

### 2. kísérlet: Villogás melegítés által mozgatott levegőben

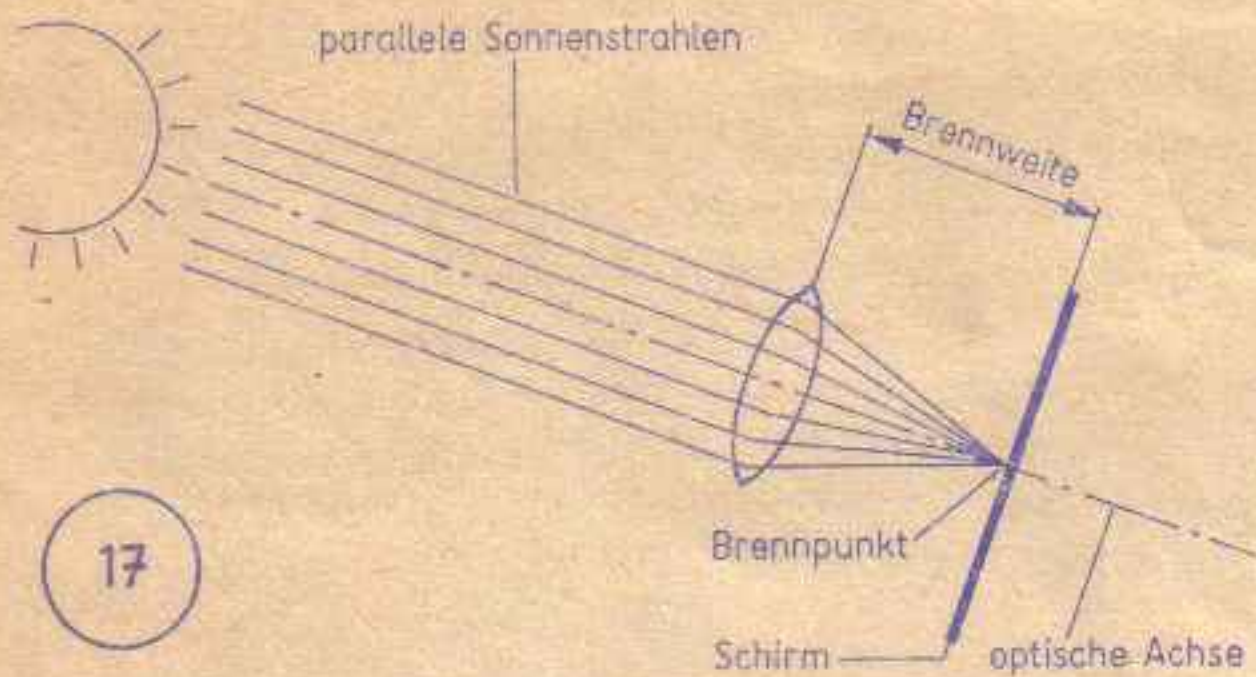
Egy égő gyertya felett nézünk egy tárgyat. A tárgy körvonalai elmosódva látszanak.

Azokon a helyeken, ahol a hideg és a meleg levegő összehatalálkozik, a fénysugár megtörik. A gyertya fölött felszálló levegőnek nemcsak a hőmérséklete nem egyenletes, hanem határfelületei is egyenetlenek a környező hideg levegővel szemben, ezért egyenetlen fénytörés keletkezik. Ezt a jelenséget figyelhetjük meg télen a fűtött kémények fölött, vagy forró nyári napokon az erősen felmelegedett háztetők és utak felett, ahol a meleg levegő felfelé száll.

Ez a jelenség zavarná a távcsővel végzett munkát, különösen csillagászati megfigyeléseknél. A mi szekrényünkben található lencsék is megtörhetik a fényt.

### 3. kísérlet: Gyújtópont és gyújtótávolság — gyűjtőlencse

Az objektívlencsét (7) a napsugárzásba tartjuk (17. ábra) Mivel a Nap nagyon messze van tőlünk, valószínű, hogy a kis lencsefelületre érkező sugarak párhuzamosak. A napsugarak azonban nem hagyják el párhuzamosan a lencsét, hanem mögötte egy pontban összegyűlnek.



Objektívlencsénk (7) tehát gyűjtőlencse, amely ebben az esetben a napsugarakat egy pontban összegyűjti. Bizonyos kísérletezés után egy ernyő, pl. keménypapír, segítségével hamarosan megtalálhatjuk ezt a pontot. Ha erre a helyre a kezünket tartjuk és rávetítjük a megtalált pontot, forróságot is érezhetünk, mert a lencse nemcsak a sugarakat gyűjti össze, hanem a Nap hőenergiáját is. Ha keménypapírt alkalmazunk, az még meg is gyulladhat (vigyázat!), ha a Nap nagyon erősen süt.

Ezért ezt a pontot a lencse gyűjtőpontjának nevezzük. Megmérjük egy vonalzóval a fénypont és a lencse közötti távolságot, amelyet **gyűjtőtávolságnak** nevezünk. Ha jól mértük, a lencse gyűjtőtávolságaként kb. 225 mm-t kaptunk. További megfigyeléseinkhez még egy megjelölést vezetünk be, ez az optikai tengely. Ez egy képzeletbeli vonal, amely a lencse (vagy később a lencsék egész rendszere) középpontján halad át és merőleges a lencse felületére, a 3. kísérlet esetében ez megfelel a párhuzamosan érkező napsugarak irányának.

#### 4. kísérlet: A gyűjtőlencsék gyűjtőtávolságainak meghatározása

Az előbb leírt módon meghatározzuk gyűjtőlencsénk gyűjtőtávolságait. A következő értékeket kapjuk:

objektívlencse (7)	gyűjtőtávolság 225 mm (3. kísérlet)
objektívlencse (14)	gyűjtőtávolság 360 mm
objektívlencse (3)	gyűjtőtávolság 106 mm
okulárlencse (30)	gyűjtőtávolság 30 mm
okulárlencse (31)	gyűjtőtávolság 15 mm
okulárlencse (33)	gyűjtőtávolság 120 mm

#### 5. kísérlet: A sugár irányának megváltoztatása

Most a Nap sugarait a másik irányból küldjük át a lencsén, mégpedig úgy, hogy megfordítjuk a lencsét. Ha az előbb a domború részét fordítottuk a Nap felé, akkor most a homorú felét fordítjuk abba az irányba, illetve fordítva.

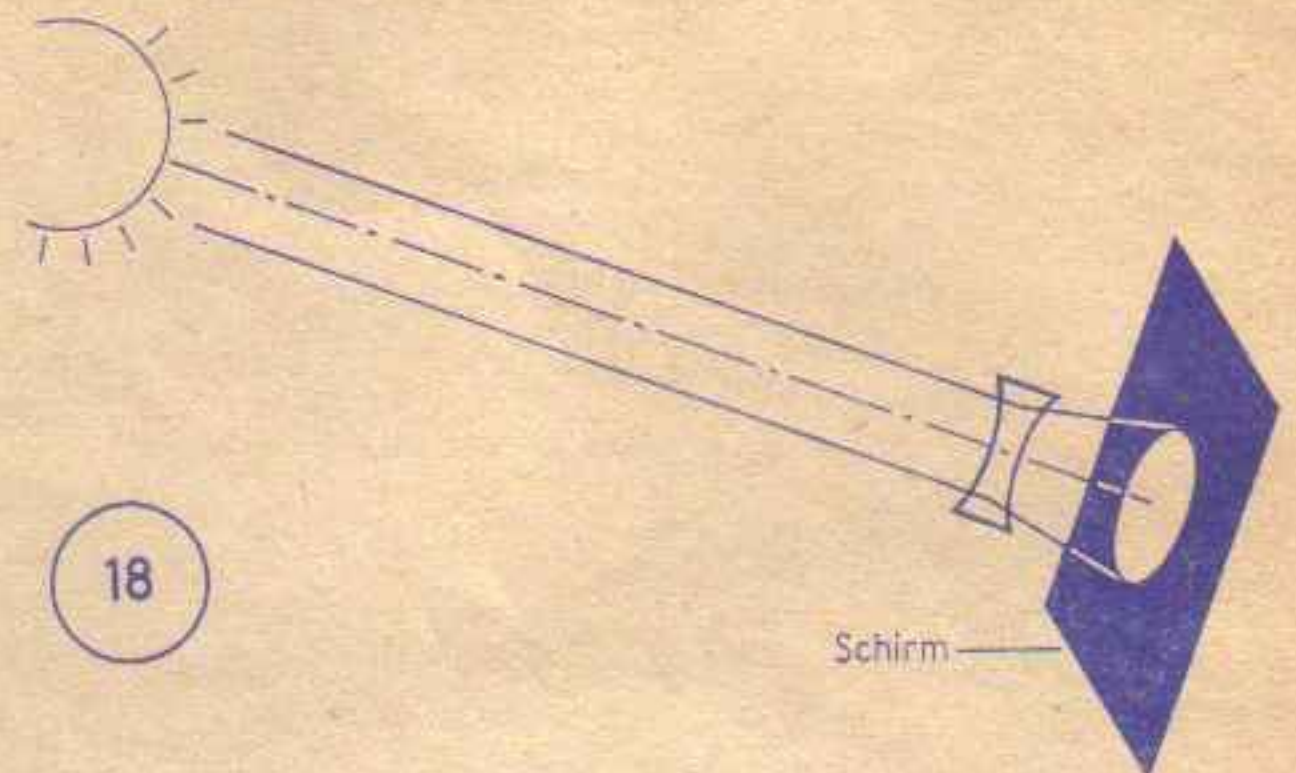
Megállapíthatjuk, hogy lencsénk gyűjtőtávolságai megegyeznek, legalábbis azon pontosságon belül, amellyel mérhetünk, függetlenül attól, hogy melyik irányból érkeznek a sugarak. (Nagyon pontos mérések esetén eltéréseket állapítanánk meg. Azt is pontosan meg kellene adni, honnantól kezdve számítjuk a gyűjtőtávolságot, mivel a lencsék nem végtelenül vékonyak.)

#### 6. kísérlet: A szórólencsék

Most megkíséreljük a (32) lencse gyűjtőtávolságát a fenti módon megállapítani.

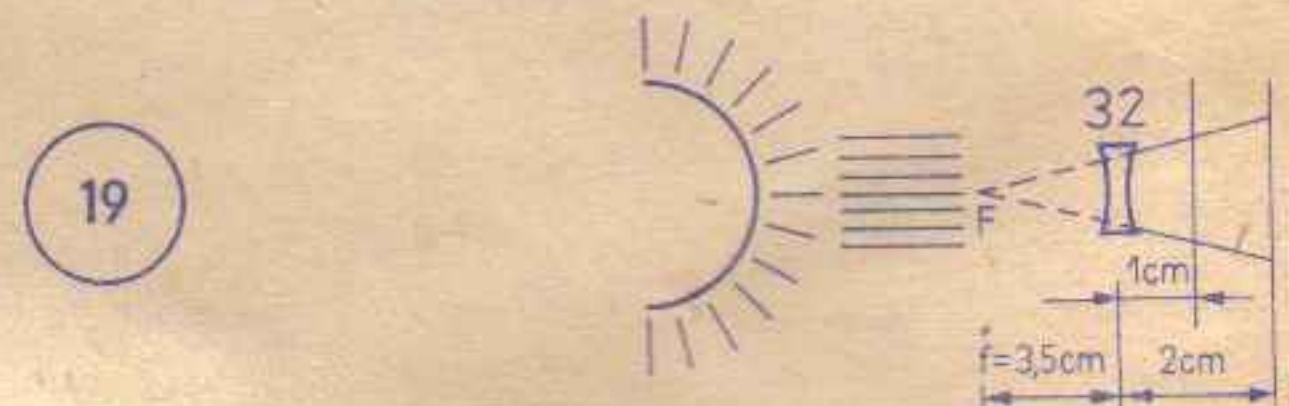
A lencse mögötti ernyőn kis távolság esetén világos folt keletkezik, amely csak kicsit nagyobb a lencsénél. Távoltítsuk el az ernyőt jobban a lencsétől, így a világos folt mindig nagyobb lesz. (18. ábra). Ebből arra a következtetésre jutunk, hogy ez a lencse a fénysugarakat nem gyűjti

össze, mint az előző lencsék, hanem szétszórja azokat. Ezért ezeket a lencsét szórólencsének nevezzük. Azonban fényszórólencsék esetében is beszélhetünk gyűjtőpont-ról.



#### 7. kísérlet: A szórólencsék negatív gyűjtőtávolsága

Párhuzamos napsugarakkal a lencse mögött 1 cm távolságban kör alakú világos foltot vetítünk az ernyőre. Ennek a foltnak megmérjük az átmérőjét vonalzóval. Ezután az ernyőt kb 2 cm-re eltávolítjuk a lencsétől és a halványabba vált folt átmérőjét ismét megmérjük (19. ábra). A mérési eredményeknek megfelelően kis vázlatot készítünk, ahol a nagyságviszonyokat a valóságnak megfelelően rögzítjük.



Most a két folt határoló pontjait összekötjük egymással és ezt az összekötő vonalat visszafelé a lencsén keresztül meghosszabbítjuk: egy metszéspontot kapunk, amelyet itt gyűjtőtávolságnak nevezünk. Ez a gyűjtőtávolság nem valószínűs vagy reális, mint a gyűjtőlencsénél, hanem látszólagos vagy virtuális. A rajzunkon most megmérhetjük lencsénk **gyűjtőtávolságát**. Mivel „hátrafelé”, azaz a sugárforráshoz, ebben az esetben a Nap felé irányul, negatív gyűjtőtávolságról beszélünk. A (32) lencsénél — 35 mm értéket kapunk.

#### 8. kísérlet: A sugarak irányának megfordítása szórólencse esetében

A lencsét megfordítjuk, mint az 5. kísérletnél a gyűjtőlencsénél. Mérési lehetőségeinknek megfelelően a negatív gyűjtőtávolság itt is azonos értékkel rendelkezik. Ennél a lencsénél is ugyanolyan (negatív) gyűjtőtávolságokat kapunk, ha a Nap felé a domború felület helyett a sík felületet fordítjuk.

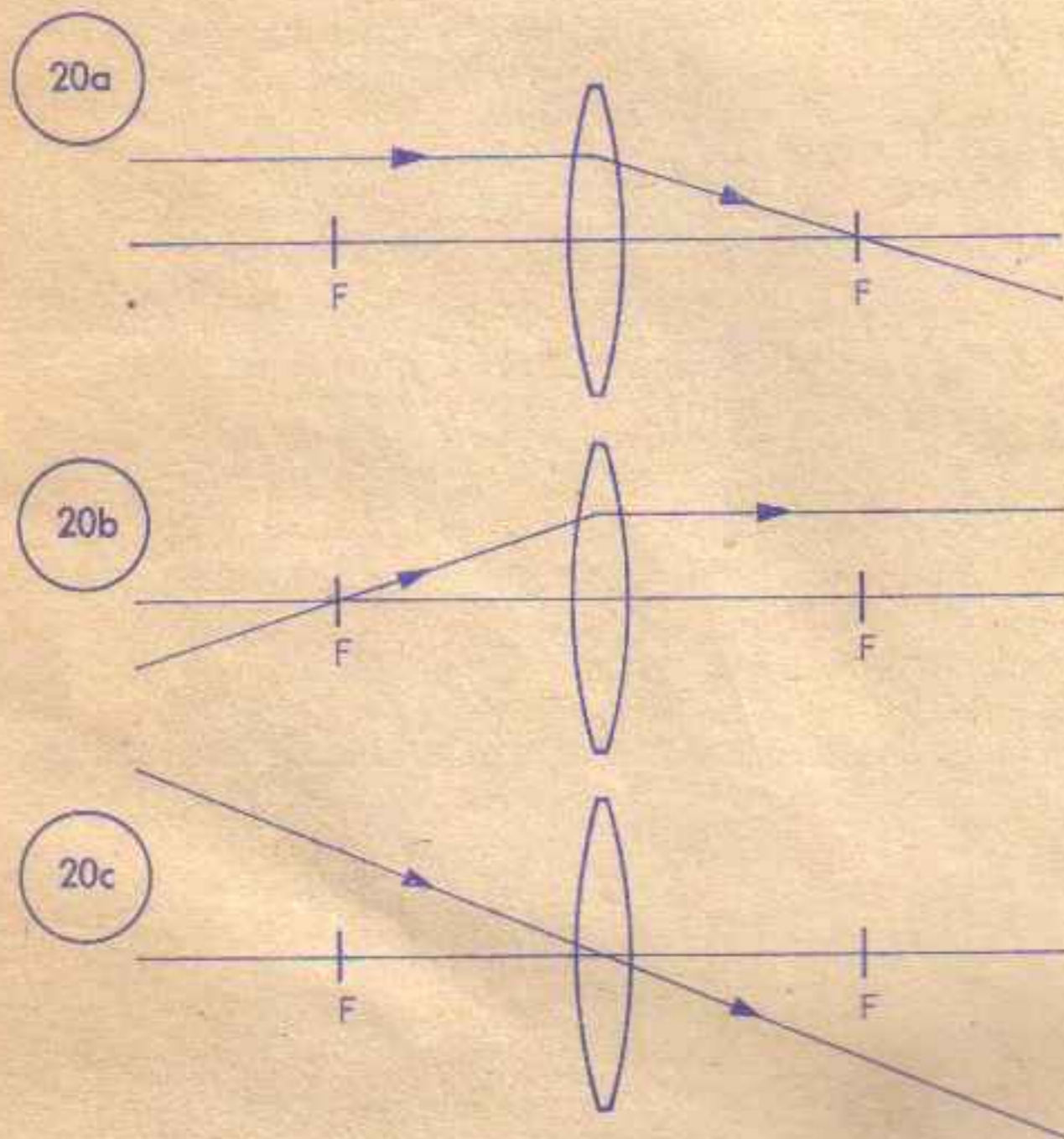
Ha megfigyeljük a lencse formáját, megállapíthatjuk, hogy a gyűjtőlencse közepén vastagabb mint a szélén. Ha a lencsének sík felülete van, mint ebben az esetben, plánkonvex vagy síkdomború lencséről beszélünk. A szórólencse közepén vékonyabb, mint a szélén. Mivel felülete sík, plánkonkáv vagy síkhomorú lencsének nevezzük. Gyakran nem

a lencse gyújtótávolságát ( $f$ ) adjuk meg, hanem a törőértékét, dioptriában. A dioptriaszámot úgy kapjuk meg, hogy az 1-t elosztjuk a méterben megadott gyújtótávolsággal, azaz

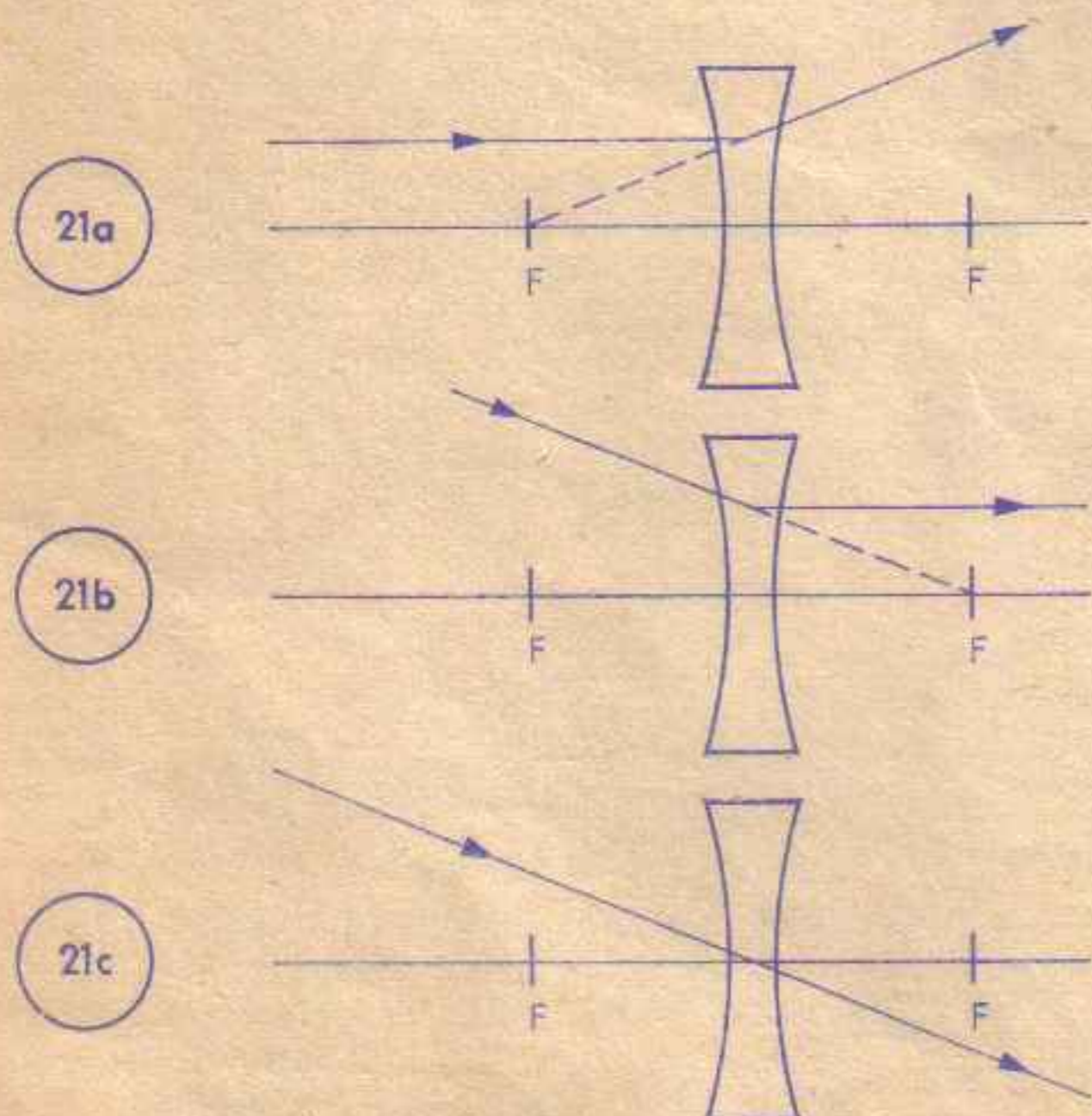
$$D = \frac{1}{f}$$

Ha abból indulunk ki, hogy

- optikai tengelyre párhuzamosan eső fénysugarak a gyújtópont irányába megtörnek (20a. ábra),
- az optikai tengelyre ferdén eső fénysugarak, amelyek áthaladnak a gyújtóponton, a lencsét az optikai tengellyel párhuzamosan hagyják el (a fény útjának megfordítása az előbb mondotthoz képest) (20b. ábra),
- a lencse középpontján ferdén áthaladó sugarak irányukat gyakorlatilag nem változtatják meg (20c. ábra),



akkor gyűjtőlencsék esetében az optikai képalkotás három esetével állunk szemben. Szórólencsék esetében analóg módon következtetünk. A sugarak irányával kapcsolatban az alábbiak érvényesek:



Egy, az optikai tengellyel párhuzamosan eső fénysugár az optikai tengelyhez képest úgy tör meg, hogy képzeletbeli meghosszabbítása hátrafelé áthalad a virtuális gyújtóponton (21a. ábra).

Ha a fénysugár a lencsére ferdén úgy esik, hogy képzeletbeli meghosszabbítása a lencse mögött a lencse virtuális gyújtópontján haladna át, akkor a sugár a lencsét az optikai tengellyel párhuzamosan hagyja el (21b. ábra).

A lencse középpontján ferdén áthaladó sugár gyakorlatilag nem változtatja meg irányát (21c. ábra).

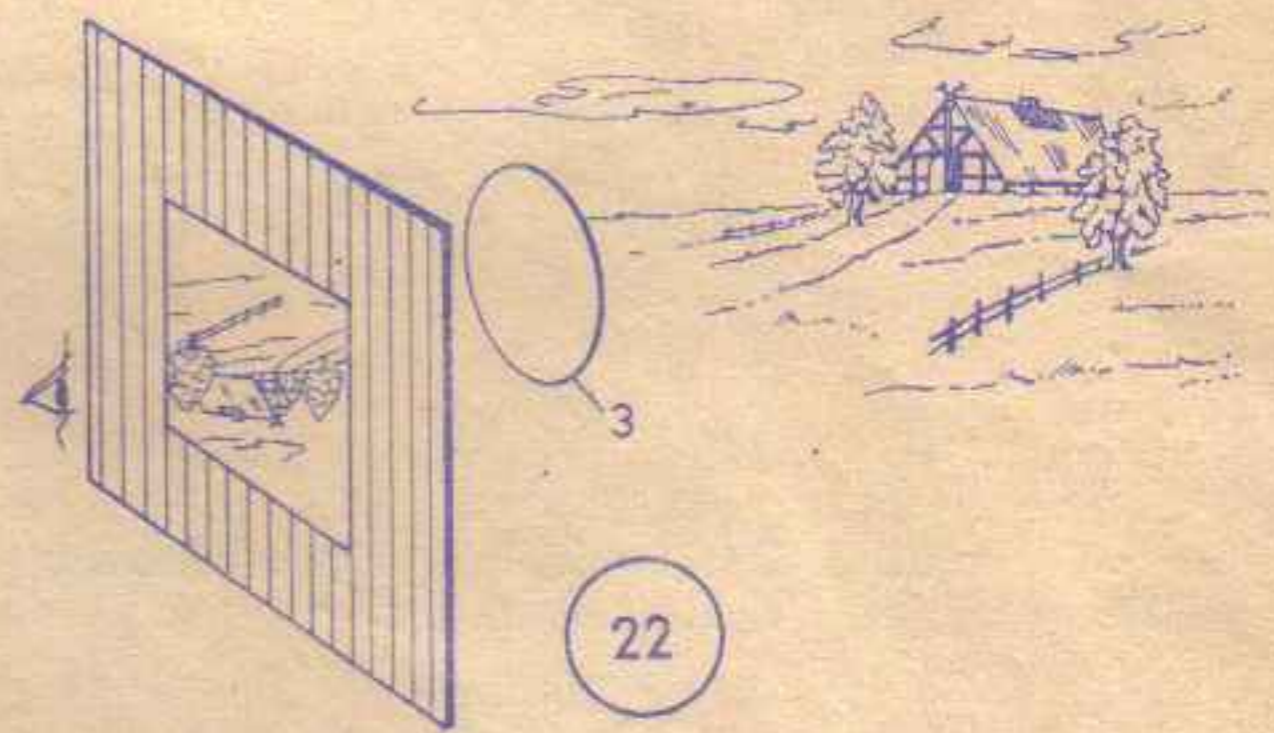
Ebben az esetben a sugarak képzeletbeli meghosszabbítását használtuk fel (szaggatott vonalakkal jelölve), hogy a 20. ábrához hasonló ábrákat kapjunk.

Miután megismertük a lencsék működését, megismerkedhetünk azzal is, hogy miért alkalmasak a gyűjtőlencsék reális képalkotásra, mint pl. a fényképezőgépben, a diavetítőben és más egyszerű optikai készülékekben.

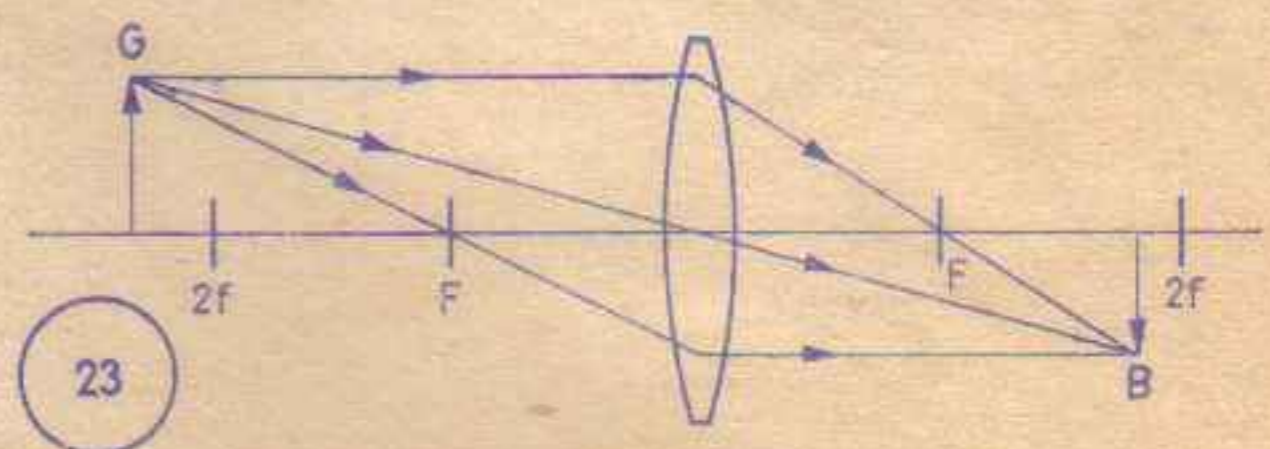
### 9. kísérlet: Optikai képalkotás gyűjtőlencsével

Egy keménypapírba  $3 \times 5$  cm-es négyzetes lyukat vágnak. A lyukat beragasztjuk átlátszó papírral (zsírpapír is alkalmas). A szobában ezt a keménypapír-ernyőt kb. 1 m-re az ablak elé tartjuk és a lencsét (3) a papír elé tartjuk kb. 10 cm távolságban.

A szobából nézve az átlátszó papíron fordított képet láthatunk, amelyet a lencsével élesre állítunk (22. ábra). Ezen elv alapján működik pl. a fényképezőgép. A fényképezőgépben az átlátszó papír helyén a film található.



A kép kisebb mint a tárgy. Ha más gyűjtőlencséket alkalmazunk, a másfajta gyújtótávolságnak megfelelően más távolságot kell választanunk a képernyőtől, s ugyancsak fordított képet kapunk, eltérő nagyságban.



A 23. ábra mutatja, hogyan képzelhetjük el a képek keletkezését, ha követjük annak a három sugárnak az útját, amelyeket eddig szemléltünk (az optikai tengellyel pár-

huzamosan, a tárgyoldali gyújtóponton keresztül és a lencse közepén keresztül). Feltételezzük, hogy a tárgy a lencse kettős gyújtótávolságán kívül található. A tárgyat (G) és a képet (b) a következőkben az egyszerűség kedvéért nyilakkal jelöljük.

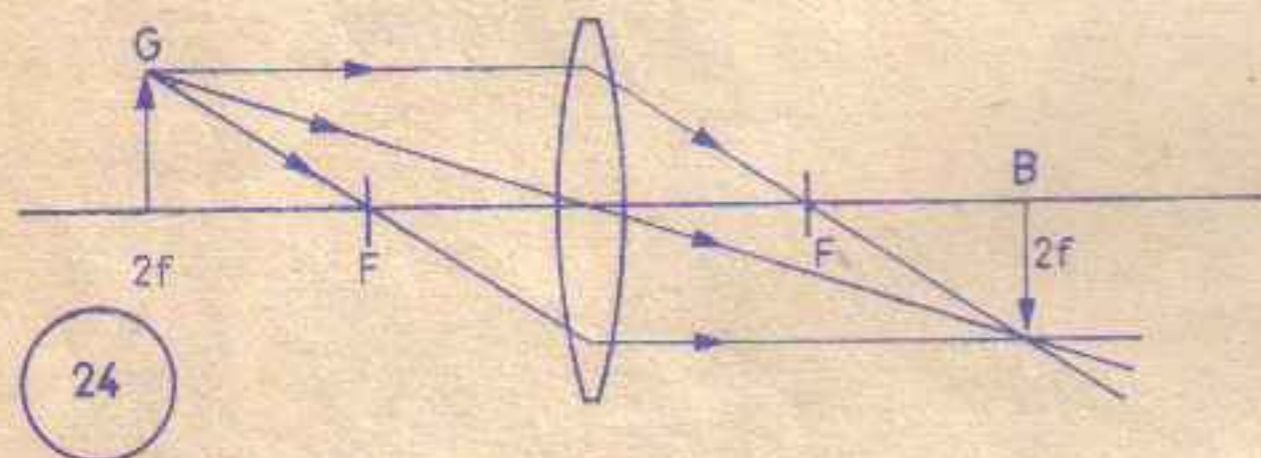
A sugarakkal végzett kísérletezés után megállapíthatjuk, hogy a gyűjtőlencse a kettős gyújtótávolságán kívül lévő tárgyról a lencse másik oldalán egy fordított, kicsinyített képet alkot, amely az egyszeres és kétszeres gyújtótávolság között helyezkedik el. És mivel ezt a képet egy ernyőn fel fogjuk, a kép reális.

További kísérleteink egyszerűsítése céljából az optikai képalkotáshoz felállíthatunk egy vagy több zseblámpát egymás mellé, mint tárgyat és ezeket a lencsével leképezzük. Képernyőként alkalmazhatunk az elsötétített szobában egy egyszerű fehér papírt.

#### 10. kísérlet: Optikai képalkotás tárggyal, kettős gyújtótávolságban

Megismételjük a 9. kísérletet, de a tárgy és a lencse közötti távolságot megnöveljük a kettős gyújtótávolságra, ami a 3. lencse esetében 21 cm lesz.

Hogy a lencse másik oldalán éles képet kapjunk az ernyőn, az ernyőt ugyancsak a kettős gyújtótávolságnak megfelelően kell felállítanunk, s ekkor egy fordított képet kapunk amelynek nagysága megegyezik a tárgy nagyságával.

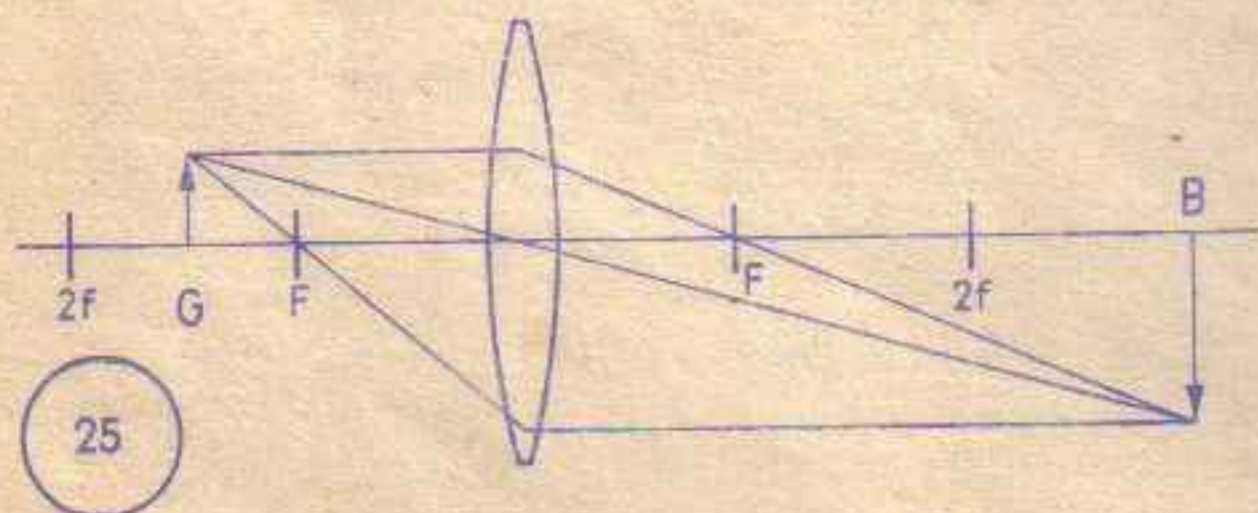


A 24. ábra mutatja a sugár útját. Elmondhatjuk, hogy a gyűjtőlencse a kettős gyújtótávolságra lévő tárgyról a lencse másik oldalán, kettős gyújtótávolságra fordított, ugyanakkora nagyságú reális képet alkot.

#### 11. kísérlet: Tárgy az egyszeres és kettős gyújtótávolság között

A 3. lencsét közelebb visszük a tárgyhoz, kb. 18 cm távolságig. A tárgy ekkor az egyszeres és a kettős gyújtótávolság között található.

Az ernyőn a kettős gyújtótávolságon kívül, fordított, nagyított kép jelenik meg. A 25. ábra mutatja a sugár irányát. Elmondhatjuk, hogy a gyűjtőlencse az egyszeres és kettős



gyújtótávolság között található tárgyról a másik oldalon a kettős gyújtótávolságon kívül fordított, nagyított és reális képet alkot.

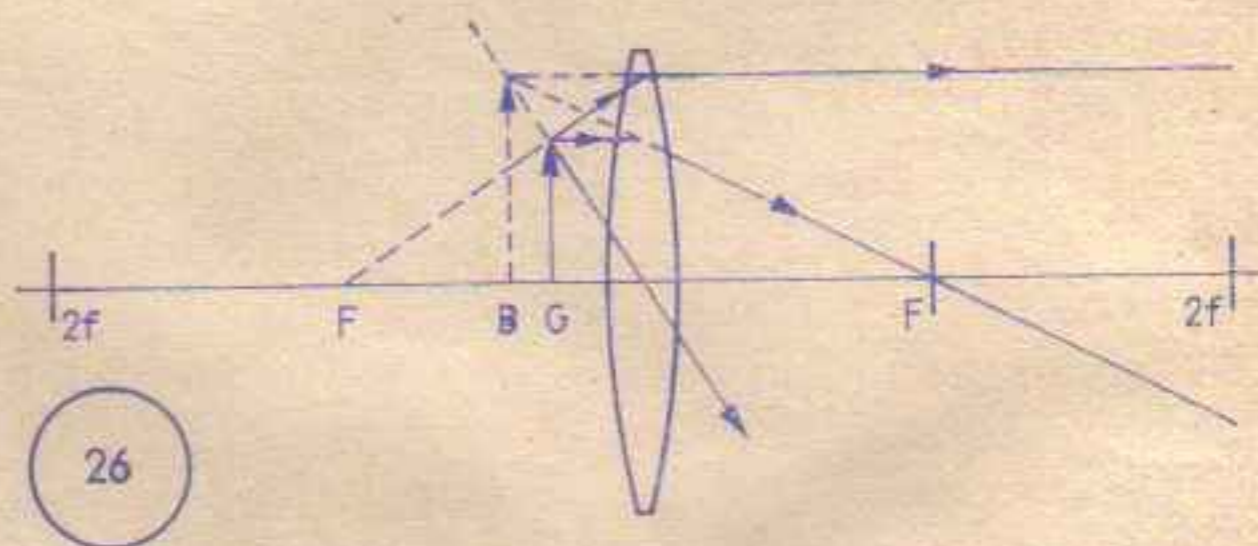
#### 12. kísérlet: További gyűjtőlencsék

A 9., 10. és 11. kísérletet az építőszekrény más (7., 14., 30., 31.) lencséjével is elvégezzük, amelyeknél a gyújtótávolságot megfelelően figyelembe vesszük. Ha tárgyként két zseblámpát alkalmazunk, megváltoztathatjuk a tárgy nagyságát is, amennyiben megváltoztatjuk a két izzó közötti távolságot.

Nyilvánvalóvá válik a tárgy nagyságának hatása a kép nagyságára. Minél nagyobb a tárgy, annál nagyobb lesz a kép. De a tárgy és a kép lencsétől való távolsága is nyilvánvalóan befolyásolja a tárgy nagyság és a képnagyság viszonyát. Végezetül pedig az alkalmazott lencse gyújtótávolsága is meghatározza mindezt.

#### 13. kísérlet: A tárgy az egyszeres gyújtótávolságon belül van. Nagyítőlencse

Ha a tárgy az egyszeres gyújtótávolságon belül található, s gyűjtőlencsénkel képet akarunk alkotni, nem fog sikerülni.



Megpróbáljuk ezt megvilágítani a sugár haladásának ábrázolásával (26. ábra). A G-ből kiinduló középponti sugár a lencsén gyakorlatilag töretlenül halad át. Egy párhuzamos sugarat a lencse úgy tör meg, hogy a sugár mögötte áthalad a gyújtóponton.

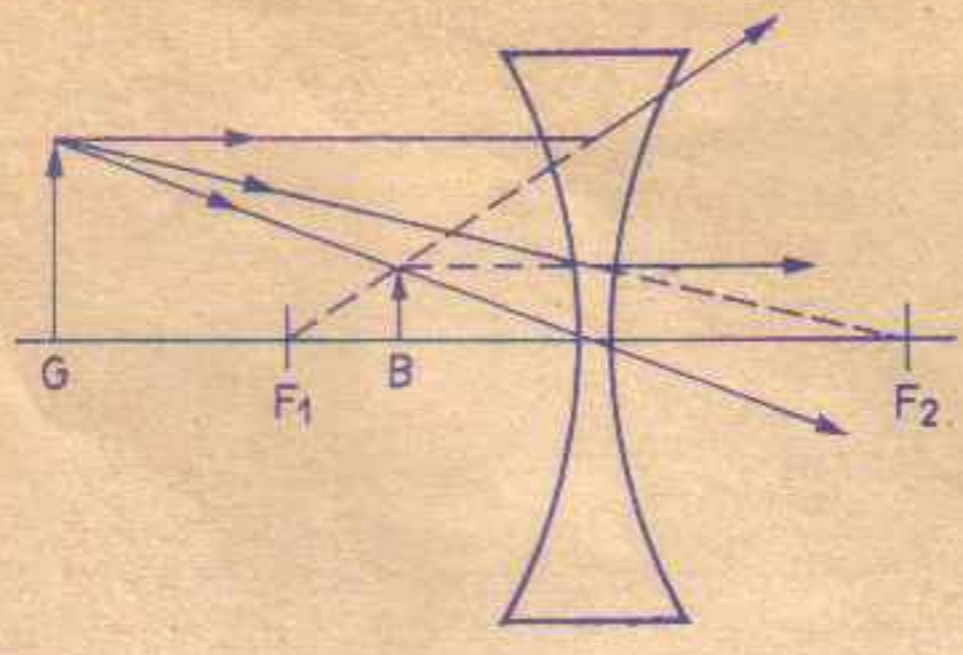
Ezután elképzelünk még egy sugarat, amely a nyíl hegyéből indul ki és úgy érkezik a lencsére, hogy képzeletbeli meghosszabbítása hátrafelé áthaladna a tárgyi oldal gyújtópontján. Az ilyen sugár a lencsét az optikai tengellyel párhuzamosan hagyja el. Ez a három sugár nem találkozik a lencse oldalán, ahol a képnek kellene lennie, a sugarak szétválnak. Képzelt meghosszabbításuk azonban metszi egymást. Ezért a lencse tárgyi oldalán látszólagos (virtuális) B kép keletkezik (a 26. ábrán szaggatott vonalakkal ábrázolva). Ez a virtuális kép nagyított, és állása a valóságnak megfelelő. A kép létezését egyelőre csak a sugarak haladásának felvázolásával érzékelhetjük.

#### 14. kísérlet: A szórólencse

Most megpróbálunk a 32. szórólencsével képet alkotni. Bármilyen távolságra állítjuk is fel a lencsétől a tárgyat, ill. az ernyőt, a kísérlet nem sikerül.

Ezt a jelenséget a sugár menetének ábrázolásával magyarázzuk meg (27. ábra). A központi sugár először gyakorlatilag ismét töretlenül halad át a lencsén. Egy, az optikai tengellyel párhuzamosan haladó sugár úgy hagyja el a szórólencsét, hogy képzeletbeli meghosszabbítása

27



hátrafelé az  $F_1$  gyújtóponton halad át. Végül még egy sugarat figyelünk meg, amely, ha a lencse nem törné meg, a tárgyból kiindulva az  $F_2$  gyújtóponton haladna át. Egy képzeletbeli vonal ennek a sugárnak a metszéspontjától az optikai tengellyel párhuzamosan a két másik sugárral egy ponton találkozik. Amint látjuk, egyenesen álló, kicsinyített, virtuális képet kapunk. Ugyanezzel az eredménnyel magunk is elkészíthetjük azon esetek vázlatát, amikor a tárgy a kettős gyújtótávolságon kívül, vagy az egyszeri gyújtótávolságon belül található.

Az előbbi képkalkotási kísérletek és a sugarhaladás felvázolása által megfigyelhettük, hogy ugyanazon tárgyról különböző nagyságú képeket kapunk, ha megváltoztatjuk a tárgy és a lencse közötti távolságot. Különböző távolságok adódnak a lencse és az ernyő között is, ahol éles képet kapunk. Végül megállapítottuk még, hogy a lencsék gyújtótávolsága a nagyságnál és a távolságnál szerepet játszik. Most egészen tudományos módon összehasonlíthatunk különböző távolságokat, gyújtótávolságokat, tárgy- és képnagyságokat, s minden esetben készítsünk vázlatot a sugar útjáról. Megmutathatjuk, hogy mérési eredményeink megfelelnek-e az alábbi egyenleteknek:

$$\frac{\text{tárgy nagysága}}{\text{tárgytávolság}} = \frac{\text{képnagyság}}{\text{képtávolság}}$$

vagy

$$\frac{G}{g} = \frac{B}{b}$$

és

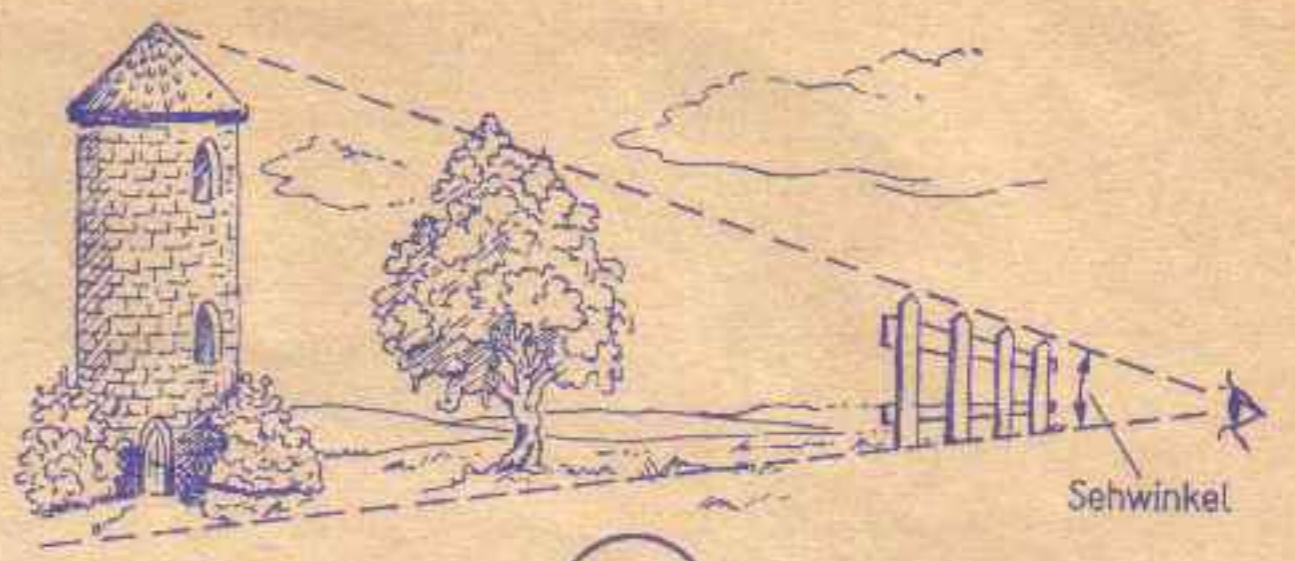
$$1/\text{képtávolság} + 1/\text{tárgytávolság} = 1/\text{gyújtótávolság}$$

vagy

$$\frac{1}{b} + \frac{1}{g} = \frac{1}{f}$$

Emlékezzünk rá, hogy az  $1/\text{gyújtótávolság}$  vagy  $1/f$  a dioptriát adja meg, ha a gyújtótávolságot  $f$  méterben mérjük.

A tárgyak lehetnek különböző nagyságúak és a gyűjtőlencsével ennek ellenére egyenlő nagyságú képeket alkothattunk, ha megfelelően különböző távolságokra helyezzük el azokat. Ezt számításokkal is kimutattuk. Tapasztalataink azt mutatják, hogy nagyobb tárgyak nagyobb távolságban egyenlő nagyságúak, sőt látszólag kisebbek lehetnek, mint más kisebb tárgy kisebb távolságban. A 28. ábra mutatja, hogy annak a szögnek van meghatározó szerepe, amelyben a tárgyat megpillantjuk. Egy kerítés, egy fa és egy torony egyforma nagyságban jelenik meg, ha ugyanabból a látószögből nézzük.



28

Megfigyelhetjük, hogy a gyűjtőlencse nagyítóként hat, ha a megsejmelendő tárgyat a lencse és az egyszeri gyűjtőtávolság közé helyezzük. A 26. ábra rajza a sugar útjáról megmutatta, hogy a gyűjtőlencse egyenesen álló és nagyított, de virtuális képet mutat, ha a tárgy az egyszeri gyűjtőtávolságon belül helyezkedik el. Mivel virtuális képet látunk, a tárgy a nagyítón keresztül nagyobbak látszik.

### 15. kísérlet: Nagyító

Hogy meggyőződjünk megfigyeléseink helyességéről, nagyítót alkalmazunk (szerelés A, 1. oldal).

A lencse és a tárgy közötti távolság megváltoztatása esetén a virtuális kép nagysága erősen, a szemtől való távolság azonban csak kevéssé változik meg, a nagyító megnagyítja a látószöget és ezzel a tárgy nagyobbak jelenik meg. Kisebb gyűjtőtávolságú lencsével nagyobb virtuális képet és ezzel erősebb látószögnagyítást kapunk. Ezért érthető, hogy két közvetlenül egymás mögé elhelyezett gyűjtőlencse erősebb törőértékkel, tehát rövidebb gyűjtőtávolsággal rendelkezik, mint egy lencse egyedül.

### 16. kísérlet: Szórólencse mint nagyító?

Megkíséreljük a 32. lencsét nagyítóként alkalmazni. Kicsinyített képet kapunk.

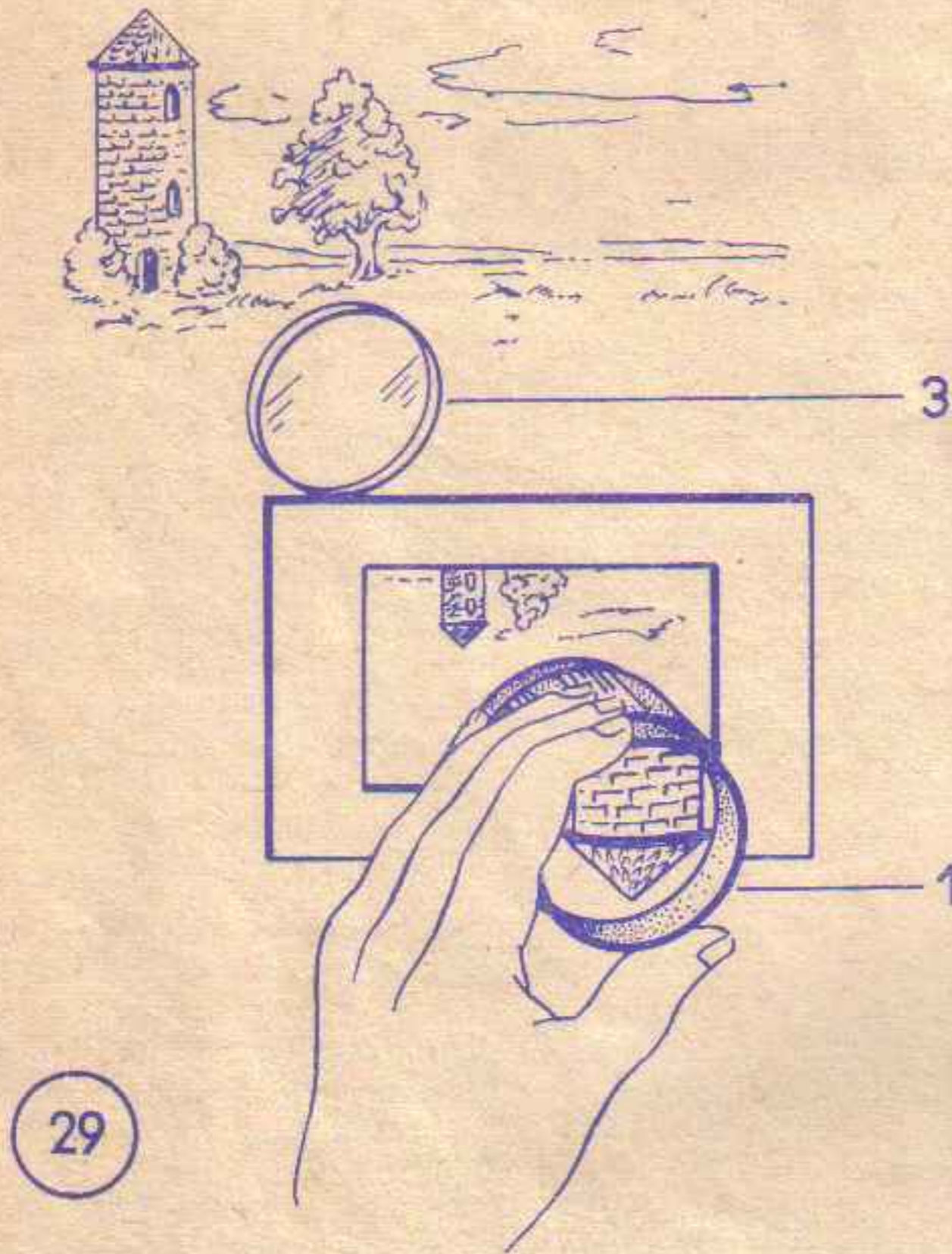
Megértjük a kép keletkezését, ha emlékezünk a 27. ábrára. Ha a fénysugarak folyószzerűen határolt felületen haladnak át, mint a lencsék esetében, a szélén erősebben megtörnek, mint a tengely közelében, ezért egy tárgy pont nem alkothat kifogástalanul definiált képpontot. Ekkor lencsehibáról beszélünk, melyet ebben az esetben „szférikus eltérés”-nek nevezünk (34. ábra).

Ha a lencse görbülete átmérőjéhez viszonyítva kicsi, tehát gyűjtőtávolsága nagy, a szférikus eltérés kisebb lesz.

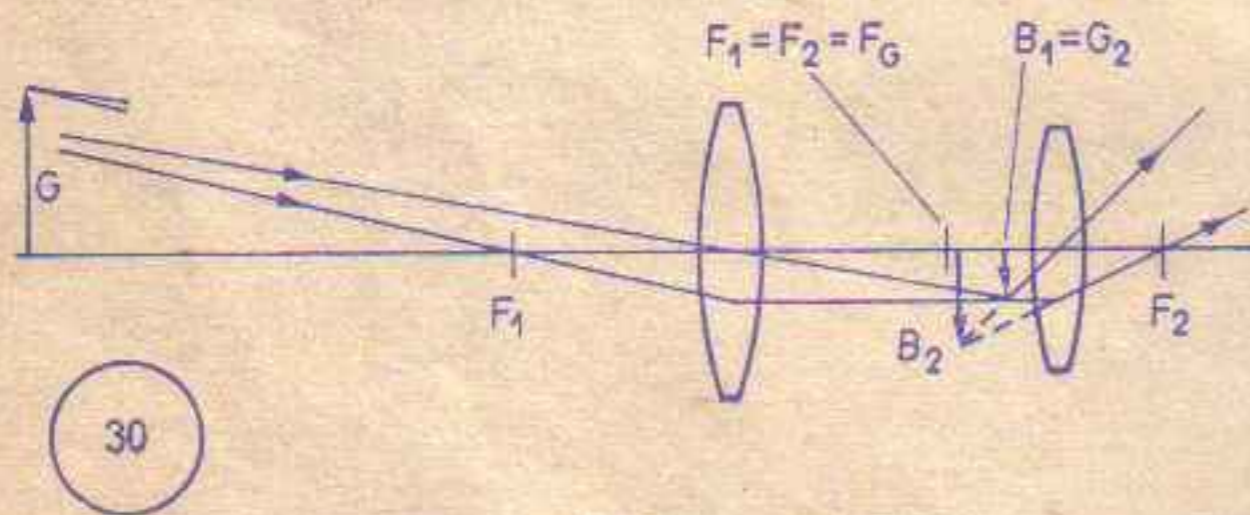
További hiba léphet fel azáltal, hogy különböző színű fény különböző erősséggel törik meg. A lencsék, a prizmakhoz hasonlóan, szétbontják a fényt színekre. Rövidhullámú, liláskét fény erősebben megtörik, mint hosszuhullámú, vörös fény. Ezáltal a kék fény gyűjtőtávolsága kisebb, mint a sárga vagy vörös fényé. Ezt a hibát színhibának nevezzük (kromatikus eltérés). Ez a hiba csak úgy csökkenthető, ha nagyon nagy gyűjtőtávolságokat alkalmazunk vagy nagyon kis átmérőjű objektívekkel dolgozunk, ami azonban gyenge fényű távcsövet eredményez. Nagy távcsövek esetében a színhiba csökkentése céljából speciális lencsekombinációkat alkalmaznak.

### 17. kísérlet: A csillagászati távcső elve

Először megismételjük a 9. kísérletet, amelyben átlátszó papíra kicsinyített és fordított képet vetítünk, mint a fényképezőgépnél. Ezt a képet megszemléljük a nagyítóval az 1. ábra szerint. Amint azt a 15. kísérletnél tapasztaltuk, a nagyító a fordított képet az átlátszó ernyőn felnagyítja (29. ábra). Itt tehát két, egymás utáni optikai képalkotás-



ról van szó. Az először az átlátszó ernyőre vetített „köz-  
bűlső” kép a második optikai képalkotás tárgya lesz. A két optikai képalkotás számára a 23. és a 26. ábra sugár-  
rajzai érvényesek. Ha ezt a két rajzot kombináljuk, amennyiben az első lencse által alkotott  $B_1$  képet a második lencse (a nagyító)  $G_2$  tárgyává tesszük, a 30. ábrának megfelelő sugárrajzot kapunk, ahol az egyszerűség kedvéért csak a központi sugár és a gyújtóponti sugár van berajzolva.

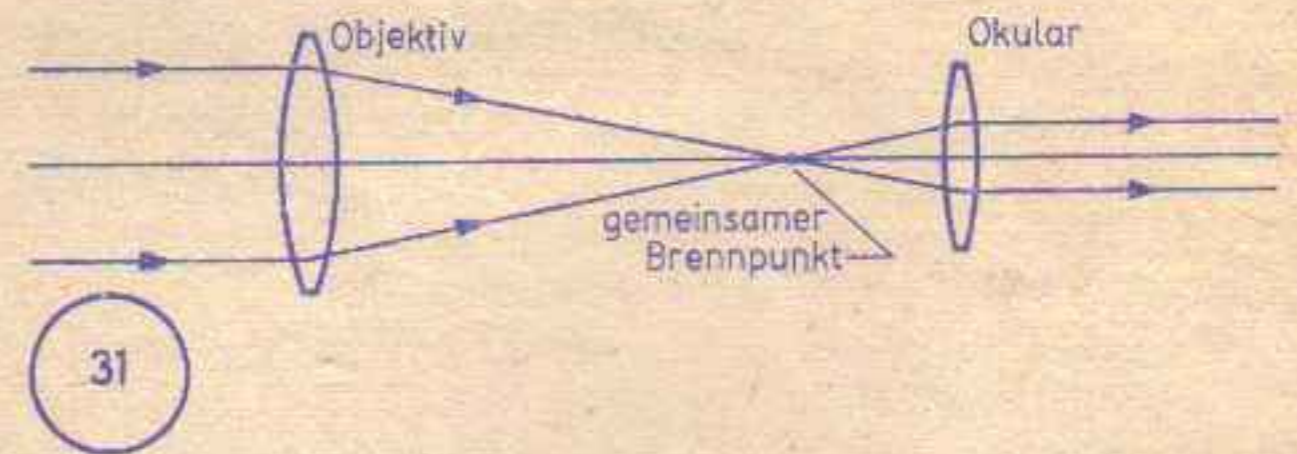


Az átlátszó ernyő, amely a közbűlső kép helyén van, most már feleslegessé vált. A közbűlső kép anélkül is megjelenik, sőt a nagyítón át nézve az ernyő nélkül még élésebb képet is kapunk, mert a papír szemcséi nem zavarunk. S ezzel már meg is van a távcsövünk, melynek elvét 1611-ben Johannes Kepler már megadta. Ezért ezt a távcsövet ma is **Kepler távcsövének** nevezzük, és mivel túlnyomórészt csillagászati megfigyelésekhez alkalmazzuk, **csillagászati távcső** néven is ismeretes. Csillagászati megfigyeléseknél ugyanis nem zavaró, ha a kép fordított.

A csillagászati távcső egyik lencsét, amely a szemléendő tárgy oldalán található, **tárgylencsének** nevezzük, a szemlélő felőli lencsét pedig **okulárlencsének**. Ha ezek a lencsék tartókeretbe vannak foglalva távcsőbe való beépítés céljából, **objektívnek**, ill. **okulárnak** nevezzük azokat.

### 19. kísérlet: A csillagászati távcső hossza

A 31. ábra mutatja az optikai tengellyel párhuzamosan eső sugarakat a csillagászati távcsőben. Láthatjuk, hogy a sugarak az objektív gyújtópontjában metszik egymást. Ez a gyújtópont egyidejűleg az okulár tárgyoldali gyújtópontja.



Végül a sugarak ismét párhuzamosan hagyják el az okulárt. Nagyon távoli tárgy, pl. egy csillag esetében kísérletünk szerint (17) a közbűlső kép az objektív gyújtópontjának közvetlen közelében található (és az okulár kb. ugyanitt található gyújtópontja közelében). Ebből megtudjuk az alapszabályt a csillagászati távcső hosszára vonatkozóan: a távcső hossza, azaz az objektív és az okulár közötti hossz kb. egyenlő a két gyújtótávolság összegével.

A 3. lencse gyújtótávolsága 106 mm. A 30. lencse gyújtótávolsága 30 mm. Ha ezeket a lencsét objektívként és okulárként alkalmazzuk, a B modell hosszúsága a 9. ábrán 136 mm.

Igazolásképpen végezzük el a mérést távcsöveinknél a 17. kísérlet szerint.

### 19. kísérlet: Egyszerű csillagászati távcső

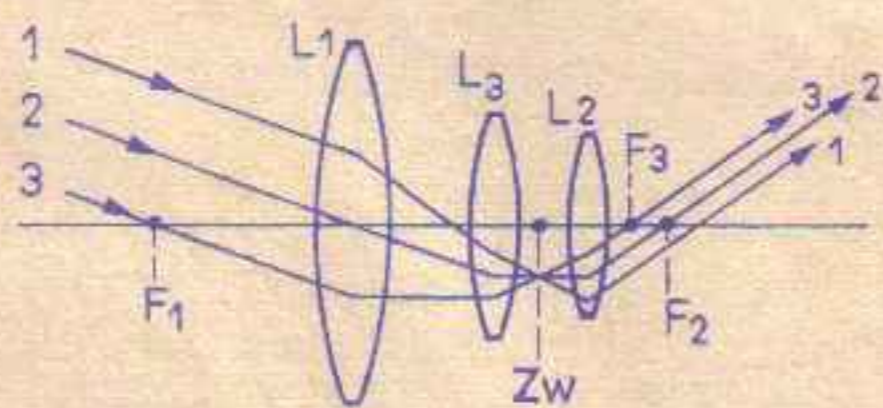
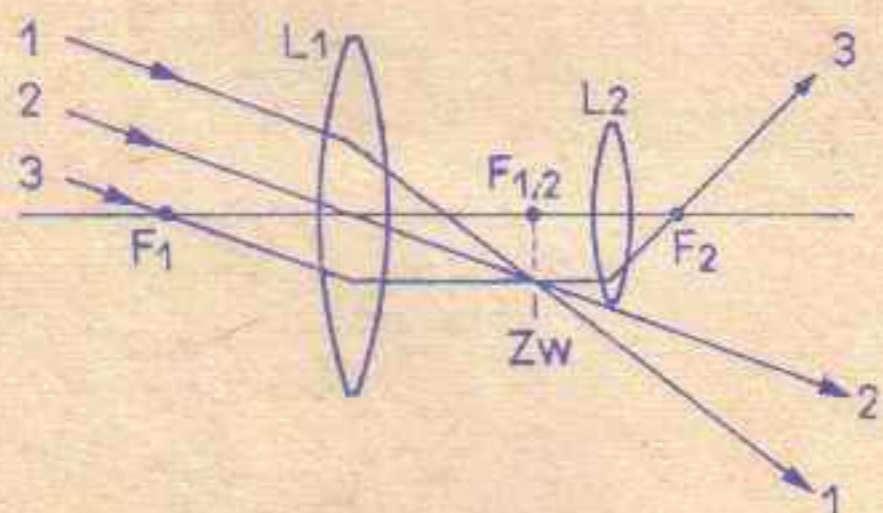
Most már összeállíthatunk az építészekrény 2., 3., 4., 19., 20., 21., 22., 26. és 30. részeiből egy egyszerű csillagászati távcsövet. A szerelési utasításnak megfelelően egy B kivitelezési formájú távcsövet állítunk össze (lásd 9. ábra). Az okulárba egy 30-as ( $f = 30$  mm) lencsét helyezünk, amelynél a sík felületet a szemünk irányába fordítjuk. Ezután az okulárt feltesszük az okulárcsőre (lásd D szerelés). A felszerelt okulárt most már forgathatjuk a rövid okulárvezetékben (26), ahol a lencsék helyzetét úgy állítjuk be egymáshoz, hogy a két gyújtópont kb. összeessen. Kis távcsövünkkel el végezhetjük az első egyszerű megfigyeléseket.

### 20. kísérlet: Csillagászati távcső látómező-fényrekesz

Egyszerű csillagászati távcsövünkben megjavíthatjuk a képet, ha arra a helyre, ahol a közbűlső kép keletkezik, egy fényrekeszt helyezünk be. A 34-es és 27-es fényrekesznek különböző az átmérője. Kisebb fényrekeszátmérvével a kép körvonalai élésebbek lesznek, a látható képmező viszont kisebb. Most a 35-ös fényrekeszt választjuk és betesszük az okulárcső 6-os hornyába. A használható tartományt **látómezőnek** nevezzük. Fényrekeszünk tehát ebben az esetben **látómezőfényrekesz**.

21. kísérlet: Az okulár javítása képmezőlencsével

A képmezőlencsék olyan lencsék, amelyeket közvetlenül a közbelső kép közelében helyezünk el. A 32. ábra egy képmezőlencse hatását mutatja a közbelső kép közelében a csillagászati távcsőben. A kép felső részén látjuk a sugár útját képmezőlencse nélkül, az alsó részén képmezőlencsével ( $L_3$ ). Amíg a képmezőlencse nélkül három párhuzamosan belépő sugárból kettő „elvész”, addig a képmezőlencse felhasználásánál mindhárom sugár megérkezik az okulárlencsére ( $L_2$ ). A képmezőlencsék lényegesen megjavítják a kép minőségét, és a nagyítást csak csekély mértékben csökkentik.



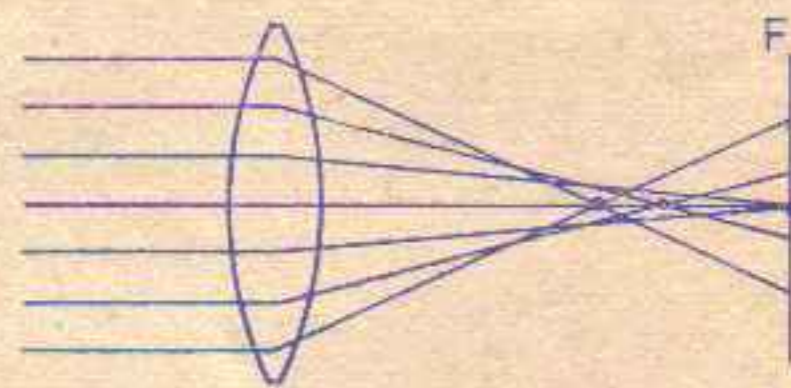
32

Az okulárt kiegészítjük egy képmezőlencsével az okulárcső 5-ös hornyában, a 30-as lencsét alkalmazzuk hozzá. A 35-ös látómezőfényrekeszt a 6-os hornyban helyezük el, közvetlenül a képmezőlencse előtt (33. ábra).

22. kísérlet: Közepes csillagászati tárcső

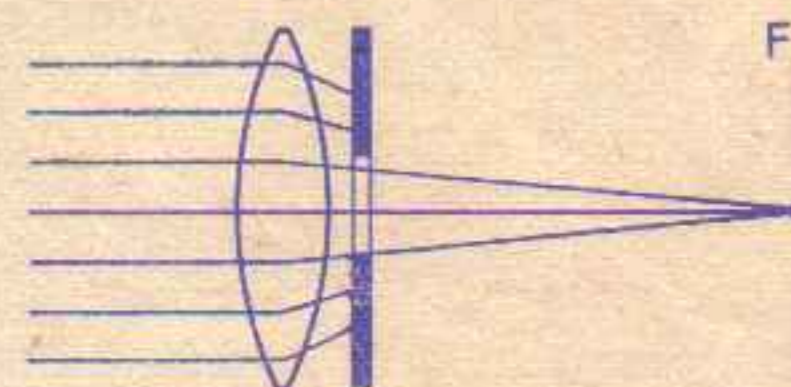
Most felépítünk egy távcsövet a D modell (9. ábra) alapján. A 21. kísérletnél alkalmazott okulár felhasználásakor könnyen megállapíthatjuk, hogy közepes csillagászati távcsővünk erősebben nagyít. Képeink azonban még nem elég

élesek. Ennek az az oka, hogy a fénysugarak, amelyek a lencsék szélére esnek, erősebben megtörnek, mint azok, amelyek az optikai tengely közelében haladnak. Az ezáltal fellépő hibát, az optikai tengelytől különböző távolságra lévő sugarak gyújtótávolságát illetően „szférikus eltérésnek” nevezzük. A gyűjtőlencsék gyújtótávolsága a szélén



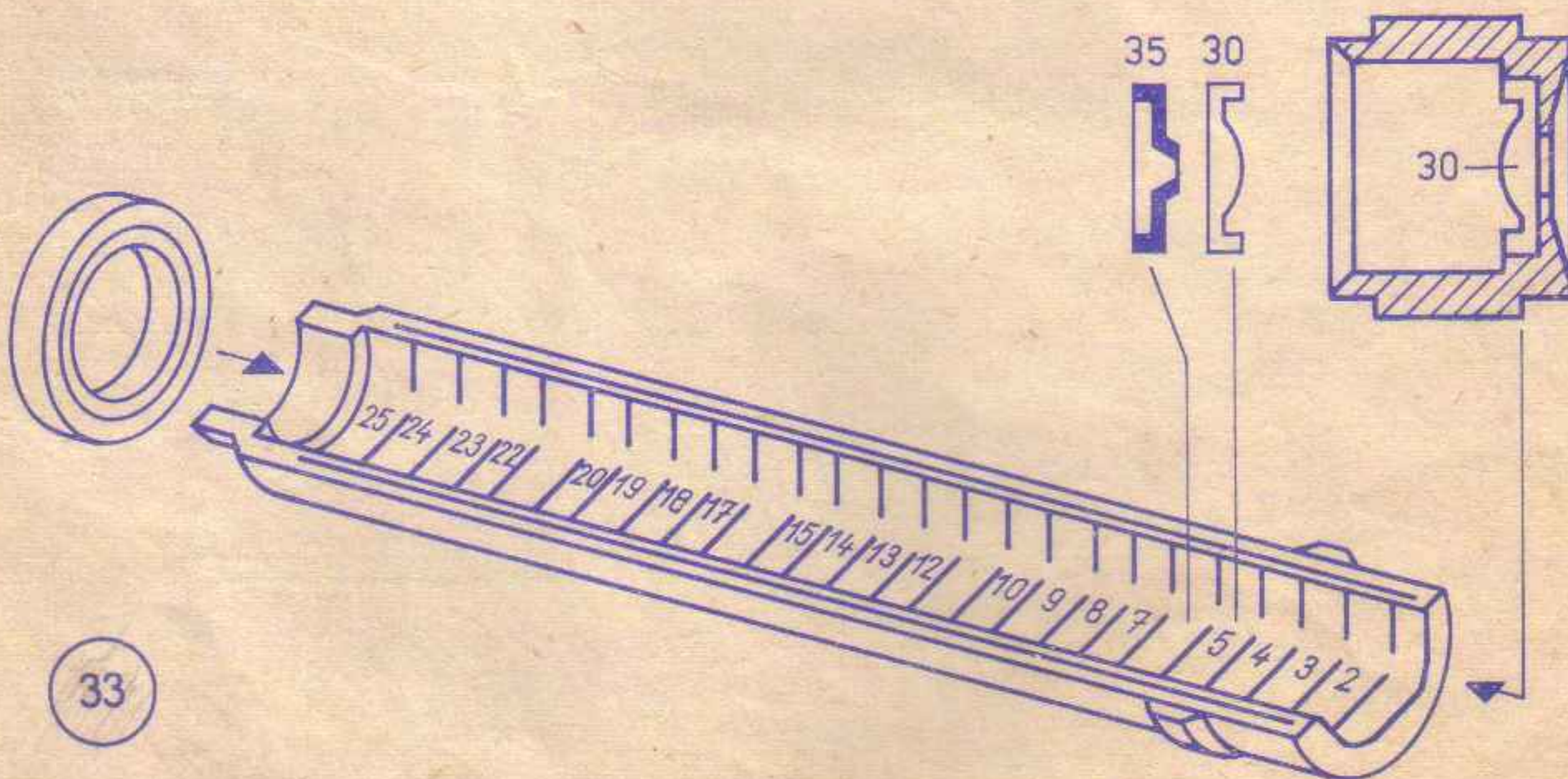
34

áthaladó sugarak esetében kisebb, mint a tengelyhez közel eső sugaraknál (34. ábra). Ezen hiba csökkentéséhez, amely lényegesen hozzájárul az elmosódott képhez, fényrekeszt alkalmazunk, amelyek lefedik a szélső sugarakat (35. ábra).

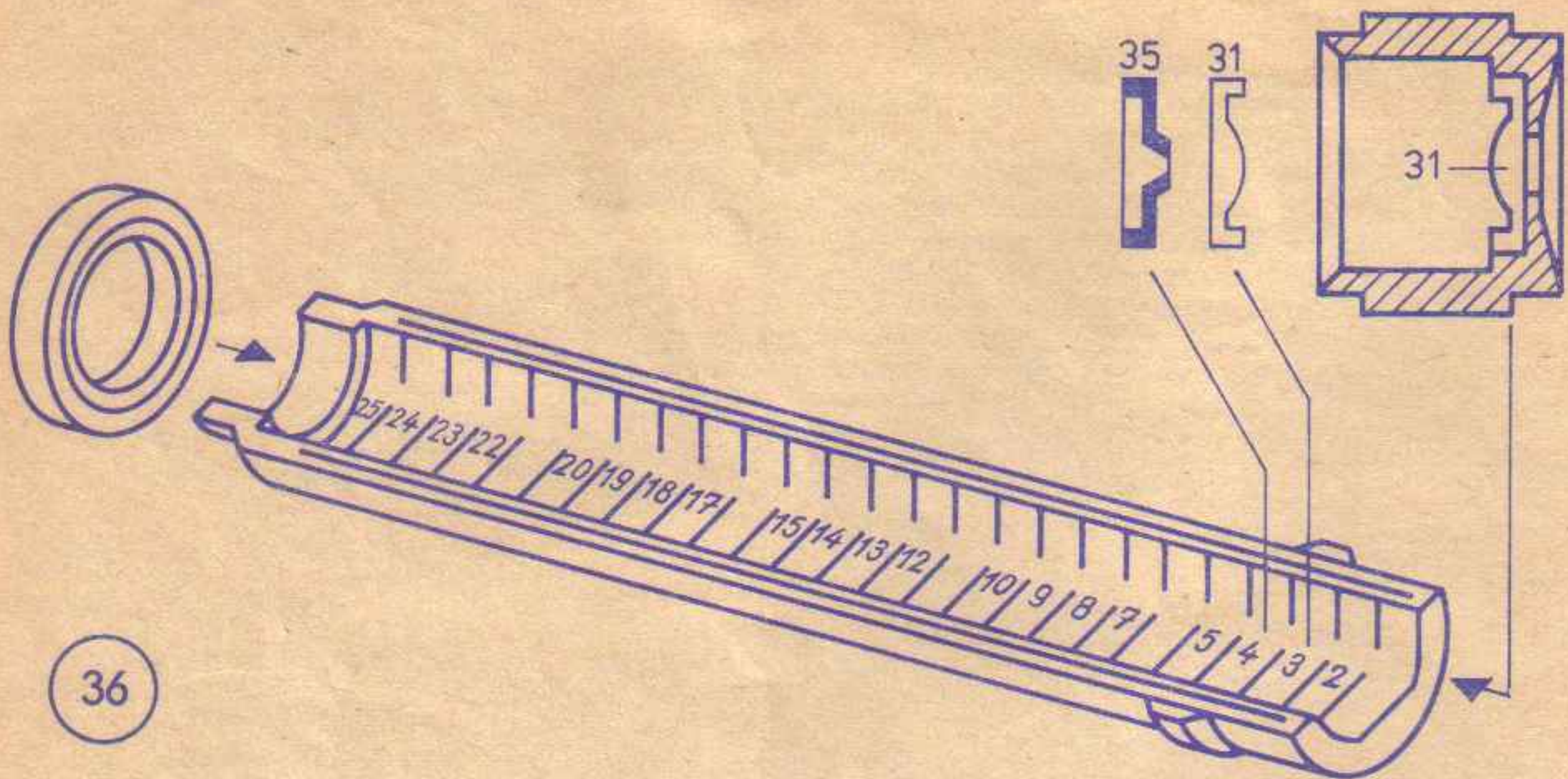


35

Ezeket a fényrekeszeket vagy az okulárlencsére vagy az objektívre vagy mindkettőre helyezük. A középső objektív lehetővé teszi, hogy a 10-es beállítógyűrű csavarásával az objektívon megváltoztassuk a fényrekesz átmérőjét. Megállapíthatjuk, hogy jobban lezárt objektívfényrekesznél a kép élesebb, egyidejűleg sötétebb is lesz. Es olyan jelenség, amelyet a fényképezésnél már megismerhettünk. Csillagászati megfigyeléseinkhez azt a következtetést vonhatjuk le, hogy a Holdat, mint fényes tárgyat az elérhető nagyobb élesség miatt kis fényrekesznyílással figyelhetjük meg, a gyengébb fényű csillagokat viszont nagy fényrekesznyílással.



33



36

**23. kísérlet: Nagy csillagászati távcső**

Most megismételjük a 22. kísérletet, de nagy távcsövet alkalmazunk (E-modell, a 9. ábra szerint). A nagy objektív esetében is megváltoztathatjuk a fényrekesznyílást a 17-es beállító gyűrűvel. Nagy távcsövünk még nagyobb teljesítményre képes, mint a középső távcső.

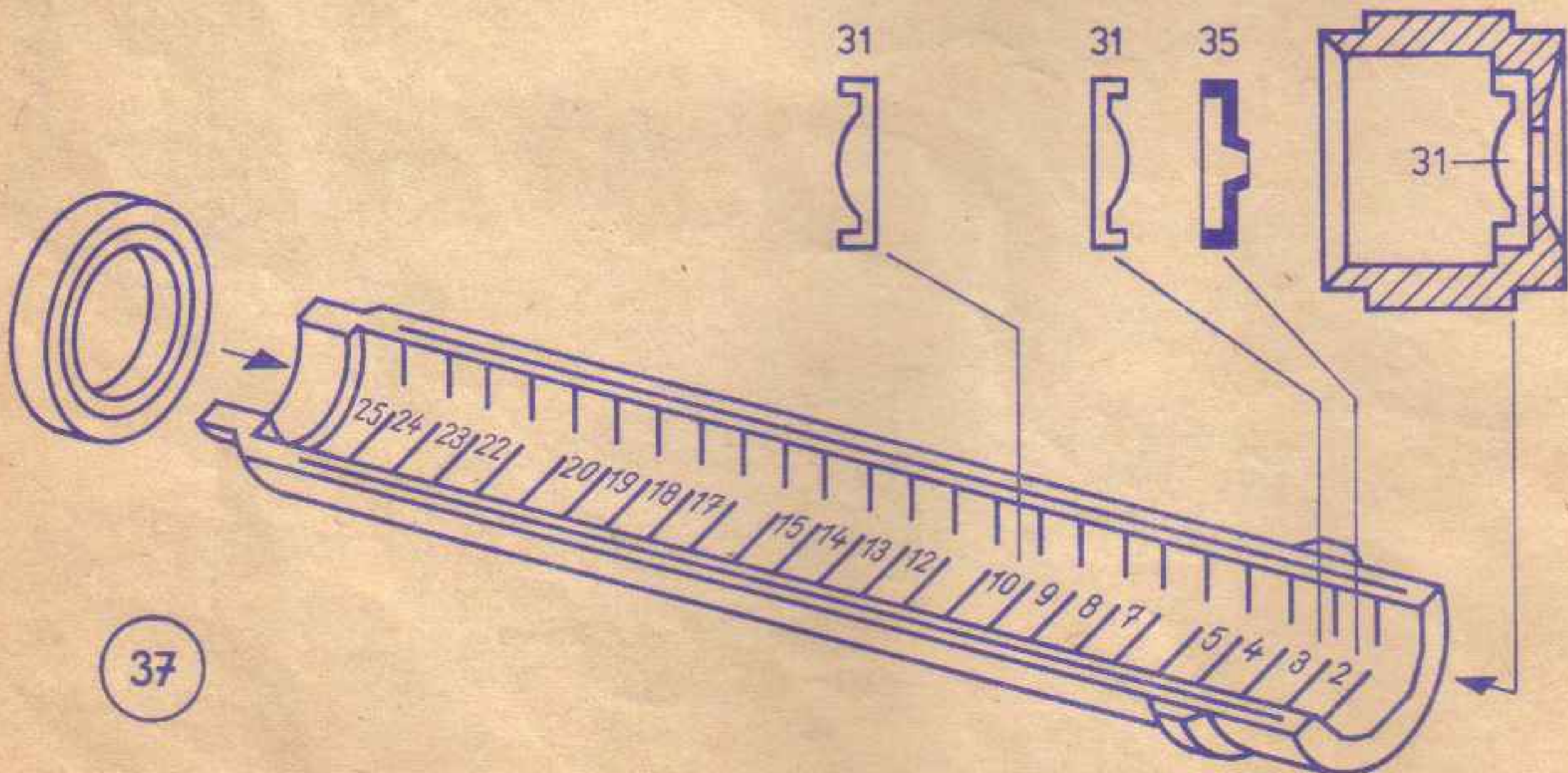
**24. kísérlet: Nagy teljesítményű okulár**

Távcsövünk teljesítményét az okulárral is javíthatjuk. Most két 31-es lencsét alkalmazunk és behelyezzük azokat a 36. ábra szerint. Az előzőleg felhasznált okulárhoz képest ezek a lencsék kisebb gyújtótávolsággal rendelkeznek, ezáltal a nagyítás megkétszereződik. Új okulárunkat kipróbáljuk a kicsi, a közepes és a nagy távcső esetében (A, C és E modellek a 9. ábra szerint).

**25. kísérlet: Terresztikus földi távcső egyszerű fordítólencsével**

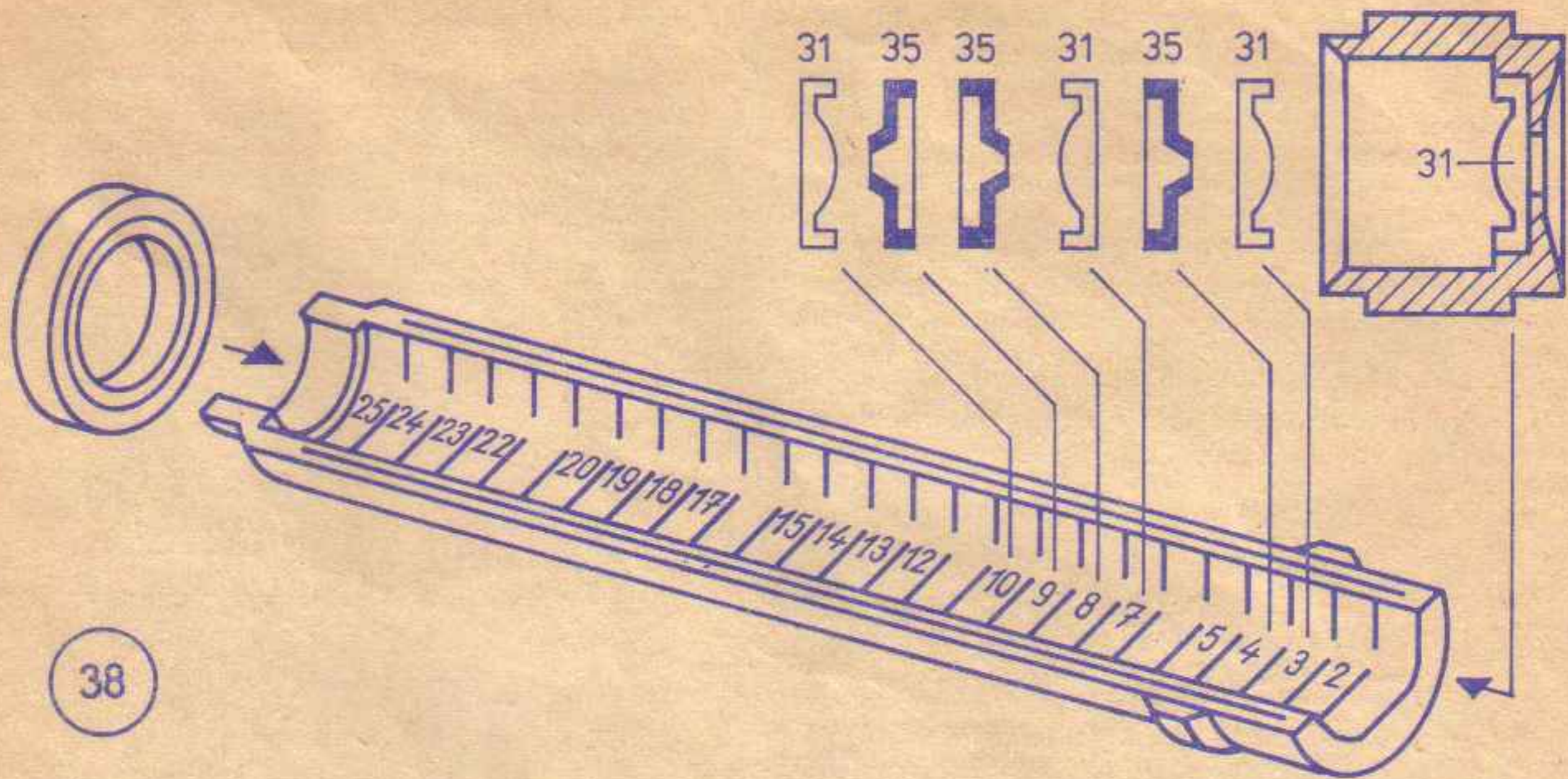
Ha a csillagászati távcsővel a földön végzünk kísérleteket zavaróan hat, hogy a kép fordított. Ennek megváltoztatásához gyűjtőlencsét használunk fel, amely megfordítja a képet. Emlékezzünk a 10. kísérletre és a 24. ábrára. A több horonnyal ellátott okulárcső lehetővé teszi, hogy a látómező-fényrekesz elé a sugár útjába egy fordítólencsét tegyünk (37. ábra). Ehhez egy 31-es lencsét alkalmazunk. A fordítólencse objektív által létrehozott (első) közbülső képet megfordítja, anélkül, hogy felnagyítaná. Így a látómező-fényrekeszen egy második, a szemlélt tárgynak megfelelően „talpon álló” képet kapunk. Ehelyett vagy emellett betehetünk az első közbülső kép helyére egy látómező-fényrekeszt, kb. a 16-os vagy 17-es vágatba.

A terresztikus vagy földi látcsőnek lényegesen hosszabbnak kell lennie, mint a csillagászati távcsőnek, mégpedig a fordítólencse négyszeres gyújtótávolságával, mert az első



37





38

és második közbülső kép mindig a fordítólencse mögött, ill. előtt a kétszeres gyújtótávolságban található.

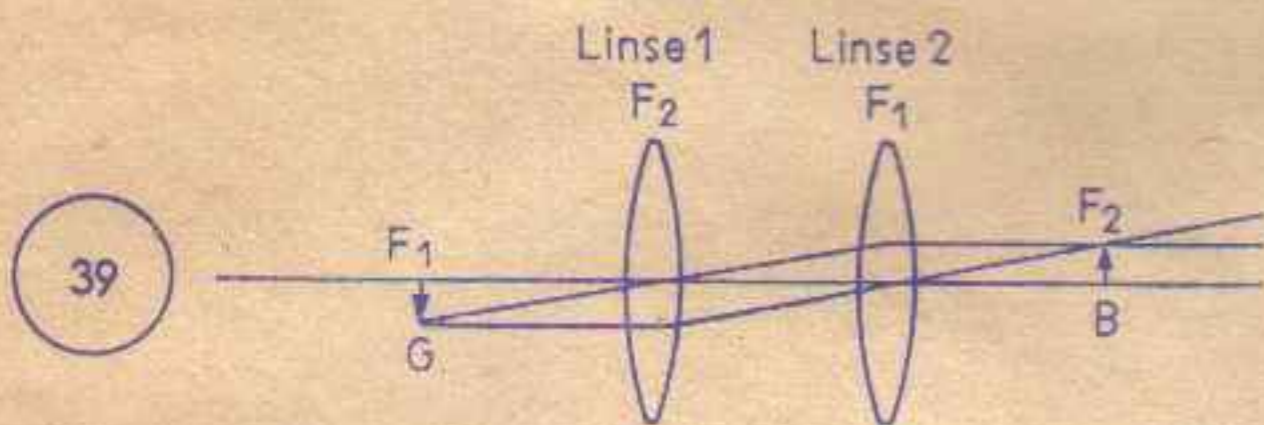
Ezeket a távcsöveket a közepes objektívvel a 9 C ábra, a nagy objektívvel a 9 E ábra szerint állíthatjuk össze. Az E és az F távcsöveknél kipróbálhatjuk annak előnyét, hogy a tartógyűrűbe (11) behelyezzük a szorítógyűrűt (27), mint egy további látómező-fényrekeszt és rögzítjük a közepes távcsőben.

**26. kísérlet: Teresztikus látcső több fordítólencsével**

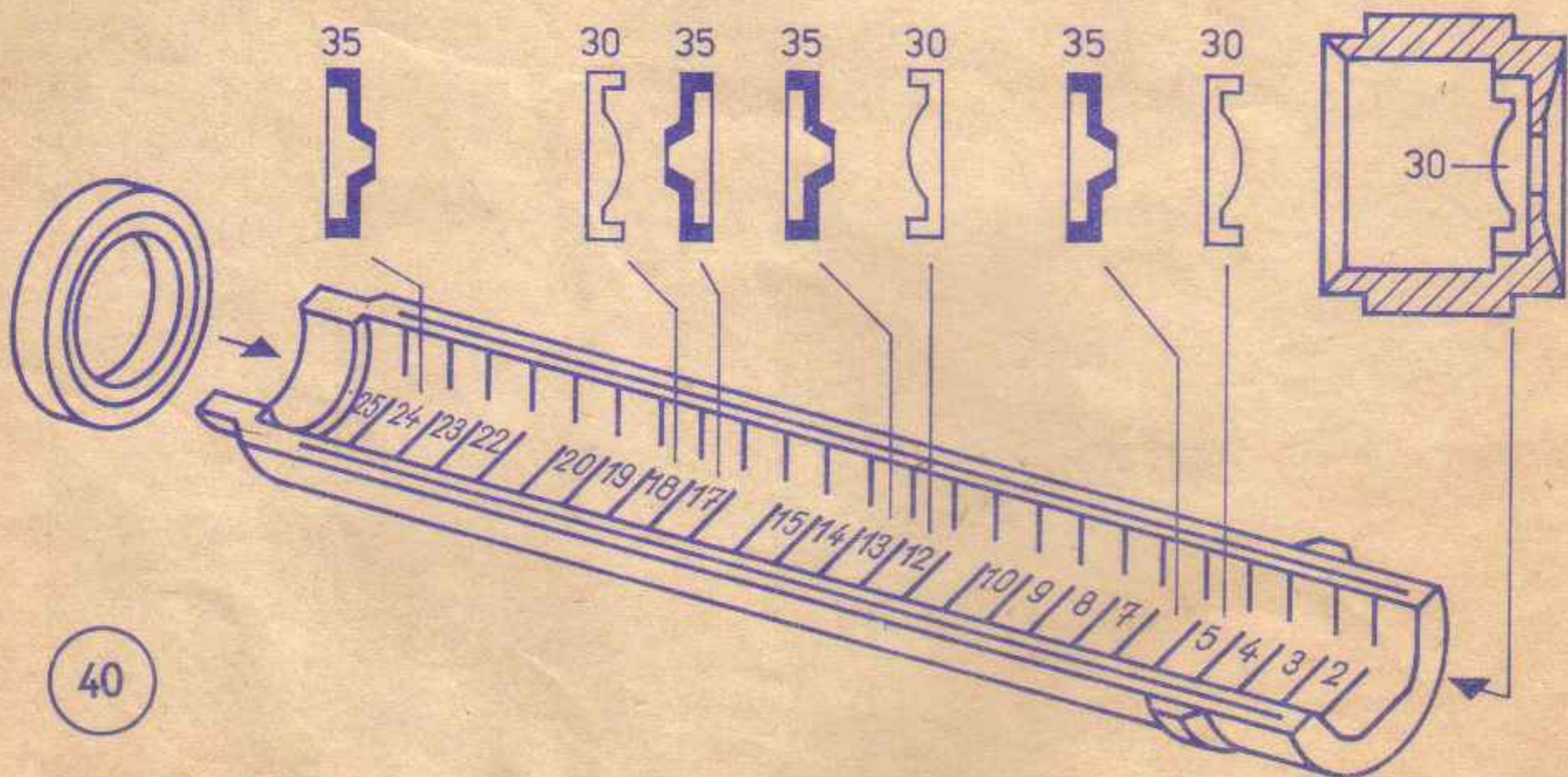
A 25. kísérlet elvégzése után megállapíthatjuk, hogy a teresztikus látcső által alkotott kép minősége még kívánivalót hagy maga után. Lényeges javulást érhetünk el, ha

egyetlen fordítólencse helyett két lencse kombinációját alkalmazzuk, azonkívül ha a szférikus eltérést a szélső sugarak letakarásával csökkentjük.

Ezért elkészítjük okulárunkat a 38. ábra szerint. A 39. ábra mutatja a sugarak irányát két fordítólencse esetében a G tárgyról kiinduló és az optikai tengellyel párhuzamosan haladó (az első közbülső képtől jövő) sugaraknál és egy szintén onnan jövő, az első lencse közepére eső sugár útját. A második lencsét úgy helyezzük el, hogy középpontja az első lencse gyújtópontjában legyen. Az eredeti párhuzamos sugár, amelyet az első lencse gyújtópontjában megtör, a második lencsét annak középpontján éri el, miáltal az első lencse középpontján áthaladó sugár a második lencse hatására az optikai tengellyel párhuzamosan haladó sugárrá változik. Így az első képhez képest fordítottan álló közbülső kép keletkezik ugyanolyan nagyságban, amelyet az okulár többi részére megsejmelhetünk. A fényrekeszték gondoskodnak arról, hogy a szélső sugarak által előidézett torzulások csökkenjenek, jóllehet az olyan szimmetrikus elrendezés, mint az itteni, már magában is lényegesen hozzájárul a torzítás csökkentéséhez.



39



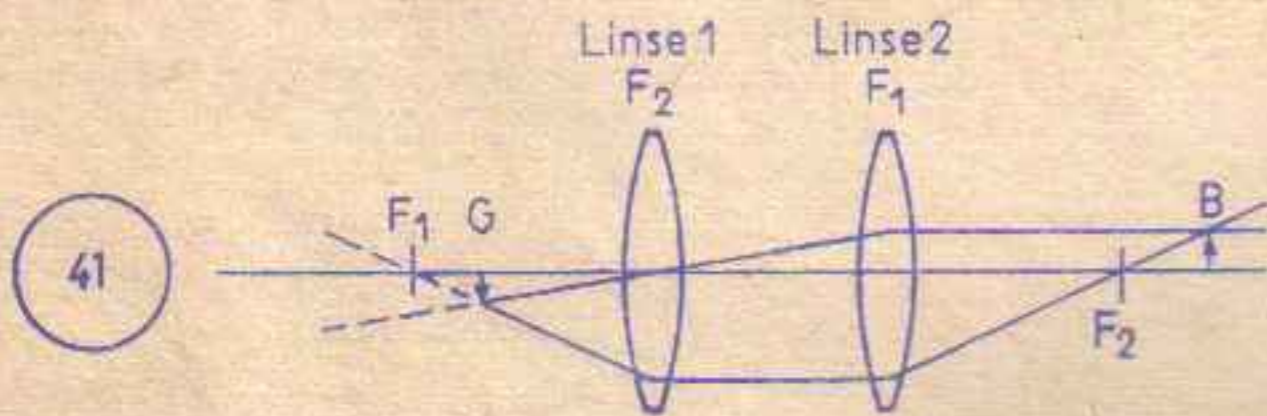
40

**27. kísérlet:** Szimmetrikus fordítólencsék a teresztrikus távcsőben, két látómező-fényrekeszel

A 26. kísérlethez hasonlóan összeállítunk egy komplett teresztrikus távcsövet szimmetrikus fordítólencsékkel és két látómező-fényrekeszel. A 26. kísérlettel ellentétben most 30-as lencsét alkalmazunk. A nagyítás nem olyan erős, mint a 26. kísérletnél, de a képek élesebbek. Itt ismét megállapíthatjuk, hogy egy optikai rendszerben bizonyos tulajdonságok javulását egy másik tulajdonság gyengülése árán „vásárolhatjuk meg”. Tehát a cél érdekében kell kiválasztanunk az éppen legmegfelelőbb kompromisszumot. Ez nemcsak a mi távcsöveinkre érvényes, hanem valamennyi optikai rendszerre általában.

**28. kísérlet:** Nagyító fordítólencsék a teresztrikus távcsőben

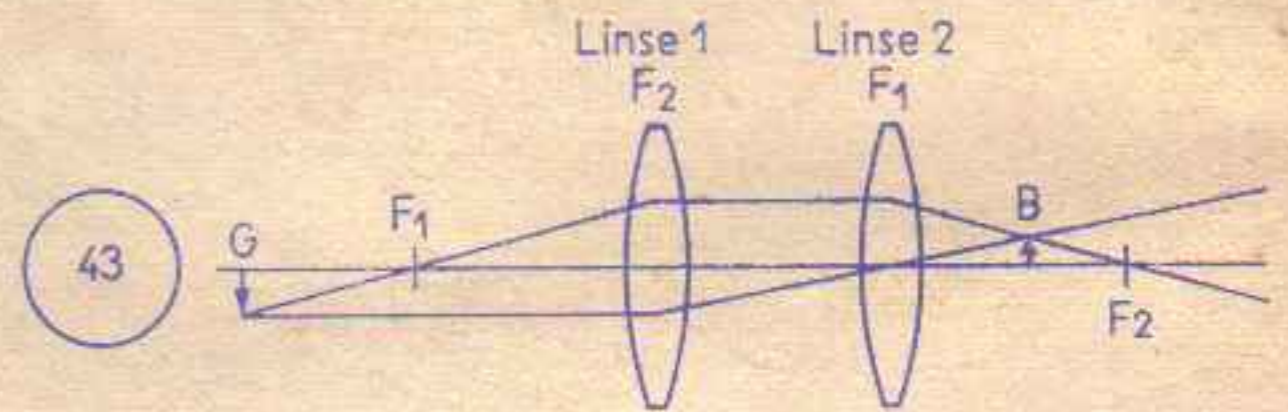
Mint minden egyes lencse, úgy a lencsék együttese is lehet nagyító hatású. A tárgyat (a teresztrikus távcsőnél az első közbenső képet) az első lencse egyszeres gyújtótávolságán belül, ill. a második lencse kétszeres gyújtótávolságán belül kell elhelyezni (41. ábra). Ekkor nagyított



képet kapunk a második lencse egyszeres gyújtótávolságán, illetve az elő lencse kétszeres gyújtótávolságán kívül. Ezt kipróbáljuk a 42. ábra elrendezése szerint, s megállapíthatjuk, hogy teresztrikus távcsövünk erősebben nagyít, mint a 27. kísérletnél.

**29. kísérlet:** Kicsinyítő fordítólencsék

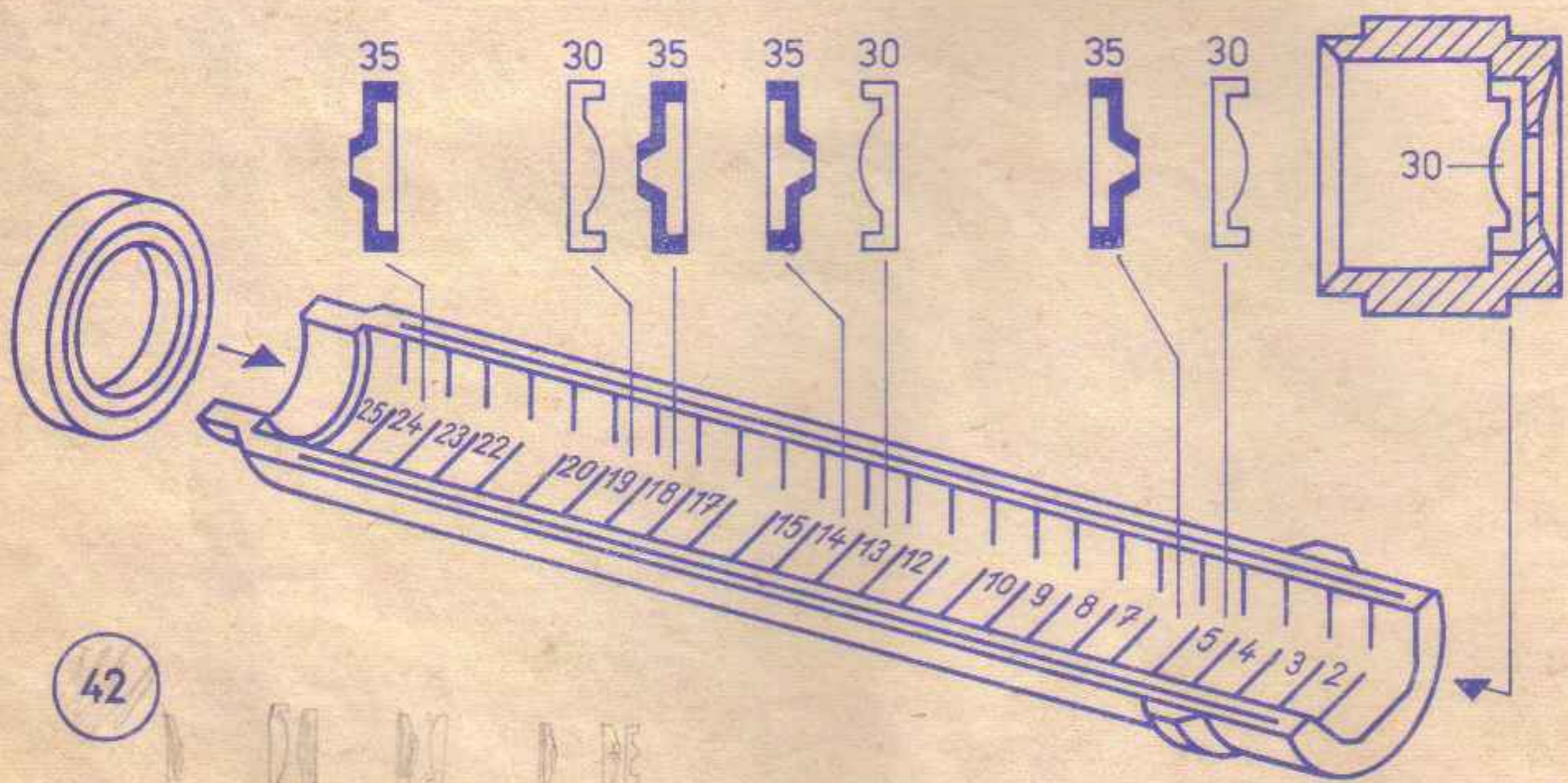
A fordítólencsék hatása a 28. kísérlet alapján visszafordítható, ha a lencsét jobban eltávolítjuk az első közbenső képtől (még tovább, mint a 27. kísérlet gyújtótávolsága). A 43. ábra mutatja a sugár menetét, a 44. ábra pedig a lencsék és a fényrekeszek elrendezését.

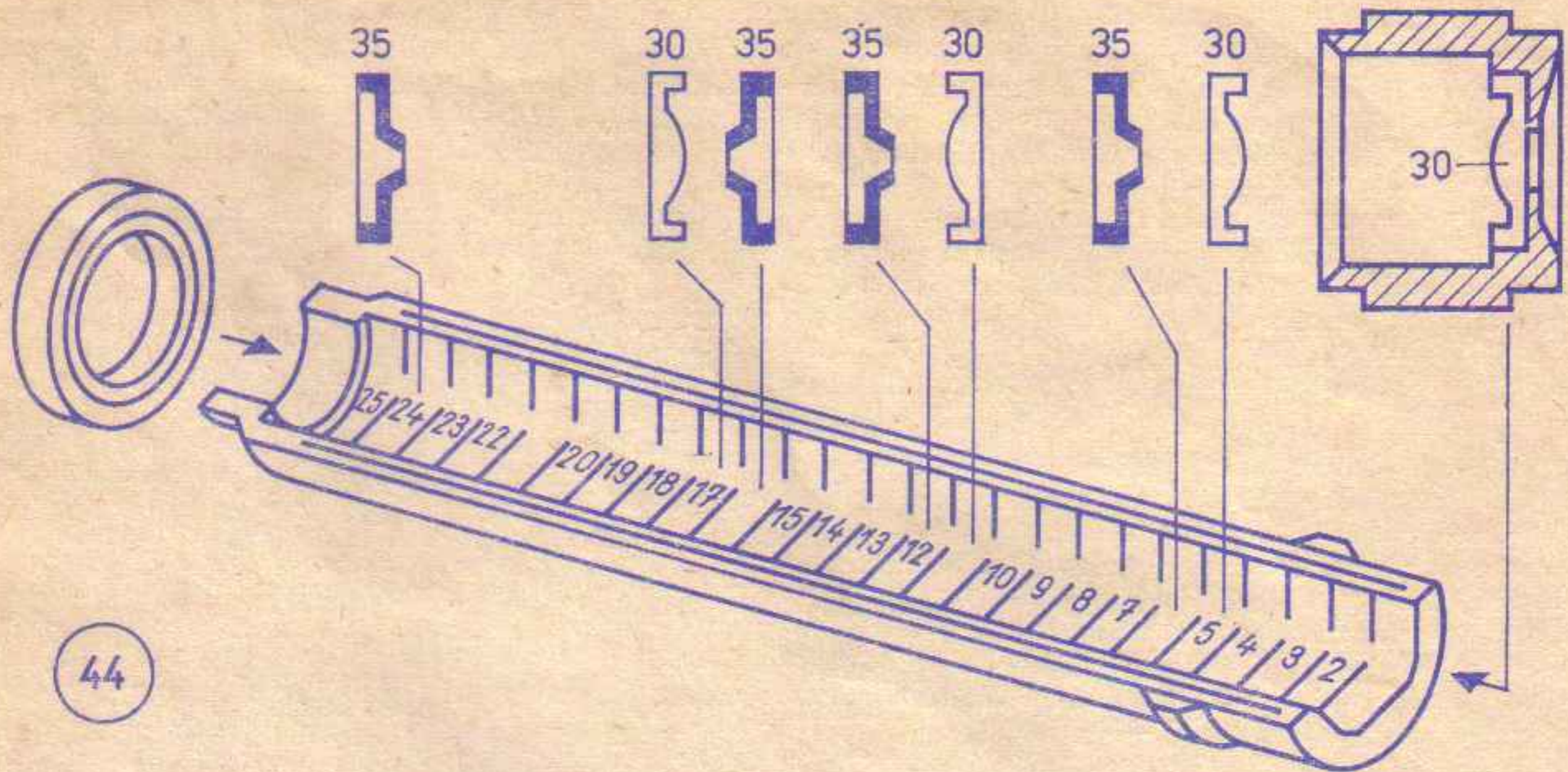


**30. kísérlet:** A lencsék és fényrekeszek megváltoztatása

Az okulárcső vágatai több lehetőséget kínálnak sok-sok lencses fényrekeszkombináció kipróbálásához. Eközben megismerjük a gyújtótávolságok, lencsetávolságok (egyéb lencsetávolságokat is kipróbálhatunk, pl. visszafordításnál a két lencsét közelebb visszük egymáshoz) és fényrekeszmérők szerepét. Ebben a kis füzetben megközelítőleg sem sorolhatjuk fel az összes kombinációt, amelyet ki lehetne próbálni.

Különböző gyújtótávolságú lencsét is alkalmazhatunk ugyanabban az okulárban vagy megfordító tételben, (pl. kombinálhatjuk a 30-as és 31-es lencsét). Minden kísérletnél gondoljunk a sugár útjára, amely a kiválasztott lencse- és fényrekeszkombinációkra jellemző.





**31. kísérlet: Képzőlencse a közepes távcsőben**

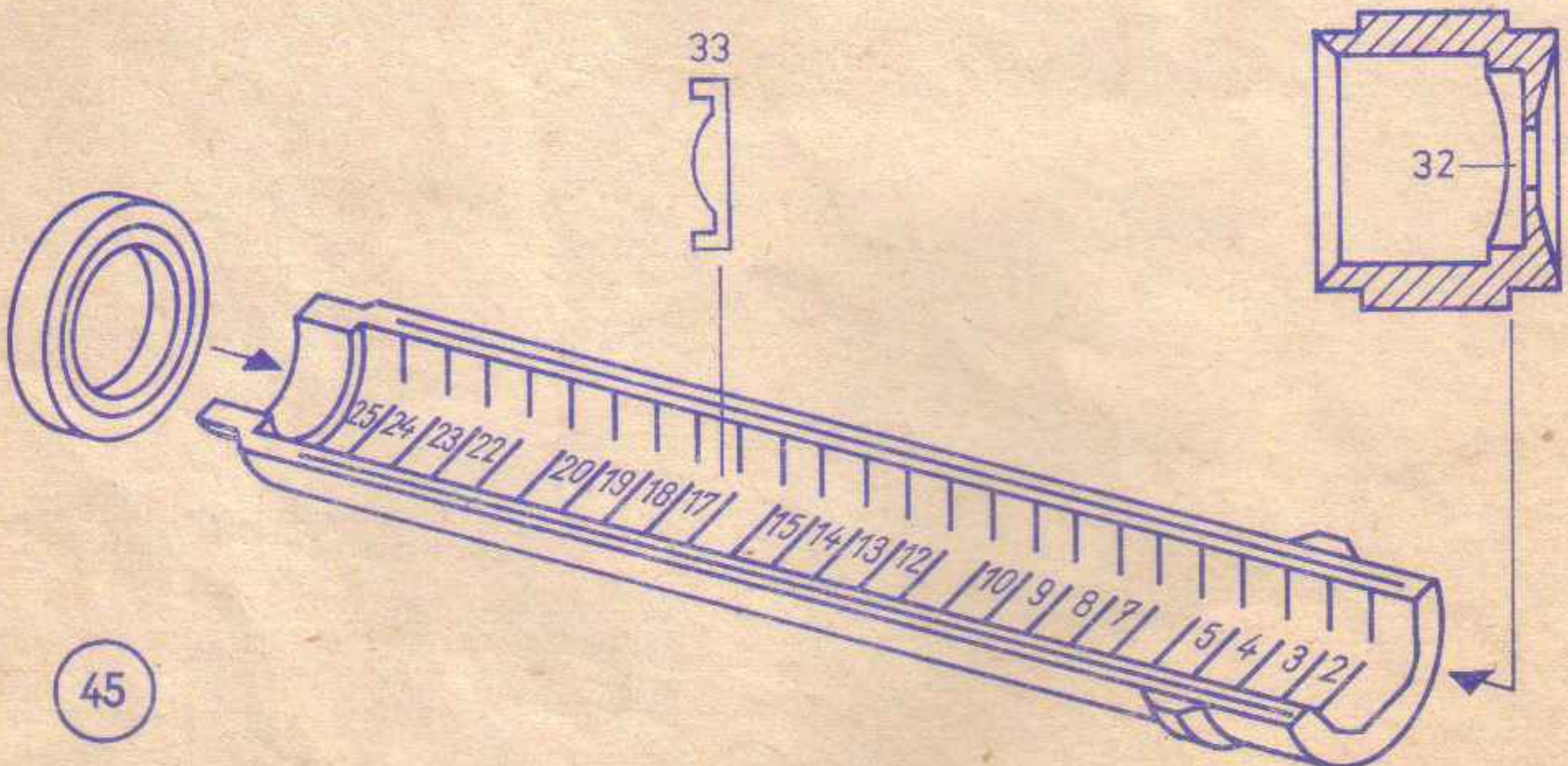
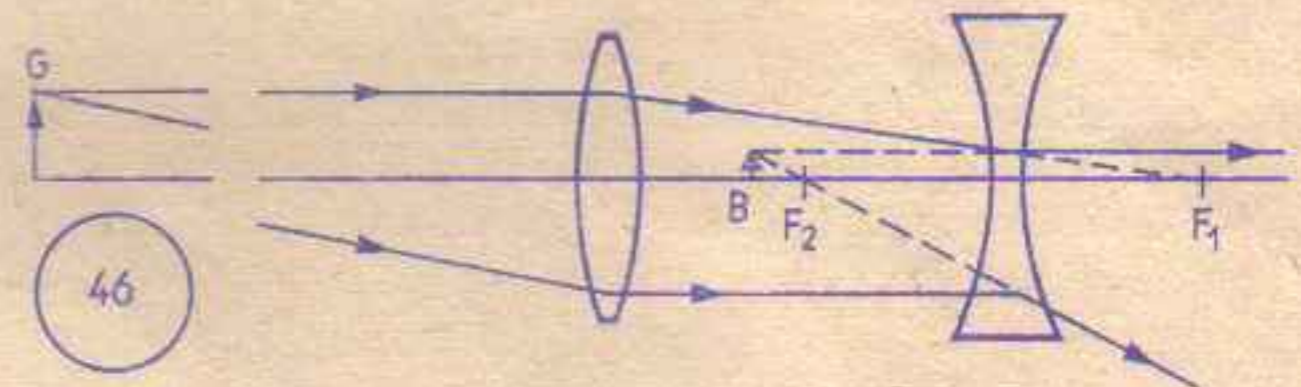
Amint azt szerelési utasításunkban (E pont, 10. oldal) már ismertettük, a teresztrikus távcsőbe beépíthetünk még egy képzőlencsét, amely együttműködik az objektívval. Így kapjuk meg a G és H modellt (lásd a 9. ábrát). A nagy objektívnek a 14-es és képzőlencsének a 7-es lencsét alkalmazzuk. Egy ilyen teresztrikus távcsővel az aránylag rövid felépítés ellenére jó nagyításokat érhetünk el, s ez a nagyítás kb. megfelel építészkevényünk nagy asztronómiai távcsövének.

**32. kísérlet: Teresztrikus távcső képzőlencsével és különböző okulárokkal**

A 31. kísérletben szereplő teresztrikus távcsőben különböző okulárokat próbálunk ki, amelyeket korábbi kísérleteinkben már alkalmaztunk, s kikeressük a számunkra legelőnyösebbnek látszó megoldást.

**33. kísérlet: Holland távcső**

Olyan távcsövek is vannak, amelyek megfordító lencsék nélkül is talpon álló képet mutatnak. Ezeket holland távcsöveknek nevezzük. A holland távcsövek aránylag rövidek, de nem nagyítanak erősen. Nézzük, hogyan működnek! Csak az okulárcsövet alkalmazzuk, s a 45. ábra szerint lencsét helyezünk be. Ebben a kísérletben az okulárcsövet használjuk távcsőként, a 33-as az objektív, a 32-es lencse az okulár. Az objektívlencse, amely tulajdonképpen egy gyűjtőlencse, fordított képet alkot a távolból szemlélendő tárgyról az egyszeres és a kétszeres gyűjtőtávolság



között. A kép előtt azonban a sugár útjában található a 32-es szórólencse. Ez a lencse a 46. ábrán látható sugáriránynak megfelelően annyira eltávolítja szemünktől a képet, hogy bizonyos távolságban látjuk. Amint azt a 46. ábra mutatja, a látószögnek van bizonyos nagyítása, így ez a távcső is nagyít.

Ott alkalmazunk holland távcsöveket, ahol nincs szükség erős nagyításra, de a távcső nem lehet hosszú, mint pl. a színházi távcső esetében.

#### 34. kísérlet: Holland távcső közepes és nagy tubussal

Természetesen a holland távcsöveket is felépíthetjük a tubussal, ahol az okulárcsőben csak a 32-es lencsét alkalmazzuk (tehát mint a 46. ábránál, csak a 33-as lencse nélkül). Mivel ezen távcsövek hossza lényegesen kisebb, mint a csillagászati vagy teresztrikus távcsövéké (a Képler-féle távcsövéké képmegfordítással és anélkül), meg kell változtatnunk a holland távcső felépítését.

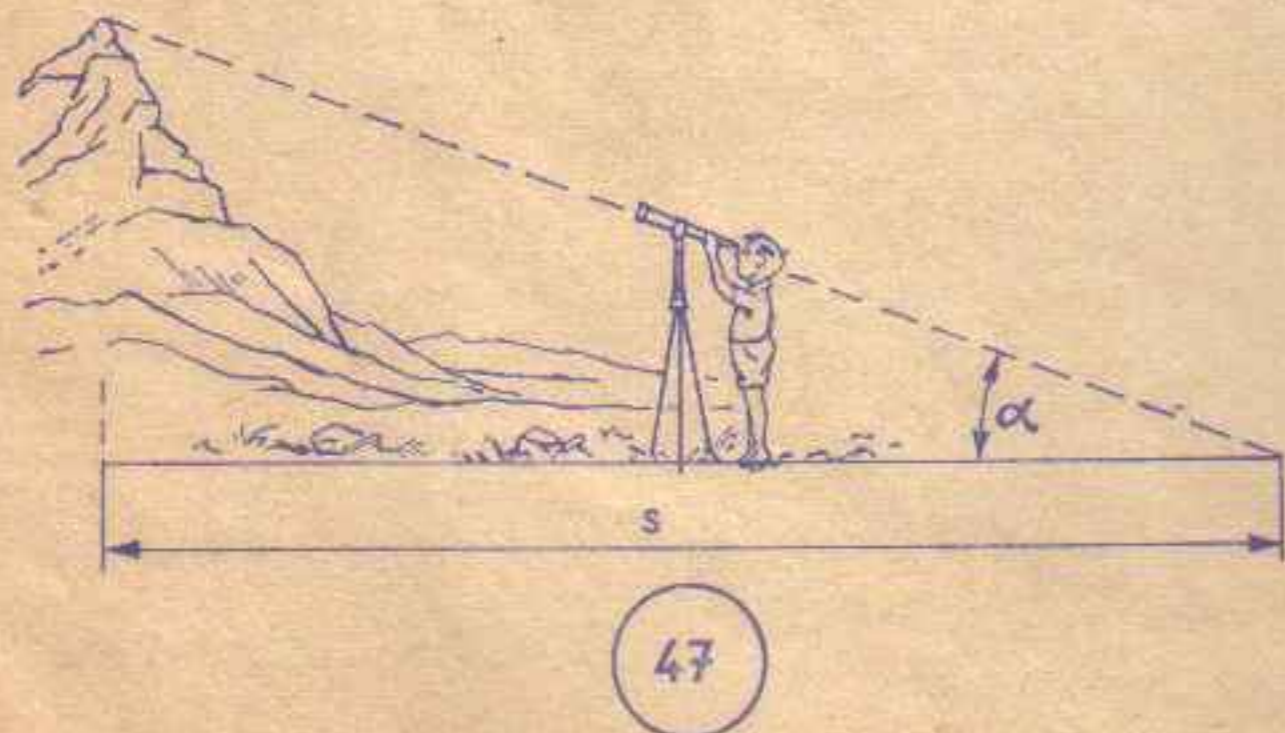
A közepes objektív (5) alkalmazása esetén ezt a kompletten felszerelt objektívet ráhelyezzük a kis cső (22) nagy külső átmérőjére. A kis csőbe behelyezzük a rövid okulárvezetékét és most már becsavarhatjuk az előbb felépített okulárcsővet. Ha a kísérletet a nagy objektívval (12) akarjuk elvégezni, ezt teljesen felszerelve feltesszük a középső cső (23) nagy átmérőjére. Szükségünk van továbbá a kis csőre (22), a rövid okulárvezetékre (26) és a már meglévő komplett okulárcsőre.

A kis objektívvel (1) és az okulárcsővel ezt a kísérletet nem végezhetjük el.

Ezek a távcsövek csak arra szolgálnak, hogy megmutassuk a lencsekombináció optikai viselkedését, gyakorlatilag nem nagyon alkalmazhatók. Ennek az az oka, hogy a holland távcső a sugár iránya miatt csak rövid felépítés esetében vezet gyakorlatilag felhasználható eredményhez, felhasználási területük ezért korlátozott. Természetesen holland távcsöveket is felépíthetünk tubusunkkal. Az okulárban a 32-es lencsét alkalmazzuk és az okulárcső 6. rekeszébe a 34-es fényrekeszt helyezzük be.

#### 35. kísérlet: Szögmérés a magasság meghatározásához

A teljesen felszerelt távcső, melyet állványával együtt az asztalra vagy az ablakpárkányra erősítettünk, lehetővé teszi, hogy megmérjük a magasság meghatározásához szükséges emelkedési szöget.



47

A távcsövet a 14. ábra szerint állítjuk össze, teresztrikus távcsövet használunk fordítólencsékkel. A mérést példaképpen a 47. ábra mutatja. A távcső 43-as, ill. 46-os megjelölésű részein beosztások találhatók, amelyeken leolvashatjuk az szöget.

A vízszintes földfelület emelkedőinek magassága az alábbi képletből adódik:

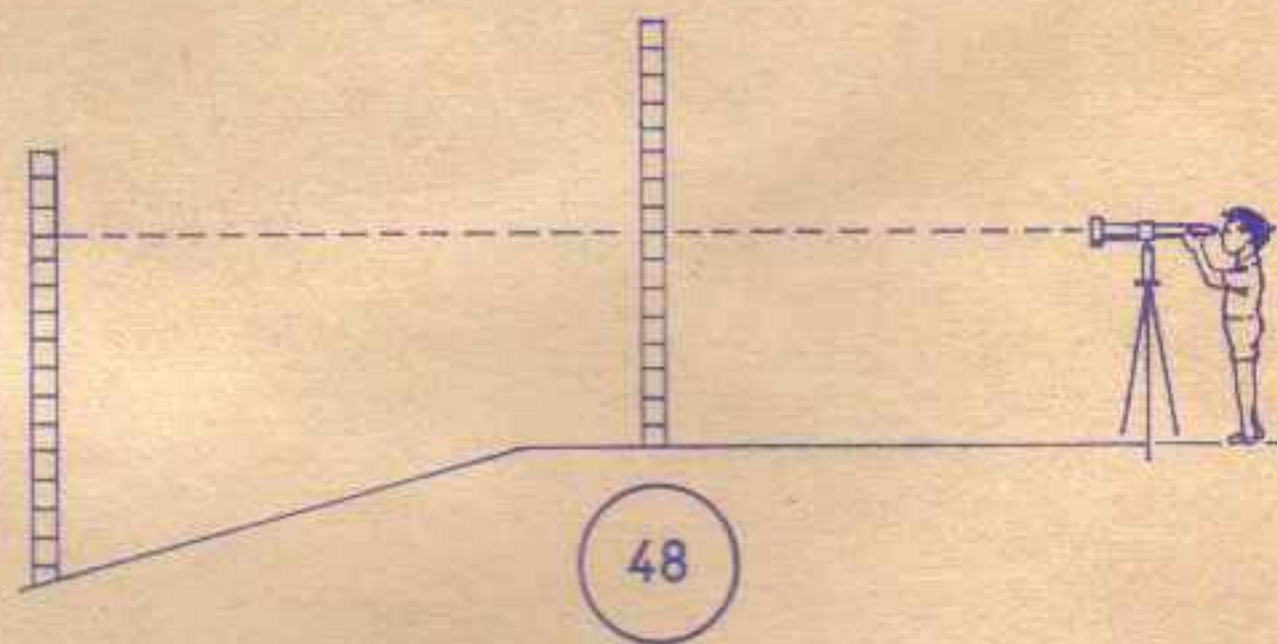
$$\text{magasság} = s \cdot \text{tg}$$

A tangens értékeit táblázatokból vesszük.

Ennél és a következő (36) kísérletnél a látómező-fényrekeszre keresztet ragasztunk vékony fonalból vagy két hajszálból.

#### 36. kísérlet: Kiegyenlítés

Ha távcsövünkön szerelésnél valamennyi szögbeosztást nullára állítunk be, két saját készítésű és egyenlő beosztással ellátott léccel vagy két kiegyenesített összehajtható mérővesszővel elvégezhetjük a kiegyenlítést, ha egymás mögé egy vonalba felállítjuk és a távcsővel beirányozzuk a léceket (48. ábra) és beállítjuk a magasságetérést.

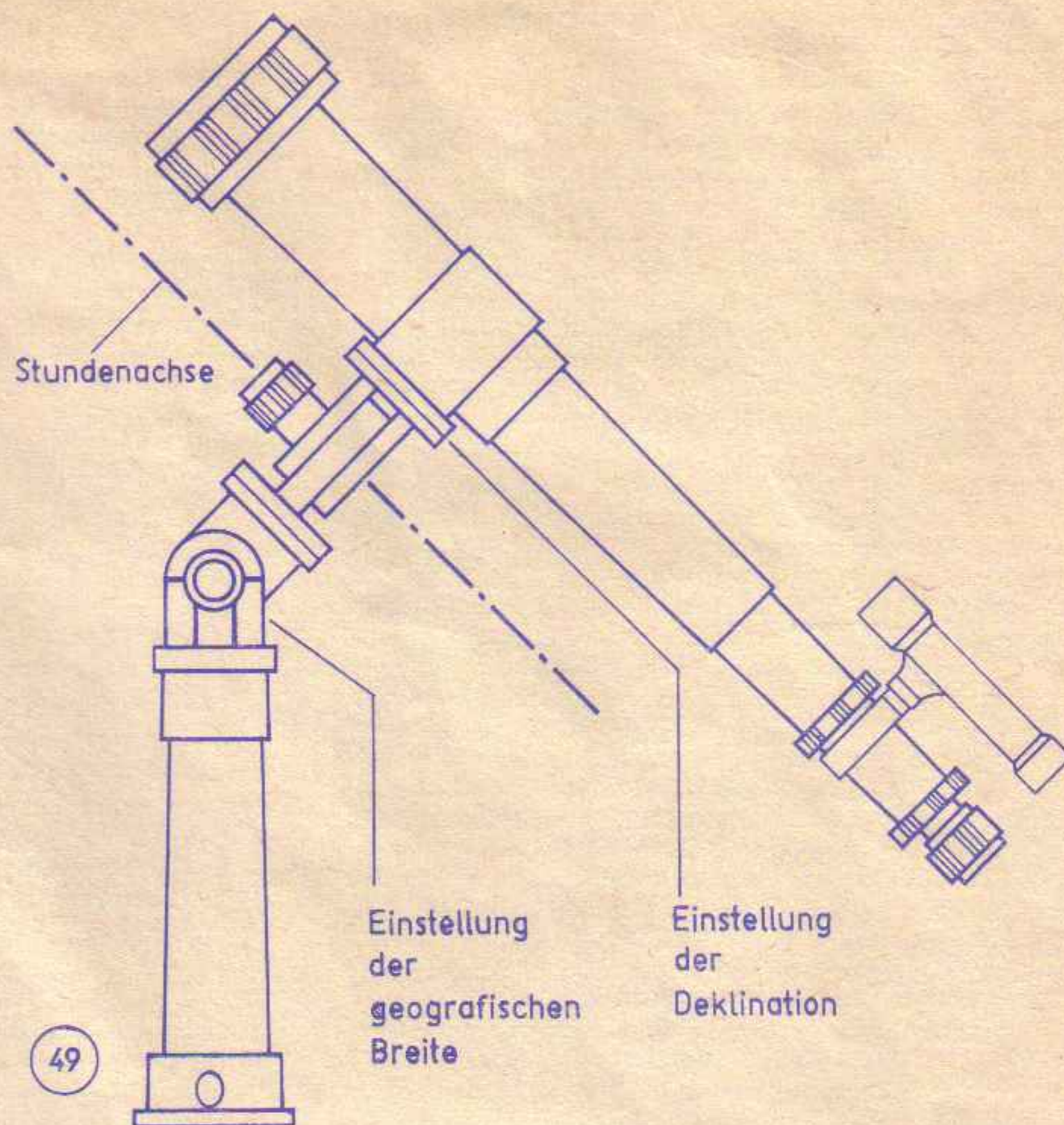


Ehhez szükség van a távcső vízszintes helyzetének ellenőrzésére.

Ennek pl. az építkezéseknél nagy szerepe van.

#### 37. kísérlet: A távcső előkészítése csillagászati megfigyelésekhez a megfigyelés helyének földrajzi szélességére történő beállítással

Sok csillagászati megfigyeléshez előbb be kell állítani a megfigyelés helyének csillagászati szélességét a távcsövön. Miután a távcsövet lehetőleg szilárdan rögzítettük, valamennyi beosztását nullára állítjuk. Azután beállítjuk az alsó csuklón (49. ábra).



38. kísérlet: Az óratengely beállítása

Szerelvényünk felső csuklóján most beállítjuk az ún. óratengelyt. Az álló égboltozat ugyanis látszólag kb. 24 órán belül fordul meg a Föld tengelye körül. Távcsövünk optikai tengelye azonban a földrajzi szélesség beállításának megfelelően a Föld tengelyével párhuzamosan halad.

### 38. kísérlet: Az óratengely beállítása

Szerelvényünk felső csuklóján most beállítjuk az ún. óratengelyt. Az álló égboltozat ugyanis látszólag kb. 24 órán belül fordul meg a Föld tengelye körül. Távcsövünk optikai tengelye azonban a földrajzi szélesség beállításának megfelelően a Föld tengelyével párhuzamosan halad.

csak az óratengelyen (49. ábra) kell továbbcsavarni, mégpedig óránként 15 fokkal, s így elérjük, hogy az egyszer már beállított állócsillag egész éjszaka a látómezőben maradjon.

### 39. kísérlet: Az elhajlás beállítása

Az elhajlás egy csillag esetében az égbolt egyenlítőjéhez való szögtávolságot jelenti. Az elhajlást távcsövünkön a felső forgatható csuklon állítjuk be (49. ábra).

### 40. kísérlet: A rektaszenció beállítása

A rektaszenciót az óratengelyen állítjuk be. A rektaszenció az a szög, amelyet a tavaszpont és az égbolt egyenlítőjének metszéspontja zár be egy csillagzat órákörével. Beállítása távcsövünkön elvileg lehetséges, de bizonyos ismereteket kíván meg a csillagtérkép kezelése és egy csillag helyének meghatározása terén.

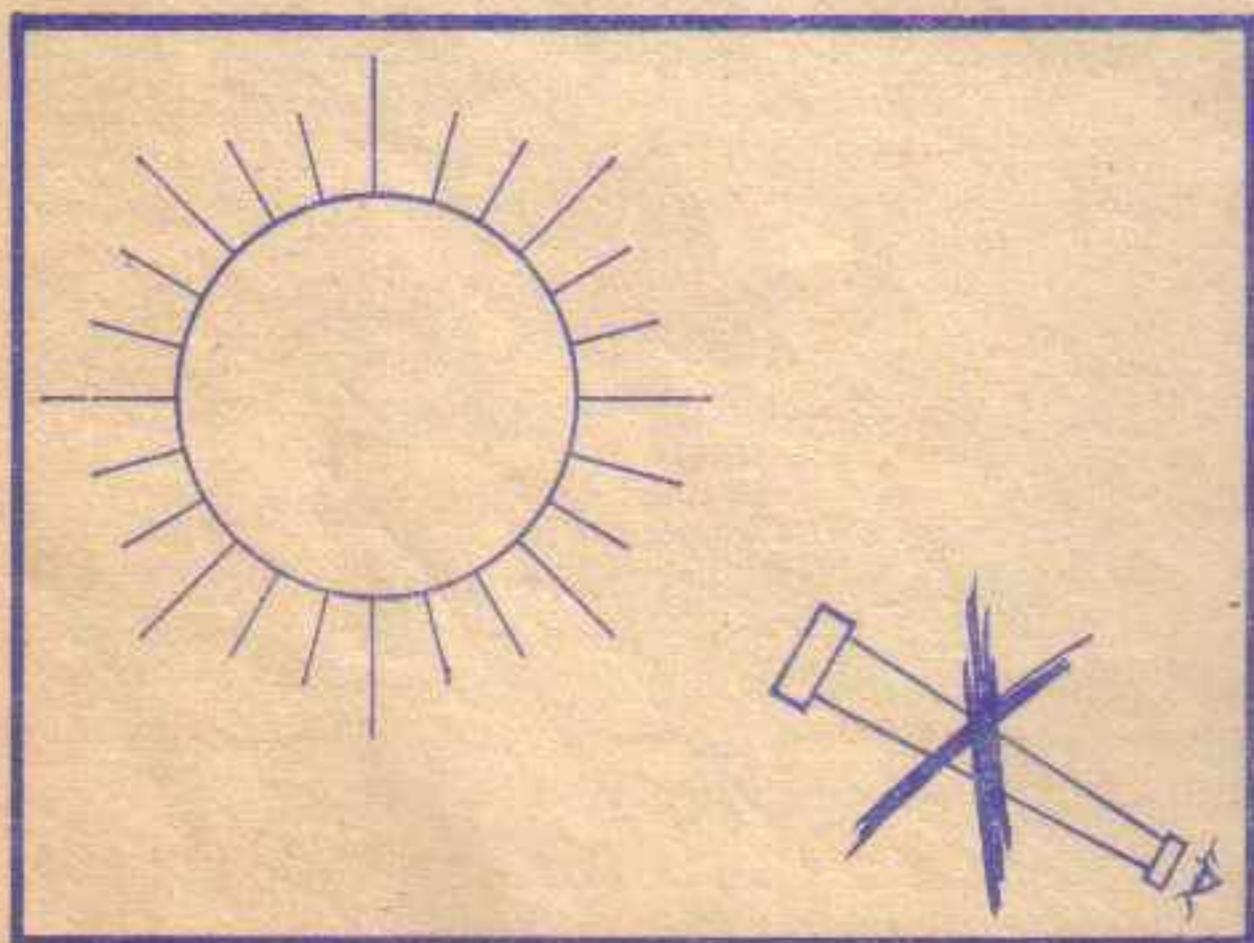
Miután megismertük távcsöveink felépítését és működését, elkezdhetjük a csillagászati megfigyeléseket.

### III. Csillagászati megfigyelések

A csillagászat több, mint hobbi. A csillagászati megfigyelések már több ezer évvel ezelőtt is meghatározták a világról alkotott képünket. Ma a csillagászok és asztrofizikusok már lényeges tudnivalót közölnek világunk kialakulásáról és jövőbeni valószínű fejlődéséről. Az ember ma már elhagyja a Földet. Az iránt érdeklődik, talál-e más csillagokon olyan életfeltételeket, amelyek hasonlóak a Földéhez. Ismereteink mai állása szerint valószínű, hogy a világűrben Földünk mellett sok más olyan csillag, ill. csillagrendszer létezik bolygókkal, amelyeken elképzelhetően valamikor, egy előtünk jelenleg ismeretlen, mai tudásunk szerint talán nem elképzelhető formában élet alakult ki. Hogy ez az élet mennyire hasonlít a földi életünkhöz, hogy léteznek-e a miénkhez hasonló civilizációk, olyan kérdés, amely ma még a fantázia birodalmába tartozik.

A csillagászat már sok olyan ismerettel gazdagította az emberiséget, melyek közvetlenül hasznosak voltak az emberek számára, ilyen eredmények születnek ma is és a jövőben is fognak. A csillagok megfigyelése olyan fizikai törvényekre tanított bennünket, melyek a földi folyamatokra és jelenségekre is érvényesek. A Föld körül keringő műholdak, űrszondák, amelyek más bolygókra repülnek, Naprendszerünket kutatják, sőt el is hagyják, olyan törvények szerint haladnak, melyeket Johannes Kepler és Isaac Newton állított fel. A világűrben végzett fizikai kutatások lehetővé teszik Albert Einstein elméletének kísérleti ellenőrzését. Ez azonban csak néhány példa.

Józan természettudományi ismeretek mellett, melyeket a csillagászzal foglalkozás szolgáltat, nem szabad elfelejtenünk a csillagos égbolt nyújtotta szépségeket sem. Az éjszakai égbolt, egyes égitestek vagy a Hold látványa szabad szemmel is lenyűgöző. Ha azonban távcsövünkben megpillantjuk a Hold krátereit, melyek több mint 300 000 km távolságban kísérőnket borítják, s ha arra gondolunk, hogy ez a Hold napjainkban a közvetlen tudományos kutatás számára elérhetővé vált, csodálattal tölt el bennünket, milyen óriási lehetőségekkel rendelkezik már az ember a tudomány és a technika területén.



Alapvető tudnivalók a csillagászati megfigyelésekhez:

Távcsövünkkel nemcsak a Holdat figyelhetjük meg, hanem állócsillagokat is kb. a 9. nagyságrendig, kedvező feltételek mellett azon túl is. Összehasonlításképpen: szabad szemmel a tiszta égbolton éjszaka kb. 6000 csillagot láthatunk — távcsövünkkel több mint 100 000-et!

Óvakodjunk azonban a Nap megfigyelésétől! Szemünk komoly károsodást szenvedhet, ha távcsövön keresztül (még a legkisebb nagyítás esetén is) a Napba nézünk. A koncentrált fény- és hőenergia gyógyíthatatlan égéseket okozhat a szem belsejében!

Csillagászati megfigyeléseknél figyelembe kell vennünk néhány alapvetőt, ha a műszer teljesítőképességét jól ki akarjuk használni.

- A műszert lehetőleg mereven rögzítsük. Minden megrázókódítás, melyet pl. egy elhaladó jármű, egy lökés vagy akár csak a szél okoz, zavarja a megfigyelő műszer nyugalmát. Ez annál jobban észlelhető, minél erősebben nagyít a műszer.
- A megfigyeléseket tiszta égbolt mellett végezzük. Ajánlatos a távcsövet pl. nyaralásnál magunkkal vinni, mert a tisztább levegő helyeken nem zavarják az atmoszférai szennyeződések, mint nagyvárosokban vagy ipari településeken.
- Amint azt a kísérleteknél láttuk, számos lehetőségünk van a műszer nagyításának, a kép világosságának, élességének megváltoztatására. Célszerű, ha a távcső optikai értékeit a megfigyeléshez igazítjuk. Ha pl. a Holdat akarjuk megfigyelni, azt erős nagyítás és lehetőleg kis nyílású objektívfényrekesz mellett végezzük. A Hold általában olyan fényes objektum, hogy már kis objektívnyílás is elegendő, s ezzel élesebb képet kapunk, mivel a képalkotási hiba kisebb. De ha egy gyenge fényű kettős csillagot szeretnénk megfigyelni, már nem dolgozhatunk kis fényrekesznyílással. Gyakran azzal is megelégszünk, ha meggyőződhetünk egy csillag létezéséről, s a nagy objektívnyílás következtében meg kell alkudnunk az elmosódott képpel.
- Az égitesteket lehetőleg úgy figyeljük meg, hogy közben kényelmes helyünk és nyugodt testtartásunk legyen. Ha a távcső beállítása miatt az okulár kedvezőtlen helyzetbe következtében nem is tudjuk mindig megvalósítani a kényelmes testhelyzetet, igyekezzünk magunknak a lehető legkényelmesebb helyet biztosítani. Ez azt jelenti, hogy télen öltözzünk fel a megfigyelésekhez melegen és időnként tartsunk szünetet. Válasszuk ki a lehető legmegfelelőbb helyet a rögzítéshez, gyakran már ezzel biztosítottunk bizonyos kényelmet.
- Az első megfigyelések számára ne válasszunk erős nagyítást! A nagy látómező miatt így könnyebben megtaláljuk a keresett tárgyat.
- Ha a távcső ki van téve váltakozó hőmérsékletnek, könnyen keletkezhet kondenzvíz a távcső hideg részein. Hőmérséklet-változásnál az optikai értékek is megváltoznak. Ezért mindig várjuk meg a hőmérséklet teljes kiegyenlítését. A távcsövet lehetőleg emiatt félórával a megfigyelés elkezdése előtt állítsuk fel a megfigyelés helyén.

Hogy később is emlékezzünk bizonyos megfigyelésekre, vagy két, időben egymástól távol eső megfigyelés összehasonlítása céljából, a jó amatőrcsillagász feljegyzéseket is készít, ami tudományos megfigyeléseknél közvetlenül szük-

séges. Ezeknek a feljegyzéseknek minimum a következőket kell tartalmazniuk:

- a megfigyelés helye és ideje,
- az alkalmazott távcső adatai, teljesítménye, a felhasznált objektívek és okulárok, valamint az egyéb optikai adatok a távcsővel kapcsolatban,
- a távcső rögzítésének módja,
- a megfigyelés tárgya és célja,
- a távcsövön elvégzett beállítások,
- a külső körülmények, pl. az atmoszféra milyensége, időjárás, a megfigyelés egyéb körülményei,
- a megfigyelés zavaró körülményei, pl. erős holdfény (nagyon erős holdfény esetén a tárgyat tiszta égbolt esetén sem látjuk),
- megjegyzések (pl. előre nem látott zavarások, szükséges újrabéállítások stb),
- a megfigyelés eredménye.

Itt természetesen csak példákat sorolhatunk fel a megfigyelésekhez. Minden részletesebb csillagászati könyv további útmutatóval szolgálhat, hogy mi mindent nézhetünk meg. Távcsövünk teljesítőképessége elegendő arra, hogy több éjjelen át ehhez a kedvteléshez láncoljon bennünket.

### A Hold

A Holdnak nincs saját fénye. Ha látjuk az égbolton, mindig csak a Nap felé fordított oldalát figyelhetjük meg. Újhold idején a Holdat nem láthatjuk. Körülbelül egy héttel utána, növekvő félholdnál (a Hold első negyede) a Hold naplementekor délen található. Egy további hét múlva a telihold naplementekor keleten látható. Éjjélkor délen láthatjuk. Még egy hét múlva, fogyó félholdnál (a Hold utolsó negyede) a Hold éjjélkor jön fel és napkeltekor délen látható. Végül egy héttel később ismét újhold lesz.

A Holdat csak akkor tudjuk megfigyelni, ha felületén a részletek erős árnyékot vetnek. Ezért a telihold nem alkalmas a megfigyelésre. Megfigyelésre legalkalmasabb a Hold árnyékhatárának környéke, ez az a terület a Holdon, ahol a Nap éppen feljön, ill. lemegy. Hogy a Hold hegyeit és krátereit ilyen élesen felismerhetjük, annak bizonyítéka, hogy a Holdon nincs atmoszféra.

A Holdon különféle felületi tagozódásokat észlelhetünk. (A holdtérkép a füzet hátoldalán található.) A sötétben mareterületek láthatók (régében azt hitték, hogy azok tengerek, innen a latin mare elnevezés), melyeket valószínűleg láva árasztott el, s amint ma már tudjuk, nem tartalmaznak vizet, ezek megkülönböztethetők a kör alakú hegységektől és kráterektől. A nagyobb kör alakú hegységek átmérője több mint 100 km, a legnagyobb hegyek kb. 6 000 m magasak. Feltételezzük, hogy a kráterek meteorok becsapódásának eredményei. Holdtérképünk tartalmazza a Hold képződményeinek helyeit és elnevezéseit. A mellékelt táblázatban a Hold részletesebb adatai találhatóak.

Különleges csillagászati esemény, ha a Föld a Hold előtt halad el. Ekkor a Hold részben vagy teljesen a Föld árnyékába kerül, így a Nap nem világítja meg. A táblázat a legközelebb várható holdfogyatkozásokat 2000-ig megadja. Ha a Hold kerül a Nap elé, árnyékot vet a Földre és a Nap elsötétül. Ezt a jelenséget Közép-Európában leg-

közelebb 1999-ben figyelhetjük meg (1999. augusztus 11-én).

Itt közlünk néhány adatot a Föld Holdjáról:

A Földtől való legkisebb távolság	356 000 km
A Földtől való közepes távolság	384 400 km = 60,268 földugár
A Földtől való legnagyobb távolság	406 700 km
Sugara	1 738 km = 0,2725 földugár
Tömeg	$73,52 \cdot 10^{21}$ kg = 1/81,3 földtömeg
Sűrűség	3,345 g/cm <sup>3</sup>
Felszín	$37,96 \cdot 10^6$ km <sup>2</sup> = 1/13,44 földfelszín
Térfogat	$21,98 \cdot 10^9$ km <sup>3</sup> = 1/49,3 földtérfogat
Nehézségi gyorsulás a Hold felszínén	$1,62 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ = 0,165 g (g = földgyorsulás)

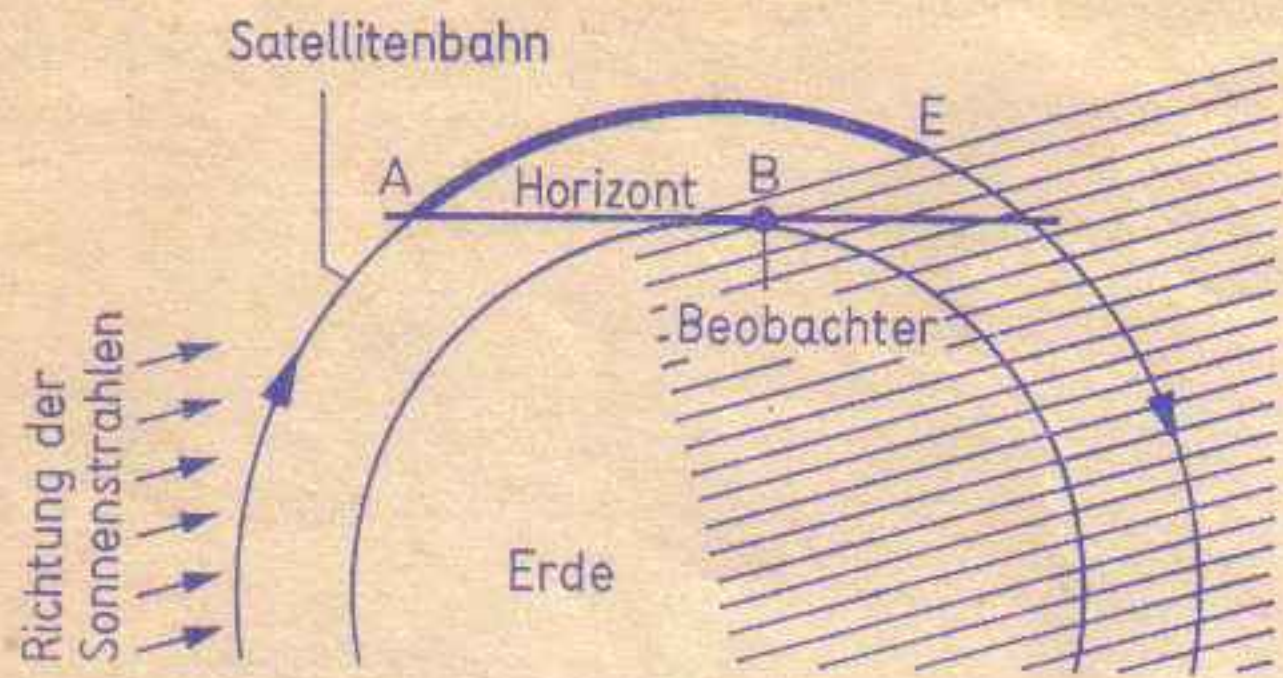
### Holdfogyatkozások 1980-tól 2000-ig Közép-Európában (Közép-európai időszámításban)

Időpont	Kezdet	Vége	Megjegyzések
1982. jan. 9.	19.13 h	22.38 h	t
1985. máj. 4.	19.16 h	22.36 h	t
1985. okt. 28.	16.55 h	20.30 h	t
1986. okt. 17.	18.29 h	22.07 h	t
1989. febr. 20.	14.43 h	18.27 h	t, E
1990. febr. 9.	18.29 h	21.54 h	t
1992. dec. 9./10.	22.59 h	2.28 h	t
1993. nov. 29.	5.40 h	9.11 h	t, A
1995. okt. 8.	14.58 h	19.10 h	p, E
1996. ápr. 3./4.	23.21 h	2.59 h	t
1996. szept. 27.	2.13 h	5.37 h	t
1997. márc. 24.	3.58 h	7.21 h	p, A
1997. szept. 16.	18.08 h	21.25 h	t
2000. jan. 21.	4.02 h	7.26 h	t

- Magyarázat: t = teljes fogyatkozás  
 p = részleges fogyatkozás  
 A = csak kezdetben látható  
 E = csak a végén látható

### A Föld mesterséges holdjai

A műholdakat általában csak alkonyatkor figyelhetjük meg, amikor a megfigyelő már a Föld éjszakai felén áll, de a műholdat még megvilágítja a Nap. Ezt az 50. ábra mutatja. Ha a megfigyelő a B pontnál áll, a Nap által megvilágított mesterséges hold az A pontnál jelenik meg a látóhatáron. Az E pontban a Föld árnyékába kerül és már nem látható. Hogy a műholdat a Nap fénye ne világítsa túl, a megfigyelőnek a B pontban kell állnia, tehát az éjszakai oldalon. Minél messzebbre kerül a megfigyelő az éjszakai területre, annál közelebb kerül az A pont az árnyékhatárhoz, s annál rövidebb ideig lesz látható a műhold.



50

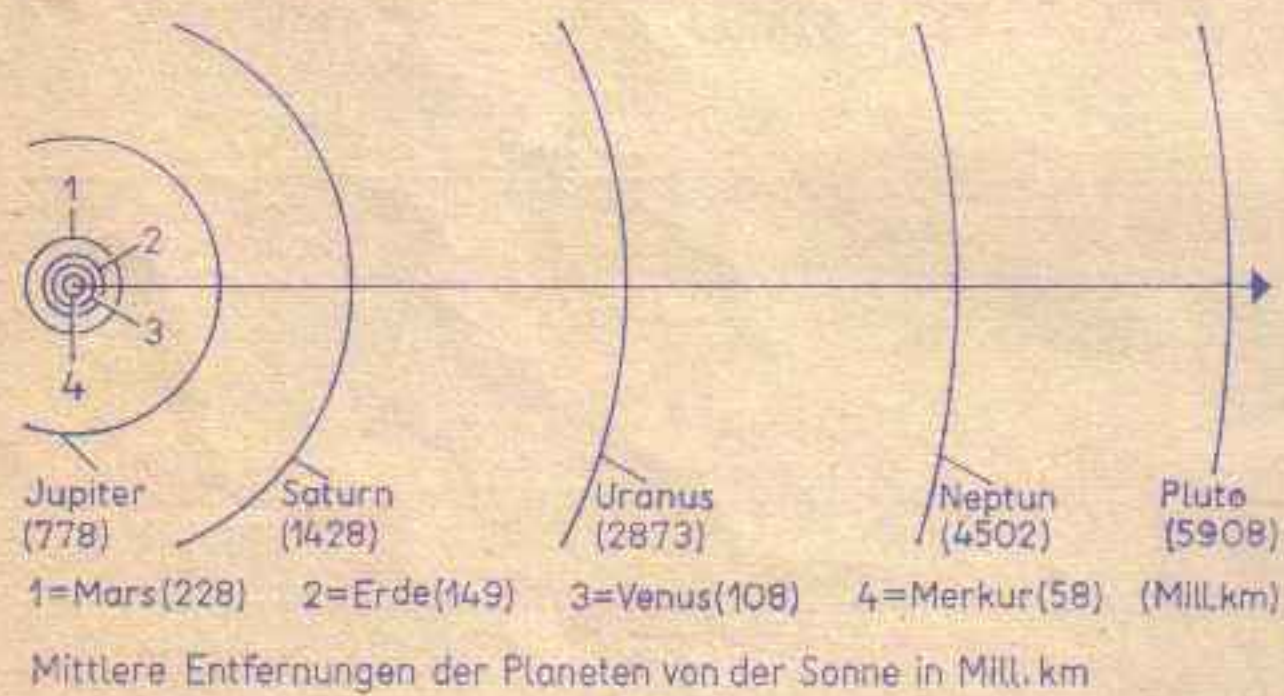
A mesterséges holdak megfigyelésénél nemcsak a Hold helye és a megfigyelés helye a mérvadó, hanem az az irány is, amelyből a Nap világít a műholdra. Egy mesterséges holdat akkor figyelhetünk meg jól, ha „újhold” helyzetben van, tehát azt az oldalát fordítja felénk, amelyet a Nap teljesen megvilágít.

**Megkülönböztetünk állócsillagokat és bolygókat**

Megfigyeléseinknél egy állócsillag fénypontként jelenik meg, amely legtöbbször vibrál. A vibrálás oka a légkör különböző rétegeinek mozgása, amely a fény különböző módon törí meg. Mivel a bolygókat a Földről az állócsillagokhoz képest nagyobb szögből (ha ez a szög maga nagyon kicsi is) látjuk, a légkör nyugtalansága ezek esetében nem annyira észlelhető, mint az állócsillagoknál. Ha pontosan el akarjuk dönteni, hogy megfigyelésünk tárgya bolygó vagy állócsillag, várnunk kell bizonyos ideig, amíg megállapíthatjuk, hogy helyét a többi csillaghoz képest megváltoztatja-e.

**Bolygók**

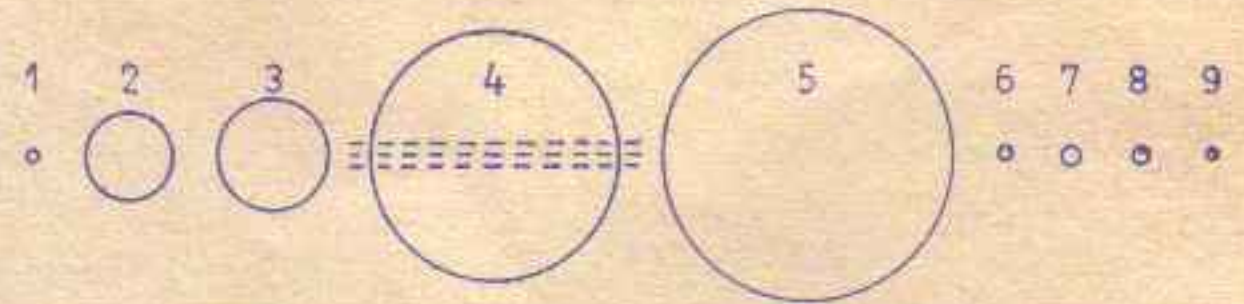
Naprendszerünk bolygóit nagyságrendben és a Naptól való távolság viszonyában az 51. és 52. ábra mutatja. A táblá-



51

zat megadja a legfontosabb adatokat. Távcsövünkkel megfigyelhetjük a bolygók néhány érdekes tulajdonságát. A bolygók helyét az égbolton újságokból vagy folyóiratokból

vehetjük, amelyek gyakran tartalmaznak adatokat amatőr csillagászok részére. A bolygókat mindig az ekliptika közelében találjuk (lásd a Csillagterkép fejezetet).

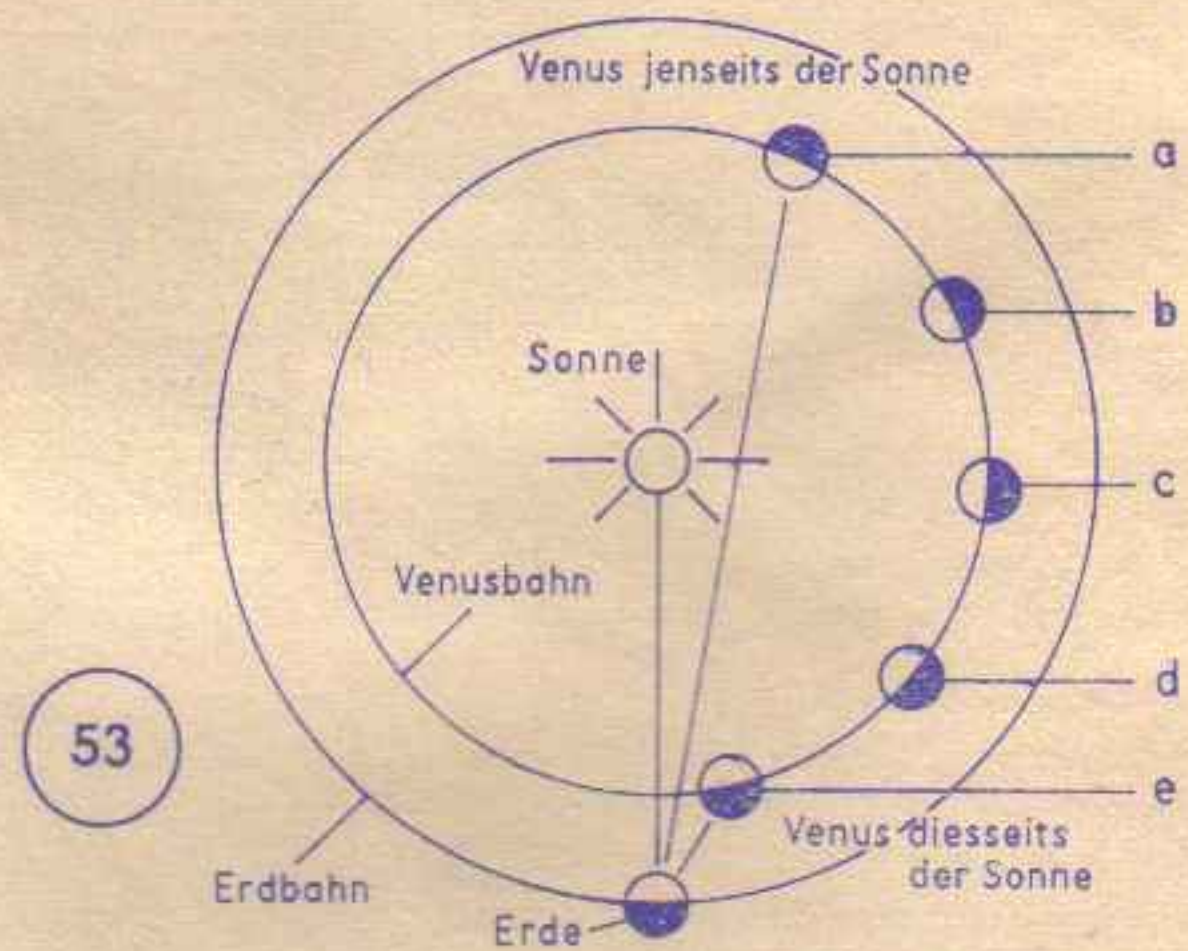


1= Pluto $\approx 6000$ km	4= Saturn $\approx 120670$ km	7= Erde $\approx 12756$ km
2= Neptun $\approx 44600$ km	5= Jupiter $\approx 143650$ km	8= Venus $\approx 12230$ km
3= Uranus $\approx 47100$ km	6= Mars $\approx 6800$ km	9= Merkur $\approx 4840$ km

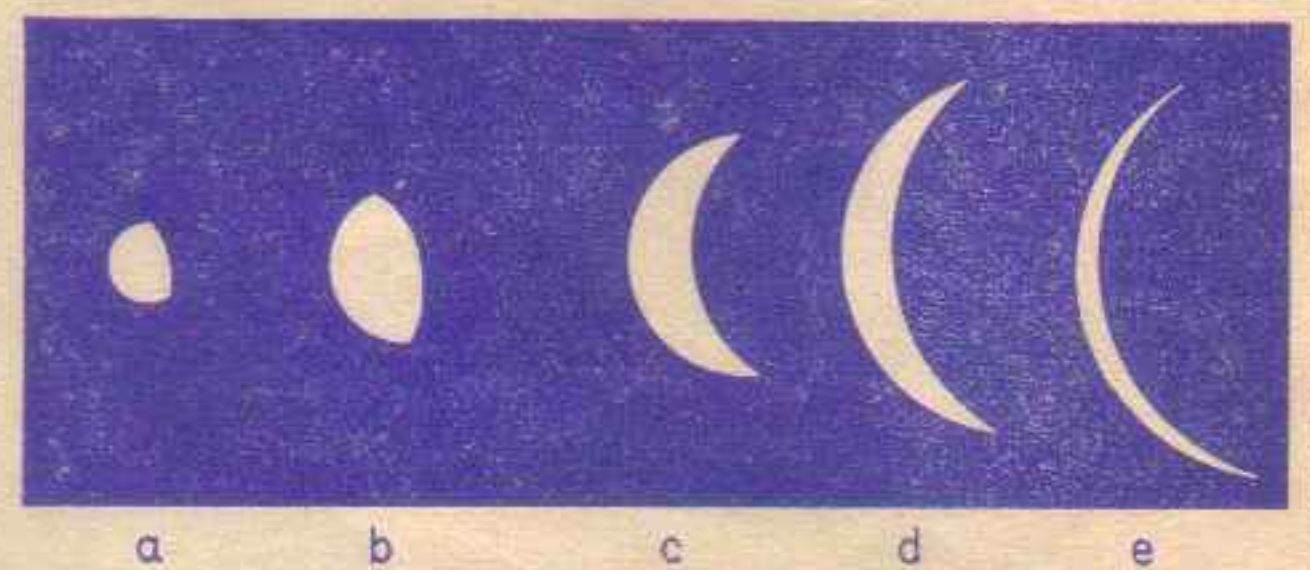
52

**Néhány megfigyelés:**

A Vénusz Földtől való távolsága 40 és 250 millió kilométer között váltakozik, attól függően, hogy mindkét bolygó a Napnak ugyanazon az oldalán található, vagy sem. Alakja éppúgy változik, mint látszólagos nagysága (lásd az 53. ábrát). A Vénusz felületét sűrű felhőréteg borítja, ezért részleteket nem láthatunk. A Marson világos póluscúcsot



53



Der Anblick der Venus bei unterschiedlichen Stellungen von Sonne, Erde und Venus zueinander bei gleicher Vergrößerung des Fernrohres

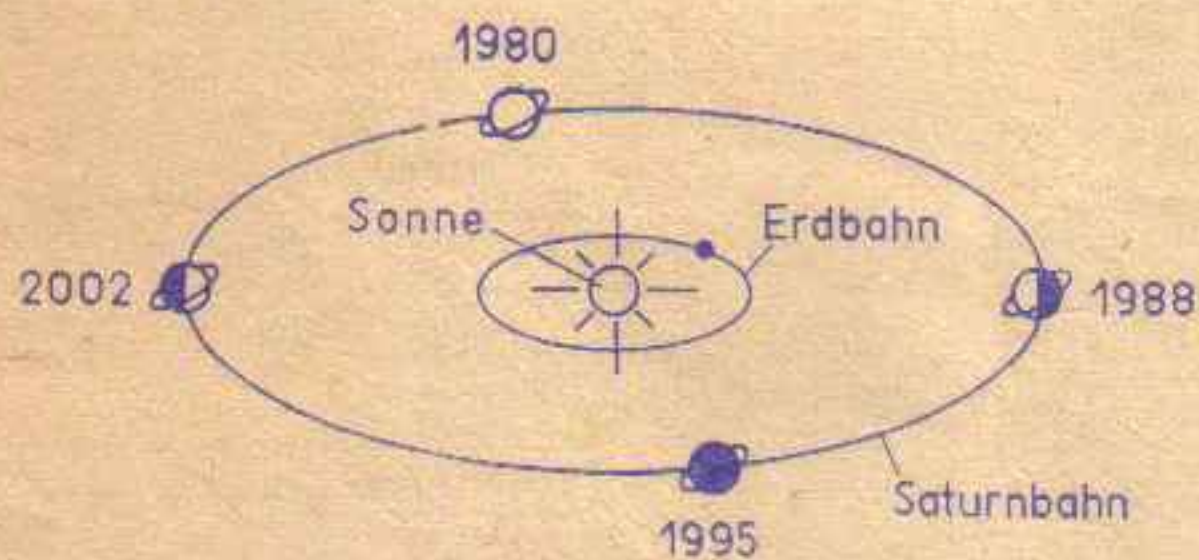
láthatunk. Néha bizonyos szerkezeteket láthatunk a felületén, amelyeket régebben a Mars „csatornáinak” neveztek. Ma már űrszondákkal olyan felvételeket készíthetünk, amelyek hasonlóak a Hold felületéről készített felvételekhez.



Bolygó	Egyenlítő- átmérő km	Forgásidő		(Föld = 1) Tömeg	Lapultság	Holdak száma	Naptól való közepes távolság millió km	Nap körüli fordulat	
		óra	perc					év	nap
Merkúr	4 840	—	—	0,056	—	—	57,87	—	87,97
Vénusz	12 230	22	17	0,815	—	—	108,14	—	224,70
Föld	12 756	23	56	1,000	1:298,3	1	149,50	1	0,01
Mars	6 800	24	27	0,108	1:132	2	227,80	1	321,74
Jupiter	143 650	9	50	317,8	1: 16,4	12	778,30	11	314,92
Szaturnusz	120 670	10	14	95,1	1: 10,4	10	1 428,47	29	167,21
Uránusz	47 100	11	—	14,52	—	5	2 873,19	84	008,11
Neptunusz	44 600	15	50	17,21	—	2	4 501,51	164	281,6
Plútó	6 000	—	—	0,925	—	1	5 908,07	248	157

A Szaturnusz némely évben különösen szép látványt nyújt. Ekkor felismerhetjük gyűrűjét, amelyet az 1980-as és az 1995-ös években nem láthatunk, mivel a gyűrűk laposan, oldalról láthatók (54. ábra).

Naprendszerünkön kívül valószínűleg léteznek más bolygórendszerek is. A csillagászok napjainkban erről igyekeznek információt szerezni. Feltételezik, hogy eddig 5 naphoz állapíthattak meg bolygórendszert kb. 20 fényévi távolságon belül. Hogy ezek (vagy más, távolabbi) naprendszerek hordoznak-e bolygóikon életet, talán a jövő generációi megtudják — egyelőre itt csak fantáziánkra hagyatkozhatunk.



Der Anblick des Planeten Saturn von der Erde aus.



Anblick im umkehrenden (astronomischen) Fernrohr.

### Állócsillagok

Az állócsillagok talán nem keltenek olyan benyomást a szemlélőben, mint Naprendszerünk tárgyai, de azért azok sem érdektelenek. Amíg Naprendszerünkben a felületek sajátosságait kutattuk, mint pl. a Hold krátereit, Naprendszerünkön kívül eső csillagok esetében gyakran az a legfontosabb, hogy meggyőződjünk valaminek a létezéséről. Sok csillag fénye nagyon gyengének látszik, pedig a valóságban sokkal erősebb a fényük, mint a mi Napunké. Az óriási távolság miatt csak kis pontnak látszanak. Másrészt eléggé közeli csillagok erős fényvel jelennek meg, jóllehet sugárzásuk gyengébb, mint a Nap sugárzása. Vannak olyan csillagok, melyek sugárzása periódikusan vagy rendszertelenül változó erősségű.

Az állócsillagok látszólagos fényességét nagyságrendben adjuk meg. Tiszta égbolton szabad szemmel az 5. nagyságrend csillagai még láthatók, távcsövünkkel a 9. nagyságrendig figyelhetünk meg égitesteket. A táblázat összefoglalja a nálunk látható legfényesebb csillagokat, melybe a Napot természetesen felvettük, amely a 26,72 nagyságrendbe tartozik. Ezen beosztás szerint a Sarkcsillag a 2. nagyságrendbe tartozik.

A nálunk látható legfényesebb csillagok

Szám	Megnevezés	Csillagkép	Rektasz- cenzio	Elhajlás	Távolság pc <sup>3</sup>	Látszólagos fényesség	Világítóerő
1	Spice (Vir)	Szűz	13h 23min	— 10,09	58,8	+ 1,000	1 140
2	Regulus (Leo)	Oroszlán	10h 06min	+ 12,02	23,8	+ 1,336	135
3	Rigel (Ori)	Orion	5h 12min	— 8,03	167	+ 0,15	21 000
4	Wega (Lyr)	Lira	18h 35min	+ 38,07	8,1	+ 0,03	60
5	Sirius (CMa)	Nagykutya	6h 43min	— 16,07	2,7	— 1,46	24
6	Deneb (Cyg)	Hattyú	20h 40min	+ 45,01	200	+ 1,26	10 400
7	Castor (Gem)	Ikrek	7h 31min	+ 33,00	14,5	+ 1,56	41
8	Atair (Aql)	Sas	19h 48min	+ 8,07	5,1	+ 0,76	11
9	Prokyon (CMi)	Kiskutya	7h 37min	+ 5,04	3,5	+ 0,37	8
10	Sarkcsillag (UMi)	Kismedve	1h 49min	+ 89,00	143	+ 2,01	1 650
11	Capella (Aur)	Capella	5h 13min	+ 45,09	14,1	+ 0,08	150
12	Nap	—	—	—	4,8 · 10 <sup>-6</sup>	— 26,72	1
13	Dubhe (UMa)	Nagymedve	11h 01min	+ 62,00	32,3	+ 1,80	165
14	Pollux (Gem)	Ikrek	7h 42min	+ 28,02	10,8	+ 1,14	35
15	Arktur (Boo)	Arktur	14h 13min	+ 19,05	10,9	— 0,05	105
16	Aldebaran (Tau)	Bika	4h 33min	+ 16,04	20,0	+ 0,85	165
17	Beteigeuze (Ori)	Orion	5h 53min	+ 7,04	91	+ 0,1 1,2 <sup>1</sup>	3 100 <sup>2</sup>

<sup>1</sup> változó csillag

<sup>3</sup> 1 pc = 1 Parsec 31 · 10<sup>12</sup>

<sup>2</sup> középérték

<sup>4</sup> L<sub>☉</sub> = Napunk fényereje

Az állócsillagok esetében különösen érdekesek a változó csillagok, a kettős csillagok, a csillagcsoportok és ködök, valamint a galaktikán túli csillagrendszerek. Ezek olyan csillagrendszerek, amelyek a mi Tejútunktól több millió fényév távolságban találhatóak és több millió vagy millárd állócsillagból állnak, melyeket egyenként már nem tudunk megkülönböztetni, jóllehet ugyanolyan nagyok, vagy még nagyobbak, mint galaktikánk állócsillagai.

A táblázat példákat tartalmaz a mi távcsövünkkel megfigyelhető csillagokról, csillagcsoportokról, ködökről, melyek a mi galaktikánkban találhatóak, valamint a galaktikán kívüli csillagrendszerekről.

Kettős csillagok

Sor- szám	Megne- vezés	Rektasz- cenzio	Elhajlás	Látszólagos fényesség m		Távolság
				A	B	
1	And	2h 01min	42,01	2,4	5,1	10,"0
2	Ori AD	5h 36min	— 2,06	3,8	6,9	12,"9
3	Ori AE	5h 36min	— 2,06	3,8	6,7	41,"5
4	UMa	13h 22min	+ 55,02	2,4	4,1	14,"5
5	Lyr	18h 48min	+ 33,03	3,4	6,7	45,"8
6	Cyg	19h 29min	+ 27,09	3,2	5,3	34,"3

Galaktikus csillaghalmozatok és ködök, galaktikán kívüli csillagrendszerek

Sor- szám	Megnevezés	Rektasz- cenzio	Deklináció	Látszólagos fényesség m	Átmé- rőben	Távolság pc-ben	Megjegyzés
1	h Persei	2h 16min	+ 56,09	4,4	36	2 250	nyitott csillaghalmoz
2	Persei	2h 19min	+ 56,09	4,7	36	2 250	nyitott csillaghalmoz
3	Plejaden	3h 44min	+ 24,00	1,4	100	140	nyitott csillaghalmoz
4	M 35	6h 06min	+ 24,03	5,3	40	830	nyitott csillaghalmoz
5	Praesepa	8h 38min	+ 19,09	3,9	95	160	nyitott csillaghalmoz
6	M 39	21h 30min	+ 48,02	5,3	30	280	nyitott csillaghalmoz
7	M 13	16h 40min	+ 36,06	5,8	10	7 000	golyóformájú csillaghalmoz
8	Orion-köd	5h 33min	— 5,04	2,9	60	400	gáz-por-köd a galaxisban
9	Andromeda- köd	0h 40min	+ 41,00	3,5	90 x 200	5,4 · 10 <sup>5</sup>	galaktikán kívüli csillagrendszer
10	Triangel-köd	1h 31min	+ 30,04	5,8	90 x 83	5,6 · 10 <sup>5</sup>	galaktikán kívüli csillagrendszer

## VI. Csillagtérképek

A csillagok helyzetét a csillagtérképek a természet nyújtotta látványhoz képest torzítottan mutatják. Ennek az az oka, hogy az „égboltozat” számunkra félgömbként jelenik meg, melynek középpontjában mi vagyunk. A csillagtérkép azonban sík. Azok a csillagképek, amelyek a sarkok közelében találhatóak, a csillagtérképen még aránylag természetűen elhelyezhetők, de a sarkoktól távol eső csillagképek szükségképpen torzítva jelennek meg.

### Beállítható csillagtérképünk

A beállítható csillagtérkép a következőket teszi lehetővé:

- az állócsillagok látható részének ábrázolását, azaz a fényesebb állócsillagok és a legfontosabb csillagképek helyeit az év tetszőlegesen megadott időpontjában;
- az állócsillagok mozgását, előtünését és lemenetelét, kulminációját (delelését), valamint a sark körüli csillagok felismerését;
- a Nap látszólagos haladásának ábrázolását az égbolton, helyének meghatározását tetszőlegesen meghatározott időpontokban, felmenetelének és lemenetelének meghatározását, valamint az alkonyati időtartamának meghatározását az év minden napján;
- a bolygók megtalálásának megkönnyítését az ekliptika megadásával;
- Európa időzónáinak átszámítását, a különböző időzónák átszámítását közép-európai időre, valamint csillagászati időre az év minden órájára, valamint fordítva Európa valamennyi pontjára az Atlanti-óceán és az Ural között.

A beállítható csillagtérkép az északi szélesség 51. fokára (amely megfelel London – Köln – Lipcse – Kijev vonalának) készült. Az Európán belüli eltérések gyakorlatilag olyan jelentéktelenek, hogy ezek az adatok egész Európában alkalmazhatók, ha meggondoljuk, hogy Helsinki, Stockholm és Oslo csak 10 fokkal északabbra, Isztambul, Athén és Madrid pedig 10 fokkal délebbre található.

A beállítható csillagtérkép A (csillagképek), B (csillagászati időskála), C (forgatható modellek), D (zónaidőskála), E (négyzeresen, távolsági darab) és F (négyzeresen, vezető darab) részekből áll. Ehhez jön még a mutató (G-rész) eltolható napkoronggal (M-rész) és egy szegecs, vagy egy csavar, anyával együtt.

Először kivágjuk az A, B, C, D, E (négyzeresen), F, G és H részeket. A szaggatott vonallal jelzett felületeket is ki kell vágni. A C-rész kivágásánál különösen óvatossá kell lennünk, hogy a forgatható sablon pántjai ne törjenek le. A B rész az A rész hátoldalának közepén található. A B rész külső átmérője valamivel kisebb, mint az A részé. Ezért a csillagtérképet a B oldal felől nézve vágjuk ki. Ezáltal mindkét oldal esetében megfelelő széleket kapunk.

Ezután a kivágott forgatható sablont (C-rész) szöveggel lefelé az asztalra helyezzük. Erre helyezzük, középre, a csillagképekkel lefelé, az A/B-részt. A forgatható sablonok füleinek külső részei négy oldalon túlnyúlnak az A/B-rész szélén. Ezekre ragasztjuk a négy távolsági darabot (E-rész), erre pedig, hogy belső részük túlnyuljon a B-részen, a négy vezető darabot (F-rész) ragasztjuk. Ugyeljünk arra, hogy ne kerüljön ragasztó az A/B-részre, hogy az A/B-részt később könnyedén mozgatni tudjuk a forgatható sablonnal szemben, amikor a távolsági darabok és a vezető darabok már megszáradtak. A Nap tárcsáját úgy ragasztjuk össze az egyes részekből, hogy a mutatón eltolhassuk. Ezután az A és D-rész közepébe lyukasztóvassal kb. 3 mm-es átmérőjű lyukat vágunk. Utána előbb a

D-részen, azután az A/B-részen (a B-rész felőli oldalról), végül az A-részre feltett mutatót (G-rész), melyet előbb óvatosan csúcsával a C-rész alá toltunk és amelyre középig feltöltük a napkorongot (H-rész), egy szegecsset vagy egy csavart dugunk át. A mutató felett szétnyomjuk a szegecsset, vagy a csavarra felhúzzuk egy anyát, anélkül, hogy megszorítanánk.

Most már beállíthatjuk a zónaidőskálát a csillagászati időskálaival szemben, a forgatható modellt a csillagtérképpel szemben, végül a mutatót a csillagtérképpel és a forgatható modellel szemben. A napkorongot a mutatón sugarasan eltolhatjuk.

### Az állócsillagos égbolt látható része

A csillagos égbolt látszólag félgömb alakú harangként borul ránk. Ha a csillagokat egy sík térképen akarjuk ábrázolni, úgy mint a szokásos térképeken a városokat, ugyanolyan nehézségekkel állunk szemben, mint a gömbformájú Föld felületének ábrázolásánál. Bizonyos torzítások elkerülhetetlenek. Az általunk kedvezően kiválasztott ábrázolásmódnál azonban a szögadatok helyesek maradnak, ha az egyes csillagok közötti távolság a térképen torzul is el. Könnyen elképzelhetjük, hogy a csillagos égboltot térképünk síkjába „belevasaltuk”. Az égbolt északi pólusának közelétől elkezdve az égboltot (és ezzel a csillagok közötti távolságokat a térképen) kifelé, azaz a horizont felé, egyre nyújtottuk. Ezáltal természetesen a horizont közelében lévő csillagképek is megnyúltak az égbolt északi pólusa közelében lévőkhöz képest. Erre mindig gondolni kell, ha a csillagtérképet összehasonlítjuk a csillagos égbolttal.

Csillagtérképünk úgy mutatja a csillagos égboltot, mint ahogyan azt mi fölöttünk látjuk. Ezért ha összehasonlítást végzünk a természettel, a csillagtérképet a fejünk fölé kell tartani, úgy nézni (55. kép), ellentétben a Föld térképével, amely alattunk található. Beállítható csillagtérképünkön, ha északra nézünk, Kelet balra, Nyugat jobbra található. Megfigyeléseinknél a forgatható modell elliptikus nagy kivágásának középpontja alatt állunk. A fölöttünk lévő pont, a zenit, tehát nem esik egybe a mutató forgatópontjával.

55



Megfigyeléseinknél abból indulunk ki, hogy a térképet észak felé állítjuk be. Az északi irányt (a Föld és az égbolt esetében egyaránt) az égbolton a Sarkcsillag irányában

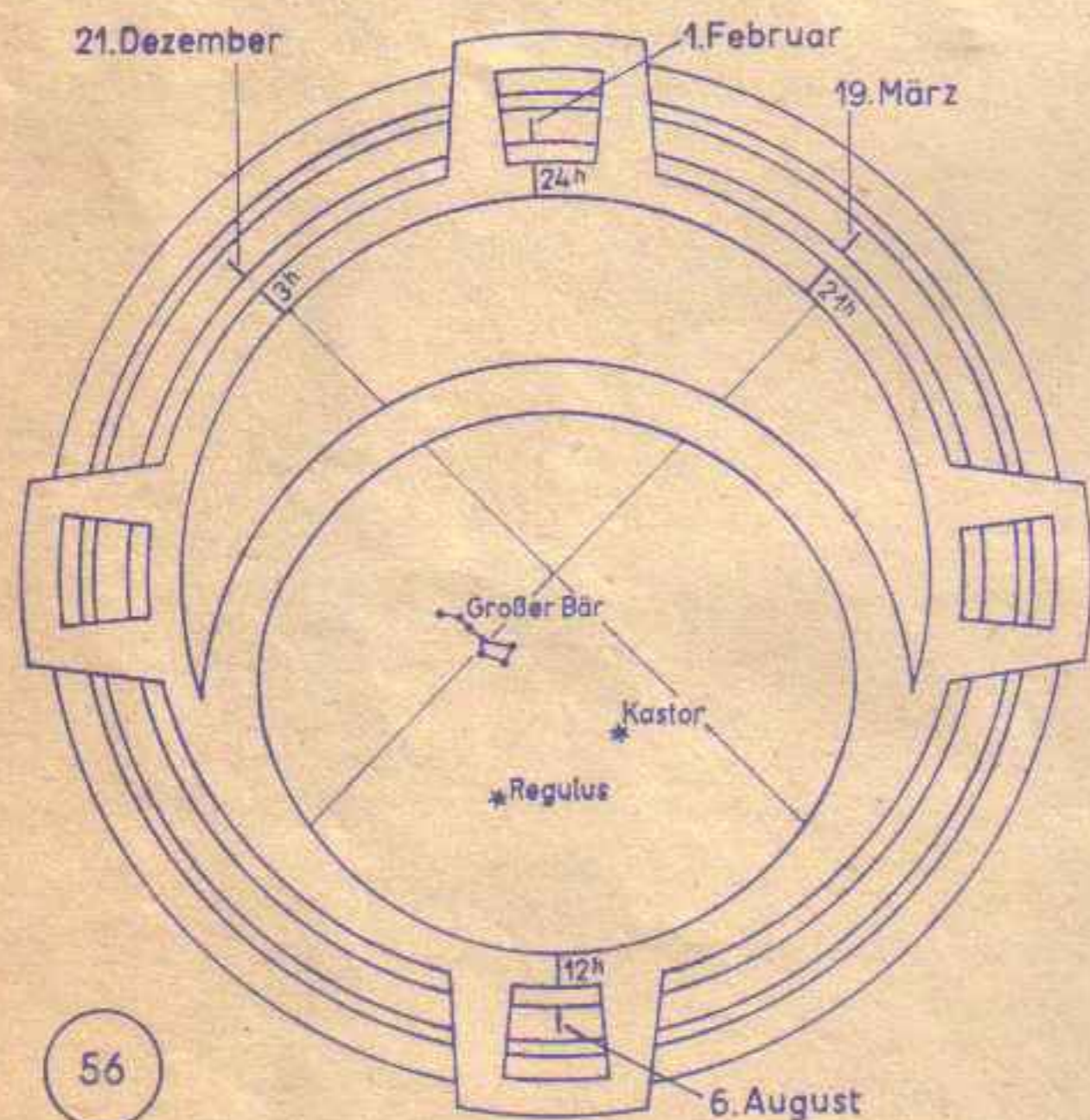
találjuk, a Kismedve rúdjának első csillaga, vagy a Nagy-medve hátsó határvonalának pontosan ötszörös meghossz-szabításában található csillag. A forgatható modell fülén lévő páros számok adják meg nagyjából azt a szöveget, amelyben az egyes égtájak felé nézünk, vagy az oldal-szöveget.

### Az állócsillagos égbolt képe az év bizonyos napjának meghatározott idejében

Már bizonyára megállapította, hogy az állócsillagos égbolt állandóan változik. A csillagképek az éjszaka folyamán a keleti láthatáron feljönnek és a nyugati látóhatáron lemennek. Ez minden időszakban más időpontban történik. Próbáljuk meg ezt csillagtérképünkön követni, ill. beállítani.

Ehhez a csillagtérképet (A-rész) óvatosan elfordítjuk a forgatható modell (B-rész) alatt, amíg a forgatható modell külső körskáláján lévő, kiválasztott időpont a csillagtérkép középső körskáláján lévő, kiválasztott dátum mellé kerül. Ekkor a forgatható modell nagy ellipszis alakú kivágásában megkapjuk az állócsillagos égbolt ebben az időpontban látható ábráját. Felismerhetjük, hogy ezt a részletet az év minden napján más-más időpontban láthatjuk. A napokra vonatkozó időpontot a forgatható modell skáláján leolvashatjuk. Olykor bizonyos részleteket csak nappal láthatnánk, ezt azonban a Nap sugárzása túlvilágítja.

Példa: február 1-én 24 órakor ugyanazt az állócsillagos égboltot láthatjuk, mint március 19-én 21 órakor, december 21-én 3 órakor, vagy augusztus 6-án 12 órakor (amit természetesen a nappali világosság miatt nem láthatunk) (56. ábra).



Arra is gondolnunk kell, hogy a megfigyelés helyétől függetlenül eltakarhatják a horizontot emelkedések, épületek, pára stb. Az is lehetséges azonban, ha a megfigyelés helye

nagyon magasan fekszik, hogy az állócsillagos égboltból nagyobb részletet láthatunk, mint amennyi térképünkön látható.

### Az északi csillagos égbolt legismertebb csillagképei

Nemzetközi rövidítés	Latin elnevezés Nominatívus	Genitivus	Magyar elnevezés
And	Andromeda	Andromadae	Andromeda
Aql	Aquila	Aquillae	Sas
Aur	Auriga	Aurigae	Hajtó
Boo	Bootes	Bootis	Bootes
Cas	Cassiopeia	Cassiopeiae	Cassiopeia
Cep	Cepheus	Cephei	Cepheus
CMA	Canis Maior	Canis Maioris	Nagykutya
CMi	Canis Minor	Canis Minoris	Kiskutya
Cyg	Cygnus	Cygni	Hattyú
Gem	Gemini	Geminorum	Ikrek
Leo	Leo	Leonis	Oroszlán
Lyr	Lyra	Lyrae	Lant
Ori	Orion	Orionis	Orion
Per	Perseus	Persei	Perseus
Tau	Taurus	Tauri	Bika
UMa	Ursa Maior	Ursae Maioris	Nagymedve
UMi	Ursa Minor	Ursae Minoris	Kismedve
Vir	Virgo	Virginis	Szűz

Egy csillag megjelöléséhez a görög ábécé első betűit alkalmazzuk, vagy egy számot és a csillagkép latin nevének birtokos esetét (Genitivus) vagy annak rövidítését.

Példa:  $\alpha$  a Lantban =  $\alpha$  Lyrae =  $\alpha$  Lyr

$\beta$  az Ikrekben =  $\beta$  Geminorum =  $\beta$  Gem

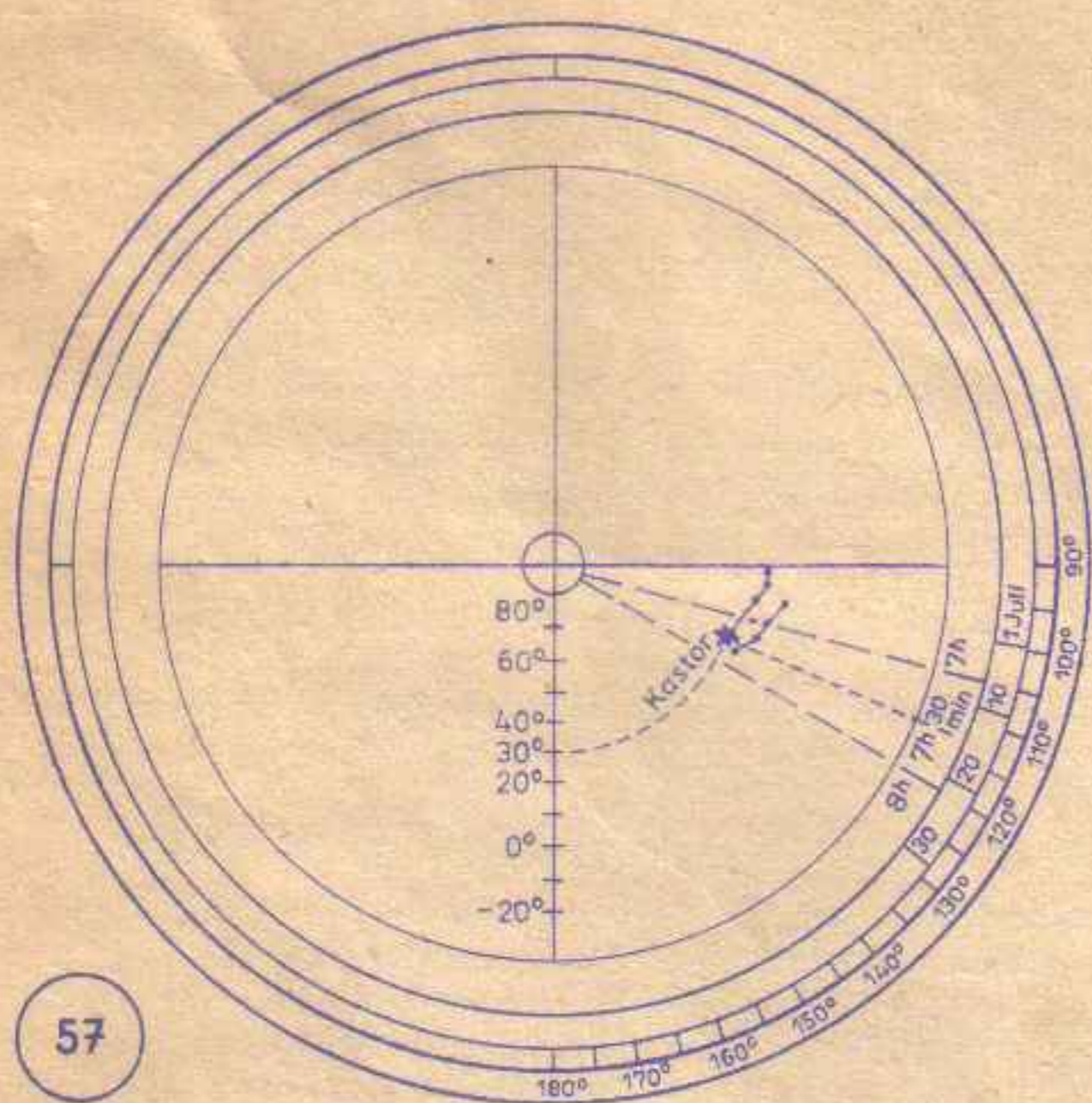
31. csillag („Kislovas”) a Nagy-medvében = 31 Ursae Maioris = 31 UMa

### A csillagok megkeresése a csillagtérképen

A csillagok helyének meghatározásához a csillagtérképen (és az égbolton) két koordinátát alkalmazunk, a deklinációt és a rektaszenciót. Először megadjuk az égbolt egyenlítőjét. Az egyenlítő egy hasonló képzeletbeli vonal, mint a Föld esetében. Az égbolton az északi sark  $90^\circ$  értékkel rendelkezik, a deklináció az égbolt egyenlítője és északi sarka között  $0$  fok (az égbolt egyenlítője) és  $90$  fok (az égbolt északi sarka) közötti érték lehet. A deklinációkat az égbolt déli sarka irányába az égbolt egyenlítőjétől kezdve negatívan számoljuk.

A deklinációs adatot úgy kapjuk meg, ha beállítható csillagtérképünkön az északi irányt  $24$  órára állítjuk, és megkeressük az összekötő vonalat csillagtérképünk forgópontja (északi sark) és a déli pont (a forgatható modellen  $12$  óra) között.  $0$  foknál a szaggatott vonal jelzi az égbolt egyenlítőjét, szaggatott vonal jelzi továbbá a  $-20$  fokot,  $+20$  fokot,  $+40$  fokot és a  $+60$  fokot. A másik koordinátát, a rektaszenciót órákban és percekben adjuk meg  $0$  órától  $24$  óráig a napi állócsillagmozgással ellenkező irányban. Ezeket az adatokat a csillagtérkép három körskálája közül a legbelsőn találjuk. A jobb tájékozódás céljából az egész órától szaggatott vonalak haladnak az északi sark felé.

Példa: Kastor (az Iker csillagképben) deklinációja kb. 30 fok, rektaszenciája kb. 7h 30min (57. ábra).



57

Az órákban és percekben megadott rektaszenciához tartozó szöget fokokban csillagtérképünkön a legkülső körön találjuk. Igénybe vehetjük a további tájékozódáshoz.

#### Az állócsillagok mozgása

Miután a csillagtérképen és a forgatható modellen beállítottuk megfigyelésünk időpontját, az eltelt időnek megfelelően tovább kell forgatni a csillagtérképet a forgatható sablon alatt, mégpedig óránként 15 fokkal, hogy egy nap elteltével egy teljes fordulatot kapjunk. A csillagtérkép forgatása Keletről Délen át Nyugatra történik. Eközben a forgatható sablon elliptikus, tartományában láthatjuk a csillagokat feljönni, illetve lemenni. Ez megfelel annak, ahogyan a csillagok feljönnek a keleti horizonton és lemennek a nyugati horizonton. Az ehhez tartozó időket leolvashatjuk a forgatható modell külső körén, az év minden napjára vonatkozóan (a csillagtérkép középső köre).

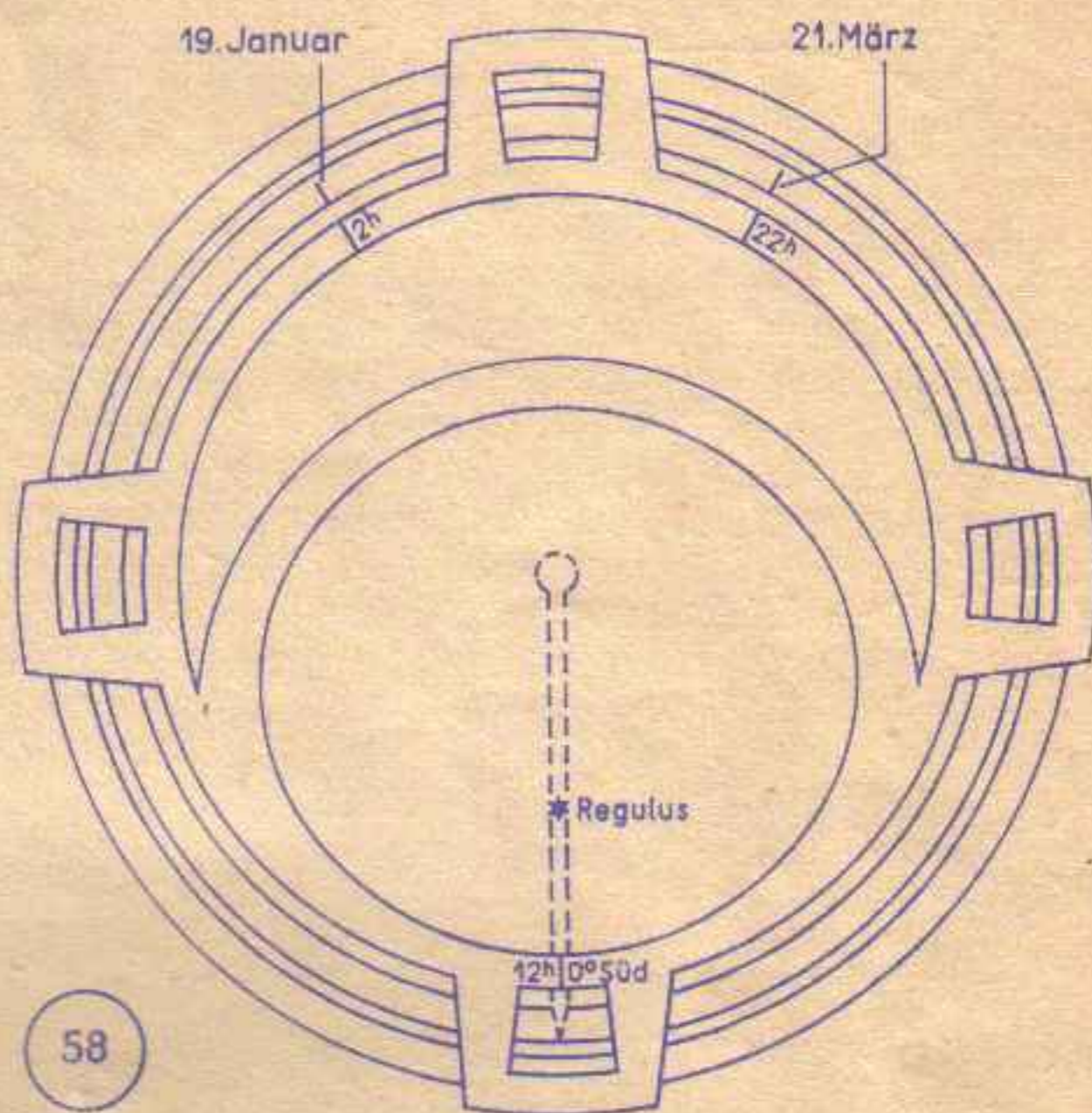
Vannak csillagok, melyek csillagtérképünk forgatásakor sohasem mennek le. Ezeket a csillagokat, melyek az égbolt északi sarka közelében találhatóak, **cirkumpoláris**, sark körüli csillagoknak nevezzük. Ilyenek pl. a Nagy- és a Kismedve csillagai.

#### Az állócsillagok kulminációja

Egy állócsillag kulminációjáról akkor beszélünk, amikor a csillag elérte legmagasabb pontját az égbolton. Ha beállítható csillagtérképünket lassan forgatjuk a forgatható modell alatt, és arra gondolunk, hogy az elliptikus kivágás megfelel a horizontnak, rájövünk, hogy minden csillag akkor éri el legnagyobb magasságát (a horizont fölötti legmagasabb helyet), tehát akkor kulminál, ha átlépi az Észak-Dél-vonalat. Egy állócsillag kulminációjának beállításához a beállítható csillagtérképen a mutatót Délre állítjuk. A kis naphorogot ekkor nem helyezzük fel. A mutatót

a beállított helyzetben hagyjuk, alatta és a forgatható modell alatt tovább fordítjuk a csillagtérképet. Mindig azok a csillagok kulminálnak, amelyek elhaladnak a mutató alatt. A kulmináció időpontját a mindenkori dátum szerint leolvashatjuk a forgatható modell időskáláján (a csillagtérkép kör alakú skáláján).

Példa: Regulus (az Oroszlán csillagképben) március 21-én 22 órakor kulminál, január 19-én 2 órakor stb. A kulminációs magasság = deklináció plusz 90 fok, mínusz a megfigyelés helyének földrajzi szélessége (58. ábra).



58

#### A Nap látszólagos pályája az égbolton

A Nap látszólagos pályáját az égbolton az ekliptika segítségével vetíthetjük át a csillagtérképre. Az ekliptika kör alakú, az égbolt északi sarkával excentrikus vonal, amely pl. a Rák, Iker, Bika, Vizöntő, Bak, Nyilas, Skorpió, Szűz és Oroszlán csillagképeken halad át. Hogy követhessük a Nap látszólagos pályáját, tűzzük fel a napkorongot a beállítható csillagtérkép mutatójára. Ezután a forgatható modellt északi felével (24 óra) beállítjuk a kívánt dátumra, pl. március 21-re. Ezután toljuk a napkorongot a mutatóra úgy, hogy az ekliptika metessze a középpontját. Amikor a napkorongot az ekliptikára állítjuk, a mutató északra mutat. Nyáron olykor meg kell emelni a fedőablak egyik fülét, mivel ez eltakarja az ekliptikát. A mutatót az óramutató járásával ellentétesen kb. a „3 óra” állásig forgatjuk a fedőablakon. Ekkor a Nap az égbolt számunkra láthatatlan tartományában található. Ha tovább forgatjuk a mutatót az óramutató járásával ellentétesen (Keletről Délen át Nyugat felé), a napkorong először a forgatható modell füle alá kerül, és 6 óra körül hagyja azt el. Az az idő, amíg a napkorong a fül alatt tartózkodik, megfelel a virradatnak. Ezután a Nap láthatóvá válik az égen. A mi csillagtérképünkön a forgatható modell elliptikus kivágá-

sában található, tehát a látható tartományon belül. Délben, 12 órakor metszi a kulminációs vonalat (a Nap éppúgy kulminál, mint bármelyik állócsillag), majd este Nyugaton ismét a forgatható modell füle alá kerül, es az alkonyat ideje. Ezután folytatja útját az éjszakában az égbolt számunkra nem látható tartományában.

Az év minden napján beállíthatjuk a Nap útját. Ehhez a megfelelő dátumot északra beállítjuk a csillagtérképen, a napkorongot pedig az észak felé beállított mutatót eltoljuk az ekliptikáig. Ezután a mutatót a napkoronggal egész napon át forgathatjuk napkeltétől naplementéig. (Megjegyzés: vegyük figyelembe, hogy a csillagtérkép a mindenkori helyi időszámításra érvényes, az ettől eltérő zónaidőket, törvényes változtatásokat, különösen a nyári időt, be kell számítani.) Ezzel a módszerrel könnyen megfigyelhetjük a téli rövid alkonyatot, valamint a hosszú alkonyatot nyáron (világos nyári éjszakák!).

### A bolygók útja az égbolton

A bolygók mindig az ekliptika közelében tartózkodnak. A bolygók rektaszenciáját csillagászati újságok, népszerűsítő tudományos folyóiratok, olykor a napilapok is megadják bizonyos időre pl. egy hónapra. Amint már említettük, a rektaszenciát órákban és percekben megadva a csillagtérkép belső skáláján találjuk. Ha egy bolygó helyét meg akarjuk határozni, a mutatót (napkorong nélkül) a megadott rektaszencióra helyezzük. A szóban forgó bolygó ott található, ahol a mutató metszi az ekliptikát. Ha a forgatható modellt (a mutatót egy helyben tartjuk) beállítjuk a megfigyelés időpontjára, megállapíthatjuk, hogy a keresett bolygó éppen látható-e az égbolton (vagyis hogy a forgatható sablon elliptikus kivágásában található-e), és hogy hol keressük az égbolton.

### Mesterséges Föld körüli holdak és űrhajók

A mesterséges holdak esetében megkülönböztetünk ún. geostacionáris műholdakat, melyek helyüket a Föld felett nem változtatják és olyanokat, amelyek kis holdakként a Föld körül keringenek. Geostacionáris műholdakat a Föld ugyanazon pontjához viszonyítva mindig ugyanazon a helyen láthatunk. Az állócsillagos égbolt ugyanzólván elfordul fölöttünk. A mesterséges holdak helyét az újságok közlik. A napkorongot a mutatóval a forgatható modell elliptikus kivágásának arra a helyére tesszük, amely megfelel a műhold helyének fölöttünk. Ezután rögzített mutató és rögzített modell mellett az állócsillagos égboltot elforgatjuk a műhold helye alatt, s ezzel utánoztuk az álló műhold látszólagos mozgását az állócsillagos égbolthoz képest.

Nem geostacionáris mesterséges holdak különböző pályákon mozoghatnak a Föld körül. Megfigyelhetőségük magasságuktól, keringésük gyorsaságától, pályájuk Földhöz viszonyított helyzetétől, tükrözési képességeiktől stb. függ. Pályájuk a mi állítható csillagtérképünkön nem követhető, mert keringési idejük mindössze néhány óra (legkevesebb 90 perc).

### A csillagászati idő meghatározása a zónaidőből és fordítva

A zónaidőskála (D-rész) és a csillagászati időskála (B-rész) segítségével megállapíthatjuk az összefüggést a csillagászati idő és a zónaidő között az év meghatározott napján és órájában Európa valamennyi helysége számára az Atlanti-óceán és az Ural között.

A zónaidőskála (D-rész) a zónaidő és a közép-európai idő (ill. a világidő és más zónaidők) közötti kapcsolatot mutatja. A helyi időt nagyjából azonosnak tekinthetjük a zónaidővel; aki pontosabb beállítást szeretne, elvégezheti a közbeeső beállításokat is a pontos helyi idő szerint.

A zónaidők:

- I) közép-európai idő (Norvégia, Svédország, Dánia, Hollandia, Franciaország, Belgium, Luxemburg, NDK, Német Szövetségi Köztársaság, Ausztria, Magyarország, Svájc, Olaszország, Csehszlovákia, Jugoszlávia, Albánia),
- II) világidő (Greenwich-idő: Nagy-Britannia, Írország, Portugália, Spanyolország, Kanári-szigetek),
- III) kelet-európai idő (Finnország, Lengyelország, Bulgária, Románia, Görögország, Törökország),
- IV) moszkvai idő (a Szovjetunió európai része).

Törvényes rendelkezések következtében vannak eltérések, pl. a törvényes nyári időszámítás

#### a) A csillagászati idő meghatározása a zónaidőből

Először megkeressük a zónaidőt és a megfelelő közép-európai időt beállítjuk a dátumskála megfelelő dátumát (B-rész). A D-rész ablakában a nyugati hosszúság 18. foka és a keleti hosszúság 51. foka között valamennyi hosszúsági fokhoz leolvashatjuk a hozzátartozó csillagászati időt.

#### b) A közép-európai idő, ill. a zónaidő meghatározása a csillagászati időből

Fordítva járunk el az a) pontban leírtakhoz képest. A D-rész ablakába a kívánt hosszúsági fokot az ismert csillagászati idő alá helyezzük. A D-rész külső skálája adja meg minden dátum számára (skála a B-részen) a megfelelő közép-európai időt, ill. a belső skálán a megfelelő zónaidőt.

Kedves Barátaink!

Ezzel elérteztünk könyvecskénk végéhez, de korántsem érkeztünk a végére azoknak a lehetőségeknek, melyeket az építőszekrény kínál. Időközben bizonyára megállapították, hogy még számtalan kísérlet lehetséges. Sok örömet kívánunk a távcsövekkel!

VEB Kamenzi Játékgyár

Irodalom: Brockhaus ABC-Csillagászat (kivonatossal, sok változtatással)

Csillagtérkép: Mang nyomán, csillagtérkép 1926-ból Lindner, Csillagászati élményeim 1978 (erős változtatásokkal)

Táblázatok: Csillagászat, 10. osztály, Verlag Volk und Welt (kivonatossal)

Erläuterungen der Bildtexte A képszöveg magyarázata

Seite 5, Bild 9

1 kleines Objektiv  
5 mittleres Objektiv  
12 großes Objektiv  
7 Zusatzlinse  $f = 225$   
24 großes Rohr  
23 mittleres Rohr  
22 kleines Rohr  
25 lange Okularführung  
26 kurze Okularführung  
20 Okular  
19 Okularrohr

5. oldal, 9. ábra

= kis objektív  
= közepes objektív  
= nagy objektív  
= kiegészítő lencse  $f = 225$   
= nagy cső  
= közepes cső  
= kis cső  
= hosszú okulárvezetés  
= rövid okulárvezetés  
= okulár  
= okulárcső

Seite 8, Bild 17

parallele Sonnenstrahlen  
Brennweite  
Brennpunkt  
Schirm  
optische Achse

8. oldal, 17. ábra

= párhuzamos napsugarak  
= gyújtótávolság  
= gyújtópont  
= ernyő  
= optikai tengely

Bild 18

Schirm

18. ábra

= ernyő

Seite 11, Bild 28

Schwinkel

11. oldal, 28. ábra

= látószög

Seite 12, Bild 31

Objektiv  
gemeinsamer Brennpunkt  
Okular

12. oldal, 31. ábra

= objektív  
= közös gyújtópont  
= okulár

Seite 15, Bild 39

15. oldal, 39. ábra

Seite 16, Bild 41

Linse 1  
Linse 2

16. oldal, 41. ábra

= 1. lencse  
= 2. lencse

Bild 43

43. ábra

Seite 19, Bild 49

Stundenachse  
Einstellung der  
geografischen Breite  
Einstellung der Deklination

19. oldal, 49. ábra

= óratengely  
= a geográfiai szélesség  
beállítása  
= az elhajlás beállítása

Seite 22, Bild 50

Richtung der Sonnenstrahlen  
Satellitenbahn  
Horizont  
Beobachter

22. oldal, 50. ábra

= a napsugarak iránya  
= bolygópálya  
= horizont  
= megfigyelő

Bild 51

Mittlere Entfernungen der  
Planeten von der Sonne  
in Mill. km

1 = Mars (228 Mill. km)  
2 = Erde (149 Mill. km)  
3 = Venus (108 Mill. km)

4 = Merkur (58 Mill. km)

Jupiter (778 Mill. km)  
Saturn (1428 Mill. km)

Uranus (2873 Mill. km)  
Neptun (4502 Mill. km)

Pluto (5908 Mill. km)

1 = Pluto  
2 = Neptun  
3 = Uranus  
4 = Saturn  
5 = Jupiter  
6 = Mars  
7 = Erde  
8 = Venus  
9 = Merkur

51. ábra

= A bolygóknak a naptól  
való közepes távolsága  
millió km-ben megadva

= 1 = Mars (228 mill. km)  
= 2 = Föld (149 mill. km)  
= 3 = Vénusz  
(108 mill. km)

= 4 = Merkúr  
(58 mill. km)

= Jupiter (778 mill. km)  
= Szaturnusz  
(1428 mill. km)

= Uránusz (2873 mill. km)  
= Neptunusz  
(4502 mill. km)

= Plútó (5908 mill. km)

= 1 = Plútó  
= 2 = Neptunusz  
= 3 = Uránusz  
= 4 = Szaturnusz  
= 5 = Jupiter  
= 6 = Mars  
= 7 = Föld  
= 8 = Vénusz  
= 9 = Merkur

Bild 53

Bei Anblick der Venus bei  
unterschiedlichen Stellungen  
von Sonne, Erde und Venus  
zueinander bei gleicher  
Vergrößerung des Fernrohres

Venus jenseits der Sonne

Sonne  
Venusbahn  
Erdbahn  
Erde

Venus diesseits der Sonne

53. ábra

= A Vénusz megpillantá-  
sánál ha a Nap, Föld és  
a Vénusz különböző  
helyzetekben áll egy-  
máshoz viszonyítva, a  
távcső azonos nagyítá-  
sánál

= Vénusz a Nap tulsó  
oldalán

= Nap  
= vénuszpálya  
= földpálya  
= Föld

= Vénusz a Napnak ezen  
az oldalán

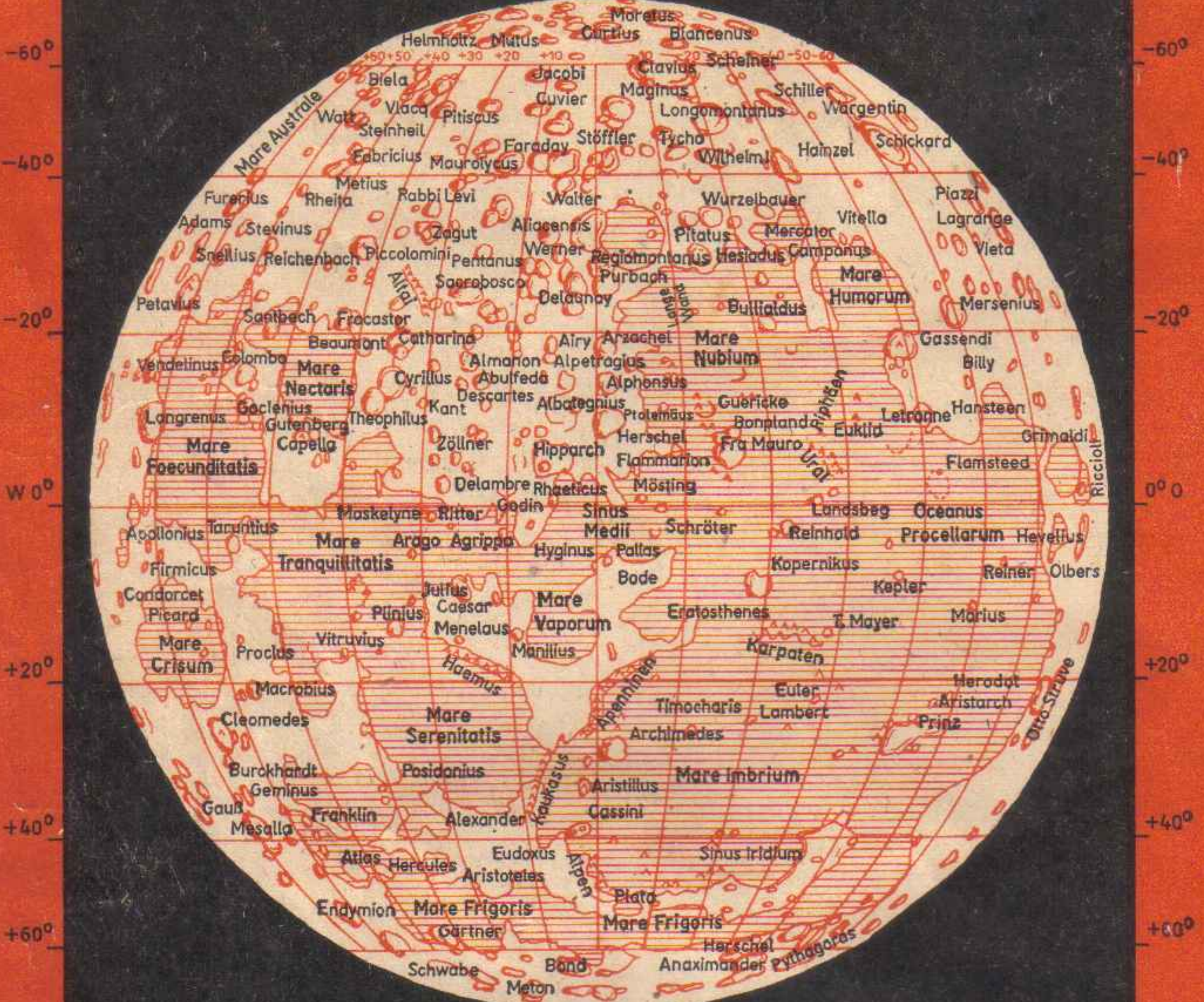
Seite 23, Bild 54

Sonne  
Erdbahn  
Saturnbahn  
Der Anblick des Planeten  
Saturn von der Erde aus  
Anblick im umkehrenden  
(astronomischen) Fernrohr

23. oldal, 54. ábra

= Nap  
= földpálya  
= szaturnuszpálya  
= Szaturnusz látványa a  
Földről nézve  
= Látvány a megfordító  
(csillagászati) távcsőben

S



N

