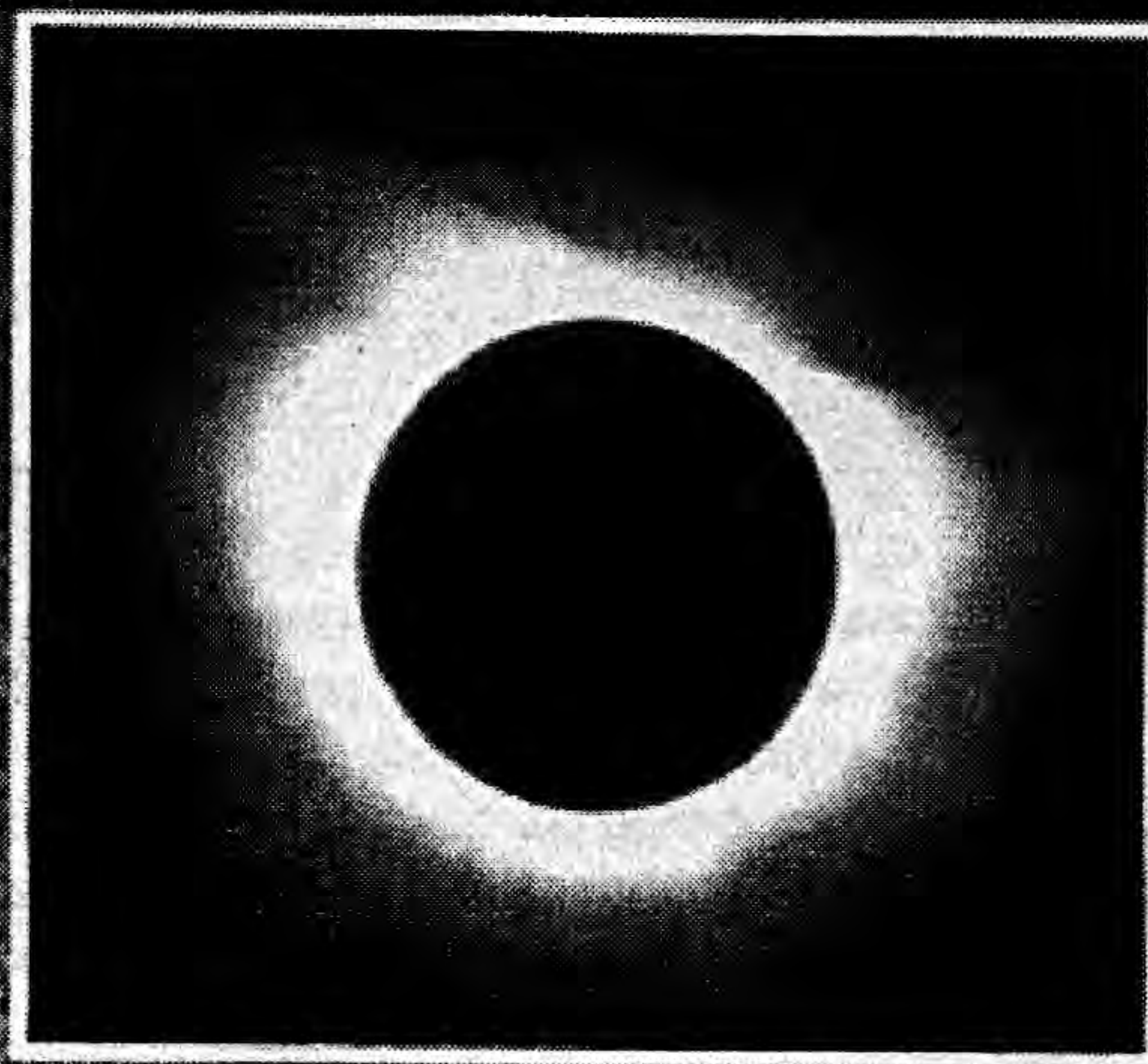


АСТРОНОМИЧЕСКА ФОТОГРАФИЯ ЗА ЛЮБИТЕЛИ

ПИЕР БУРЖ
ЖАН ДРАГЕСКО
ИВОН ДАРЖЕРИ



123 схеми, 142 снимки
трето преработено и допълнено издание

ПРЕДГОВОР

Астрофотографията крие много тайни. Тази книга идва тъкмо, за да ги разбули пред любителите.

Астрономическата фотография е един от най-вълнуващите начини за прекарване на времето, който можем да си представим. Да запазиш върху фотографската лента изгрева на Слънцето над лунния циркус Коперник, да уловиш процепа на Касини в пръстените на Сатурн, червеното петно на Юпитер или пълната фаза на едно слънчево затъмнение - какво по-прекрасно приключение! Едно наистина чудесно хоби.

Астрономът е пътник, който прекосява света в търсене на най-доброто място, където да използва сложните си инструменти. Например, за да фотографират пълното слънчево затъмнение на 30 юни 1973 г., 120 астрономи заминаха за Мавритания, а други 100 - за Кения. Сред тях бе и Пиер Бурж. Година по-рано, на 10 юни 1972 г., той бе в Канада, за да наблюдава друго пълно затъмнение.

Но преди всичко, астрофотографията е едно техническо приключение. Любителят-астрофотограф конструира и настройва сам инструментите си. Самият той е инженерът и реализаторът им.

След като светлочувствителната лента почти изцяло замести човешкото око при регистрирането на астрономическата информация, това приключение се превърна и във фотографско. Сега астрофотографията е най-любителската област от астрономията. Вече всичко е много по-лесно и по-достъпно - качеството на емулсиите се подобри, тяхната светлочувствителност нарастна заедно с намаляването на зърното им и увеличаването на цветната им чувствителност. Днес наистина може да се каже, че астрофотографията е във възможностите на всички любители, разполагащи с добър инструмент.

Тази книга е едно наистина популяризаторско четиво. Тя предоставя на любителите необходимите практически познания в областта на астрономическата фотография. Опростява техниките, без да крие трудностите им. Улеснява, без да отрича сложността на тази област.

Дори във Франция подобна книга е рядкост. Книга, в която онези, които знаят как да преодоляват трудностите, разкриват своите познания пред широката публика. Накратко - този учебник е едновременно пълна панорама и техническа равностметка на астрофотографията.

Книгата е дело на трима упорити любители, станали истински специалисти в тази област. Пиер Бурж, основател на Френското астрономическо дружество AFA, бивш директор на списание „Ciel et Espace“, един от авторите на учебника „В дебнене на звездите“, който построи дори своя собствена обсерватория. Ивон Даржери е педагогически съветник по астрономия на INEP в Марли, основател и член на клуб по фотография. Жан Драгеско е известен астрофотограф, преподавател в Университета в Клермон-Феран и президент на Комисията по планетните повърхности към Астрономическото общество на Франция SAF. Той бе в Кения, за да фотографира и филмира слънчевото затъмнение на 30 юни 1973 г.

В тяхната компетентна компания любителите с удоволствие ще се посветят на Астрофотографията.

Кой би могъл без вълнение да гледа небесните изображения, създадени върху

малкото желатиново правоъгълниче от светлината, идваща до нас след дългото си пътуване? Какво забележително удовлетворение за любителя е мига, в който той съзре проявената си лента в края на цяла нощ работа!

Сигурен съм, че огънят, запален в сърцата и умовете ви е достатъчен, за да се впуснете във фотографското завоюване на небето!

ЖАН ЛАКРУ

бивш Вицепрезидент

на Френското астрономическо дружество AFA



Снимка, показваща въртенето на небесния свод, получена от обсерваторията в Аниан от Ален Циру. Експозиция 1 час, филм FUJI 100 ISO.

ВЪВЕДЕНИЕ

Астрономическата фотография за любители е едно твърде специфично хоби. Всъщност, тя се състои от две техники, които ежедневно се развиват - астрономията и фотографията. Но заедно с това, астрофотографията отблъсква и много от начинаещите, тъй като добрите резултати не се постигат случайно, а са плод на дълго изучаване и непрекъснати експерименти.

Целта на тази книга е да ограничи максимално опитите, за да даде възможност

на всеки любител да извлече истинско удоволствие от резултатите. Остава единствено овладяването на уменията, което би могло да се постигне само с много опити.

Защо точно астрофотография? Астрономите все повече използват тази техника, тъй като тя е единствената, която позволява да се запазят наистина обективни документи и да се достигне до предела на наблюдателните възможности.

Но най-често, любителят търси подходящ астрономически инструмент и съответен фотоапарат, след което прави няколко снимки. Изправен пред първите си скромни резултати, като истински продукт на консумативното ни общество, той решава да се сдобие с нов инструмент, с повече възможности, както и с по-съвършен фотоапарат. И получава малко по-добри, но все още посредствени резултати. Тогава идва обезкуражаването и инструментът прекарва все по-дълго време в шкафа. Но нима астрофотографите са изключителни хора? Истината е, че най-добрите любителски фотографии са плод на дългогодишен опит, натрупан с много експерименти. Онези, които умеят да ги получават, познават до съвършенство инструментата си - те или са го конструирали и изработили сами, или са работили достатъчно дълго с него и дори са го модифицирали основно.

И все пак, рядко се среща скромен инструмент, достигнал до предела на възможностите си.

С тази книга ние искаме да поднесем на всички вас, любители-астрофотографи, плодовете от нашия дългогодишен опит. Нека начинаещите не се плашат от някои пасажки, надхвърлящи настоящите им възможности. И нека напредналите любители да не отминават с ирония страниците, написани за дебютантите. Защото повечето от основните глави са предназначени за всички.

Ние бихме искали да стават все по-многобройни онези, които ще могат да се наслаждават като нас на фотографското преоткриване на небето. Успехът в астрофотографията се определя главно от постоянството. Начинаещите трябва да си поставят все по-трудни цели, в зависимост от инструментариума, с който разполагат, като на всеки етап се опитват да стигнат още малко по-далеч. Изключителният успех на някои колеги не бива да бъде повод за обезкуражаване, а по-скоро - мотив за развитие. Непрекъснато трябва да се опитвате да се мерите с най-добрите и дори да ги надминавате.

Астрофотографията е една наистина екзалтираща област, която носи огромно удовлетворение. Тя започва с една проста снимка на съединение на планета с Луната, минава през планетната снимка с фабричен телескоп и стига до изображението на галактика, получено с телескоп с перфектна екваториална установка, направен от самия любител.

Повечето начинаещи любители, които са се снабдили с телескоп, огледално-рефлексен фотоапарат и съединителен пръстен, вече са твърдо убедени, че могат да фотографират почти всички небесни обекти, подобно на професионалистите в големите обсерватории. Но съединителният пръстен далеч не е универсалното приспособление, с което 115 mm инструмент ще се трансформира в такъв, чийто резултати да са сравними с тези на 5 m телескоп на Маунт Паломар! Макар, понякога и това да е възможно... Въпреки това, един телескоп с малък диаметър и безупречно оптично качество може да получи твърде учудващи за характеристиките си резултати.

При известни условия, със съединителен пръстен е възможно да се получат

интересни снимки на Луната, планетите и някои други обекти. Но докато заедно четем тази книга ще видим, че фотографирането на мъглявини и галактики изисква инструменти с екваториални установки, каквито не винаги се продават или са много скъпи. По-сръчните любители астрономи конструират и изработват сами инструментите си. Името любител-астрофотограф се придобива с търпение и практика, затова който го заслужи е истински щастлив.

В астрофотографията, негативно изображение на ярък обект се получава като се постави светлочувствителна повърхност във фокуса на една оптична система - обектив или огледало. В зависимост от фотографирувания обект трябва да си подбери диаметъра и фокуса на използваната оптична система (далекоглед, телескоп или фотообектив), да се изменя отношението f/D , да се коригират аберациите, да се използват различни оптични комбинации (система Нютон, Касегрен, Шмидт), да се подбери емулсията, начина на проявяване и копиране, използването на филтри и т.н. Ние ще разгледаме последователно всеки от тези фактори.

Начинаещият астрофотограф трябва веднага - а priori - да приеме, че не съществува нито универсален фотоапарат, нито адаптиращи го към астрономическия инструмент принадлежности, с които да може да фотографира всички небесни обекти. Планети, затъмнения, зодиакална светлина, галактики и слънчеви протуберанси не се заснемат с един и същ инструмент или с еднаква оптична комбинация. Впрочем, практически е невъзможно любителят да успее да събере всички инструменти и комбинации за фотографиране на всички небесни обекти и явления.

Не си мислете, че авторите на тази книга са опитали всичко и са изчерпали всички възможности на астрофотографската техника. Това не е така. Ние просто сме се опитали да съберем максимум изследвания в тази област, с помощта на които всеки запален любител би могъл бързо да напредне, без да минава през обичайните неуспехи, които обезкуражават.

Тази книга има за цел да направи всеки любител-астрофотограф достатъчно осведомен, за да може с удоволствие да се посвети на едно вълнуващо занимание в свободното си време. С нея, той ще достигне до получаването на истински прецизни работи, които биха могли да съперничат и на най-добрите резултати в тази област. А редовно извършваната фотографска работа може да включи всеки любител дори в реално научно изследване.

Почти винаги астрофотографът се стреми да увеличи диаметърът на своя инструмент. Обикновено, той има нужда от максимална светлосила и винаги - от висока разделителна способност. За съжаление, с увеличаване на диаметъра цената на инструмента бързо става твърде висока. От друга страна, фабричните уреди не могат да задоволят най-важните изисквания - за диаметъра и особено, за точността на задвижването.

Най-запалените любители заобикалят трудностите, като полират и изработват сами своите огледала, оптични камери, екваториални системи и мотори. Усилията на най-упоритите винаги се възнаграждават - понякога, техните резултати съперничат дори на снимки, получени в професионалните обсерватории.

от авторите

на корицата - Луна в Първа четвърт, фотографирана в момента на слънчевия залез, докато небесният фон е все още светлосин. Снимката е получена от Пиер Бурж, във фокуса на телескоп с диаметър 310 mm и фокус 196 cm.

ФОТОГРАФИРАНЕ НА НЕБЕТО САМО С ФОТОАПАРАТ

Напълно възможно е да се правят многобройни астрономически фотографии и само с фотоапарат - с обектив около 50 mm фокус, ориентиран директно към небето. За целта е необходимо:

- той да разполага с експозиционно време „В“
- да има възможност за поставяне на гъвкаво жило със „стоп“
- да има бленда равна или по-голяма на 2.8

Естествено, в повечето случаи ще се получат по-добре кадрирани снимки, ако имате широкоъгълен обектив, който е удобен за фотографиране на съзвездия или на зодиакална светлина. Удвоител на фокуса, прикрепен към 50 mm обектив, или още по-добре - към 135 mm или 200 mm телеобектив, ще позволи да изпъкнат детайлите при затъмнение или при много близко съединение на планета с Луната.

Тук ще се постареем изцяло да представим сюжетите, които могат да бъдат фотографирани без астрономически инструмент. Тази част е адресирана именно към вас, приятели фотографи, които изгаряте от нетърпение да се докоснете до тази чудесна област - небето. Обектите не са подредени по предпочитания, сложност или научен интерес - всички са еднакво любопитни и изпълними. И освен това, много красиви.

ФОТОГРАФИРАНЕ НА СЪЕДИНЕНИЯ И ПРИБЛИЖАВАНИЯ НА ПЛАНЕТИТЕ

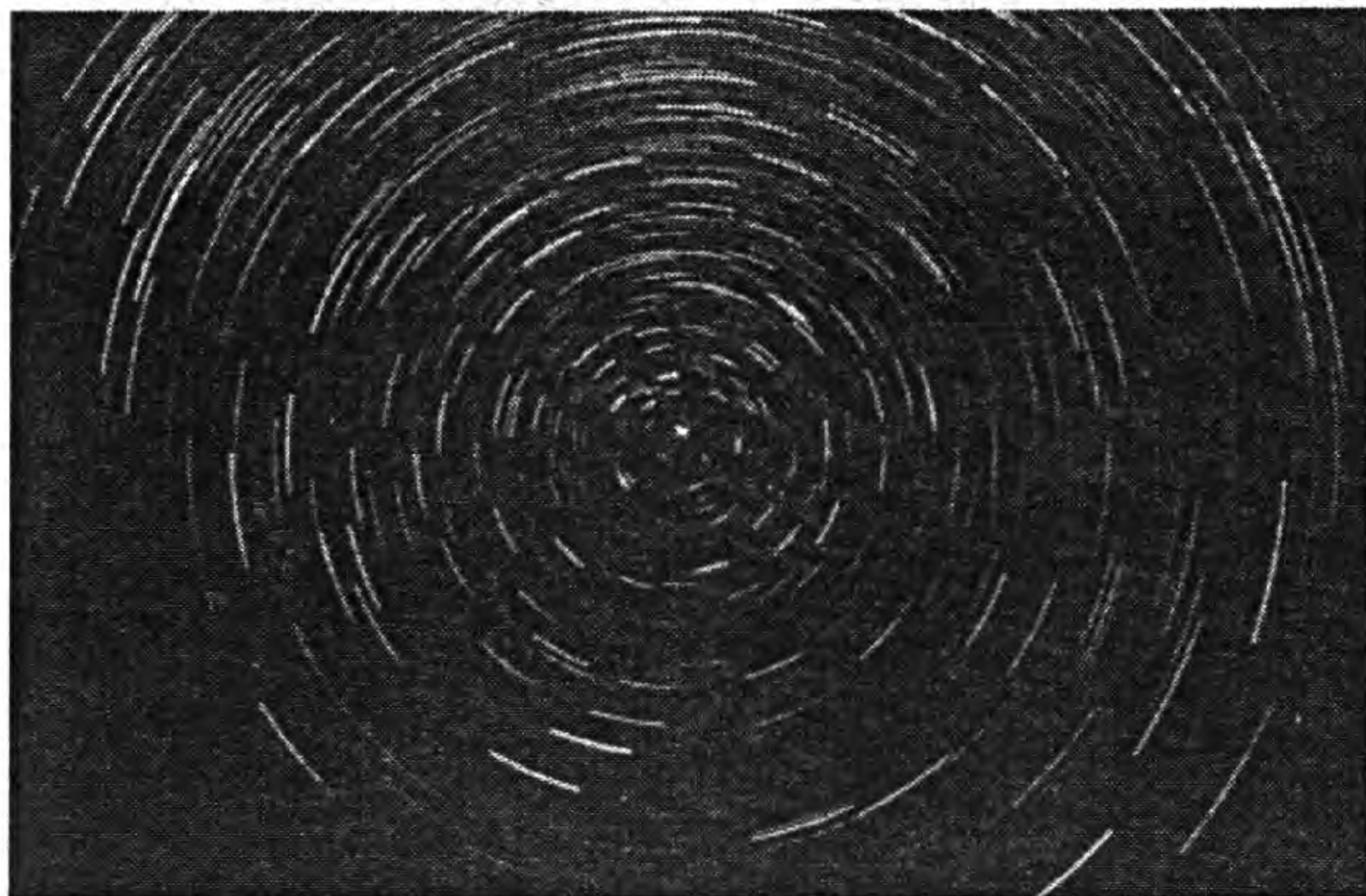
ОБЕКТ. Съединение на планета с Луната, приближаване на планета до Луната, доближаване на Луната или на планета с ярка звезда, групиране на няколко планети в малка област от небето. Консултирайте се с астрономическо списание, за да узнаете датите на тези явления.

Тези снимки не представляват научен интерес, но със сигурност имат голяма естетическа, а и педагогическа стойност, тъй като помагат за разбирането на небесните движения. В този смисъл е интересно да се получи фотография не само в деня на съединението, но и в предишния и на следващия ден.

МАТЕРИАЛИ. Фотоапарат с 50 mm фокус на обектива или повече и гъвкаво жило. Евентуално - много стабилен статив или тринога. Винаги - бе-



Приближаване на планети с Луната на 15 август 1966 г. Вижда се пепелявото светене на Луната. От дясно е Венера, отдолу - Меркурий, между облаците. Горе в дясно е Юпитер, а в ляво - Марс, горе - Кастор от съзвездието Близнаци. Обектив 50mm и $f/D=2.8$. Експозиция 2s върху филм Agfacolor. Снимка: Пиер Бурж.



Снимка на видимото движение на небесния свод, центрирана в полюса. Експозиция 1h с широкоъгълен обектив 28mm и $f/D=3.5$. Филм Kodak Recording. Снимка: Граз.

мер на 2.8. Нагласете фокуса на безкрайност. Регулирайте затвора на експозиция 1, 2 или 3 s, или на „В“.

Ако е възможно, кадрирайте Луната или най-яркия обект в точката на пресичане на третата дясна или лява линия с третата линия горе или долу във визъора. Опитайте се да композирате обекта с пейзажа на все още осветения от полумрака хоризонт, за да получите една приятна картина. Качеството на предния план е основно. Много красиви снимки могат да бъдат получени сред природата и особено в планината (борове, заснежени върхове) и на морето.

Експонирайте около 2 s. Първата снимка направете около 45 min след залеза на Слънцето, а след нея още две през 1/4 час интервал. Ако явлението е сутрин, започнете първата снимка заедно с първите лъчи на зората.

Съединенията или приближаванията, които се наблюдават в течение на нощта, могат да бъдат фотографирани с аналогични експозиционни времена - сиянието на града в далечината или осветени сгради могат да послужат за преден план.

Експозиция над 3 s излиза на снимката като твърде голямо издължаване на изображенията.

ФОТОГРАФИРАНЕ НА ВИДИМОТО ВЪРТЕНЕ НА НЕБЕСНИЯ СВОД

ОБЕКТ. Като следствие от земното въртене, неподвижен фотоапарат със затвор, оставен отворен през цялата нощ, не регистрира звездите като точки, а като различно дълги следи, в зависимост от дължината на експозицията. Тези траектории доказват видимото движение на небесната сфера.

МАТЕРИАЛИ. Фотоапарат с обектив от 20 до 50 mm фокус, гъвкаво жило със „стоп“.

ФИЛМИ. С висока светлочувствителност - Agfapan 400, Tri X - или цветни - Ektachrome HS 160 ASA или Anscochrome 500 ASA.

ПОЛУЧАВАНЕ НА СНИМКАТА. Ориентирайте последователно фотоапарата към четирите основни посоки и към зенита, за да сравните петте получени снимки -

лежник за отбелязване на датата, часа, филма, времето на експозиция и т.н.

ФИЛМИ. За предпочитане е да работите цветно - Kodachrome 64 или Ektachrome HS 160 ASA.

ПОЛУЧАВАНЕ НА СНИМКАТА. Подпрете фотоапарата на земята, или върху друга твърда повърхност (мозаечен под, стена, парапет), или го монтирайте на тринога. Отворете максимално диафрагмата, напри-

така по-добре ще осмислите въртенето на небето. Експонирайте 15, 30 min или най-много 1 h, в отсъствието на светлина от Луната, като отворите максимално диафрагмата. След 1 h ще се достигне воала на филма, с повдигане на целия контраст, а регистрираните дъги ще са по около 15°. Те са толкова по-дълги, колкото фотографираните звезди са по-далеч от небесния полюс.

ПРЕДПАЗНИ МЕРКИ. Изнесете фотоапарата на температурата на околната среда поне 1 h преди да започнете снимката. В противен случай има опасност кондензирането на влага върху обектива да провали фотографията. Можете да го предпазите, като наденете върху обектива голям цилиндър от попивателна хартия. Трябва да сте сигурни, че той не ограничава фотографираното поле и е достатъчно устойчив, за да не се огъне неочаквано върху обектива. Поставете фотоапарата на много стабилна тринога, статив или направо на земята, върху парче бяла пластмаса, за да го виждате в тъмнината. Подпрете фотоапарата с твърди предмети (тухли, камъни). Поставете върху прекъсвача на затвора, регулиран на експозиция „В“, жило със „стоп“. Работете далеч от паразитни светлини, дори и слаби, както и извън лунните периоди. Най-атрактивните снимки се получават с широкоформатен фотоапарат - 9x12 или 13x18 (със същия зрителен ъгъл и същото отношение f/D , линейният диаметър на обектива е по-голям, но граничната звездна величина е по-голяма). Експозицията може да бъде и няколко часа върху филм с ниска светлочувствителност. Най-красивите снимки са ориентирани към небесния полюс.

ФОТОГРАФИРАНЕ НА ИЗГРЕВ ИЛИ ЗАЛЕЗ НА ЯРКИ ПЛАНЕТИ БЛИЗО ДО ЛУНАТА

Оставете звездите да очертаят следи по време на експозицията.

МАТЕРИАЛИ. Фотоапарат с обектив с 50 mm фокус, гъвкаво жило.

ФИЛМИ. За предпочитане е да използвате цветен филм - Ektachrome HS 160 ASA. Най-добри резултати се получават с Kodak 64 (най-fino зърно), поради голямата яркост на планетите и Луната.

Вечер, започнете снимката малко преди края на полумрака, за да се изобрази и хоризонта. Сутрин, прекъснете експозицията малко преди появяването на първите светлини на зората. Времето за експозиция е между 1 и 2 h.

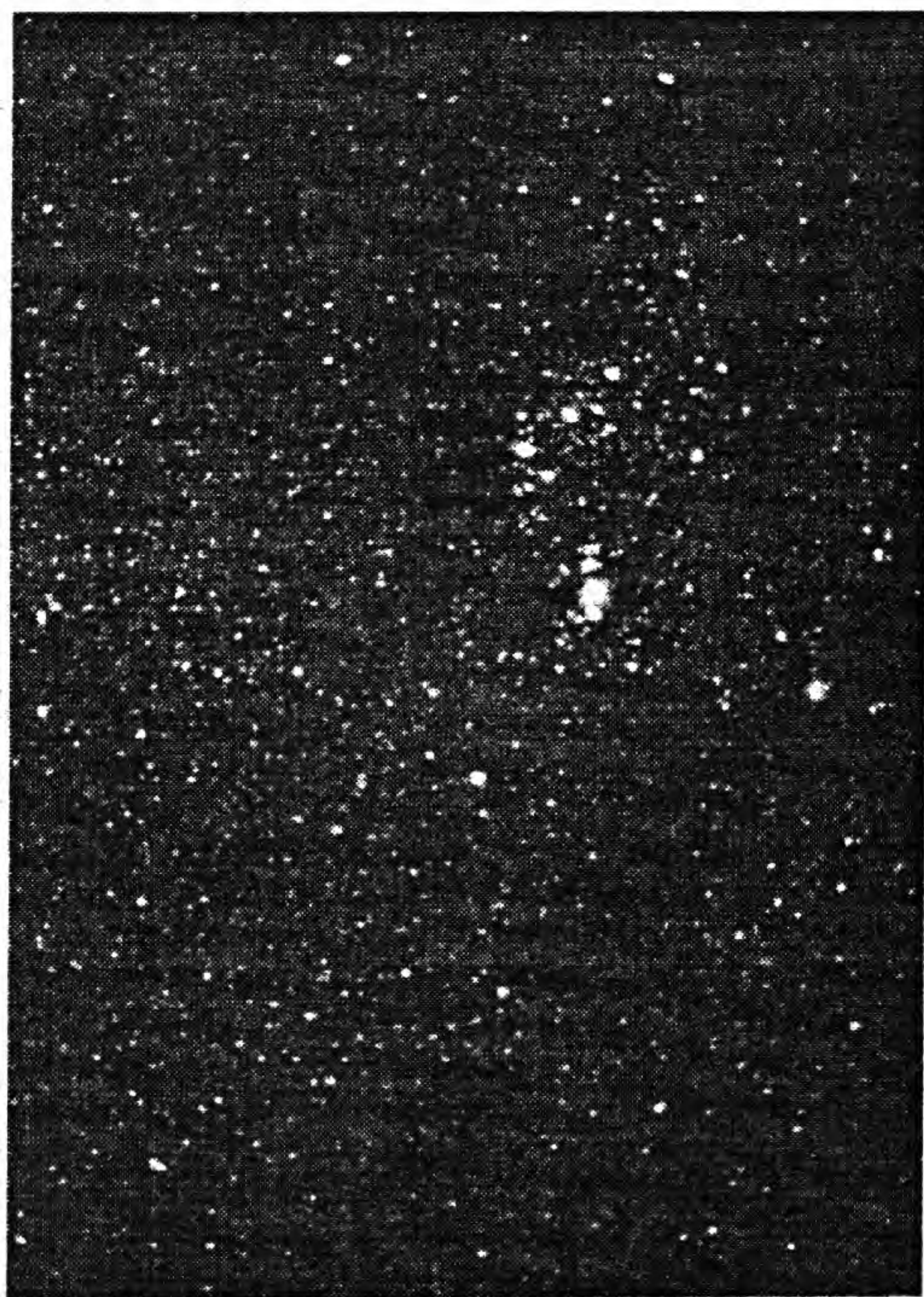
Поставете фотоапарата върху много стабилен статив и оставете затвора отворен (експозиция „В“) с помощта на жило със „стоп“. Този вид снимки може да се прави само в периоди близки до Новолуние, т.е. 2 до 4 дни преди или след Нова Луна. Извън този период осветяването от Луната става много интензивно и филма воалира. Поставете диафрагмата на 4.5 или 6.3, ако Луната е в 4-тия или 25-ия ден и особено, ако експозицията трябва да продължи повече от 1 h. Започнете или спрете експозицията когато светилата са на хоризонта. Вместо да оставите звездите да описват дъги върху филма, може да направите няколко експозиции върху един и същ кадър (1/4 или 1/2 s на всеки 5 min). Тази техника се използва главно при старите фотоапарати 6x6 или 6x9, тъй като по-модерните, с формат 24x36, рядко позволяват презареждане на затвора без транспортиране на филма. Ако успеете да подчертаете предния план, така че да се вижда силуета на хоризонта в полумрака, ще получите прекрасни фотографии. Трябва само да прецените точния момент, в който да започнете (вечер) или да завършите (сутрин) експозицията, така че да не се преекспонира филма.

В самото начало на изучаването на небето, най-добро опознаване на съзвездията може да се постигне с помощта на фотографски конкурс. Интересно и полезно е върху снимка, включваща няколко съзвездия, да се отъждествят някои от звездите, за да се реконструира позната форма на съзвездията, така както я виждаме на звездните карти, така че да ги разпознаем след това и на небето. Освен това, за всяка снимка трябва да отбелязваме визираната върху небето област, за да не губим много време, когато определяме съзвездията на увеличителя.

МАТЕРИАЛИ. Фотоапарат с обектив от 20 до 50 mm и гъвкаво жило с блокировка.

С неподвижен фотоапарат и експозиции от 30 s върху силно светлочувствителен филм (Ilford HP5, Tri X), може да се регистрират между 50 и 500 звезди - според полето на визираното небе - което е 3-4 пъти повече от онова, което може да се види с просто око.

ПОЛУЧАВАНЕ НА СНИМКАТА. За една вечер лесно може да се фотографира целия небесен свод, видим през този период. За тази цел е необходимо да се направи такава панорамна глава (от шперплат с дебелина 10-12 mm), която да съдържа един хоризонтален диск, разделен на 24 части по 15 дъгови градуса и



Съзвездията Орион, фотографирани с обектив 50 mm и $f/D=1.8$. Експозиция от 4 min, върху малка екваториална установка. Снимка: Понсе.

един вертикален сектор, с нанесени 6 деления по 15 градуса. Хоризонталният циферблат ще има деления 0, 1, 2,... 23, нанесени по посока на въртене на часовниковата стрелка. Вертикалният сектор ще има деление 0 на хоризонтала и деление 5 на вертикала. Фотоапаратът се монтира хоризонтално върху тази панорамна глава, закрепена на добра фотографска тринога, като хоризонталният циферблат се поставя на деление 0, а вертикалният - на деление 1. Хоризонталният циферблат се поставя съвсем водоравно (с помощта на малък нивелир) и краката му здраво се закрепват в земята. С така поставения фотоапарат, без да се пипа вертикалната регулировка (деление 1), се правят 8 пози по хоризонталния циферблат, на деления 0-3-6-9-12-15-18-21. След това, вертикалният сектор се поставя на деление 3 (наклон 45 градуса) и се правят 6 пози на деления 0-4-8-12-16-20. Накрая, вертикалният сектор се поставя на деление 5 и се правят 4 пози на деления 0-6-12-18 по хоризонталния циферблат. Така, в 18 пози е фотографиран

Приложение на списание "Андромеда" * Астрофотография за любители - Бурж, Драгеско, Даржери - 1987 г. *

целия небесен свод, с припокриване на снимките почти 50%. Остават ви още няколко кадъра върху филм от 24, в случай, че сте извършили някоя грешна операция.

Този „азимутален“ метод може да се осъществи за 1-2 часа. Ако се повтори 4 пъти годишно, ще се получат снимки на цялото видимо в течение на 1 година небе.

ВИДИМИ ДВИЖЕНИЯ НА ПЛАНЕТИТЕ - РЕТРОГРАДНИ

Използва се същата техника, като описаната по-горе.

Комбинираните движения на Земята и планетите, карат последните да описват нещо като къдрици върху небесния свод. Например, поради близостта си до Земята, за няколко седмици планетата Марс може атрактивно да измени видимата си траектория - от движение в права посока тя преминава през стационарност, след което тръгва в обратна посока.

На всеки 2-3 дни правете снимки на онази част от небето, в която се намира планетата. Експонирайте между 10 и 20 s с максимално отворена диафрагма, с обектив с фокус 50 mm, върху силно светлочувствителен филм HP5 Ilford, Tri X Kodak или Agfapan 400. Отбележете датите, на които са получени изображенията. След като копирате негативите, сравнете снимките, за да възстановите върху една от тях „пътя“ на планетата, през едно или няколко съзвездия.

Този експеримент е обучаващ, с цел улесняване разбирането на видимите небесни движения.

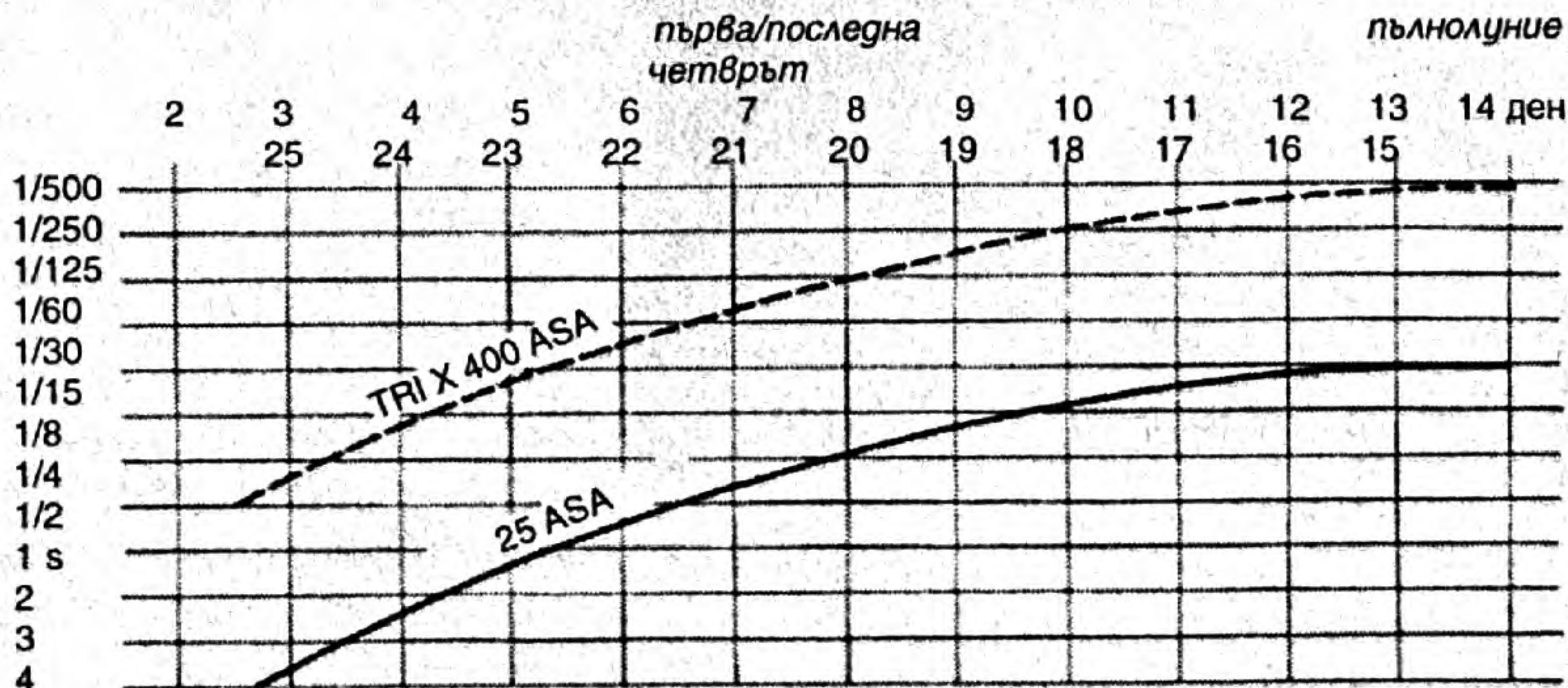
ФОТОГРАФИРАНЕ НА ЛУНАТА

Всеки, който притежава фотоапарат 24x36, е привлечен от мисълта просто да насочи обектива към Луната и да натисне спусъка! В най-често срещания случай - т.е. при използването на обектив с 50 mm фокус - по време на Пълнолуние върху негатива ще се получи една малка тъмна точка с диаметър 1/2 mm! Дори след увеличаване на изображението при копирането, детайлите, които биха могли да се забележат, ще бъдат нищожни.

МАТЕРИАЛИ. Използва се телеобектив, например с фокус 135 mm, който ще

Експозиционно време, в зависимост от възрастта на Луната за относителен отвор $f/D=20$ и филтър на Wratten N15 (жълт), който увеличава контраста на черно-бял филм.

Приложение на списание "Ангромед" - Бурж, Драгеско, Даржери - 1987 г.
Астрофотография за любители - Бурж, Драгеско, Даржери - 1987 г.
Фотографиране на лунни затъмнения. (По документацията на Kodak).



Тази серия от снимки бе получена по време на цялото слънчевото затъмнение на 30 юни 1972 г., продължило 2h20. Всяка от тях е с експозиция 1/30 s, регистрирани върху един и същ кадър. Така се е получила тази последователност, подобна на „броеница“. Интервалът между всяка снимка е 10 min. Фотоапарат 6x9. Сив неутрален филтър с плътност 5. Снимка: Приго, САЩ.

създаде изображение с диаметър 1.2 mm - това вече е подходящ мащаб за фотографирание фазите на едно лунно затъмнение. Също така, фотоапаратът трябва да е стабилно закрепен на статив или поставен върху мозаечен под. Като основно правило - не забравяйте, че изображението на Луната върху филма зависи от използвания фокус. Диаметърът ѝ е приблизително 1 mm при 10 cm фокус, или 1 cm при 1 m фокус. Така, според фокуса на телеобектива ще получите едно лунно изображение, което ще е толкова по-голямо, колкото фокусното разстояние е по-дълго.

ПОЛУЧАВАНЕ НА СНИМКАТА. В колона 2 на таблицата са дадени препоръчителните експозиционни времена при Пълнолуние.

Тя е ориентировъчна (за 2 светлочувствителности на филма), като времето на експозиция е съобразено с възрастта на Луната. Така, експозиционното време би трябвало да е 3 пъти по-дълго за четвърт Луна (7-ми и 21-ви ден), отколкото в Пълнолуние (14-ти ден).

Когато се използва черно-бял филм, прилагането на филтър на Wratten N15 (жълт) повишава контраста.

ФОТОГРАФИРАНЕ НА ЛУННО ИЛИ СЛЪНЧЕВО ЗАТЪМНЕНИЕ, КАТО „БРОЕНИЦА“

Може да използвате стар фотоапарат 6x9 или 9x12, за да получите една-две атрактивни снимки от развитието на лунно или частично слънчево затъмнение, като фотографирате последователност от изображения върху един и същ кадър на филма, без да премествате фотоапарата.

МАТЕРИАЛИ. Стар фотоапарат 6x9 или 9x12, който може да се зарежда с филм от ролка или с план-филми - обектив от 75 до 135 mm фокус. Добър обектив с фокус 75 mm, в комбинация с камера 9x12, позволява регистриране върху един-единствен кадър на цялостното развитие на едно лунно затъмнение. Фокус под 75 mm ще даде много малки изображения, без детайли върху лунния диск (за Слънцето, този проблем не стои).

НЕУТРАЛНИ СИВИ ФИЛТРИ. В случай на слънчево или лунно затъмнение е необходимо да се поставят един или два неутрални филтъра пред обектива, за да се ограничи количеството светлина.

* За лунно затъмнение, поставете неутрален филтър на WRATTEN 96 с плътност 0.25 или 0.50 (или и двата) и затворете диафрагмата на 8 или 11, според фотоапарата.

ФИЛМИ. Panatomic X, Plus X, Verichrome Pan, Agfapan Prof 25, Orwo NP 15, Pan F Ilford. Цветни - Kodachrome 25. Използвайте план-филми или рол-филми.

Определете необходимото експозиционно време, след като сте направили про-

би (Пълнолуние = $1/125$ s, пълната фаза = 1s без филтър, виж. таблицата).

* За слънчево затъмнение поставете пред обектива един или два филтъра с висока плътност: Wratten 96 с плътност 4 или 4+1 (поглъщане $1/1000$ - $1/10000$) и диафрагма от 8 до 11. При наличието на дефект върху филтъра на Wratten, може да се използва и напълно воалирал филм. Направете проби с различни експозиционни времена и времена на проявяване.

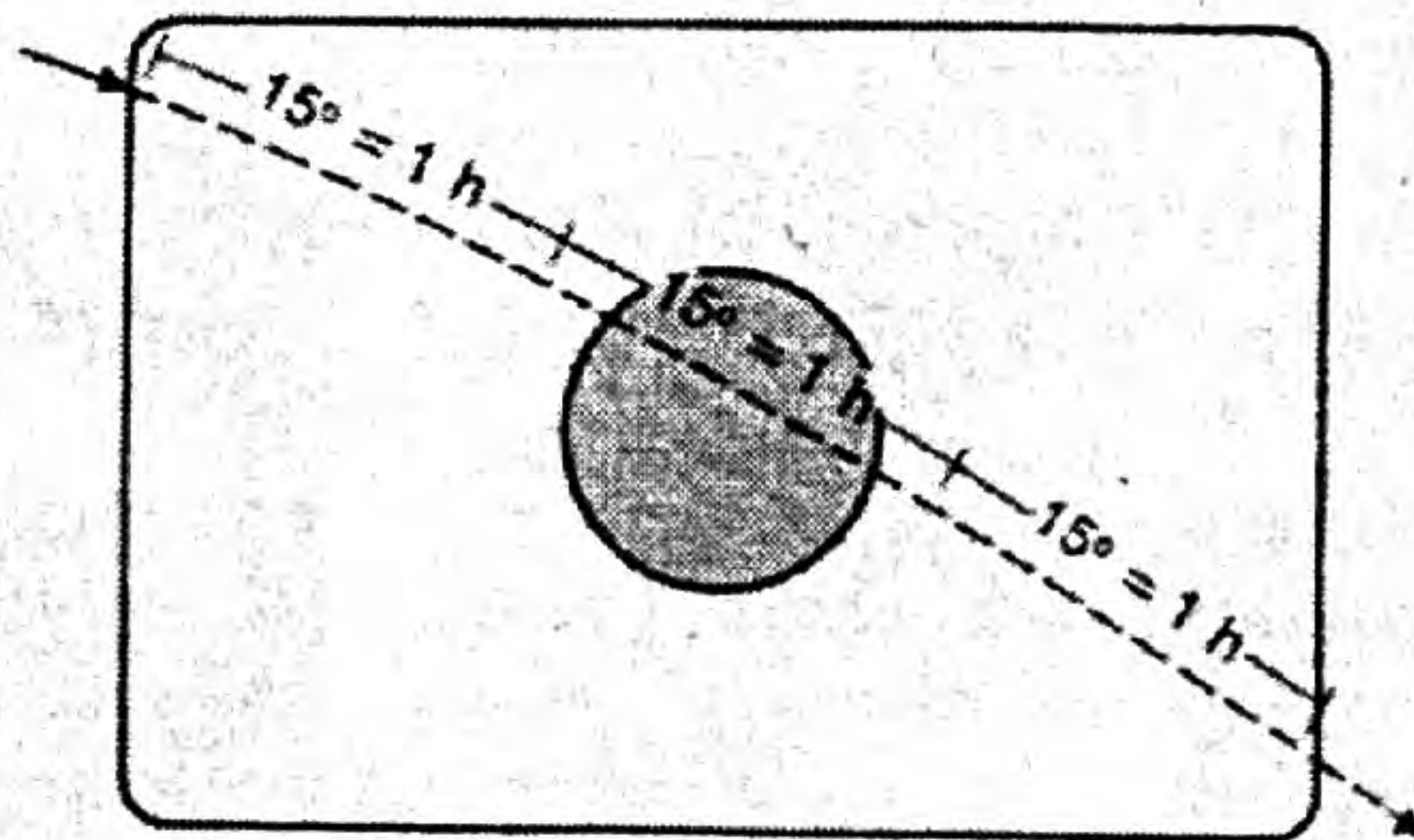
ФИЛМИ. С повишен контраст и слаба светлочувствителност като Agfaortho или Recordak (филми от ролка или план-филми).

ПОЛУЧАВАНЕ НА СНИМКАТА. Процесът е много прост. Поставете фотоапарата върху стабилно закрепен статив или твърда опора. Ориентирайте го така, че полето на визъора да покрива зоната от небето, в която Слънцето или Луната трябва да се преместват по време на затъмнението (понякога е необходимо да го правите дори два пъти). Всъщност, поради непрекъснатото движение на Слънцето или Луната (дължащо се на въртенето на Земята), те се преместват за 2 минути на ъгъл приблизително равен на диаметъра им, т.е. около 15 дъгови градуса за 1 час. Ясно е, че ако оставим отворен затвора на фотоапарата за 5 минути, на снимката ще се получи последователност от изображения, подобна на „верижка“. На снимката е показан такъв пример, където интервалът между всяко изображение е бил 10 минути, което е максималното. Важно е да имате достатъчно търпение, за да отваряте и затваряте регулярно затвора по време на цялата продължителност на явлението.

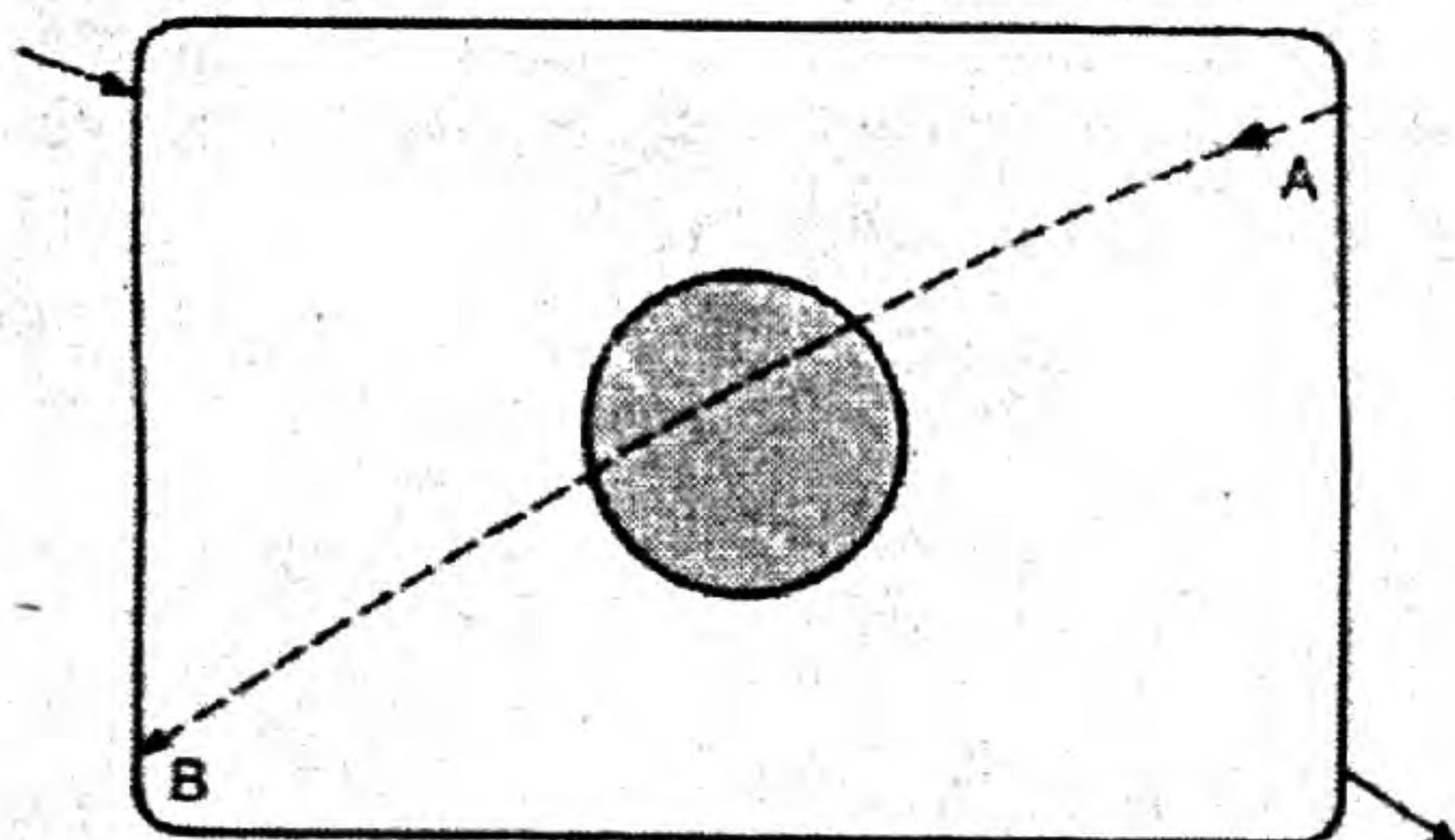
По-старите фотоапарати имат безспорното предимство, че при тях затворът може да се отваря и затваря без да е необходимо транспортът да се презарежда, т.е. без да се превърта филма. Но при съвременните фотоапарати това е почти или съвсем невъзможно. Въпреки това, любителите-инженери могат да си направят един допълнителен затвор пред обектива, който да се отваря и затваря периодично и автоматично, например използвайки мотора и редуктора от програматор на перална машина.

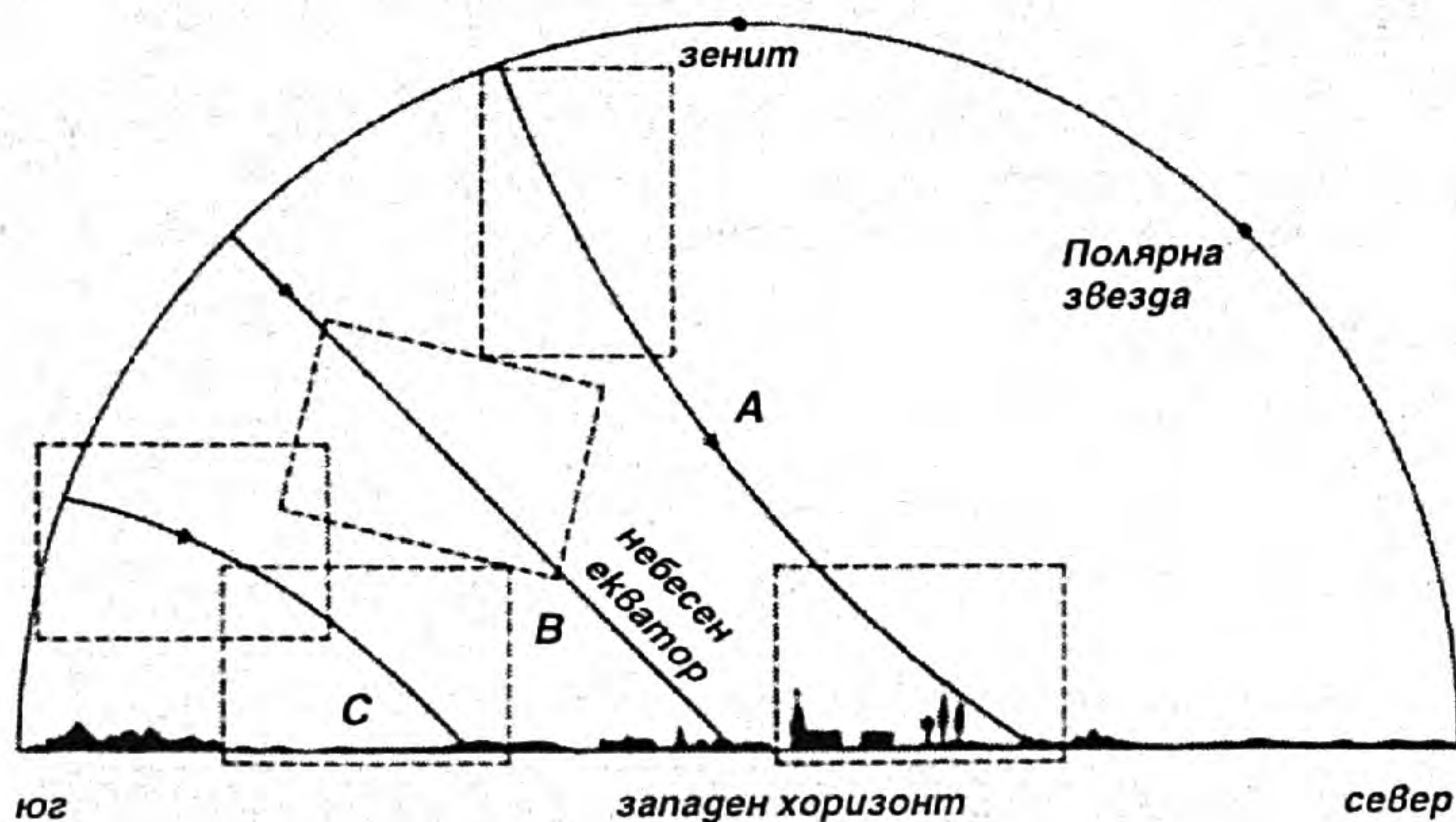
Едно лунно затъмнение може да продължи повече от 5h. Затова е необходимо да се регистрира първата част от явлението върху един кадър, след което да се смени ориентацията

В призмнен визьор, който не обръща изображенията, траекторията на една звезда отговаря на наблюдаваната върху небето. За формат 24x36 и фокусно разстояние 50 mm, ъгловото отместване (по диагонала) е 45 градуса. Тази продължителност намалява на 20 min (8 градуса) с телеобектив 300 mm.



В шахтов визьор, траекторията започва от А, за да завърши в В, докато наблюдаваната на небето траектория отговаря на двете външни стрелки.





Върху онази част от небето, видима на запад, правоъгълниците, нарисувани с пунктир показват различните възможности за кадриране, според обектите за фотографиране (Слънце, Луна, планети), намиращи се над или под екватора.

А - отговаря на видимата траектория на Слънцето през месец юни, В - през март и септември, С - през декември. Подобна е промяната за Луната, но през 28 дни. Фигурата би трябвало да бъде обърната, както и стрелките, когато се гледа небето на изток.

Тези указания са валидни за Северното полукуълбо.

лите от Северното полукуълбо. Те ще ви помогнат да кадрирате и ориентирате подходящо вашия фотоапарат, като вземете пред вид кога е затъмнението - сутрин, на обяд или вечерта, както и сезона на годината. Съобразете се също и с визъора на вашия фотоапарат. Според това дали дава обърнато или не изображение, вие трябва да поставите Луната в десния или левия му край.

Ще отбележим още, че максималната фаза на едно пълно лунно затъмнение няма да се регистрира върху кадъра, тъй като светимостта на Луната по време на пълната фаза е около 10 000 пъти по-малка от тази след затъмнението. Но по време на пълната фаза е възможно да се махнат филтрите и да се отвори максимално диафрагмата. Цветните филми дават по-атрактивни резултати.

Друго решение е, да се остави изображението на Луната по време на цялата продължителност на затъмнението да пресече кадъра (отворен затвор + неутрални филтри). Така ще се регистрира една намаляваща следа, която изчезва напълно с приближаването към пълната фаза. В този момент, филтрите може да се махнат и да се отвори диафрагмата, така че пълната фаза също да се регистрира.

Фотографиране на лунно затъмнение във фокуса на телескоп ще разгледаме по-нататък. Предложената тук таблица позволява да се определят приблизително експозиционните времена.

ЗАБЕЛЕЖКА. Стойностите на експозициите са приблизителни, те могат да варират според прозрачността на небето и според мястото на Луната спрямо хоризонта. За да се определят, необходимо е преди затъмнението да се фотографира пълната Луна с три различни експозиционни времена и да се прояви филма. Така

на фотоапарата, за да се регистрира втората му част на друг кадър. Нормалното поле на фотоапарата е около 45 градуса, затова е невъзможно да се работи повече от 3h върху един кадър. Но може успешно да се регистрират две серии изображения, паралелно върху един кадър.

КАДРИРАНЕ И ОРИЕНТИРАНЕ. Схемите са дадени за наблюдате-

ще получите най-добрата комбинация, което ще е достатъчно, за да екстраполирате върху останалите фази на затъмнението.

ДИАФРАГМИ. За да се адаптират стойностите от таблицата към инструмент с фиксирана диафрагма (например телескоп), се умножава даденото време с квадрата на отношението между диафрагмата от таблицата и тази на инструмента.

ПРИМЕР:

Таблицата дава 1/60 за f/13 и инструмент с относителен отвор f/6, но ние имаме отношение 6/13, т.е. 0.46,

следователно $0.46 \times 0.46 = 0.21$,

а тъй като 1/60 от секундата = 0.017 s,

следователно трябва да експонираме $0.017 \times 0.21 = 0.0037$ s, което е почти 1/250 s.

ФОТОГРАФИРАНЕ НА ЛУННИ ЗАТЪМНЕНИЯ

ЧУВСТВИ- ТЕЛНОСТ	ПЪЛНА ЛУНА ПРИ ЯСНО НЕБЕ	ПОЛУСЯНКА МЕЖДУ I-ВИ И IV-ТИ КОНТАКТ	БЛИЗО ДО II-РИ И III-ТИ КОНТАКТ	ПЪЛНА ФАЗА
25 ASA	1/250, f/4.5	1/60, f/4.5	3s, f/2	10s, f/2
32 ASA	1/250, f/5.6	1/60, f/5.6	2s, f/2	8s, f/2
64 ASA	1/250, f/8	1/60, f/8	1s, f/2	4s, f/2
80 ASA	1/250, f/9	1/60, f/9	1s, f/2.4	3s, f/2
125 ASA	1/250, f/11	1/60, f/11	1s, f/2.7	2s, f/2
160 ASA	1/250, f/13	1/60, f/13	1s, f/3.5	2s, f/2.4
400 ASA	1/250, f/22	1/60, f/22	1/4s, f/2.8	1s, f/2.8

ФОТОГРАФИРАНЕ НА КОМЕТИ

Ето една твърде вълнуваща област, пълна с изненади и съвсем във възможностите на любителите на астрономическата фотография. Но тя може да стане и много трудна, дори за добре оборудваните астрофотографи.

Да обсъдим първо фотографирането на кометите, които се виждат добре и с просто око. То е лесно с класически фотоапарат.

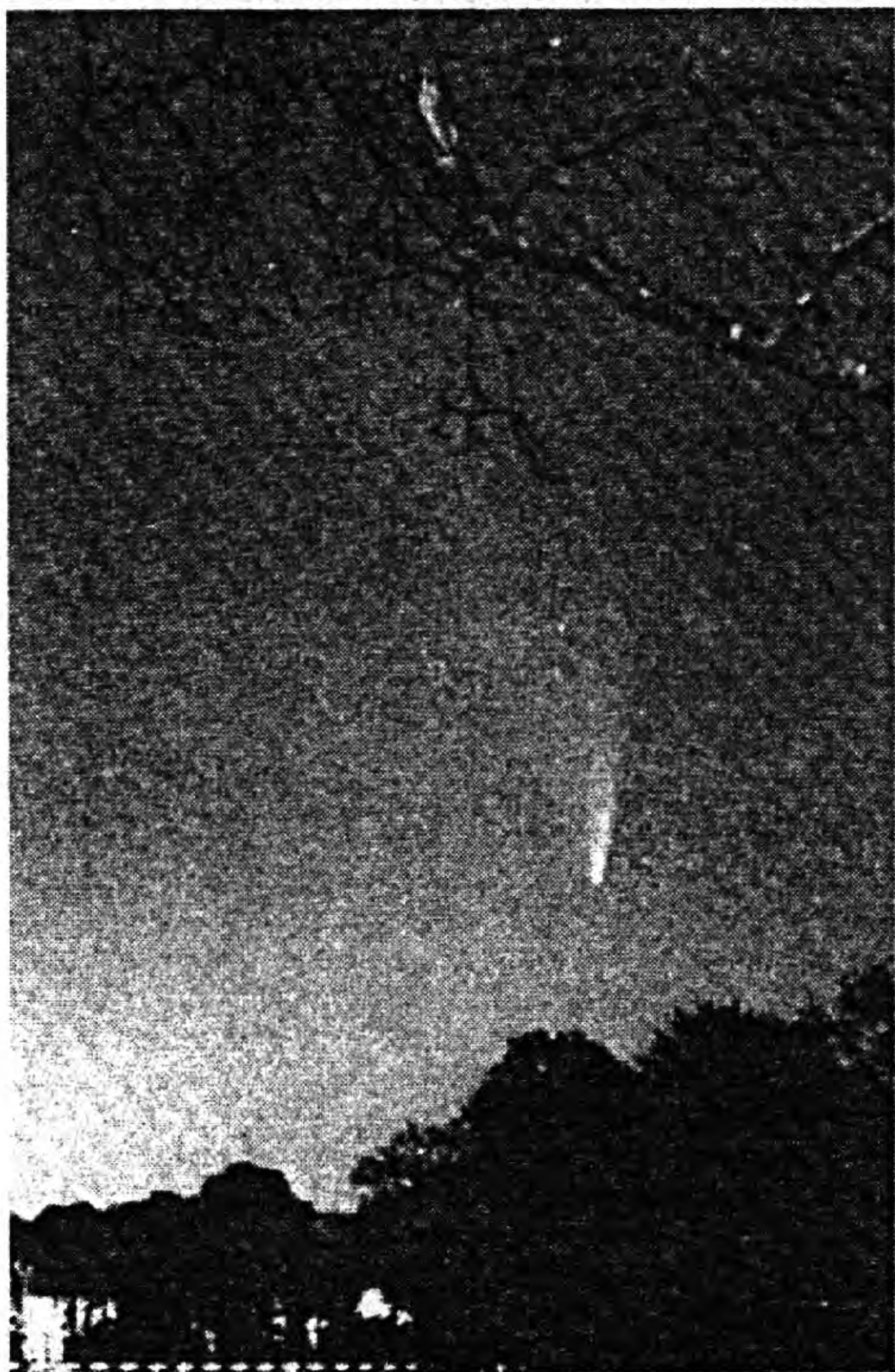
ЦВЕТНИ СНИМКИ. Ярките комети са еднакво лесни за фотографиране както на цветни, така и на черно-бели филми. Понякога е възможно да се отделят различните оцветявания, които обикновено съществуват в газовата (синкава) и праховата (жълтеникава) опашка.

МАТЕРИАЛИ. Фотоапарат, снабден с обектив с фокус от 20 до 50 mm и отвор от 2.8, 2, 1.4 или дори 1.2.

ФИЛМИ. Използвайте силно светлочувствителен филм, като Tri X, Recording, Agfapan 400 и Vario XL, Ilford XP1 (125 до 1600 ASA) или най-добре професионален филм, като 103 aF, 103 aO или 2415 хиперсенсibiliзиран.

ЦВЕТНИ. Kodachrome 64 ASA, Fujichrome 100, Ektachrome 200 или 400 или също Kodacolor VR 1000 и 3M1000.

ПОЛУЧАВАНЕ НА СНИМКАТА. Експонирайте 30s до 1min върху стабилен ста-



Кометата Вест, фотографирана с фотоапарат „Любител“, $F/D=4.5$. Експозиция 15 s на филм Tri X. Снимка: Деконинк.

дори Юпитер. За един земен наблюдател „видимата“ скорост на спътника зависи от географската му ширина. Това видимо преместване може да бъде само от няколко градуса за минута или напротив, да достигне до 2 градуса за секунда. Един спътник е видим, когато е осветен от Слънцето и е невидим, когато се намира в земната сянка (той е в затъмнение). Въртейки се около собствената си ос, някои от спътниците, снабдени с панели за улавяне на слънчевата светлина (които и силно отразяват), изпращат отблясъци, които се повтарят през равни интервали. Периодичността на бликовете е различна за различните спътници.

МАТЕРИАЛИ. Фотоапарат с обектив 50 mm фокус и гъвкаво жило.

ФИЛМИ. Силно светочувствителни, като Agfapan 400, HP5 и XP1 на Ilford и Tri X.

ПОЛУЧАВАНЕ НА СНИМКАТА. Работете както при фотографиране на метеори, описано малко по-нататък.

Повът на ярки изкуствени спътници може да става, като се проследява небето с просто око. Предварително регулирайте обектива на безкрайност, поставете максимално отворена диафрагма, нагласете скоростта на експозиция B и използвайте жило с блокировка. Когато намерите спътник, ориентирайте фотоапарата към бь-

тив. Получените кадри ще покажат по-скоро общия ѝ вид, който се вижда и с просто око. С една малка екваториална установка експозицията може да бъде удължена до 5, 10 или 15 min, в зависимост от светенето на фона в полумрака и светлината на Луната, които винаги - повече или по-малко - пречат (кадрите воалират).

Ако опашката не е много добре изявена, може да се използва телеобектив 135 mm или повече със същите времена на експозиция. Използвайте ръчна или електрическа екваториална установка.

Обикновено, се прилага една по-прецизна техника, особено при по-слаби комети. Тя изисква специално конструирана система за този тип обекти. Ще я намерите описана по-нататък.

ФОТОГРАФИРАНЕ НА ИЗКУСТВЕНИ СПЪТНИЦИ

Изкуствените спътници изглеждат като „звезда“, движеща се по небесния свод. Някои са ясно различни с просто око, докато по-ярките надминават по блясък Вега,

дещата ВЕРОЯТНА траектория на спътника, като го подпрете, за да получите желанния наклон при тази траектория. Експонирайте няколко минути.

Наблюдателите на спътници знаят предварително часа на пасажа им, както и траекторията им - по изчисления или от публикуваните от някоя обсерватория ефемериди.

Покриване на обектива за около 1 s по време на снимката, позволява след това (стига момента на експозицията да е точно известен), да се определи и изучи неправилността в движението на спътника, ако операцията се повтаря в няколко последователни дни. Тук става въпрос за търсене на интересни явления, които са напълно във възможностите на любителите.

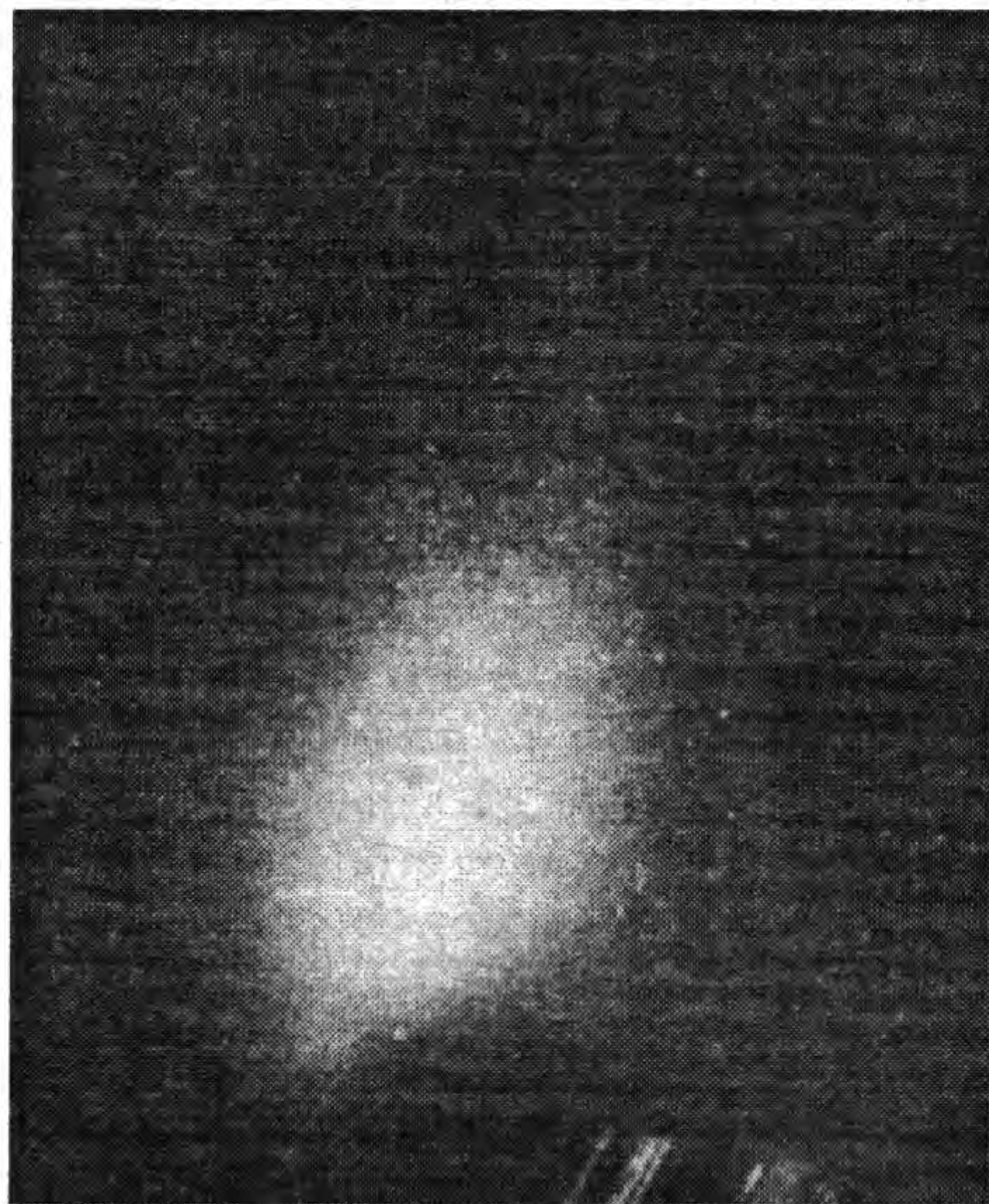
ФОТОГРАФИРАНЕ НА ЗОДИАКАЛНА СВЕТЛИНА

Зодиакалната светлина изглежда като слабо светене, което се вижда сутрин точно преди зората, от август до ноември, или вечер след полумрака, от края на декември до средата на май, в северните райони. Тази слаба светлина трябва да се търси когато няма Луна и сме далеч от всяка изкуствена светлина, сутрин, около 1h30 преди изгрева на Слънцето, или 1h30 след залеза му. Вечер, тя следва непосредствено след полумрака и остава видима един-два часа. Формата ѝ е с неправилни граници и прилича на пресечен конус наклонен на юг, който има за основа хоризонта, където залязва Слънцето. Зодиакалната светлина е свързана със слънчевата корона и - в известен смисъл - представлява нейното продължение през Слънчевата система. Най-добрите моменти за фотографирането ѝ са точно преди зората и малко след полумрака.

МАТЕРИАЛ. Използвайте обектив от 28 до 50 mm фокус с диафрагма 2 или още по-добре 1.4, или дори 1.2.

ФИЛМИ. Силно светлочувствителни като Kodak Recording, HP5 или HP1 Ilford или Agfapan 400 или Vario XL.

ПОЛУЧАВАНЕ НА СНИМКАТА. Работете далеч от всяка изкуствена светлина и в отсъствието на Луна. Експонирайте между 15 s и 2 min, за предпочитане с екваториална установка. Проявявайте в много бързо работещ проявител като D19 или подобен, за време 10 min при 20°C, с непрекъснато разклащане. Може да получите няколко снимки през 15 или 30 min интервал, за да изявите прогресивното появяване или изчезване на зодиакалната светлина. Интересно би било да разкриете разместването на зодиакалната светлина спрямо еклиптиката. Лесно можете да очертаете еклиптиката с помощта на определени звезди, докато копирате върху хартия.



Зодиакалната светлина, фотографирана от Бурж, от остров Реюнион. Обектив с фокус 21 mm и $f/D=4$. Експозиция 4 min, филм 103 a F, с екваториално водене.

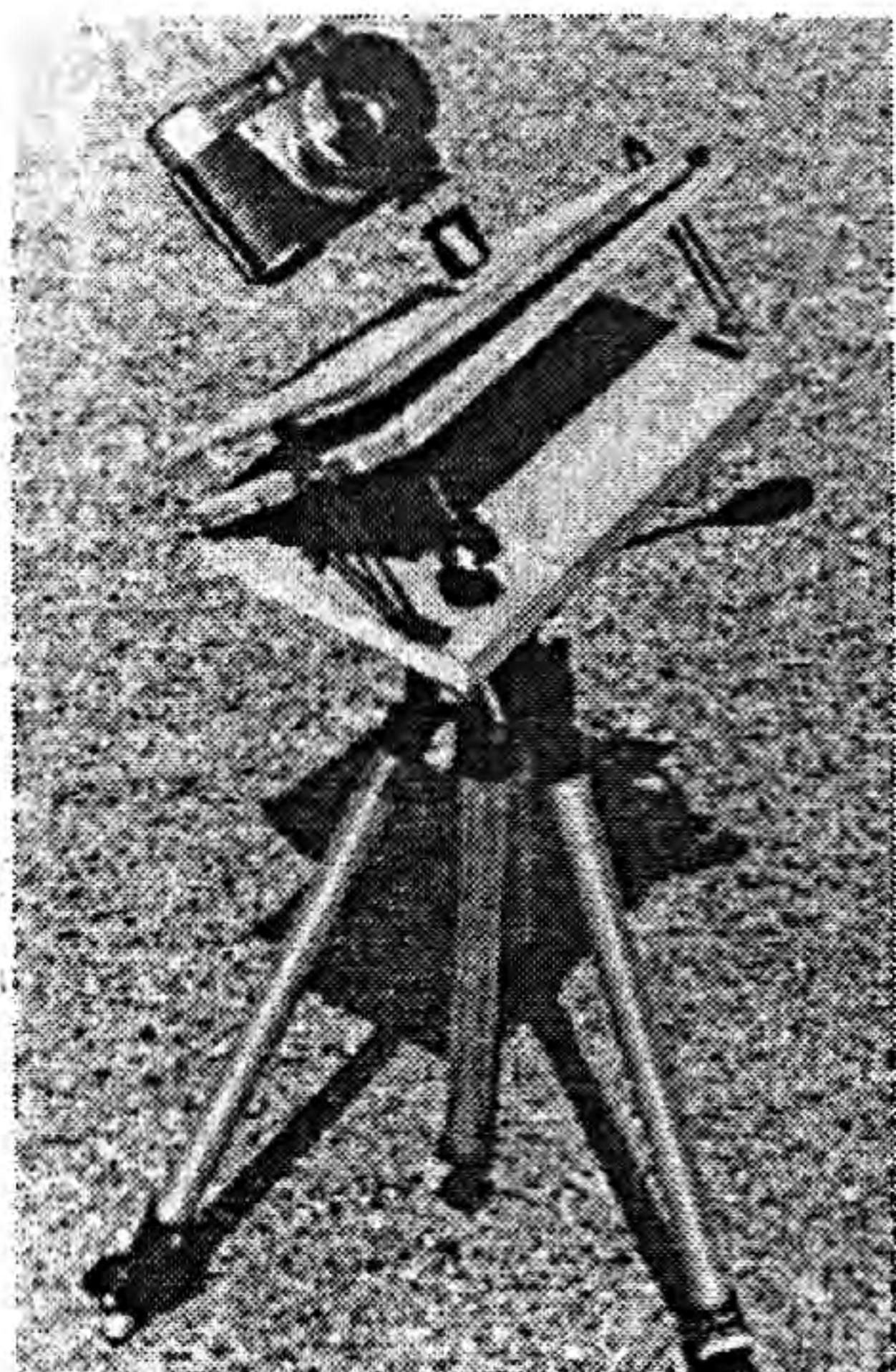
ФОТОГРАФИРАНЕ НА МЛЕЧНИЯ ПЪТ

17

УСЛОВИЯ. Задължително работете в отсъствие на лунна и изкуствена светлина. Необходима е и добра прозрачност на небето.

Изчакайте падането на нощта. Тези снимки са практически невъзможни за нашите ширини, в интервала между 15 май и 15 юли. Но Млечният път се различава много добре вечер, след полумрака, от август до октомври. Най-богат е в областта на Стрелец - съзвездие, което се вижда вечер през август.

МАТЕРИАЛИ. Използва се обектив с голям отвор, от 20 до 50 mm фокус, с диафрагма 2.8-1.8, или 1.4, дори 1.2. Някои слаби и обширни галактични мъглявини, като Северна Америка и Щита на Собиески, могат да бъдат фотографирани с фокуси от 150 до 500 mm. Обратно, ако искате да получите общия вид на Млечния



Тази малка екваториална масичка, на която е махнат гига, е съставена от три планки, съединени с две панти. Един обикновен винт с $\Phi 8$ и стъпка 100 повдига едната от планките, носеща фотоапарата, с който се снима. Разстоянието между пантата и винта е 23 cm, което е достатъчно, за да се управлява бутоната, командващ винта така, че той да извършва 1 оборот в минута. Четири репера, поставени върху бутоната, командващ винта, позволяват да се контролира преместването, с помощта на часовник.

път трябва да използвате по-късофокусни обективи от 50, 28 или 20 mm. Много атрактивни резултати могат да се получат с обектив тип „рибешко око“ (Fish-eye), който има много голям зрителен ъгъл - от порядъка на 180° - отворен на диафрагма 4.

ФИЛМИ. Много светлочувствителни: Orwo NP 27, Agfapan 400, Kodak Tri X, Recording и особено фил-

мите II aO, 103 aO и 103 aF. За цветни снимки, използвайте Ektachrome 400 ASA или Fujichrome 400 ASA. Ще отбележим, че Kodachrome 64 е по-светлочувствителен от Ektachrome 160 при ДЪЛГИ ЕКСПОЗИЦИИ. Най-добре използвайте Vericolor VR 1000 и 3M 1000 ASA.

ПОЛУЧАВАНЕ НА СНИМКАТА. Експонирайте 5 или 10 min, ако светлосилата f/D е около 2, или 30 min и повече, ако f/D е около или над 4. Задължително използвайте ръчно или електрическо екваториално задвижване.

ПРОЯВЯВАНЕ. Бързо, в HC 110, в отношение 1+30, за 5 min при 20°C или в отношение 1+5, за 2 min при 20°C , или в D19, който е още по-бърз.

КОПИРАНЕ ВЪРХУ ХАРТИЯ. Нормална, контрастна и особено контрастна, така че да се изявят тъмните мъглявини.

ФОТОГРАФИРАНЕ НА "ПЕПЕЛЯВОТО" СВЕТЕНЕ НА ЛУНАТА

Това са особено красиви снимки, които могат да се получат от 2 до 4 дни преди или след Новолуние.

МАТЕРИАЛИ. С 50 mm фокус, светлосила $f/D=2$ и експозиция от 1 или 2 s, ще се изяви само светлия сърп и малкия тъмен диск на Луната. Ако разполагате с

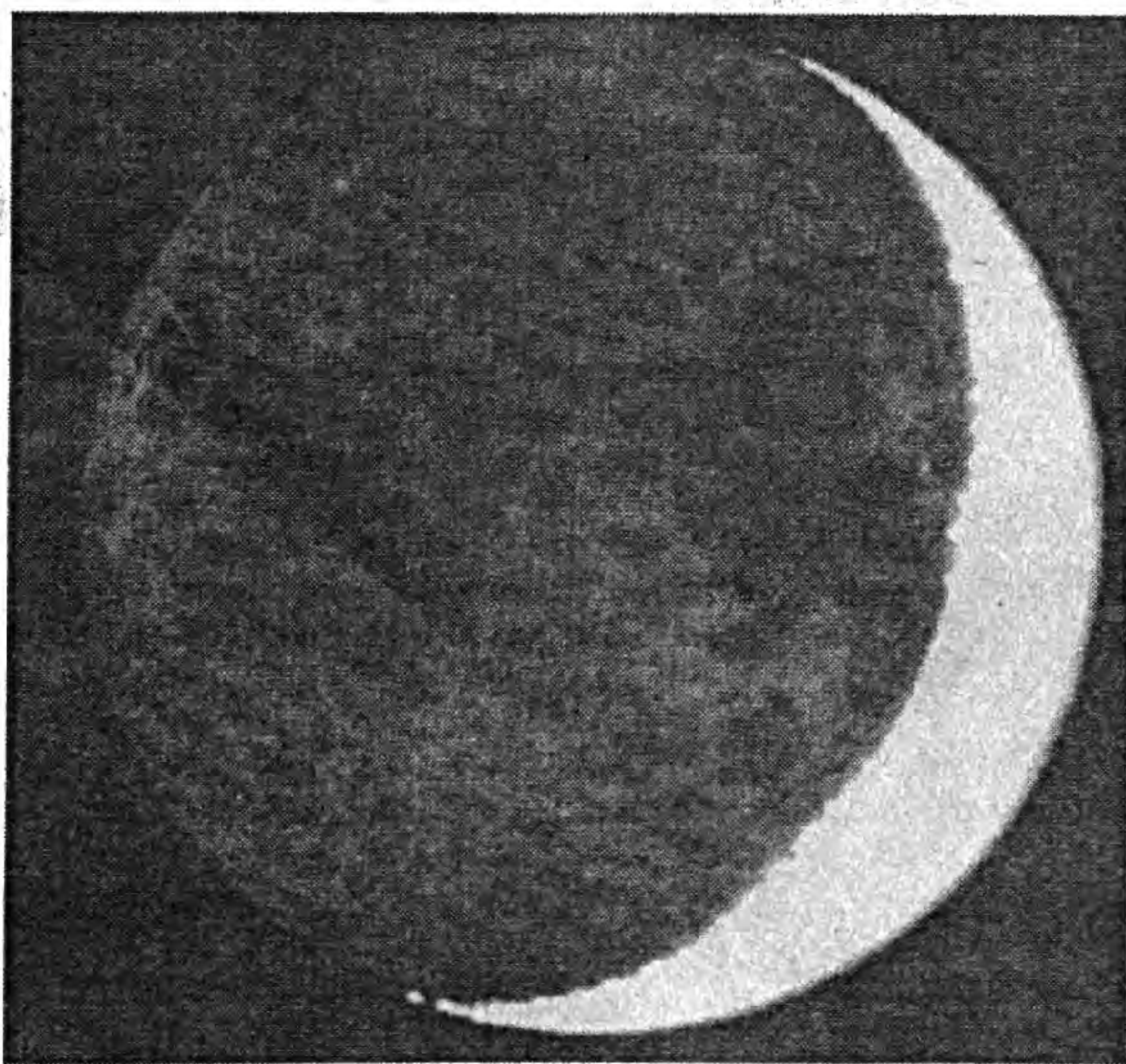
Приложение на списание "Андромеда" * Астрофотография за любители - Бурж, Драгеско, Даржери - 1987 г. *

екваториална установка, телескопите от 135 или 400 mm могат да разкрият и няколко детайли в т.н. „пепелява“ част на Луната, резултат от отразеното осветяване от Земята. Ако нямате водене, опитайте се да заснемете денонощното движение на Луната - тогава, изображението ще се издължи, което ще размие детайлите. Използването на по-дълги фокуси изисква екваториално задвижване.

ФИЛМИ. Голямата разлика в осветяването, която съществува между сърпа и останалата част на лунния диск, сияещ с „пепелява светлина“, е несъвместима с допустимия толеранс на светлочувствителните емулсии за коректната експозиция и на

Много хубави снимки, богати на фини детайли, могат да бъдат получени с телескопи с диаметър 200 mm и повече, но с екваториална установка. С цветните филми, посочени по-горе, както и с експозиции от 5 до 10 s, се налага да използвате потенциометър за изменение на честотата, регулиран така, че да отчита собственото движение на Луната. Ще уточним още, че за фокусни разстояния равни или по-големи от 1 m, най-добре е по време на експозицията да се внася непрекъсната корекция и в деклинацията, така че да се отчитат и двете движения на Луната. Но това предполага наличието на достатъчно перфектна астрономическа монтировка.

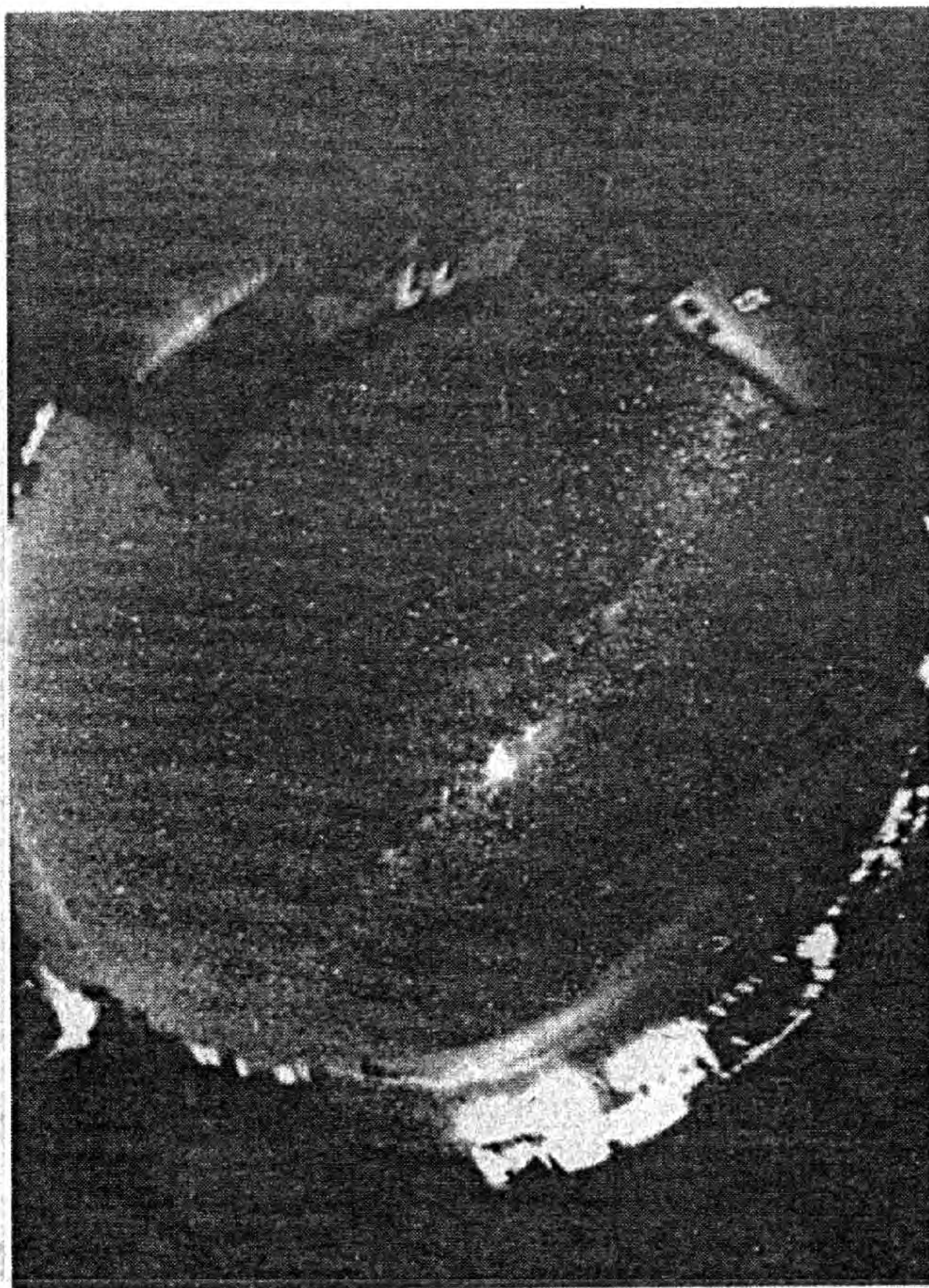
Ако се използват черно-бели филми, избират се емулсии с по-ниска светлочувствителност и по-малък контраст, като Agfapan 25 ASA и компенсиращ проявител като D76. По време на копирането може да маскирате „пепелявата“ част, за да изявите сърпа.



„Пепелявата“ светлина на Луната - възраст 3.6 дни. Експозиция 3 s върху филм TriX във фокуса на 200 mm „Celestron“. Снимка: Коргоние.

двете части. Би трябвало да пожертвате сърпа - т.е. да се откажете да получите детайли там - в полза на пепелявата част. Тогава, светлината от сърпа ще предизвика силна дифузия, която се разстила, формирайки хало, излизащо извън нормалните граници на лунния сърп. Имайте предвид, че тази дифузия е по-ограничена при цветните филми. Препоръчваме Kodachrome 64 или Ektachrome EL 160, чието зърно е малко по-забележимо.

ПОЛУЧАВАНЕ НА СНИМКАТА. Експонирайте 8 до 10 s с филм Kodachrome 64 или 1/4 до 1 s с Ektachrome 200 или 400 и обектив отворен от 2.8 до 3.5.



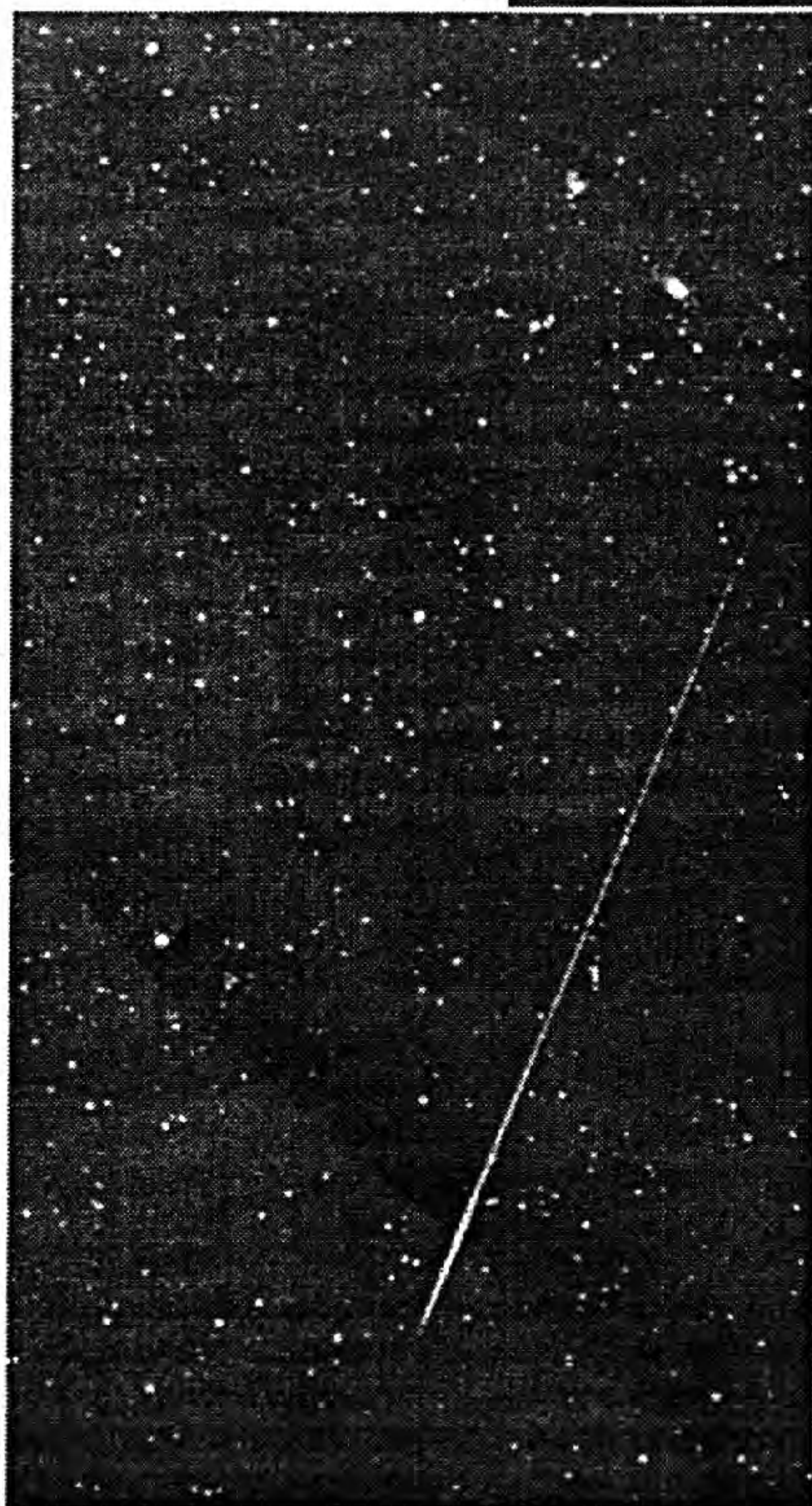
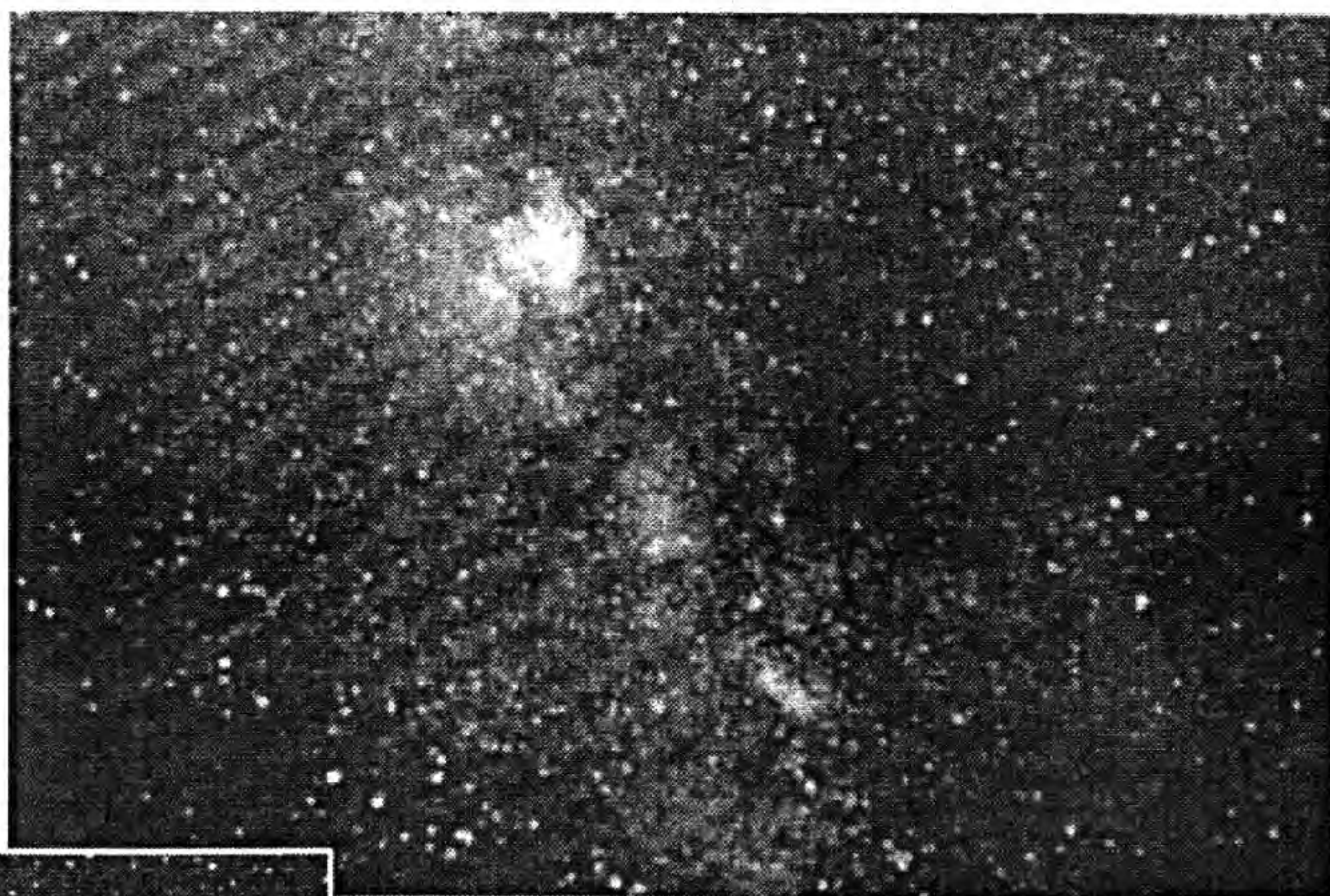
Млечният път се разпростира по забележителен начин върху цялото видимо небе в момента на снимката. Експозицията е 12 min върху филм Tri X, проявен като 800 ASA. Използваният обектив е тип „рибешко око“ с фокус 7.5 mm, $f/D=5.6$, полето му достига 180 градуса, а фотоапаратът е ориентиран вертикално към зенита. Снимка Колас, Тананариф.

НАЙ-ДОБРОТО ВРЕМЕ ЗА СНИМАНЕ. В северното полукуълбо от януари до април вечер и от август до ноември сутрин. Най-подходящата възраст на Луната е около 2-рия и 3-тия ден преди или след Новолуние. След това, осветяването от сърпа става много интензивно.

ФОТОГРАФИРАНЕ НА ТЪНЪК ЛУНЕН СЪРП

Използва се същата техника, като предишната. Опитните наблюдатели успяват да наблюдават много тънък лунен сърп - 24h или дори 18h преди или след Новолуние! Тогава е необходимо да си помогнете с бинокъл. В тези условия, лунният сърп е много тесен и фотографирането му изисква сериозен опит. Ако имате възможност, използвайте телеобектив с фокус от 135 до 400 mm и цветен филм. Тъй като това наблюдение се прави винаги в сиянието на зората или полумрака, възможно е да се измери светлинния интензитет с експониметър. Добре е да се

Тази изключителна снимка на Щита на Собиески и на Млечния път в Стрелец, е получена с Retinette Kodak, обектив Schneider с 45 mm фокус и $f/D=2.8$. Експозицията е била само 5 min върху филм Recording, обработен с проявител HC 110.



Ярък метеор, фотографиран в близост до галактиката в Андромеда (горе в дясно) с експозиция 40 min, екваториална монтировка и обектив 50 mm с $f/D=2.8$. Снимка: Район.

адаптират различните експозиционни времена, като недоекспонирате някои от кадрите, за да повишите контраста им, така че да се изяви лунния сърп.

ФОТОГРАФИРАНЕ НА МЕТЕОРИ

Това е една област, която на пръв поглед изглежда твърде неблагоприятна, но понякога търпението се възнаграждава богато.

УСЛОВИЯ. Изберете подходящ период за наблюдение, т.е. момент на появяване на потоци от падащи звезди. Първата половина на август се препоръчва за онези, които искат да наблюдават по време на ваканцията.

МАТЕРИАЛИ. Фотоапарат с обектив с 50 mm фокус, отворен на 2.8 или 2, дори на 1.2. Препоръчват се много разпространените в САЩ обективи Aero-Ektar, които имат бленда 2.5 и диаметри от 72 до 120 mm. Ширината на използвания филм е 120 mm.

ФИЛМИ. Заредете фотоапарата със силно светлочувствителен филм - Ilford HP5 или XP1, Agfapan 400, Kodak Tri X, Recording.

ПОЛУЧАВАНЕ НА СНИМКАТА. Изберете достатъчно отдалечено и скрито от изкуствени светлини място. Закрепете фотоапарата върху стабилен статив, за да не се влияе от вятъра. Ако нямате такъв, за пред-

почитане е да го поставите директно върху земята - тази стабилна основа е предостатъчна. Сложете парче бяла пластмаса под фотоапарата - то ще го предпазва от влагата, а освен това, белият цвят е удобно средство, за да го откривате в тъмнината. Независимо от положението на радианта - точката в небето, откъдето изглежда, че излизат падащите звезди - ориентирайте обектива към зенита. Шансовете ви да регистрирате метеор са същите, както и ако го обърнете по посоката на радианта. Натиснете спусъка на жилото и го блокирайте. Отбележете точния момент на началото на снимката. Експонирайте 5, 10 или 20 min. Ако има ярка Луна, намалете времето за експозиция. При Пълнолуние е почти невъзможно да се снимат метеори.

Така, вие ще регистрирате следи от звезди, чиято дължина е функция от продължителността на експозицията. Повторете кадъра и ако имате достатъчно търпение ще получите добра серия от снимки.

ОСНОВНО ПРАВИЛО - слабите метеори не се извяват върху филма. Необходимо е те да имат блясък, сравним поне с този на Юпитер. Но ако прецените, че през зрителното поле на фотоапарата е минал ярък метеор, трябва веднага да прекъснете експозицията и да отбележите точното време. Ако в радиус от стотина километра, поне още един наблюдател направи същото, биха могли да се получат много полезни сведения.



Драпериите на едно полярно сияние, фотографирани над Чикаго. Експозиция 15 s на филм Tri X Kodak. Обектив 75 mm и $f/D=4.5$. Снимка: Кошлен.

Откопирайте един увеличен позитив. Определете върху географска карта разстоянието, отделящо двете наблюдателни места. Чрез тригонометрия би могло да се открие на каква географска ширина е бил фотографиран метеора. Най-добре е предварително се организира съгласувана група, разпределена в радиус от 50 до 150 km. Повече фотоапарати, ориентирани в различни направления, увеличават шансовете за успех.

При внимателното изучаване на следата, оставена от метеора върху филма, понякога се разкриват интересни детайли - неправилност в траекторията, изпъкналости, раздвояване и др.

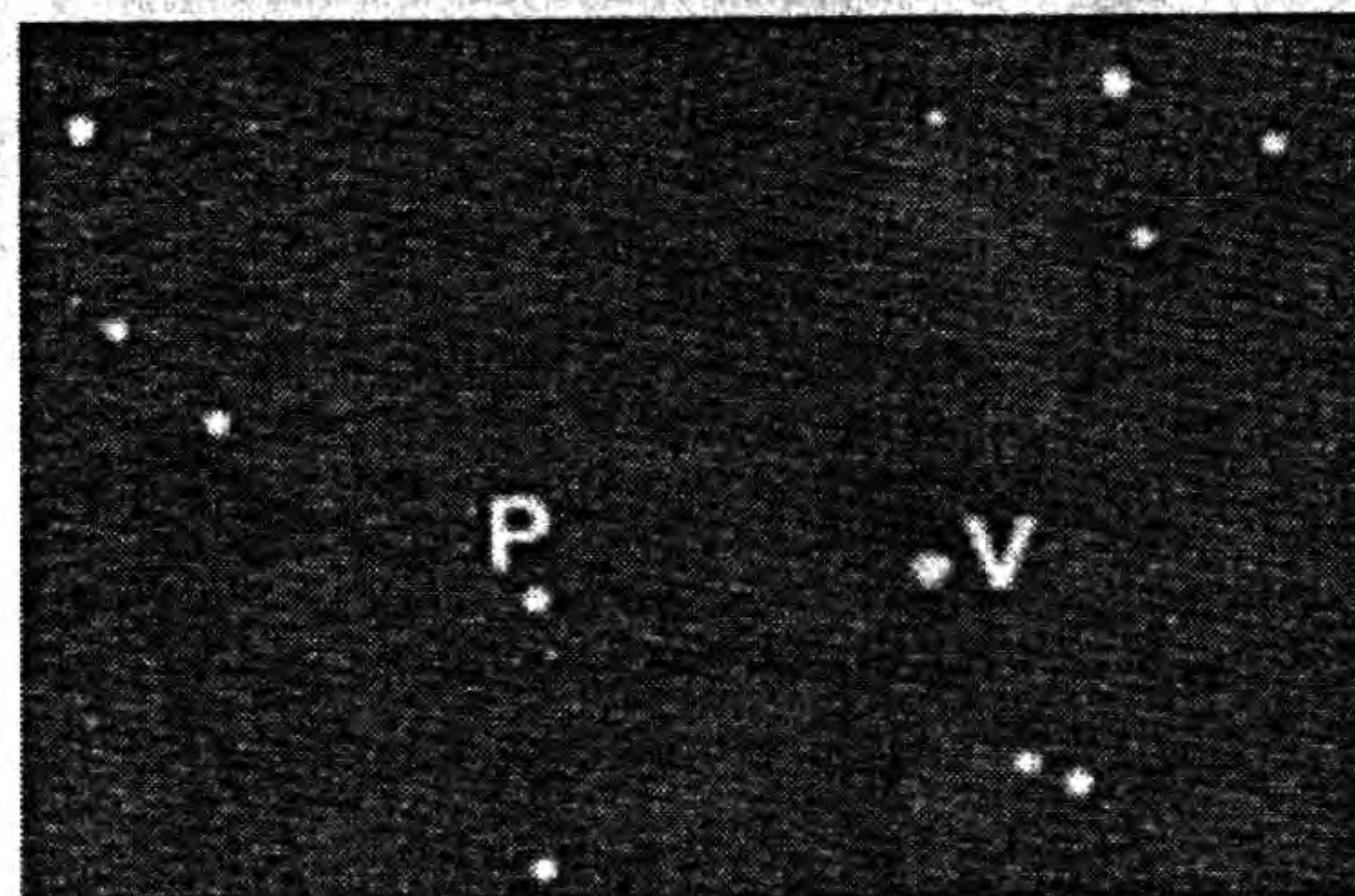
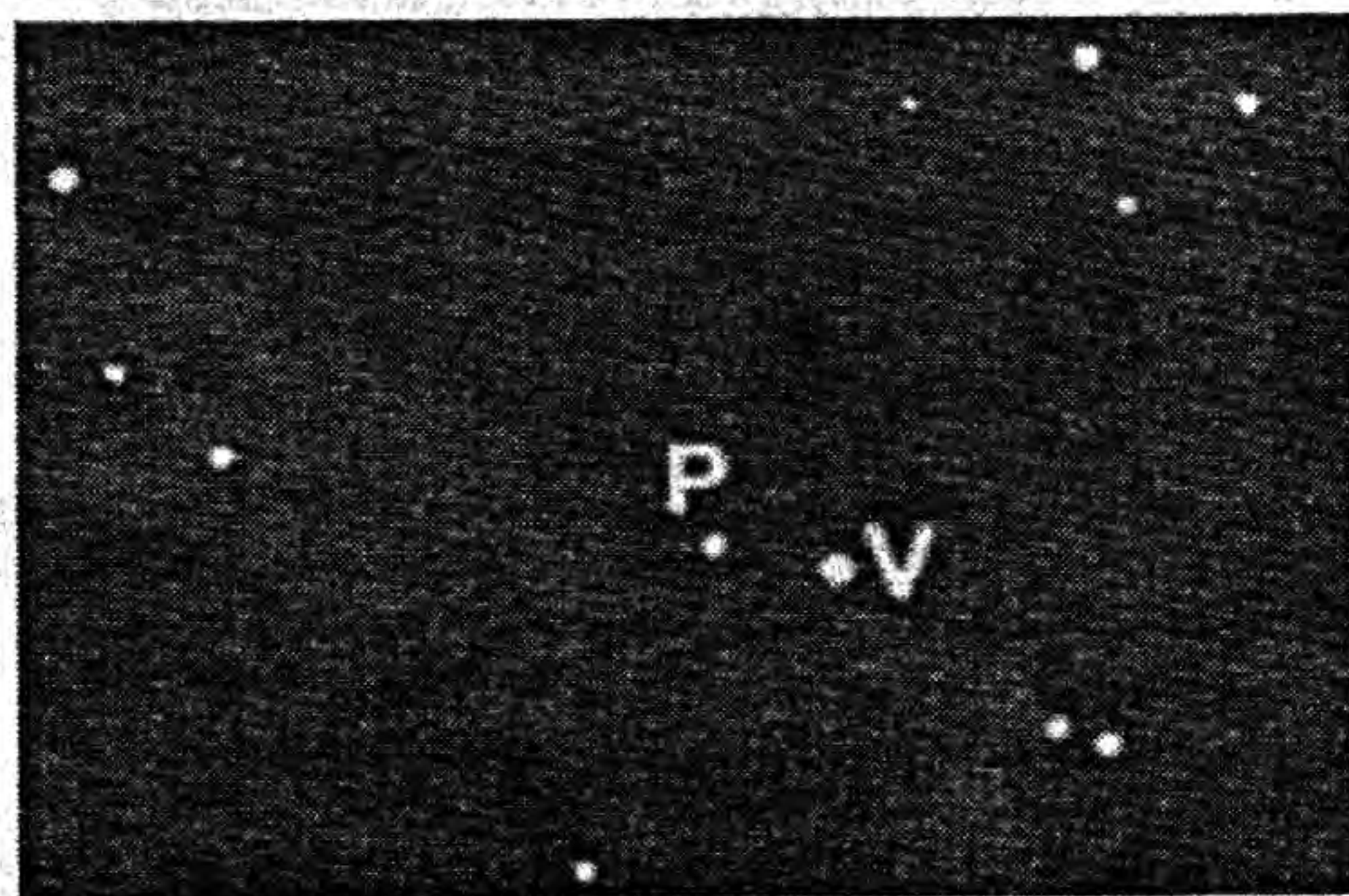
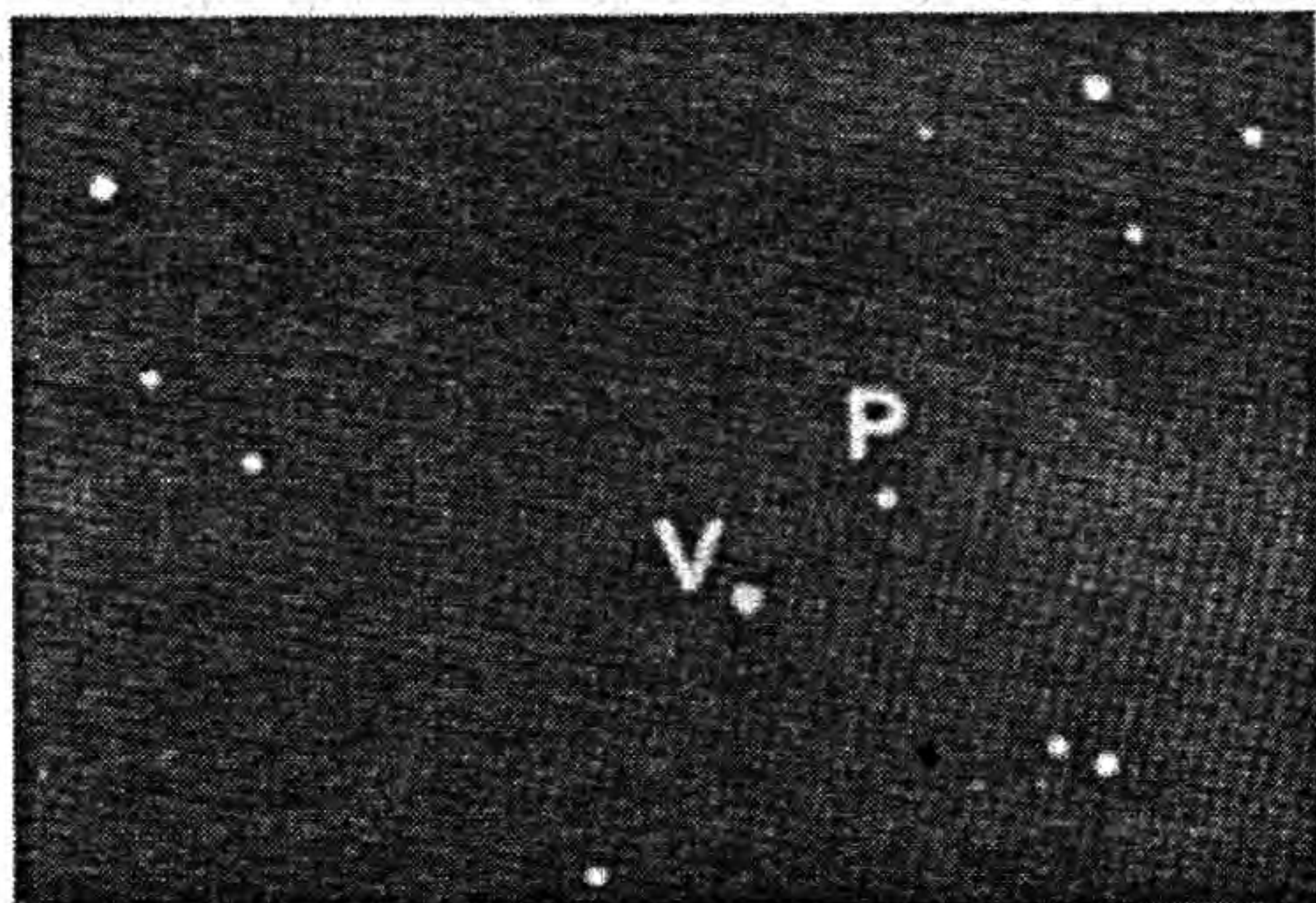
ФОТОГРАФИРАНЕ НА ПОЛЯРНО СИЯНИЕ

Появяването на полярно сияние в по-южните страни е твърде рядко явление. Въпреки това, в периода на интензивна слънчева активност, понякога се забелязват полярни светлини. Те са аналогични на сиянието в края на полумрака, но се виждат по посока на магнитния полюс. Забелязват се само при чисто небе и далеч от изкуствени светлини. Тези сияния, често трудно различими, могат да се появят по всяко време на нощта и да продължат от 1/4 час до няколко часа, като понякога се повтарят няколко нощи подред.

Присъствието на полярна светлина, дори и слаба, трябва да се наблюдава и следи. Защото тя може да се превърне в истинско полярно сияние - когато се подсили характерната жълто-зелена ивица и се формират червените драперии, понякога набраздени от бели снопове, подобни на прожектори, които се преместват много бавно.

МАТЕРИАЛИ. Фотоапарат с обектив с фокус 50 mm, колкото е възможно по-светлосилен - $f/D=2$, 1.4 или най-добре 1.2.

ФИЛМИ. Много светлочувствителни, черно-бели или цветни:



Приближаване и съединение на два астероида - Веста и Палада. Тези три снимки, направени през 24 h интервал, показват истинското преместване на всеки от астероидите. Обектив с фокус 500 mm и $f/D=6.3$. Снимка: Силвен.

Agfapan 400, Recording, Ektachrome 400 ASA, Vericolor 1000 или 3M 1000.

23

ПОЛУЧАВАНЕ НА СНИМКАТА. Поставете фотоапарата върху много стабилен статив. Експонирайте с минималната възможна продължителност - от 5 до 20 s - като се съобразявате с видимия светлинен интензитет на явлението и с непрекъснатото му преместване. Ако сиянието е изключително обширно, използвайте голям зрителен ъгъл, с помощта на обектив тип „рибешко око“ ($f/D=2.8$), който да покрива поне 160 дъгови градуса, със същите филми и същите времена на експозиция, както по-горе.

ФОТОГРАФИРАНЕ НА АСТЕРОИДИ

Между Марс и Юпитер се движи голямо количество от малки планети - астероиди. Някои от тези небесни обекти имат силно ексцентрични орбити, така че се приближават достатъчно до Земята, за да са във възможностите дори и на най-скромните любителски инструменти, като биноклите.

Положенията на по-ярките и по-интересните от тези небесни тела са дадени в астрономическите календари. В най-подходящото време за тяхното наблюдение, блясъкът им достига до звездна величина 9.8 или дори 7^m, което ги прави съвсем достъпни за фотографияне.

МАТЕРИАЛ. Фотоапарат, снабден с обектив с фокус 50 mm, или още по-добре - с телеобектив от 135 до 500 mm, използван с максимално отворена бленда.

ФИЛМИ. Високо светлочувствителни като Ilford HP5 или XP1, Agfapan 400 или Vario XL или Kodak Tri X.

ПОЛУЧАВАНЕ НА СНИМКАТА. Експозиция от 30 s до 1 min обикновено е съвсем достатъчна, за да се запечата изображението на един астероид сред звездното поле. Ако повторите фотографията в повече последователни вечери, лесно ще констатирате преместването на следата, оставена от малката планета, за да я идентифицирате със сигурност. Една самоделна, упростена, ръчно задвижвана екваториална установка за реализиране на експозиции от няколко минути, е съвсем достатъчна, за да фотографирате всяка година поне няколко от по-ярките астероиди като Веста, Палада, Церера, Юнона и др. При продължително експониране от 20 min, с прецизно гидиране по звезда, ще получите малка следа, резултат от собственото движение на астероида по време на експозицията.

Някои от астероидите - като Ерос, например - нямат сферична форма, а са подобни по-скоро на огромни неправилни и издължени скали. Но те сякаш оживяват от въртенето си в пространството - светлината, която получават от Слънцето, се отразява към Земята, предизвиквайки периодични флукуации. В този случай, една серия от снимки, получени в течение на няколко часа, със същите времена на експозиция - 2 min през интервал от 2 min - може да послужи за основа за определяне продължителността на въртене на астероида.

ФОТОГРАФИРАНЕ НА НЛО

Хората, които допускат съществуването на НЛО, също могат да бъдат заинтересувани от получаването на астро-снимки. По принцип, фотографирането на „непознати“ обекти би могло да се случи и по време на получаването на астрономическите фотографии, изискващи продължителна експозиция - звезди, Млечен път,

Приложение на списание "Ангромед" "Астрофотография за любители - Бурж, Драгеско, Даржери - 1987 г."

метеори, комети, полярни сияния, звездни трекове, изкуствени спътници и др. Ако искате да станете „ловец на НЛО“, можете да приложите методите и средствата, показани при фотографирането на обектите, които изброихме. Но не забравяйте, че всяка нощ по целия свят, както в обсерваториите, така и от астрономите-любители, се правят стотици снимки на небето. Но нито една от хилядите любителски фотографии, които ние успяхме да съберем, не показва „непознати“ обекти.

Всъщност, трябва да сме много внимателни и да не вземаме за НЛО изкуствените спътници, пасажите на самолетите, които се запечатват по време на дълга експозиция върху небето, метеорите и ярките планети. Понякога, пресата публикува снимки на НЛО, които не са нищо друго освен планетата Венера, фотографирана от любител, който държи фотоапарата си в едната ръка, едновременно с което натиска спусъка на затвора с другата, като го задържа отворен в продължение на 10 или 20 s. Очевидно, че в тези условия получените снимки ще са твърде необичайни! Не се доверявайте лесно на следи и петна, които може да видите по вашите негативи, дори ако са съвсем овални и чисти! Обикновено, те се дължат на „произшествия“, настъпили по време на проявяването или на отражения и разсейвания на светлината по време на експозицията.

ВЪЗМОЖНА ЛИ Е АСТРОНОМИЧЕСКАТА ФОТОГРАФИЯ В ГОЛЕМИТЕ ГРАДОВЕ?

Отговорът е да, макар и с някои уговорки и ограничения. Съвсем реално е фотографирането на съединение между ярки планети или на планета с Луната в големия град, от тераса или от балкон, дори от отворен прозорец. Възможно е да се направят цветни снимки на съединенията, в композиция със съседни сгради, силует на монумент или на дървета. На втори план се появяват далечните осветени сгради, множеството светлини на града или вплитането на движещите се коли в осветения град. Всички тези композиции могат да дадат изненадващи резултати, понякога необичайни, при експозиции дори от няколко секунди.

Изгрева на Луната, затъмнение, или ярка комета могат лесно да бъдат фотографирани от града. Много важно е по време на работата да не заставате под ярка лампа!

Като основно правило, всеки небесен обект или явление, видим с просто око в града, може да бъде фотографиран. Петер Росен, живеещ в Париж, чрез своите многобройни и превъзходни снимки е доказал, че е съвсем възможно да са фотографира Слънцето, Луната и планетите с телескоп, поставен на балкон. Трябва само да се избягва близостта до лампи и до източници на топъл въздух - метро, комини, заводи. Получените резултати са най-добри, когато небесните светила се намират близо до зенита.

Но фотографирането на слабо светещите обекти, като зодиакалната светлина, е невъзможно от града. Същото важи и за снимките с телескоп на газовите мъглявини или галактиките, където са задължителни дългите експозиции - над 5 min. А използването на Шмидт-камера в града е направо невъзможно.

Ще добавим, че когато фотографирате от града с филм 103 аЕ можете да използвате червен филтър, с цел ограничаване на ефектите от паразитните светлини. Филтърът Daystar „Nebular filter“ елиминира воала, дължащ се на паразитните светлини. Филтърът „Celestron“ LPR поглъща паразитните излъчвания от градските осветявания.

АСТРОФОТОГРАФИЯ С ВИСОКА РАЗДЕЛИТЕЛНА СПОСОБНОСТ

В тази втора част на книгата ще разгледаме т.н. астрофотография с висока разделителна способност, която изисква по-прецизна техника, определени условия, както и усвояването на някои основни понятия. Следващите страници ще ви помогнат да се специализирате и в тази област.

I. ОБЩИ ПОЛОЖЕНИЯ

ВИБРАЦИИ, ПРИЧИНЕНИ ОТ ОГЛЕДАЛНО-РЕФЛЕКСНИТЕ ФОТОАПАРАТИ.

Сътресението, което се предизвиква от рязкото вдигане на огледалото на фотоапарата и движението на затвора, се предава и на инструмента. Което се проявява в разместени снимки или изображения с по-ниска разделителна способност. Използването на огледално-рефлексен фотоапарат е особено неподходящо за кратки експозиции, от $1/10$ s до около 1 s и повече. Тестовите измервания на разделителната способност показват намаляване в резкостта на образа дори за скорости $1/250$ s.

ОТСТРАНЯВАНЕ НА ВИБРАЦИИТЕ ОТ ОГЛЕДАЛОТО НА ОГЛЕДАЛНО-РЕФЛЕКСНИТЕ ФОТОАПАРАТИ. За да се елиминират вибрациите, може да се използват фотоапарати, чието огледало може да се вдига съвсем плавно с помощта на гъвкаво жило или пневматична круша. В тази категория влизат Miranda Laborec II и Visoflex III на Leitz за Лайка М4.

Може да използвате и командата за закъснение на някои огледално-рефлексни фотоапарати, чиито бутон на прекъсвача задейства затвора чак след като се вдигне огледалото (Cosina, Canon, Ricoh, Chinon). Но дори и в тези привилегировани случаи, затворът с пердета (макар, често да е монтиран върху сачмени лагери), предизвиква още една забележима вибрация, която се отразява дори при 250 mm телескоп, чието тегло заедно с монтировката достига до 100 kg!

ПРАКТИЧЕСКИ ИЗВОДИ. За експозиции, надвишаващи $1/2$ s, т.е. за астрофотография с висока разделителна способност, най-добре е да използвате т.н. техника на *затъмняване* на телескопа. С лявата ръка се покрива отвор на телескопа с диск от картон или лек шперплат, а с дясната се отваря затвора на експозиция В, с помощта на гъвкаво жило с блокировка. Изчаква се 4 или 5 s, така че да затихнат всички вибрации (без да се докосва телескопа със затъмнителя), след което телескопът се открива за необходимото време ($1/2$ до 10 s, според случая). След това, тубусът отново се покрива, а затворът се затваря, като се натисне прекъсвача на жилото. Този метод не позволява проследяването на турбуленцията (за Луна и планети), но е задължителен при любителските инструменти, задвижвани от еква-ториална установка.

Ръчното затъмняване на тубуса може да се замени с конструирането на лек obturator (люлеещ се капак от алуминий), лишен от вибрации, който се инсталира пред отвор на камерата с огледално-рефлексен визьор.

ФОТОГРАФСКИ КОНСТАНТИ ЗА ПОЛУЧАВАНЕ НА СНИМКАТА

ДИАФРАГМАТА. (относителен отвор или светлосила f/D) е отношението между фокуса на една леща (или система от лещи, т.е. обектив) и диаметъра на използваната диафрагма. Най-често използваните относителни отвори във фотографията, изписани върху обективите, са следните: 1.4 - 2 - 2.8 - 4 - 5.6 - 8 - 11 - 16 - 22.

Когато се преминава от една стойност към друга, се казва, че обективът „се отваря“ или „се затваря“ с една диафрагма.

СКОРОСТТА НА ЗАТВОРА. Това е времето, през което затворът на фотоапарата остава отворен пред филма. Измерва се в секунди или в части от секундата. Основните скорости, изписани върху фотоапаратите са следните: 1 (секунда) - 1/2 - 1/4 - 1/8 - 1/15 - 1/30 - 1/60 - 1/125 - 1/250 - 1/500 - 1/1000 - 1/2000.

СВЕТЛОЧУВСТВИТЕЛНОСТТА НА ФИЛМА. Измерва се в ASA или DIN.

При най-използваните степени - ASA - светлочувствителността е пропорционална на самите стойности в ASA. При скалата DIN светлочувствителността се удвоява на всеки 3 степени. Например, 24 DIN е 2 пъти по-светлочувствителен от 21 DIN.

Нарастването с 3 степени е стандартизирано така, че да е еквивалентно на всяка смяна на цифрата (т.е. да се удвоява), ако се използва скалата ASA. Например:

1/500	1/250	1/125	1/60	1/30	1/15	1/8	1/4	1/2	1
1	1/4	2	2,8	4	5,6	8	11	22	32

осветеността се удвоява, когато се преминава от диафрагма 4 към

2.8, или от скорост 1/15 към 1/8, или от светлочувствителност 100 към 200 ASA.

Всеки път, когато се промени една от величините, може да се получи същото осветяване, като се измени някоя от останалите две в същото съотношение.

Например, в астрономията, ако искате да получите една снимка, като експонирате 1 min с $f/D=4$ върху филм 200 ASA, но не можете да го направите, тъй като задължително трябва да използвате обектив, чийто отвор е само 5.6, просто променете пропорционално времето на експозиция или светлочувствителността на филма. Можете да получите *същото осветяване*, като изберете филм от 400 ASA или удължите времето на експозиция на 2min (ако филмът е коригиран срещу ефекта на реципрочността).

ПРАВИЛО ЗА ЗАМЕНЯНЕ НА СТОЙНОСТИТЕ. Препишете двата реда числа, след което поставете една под друга стойностите на избраните от вас диафрагма и скорост. Така можете да прочетете срещу някоя друга диафрагма съответната скорост, или срещу някоя друга скорост съответната диафрагма, които ще създадат същото осветяване върху филма.

Например: Нека опитът ни дава скорост 1/15 и диафрагма 5.6 за дадена осветеност и светлочувствителност на филма. Нагласявате двете стойности една срещу друга и виждате, че при диафрагма 11, например, ще трябва да експонирате 1/4 s, при същата светлочувствителност на филма.

ФОКУС, ДИАМЕТЪР, ДИАФРАГМА, ОТНОШЕНИЕ f/D , РЕЗУЛТАНТЕН ФОКУС, РЕЗУЛТАНТНО ОТНОШЕНИЕ f/D

Вие ще срещате тези термини в цялата книга, затова е необходимо добре да се запознаете с тяхното значение.

ФОКУСЪТ (f) е разстоянието между центъра на един обектив на фотоапарат или астрономически далекоглед и *точката-образ*, където се фокусират светлинните лъчи, пресичащи обектива. В случая на огледало на телескоп, фокусът е разстоянието от отражателната повърхност до *точката-образ*.

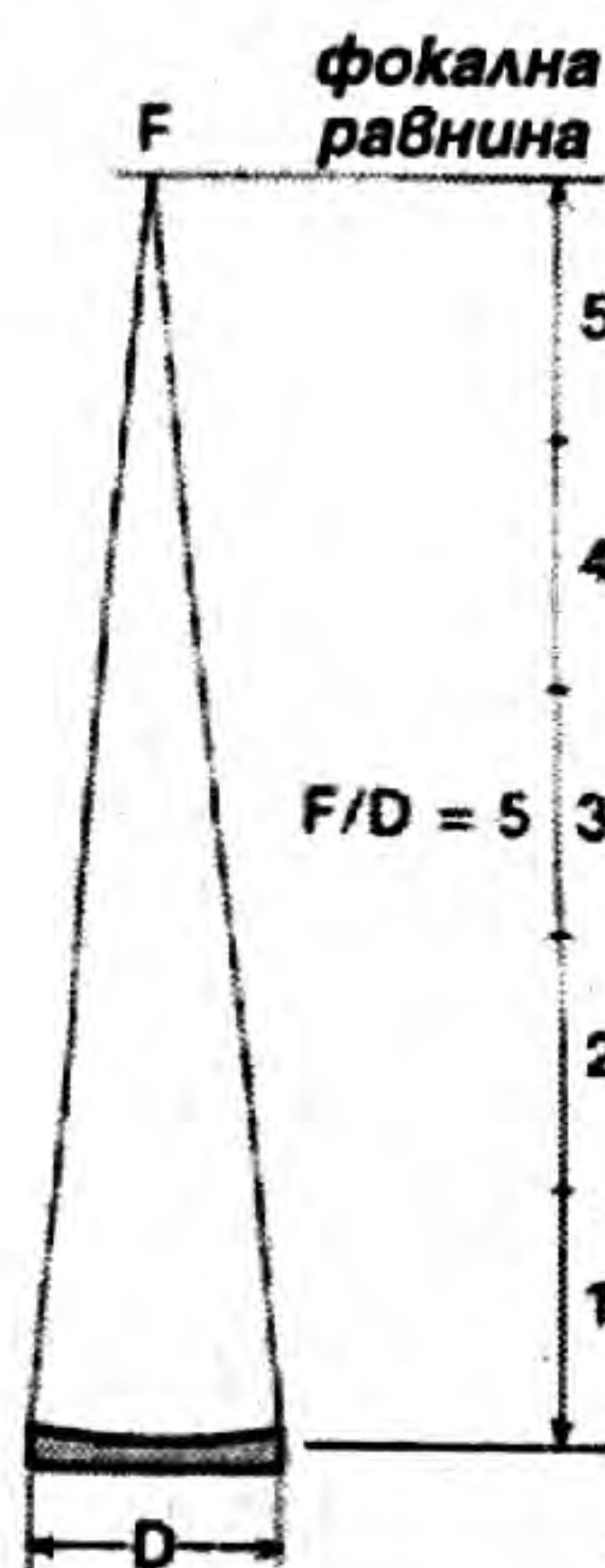
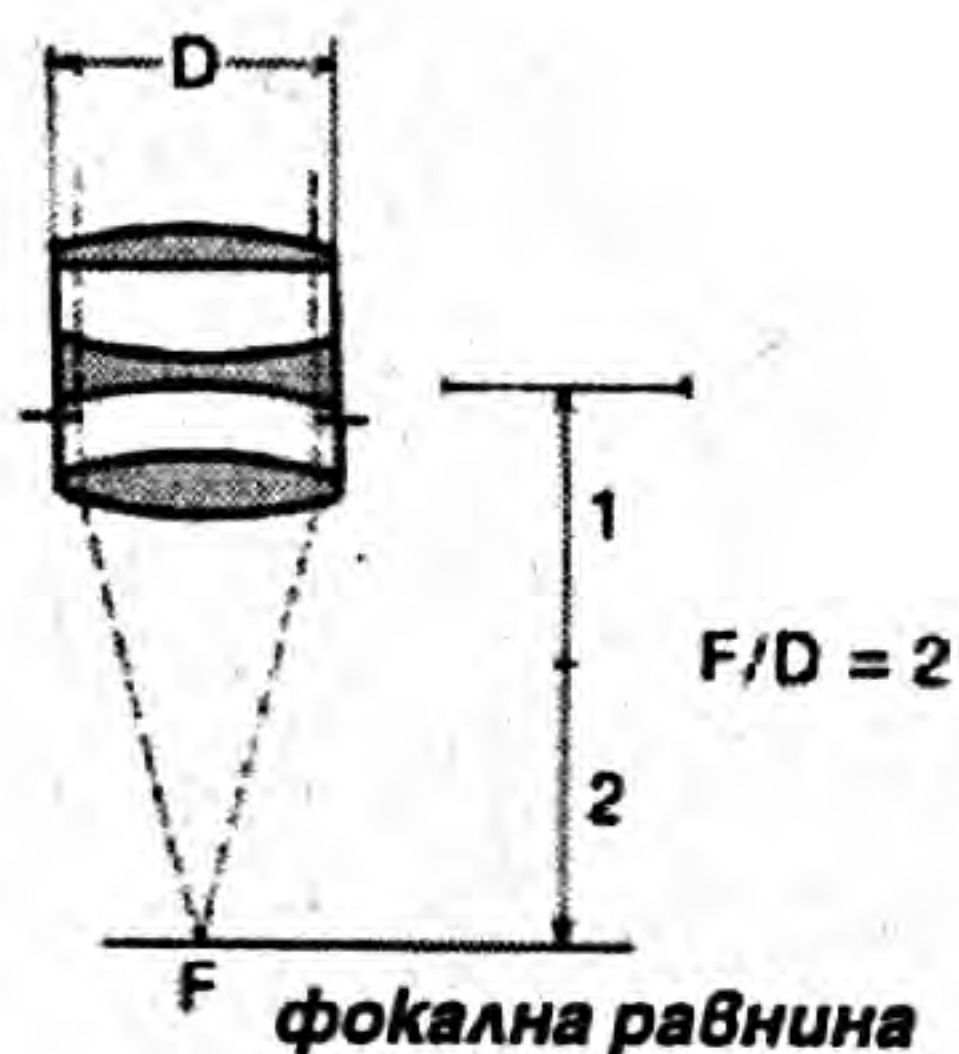
ОТВОРЪТ (D) е използваният (полезен) *диаметър* на обектива на далекогледа или на системата от лещи, съставляваща обектива на фотоапарата, или диаметърът на огледалото на телескопа.

ОТНОШЕНИЕТО f/D (*фокус/диаметър*) е връзката между тези две величини. Тя определя светлосилата на обектива или на използваната оптична комбинация.

Например: когато един обектив има фокус 50 mm и диаметър 25 mm (на максимално отворена диафрагма), *отношението* е $f/D=50/25=2$ (откъдето идва индикацията 1:2/50 mm, изписана върху обектива). Ако искате да ограничите диафрагмата до средата на диаметъра на обектива, тогава отворът му ще стане 12.5 mm и отношението f/D ще бъде $50/12.5=4$. Когато отворът на един обектив се намали *наполовина* чрез диафрагмата му, полезната повърхност, през която минава светлината намалява *четири пъти*!

За телескоп с диаметър на огледалото 200 mm и фокус 1200 mm, светлосилата е $f/D=1200/200=6$.

Фотографски обектив
отворен на $f/D=2$.
Огледало на телескоп,
отворено на $f/D=5$.



За астрономически далекоглед с диаметър 60 mm и фокус 720 mm, светлосилата е $f/D=720/60=12$.

Ако към телескоп с 1200 mm фокус се добави една отрицателна леща на Барлоу 2x (с увеличение 2 пъти) малко преди фокалното изображение, тогава *диаметърът* на това изображение *се удвоява*. Това е равносилно на използването на телескоп с фокус 2400 mm. Ясно е, че тогава светлосилата му ще намалее до $f/D=2400/200=12$.

Това е т.н. *резултантен относителен отвор*. А резултантният фокус ще бъде $1200 \times 2 = 2400$ mm.

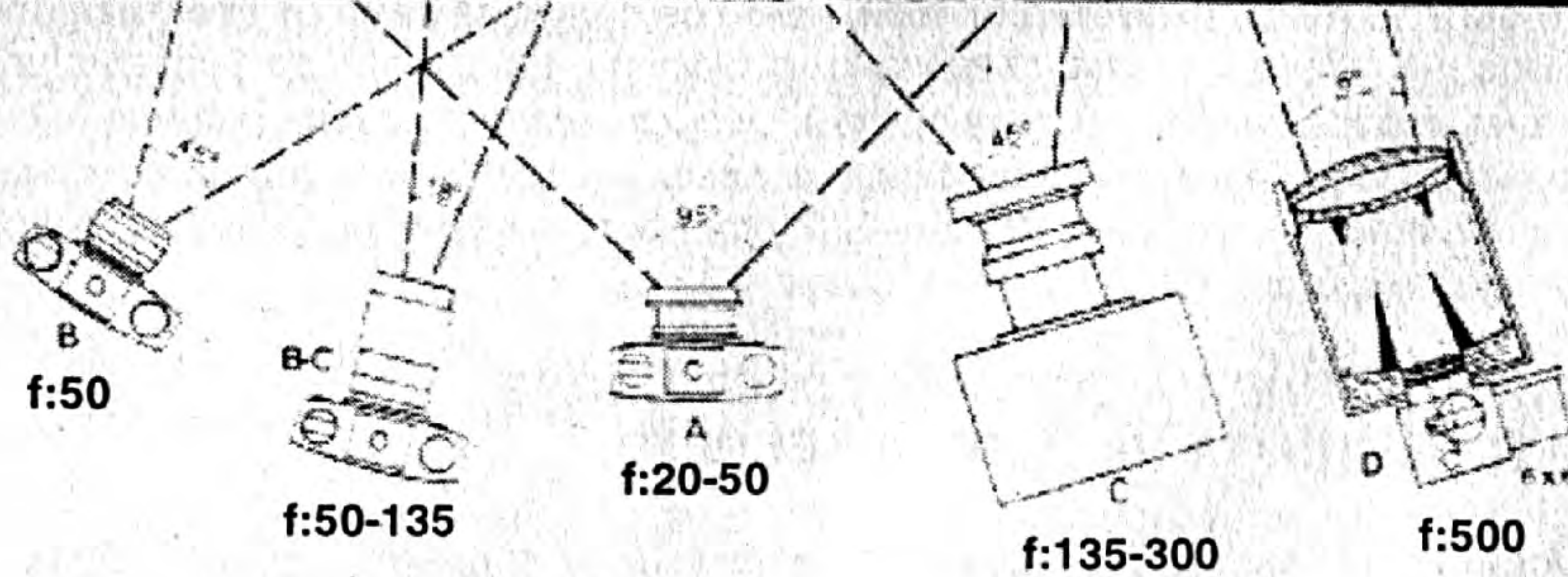
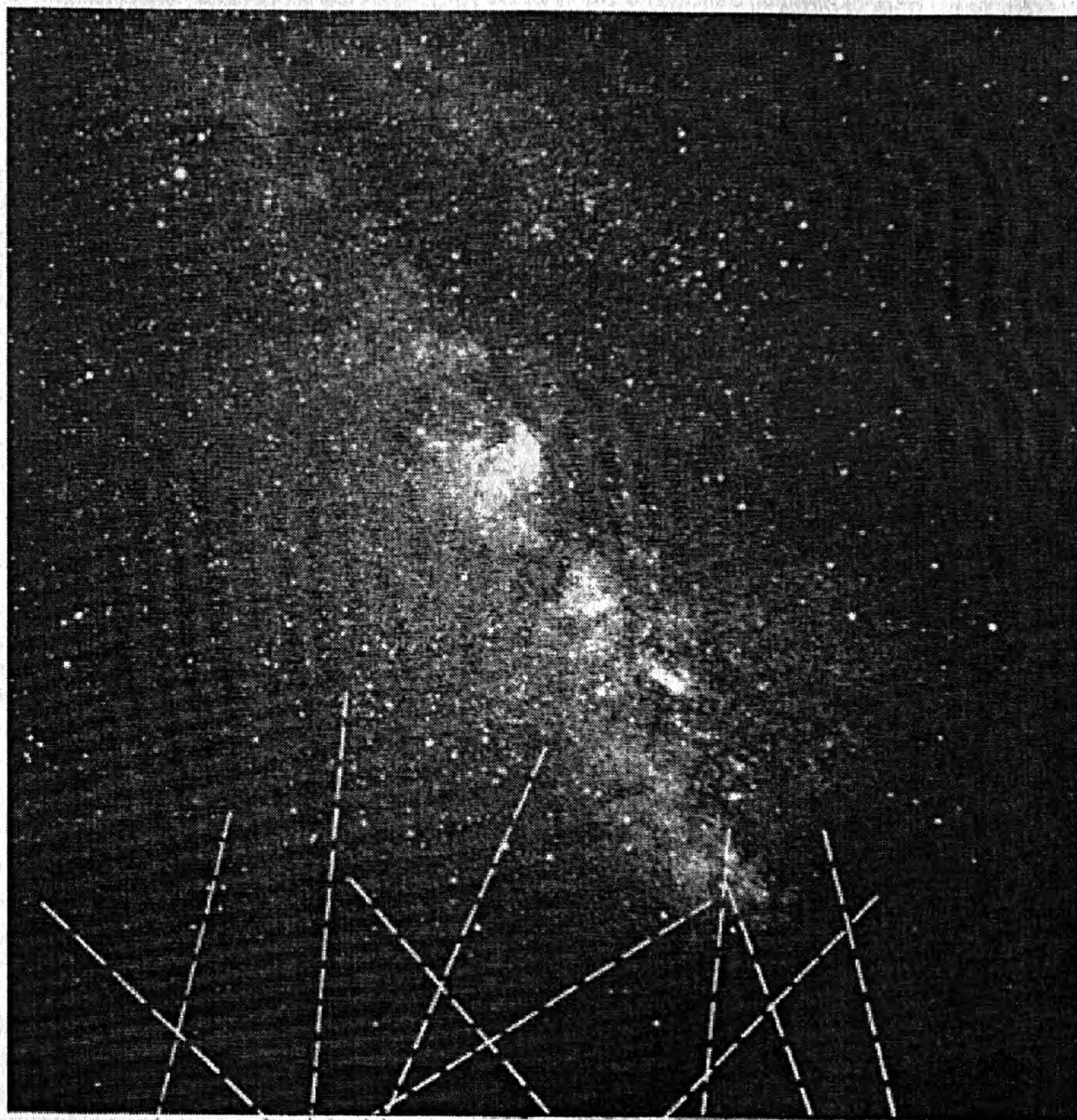
Друг пример: ако поставите окуляр на далекоглед с отвор $D=60$ mm и фокус $f=720$ mm ($f/D=12$), той ще отдалечи филма на достатъчно разстояние от окуляра, така че полученото изображение на Луната ще има 6 пъти по-голям диаметър от този, който се получава само от обектива. Тогава се казва, че *увеличението*, създавано от окуляра, ще доведе до 6-кратно увеличение на изображението. В този случай, *резултантното съотношение f/D* ще е $f/D_{рез} = 12 \times 6 = 72$. *Резултантния фокус* е равен на *първичния фокус*, умножен по *увеличението*, т.е. в случая $720 \times 6 = 4320$ mm. Кое е равносилно на използването на далекоглед с диаметър 60 mm и фокус 4.32 m!

ОПРЕДЕЛЯНЕ НА ФОТОГРАФСКОТО ПОЛЕ И ГОЛЕМИНАТА НА ИЗОБРАЖЕНИЕТО

Полето е ъгълът, който обхваща обектива. То се променя с фокуса. Обикнове-

За даден формат на филма, фотографското поле е толкова по-широко, колкото фокусът на обектива е по-къс.

Приложение на списание "Андромеда" "Астрофотография за любители - Бурж, Драгеско, Даржери - 1987 г. *



но, то е толкова по-широко (а изображенията на фотографираните обекти по-малки) колкото фокусът на използвания обектив е по-къс. Затова, вие трябва да направите правилен избор на обектива, или на инструмента, както и на оптичната комбинация, които ще прибавите, според конкретния обект за фотографирание и резултата, който искате да получите.

Представяме ви е накратко областите на приложение на обективите и инструментите, пригодени за астрофотография, според фокусното им разстояние:

А. ГОЛЯМО ЪГЛОВО ПОЛЕ И НОРМАЛЕН ФОКУС ОТ 20 ДО 55 mm. Те могат да се монтират или върху неподвижен фотоапарат или върху фотоапарат, монтиран върху екваториална установка.

НЕПОДВИЖЕН ФОТОАПАРАТ. Поставя се на статив, колона или просто на земята. Фотоапаратът може да е с огледално-рефлексен визьор или не, но задъл-

поле за формат 24x36 (диагонал в градуси)	фокус (в mm)	диаметър на Луна и Слънце върху негатива (в mm)	приложение
<i>широкоъгълно</i> 95°	20	0.18	A
<i>нормално</i> 45°	50	0.45	A,B
<i>телефобективи, авиационни камери, Шмидт-камери</i>			
22°	100	0.88	B,C
8°	300	2.6	C
2° 1/2	1000	8.8	D
<i>телескопи</i>			
2° (полезно 1/2°)	1200	10.6	E
<i>телескопи с увеличение</i>			
1° (полезно 1/2°)	2400	11.2	E,F
12'	12000	112.0	F

Сравнителна таблица между поле и фокус за различни типове обективи и инструменти, използвани в астрофотографията.

жително трябва да има експозиционно време B, за да може да се използва гъвкаво жило с блокировка.

Приложение: За експозиции от 2 до 30 s - съзвездия, съединения, ярки комети, полярни сияния, зодиакална светлина. За експозиции от 5 min до 1 h - звездни трекове, метеори, изкуствени спътници.

ФОТОАПАРАТ, МОНТИРАН НА ЕКВАТОРИАЛНА УСТАНОВКА, упростена, задвижвана ръчно или електрически, или закрепен паралелно към тубуса на инструмент, монтиран екваториално.

Приложение: звездни площадки, Млечен път, ярки комети.

В. ФОКУСИ ОТ 55 ДО 135 mm. Отново ще разгледаме два случая.

НЕПОДВИЖЕН ФОТОАПАРАТ. *Приложение:* съзвездия, фази на затъмнение на Луната или на Слънцето.

ФОТОАПАРАТ, МОНТИРАН НА ЕКВАТОРИАЛНА УСТАНОВКА, упростена, или закрепен паралелно на тубуса на инструмент, монтиран екваториално: комети, малки планети, мъглявини в Млечния път (Щит, Северна Америка), звездни площадки.

С. ТЕЛЕОБЕКТИВИ ОТ 135 ДО 300 mm. Монтират се върху по-прецизно изработена екваториална установка. Към приложенията за предишните фокуси може да се добавят разсеяни звездни купове като Плеядите и двойния куп в Персей.

1 - Астрономически далекоглед: $f/D=12$ до 15, средно поле 1° .

2 - Телескоп тип „Celestron“: $f/D=10$, средно поле 1° .

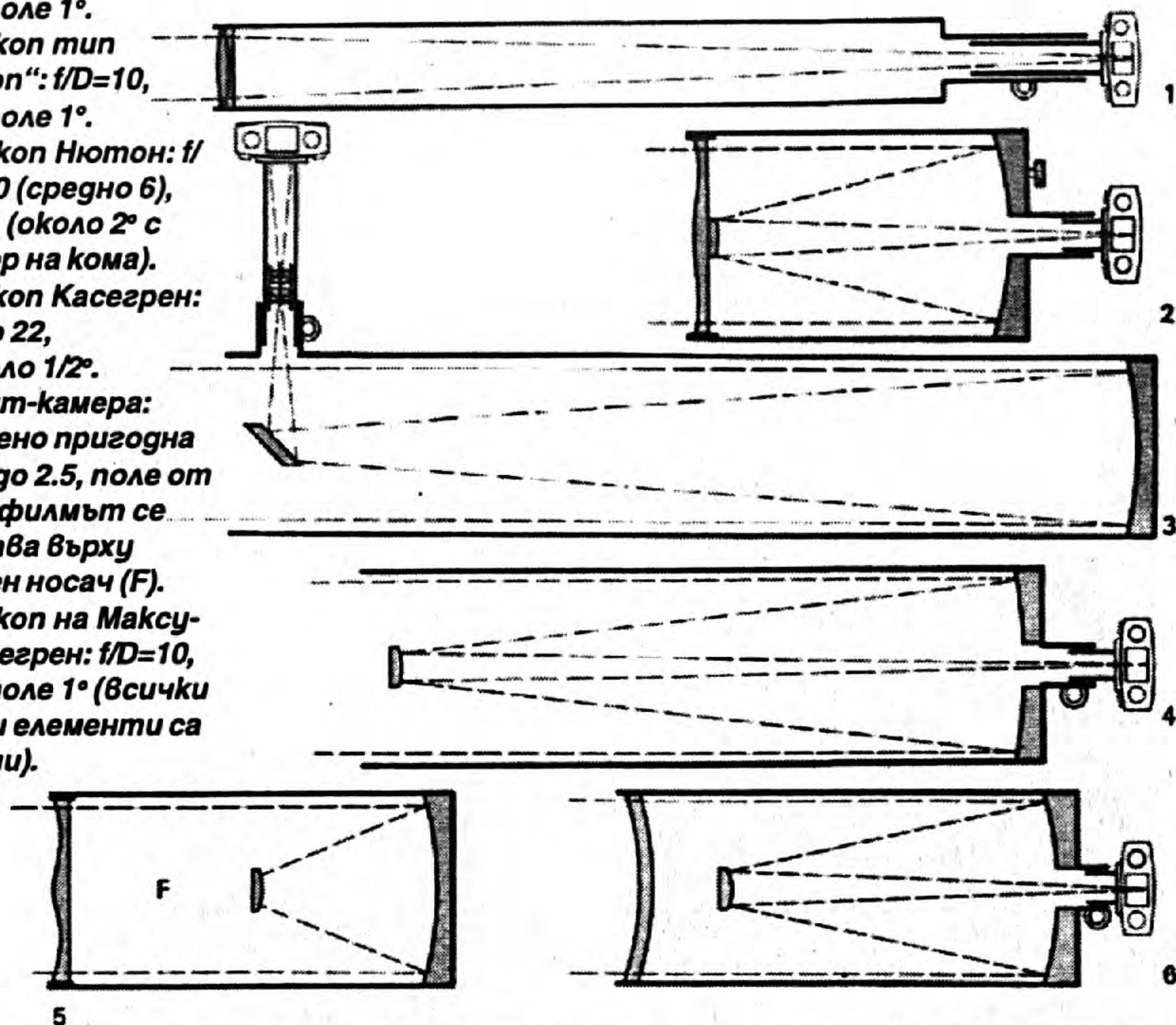
3 - Телескоп Нютон: $f/D=3$ до 10 (средно 6), поле $1/2^\circ$ (около 2° с коректор на кома).

4 - Телескоп Касегрен: $f/D=20$ до 22, поле около $1/2^\circ$.

5 - Шмидт-камера: обикновено пригодна за $f/D=2$ до 2.5, поле от 5 до 20° , филмът се премества върху сферичен носач (F).

6 - Телескоп на Максудов-Касегрен: $f/D=10$, средно поле 1° (всички оптични елементи са сферични).

Инструменти, използвани в астрофотографията.



В тези фокуси влизат и авиационни камери като Aero-Ektar с $f/D=2.5$ или портретни обективи като Tessar с $f/D=4.5$, използващи плаки или план филми 9×12 , които са интересни за търсене на комети или нови звезди.

Д. ФОКУСИ ОТ 300 ДО 1000 mm. Използват се стандартни телеобективи или обективи от авиационни камери, монтирани върху прецизна екваториална установка. Освен вече изброените обекти, подходящи са и звездни купове, някои мъглявини (Орион) и галактики (M31 в Андромеда), окултации от Луната на ярки звезди или Плеядите.

В тези фокуси влизат също и любителските камери на Шмидт и Максудов.

Тези камери, според замисъла и светлосилата си ($f/D=1$ до 3) са особено подходящи за фотографиране на дифузни и тъмни мъглявини. Обикновено, полето им е от 6 до 20° .

Е. ФОКУСИ ОТ 1000 ДО 2400 mm. Ще разгледаме телескопите с диаметър от 150 до 400 mm, които имат много широко поле на приложение, когато екваториалната им установка е много стабилна и прецизна. С поставянето на камера от фотоапарат без обектив в първичния фокус на телескопа биха могли да се фотографират освен изброените обекти: лунните фази и пепелявото светене на Луната, звездни окултации от Луната, общият вид на четирите главни спътника на Юпитер, спътниците на планетите, някои двойни звезди и комети, многобройни звездни купове, планетарни и дифузни мъглявини, галактики.

Обективите се дефинират според формата, за който са предназначени. Например, фокусно разстояние от 135 mm е нормален обектив за формат 9x12, но за формат 24x36 вече е телеобектив.

Тиражът на един нормален обектив е от порядъка на фокуса му. Но телеобектив, използван като далекосгледа на Галилей, има много по-къс тираж от реалния си фокус.

Е. ДОБАВЯНЕ НА УВЕЛИЧИТЕЛНА СИСТЕМА. Възможно е да се фотографира детайлно повърхността на Луната, Слънцето и планетите. Ще споменем Celestron, съчетаващ възможности и за визуално наблюдение и за фотографиране. Моделът с диаметър 200 mm има фокус 2 m, което отговаря на случая Е в нашата таблица. Но временното добавяне на оптичен редуктор на фокуса, може да сведе този фокус до 1.15 m ($f/D=5.6$), което дава възможност инструментът да се използва и за звездни фотографии (D).

което отговаря на случая Е в нашата таблица. Но временното добавяне на оптичен редуктор на фокуса, може да сведе този фокус до 1.15 m ($f/D=5.6$), което дава възможност инструментът да се използва и за звездни фотографии (D).

РАЗДЕЛИТЕЛНА СПОСОБНОСТ НА АСТРОНОМИЧЕСКИЯ ИНСТРУМЕНТ

Това е способността на един обектив или огледало с даден *диаметър* да раздели две много близки една до друга точки, които иначе изглеждат сляти. Разделителната способност е едно ограничение, наложено от поведението на светлината, преминаваща през обектив или отразяваща се от огледало. Всъщност, светлинният сноп се „размазва“ в т.н. *петно на дифракцията*.

Разделителната способност се увеличава с диаметъра на обектива или огледалото.

Разделителната способност = $12/D$.

Тази разделителна способност е теоретична и е валидна само за идеална оптика и за много контрастни обекти.

РАЗДЕЛИТЕЛНА СПОСОБНОСТ НА ФИЛМИТЕ

Разделителната способност на един филм е възможността му да направи различни две много близки точки или паралелни линии, които иначе изглеждат сляти. Разделителната способност на филмите обикновено е между 25 микрона (1 микрон = $1/1000$ mm), т.е. 40 линии на милиметър за силно светлочувствителен филм и 2 микрона, т.е. 500 линии на милиметър за слабо светлочувствителен филм с висока разделителна способност. Все пак, това определение е много теоретично. Разделителната способност на едно 20 cm огледало е около $\lambda/10$ (λ е дължината

на вълната на жълтата светлина), което е многократно по-висока стойност в сравнение с тази на един силно светлочувствителен филм. Ъгловата разделителна способност на телескоп с $f/D=6$, която е $0.6''$ върху небето, би трябвало да се регистрира върху светлочувствителната повърхност върху точка от 4 микрона (линейна разделителна способност)! Но дори модерните силно светлочувствителни повърхности не могат да достигнат такъв финес - те улавят само 15 до 25 микрона, което е 40 до 60 линии на милиметър.

Все пак, съществуват плаки и филми с изключително слабо светлочувствителни емулсии, които биха могли да разделят дори 2000 линии на милиметър (0.5 микрона). Но за съжаление, това предимство може да се изяви само, ако след това изображенията се увеличат с микроскоп. Освен това, твърде удълженото време за експозиция, което би трябвало да се приложи, е несъвместимо с турбуленцията,

тъй като тези филми са изключително слабо чувствителни.

Знаем, че разделителната способност на използваните най-светлочувствителни филми е 25 микрона (40 линии на милиметър), а тази на използвания телескоп - 4 микрона.

Очевидно е, че за да регистрираме детайли с тези размери без да губим от предимството в разделителната способност на огледалото, ние би трябвало да увеличим изображението на Луната или планетата поне 6 пъти, за да се доближим до разделителната способност на филма, т.е. трябва да получим резултантен относителен отвор $f/D=36$.

И така, става въпрос да се намери компромисът, осигуряващ оптималното увеличение - не много голямо, за да не се удължава много времето за експозиция, но достатъчно, за да не се появят трудности, породени от зърнистостта на филма.

Практически съображения карат повечето астрономи да увеличават планетните изображения, особено при самото снимане, за да получат колкото е възможно по-детайлни изображения, така че след това те да се изявят с много голямо увеличение при копирането им върху хартия.

Основно, за телескопи от типа Нютон, използваните относителни резултантни отвори са между 40 и 90 (средно 65) със средно увеличение 10.

За телескопи от типа Касегрен това увеличение на изображението трябва да е между 3 и 4, тъй като техния относителен отвор обикновено е между 15 и 20. (Ще отбележим, че някои астрофотографи достигат до относителни отвори 120 и повече!)

Поле в градуси за формат 24x36.

фокус	диагонал	хоризонтален ъгъл	вертикален ъгъл
28 mm	74°	64°	45°
35 mm	62°	53°	37°
50 mm	46°	39°	26°
105 mm	23°20'	19°30'	13°
135 mm	18°	15°	10°
200 mm	12°20'	10°20'	6°50'
300 mm	8°10'	6°50'	4°30'
400 mm	6°10'	5°10'	3°30'
600 mm	4°10'	3°30'	2°20'
800 mm	3°	2°30'	1°40'
1200 mm	2°	1°40'	1°10'

ЧИСТО ПОЛЕ НА ТЕЛЕСКОПИТЕ. Но така важните иначе увеличения довеждат до нежелано намаляване на полезното поле на телескопа. Всъщност, това няма значение, тъй като и без това максималното използвано поле винаги е много ограничено от аберациите (кома и астигматизъм).

Таблицата (по Сидуик) дава в милиметри идеалното чисто поле на телескопичното изображение. На практика, може да се приеме, че използваното поле в същ-

Теоретично чисто поле

отношение f/D	3	5	7	9	11	13	15
поле (mm)	0.7	2.6	8	14	25	45	75

ност е по-широко (ако го нямаше изискването на теоретичната разделителна способност).

Следващата таблица (според Сидуик) дава в дъгови минути използваемото поле за различни отвори.

Използваемо чисто поле.

отношение f/D	диаметър в mm			
	150	220	300	400
3	41'	28'	21'	17'
5	63'	44'	34'	27'
7	82'	58'	44'	36'
9	110'	80'	64'	52'

* Стойностите изразяват полето в дъгови минути.

същия обект, гледан с просто око. Например, с просто око Луната има видим диаметър по-малък от $1/2^\circ$. В оптичен инструмент, увеличаващ 20 пъти, видимият диаметър на Луната ще съответства на 20 поставени един до друг видими лунни диаметъра, гледани с просто око.

Във фотографията не може да се приложи терминът увеличение. Но увеличението на изображението може да бъде определено и измерено.

Ъглово поле в градуси

фокус на обектива (в mm)	за формат на фотоапарат			
	6x9	9x12	13x18	18x24
105	55°	71°	95°	-
200	30°	41°	57°	-
300	24°	28°	40°	53°
500	13°	17°	25°	32°
750	9°.5	12°.5	17°.5	25°
1000	6°	7°.5	10°	13°

Слънцето е около 1 ст за 1 m фокус). Ако се добави проектор (леца на Барлоу или окуляр), получава се по-голямо или по-малко увеличение на първичното изображение (според фокуса на проекционната система), но равно на тиража (разстоянието между проектора и равнината на филма).

В практиката може да се приеме, че един 300 mm телескоп с $f/D=5$ позволява съвсем точно да се фотографира изцяло диска на Луната (диаметърът на Луната е 32 дъгови минути).

УВЕЛИЧЕНИЕ. Това е отношението, което съществува между видимия диаметър на един обект или звезда, гледан през инструмент и видимия диаметър на

УВЕЛИЧЕНИЕ НА ИЗОБРАЖЕНИЕТО. Астрономическо или фотографско огледало, или обектив създават върху фокалната равнина (в първичния фокус) изображение на планетните, чийто диаметър зависи от фокуса (диаметърът на изображението на Луната и

Например: диаметърът на диска на Юпитер е средно 0.3 mm за 1200 mm фокус. Използването на 10-кратно увеличение на фокуса означава, че използваният проектор формира изображение от $0.3 \times 10 = 3$ mm във фокалната равнина на системата, т.е. работи се с *резултантен фокус* от 12000 mm.

Разделителна способност за различни диаметри

диаметър на обектива или на огледалото (в mm)	на 1 km (в mm)	на 384000km (разстоянието до Луната) (в m)	(в дъгови секунди)
60	8	3900	2
100	6	2500	1.2
210	3	1200	0.6
310	2	800	0.4
410	1.5	600	0.3
510	1.2	500	0.2

„ПРОЕКТОР“. Това е оптична система, която се добавя към астрономическия инструмент в близост до фокалната равнина, за да се увеличи първичното фокално изображение. В следващите страници са описани различни проектори - те могат да бъдат окуляр, леща на Барлоу, окуляр заедно с обектив на фотоапарат, обектив на камера или фотоапарат.

УВЕЛИЧИТЕЛНИ („ПРОЕКЦИОННИ“) СИСТЕМИ, ИЗПОЛЗВАНИ В АСТРОФОТОГРАФИЯТА

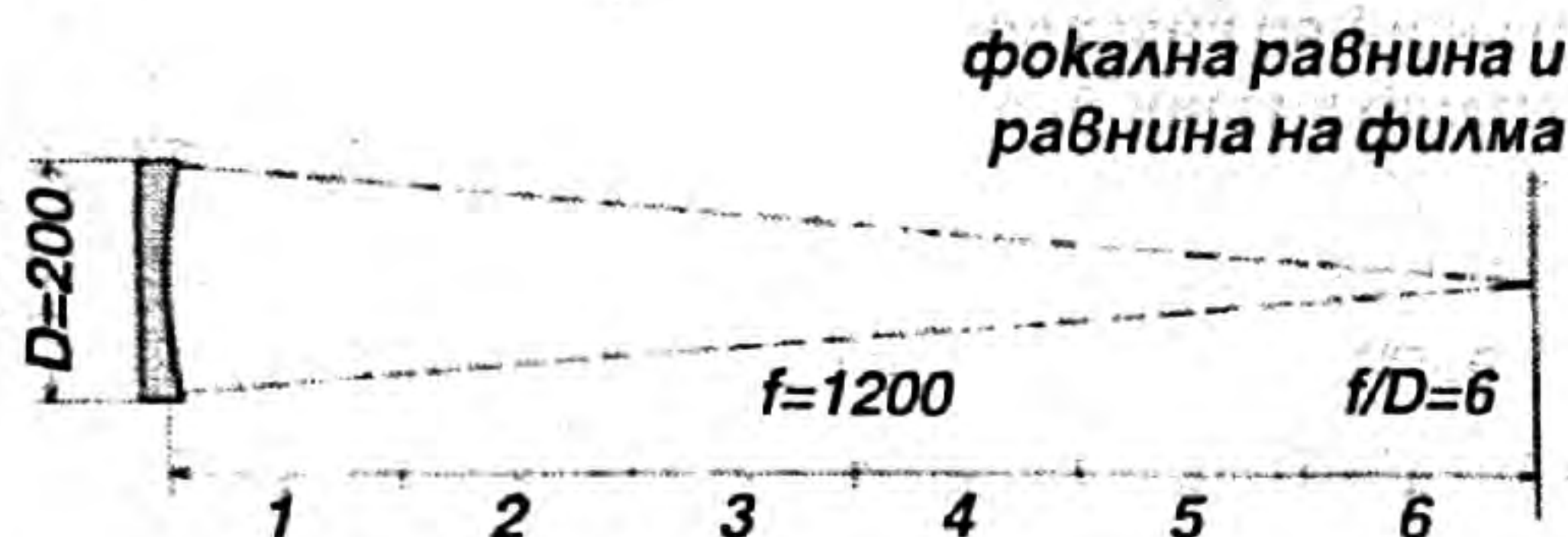
И така, фотографирането на някои светили като Луната и планетите, изисква увеличение на фокалното изображение, съответстващо на филма. Всъщност, диаметърът на това изображение, получено в началния (първичния) фокус на далекоглед или телескоп, е много малък. За щастие, повечето оптични комбинации помагат на любителя да увеличава полезния фокус на инструмента, без да се променят характеристиките на първичната оптика. По този начин се увеличава диаметърът на изображенията за фотографиране. В зависимост от използваната допълнителна оптика, операторът трябва да избере подходящо *увеличение на изображението*, свързано с удължаването на фокуса (*резултантния фокус*). Но това намалява *относителния отвор*, а оттам - удължава времето за експозиция, което трябва да е максимално, за да не се проявят ефектите на турбуленцията.

Следващите оптични комбинации са дадени схематично за телескоп, но могат лесно да се приложат и за далекоглед.

ИЗПОЛЗВАНЕ НА ПЪРВИЧНИЯ ФОКУС НА ТЕЛЕСКОП (ИЛИ ДАЛЕКОГЛЕД). Това е изходната точка на всички варианти за увеличаване на изображението.

ПРИМЕР: $f=1200$ mm, $D=200$ mm.

УВЕЛИЧЕНИЕ. Първичното изображение е в основата на изчисленията за увеличения, получени от вторичните оптични системи, описани по-нататък.



Използване на първичния фокус на телескопа.

описани по-нататък.

В първичния фокус препоръчителното увеличение е около 1.

ПОЛЕЗЕН ОТВОР. Дава се с формулата f/D ,

т.е. за нашия случай $f/D=1200/200=6$,

като се казва, че телескопът има относителен отвор (светлосила) $f/D=6$.

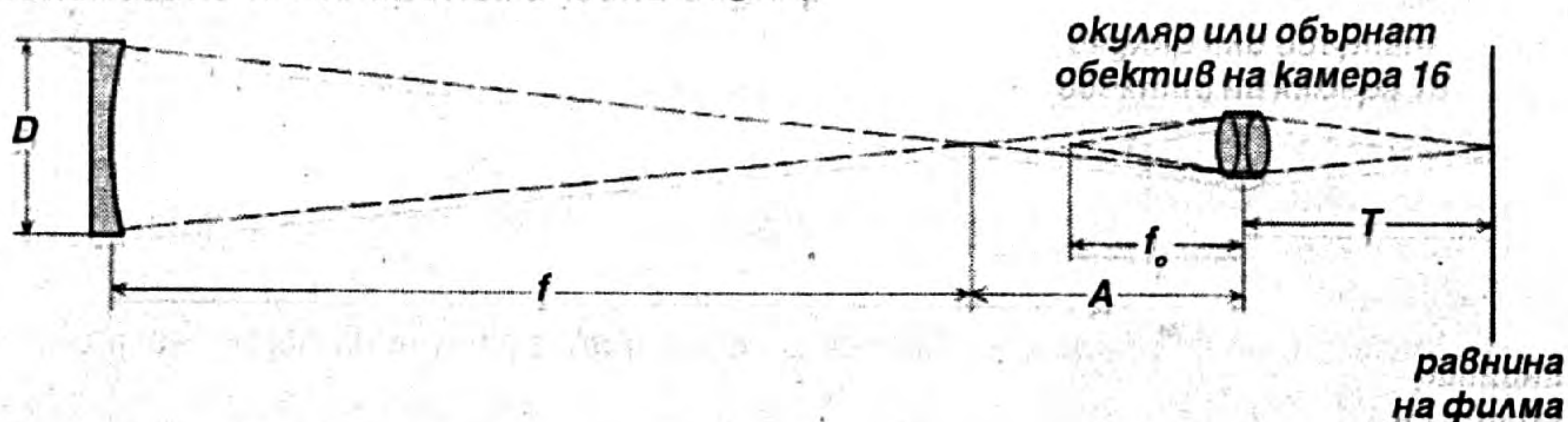
РЕЗУЛТАНТЕН ФОКУС. Равен е на първичния фокус на огледалото, като за нашия случай е 1200 mm.

ИЗПОЛЗВАНЕ НА АСТРОНОМИЧЕСКИ ОКУЛЯР

ПРИМЕР: $f=1200$ mm, $D=200$ mm, окуляр с 12 mm фокус

f = първичен фокус

Използване на астрономически окуляр



D = диаметър на първичната оптика

T = тираж (разстояние от окуляра до равнината на филма за приетото увеличение)

A = разстояние от окуляра до фокалната равнина

f_o = фокус на окуляра

G = увеличение

Знае се, че:

$$1/f_o = 1/A + 1/T$$

и ако в първо приближение окулярът може да се приеме за тънка леща, тогава:

$$1/A = 1/f_o - 1/T$$

Умножавайки по T :

$$T/A = T/f_o - 1,$$

но по дефиниция $T/A = G$ (увеличението),

откъдето $G = T/f_o - 1$

$$\text{и } T = f_o(G + 1)$$

Системата Телескоп + окуляр има резултантно отношение f/D :

$$(f/D)_{\text{резулт.}} = (f/D)_{\text{първ.огледало}} \times (T/A)$$

УВЕЛИЧЕНИЕ. Ако искате да получите увеличение 10 пъти, тогава $T = 12 \times (10 + 1) = 12 \times 11$ или около 130 mm. За увеличение от 10 пъти, равнината на филма би трябвало да се постави на 130 mm от окуляра.

РЕЗУЛТАНТЕН ФОКУС. Искате да получите фокус от 15000 mm. Тогава увеличението ще бъде отношението на фокусите,

$$\text{т.е. } 15000/1200 = 12.5,$$

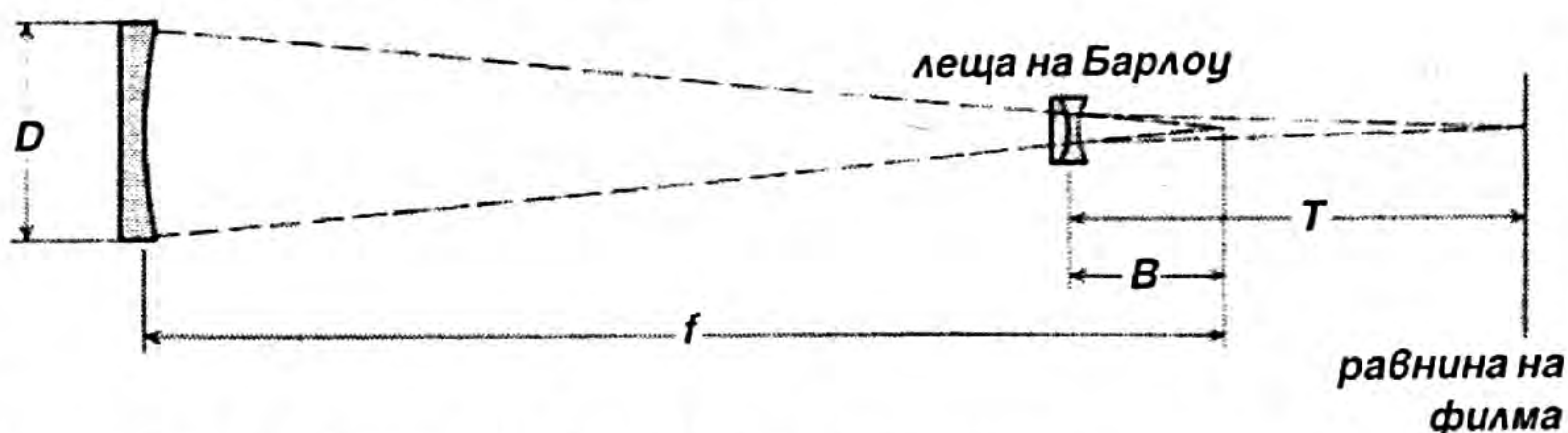
$$\text{или } T = 12 \times (12.5 + 1) = 162 \text{ mm.}$$

За резултантен фокус 15000 mm трябва да поставим филма на 162 mm от окуляра.

ПОЛЕЗЕН ОТВОР. Равен е на отношението на резултантния фокус към диаметъра на оптиката, като $f/\text{рез.} = 15000/200$, което е 75. Същият резултат бихме получили и с формулата: $(f/D)_{\text{рез.}} = (f/D)_{\text{първ.}} \times G$, или $6 \times 12.5 = 75$.

ИЗПОЛЗВАНЕ НА ЛЕЩА НА БАРЛОУ. Ще припомним, че тя е съставена от две лещи, образуващи ахроматична дивергентна система, чиято роля е да увеличава първичното изображение на телескоп или далекоглед. По принцип, лещите на Барлоу се изчисляват за определено увеличение - 2х или 3х. Леща на Барлоу с

Използване на леща на Барлоу



увеличение 3х може да получи и 5х, без голямо влошаване.

ПРИМЕР: $f=1200$, $D=200$,

f = първичен фокус

D = полезен диаметър

T = тираж

B = разстояние от лещата на Барлоу до фокалната равнина на първичната оптика

Имаме формулата:

$$f_{\text{рез}} = (f \times T) / (D \times B)$$

Знае се, че:

$$(f/D)_{\text{рез.}} = (f/D)_{\text{първ.}} \times G$$

(G = увеличение, получено от лещата на Барлоу) като:

$$(f/D) \times G = (f/D) \times (T/B),$$

$$\text{като: } G = T/B$$

Всъщност, разстоянието B е трудно за измерване. Затова, ако се знае фокусното разстояние на лещата на Барлоу, използва се формулата, която следва от приложената в предишния случай (окуляр):

$$G = (T/f_0) - 1, \quad (f_0 = \text{фокус на лещата на Барлоу}).$$

УВЕЛИЧЕНИЕ. Ако искате увеличение от 4 пъти (безсмислено е да се опитвате да прилагате увеличение над 5 пъти с леща на Барлоу, изчислена за 3 пъти), то $4 = T/B$. Получава се таблицата:

$$T = 40 \quad 44 \quad 48 \quad 52 \quad 56 \quad 60 \quad 64 \quad 68 \quad \dots$$

$$B = 10 \quad 11 \quad 12 \quad 13 \quad 14 \quad 15 \quad 16 \quad 17 \quad \dots$$

където стойностите на B са дадени в mm в зависимост от T за увеличение от 4 пъти.

Ако знаете фокуса на лещата на Барлоу (случая на Барлоу-Клаве: 2х и 3х), ще получите следващата таблица. В този случай, когато T е определено, остава да се извърши фокусирането, като се променя B с помощта на зъбчатото колело на окулярния носач.

РЕЗУЛТАНТЕН ФОКУС. За фокус от 4000 mm, например, ще имате едно увеличение от $4000/1200$, което е около 3.5 пъти. Така се връщаме към предната ситуация - вижда се, че отношението T/B ще даде следната таблица:

$$35 \quad 38.5 \quad 42 \quad 45.5 \quad 49 \quad \dots$$

$$10 \quad 11 \quad 12 \quad 13 \quad 14 \quad \dots$$

В случая, когато се знае фокуса на Барлоу, увеличението се определя от таблицата (в нашия случай увеличението е 3.5 пъти, а T е около 170 mm).

ПОЛЕЗЕН ОТВОР. Използва се формулата $f/\text{полезно} = f/\text{първ.} \times G$, като за едно увеличение от 3.5 ще имаме $f/ = 6 \times 3.5$, което е 21.

ИЗПОЛЗВАНЕ НА ОКУЛЯР И ФОТОГРАФСКИ ОБЕКТИВ. В този монтаж, фотографският обектив е поставен на безкрайност, тъй като получава паралелни лъчи от окуляра - инструментът се фокусира както при директно наблюдение, т.е. в афокална система.

ПРИМЕР: $f=1200$ mm, $D=200$ mm, $f_a=50$ mm, да се определи f_o .

Използваната формула ще е:

$$f/D_{\text{рез.}} = (f \times f_a) / (D \times f_o)$$

f = първичен фокус

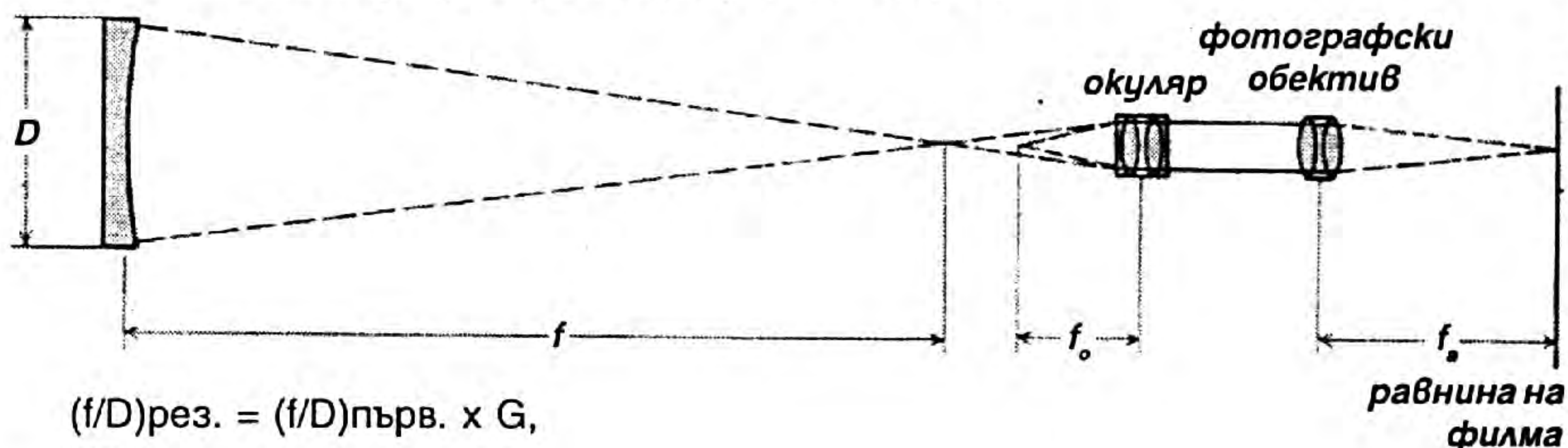
D = полезен диаметър

f_a = фокус на фотографския обектив

f_o = фокус на окуляра

Вече се знае, че:

Използване на окуляр и фотографски обектив



$$(f/D)_{\text{рез.}} = (f/D)_{\text{първ.}} \times G,$$

като

$$(f/D) \times G = (f/D) \times (f_a/f_o),$$

което при упростиране дава

$$G = f_a/f_o.$$

УВЕЛИЧЕНИЕ. Ако искате да получите увеличение 8 пъти:

$$G = f_a/f_o, \text{ т.е. } 8 = 50/f_o,$$

което дава $f_o = 50/8 = 6.25$.

В случая на нашия пример ще трябва да се използва 6 mm окуляр.

РЕЗУЛТАНТЕН ФОКУС. Ако искате да получите фокус от 20000 mm, то

$T = f_o (G-1)$	увеличение =			
	2	3	4	5
T (Барлоу x2, $f_b=113$ mm)	113	226	339	452
T (Барлоу x3, $f_b=225$ mm)	225	450	675	(900)

$$G = 20000/1200 = 16.6$$

$$G = f_a/f_o, \text{ т.е. } 16.6 = 50/16.6 = 3.01.$$

Всъщност, ще ви трябва 3 mm окуляр, което е практически неприложимо. За предпочитане е в този случай да използвате телеобектив. Ако повторим изчисленията за един 135 mm обектив, например, ще имаме:

$$f_o = 135/16.6 \text{ което е } 8.13.$$

Всъщност, в тези условия ще трябва да използвате 8 mm окуляр.

ПОЛЕЗЕН ОТВОР. $f/\text{рез.} = f/\text{първ.} \times G$, като в случай на увеличение от 8 пъти ще имате $f/\text{рез.} = 6 \times 8 = 48$.

ЗАБЕЛЕЖКА. В случай на монтаж, изпълнен с окуляр и фотографски обектив, разстоянието между окуляра и обектива не се променя, поради което то трябва да е максимално намалено.

ПРАКТИЧЕСКИ РЕАЛНОСТИ. Ще разгледаме случаите на увеличение под и над 6 пъти.

Случай на увеличение по-малко от 6 пъти. С фотографски обектив, окулярът работи добре, но трябва да е с къс фокус, чието качество често е средно. За предпочитане е да използвате телеобектив.

Случай на увеличение по-голямо от 6 пъти. Без фотографски обектив, за относително големи тиражи, окулярът изпраща квази паралелни лъчи, като в тези условия работи почти отлично.

В РЕЗЮМЕ, по-добре е да се използва фотографски обектив за увеличения под 6 пъти и само окуляр за по-големи увеличения, или обърнат 16 mm кинообектив.

Тази граница от 6 пъти е приблизителна и е валидна за ортоскопични окуляри и окуляри от типа Пльозл. (Окуляри от типа Хюйгенс не са препоръчителни в астрофотографията.)

Във всеки случай, за дадено увеличение винаги е за предпочитане да се използва възможно по-голям тираж с окуляр със среден фокус (от 8 до 12 mm).

УДВОИТЕЛИ И УТРОИТЕЛИ НА ФОКУСА. Тези оптични допълнения, предназначени да бъдат прикачени към класически фотографски обективи, играят същата роля, както и лещата на Барлоу. Така, без да се променя разстоянието до фокусираното изображение, към обектив с 50 mm фокус се добавя удвоител и фокусът му става 100 mm, а с утроител - 150 mm. Но трябва да се отчита един много важен детайл - светлосилата. Всъщност, светлосилата на един 50 mm обектив, отворен на бленда 2.8 например, намалява на 5.6 с удвоител и на 8.4 с утроител. Освен това, използването на удвоител намалява разделителната способност. (Според теорията на дифракцията, разделителната способност директно е пропорционална на относителния отвор. Но дори, ако обективът и удвоителят са идеално съгласувани, разделителната способност на системата намалява до 50% от началната!... Тук става въпрос за едно наистина съществено съгласуване, за което никога не се говори в книгите по обща фотография!) Удвоителите и утроителите са интересни за астрофотографията, тъй като крайният оптичен тираж е много по-къс, отколкото с лещата на Барлоу. (Удвоителите и утроителите са оправдани единствено в астрофотографията, където ъгловата разделителна способност е съществена.)

Все пак, в някои случаи (и ако имате финансова възможност), за предпочитане е да разполагате с телеобектив, чийто максимален отвор е например 4, вместо с утроител, който ще ви задължава да експонирате 8 пъти по-дълго време, поради загуба на светлосила.

II. ПРАКТИКА НА АСТРОФОТОГРАФИЯТА

39

АТМОСФЕРНИТЕ УСЛОВИЯ И ТЯХНАТА ЗНАЧИМОСТ

Те определят до голяма степен качеството на фотографския резултат. Няма да се спираме на условията, които изцяло пречат дори на визуалните наблюдения, като дъжда, облаците, мъглата. Ще прескочим също и временните влошавания, настъпили по време на наблюденията, които могат да ни попречат, съзнавайки че цялото изкуство на астронома - както на професионалиста, така и на любителя - се състои в умението му да „долови“ посредством няколко критерия кога атмосферните условия са подходящи за качествено фотографиране.

ПАРАЗИТНИТЕ СВЕТЛИНИ. Ние не винаги сме господари на тези прояви на цивилизацията. Често сме принудени да сменяме мястото на наблюдението, което не винаги е възможно, особено ако инструменталната установка е голяма. Фотографирането на Луната и планетите се приспособява към не много съществени паразитни светлини - добри снимки се получават дори в големия град. Обратно, фотографирането на зодиакалната светлина или на Млечния път не търпи никаква изкуствена светлина. За звездните снимки и за всички фотографии с дълги експозиции от съществено значение е качеството на небесния фон.

ВЯТЪРЪТ. Ето един стар неприятел на астрономите. Разбира се, прагът на използване на инструмента е различен за различните установки и само с визуално наблюдение може да се определи дали снимката е възможна или не, в зависимост от типа на обекта, който искаме да снимаме, тъй като експозиционното време е от значение.

ЦИРУСИТЕ. Този тип облачни формирания на голяма височина понякога са трудно забележими и трябва внимателно да се наблюдава, за да се държи сметка за разсейването на светлината в облачната маса и оттам - за лошото качество на фотографиите, които биха се получили през такава вечер.

АТМОСФЕРНОТО ПОГЛЪЩАНЕ. Винаги е за предпочитане да се наблюдава от максимална надморска височина, което позволява на светлинните лъчи, идващи към нас, да пресичат минимум атмосфера. Във всички случаи, атмосферното поглъщане ще е минимално, когато наблюдението става в област, близка до зенита. След 45° височина над хоризонта поглъщането е слабо, но в нормална атмосфера. Когато се наблюдава от 5° до 10° над хоризонта се губят до 3 звездни величини спрямо наблюдение в зенита.

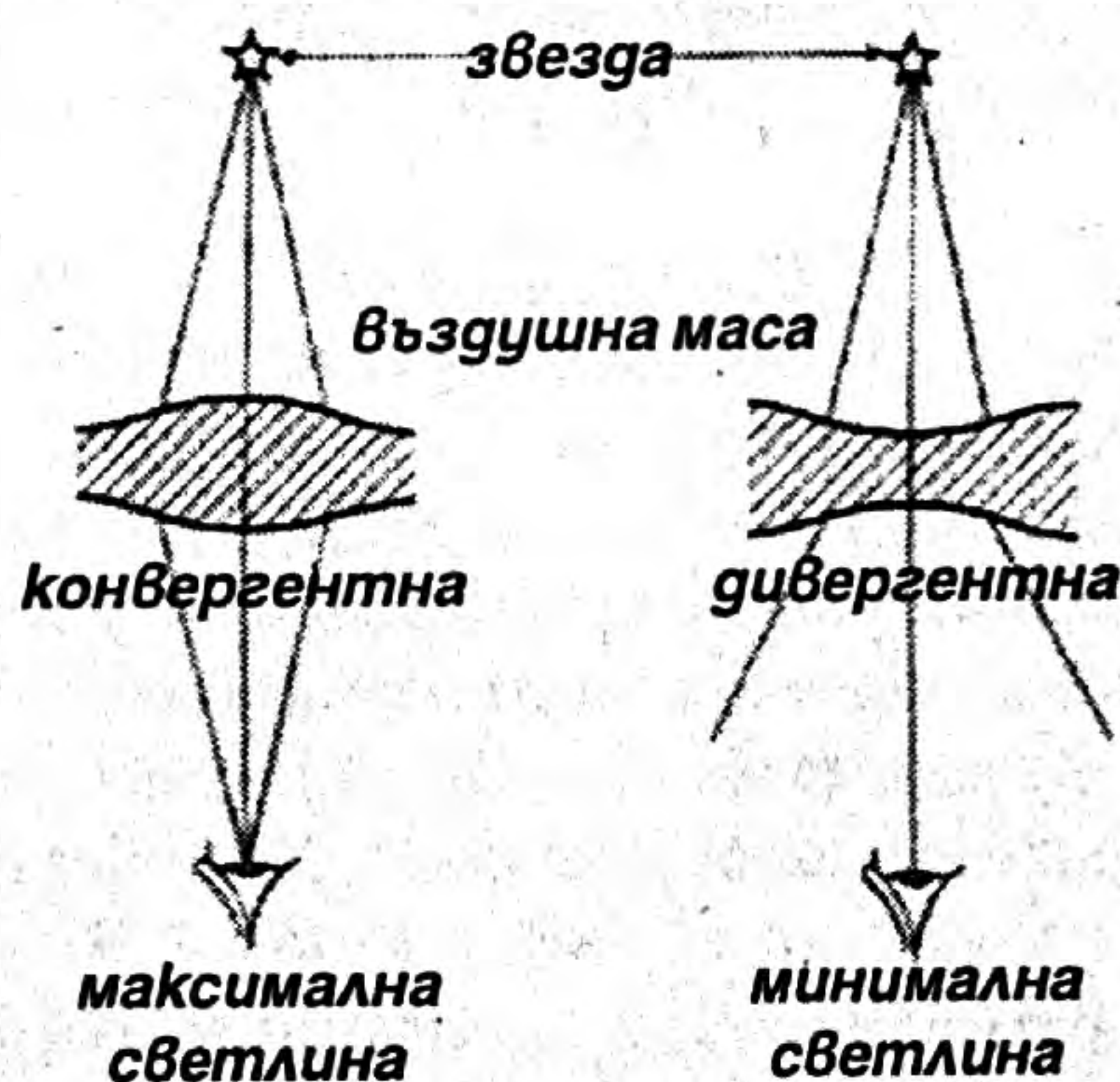
ТУРБУЛЕНЦИЯТА. Във въздуха има зони с различна температура и маси с променлива плътност, които се държат почти като стъклени лещи. Лъчите, идващи от звездата, излизат отново, загубвайки паралелността си и тъй като въздушните маси се държат като събирателни или разсейващи системи, ние получаваме различно осветяване. Тъй като тези въздушни маси са в движение, създава се впечатление, че светлината от звездата се променя - тя премигва. Тези явления зависят от качеството на небето и силно влияят върху изображението на точкови източни-

Приложение на списание "Андромеда" * Астрофотография за любители - Бурж, Драгеско, Даржери - 1987 г. *

ци, като звездите. За планета, разликите в осветеността на единия и другия край на повърхността се компенсират статистически, което обяснява слабото мигане на тези светила. Турбуленцията може да бъде локална поради близостта на някоя нагрята площ (сграда, шосе...), затова би трябвало да се изучава мястото, на което се поставя телескопа, за да има минимално възможни зони от този тип в съседство с мястото на наблюдение.

Едно добро средство за обективното определяне на тази турбуленция е да се наблюдават 4 или 5 звезди от първа звездна величина, намиращи се съответно на 45, 30, 20, 15 и 10° над хоризонта. По съответното мигане на всяка от тях и с малко тренировка, може точно да се определи възможността за получаването на добра снимка през дадената вечер, без да се вади инструмента. Удобно е да се направи шифрована система, с която да се отбелязва степента на турбуленция за всеки кадър.

Турбуленцията е един ограничителен фактор, който възпрепятства фотографията с висока разделителна способност. Някои места са толкова неподходящи, че там никога не биха могли да се получат добри планетни изображения (средна турбуленция от 1.5" до 2"). През деня, там турбуленцията е още по-голяма. И най-добрият инструмент и най-осведоменият оператор не могат да направят нищо срещу лошите изображения.



ВЛИЯНИЕ НА ТУРБУЛЕНЦИЯТА ВЪРХУ ЗВЕЗДНИТЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ. В книгата „Далекоглед и телескопи“, Данжон и Куде са дефинирали един метод, позволяващ да се оцени степента на влошаване на дифракционната картина на една звезда. Освен това, Тексеро в книгата си „Конструиране на любителски телескоп“ (S.A.F., Париж) посочва една степенна скала за оценяване на турбуленцията, номерирана от V до I, като степента V отговаря на идеално изображение, наблюдавано в добри атмосферни условия.

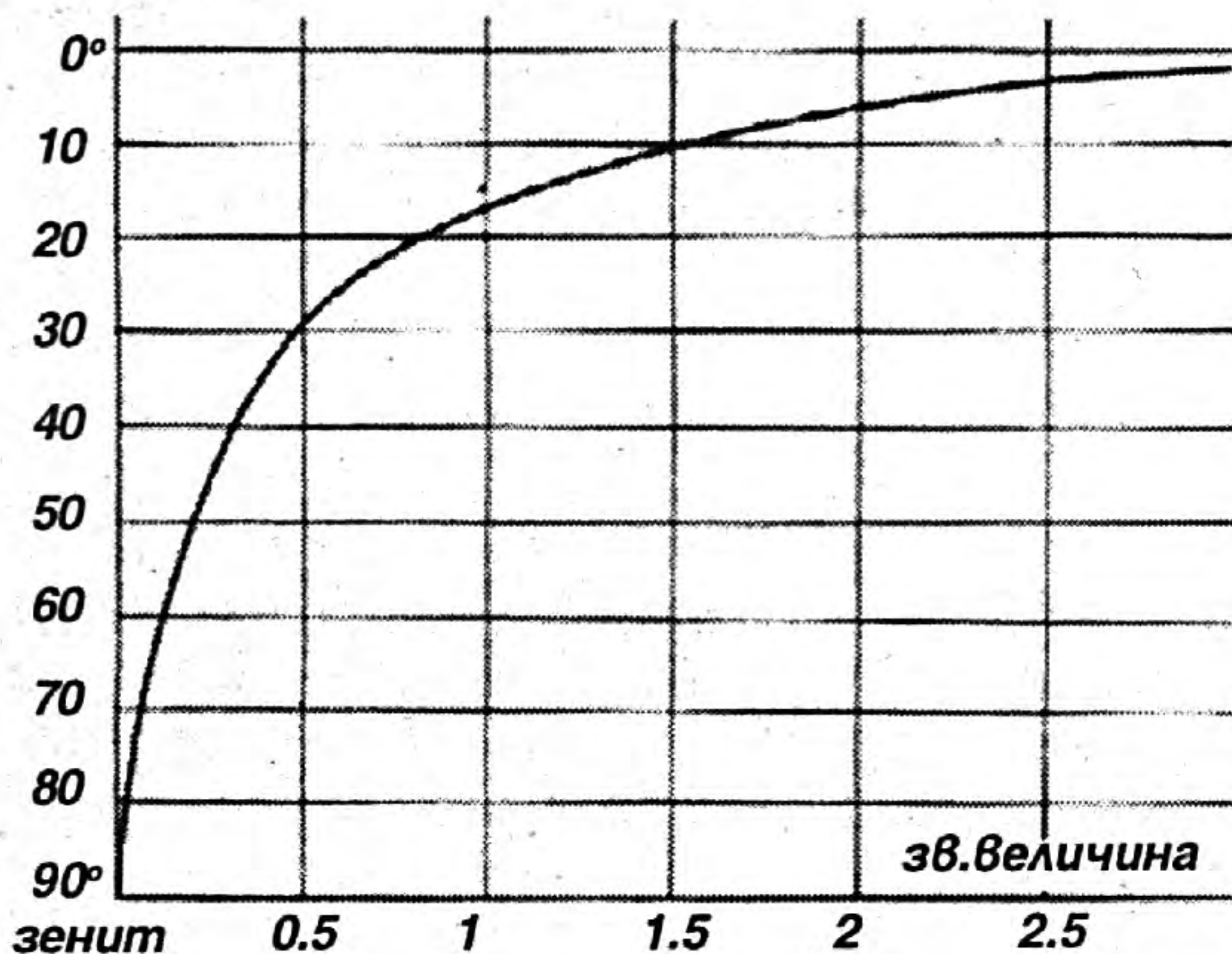
ОЦЕНЯВАНЕ НА СТЕПЕНТА НА ТУРБУЛЕНЦИЯТА в един любителски далекоглед или телескоп - система Нютон.

- $V < 0''25$ идеално и неподвижно изображение
- IV $0''25$ леко едновременно потрепване, бавни вълни, пресичащи пръстените
- III $0''5$ деформации на централния диск, прекъсвания в пръстените
- II $= 1''$ съществен „водовъртеж“ в централния диск, пръстените изчезват или липсват напълно
- I $> 1''5$ изображението „ври“, прилича на планетно

МАРАНЯТА (ТОПЛИННАТА „МЪГЛА“). Това замърсяване на небето е резултат от акумулиране на нечистотии по време на топъл и спокоен период. То закрива почти изцяло хоризонта до около 10°, но влиянието му намалява много бързо с изкачване към зенита, поради малката относителна дебелина на поглъщащия слой.

ВЛАЖНОСТТА. Много често, в началото на нощта, а и около половин час преди изгрева, пада роса. Тази влага, която се кондензира върху оптиката, може да бъде голяма пречка. Добре е за известно време да се прекрати работата или да се работи в достатъчно нисък район на небето, така че с помощта на навес пред тубуса да се предпазва обектива.

хоризонт



Средна загуба на фотографска звездна величина, като функция на височината (в градуси) над хоризонта, при чисто небе на морското ниво. Замърсяванията, дължащи се на мъглата и на прашинките, увеличават в различна степен наклона на тази крива.

ленцията и особено влияе при използването на инструменти с къси фокуси. Обикновено, прозрачността е максимална след кратък проливен дъжд („измиване на небето след буря“).

СЪСТОЯНИЕ НА АТМОСФЕРАТА.

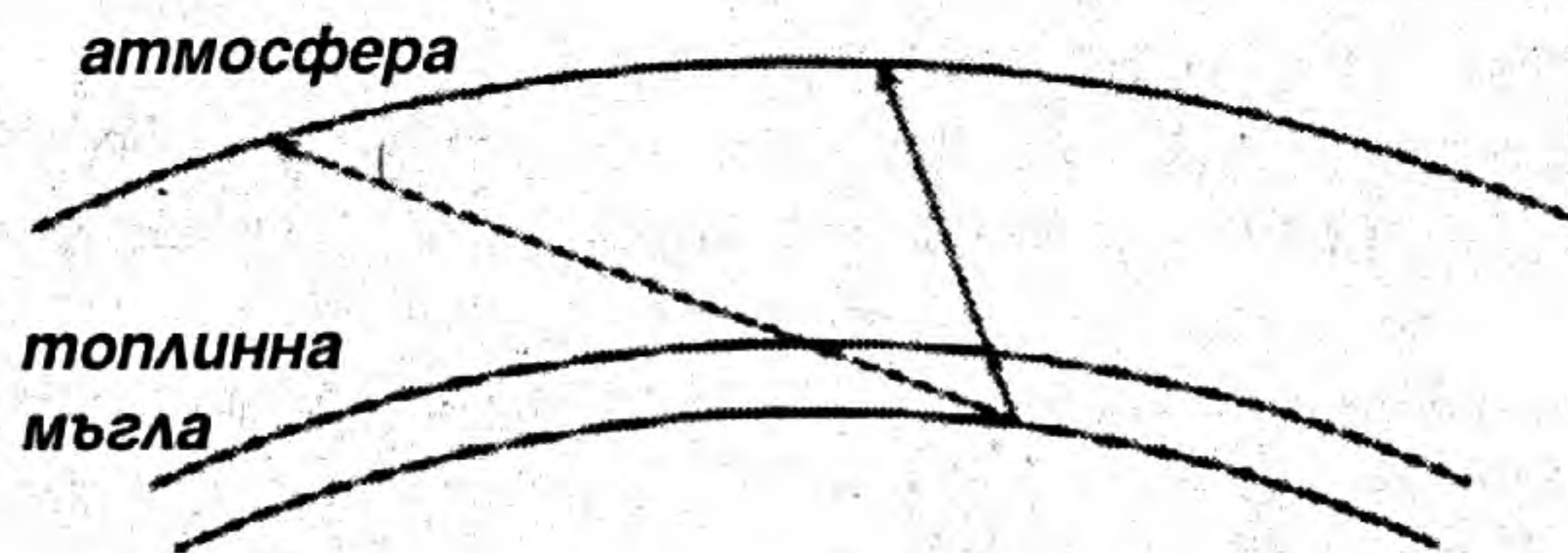
Спектралният състав на излъчената от звездите светлина може да бъде променен от състоянието на атмосферата. На морското ниво, формирането на топлинната маля, мъглата или индустриалния прах могат чувствително да променят фотографските резултати, особено, ако за Луната и планетите изпол-

Ефект от турбуленцията върху дифракционната картина на звезда.



Нормалната влажност също е изключително вредна, поради разрушаването, което много бавно упражнява върху оптичните или металните части. Добре е да се предпазва поне вътрешността на тубуса на телескопа, закрепвайки на отвора му 3 или 4 торбички сол силикагел, които ще абсорбират част от влагата в периодите, когато не се работи с инструмента. (Силикагелът се възстановява с изсушаване върху радиатора).

ПРОЗРАЧНОСТТА. Това понятие е малко субективно, тъй като се определя от визуалната чувствителност на невъоръженото око към блясъка и контраста на звездите. Тя не зависи от турбу-



Направлението на наблюдение е важно, тъй като качеството зависи от марањата и атмосферното поглъщане.

зват цветни филми. Виолетовите, сините и зелените лъчи могат да се поглъщат частично или изцяло от атмосферата, давайки превес на жълтите и оранжевите. Червеникавият цвят на Слънцето при залеза му се дължи точно на атмосферното поглъщане на почти всички лъчи, с изключение на червените, които пресичат по-косо плътните слоеве. Разсеяната жълтеникава светлина, в която се къпят индустриалните градове с интензивно осветяване, правят невъзможно получаването на астрономически снимки, изискващи експозиции от няколко минути. За сметка на това, една мъгла със слаба плътност може да представлява чудесен воал за фотографирание на Слънцето без филтър. Понякога, една слаба мъгла е индикатор за спокойна атмосфера, благоприятна за планетни фотографии.

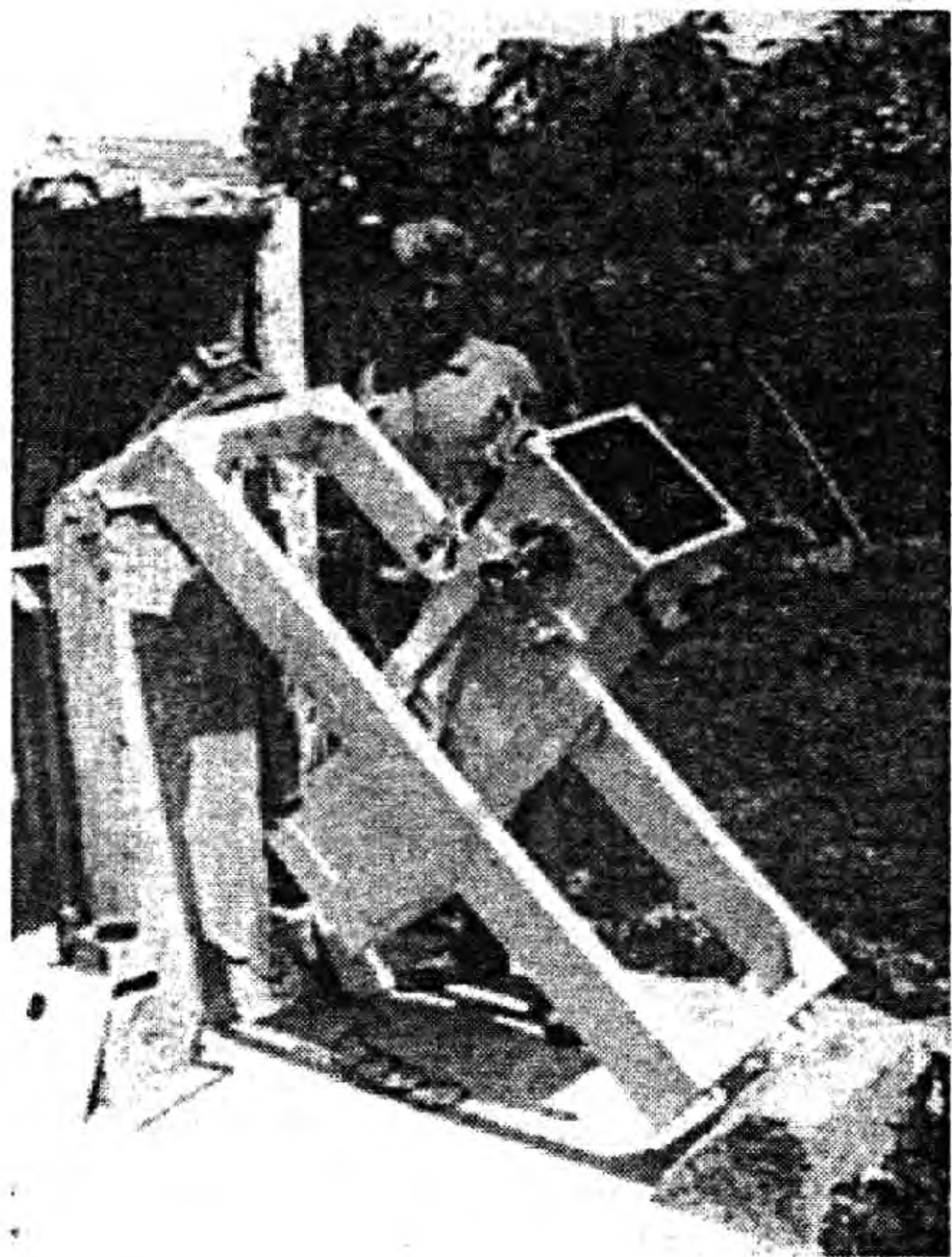
ГЕОГРАФСКОТО МЕСТОПОЛОЖЕНИЕ. То е важно, но няма да попречи на любителите, които не живеят в най-добрите райони!... Разбира се, важен, но недостатъчен критерий е броят на ясните и чисти нощи за местността. Макар морският бряг да е твърде облагодетелстван от силното слънчево греене, там липсват нужните критерии за прозрачност. Необходимо е надморската височина да е поне 600-800 m, за да се излезе над най-плътния слой от нечистотии. Най-добре е, на избраното място да има голям брой ясни нощи със слаба турбуленция. Добри изображения не могат да бъдат получени там, където разликите в денонощните температури са големи или ветровете са силни.

ФОТОГРАФИРАНЕ НА ЛУНА И ПЛАНЕТИ С ВИСОКА РАЗДЕЛИТЕЛНА СПОСОБНОСТ

През последните 30 години, светлочувствителните емулсии се усъвършенстваха до такава степен, че сега планетното фотографирание с висока разделителна способност е напълно във възможностите на любителите, разполагащи с инструменти от 160 до 310 mm и по-големи, монтирани екваториално. Във всеки случай, за онези от вас, които разполагат с екваториално монтирани телескопи, ще обърнем внимание върху факта, че часовото им задвижване трябва да има много по-голяма точност, отколкото е необходимо за визуалните наблюдения. Някои наблюдатели много бързо решават, че имат идеално часово задвижване, само защото наблюдават някоя планета продължително време, без тя да напусне полето на инструмен-

ОСНОВНИ ФАКТОРИ, СВЪРЗАНИ С ФОТОГРАФИРАНЕТО НА ЛУНА И ПЛАНЕТИ С ВИСОКА РАЗДЕЛИТЕЛНА СПОСОБНОСТ:

- стабилност, липса на вибрации и точност в часовото задвижване
- максимална разделителна способност (обектив с голям диаметър и отлично качество)
- избор на филм (равновесие между разделителната способност, светлочувствителността и контраста)
- чисто поле на кадъра (особено в случая за Луната)
- фокусиране (по „въздушно“ изображение)
- грешка от изравняването на фотоапарата с оптичната ос
- време на експозиция (колкото е възможно по-късо)
- филтри
- собствено движение на Луната
- паразитни отражения в тубусите



Прост монтаж, състоящ се в закрепването на фотоапарат без обектив върху неподвижен носач, държащ го по продължение на окуляра, който проектира увеличено изображение. Телескоп с екваториално вилково монтиране на Пиер Бурж ($D=210\text{ mm}$), реализиран по време на стаж, организиран от Френското астрономическо общество.

от любителите! Някои решават този проблем с конструиране на много стабилни екваториални установки на вилково окачване, инсталирани върху фундамент от цокъл или зидария. Най-често срещаният дефект на вилковите монтировки е недостатъчният диаметър на часовата им ос, която трябва да е поне 60 mm за 200 mm телескоп. Често, рамката на дървената вилка е с много тясно сечение, но монтирането на сачмено движение на външната страна на часовата ос не винаги е необходимо. За сметка на това, концепцията за цялостен инструмент е много съществена.

Системата на часовото задвижване играе първостепенна роля. Със зъбчато

та. Но астрономическата фотография изисква експозиционни времена, вариращи от няколко секунди за планетите, до няколко десетки минути за звездните обекти, т.е. точността на задвижването трябва да е от порядъка на няколко микрона! А това е съизмеримо с диаметъра на дифракционното петно.

От друга страна, променливият ток не винаги и не навсякъде е с идеално точен период. Ако е възможно, използвайте генератор на променлива честота, произвеждащ 220V ток (50Hz), захранван с помощта на акумулаторна батерия от 12V.

СТАБИЛНОСТ НА ИНСТРУМЕНТИТЕ И ПРЕЦИЗНОСТ НА ЧАСОВОТО ЗАДВИЖВАНЕ.

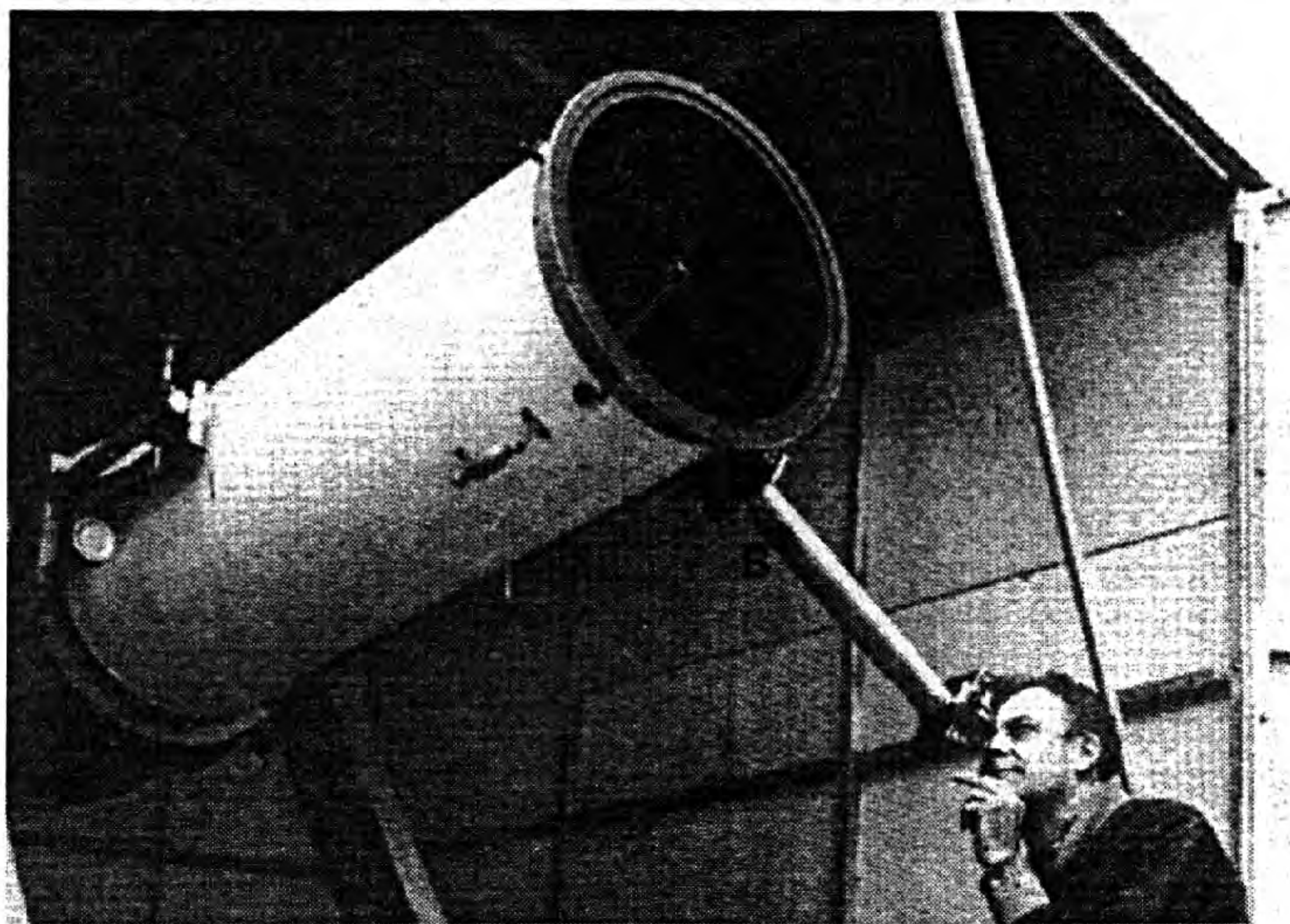
Щом повечето от произвежданите инструменти нямат необходимата за фотографирането на Луната и планетите стабилност, то какво остава за многобройните инструменти, направени

Един тип екваториална установка, доказал преимуществата си - екваториална установка, тип „вилка“ - установка на Силвен.



колело, сачмен лагер или пла- вен сектор, ра- диусът на часо- вата ос трябва да е колкото е възможно по- голям. За пре- поръчване е секторът да е с радиус от 45 до 70 cm - така се намаляват ефектите от не- съвършено произведените редуктори. Както ще уста- новите, ние сме далеч от тези 40 до 80 mm радиус за продаваните по магазините инструменти! От друга стра- на, устройството за фина корекция по ректасцензия трябва да бъде много чувстви- телно и олекотено. Закрепването на екваториалната установка трябва да е много грижливо.

Днес, любителят, който би искал да се посвети на фотографирането с висока разделителна способност, трябва да се насочи към използването на генератор на променлива честота, с който да ускорява и коригира синхронния мотор, задвиж- ващ екваториалната установка. Този процес създава забележителна точност на най-фините движения. Но преди всичко, трябва да се контролира равномерността в хода на часовото задвижване. За тази цел, поставете на телескопа един 6 mm окуляр с мрежест кръст. Центрирайте кръста върху една звезда, като наблюдавате и анализирате евентуалните ѝ отмествания. Идеалното е да успеете строго да след- вате звездата, определяйки на кое положение трябва да се постави индекса на потенциометъра, поставен върху пулта на командването. Обикновено, за задвиж- ването се използва синхронен мотор, свързан с редуктор, чиято зъбчата предавка на изхода прави един оборот за минута. Оста на изхода на редуктора е директно свързана с нишков лост, въртящ сектора на часовата ос. Но, контролът се състои в наблюдаване на центрираната върху кръста звезда и своевременното забелязва- не на всяка неправилност в хода ѝ. Най-тежкият проблем може да бъде периодич- ното отклонение в хода ѝ. Тогава трябва да се опитате да засечете времето на периодичността на отклонението ѝ, за да откриете частта, която го причинява. Да предположим, че сте открили периодична грешка от 1 min, а нишковият лост на



Угължен тубус, свързан с окулярния държател на телескопа, на който е закрепена камера 24x36 mm. Проекционната система (окуляр или леща на Барлоу) е поставена във вътрешността на втори тубус, плъзгащ се в първия. Той се премества по време на фокусирането, чрез въртене на бутона В, който задвижва зъбча- ти релси. Този монтаж не изисква използването на ръчен затъмни- тел. Телескоп D=400 mm, Пиер Бурж.

часовото задвижване прави точно 1 оборот в минута - тогава е ясно, че предавката на този винт е лоша и той трябва да се замени с друг, по-добър. Ако обратно, периодичното отклонение е на 5 или 6 s, то причината за това отклонение е в предпоследната зъбчата предавка на редуктора и се налага да се смени редуктора. Рядко може да се установи по-къса периодичност, която да може да се отстрани посредством един от винтовете за бързо въртене. Това разместване може да се компенсира много бързо, така че ефектът от него да не бъде почувстван.

Трябва да сме наясно, че стабилността на инструмента, точността на часовото задвижване и корекциите имат основно значение. След турбуленцията, заради която трябва настоятелно да се дебат благоприятни условия (понякога няколко секунди), идва качеството на системата за часово водене, от която в голяма степен зависи крайната разделителна способност на една планетна снимка. Знайте, че малко любителски инструменти могат да останат „заковани“ върху някоя планета с точност от 0".6 в продължение на 5-6 s!...

Опитът показва, че не най-сложните инструменти дават най-добрите резултати. Някои подобрения са безсмислени, ако инструментът е лошо замислен по начало. И не е задължително непременно най-запалените по механиката да получават най-добрите снимки. Основното качество на астронома-любител е способността му да различава и свързва същественият условия, което ще му позволи да се доближи до търсените резултати. Много често, най-простите решения са и най-добрите.

ПРЕЦИЗНАТА ЕКВАТОРИАЛНА УСТАНОВКА Е ЗАДЪЛЖИТЕЛНА ЗА ФОТОГРАФИРАНЕ НА ЛУНА И ПЛАНЕТИ С ВИСОКА РАЗДЕЛИТЕЛНА СПОСОБНОСТ. Денонощното видимо движение на небето, причинено от въртенето на Земята, премества Луната и звездите с около 15" за време 1 s, което представлява 0".7 за 1/30 s. Ясно е, че за 210 mm телескоп, чиято разделителна способност е 0".6, експозиционно време над 1/30 s ще осигури рязкост на получените във фокуса на инструмента снимки, дори ако той няма екваториално задвижване. Получаването на звездните изображения във вид на чертички е слабо забележим ефект при късите фокуси, но при дългите фокуси той става непоносим. За 1 m фокус, отместването на изображението е 0.08 mm за време 1 s, което е 1/120 от диаметъра на Луната (при фокус 1 m диаметърът на Луната е около 1 cm). Но при 2 m фокус отместването става 0.16 mm за секунда, а при 12 m фокус достига почти 1 mm!

ФОКУСИРАНЕ И ВИЗЬОРНИ СИСТЕМИ. Визьорът на някои фотоапарати 24x36 обръща изображението на 90°, което прави кадрирането и фокусирането по-лесно, отколкото с фиксирана призма. Фокусирането на планетното изображение е трудно, тъй като то често е със слаб контраст. В астрономическата фотография, визьор, който има клин или микропризма за фокусиране трябва да се сваля и да се замени с обикновено матово стъкло, което е прозрачно в центъра си (за фокусиране по „въздушно“ изображение) или с прозрачно стъкло с гравирани в центъра кръст. В полето на матовото стъкло е необходимо да има мрежест кръст, както и леща, за предпочитане ахроматична, увеличаваща поне 5 пъти.

Ако матовото стъкло не е прозрачно в центъра си, то би могло да се направи такова с кръгла пластинка (от микроскоп) с 12 mm диаметър. Извадете визьора и очертайте върху матовата повърхност на пластинката кръг с 12 mm диаметър. С

твърд молив прекарайте във вътрешността на този кръг 3 вертикални и 3 хоризонтални прави, на разстояние 3 mm една от друга, по които да кадрирате. Залепете стъклената пластинка върху стъклото за кадриране с канадски балсам. Тези черти, ограничаващи кадъра, дават възможност строго да се контролира воденето на екваториалната система през лещата или окуляра и да се използват моментите на минимална турбуленция за експониране.

Може оригиналната леща да се замени с по-добър и по-подходящ за кадрирането окуляр. Той трябва да бъде идеално фокусиран върху кадъра.

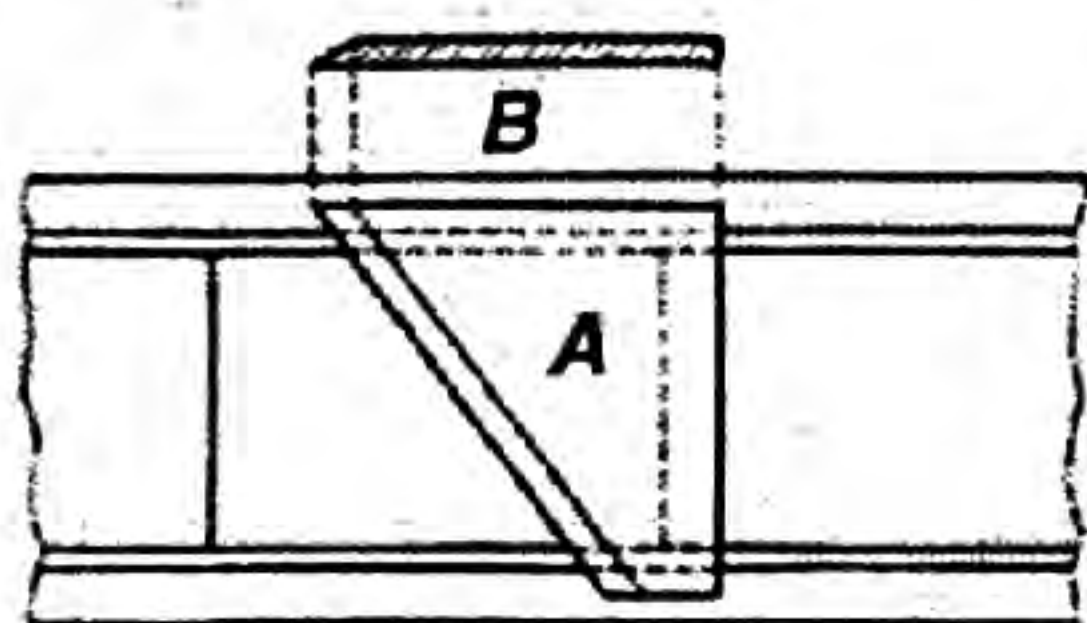
При получаване на снимки във фокуса на телескоп с относителен отвор $f/D=5$ до 10, вместо лупа много по-подходящ е окуляр от 8 до 16 mm за фокусиране по „въздушно“ изображение. Но обратно, за увеличителна система с отношение $f/D=80$ и повече, по-подходящ е 60 mm окуляр. Тогава, увеличението върху матовото стъкло не трябва да надвишава 3-4 пъти - в противен случай изображението ще се размие.

ФОКУСИРАНЕ ПРЕЗ ВИЗЬОРА НА ОГЛЕДАЛНО-РЕФЛЕКСЕН ФОТОАПАРАТ. Повечето от астрофотографите любители на планетите фокусират, като през леща (или окуляр) гледат „въздушното“ изображение на обекта на нивото на централната прозрачна част на визьора. Необходимо е много прецизно следене, особено при фокусирането на планетите със слаб контраст, като Юпитер и Сатурн, за които точността трябва да е от порядъка на $1/20$ mm. Най-добре е фокусирането да се прави отново след всяка снимка. Така, от цяла серия снимки, ще може да се отделят най-добрите негативи.

Онези, които имат късогледство, фокусират без проблеми, тъй като те акомодират много лесно очите си към следите, гравирани върху визьора. Докато далекогледите трябва непрекъснато да поглеждат през лещата или окуляра, използван за леща.

ФОКУСИРАНЕ ПО МЕТОДА НА ФУКО. Астрофотографът може да реши да използва огледално-рефлексен фотоапарат без да използва визьора. Тогава, той може да извърши фокусирането, като гледа през лупа изображението, проектирано върху матовото стъкло, временно поставено на мястото на филма (капакът на гърба на апарата стои отворен). Но съществува и друг начин, наречен метод на Фуко, който е много точен при отсъствието на турбуленция. Все пак, получената по този начин точност не достига до най-добрите резултати на по-лесния метод за фокусиране по „въздушно“ изображение. Процедурата на Фуко се състои в отрязване на светлинния сноп от звездата на нивото на равнината на филма. Операцията е възможна само с отворен отзад фотоапарат или с рамка, монтирана върху ланси, която някои любители използват за фотографиране на мъглявини и галактики.

Отрежете парче метална пластина с дебелина 1 mm във формата на правоъгълен триъгълник с височина 35 mm и основа 25 mm. Върху хипотенузата му направете с пила полегат ръб, изострете го на шмиргел с фино масло, докато получите гладко ост-



А. Нож на Фуко, поставен върху плъзгача на филма, така че да покрие половината от кадъра 24x36.

В. Ножът в профил.

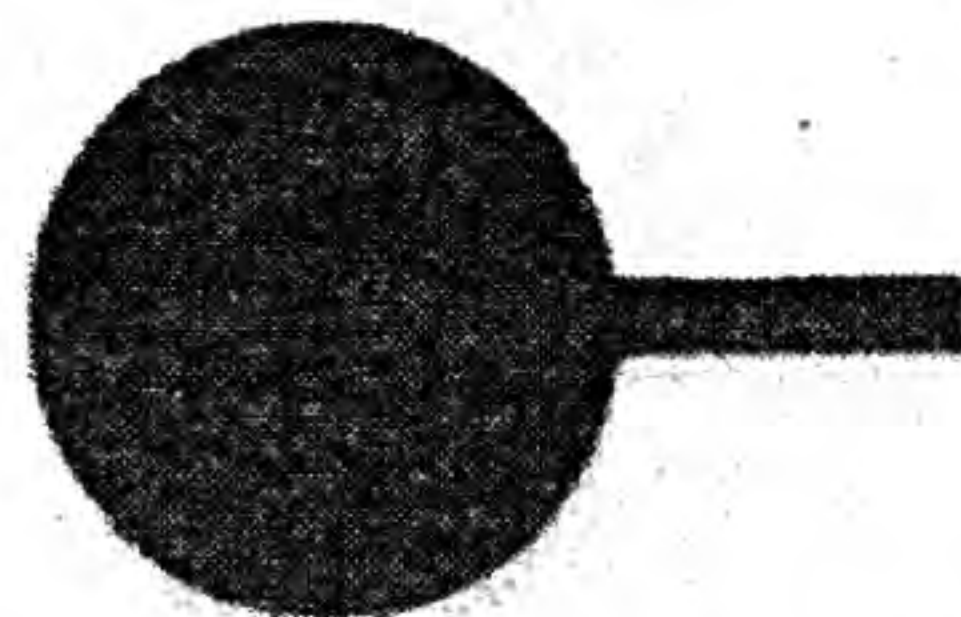
лен триъгълник с височина 35 mm и основа 25 mm. Върху хипотенузата му направете с пила полегат ръб, изострете го на шмиргел с фино масло, докато получите гладко ост-

рие. Поставете този нож по средата на плъзгача за филма 24x36. Неговата роля е да закрие половината от прозореца с ръба си, завъртян навън. Закрепете ножа на мястото му с лейкопласт.

Фокусирането е възможно само върху стабилен инструмент. Изберете ярка звезда и я поставете на края на ножа. Отрежете светлинния сноп на звездата с малки отмествания на инструмента по ректасцензия и деклинация. Раздвижете окулярния държател, на който е закрепен фотоапарата и така търсете с налучкване (чрез много леки премествания) точното място, на което ножът отрязва снопа, докато получите пълно затъмняване - еднакво и почти едновременно върху цялата повърхност на обектива или огледалото, като гледате през оптичната система на инструмента. В този момент, обектът е фокусиран, а докато полето свети и сянката идва ту от едната, ту от другата му страна, ножът не се намира в равнината на фокуса. Когато завършите с фокусирането, извадете ножа и поставете филма, като внимавате да не разместите окулярния държател.

За Луната и планетите кадрирането по „въздушно“ изображение с 12 mm окуляр, фокусиран върху визъора на огледално-рефлексния фотоапарат е по-лесно и почти толкова добро.

ТЕХНИКА НА ЗАТЪМНЯВАНЕТО. Ако искате да се приближите към фотографирането с висока разделителна способност и да получите резки изображения на Луната с използването на увеличителни системи (леща на Барлоу, окуляр и др.) и огледално-рефлексен фотоапарат, монтиран върху екваториален инструмент, би трябвало да използвате ръчно затъмняване на отвора му. Направете един кръгъл капак от шперплат с 5-6 mm дебелина и диаметър 20% по-широк от отвора на инструмента. Закрепете маншон на боядисания в матово черно капак. Фокусирайте по „въздушно“ изображение като гледате през матовото стъкло (то е светло в центъра си, тъй като там сте залепили микроскопско стъкло с канадски балсам). Покрийте отвора на инструмента с шперплатовия капак, без да докосвате тубуса на телескопа, отворете затвора на фотоапарата с помощта на гъвкаво жило с блокировка, изчакайте 4-5 s да затихнат вибрациите и отворете инструмента за време от 1/2 до 8 s експозиция. След това покрийте инструмента и затворете



Фотографиране с увеличителна система. Лунно и планетно фотографиране. Фотографската камера е поставена зад удължения тубус, който може да съдържа окуляр или леща на Барлоу. Над тубуса се забелязва бутон, позволяващ преместването на окуляра, с цел улесняване на фокусирането. Получаването на планетни снимки е възможно при експониране в продължение на няколко секунди, особено ако отражателното огледало може да се вдига леко и то, преди щракването на затвора. В случай на вибрации, за предпочитане е да имате под ръка ръчно затъмняване. Екваториалното водене е задължително. Обърнете внимание на лещата над визъора на фотоапарата, която улеснява фокусирането.

ворете затвора на фотоапарата с помощта на гъвкаво жило с блокировка, изчакайте 4-5 s да затихнат вибрациите и отворете инструмента за време от 1/2 до 8 s експозиция. След това покрийте инструмента и затворете

те затвора с жилото. За да натрупате опит, започнете с различни експозиционни времена. След разглеждане на негатива с часовникарска лупа (N3) определете изображението с най-добър контраст от получена серия от 20-36 пози. Тази техника изисква точно задвижване, за да се оцени времето на експозиция с точност поне $1/2$ s. Разбира се, за да не се удари по невнимание инструмента с капака, той се отдалечава от тубуса поне на 5 cm.

В случай на преекспониране или недоекспониране на негатива, може с малка корекция на времето за експозиция ($1/2$ -8 s) или на увеличението да се промени резултата. Намаляването на диаметъра на изображението води до преекспониране, а увеличаването му - до недоекспониране. Ясно е, че получаването на снимки с експозиции от $1/2$ до 8 s изисква екваториално водене на инструмента.

ЛУНАТА

Получаването на лунни снимки с астрономически инструмент винаги е представлявало интерес за любителя-астрофотограф.

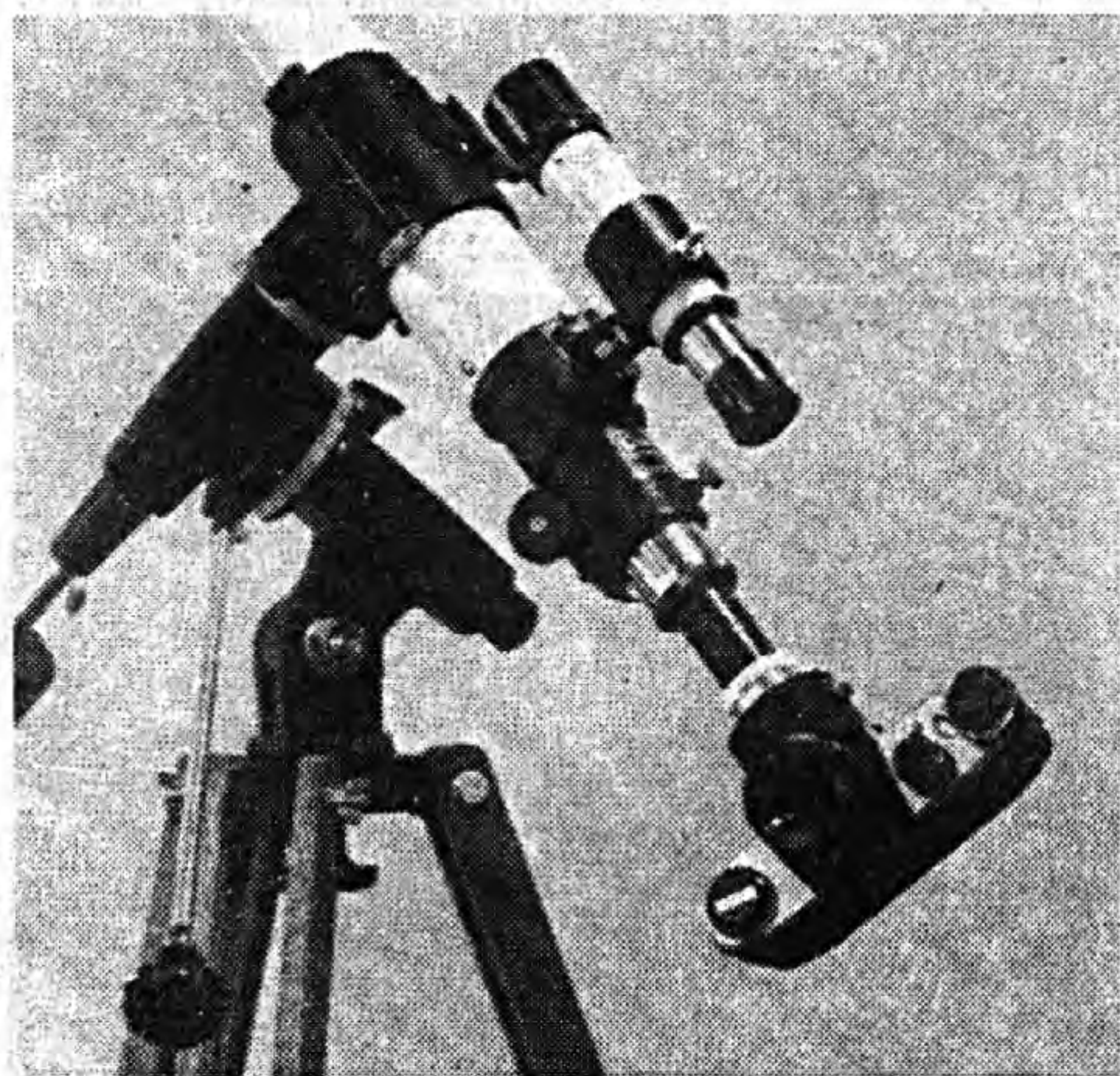
Обратно на онова, което може би смятате, фотографиите, получени от астронавтите и от автоматичните станции, в никакъв случай не умаловажават любителските. Добрата лунна снимка винаги е приятна за гледане, а да се направи фотографски атлас на повърхността на нашия спътник при различни осветявания е просто вълнуващо. Всъщност, най-добрите снимки, направени при нулева турбуленция представляват тест за оптичното качество на използвания инструмент и стойността на фотографията. До сега, най-добрите лунни и планетни фотографии имат средна разделителна способност $0''.4$, което представлява 800 m върху лунната повърхност, а това отговаря на визуалната разделителна способност на инструмент с отвор само 300 mm! Големите инструменти с отвори от 2 m и повече, понякога достигат изключителна разделителна способност от $0''.15$ (Лик, Пик дьо Миди, Каталина), което отговаря на 300 m върху Луната. Но с голямото развитие на светлочувствителните емулсии вече много любители редовно получават снимки, чийто най-фини детайли достигат до $0''.8$, което им позволява да ги наредят сред документите, които могат да бъдат използвани научно.

Неопровержимо е предимството на отворите от 200 до 300 mm в лунното фотографичане. В сравнение с големите инструменти, те се използват много по-често, тъй като при тях ефектите на турбуленцията се чувстват по-слабо. Резултатите от тези средни отвори твърде често се приближават до теоретичната им разделителна им способност, особено ако са инсталирани на добро място - с голяма надморска височина и микроклимат с минимална турбуленция. Ето това са елементите, окуражаващи любителите в лунните и планетните астрофотографии.

ПРЕЧКИ - ВИБРАЦИИТЕ. Ако поставите кутията на вашия фотоапарат, без обектива му, във фокуса на астрономически далекоглед с фокусно разстояние 700 mm, например, (без окуляр), лунното изображение върху филма ще има диаметър 6.6 mm. При копирането на хартия, с увеличение 6 пъти, ще се получи изображение с диаметър около 40 mm.

Но операцията не е чак толкова проста, колкото изглежда на пръв поглед. Един много важен въпрос, върху който сега ще се спрем, е отстраняването на присъщите за фотографичането вибрации.

Независимо от типа на инструмента - далекоглед или телескоп с отвор до 300 mm - нестабилността на монтировката и разклащането, предизвикани от огледално-рефлексните фотоапарати, правят невъзможно получаването на резки снимки на Луната, особено с експозиционни времена от 1/10 до 1 s. Тъй като почти не може да се експонира с времена между 1/125 и 1/500 s, по-добре е да се използват ултра-светлочувствителни филми, които обаче имат твърде голяма зърнистост. С тях трябва да се експонира от 1/2 до 3 s, прилагайки техниката на затъмнение и еква-ториално часово движение.



Лост за фина корекция - най-простото решение.

огледално-рефлексен фотоапарат и присъединителен пръстен за закрепването му към окулярния държател, трябва да използват силно светлочувствителни филми, като Tri X, Agfapan 400 или Recording, за да експонират минимум 1/125 s или най-добре 1/250 или 1/500 s. Дори при телескоп с отвор 260 mm, тежащ 120 kg, вибрациите, причинени от автоматичното огледало, намаляват резкостта на изображенията при експозиции от 1/250 s.

КАК ДА НАМАЛИМ ВИБРАЦИИТЕ.

Вие можете да изберете едно от многото решения, които ще опишем. Любителите, разполагащи с инструмент, снабден с еква-ториално следене, ще приложат техниката на затъмняването, която предлага много предимства при увеличаване на лунното изображение, при фотографирането.

а) СТАТИВЪТ. Инсталирайте стабилно далекогледа без окуляр върху солиден статив и закрепете фотоапарата без обектив на окулярния държател с помощта на при-

соединителен пръстен за закрепването му към окулярния държател, трябва да използват силно светлочувствителни филми, като Tri X, Agfapan 400 или Recording, за да експонират минимум 1/125 s или най-добре 1/250 или 1/500 s. Дори при телескоп с отвор 260 mm, тежащ 120 kg, вибрациите, причинени от автоматичното огледало, намаляват резкостта на изображенията при експозиции от 1/250 s.

Онези от вас, които разполагат с инструмент, снабден с еква-ториално следене,



Статив за фотографирание на Луна и затъмнения:

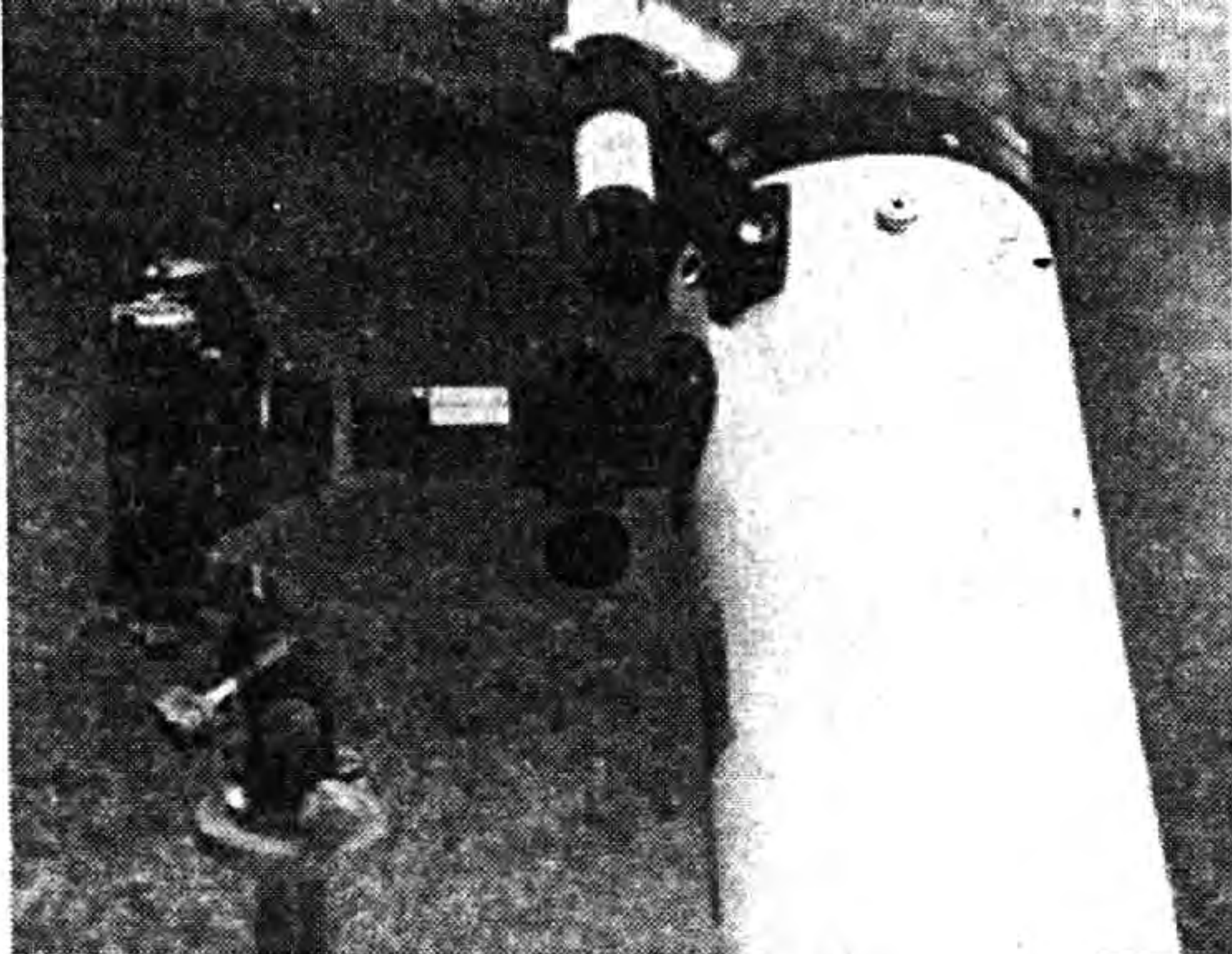
A - Подпора

B - Дъска (с дебелина 20 mm) носеща далекогледа L, закрепена с две дървени пръчки V, отрязани във V-образна форма и ластик C.

D - Плъзгач - може да се повдига и сваля. Болт с крилчата гайка застопорява дъсчиците E и F срещу наклона.

G - Носач (на фотоапарата), плъзгащ се между два ограничителя H, закрепен с болт с крилчата гайка I.

J - Окуляр, увеличаващ проектираното изображение. Фокусирането става с бутон на окулярния държател чрез зъбчато колело K.



За да се ограничи ефекта от вибрациите, за предпочитане е фотоапаратът да се постави върху много стабилна тринога, която е независима от инструмента (далекоглед или телескоп).

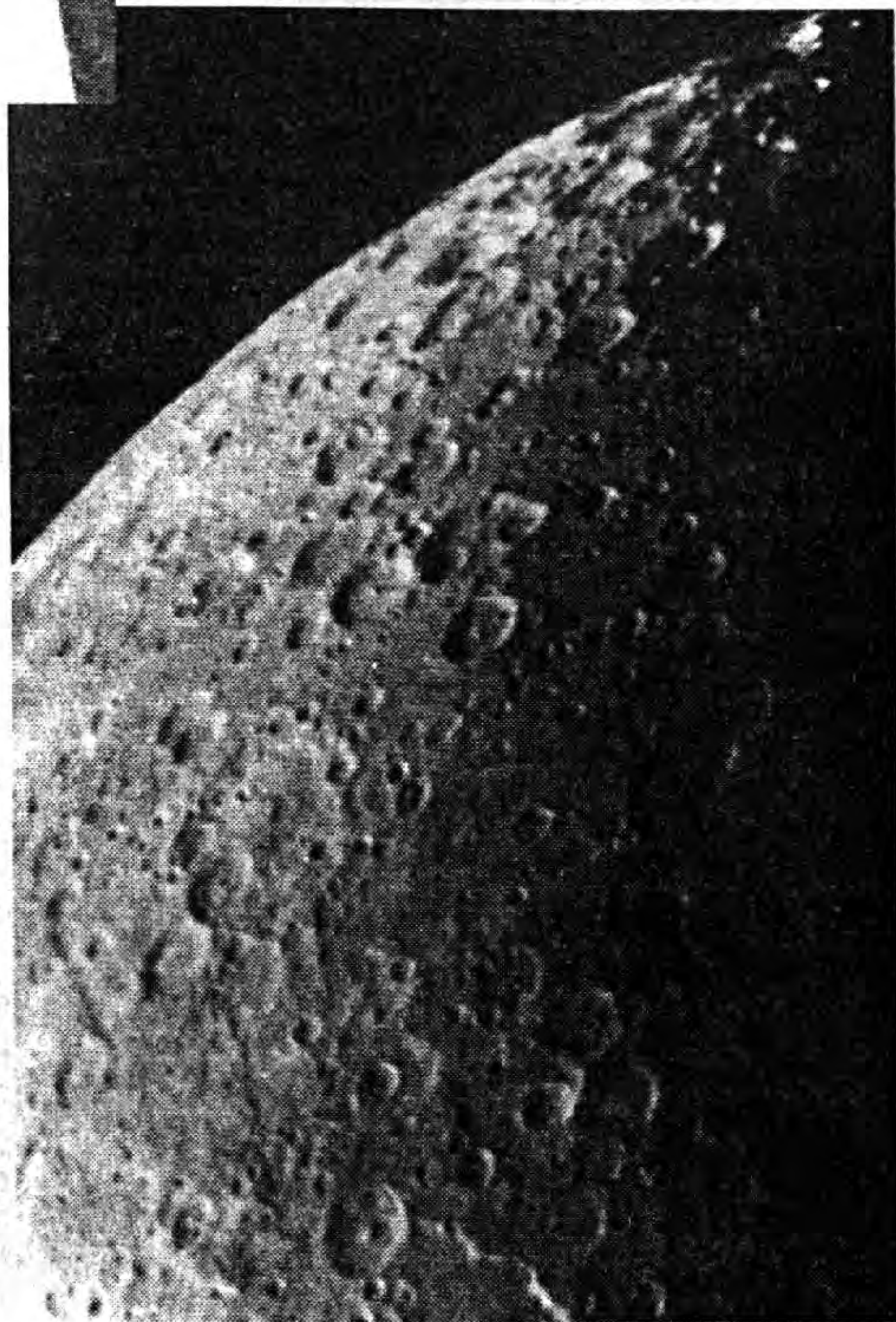
За да фокусирате, въртете окулярния държател на далекогледа.

Аналогично монтиране е възможно и с телескоп, но е необходима малка промяна на статива. Освен това, трябва да се прибави и леща на Барлоу (отделете, ако е възможно, частта от тубуса, в която ляга окуляра), за да получите удължаване на фокуса на телескопа, така че фокалното изображение да съвпадне с равнината на филма. Този монтаж се състои в използването на далекоглед или телескоп, вместо телеобектив с фокусно разстояние от 500 до 1000 mm или повече, с относителен отвор $f/D = 6, 10, 15$ или 20 , за фотографиране на фокалното изображение, създавано от обектива или огледалото на инструмента. Друго решение е добавянето на окуляр с фокусно разстояние 20 до 40 mm, за малко увеличаване на изображението (2x) - не повече, тъй като без екваториално следене не би могло да се експонира по-дълго от $1/125$ s.

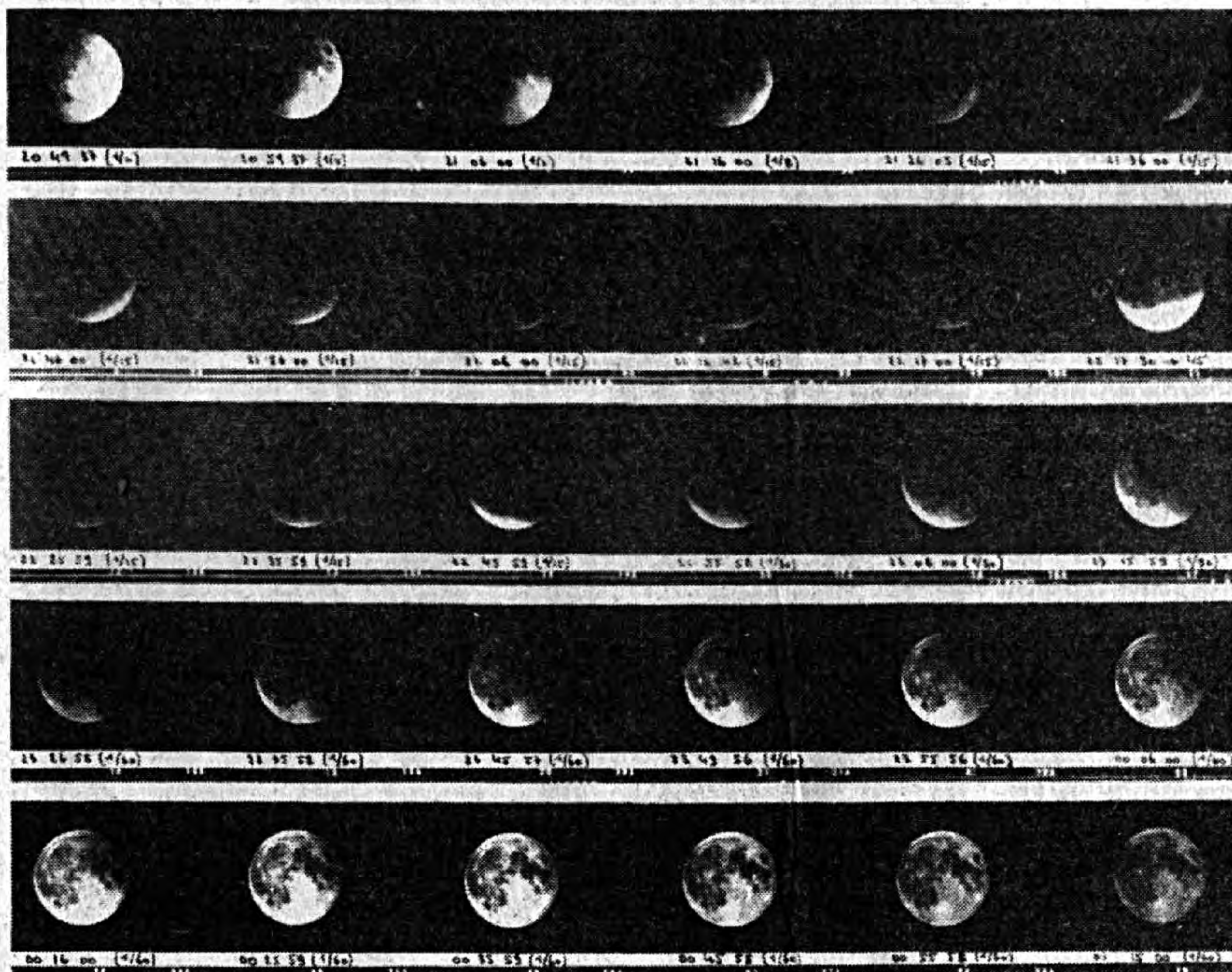
За лунните затъмнения може да се приложи и малко по-дълга експозиция - $1/10$ или дори $1/5$ s, без съществено влошаване в качеството на изображенията.

б) НЕЗАВИСИМА ТРИНОГА. Ориентирайте далекогледа или телескопа към Луната. По продължението му, т.е. непосредствено зад окуляра (с фокусно разстояние от 20 до 40 mm), поставете огледално-рефлексния фотоапарат без обектив,

съединителен пръстен, така че долната част на фотоапарата да се опира в носача на статива. Фотоапаратът трябва да се плъзне между двата ограничителя и да влезе в жлеба, така че всяко трепване в момента на експонирането да бъде отстранено. Натоварете статива с тежки предмети, за да увеличите стабилността му.



Луната, фотографирана през закупен телескоп с отвор 100 mm, на който авторът е внесъл многобройни подобрения. Снимка: Шеснел.



Серия фотографии на лунното затъмнение от 4 юни 1974 г. Тези снимки са получени от Граз, който е поставил огледално-рефлексен фотоапарат без обектив директно във фокуса на един далекоглед с отвор 130 mm и фокусно разстояние 1908 mm. Часовете и времето на експозиция са отбелязани под всеки кадър. Кадър 11 е експониран 15 s.

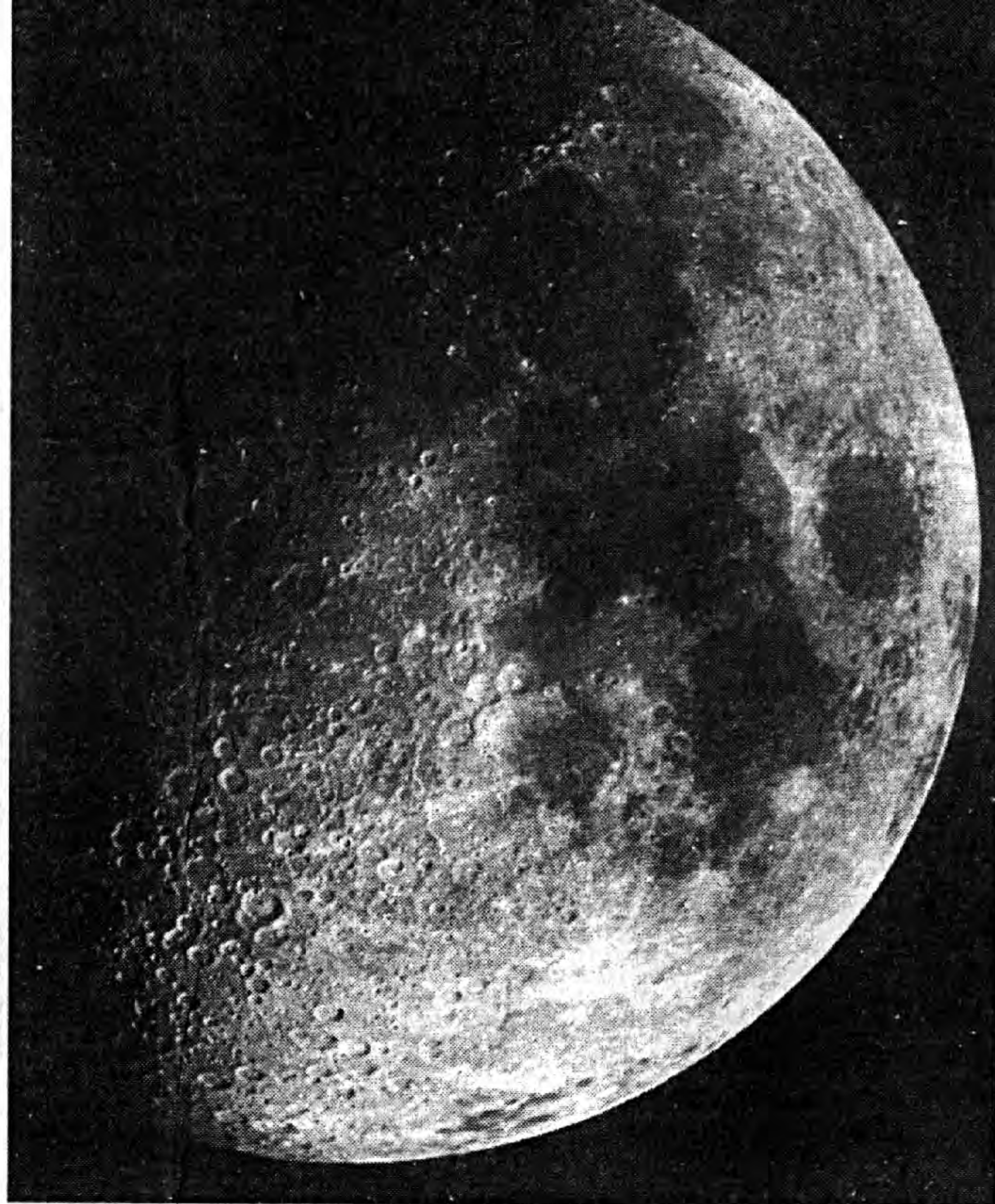
върху голяма и много стабилна тринога, независима от инструмента, но максимално успоредна на него, така че фотоапаратът да бъде перпендикулярен на оптичната му ос. Фокусирайте чрез окулярния държател и експонирайте със скорост равна или по-голяма от 1/25 s. Може да се процедира по същия начин, като се остави обектива върху фотоапарата, регулиран на безкрайност.

СТАРИ МОДЕЛИ ФОТОАПАРАТИ С ЦЕНТРАЛЕН ЗАТВОР. Любителите, които разполагат със стар модел фотоапарат, формат 6x9 или 9x12, също могат да получат добри лунни снимки, като го закрепят на окулярния държател на далекогледа или телескопа. Тези апарати са без огледално-рефлексни визьори и при тях не съществуват вибрации, причинени от повдигането на огледалото. Обикновено, те са снабдени с централен затвор от типа „Compu“, който практически не предизвиква вибрации в момента на затварянето си. За сметка на това, фокусирането трябва да става, като лунното изображение се гледа през лупа върху матовото стъкло, временно поставено на мястото на филма. Ще отбележим, че най-старите модели имат рамки за поставяне на плаки. В този случай, би трябвало да имате две рамки. Едната да е с отвор отзад, така че фокусирането да става върху матовото стъкло, поставено на мястото на план-филма. А другата - с носач за филми, за да могат да се

използват полутвърди план-филми, заместващи някогашните плаки.

Може да се работи и с оригиналния обектив, регулиран на безкрайност. Но също така е възможно и лесно да се извадят лещите му, като се запази само затвора му. Тогава проектираното изображение ще се увеличава от окуляра на далекогледа. Освен това, за да се кадрира Луната и да се центрира изображението ѝ върху филма е необходимо успоредно на далекогледа да се монтира търсач.

Експозиции над 1/25 s изискват екваториално водене.



Луната, малко след фаза първа четвърт. Телескоп с отвор 260 mm и леща на Барлоу 3x. Огледално-рефлексен фотоапарат 6x6. Експозиция 1 s върху филм Isopan FF. Снимка: Драгеско.

УВЕЛИЧИТЕЛНИ СИСТЕМИ ЗА ФОТОГРАФИРАНЕ НА ЛУНА С ДАЛЕКОГЛЕД ИЛИ ТЕЛЕСКОП

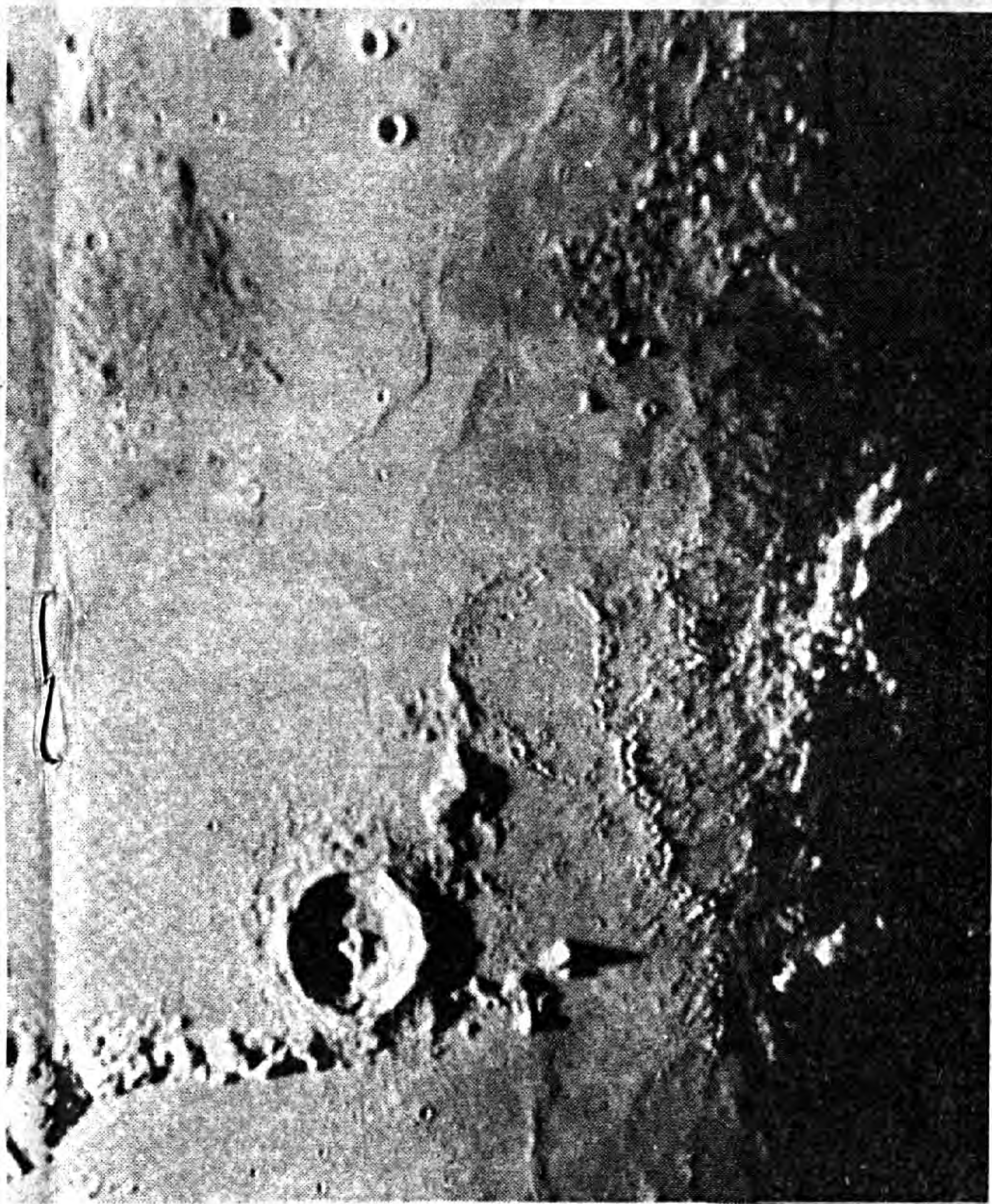
В повечето случаи, най-добрите астрономически снимки се получават като се увеличи фокално изображение от инструмента с леща на Барлоу 2x или 3x. Тя се поставя в тубуса на окулярния носач, на чийто край е закрепен фотоапарата. Що се отнася до оптиката, това решение е най-простото и без съмнение, най-доброто - то удвоява или утроява фокусното разстояние на обектива или на огледалото на инструмента. Например, фокусно разстояние от 1200 mm, се превръща в 3600 mm, а диаметра на лунното изображение се увеличава от 11 на 33 mm. В резултат, например за телескоп система Нютон с диаметър на отвора 200 mm, чийто първоначален относителен отвор е $f/D=6$, с помощта на леща на Барлоу 3x той ще стане $f/D=18$. Това увеличение не позволява да се получат най-фините детайли на телескопичното изображение, но е достатъчно, за да се получи общия вид на лунната повърхност. За да се приближим до максималната разделителна способност се прилагат други ре-

шения - особено, използване на окуляри или 16 mm кинообективи, чието увеличение е достатъчно, за да се получи относителен отвор между 40 и 60. Ще отбележим, че често пъти лещите на Барлоу са със съмнително качество.

СОБСТВЕНО ДВИЖЕНИЕ НА ЛУНАТА. Повечето екваториални установки са регулирани по звездното движение, без да отчитат собственото движение на Луната, което е $0.5''/s$. А за големите увеличения ($f/D=50$ и повече) ефектът на разтягане по време на експозиция от 2 s достига $1/900$ от лунния диаметър! Например, лунна снимка, експонирана 2 s, увеличена до 90 cm в диаметър, при копиране върху хартия ще покаже „движение“ от 1 mm, което е съвсем достатъчно, за да се загубят фините детайли. За да се намали този ефект е необходимо да имате коректор на скоростта, или още по-добре - генератор на променлива честота, регулиран за собственото движение на Луната.

КОРИГИРАНЕ НА ЛУННОТО ДВИЖЕНИЕ ПО ДЕКЛИНАЦИЯ. Тъй като лунната

Луна - кратерчета в района Коперник, слабо забележими в дясно. Телескоп Шмидт-Касегрен с отвор 255 mm. Филм XP1. Снимка: Драгеско.



орбита сключва ъгъл от $5^{\circ}08'$ със земната, траекторията на Луната достига до максимален наклон от $28^{\circ}36'$ спрямо небесния екватор, върху линията на възлите. Освен това, лунната орбита прави един оборот за 18.03 години. Следователно, преместването на Луната по деклинация може да достигне до $0.24''/s$. Полезно е всичко това да се има пред вид за снимките с голяма разделителна способност, получени с инструменти с диаметър над 200 mm и относителни отвори $f/D=80$ и повече.

Корекцията може да става с помощта на мотор, снабден с реостат, свързан с редуктор, действащ върху финото движение по деклинация. Например, Немец - най-добрият лунен фотограф-любител - поставя върху своя далекоглед с диаметър 20 cm коректор на движението по деклинация.

Приложение на списание "Андромеда" *Астрофотография за любители - Бурж, Драгеско, Даржери - 1987 г.*

ПАРАЗИТНИ СВЕТЛИНИ И ОТ- РАЖЕНИЯ.

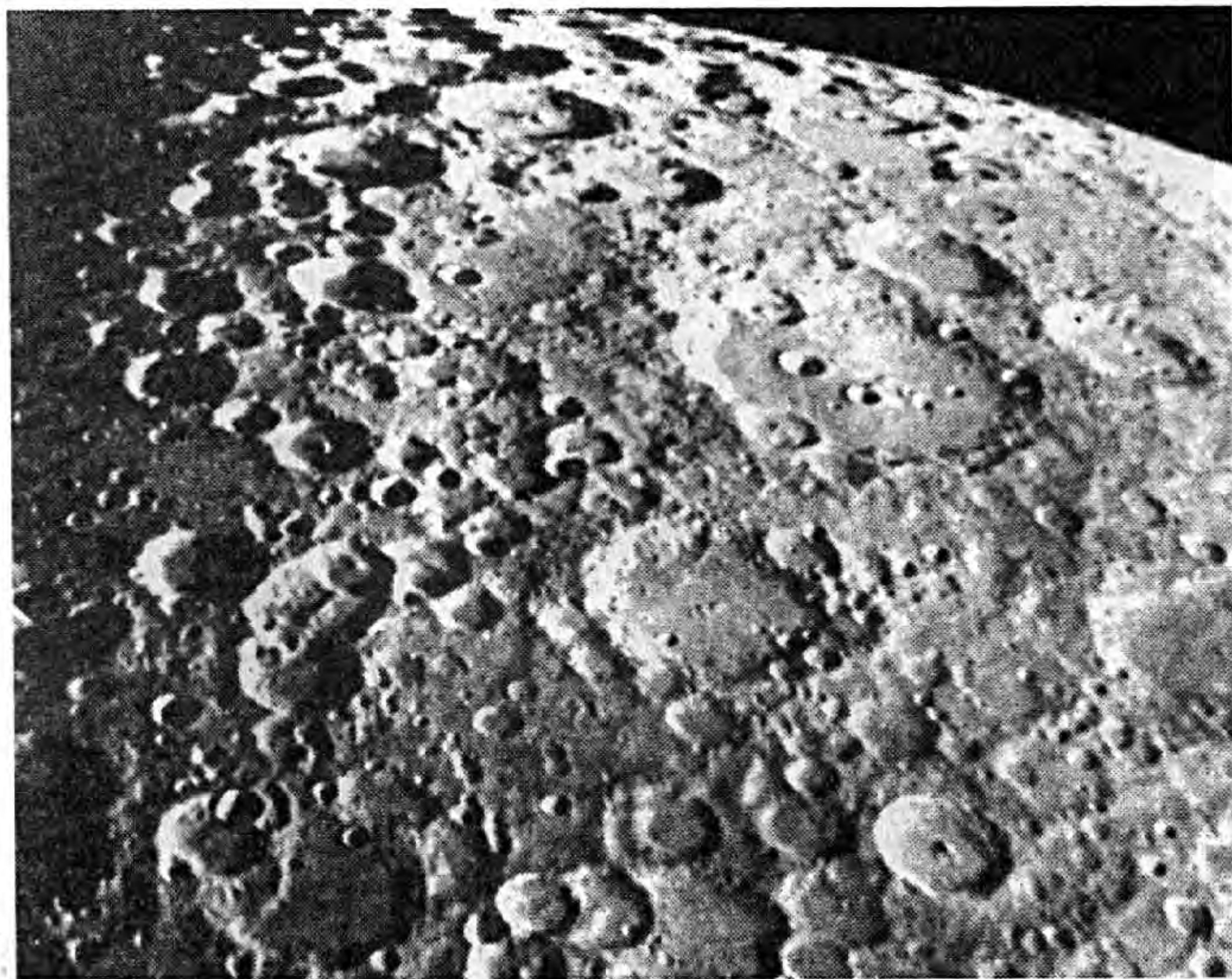
Ако искате да получите лунни снимки с високо качество, необходимо е върху тях да можете да отъждествите всички, дори и незначителните детайли от повърхността на Луната.

Не допускайте никакви паразитни светлини да воалират филма по време на експозицията. Понякога е полезен и навес, поставен пред инструмента. Достатъчно

е да удължите тубуса с един цилиндър или да използвате квадрат със страна 20 до 30 см, боядисани отвътре в матово черно.

Вътрешностите на окулярния носач и на удължителните тубуси също трябва да са боядисани в матово черно или „винено черно“. Отворете задния капак на фотоапарата и поставете окото си на мястото на филма, за да се уверите, че когато инструмента е насочен към Луната, върху стените на различните тубуси няма отражения. Заедно с това се уверете, че цялата повърхност на кадъра е напълно осветена и няма частично скриване на Луната. Лошо регулираното вторично огледало, недостатъчният му диаметър или монтирането му много близо до главното огледало, са някои от причините, ограничаващи доброто качество на снимките само в централната им част.

ФИЛМИ. Микрофилмът Recordak и T.P. 2415 Kodak са единствените филми, способни да регистрират финото изображение, когато се фотографира във фокуса на телескоп с относителен отвор f/D между 5 и 10. За нарастващите фази може да се проявява с D76, разреден 1+1 (около 5 min при 20°), за да се получи Гама от порядъка на 1 до 1.2. За пълна Луна трябва да се проявява „по-твърдо“, като се използва HC110 или дори D11. Може също да се увеличи контраста, като по време на снимката се използва червен филтър. След това, при копирането на негатив на Луната във фаза, е необходимо интензивно да се маскира, така че лимба ѝ да се експонира около 10 пъти повече отколкото терминатора ѝ. С резултантно фокусно разстояние между 15 и 20 е възможно да се фотографира Луната изцяло, като се използват по-силно светлочувствителни план-филми - Pan F, Agfapan 25 и др. Обратно, щом се достигне относителен отвор $f/D=30$, необходимо е да се използват силно светлочувствителни филми като FP 4, Plus X и др.



Регионът на Клавдий. Телескоп Шмидт-Касегрен, Целестрон, 200 mm. Снимка: Драгеско.

Тази серия от снимки, получена за 1 min, показва прогресивното "изчезване" на Сатурн зад тъмния край на Луната. Екваториален телескоп 250 mm, $f/D=6$. Увеличение с леща на Барлоу - резултантен фокус 15 m. Експозиция 3 s върху филм Pan F Ilford. Снимка: Драгеско и Поарие.

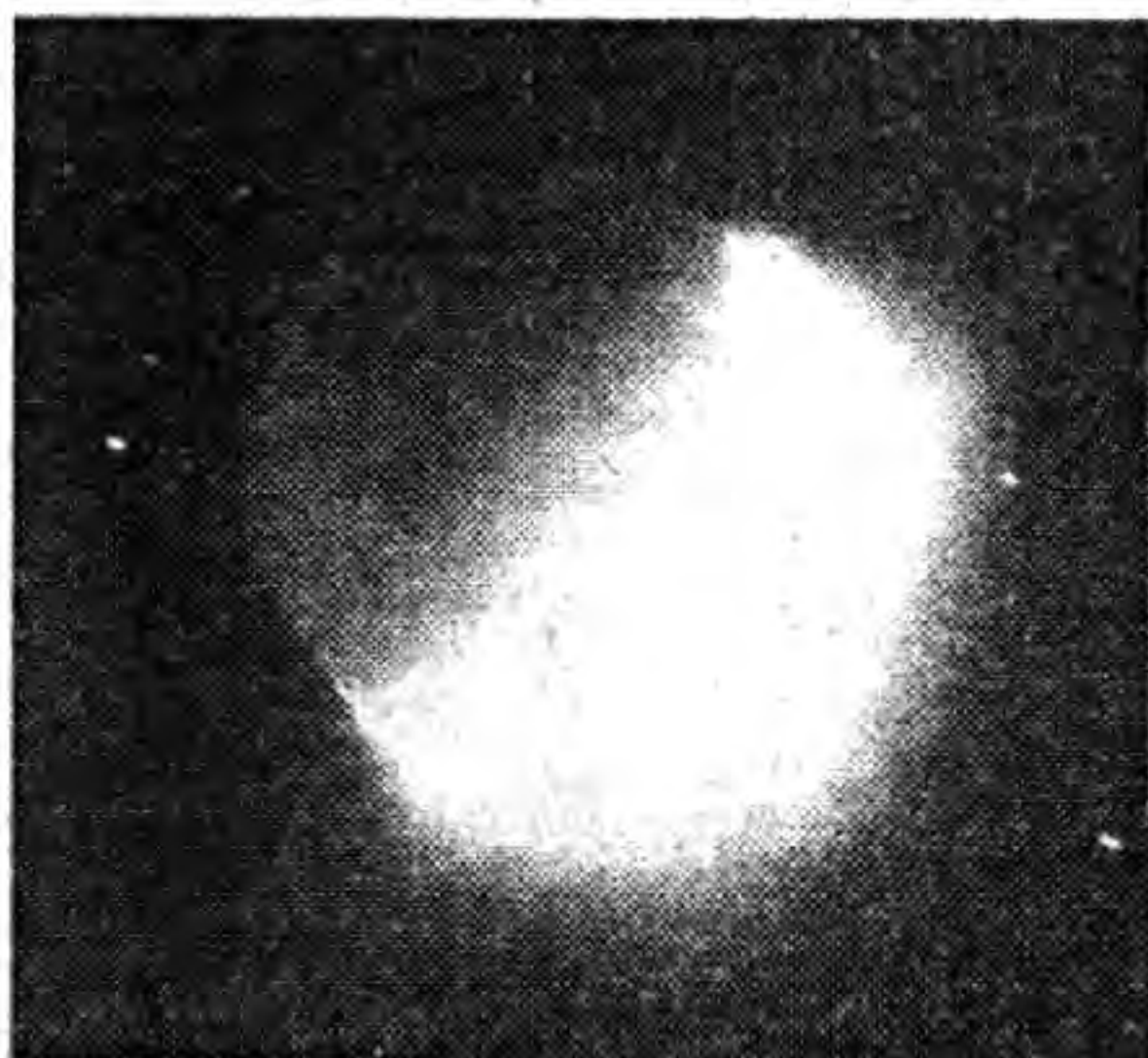
ЕКСПОЗИЦИОННИ ВРЕМЕНА ЗА ЛУНАТА.

Тъй като практически е невъзможно да се определи предварително коректното експозиционно време, което трябва да се приложи, за предпочитане е да се извършват опити направо върху филм, като се прилагат различни експозиционни времена. Проявявайте, фиксирайте и след това разгледайте получените резултати на светло, преди да пристъпите към получаването на нова серия.

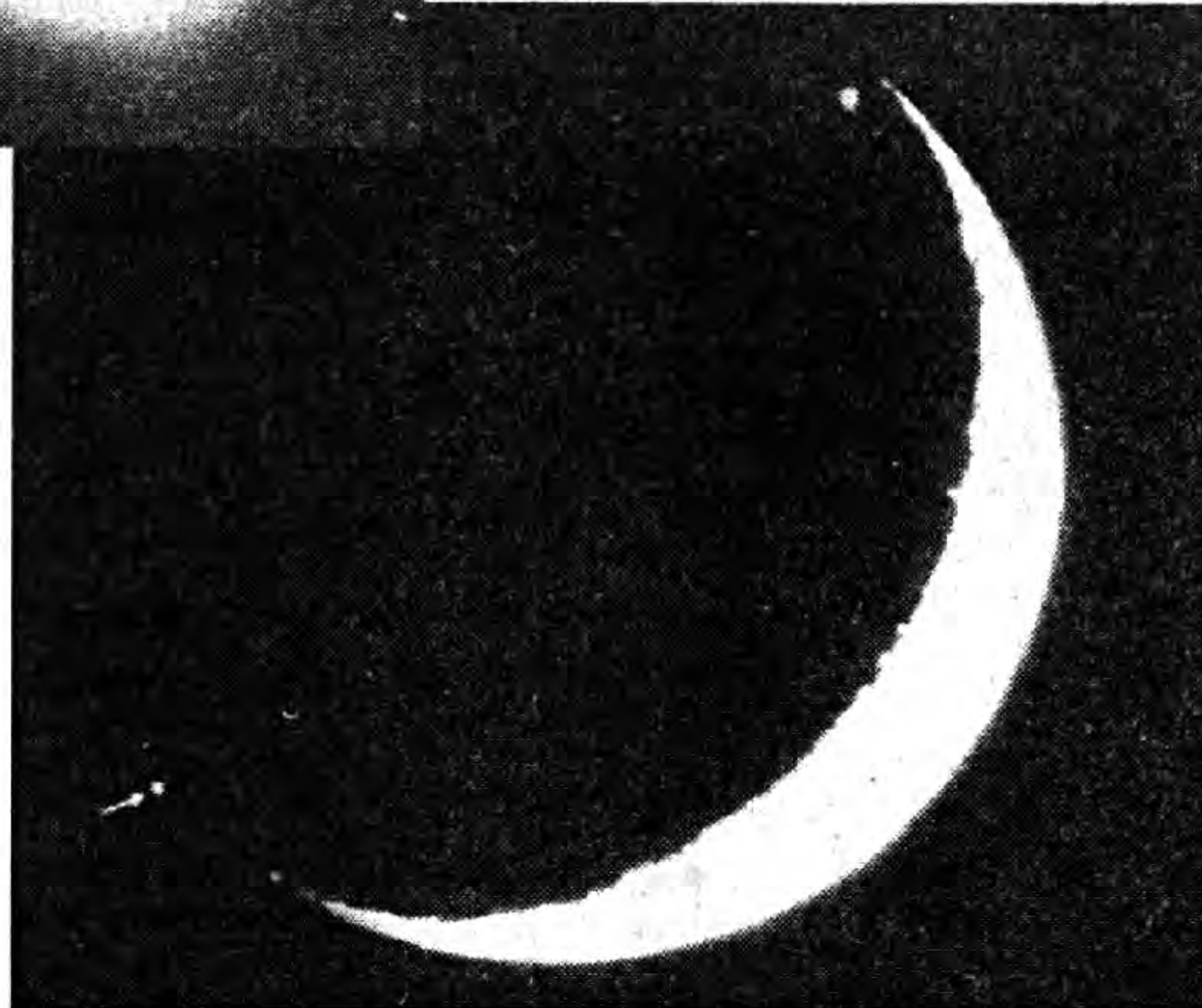
ФОТОГРАФИРАНЕ НА ОКУЛТАЦИИ

Съществуват няколко типа окултации - на планета от Луната, на звезда от Луната, на звезда от планета или спътник (спътниците на Юпитер), на един спътник от друг.

При фотографиране на окултация на планета от Луната, за да се получи достатъчно увеличено изображение на планетата, трябва да се използва телескоп и една от проекционните системи, описани по-рано. Експозиционното време трябва да отговаря на необходимото за съответната планета, посочено в главата, посветена на фотографирането на планетите. Окултацията представлява „изчезване“ на светилото зад Луната, след това „изплуване“, като понякога може да се наблюдава само едното от двете явления. Освен това, те могат да стават както откъм осветения, така и откъм тъмния край на Луната. Фотографирането на изчезването или на появяването на светилото, окултиращо откъм тъмния лимб на Луната не е трудно (освен, когато тя е близо до пълнолуние). Но изчезването или появяването му откъм осветения ръб на Луната е много по-трудно за фотографиране. За Марс, Юпитер и особено за Сатурн, неизбежно ще получите преекспониране на лунния ръб, особено ако Луната е на повече от 5-6 дни или по-малко от 22-23 дни. Затова,



Луната покрива Плеядите. Обектив 500 mm с $f/D=6.3$. Експозиция 1 s върху филм Kodak Recording. Отбележете значителната дифузия, която се разпространява по емулсията от едната страна на Луната. Снимка: Силвен.



Снимка, получена няколко секунди преди окултация на Марс от Луната, откъм тъмния ъ край. Фотоапаратът е поставен във фокуса на екваториален далекоглед 80 mm. Експозиция 3 s върху филм Kodak Tri X. Снимка: Лагаше.



Съединение на Юпитер с Луната, на 8 януари 1980 г., в 04:01 UT, от Бенин. Снимка: Драгеско.

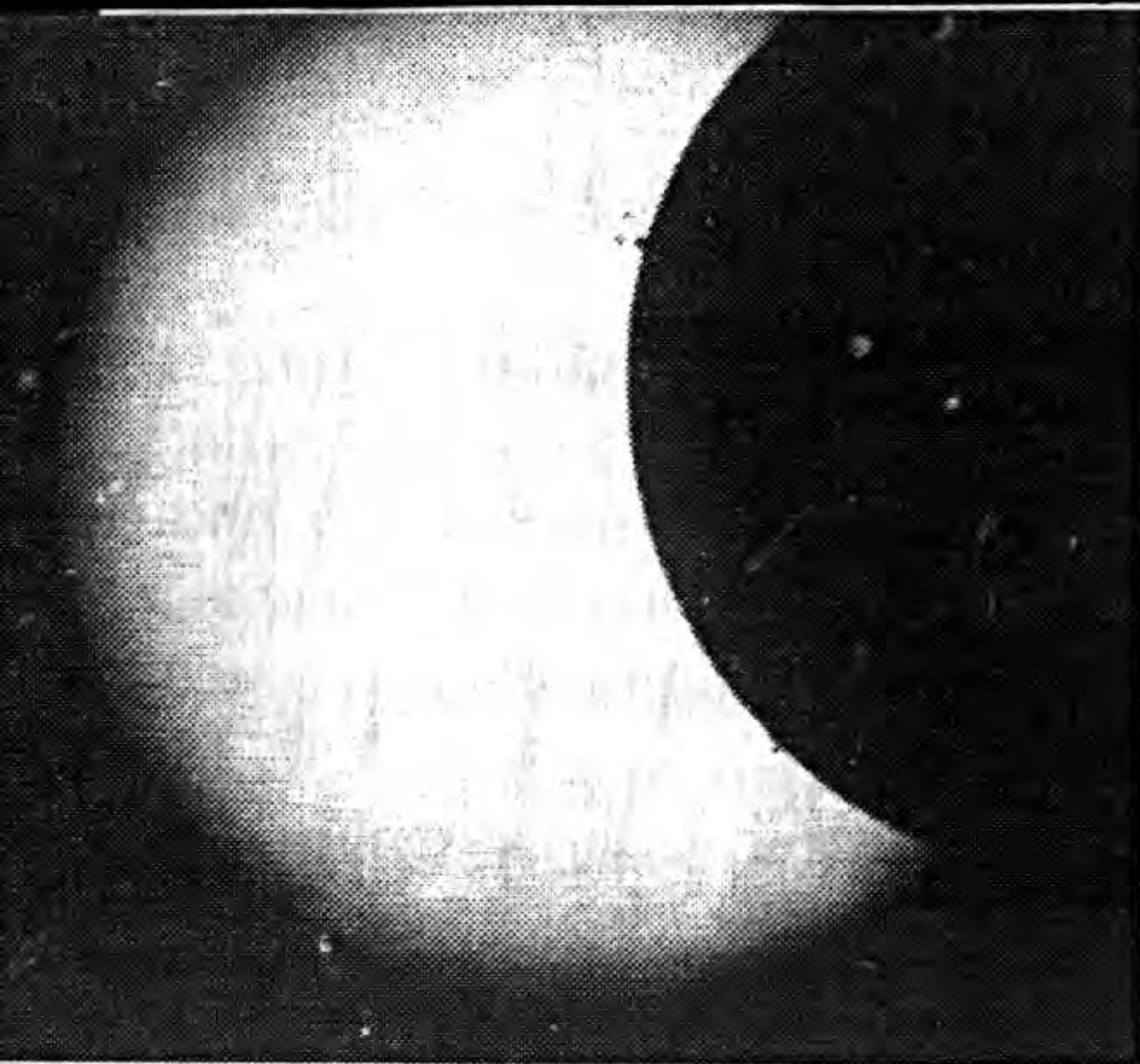
трябва да маскирате Луната в момента на увеличаването ѝ, така че да успеете да изравните различните осветености. Окултация на спътник на Юпитер от друг спътник представлява частично или пълно затъмнение на единия от другия и се фотографира както окултация на планета от Луната, но с удължена експозиция. Фотографирането на окултация на ярка звезда или на Плеядите от Луната може да стане във фокуса на 50 cm обектив или във фокуса на далекоглед или телескоп. Ще отбележим, че времето на експозиция за окултация на Плеядите от Луната е 4 s върху цветен филм 500 ASA, за инструмент с относителен отвор $f/D=5$. Времето на експозиция може малко да се редуцира за ярка звезда като Алдебаран.

По време на експозицията, осветеният край на Луната предизвиква дифузия по повърхността на светлочувствителния слой, образувайки хало и звездите, които се намират близо до осветения ръб „изчезват“ в него. Ако се използва цветен филм вместо черно-бял, ефектът на дифузия е по-слаб. Освен това, диапозитивният филм откроява по-добре детайлите в сравнение с копирането върху хартия.

ФОТОГРАФИРАНЕ НА ПРЕХОДНИ ЛУННИ ЯВЛЕНИЯ

Става въпрос за появяването на мимолетни явления - изпарения, блещукания, просветвания и потъмнявания на различни зони по повърхността на Луната, видими понякога близо до терминатора или по време на лунни затъмнения. Обикновено те са краткотрайни - няколко секунди или минути. Фотографирането им е много ценно, но появяването им не може да се предвиди. Редовно наблюдавайте някои определени области, като Аристарх.

Огледално-рефлексен фотоапарат или камера от типа Texegeau са подходящи за получаване на серия от снимки на лунната повърхност. Трябва да разполагате с инструмент с поне 200 mm диаметър и да използвате някоя от системите за увеличение, така че да наблюдавате цялата видима част на Луната, или само четвърт и по-малко от повърхността ѝ.



**Частично слънчево затъмнение,
фотографирано във фокуса на
телескоп 115/900. Експозиция 1/
500 с с червен и зелен филтър на
филм Kodak Microfile.
Снимка: Клог Моле.**

Не е ли странно, че фотографирането на Слънцето се практикува рядко от любителите? Някои се страхуват от инциденти със зрението, други - от повреждане на затворите на фотоапаратите...

Разбира се, фотографирането на Слънцето изисква известна предпазливост, а също и използване на известни приспособления и хитрости. Нашата цел е да ви информираме за условията, с които трябва да се съобразявате и за използваните операции, които ще ви позволят да достиг-

нете до
една от
най-
вълну-
ващите

области в астрономическата фотография.

Ще засегнем последователно два аспекта на слънчевата фотография.

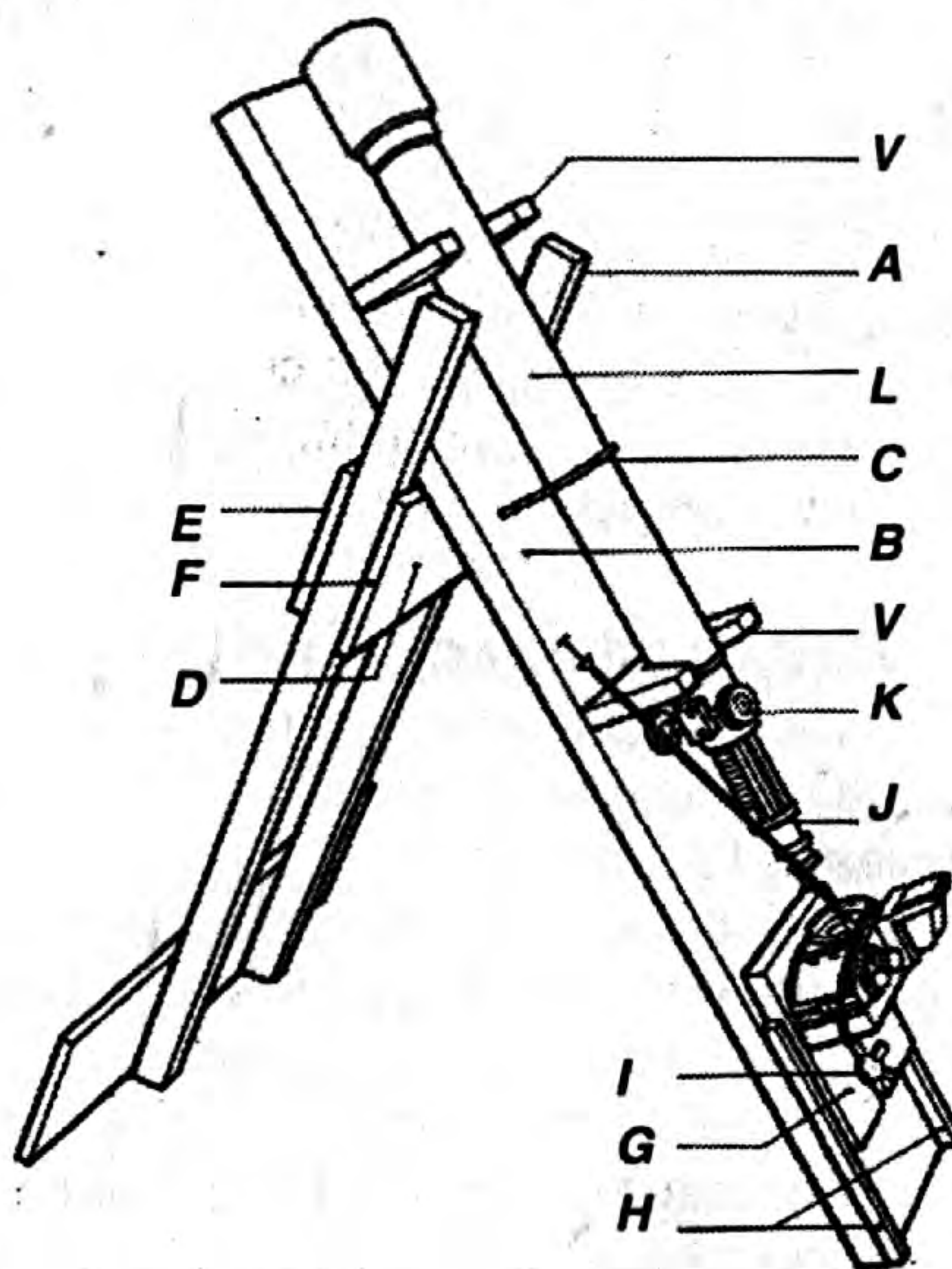
1. Получаването на класически слънчеви снимки, показващи целия диск, осеян с петна или само едно петно с изключителни размери, частично затъмнение на Слънцето или пасаж на Меркурий пред диска му - така ще отговорим на желанията на любителите за добри снимки, годни за отпечатване в астрономическо списание.

2. Редовното получаване на снимки с висока разделителна способност на част от Слънцето - петна, факели, „оризови зърна“, хромосферни избухвания, с оглед научното им използване.

УПРОСТЕНІ ТЕХНІКИ (ДАЛЕКОГЛЕДИ І ТЕЛЕСКОПИ ОТ 50 ДО 110 mm)

Всъщност, фотографирането на Слънцето е във възможностите на всеки, който разполага с инструмент. Не ви е необходима непременно екваториална установка, тъй като експозиционните времена нормално са между 1/125 и 1/1000 s.

Във всички случаи, основната трудност се състои в излишъка от светлина, който трябва да се отстрани. Този мощен поток от светлина и топлина може да предизвика различни инциденти, като спукване на



Статив за фотографиране на Луна и затъмнения:

A - Подпора

**В - Дъска (с дебелина 20 mm) носеща
далекогледа L, закрепена с две дървени
пръчки V, отрязани във V-образна
форма и ластик С.**

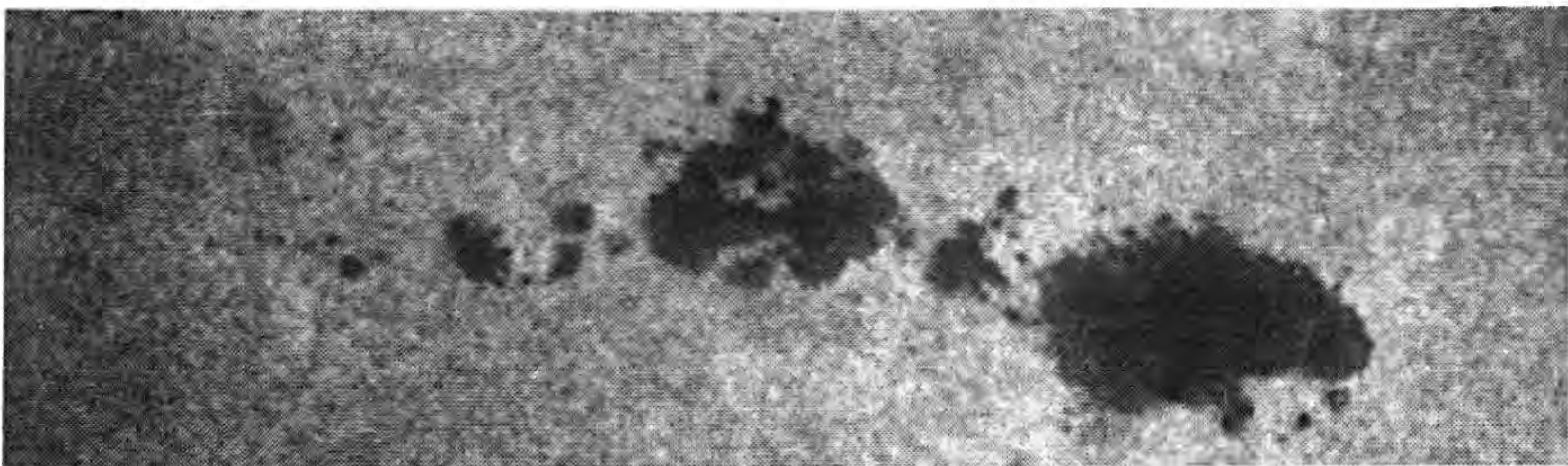
D - Плъзгач - може да се повдига и сваля. Болт с крилчата гайка застопорява дъсчиците E и F срещу наклона.

G - Носач (на фотоапарата), плъзгащ се между два ограничителя H, закрепен с болт с крилчата гайка I.

J - Окуляр, увеличаващ проектираното изображение. Фокусирането става с бутон на окулярния държател чрез зъбчато колело K.

филтрите, изгаряне и перфориране на платнените пердета на затвора или деформиране на ламелите на металните затвори.

Освен това, още когато инструментът се насочи към Слънцето, веднага се създава интензивна турбуленция във вътрешността на тубуса на далекогледа или телескопа, която в много висока степен е вредна за качеството на получените изображения. Трябва да се попречи на слънчевата светлина да проникне изцяло във вътрешността на инструмента, като се филтрира, т.е. се пропусне само една нищожна част от нея (между 1 и 5/1000).



Група слънчеви петна, фотографирани с далекоглед с диаметър 50 mm. Резултатен фокус 5 m. Експозиция 1/250 s на филм Kodak Microfile. Филтър W73+W24. Снимка: Рувьер.

МАЛКО ЕФИКАСНИ, НО ПОНЯКОГА ИЗПОЛЗВАНИ ПРОЦЕСИ

* Диафрагмирайте инструмента, като поставите отпред диск с пробита в центъра дупка (за телескопите - встрани), намалявайки отвора до 1/5 от диаметъра на инструмента. Проблеми:

- турбуленцията във вътрешността на тубуса не се елиминира
- намалява се разделителната способност, което се проявява в получаване на изображение със средно качество

- количеството светлина, проникващо в инструмента все още е съществено

* Поставете леко обагрено стъкло пред или зад окуляра. Проблеми:

- стъклото се спуква в първите няколко секунди, т.е. още при фокусирането, което е опасно за окото

* Използвайте телескоп, чието огледало (от Pyrex или Ceruit) не е алуминизирано. Аналогично решение е да не се алуминизира вторичното огледало. Но и в двата случая има загряване на стъклото и съществена инструментална турбуленция. Разделителната способност почти не пада под 5" (в най-лошия случай).

ДРУГИ СРЕДСТВА, ИЗПОЛЗВАНИ ОТ ЛЮБИТЕЛИТЕ. За далекоглед с диаметър от 50 до 100 mm е лесно да се направи малко капаче с централен квадратен отвор, предназначен да поеме един или повече неутрални филтри на Wratten със страна 76 mm. Тези филтри с плътност 2, 3 или 4 от серията 96, могат при нужда да се съединяват два по два, например 2+3=5. Тези филтри са от желатин и с тях трябва да се работи, като внимателно се хващат по ръба и се съхраняват в плоска тетрадка. Когато тези филтри, поставени в капачето, се сложат пред инструмента, удобно е центрирането и фокусирането да стане през визьора на огледално-рефлексния фотоапарат, като зрението се предпазва с леко обагрено стъкло, поставено върху оку-

ляра на лещата за визиране.

* Използването на неутрални филтри на Wratten с плътност 3 (пропускане 1/1000) е удобно и икономично. Резултатите са относително добри (желатиновите филтри са много тънки и не водят до сериозни деформации на изображението, тъй като диаметърът му остава малък - 50 до 70 mm). За съжаление, тези филтри са много крехки и могат да се издраскат бързо, което намалява качеството на изображението.

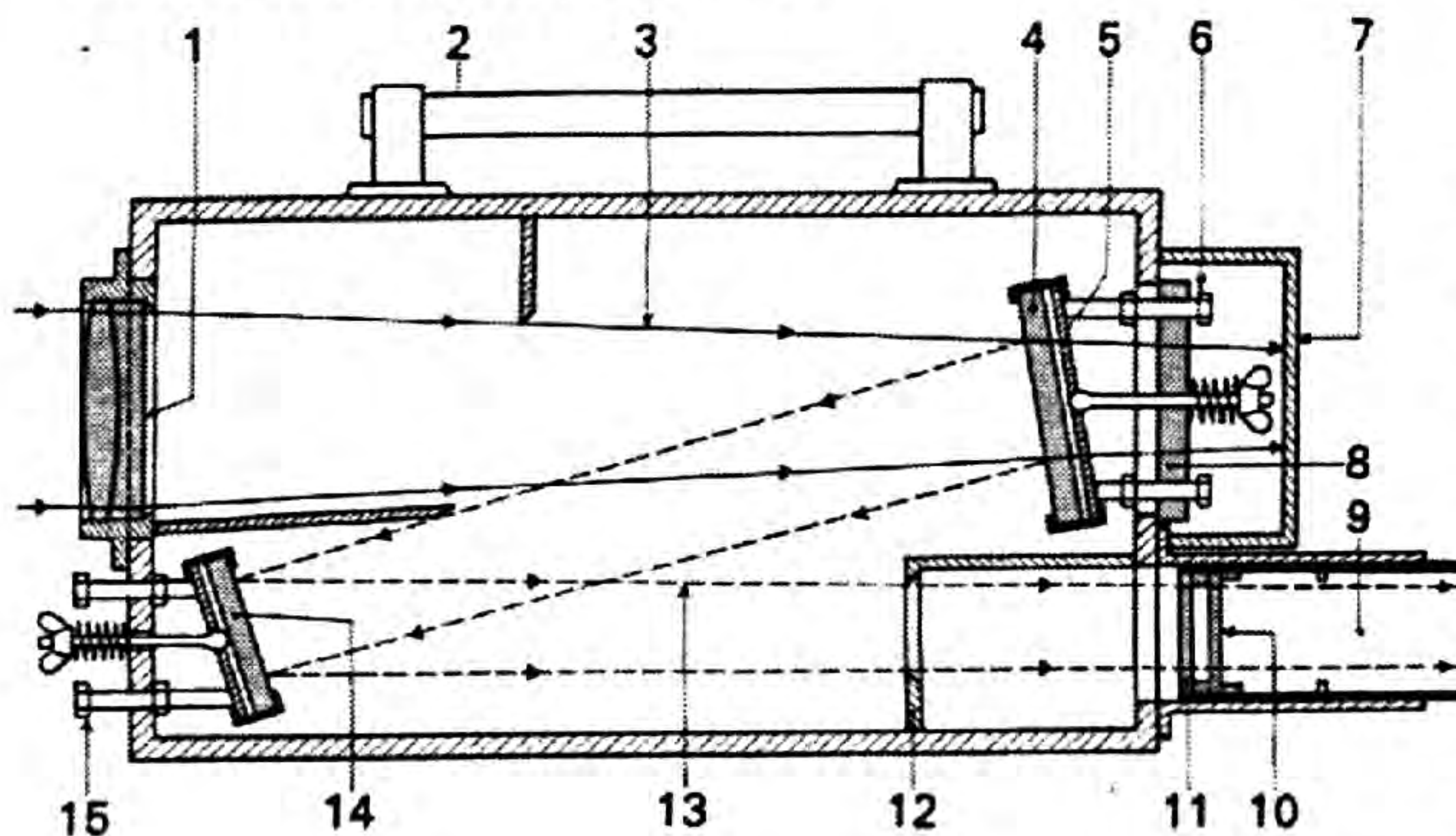
ФОТОГРАФИРАНЕ НА СЛЪНЦЕТО С ВИСОКА РАЗДЕЛИТЕЛНА СПОСОБНОСТ (ИНСТРУМЕНТИ ОТ 110 ДО 200 mm)

Вече обяснихме принципната трудност в слънчевата фотография, състояща се в излишъка от светлина и топлина, който трябва да се отстрани, без да се въвеждат нито допълнителни аберации, нито допълнителна инструментална турбуленция.

МЕТОДИ, ПОЗВОЛЯВАЩИ ЕЛИМИНИРАНЕТО НА ИЗЛИШЪКА НА СЛЪНЧЕВАТА РАДИАЦИЯ, ПРЕДИ ПРОНИКВАНЕТО Й В ИНСТРУМЕНТА. Споменахме за възможността да се използват желатинови филтри на Wratten 96. Но за продължителна работа е по-добре да се намерят по-рационални средства.

Нека разгледаме правенето или купуването на един истински слънчев филтър, отразяващ в пространството голямата част от лъченията. Филтрите от пластмаса са най-евтини и имат пропускане само 1/100000 (плътност=5), т.е. те са подходящи за визуално наблюдение, но са твърде непрозрачни за фотографиране, тъй като трябва да използваме много слабо светлочувствителни филми и кратки експозиции. Освен това, тяхното оптично качество не е много добро и самите производители не обещават разделителна способност повече от 2", независимо от диаметъра на телескопа. Но тези филтри са много полезни за инцидентни наблюдения на Слънцето. Ние ги споменаваме, за да ви предпазим от шумното им рекламиране - те са произведени в САЩ от фирмата Bausch & Lomb. Телескопите от типа Нютон или Касегрен са най-неподходящи за слънчево фотографиране, поради големия отвор на тубуса, в който слънчевата топлина поражда интензивна турбуленция. По-подходящ е обикновения далекоглед, като големите отвори са почти неприложими. Звучи изненад-

**Схема на конструкцията на
слънчев рефрактор-рефлектор.**



1. Обектив (110 mm)
2. Дръжка
3. Светлинен сноп
4. Неалуминизирано огледало (пропускане 5%)
5. Прозрачен носач
6. Винт за регулировка
7. Примка за светлина
8. Прозорец от плексиглас
9. Тубус на окулярния носач
10. Зелен филтър
11. Червен филтър
12. Диафрагма
13. Отразен сноп
14. Алуминизирано огледало
15. Винт за регулиране



- Гледан в профил.**
 1. Камера
 2. Призма
 3. Обектив
 4. Място за филтрите
 5. Окуляр
 6. Фокусиране (Cabestan)
 7. Вторично огледало
 8. Часовник
 9. Огледало
 10. Плочка
 11. Телескопичен крак
 12. Екран
 13. Полу-алуминизирана метална пластинка
 14. Екран

ни пластинки, от готово оптично стъкло с малко по-голям диаметър от този на обектива или огледалото, метализирани от едната страна с плътност 3.5 до 4 (пропускане 1 до 5/1000). Препоръчва се използването на алуминий, предпазен с покритие от силиций (МТО). За съжаление, операцията е твърде тежка и скъпа. Самата пластинка би могла да бъде шлифувана и полирана и от самия любител. Работата е дълга и деликатна, но се изпълнява чудесно, следвайки описанието, в книгата на Тексеро. Така метализираните пластинки показват малки дупки, дължащи се на пращинки. Най-големите (1/10 mm) трябва да се покрият с четка с черна боя, тъй като биха могли да намалят контраста на изображението. Схемите показват 205 mm телескоп, използван от Рувиер за слънчева фотография. Полу-алуминизирана ламела пропуска 2/1000 от светлината. Задната част на инструмента е поставена върху една плочка, здраво закрепена в земята, а предната му част е свързана към носач с два телескопични крака. Два винта позволяват да се получат необходимите бавни движения за проследяване на Слънцето по време на фокусирането през огледално-рефлексния визьор на фотографската камера.

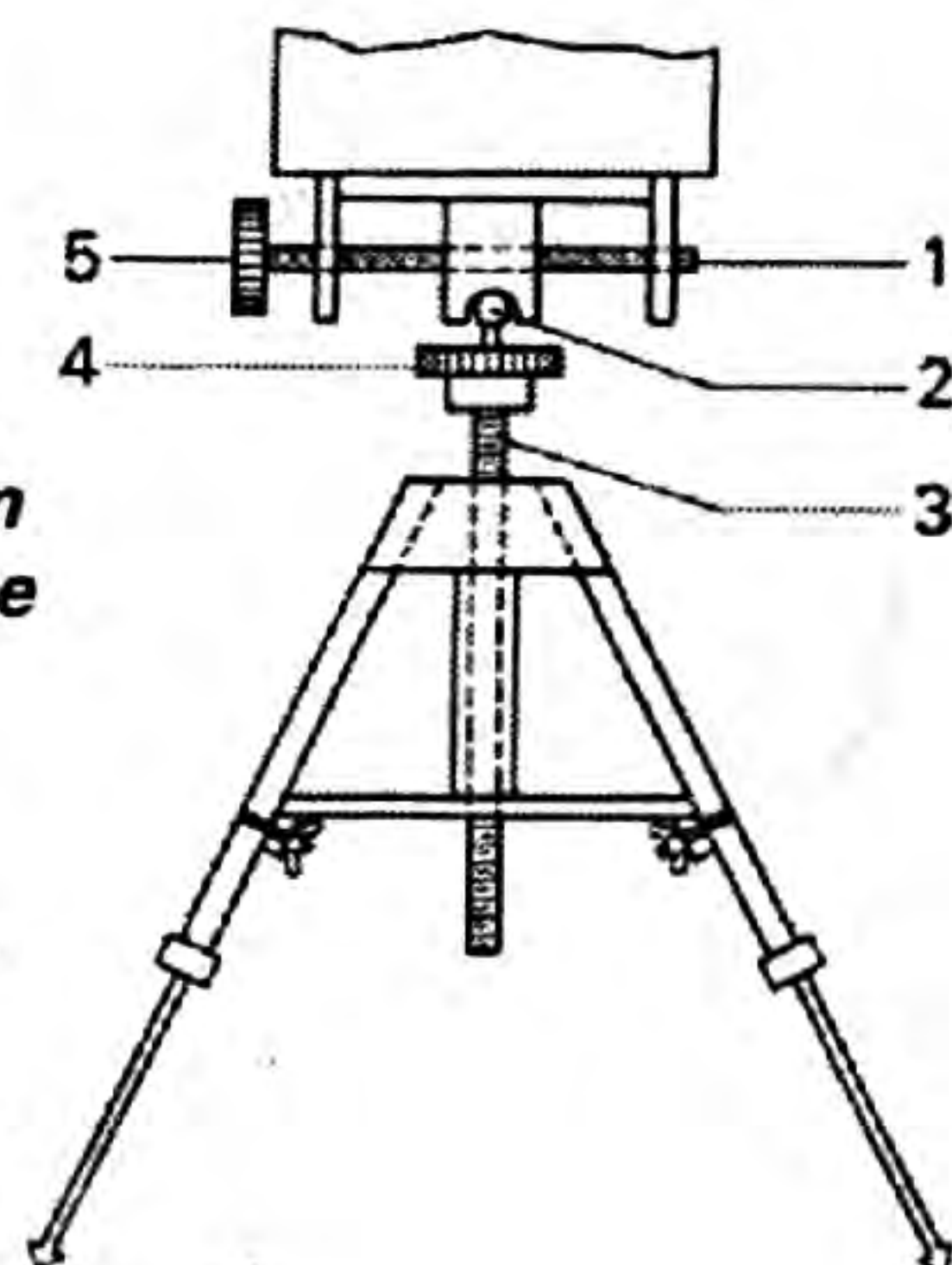
Под фотографската камера има една малка призма, прикачена към обектив, предназначен за фотографиране на часовник с датник, като изображението се препраща в единия ъгъл на негатива 24x36.

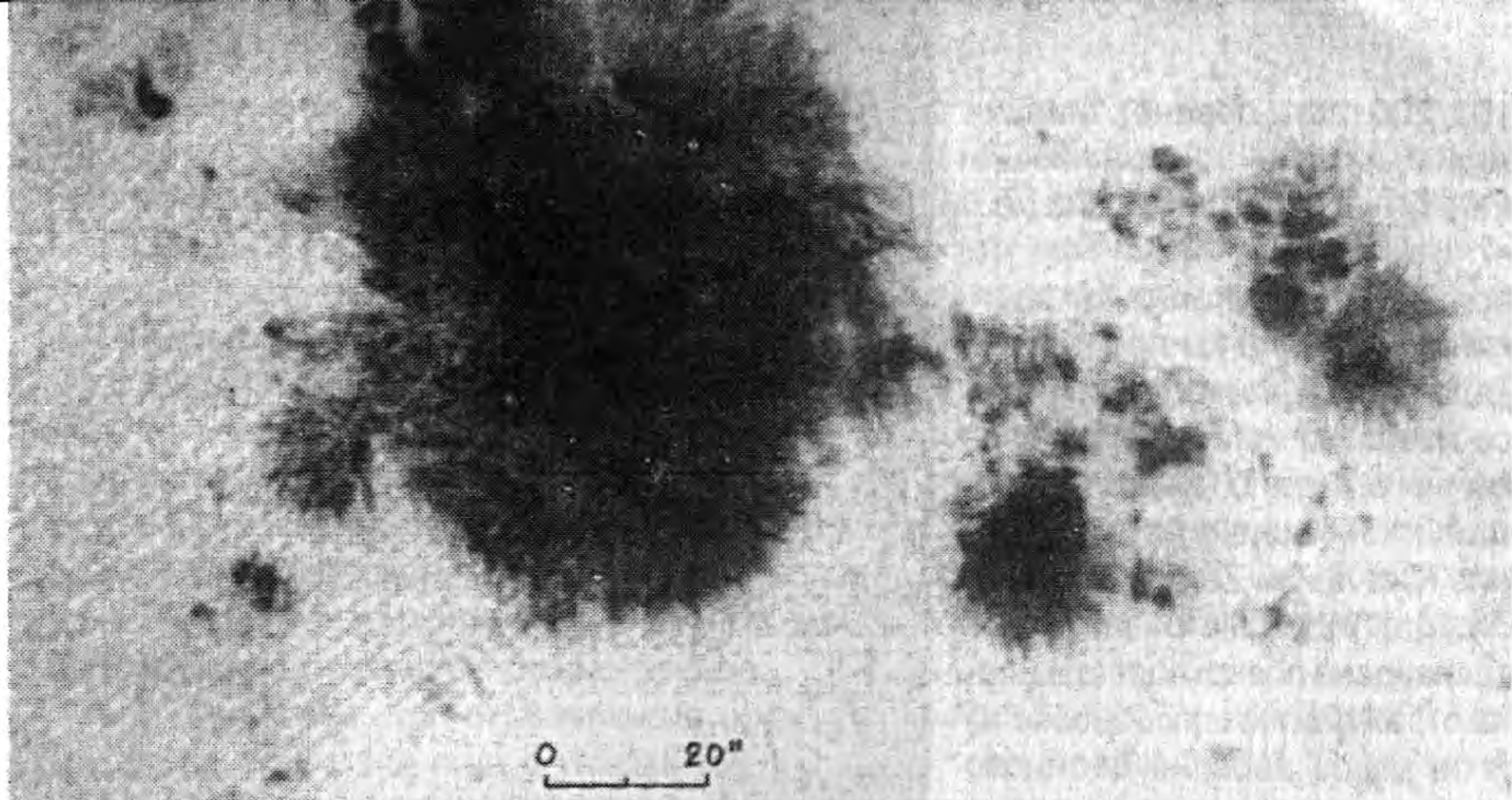
Бял екран, поставен отпред пред тубуса, а също и под него, възпрепятства затоплянето на металните части.

Съществуват и други подобни начини, но най-евтино е да се използва фотографски UV филтър, т.е. безцветен. Понякога се намират добри и относително евтини филтри от марките Leitz, Zeiss, Nikon, Asahi, Ноуа. Те нямат астрономическа точност, но диаметрите им, достигащи 82 mm са използвани, без да водят до много забележимо влошаване на дифракционната картина. За съжаление, обработката на филтъ-

ващо, но добри резултати биха могли да се получат и с телескоп, чийто тубус е... затворен! И така, за любителя, който би искал да получава редовно качествени снимки на Слънцето, едно от най-добрите решения е използването на затвор от метал-

- Гледан анфас.**
 1. Винт ф8 mm
 2. Търкалящо се капаче
 3. Винт ф20 mm
 4. Командване по височина
 5. Командване по азимут

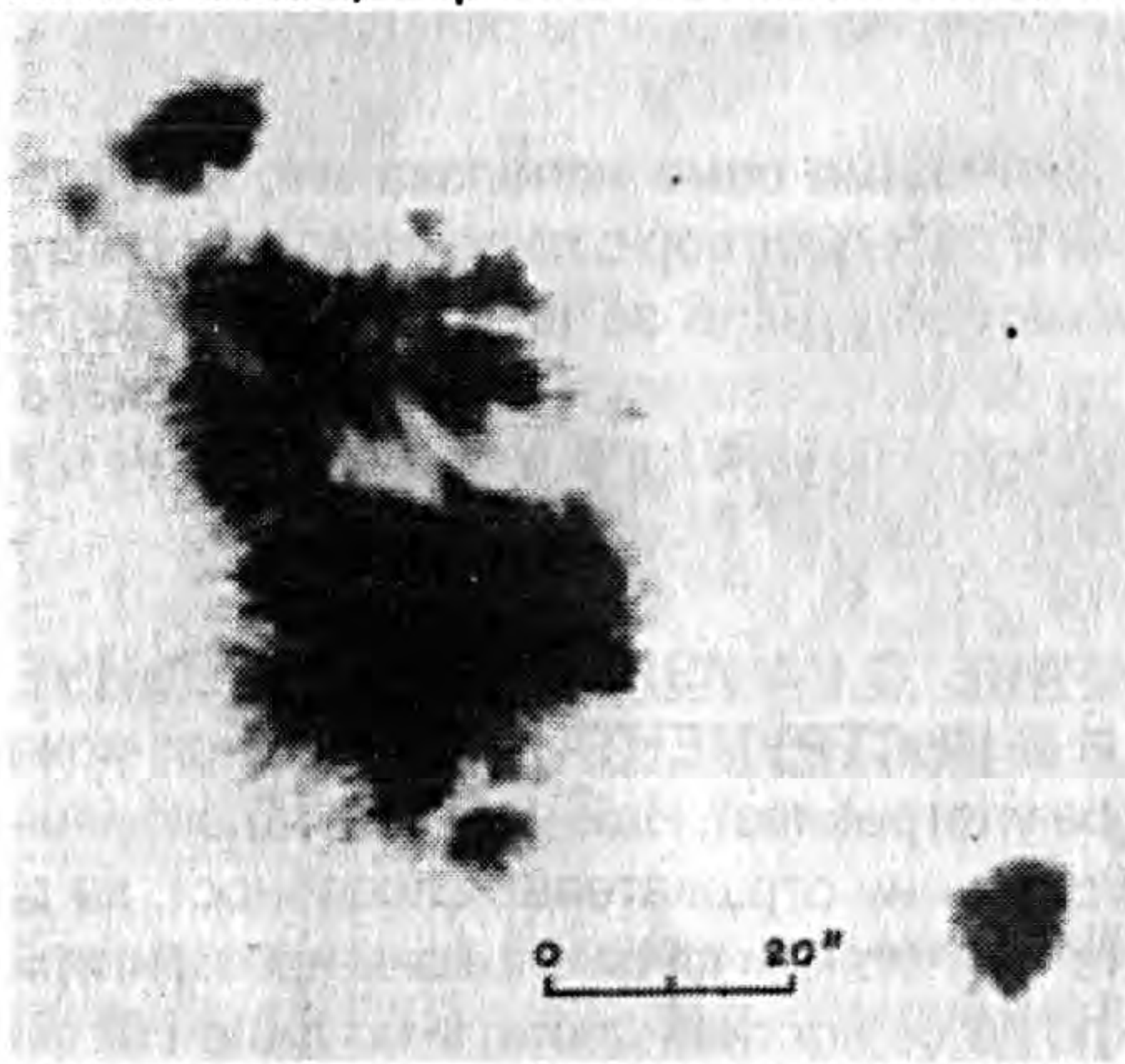




Слънчево петно, показващо фотосферните гранули и ярките зърна върху нишките на полусянката. Снимката е получена с телескоп Нютон 205 mm, снабден с една полу-алуминизирана метална пластинка със затваряне. Директно увеличение с окуляр Plossl 25 mm (резултантен фокус 14 m). Експозиция: 1/500 s върху филм Recordak ANU 5786, зелен филтър Schott VG6. Проявяване: 7 min в проявител D39 при 20°C. Увеличение на негатива върху екстра-мека хартия NO.

ра е много по-скъпа - всъщност, необходимо да се направи вакуумен звънец, за да се обработи едно единствено парче! Ето защо, този процес излиза почти толкова скъп, колкото и купуването на слънчев филтър (не става дума да се опитва химическо посребряване - методът е валиден за отражателно, не и за абсорбционно покритие).

Фирми като Celestron и Questar продават слънчеви филтри с добро качество, но сравнително скъпи. Някои имат същия диаметър като този на телескопа, други са по-малки и ексцентрични. За съжаление, тяхното пропускане е 1/10000 и повече, което



Едно по-светло откопиране на полусянката и на ярките зърна в периферията на сянката и в малкото петно в дясно. Снимка: Рувьер.

е твърде много за фотографирането (попада се в експозиционни времена, изискващи часово задвижване и изявяващи вибрациите от огледално-рефлексния фотоапарат). Любителят, занимаващ се със собствения си метализиран слънчев филтър, би могъл да използва опита на тези конструктори и да си направи капак, който да постави върху тубуса на телескопа, снабден с отвор встрани от центъра, в който да постави филтъра - например, 80 mm за 200 mm инструмент.

Един по-икономичен и по-добър начин е използването на слънчеви филтри изработени от фирмата Lichtenknecker, която произвежда малка серия от метализирани слънчеви филтри с пропускане 1/1000 с нормални диаметри (70, 90, 110, 125,

150, 200 mm и повече). Малките диаметри се намират лесно и цените им са приемливи.

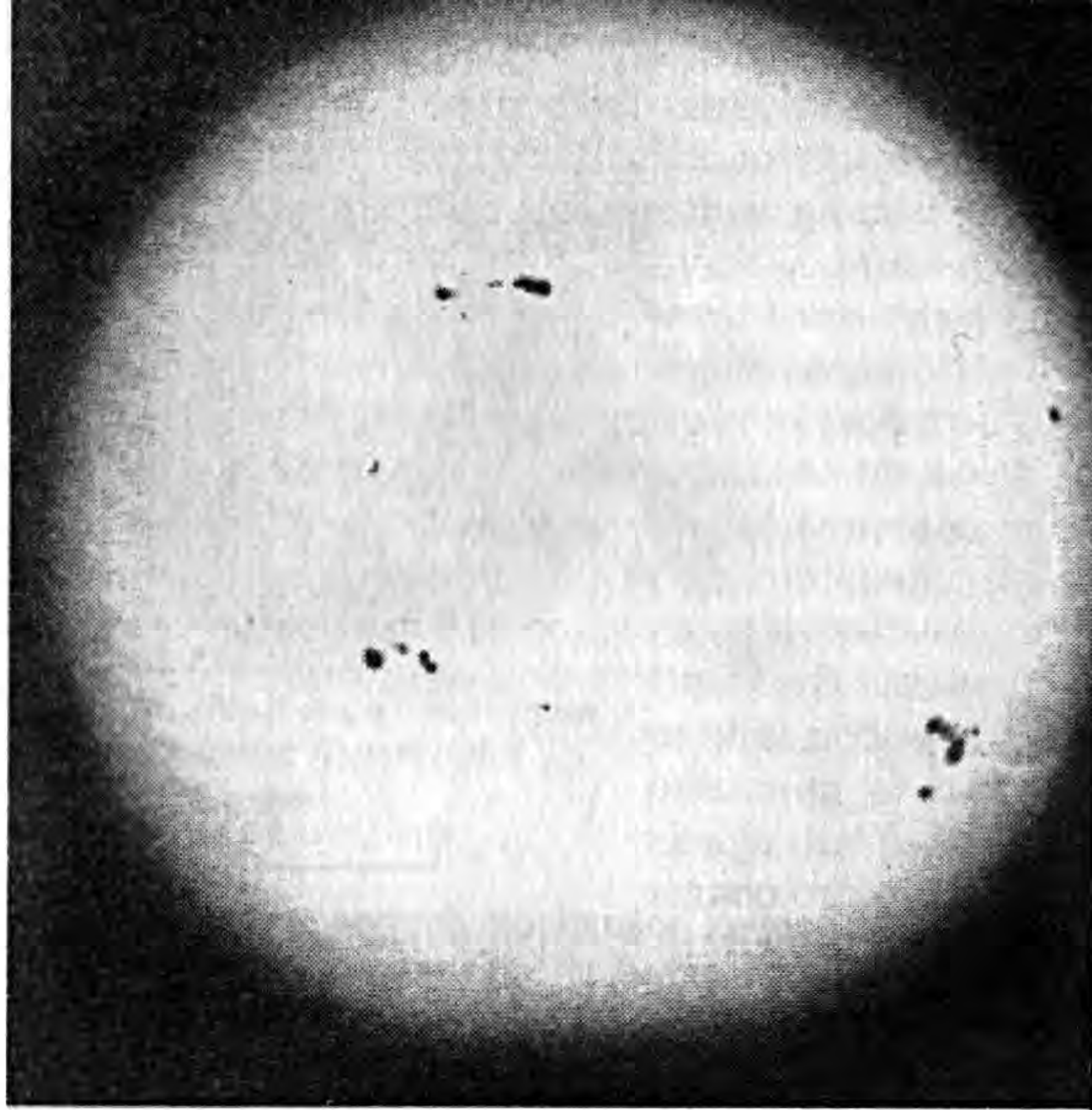
Най-добрият начин да се попречи на излишъка от светлина и топлина да проникне в далекогледа или телескопа е да се използва хелиостат с керамично огледало, имащо много малък коефициент на разширение (Cervit или Zerodur). Такова огледало ще има равна нематализирана повърхност (стъклена отражателна способност 4%) и за да се избегне двойното изображение, огледалото или трябва да се направи матово отзад, или - за предпочитане - да се оформи с рязък полегат ръб (подобно на призменията пластина на Хершел).

Ако разполагате с далекоглед или телескоп със средни възможности и с някоя от хитростите, разгледани по-горе, разрешите проблема с излишъка на светлина и топлина, може да говорим за фотографияне било във фокуса (ако фокусното разстояние е поне 1.60 m) или с леща на Барлоу (за да се получи Слънце от 15 до 22 mm с фокуси от 70 до 120 cm), било с окулярни или други проекции, когато става въпрос за фотографияне на отделно слънчево петно или т.н. „оризови зърна“.

ФОТОАПАРАТ И ФОКУСИРАНЕ. Ще разгледаме само използването на огледално-рефлексен фотоапарат 24x36, снабден с добър затвор с пердета (разполагащ със скорости 1/1000 или дори 1/2000 s) и матово стъкло за визиране със светло централно петно. За фокусирането трябва да се използва неутрален филтър (желатинов) с плътност 1 срещу заслепяването (пропускане 1/1000 и още по-силен при визуално наблюдение).

МЕТОДИ, ПОЗВОЛЯВАЩИ ЕЛИМИНИРАНЕТО НА ИЗЛИШЪКА ОТ СЛЪНЧЕВА РАДИАЦИЯ, СЛЕД ПРОНИКВАНЕТО Й В ИНСТРУМЕНТА. Тези процеси може би са по-малко рационални, но също много се употребяват. Най-често се задоволяваме с използването на призмено стъкло със стъклена отражателна способност, за да се отстранят 96% от лъченията - с останалата част можем да се справим чрез филтри. Винаги е за предпочитане призменият стъкло да се постави достатъчно далеч от фокалната равнина, за да не се получава наблизко силна концентрация от топлина.

Драгеско е направил два слънчеви далекогледа (75 и 110 mm) от типа рефрактор-рефлектор, снабдени с неалуминизирано огледало, изработено във формата на



Снимка на слънчевия диск, показваща многобройни групи петна, получена с 200 mm Celestron, гуафрагмиран на 70 mm. Експозиция 1/500 s върху филм Recordak. Филтър 1/1000, поставен във фокуса. Снимка: Жан Драгеско.

призмена ламела, чиято втора страна е полирана.

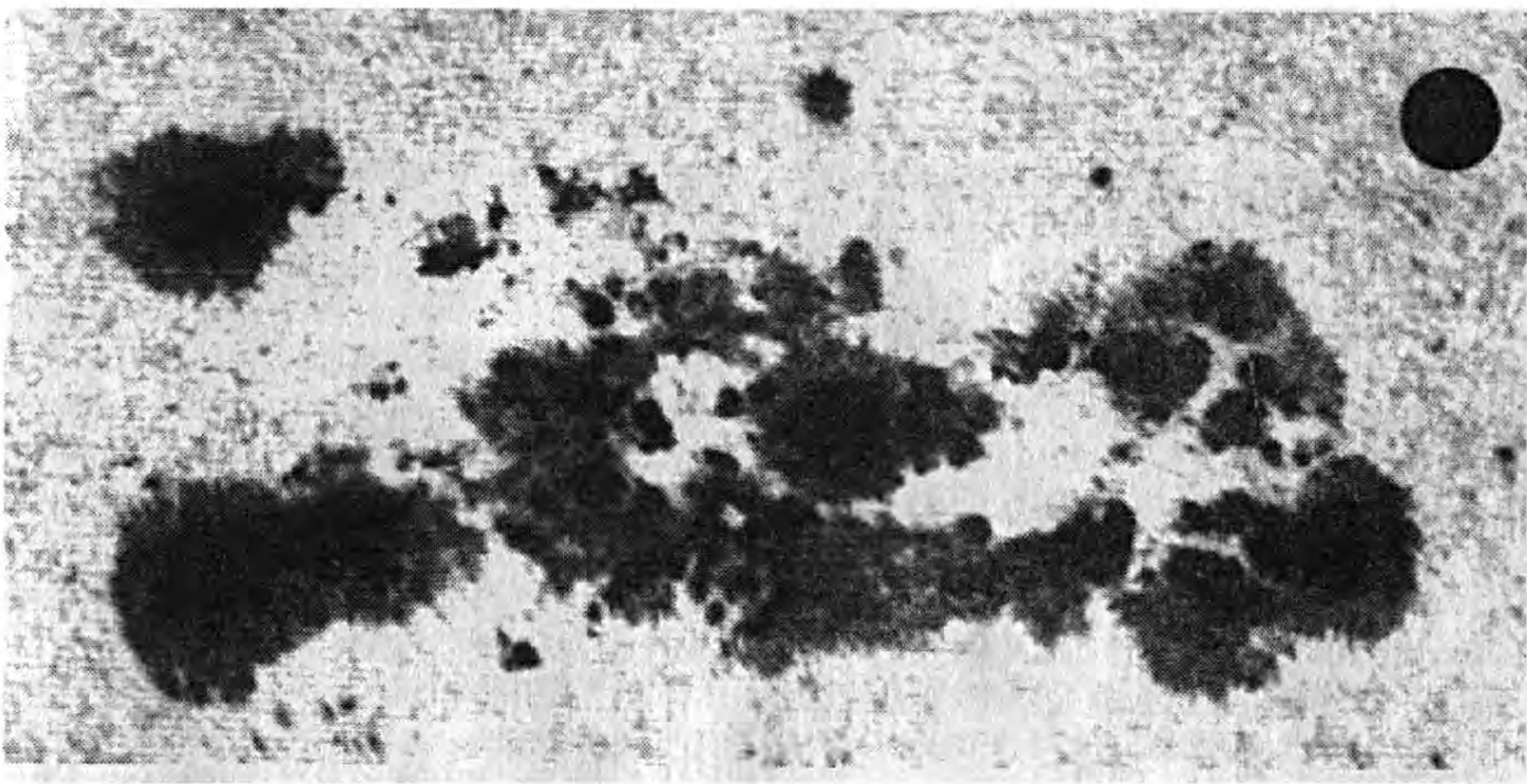
* Най-добре е, за да се избегнат деформациите на огледалото, да се използват стъкла с нисък коефициент на разширение: Pirex (до 10 cm), Кварц (до 15 cm) или Cervit или Zerodur (до 15 cm). Тези инструменти работят много добре, но могат да се използват само за Слънцето. А и конструирането им изисква известна практика.

По-просто изглежда използването на хелиоскоп. Жосет е получил снимки на Слънцето с изключително качество, с далекоглед с полу-апохроматичен обектив (съставен от три лещи), 40 mm окуляр на Kellner, хелиоскоп на Zeiss и зелен филтър.

Но използването на хелиоскоп на Хершел, направен от призмена пластина, не е достатъчно - пластината, поставена в съседство с фокуса на обектива (или огледалото) трябва да е от стъкло с малък коефициент на разширение, като Cervit. Ако това не е изпълнено, повърхността на стъклото, макар и перфектна, се деформира бързо под действие на интензивното нагряване.

Така или иначе, при отразяването от стъклена повърхност се пропускат 4% от светлината, което все още е твърде много. Освен това, трябва да се използват и силно поглъщащи филтри, поставени за предпочитане зад окуляра. Идеалното е да се използват два филтъра, комплектовани така (например, зелен и червен), че да се получи поглъщане поне от 10 пъти.

Едно още по-ефикасно решение е използването на петоъгълна призма с малък коефициент на разширение. Както се вижда от схемата, две последователни отражателни повърхности пропускат само 16/1000 от светлината. Един или два цветни филтъра (червен и зелен) отстраняват още една част, така че е възможно да се избере увеличение от окуляра и експозиционно време, позволяващи да се получат коректно експонирани снимки.



Тази група слънчеви петна с дължина 200000 km е получена с далекоглед с 232 mm диаметър и 3100 mm фокус. Увеличение с окуляр на Kellner монтиран върху хелиоскоп Zeiss. Тъмно-зеленият филтър има тясна ивица на пропускане (max 546 nm). Филм AGP Agfa. Забележете слънчевата грануляция. Земята, като скала, е представена като черен кръг. Снимка: Пер Жосе.

СВЕТЛОЧУВСТВИТЕЛНИ ЕМУЛСИИ И ПРОЯВЯВАНЕ.

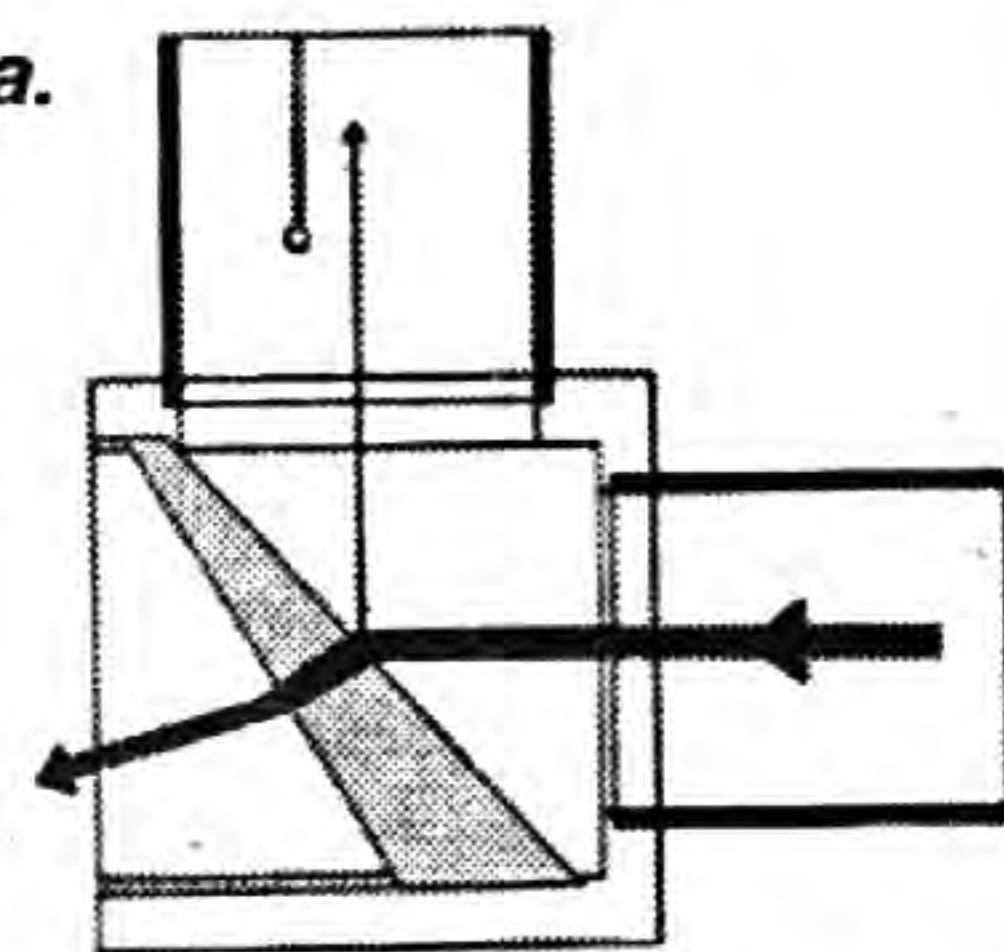
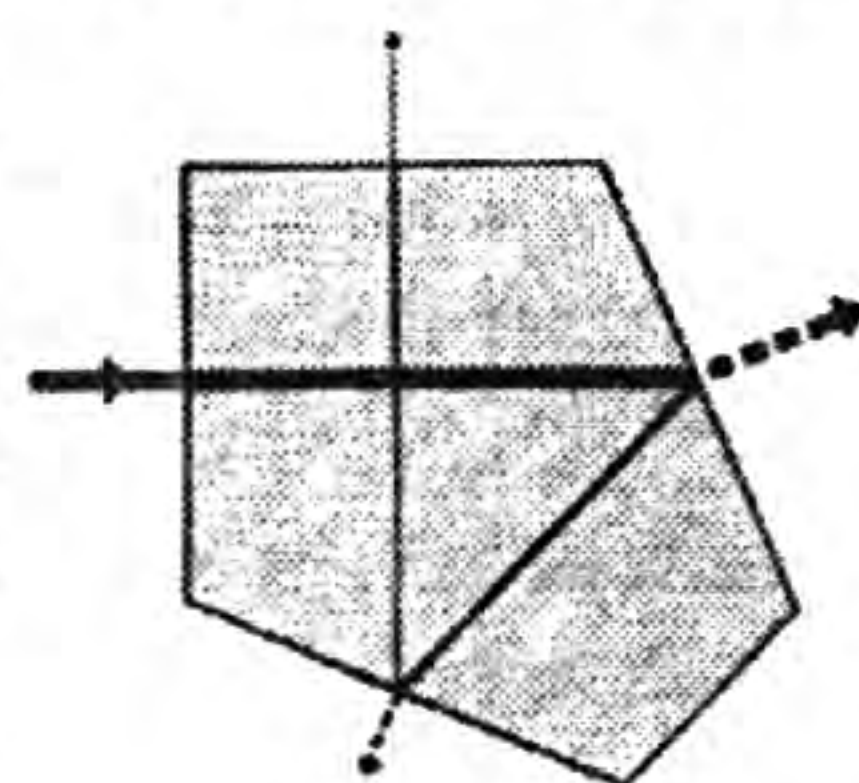
Ясно е, че излишъкът от светлина ще ни накара да използваме по-слабо светлочувствителните филми от пазара, които дават забележителна разделителна способност, почти несъществуващо зърно и голям контраст. Използват се следните филми: Recordak ANU Kodak (най-финият), Recordak 5459, Copex Agfa, Agfaortho 25 Professionnel или Solar Flares Patro! S.O.392 на Kodak. Намират се емулсии от същия тип и на план-филми 6x9 cm, за онези, които разполагат с огледално-рефлексен фотоапарат 6x6 или 6x9 cm. Проявяването трябва да става с контрастни проявители: D11 за цялостните изгледи, D19 или PL12 за изявяването на факелите и „оризовите зърна“. Новият филм T.P. 2415 на Kodak, макар и по-светлочувствителен, е особено интересен, когато използваният филтър е много поглъщащ, или ако се изискват къси експозиционни времена (1/4000 s за последния Nikon FE2).

ЕКСПОЗИЦИОННИ ВРЕМЕНА. Тъй като филмите, използвани в слънчевата фотография са много слабо светлочувствителни, то и времената на експозиция могат да са много кратки: 1/250 до 1/1000 s. Тези мигновени експозиции намаляват рисковете от вибрациите, правят ненужно всяко екваториално задвижване и намаляват размиването на изображенията, причинено от турбуленцията.

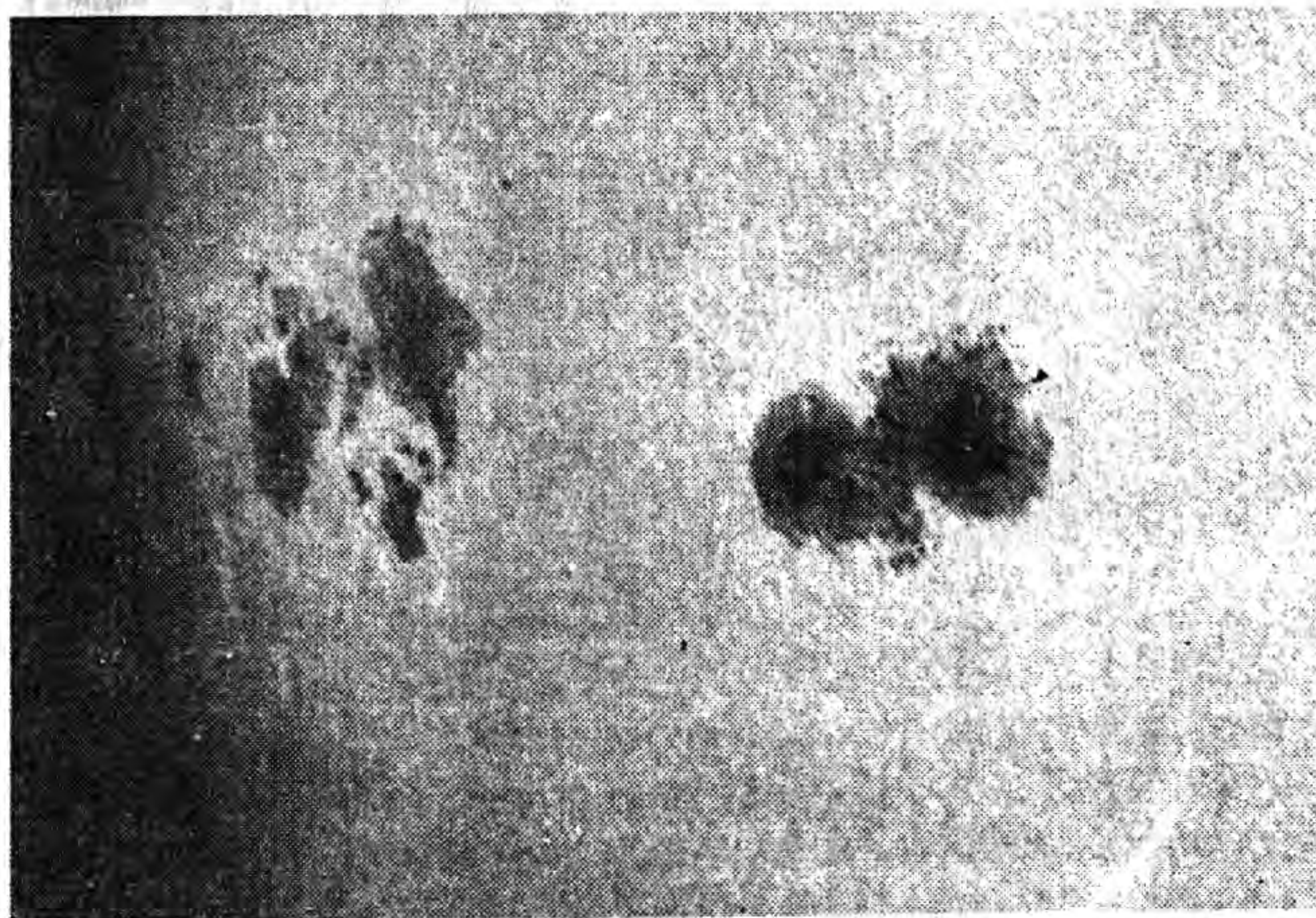
Любителят трябва да направи доста опити, за да намери подходящото експозиционно време, като прибавя и маха филтри, докато получи коректна експозиция - около 1/500 s. Но дори за даден инструмент, експозицията варира още според височината на Слънцето и прозрачността на атмосферата. Тъй като наклонът на сенситометричната крива за използваните емулсии е много стръмен, експозицията е много

кратка. Най-добре е да се еталонира експониметъра на огледално-рефлексния фотоапарат за Слънцето или да се конструира независим експониметър (прибавяйки филтри на Wratten 96 с плътност от 5 или 6 към любителска батерия, която да измерва блясъка на Слънцето и да ви информира за корекцията, която трябва да се направи на стандартното експозиционно време). Така, след еталонирането, може отлично да се използват автоматичните експозиции (OM4).

Петъгълна призма.



Хелиоскоп на Хершел.



Доказателство за превъзходството на филм Pan 2415 в слънчевата фотография. Телескоп с диаметър 355 mm, филтър Lichtenknecker с ф12 cm (ексцентричен) и D=3.5. Фокус 5.3 m, експозиция 1/250-1/500 s.

ИНСТРУМЕНТ ОТ 100 ДО 200 mm ДИАМЕТЪР Е ДОСТАТЪЧЕН. Освен т.н. инструментална турбуленция, която можем да овладеем, съществува и една друга, външна, предизвикана от затоплянето на въздуха в съседство с терена. Чрез избор на мястото е възможно да се намалят ефектите от тази турбуленция, която се създава локално и на ниски надморски височини. Тя е много по-силна през деня, отколкото през нощта. Независимо от това, дали държим сметка за избора на мястото или не, бихме могли да постигнем разделителна способност само 5" или 2", като в най-добрите случаи тя спада до 1". Но слънчева снимка с разделителна способност от 1" се счита за добра. Добър далекоглед от 110 до 135 mm е достатъчен за получаването на изключителни слънчеви снимки, чиято разделителна способност от 1" се достига при най-добрите условия с диаметър 135 mm. Ето една интересна задача за любителите, търсещи програма за работа. Но не трябва да се заблуждаваме, че получаването на снимките е лесно. Статистиката показва, че само 1% от слънчевите фотографии достигат или надвишават разделителна способност от 1". Снимките, чиято разделителна способност е от 2 до 5" често са неизползваеми от специалистите. За сметка на това, любителите могат да им съперничат, тъй като инструмент с 200 mm диаметър, използван в най-добри условия, е повече от достатъчен, за да се регистрира и проследи активността на слънчевата повърхност чрез системно фотографско изследване.

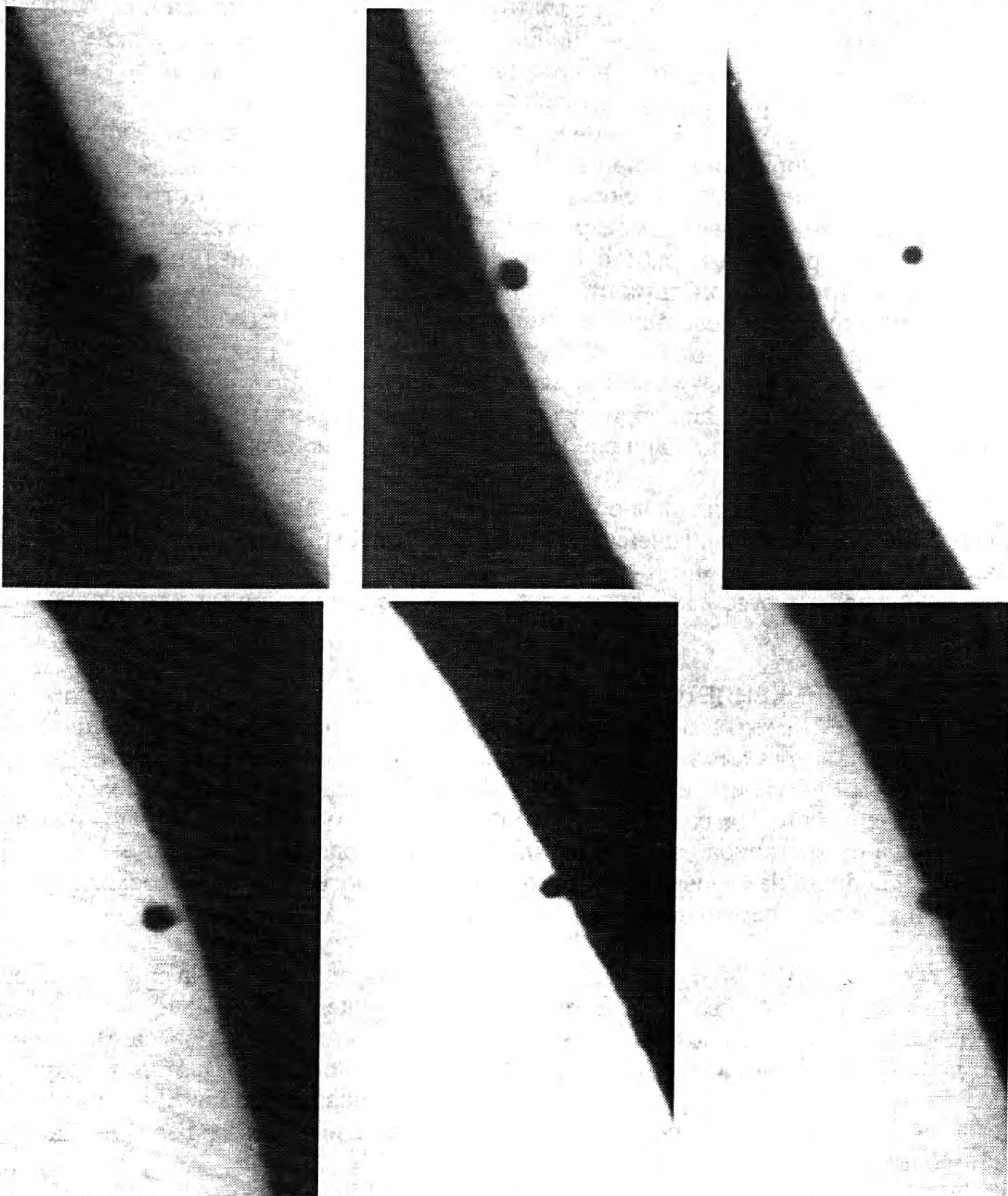
По-нанатъшното увеличаване на диаметъра на слънчевия инструмент не би донесло нищо повече (с изключение на работите в областта на спектроскопията), тъй като се сблъсква с огромни трудности, предизвикани от термичната конвекция във вътрешността на тубуса и най-вече, с турбуленцията от околния терен и надморското равнище.

МЕСТОПОЛОЖЕНИЕТО. Изборът на мястото, където смятате да инсталирате слънчевия инструмент, е много важен. Един телескоп, поставен на терасата на бетонна сграда, никога няма да получи детайлни изображения на слънчевата повърхност. Мозайката, тухлите, циментът и каменистата почва трябва да се избягват, тъй като излъчват топлина и са източник на силна локална турбуленция. Идеалното място е той да се инсталира на върха на една кула, разположена сред езеро, което се намира в средата на горичка! Вместо гора, може да потърсите терен, покрит с многобройни храсти и изобилна трева.

КУПОЛИ И ЗАСЛОНИ. Куполът не е подходящ за заслоняване на слънчев телескоп. Инструментът трябва да е на открито, под подвижен дървен навес или заслон, редовно проветряван и покриван с широк найлон, когато не се използва. Може лесно да се конструира заслон (движещ се по релси, закрепени на земята), покрит с дървена или метална арматура, с пана от „пикал“ (на базата на азбеста), които отвън имат слой от фиброво стъкло и бяла смола, като външните стени на заслона са покрити с найлон.

НАЙ-ДОБРИТЕ ЧАСОВЕ ЗА НАБЛЮДЕНИЕ. Повечето астрономи посочват, че най-добрият момент на деня, през лятото, е между 8 и 9h сутринта, (обикновено, 2h след изгрева на Слънцето). Други оператори съобщават за много добри снимки, получени към обяд, когато пресичания въздушен слой е най-тънък. Добри снимки могат лесно да се получат над водна повърхност или свеж сняг.

НАМАЛЯВАНЕ НА ТУРБУЛЕНЦИЯТА. За да я отстраним в близост с инструмента, можем да използваме идеята на австралийските астрономи Брей и Лонгхед, които са получили слънчеви снимки със забележителен финес, използвайки 135 mm



Пасаж на Меркурий пред Слънцето на 10.11.1973 г. Снимките са получени с екваториален рефрактор-рефлектор от 110 mm, $f=1900$ mm. Окуляр Plossl от 16 mm. Неутрален филтър 1D + зелен филтър. Експозиция 1/250-1/500 с върху филм Agfa FF Agfa. Снимка: Жан Дрегеско.

Горе от ляво на дясно: 07h 49min TU - 07h 50min TU - 07h 55min 30s TU.

Долу от ляво на дясно: 13h 15min TU - 13h 16min TU - 13h 17min TU.

далекоглед. Инструментът е напълно автоматичен и снима, когато турбуленцията е минимална, което любителят не би могъл да постигне. Получаването на добра слънчева снимка се постига при отсъствието на завихрения във вътрешността на инструмента, а също и в съседство с него.

Любителят, който иска да се посвети на сериозна фотографска работа, трябва най-напред да попречи на слънчевата светлина да попадне върху инструмента преди снимането. Можете да го предпазите с широко покривало от полиран алуминий, поставен на около 1 m от инструмента. То ще е по-ефикасно, ако е направено от две стени, отделени с няколко сантиметра, където въздухът да циркулира свободно. Това покритие, което е независимо от инструмента, се „люшва“ настрани за част от секундата преди снимането. Пред телескопа може да се постави затъмнителен диск от бял полистирол с 15 до 20 mm дебелина, като диаметърът му трябва да бъде 2.5 пъти по-голям от този на инструмента. Изрежете един отвор във формата на сектор, който може да бъде $1/4$ от повърхността на диска. Закрепете затъмнителния диск върху ос, чието кръгово задвижване ще се осигурява от обтегната еластична пружина, така че да изминава 1 оборот за около 1 s. Завъртането, командвано от гъвкаво жило, ще предизвика на свой ред отварянето на затвора на фотоапарата за снимката (регулиран на $1/500$ или на $1/1000$ s) в момента, когато процепът се намира центриран пред обектива (или огледалото) на инструмента. В този случай, трябва да се отстрани по-голямата част от турбуленцията във вътрешността на инструмента, както и в непосредствена близост (най-вече, отпред).

Може би ще е необходимо да се направи уравновесяване на затъмнителния диск, за да се избегнат вибрациите.

СЛЪНЧЕВ ТЕЛЕСКОП ПОД ВАКУУМ. Накрая, ще разкажем за една разработка на астрономи от обсерваторията Изания в Тенериф.

Огледалото на телескопа от Cervit е с диаметър 405 mm и фокус 3000 mm. Ламелата на затвора, поставена пред тубуса, е с 30 mm дебелина. Тубусът, от алуминий, е с 800 mm диаметър и 10 mm дебелина. Вакуумът е създаден вътре (0.3 mm живачен стълб), като така се избягва цялата вътрешна турбуленция. Свързките осигуряват херметичност, особено на нивото на ламелата на затвора. Две вторични огледала отправят последователно снопа във вътрешността на тубус с малко сечение, закрепен паралелно на тубуса на телескопа. Специална система за увеличение дава изображение, което ще има диаметър 350 mm за цялото Слънце. Разделителната способност често е $0.5''$, а понякога и $0.3''$ - почти равно на теоретичната разделителна способност!

Инструментът е поставен на сянка в една 15 m кула на 2500 m надморска височина. Получаваните слънчевите снимки рядко са с друго качество. Използваните филми са: Correx Pan или Ortho в интегрална светлина с филтър 5250 (ивица на пропускане 200 Å) или филм Kodak Solar flares patrol SO 392 с филтър H α .

Любителите, които ще бъдат привлечени от направата на телескоп под вакуум, трябва да са наясно, че такава инсталация се обезсмисля, ако не е съчетана с едно изключително местоположение.

ОСОБЕНИ ФОТОГРАФИИ. Пасаж на Меркурий или Венера пред Слънцето. Този тип снимане се извършва със същите техники, както и нормалното слънчево фотографане.

Макар, че планетното фотографиране не достига до финеса на детайлите, който може да се постигне в зарисовките на един трениран наблюдател, документите от него са обективни и показват много по-добро качество, в сравнение с рисунките на повечето от начинаещите наблюдатели.

ЕКСПОЗИЦИОННО ВРЕМЕ В ПЛАНЕТНАТА ФОТОГРАФИЯ. Теоретично, този проблем е лесен за решаване, доколкото принципно зависи от две величини, които са относително постоянни и известни: албедото (онази част от слънчевата светлина, която се отразява от повърхността на небесното тяло) на различните планети и относителния отвор f/D на използвания астрономически инструмент. Предлагаме ви една таблица, която ще послужи за основа на вашите по-прецизни опити.

Разбира се, тези стойности са средни, тъй като получените резултати зави-

резултантен относителен отвор f/D	време на експозиция (s) (за филм 200 ASA, нормално проявен)			
	ВЕНЕРА	МАРС	ЮПИТЕР	САТУРН
40	1/60	1/15	1/2	2
60	1/30	1/8	1	4
80	1/15	1/4	2	8
120	1/8	1	4	16

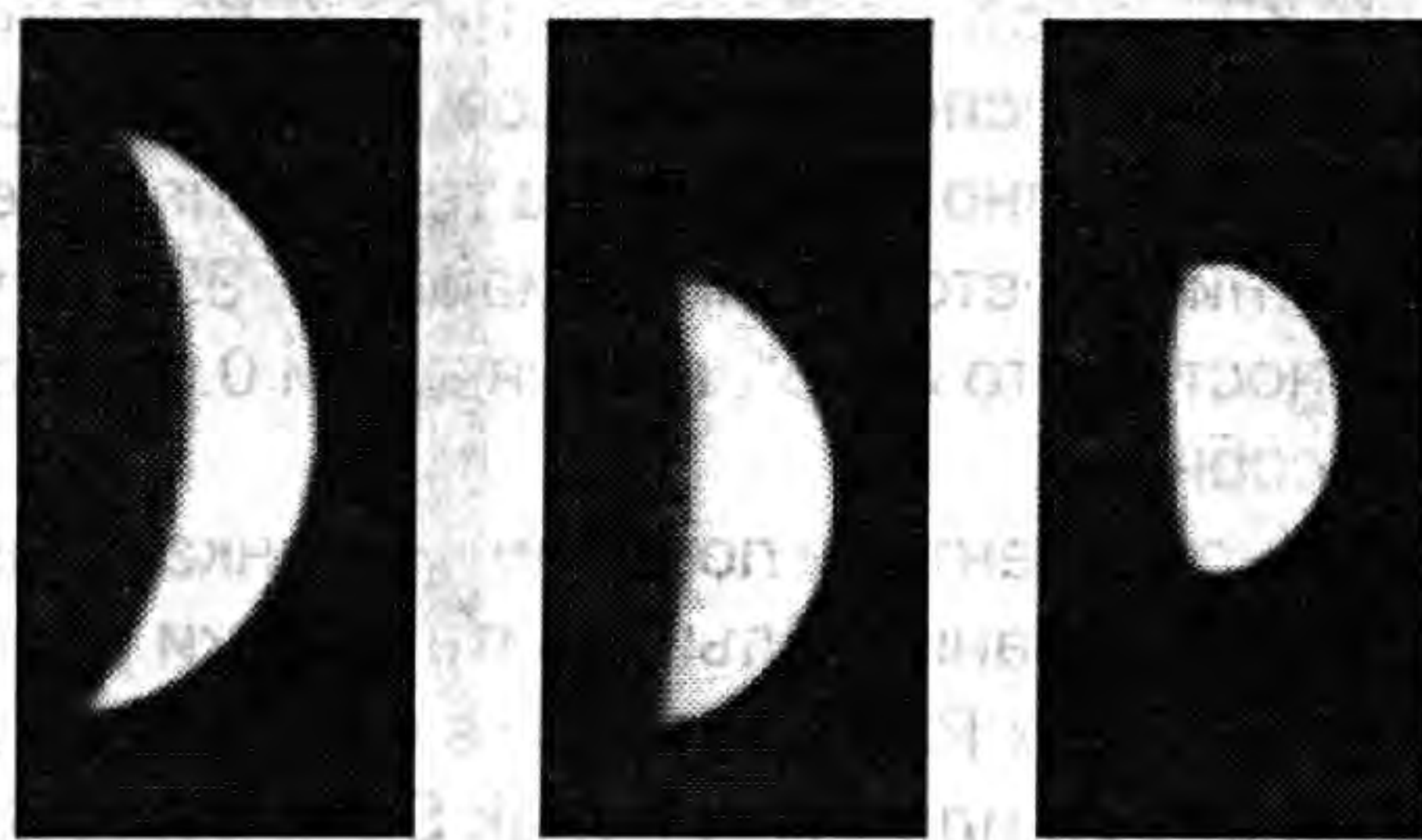
сят също и от няколко променливи фактора: състоянието на алуминизацията на огледалото на телескопа, размерът на централното му препятствие, състоянието на повърхността на планетата (прахови бури на Марс, фазите на Венера), отдалечеността на планетата от Слънцето (данните от таблицата са установени за планетите, намиращи се в опозиция), приложеното проявяване (тъй като чувствителността на филма може да варира в съотношение от 1 до 6, според обработката) и т.н.

В случаи на използване на филтър, трябва да се отчита и неговия коефициент (той е даден от производителите или се определя експериментално).

ФОТОГРАФИРАНЕ НА ВЕНЕРА

Венера е лесен обект за начинаещите астрофотографи. Силният ѝ блясък, големият ѝ диаметър и забележителните ѝ елонгации я правят достъпна дори и за скромните инструменти.

ФИЛМИ. Kodak T.P. 2415, Recordak Kodak или при липсата им - AgfaPan 25 или Pan F Ilford (за рефрактор е желателно да се използва и един жълт филтър - Wratten 15). Времето на експозиция е между 1/2 и 1/125 s. Но заради вибрациите, дължащи се на затворите на огледално-рефлексните фотоапарати, за предпочитане е да се използват слабо светлочувствителни



Тези три снимки показват фазите на Венера и промяната във видимия диаметър на планетата от май до юни 1977 г. Те са получени последователно на 13 май, на 2 юни и на 7 юли с „Celestron“ 203 mm. Увеличението на изображението е с окуляр 16 mm. Експозиция 1/2 s върху филм Recordak. Снимка: Жан Драгеско.



Планетата Венера, фотографирана с 520 mm телескоп, с фокус 40 m. Експозиция 1 s върху филм Pan F Ilford с филтър UG2 Schott. Композирана от 3 негатива. Снимка: Вискарги.

емулсии и филтри, така че да се експонира 1 s с прилагане на т.н. техника на окултация.

ФАЗИТЕ са лесни за фотографиране с далекоглед или телескоп, на който е добавена някоя от разгледаните вече увеличителни системи, даващи фокус от 5 до 10 m. Най-добрите снимки обикновено се получават през деня. Венера е много ярка и е лесна за намиране. Но също би могло

да се работи и сутрин или вечер, в момента на залеза на Слънцето (като внимава-те тубуса да не се навлажни при свързката му с окулярния държател и фотоапарата).

ФОТОГРАФИРАНЕ НА СЪРПА НА ВЕНЕРА В БЛИЗОСТ ДО СЛЪНЦЕТО (външно съединение). Маскирайте Слънцето, осветяващо вътрешността на телескопа с екран от полистирол, закрепен на края на дълга пръчка, която да е колкото е възможно по-лека (алуминий, бакелитизирана хартия) и независима от телескопа.

ФОТОГРАФИРАНЕ НА АТМОСФЕРНИ ФОРМИРОВАНИЯ НА ВЕНЕРА. Любителите се обезкуражават, когато констатираат, че получените резултати са твърде независими от отвора на използвания инструмент, тъй като петната на Венера са широки и мъгливи, а разделителната способност на големите телескопи е силно ограничена от турбуленцията. Така, един добър телескоп от 260 до 300 mm, използван в изключителни атмосферни условия, позволява на сръчния и упорит любител да получи почти толкова добри снимки, колкото тези от 1-2 m телескоп.

С телескоп поне 200 mm, за предпочитане от типа Касегрен, е необходимо да се фотографира в ултравиолета. Всъщност, облачните формирования се изявяват само в далечните дължини на вълната, под 4200 Å (т.е. виолета и синьото). Оптималните условия са към 3800 Å (близкия ултравиолет). Но тези дължини на вълната не преминават през оптичните системи, съставени от плътно стъкло от флинт, каквито са обективите на астрономическите далекогледи и окулярите. Лещите на Барлоу, чиято плътност на флинтовото стъкло е слаба, могат все пак да дадат добри резултати. Ще отбележим, че е възможно да се изработят оптични увеличаващи системи от типа на Барлоу, с фокус равен или по-малък от 80 mm или повече, от прозрачни за ултравиолета материали (кварц, силиций, ултравиолетово стъкло). Но изниква едно усложнение: използваният ултравиолетов филтър понякога толкова силно поглъща светлината във видимата област, че става невъзможно да се види изображението върху матовото стъкло на фотоапарата. За да се избегне това затруднение, може да се използва специалната камера за планетно фотографиране. Тогава, ултравиолетовият филтър може да се постави много близо пред филма. За да се компенсира лекото удължаване на снопа, дължащо се на разсейването на светлината през филтъра, трябва да се прибави втори филтър (светлосин) със същата дебелина, по оптичния път, достигащ до лещата за визиране. Когато тази камера е предварително еталонирана, така че да се получи точно фокусиране едновременно върху филма и върху визьорното стъкло, остава само да се фокусира нормално, като се следи турбуленцията, за да се експонира точно в момента на най-добрите възможни изображения. Добри

снимки на атмосферните петна на Венера могат винаги да се получат с помощта на прости виолетови филтри (Kodak Wratten 35 и 36), които позволяват фокусиране без хитрости.

Многобройните фотографски документи са необходими, за да се проследи и изучи движението на атмосферата на Венера - и за щастие, любителите могат да дадат своя принос в тази област.

ДИАМЕТЪР НА ИЗОБРАЖЕНИЕТО. При елонгациите на Венера, диаметърът ѝ достига до около 20" (50" за долни съединения), което върху негатива дава диаметър от порядъка на 1 mm за 10 m фокус.

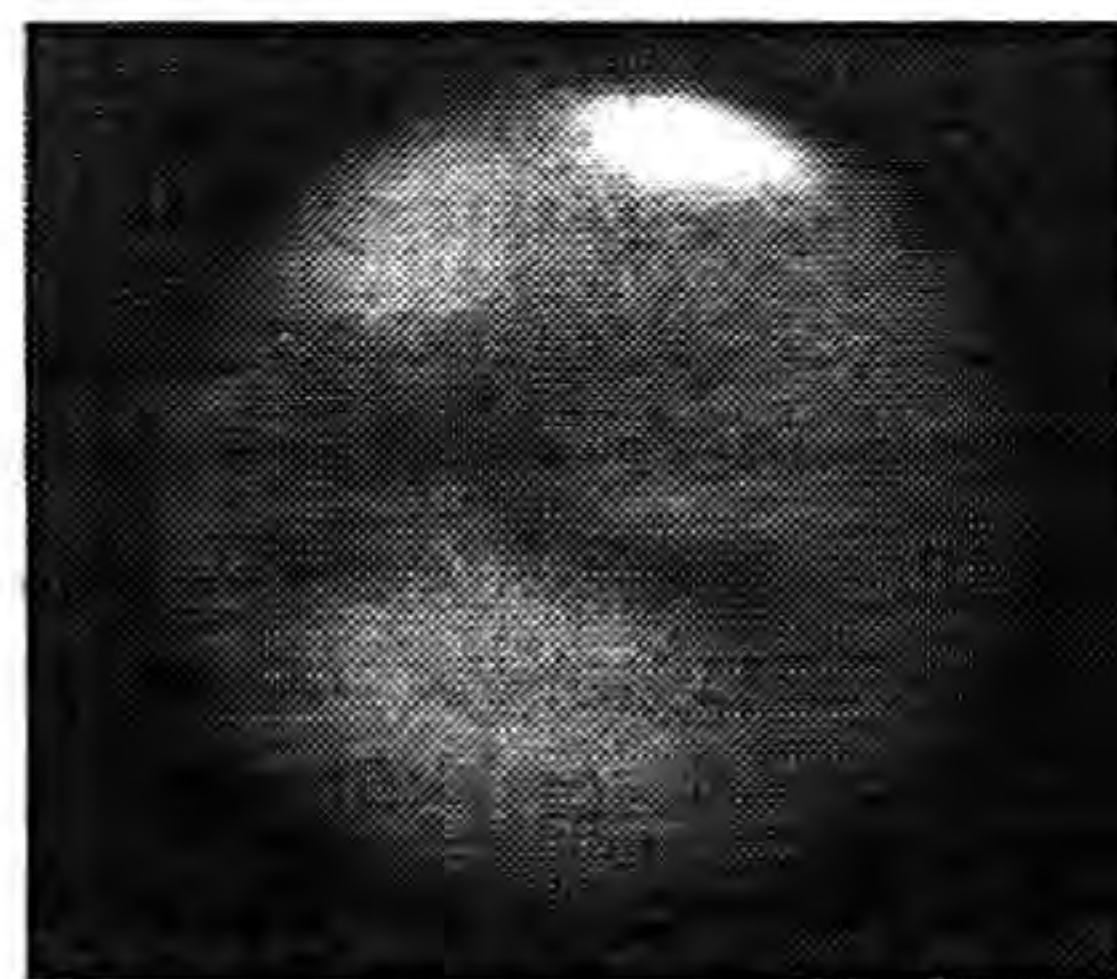
ФИЛМИ И ЕКСПОЗИЦИОННИ ВРЕМЕНА. Ще отбележим, че при относителен отвор $f/D=60$, експозиционното време е от 1 до 2 s за филм Pan F Ilford 50 ASA и ултравиолетов филтър на Schott UG 2. Може също да се използват филтри на Wratten 35 и 36 или A 380 b на M.T.O.

С относителен отвор $f/D=50$ и само един жълт филтър, времето на експозиция е 1/60 s за филм Pan F Ilford (но без да се получат облачните образувания). Филмите от типа Recordak се използват, когато изображенията са много стабилни.

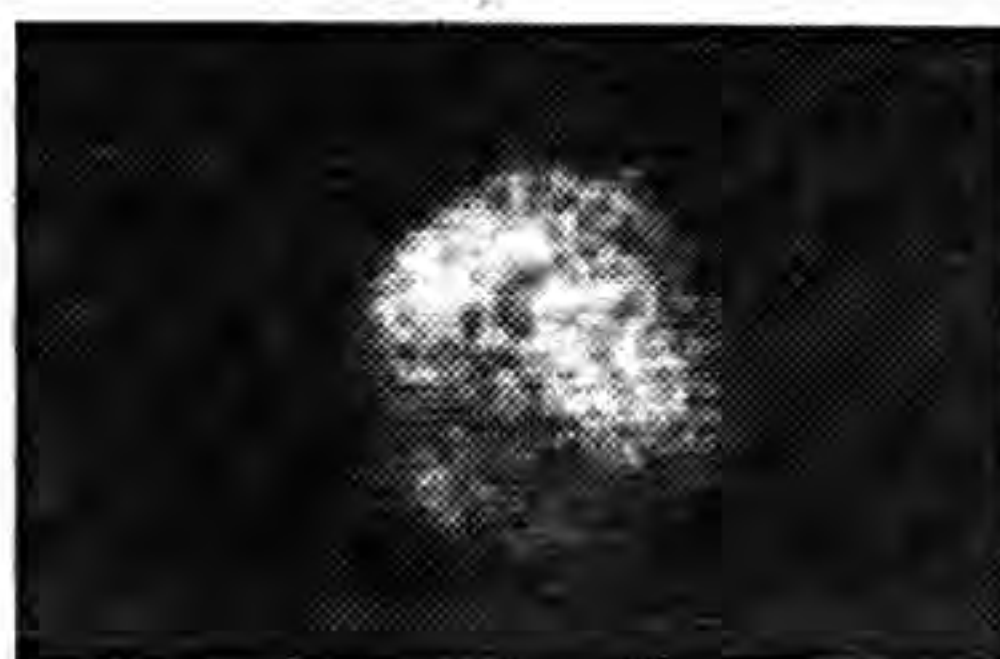
ФОТОГРАФИРАНЕ НА МАРС

Обикновено се смята, че планетата Марс е извън възможностите на любителската астрофотография. Регистрирането на повечето от големите и сравнително стабилни марсиански образувания, както и на основните му конфигурации, които често изглеждат като зацапани, изисква направо едно техническо геройство. За съжаление, диаметърът на Червената планета е малък - средно 18" (максимум 25"). Един 310 mm телескоп с резултантен относителен отвор $f/D=40$, би дал върху негатива изображение поне от 1 mm. За сметка на това, Марс има висока отражателна способност, което дава възможност за относително кратки експозиции при относителни отвори $f/D=50$ и 80, което води до едно доста по-интересно увеличение.

Вискарди от Франция, Гомез и Томас от Тенериф, както и Смит от Ню Мексико показаха, че е възможно да се получат използваеми от научна гледна точка снимки, с телескопи от 310 до 410 mm. Фини детайли, като Ismenius Lacus, биха могли да се регистрират само, ако достигат до изображение с размери 1.5 mm. Постигнатия прогрес в марсианската картография с помощта на снимките от Маринър, доведе до сравнително намаляване на интереса към фотографирането на повърхността на Марс. Но изучаването на явленията в марсианската атмосфера се състои главно в проследяването им. Може да се каже, че истинската любителска област остава анализа на атмосферните явления на Червената пла



Марс, получен с 310 mm телескоп, с окулярна увеличение на изображението. Експозиция 3 s на филм Pan F Ilford. Жълт филтър Specivex 495 a. Снимка: Buckargu.



Марс през телескоп 115 mm, резултантен фокус 15 m. Експозиция 1 до 2 s на филм HP3 Ilford. Копиране на хартия Ilford. Снимка: Моле.



Юпитер и Червеното му петно. Телескоп 400 mm. Фокус 3750 cm. Светлосин филтър, Wratten 38, експозиция 1/2 s, филм Kodak Tri X. Снимка: Гомез-Томас.

- син филтър: W 47 или M.T.O. A 440 b
- червен филтър: W 25 или M.T.O. A 651 b
- зелен филтър: Wratten 58 или 61 или M.T.O. DA 526 c.

ФОТОГРАФИРАНЕ НА ЮПИТЕР

С внушителния си диаметър (вариращ от 31' до 48'), планетата Юпитер е най-предпочитаното за получаване на планетни фотографии светило.

След няколко опита, позволяващи да се определи коректното време на експозиция, с една от описаните оптични системи, всеки любител ще регистрира съвсем слабо основните тъмни и светли ивици, пресичащи планетата, както и забележителното Червено петно.

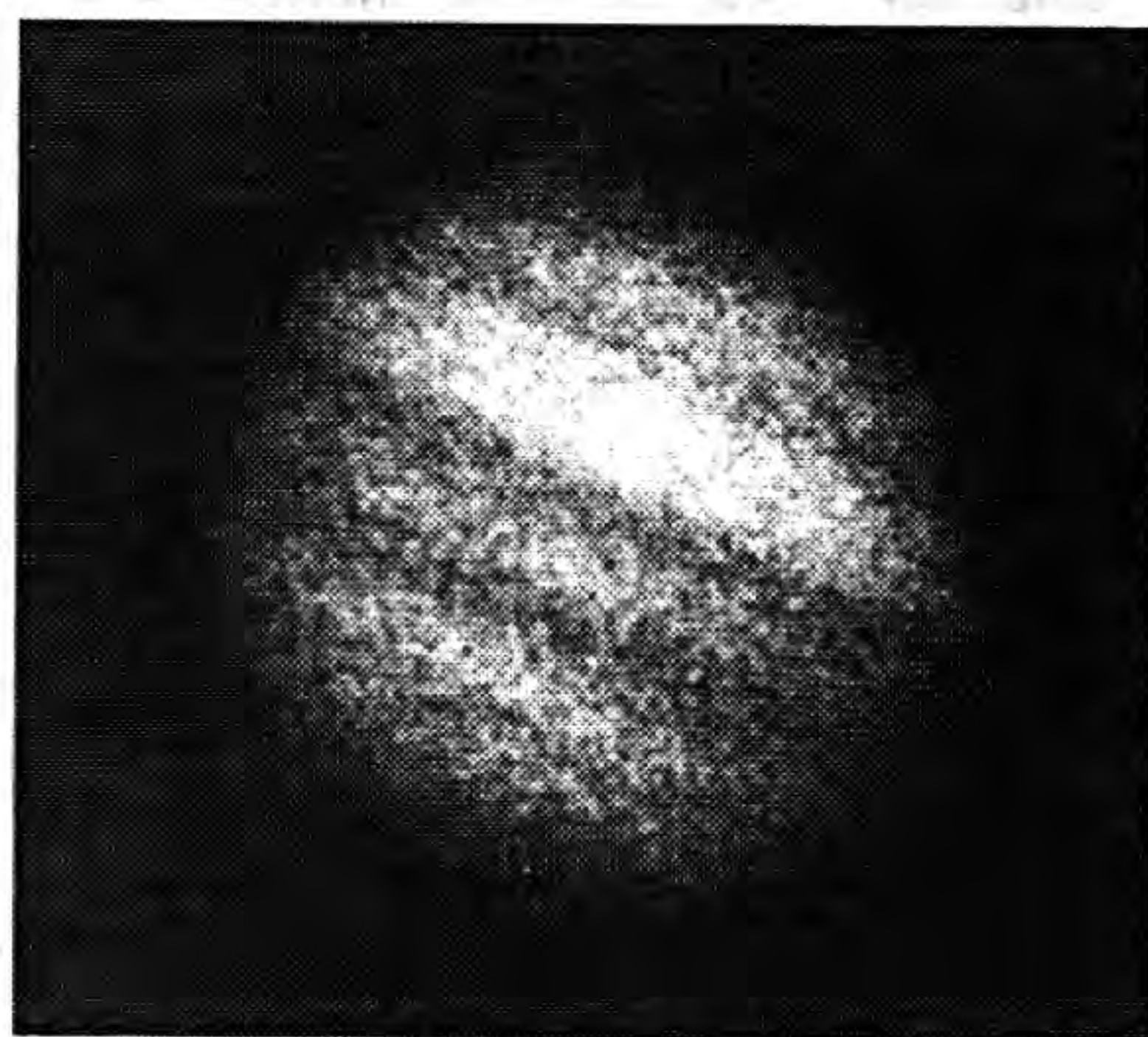
Но всяко изображение с диаметър под 1 mm е практически неизползваемо. За предпочитане е, според свободния отвор на инструмента, да се избере увеличение, даващо изображения от 3 до 6 mm. Необходимо е да се съгласуват отвора на инструмента, резултантния фокус и чувствителността на филма, така че експозиционното време почти да не надвишава 2 s (1/2 до 3 s).

В резултат на прогреса, реализиран в светлочувствителните повърхности, сръчните любители вече биха могли да достигнат фините детайли на повърхността и с 200 mm инструменти. С 310 mm телескоп Вискариди е показал, че е възможно да се регистрират извивките на ивиците, светлите петна, екваториалните блясъци и W.O.S. (White Oval Spots - постоянни петна върху Южната топлинна ивица). Някои снимки, достигащи разделителна способност от 0"8, са достойни за сравнение с тези на повечето профе

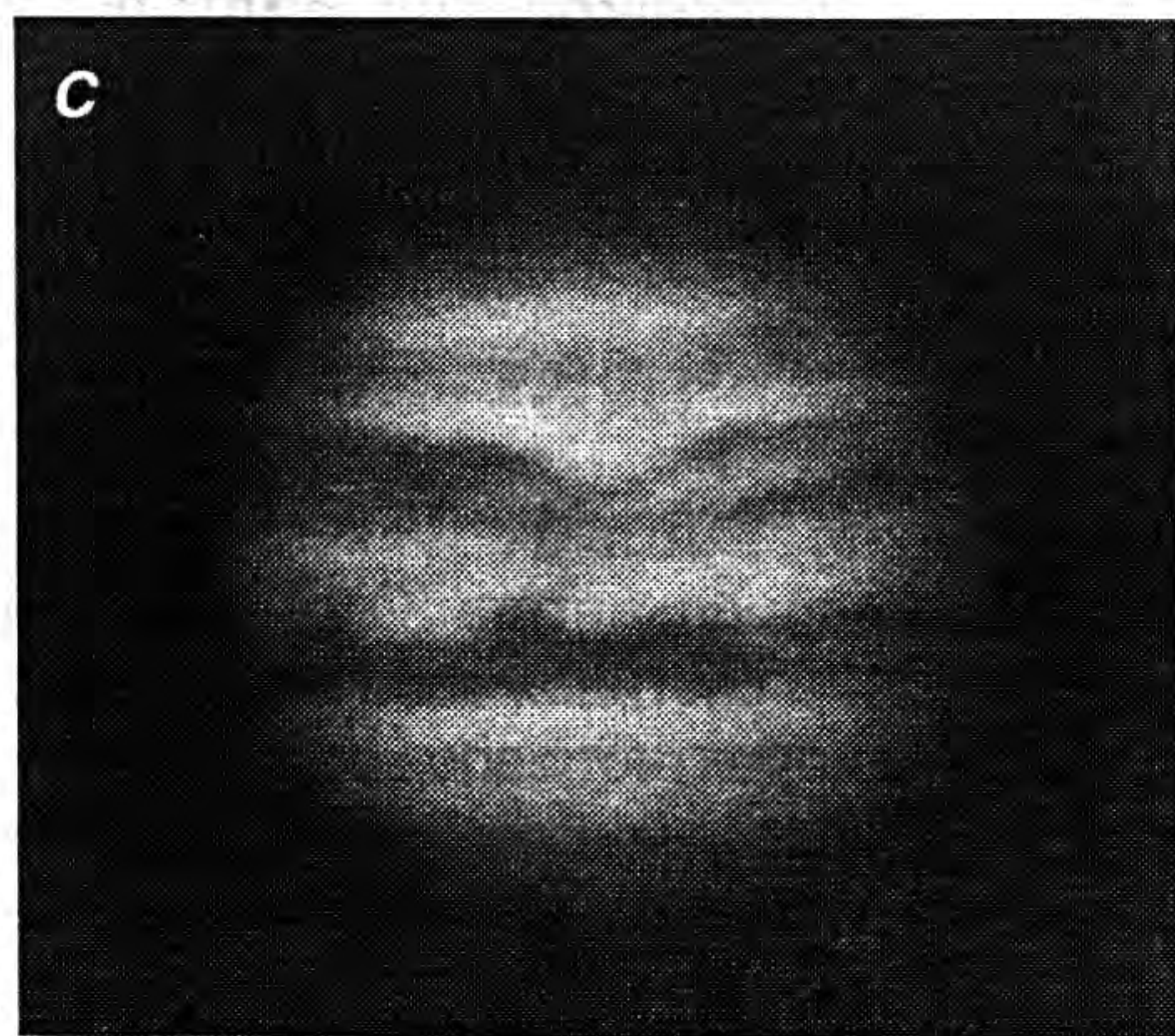
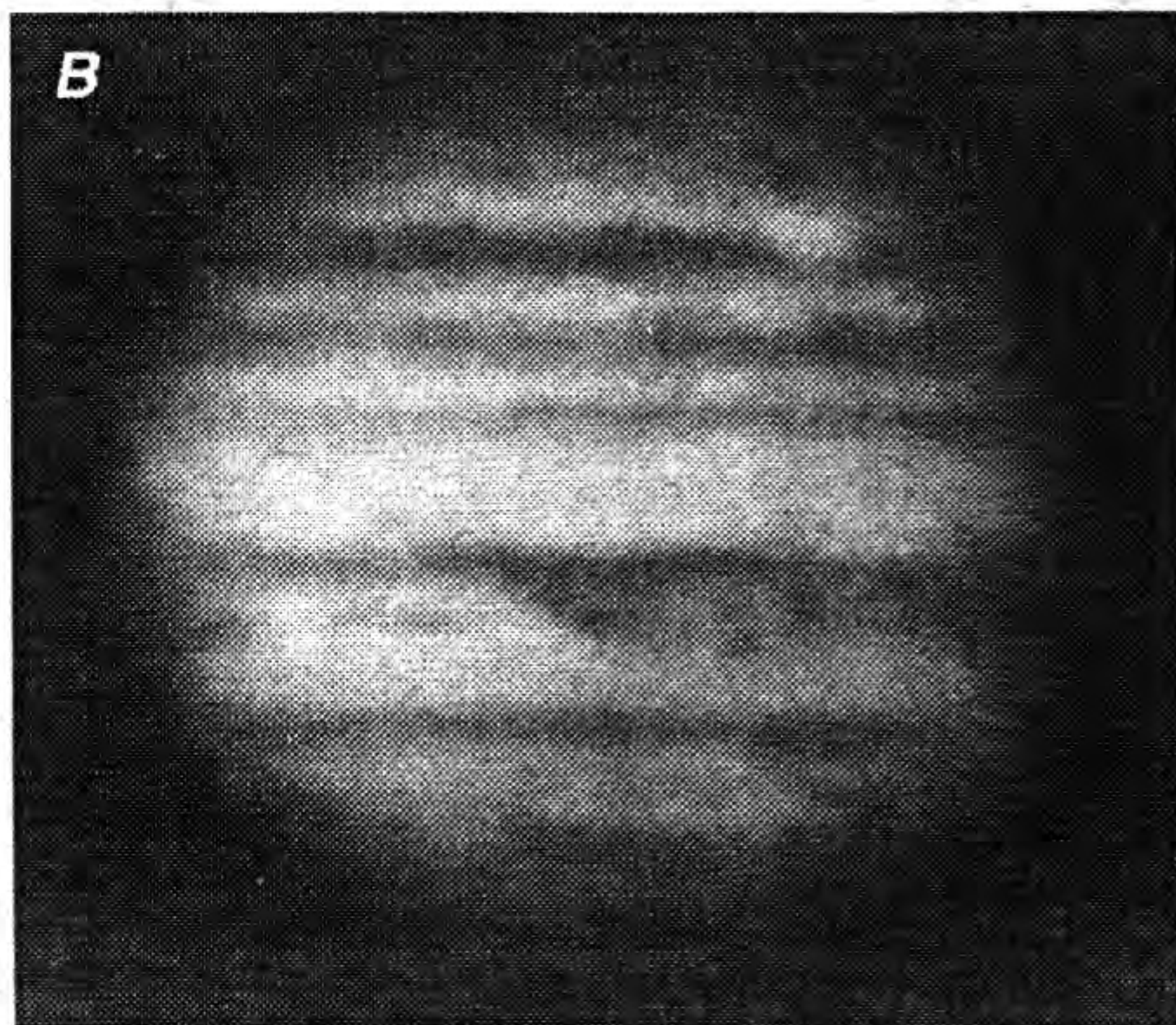
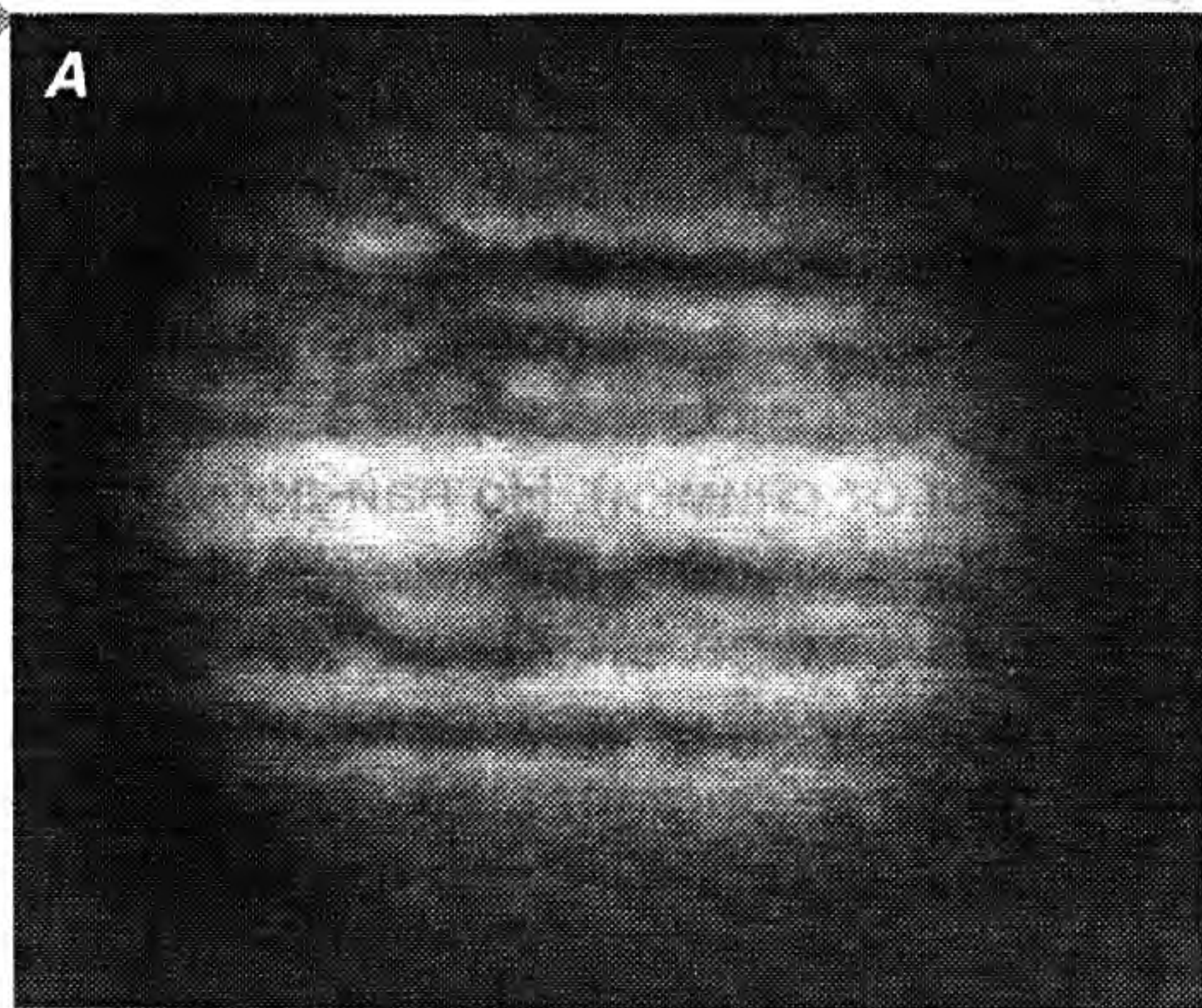
нета. Поради мимолетния си понякога характер, те дават на астрофотографа шанс да получи един прецизен и важен документ. Трябва да се използват поне два филтъра: червен и син (по един за всяка серия от снимки). Но най-добре е да се използват три: червен, ултравиолетов и зелен, като с всеки от тях се получат последователни снимки, за да се открият върху Марс утринните мъгли, сините и праховите облаци.

Пример:

- ултравиолетов филтър на Wratten 36 или M.T.O. A 400 b



Планетата Юпитер, фотографирана през телескоп 112/900, ортоскопичен окуляр 6 mm и обектив с 50 mm фокус, F/D=2.8. Експозиция 1/4 s върху филм Ilford HP4. Снимка: Петер Росен.



Снимки на Юпитер с изключително качество, получени от любители.

A и B - с далекослед 200 mm, снимка - Немец.

C - с телескоп Шмидт-Касегрен 365 mm C14, снимка - Драгеско.

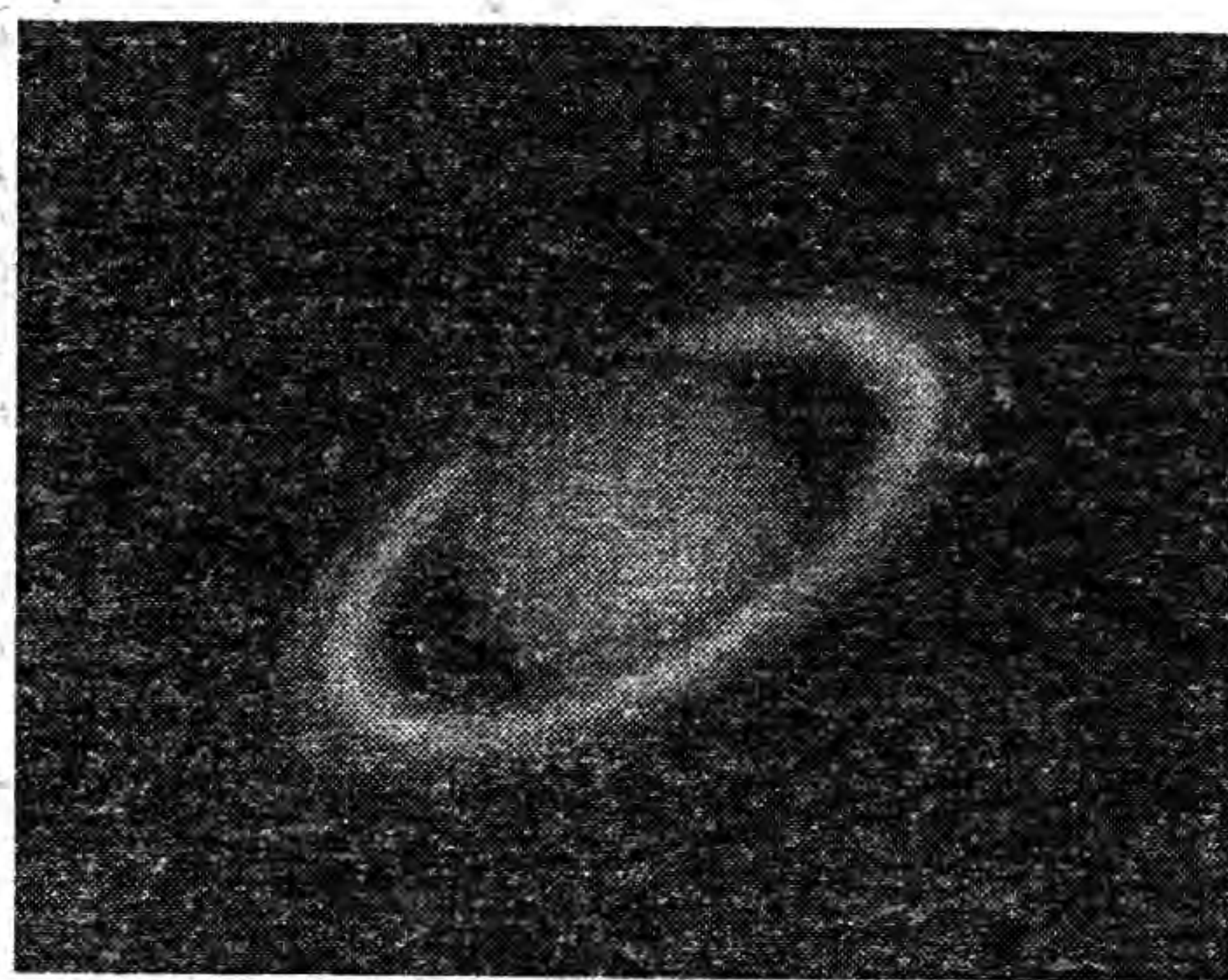
D - с телескоп Нютон 310 mm, снимка - Вискарги.

сионални обсерватории. Именно те предизвикват наблюдателите да атакуват фотографски проблема за следене на юпитеровата атмосфера.

ИЗПОЛЗВАНИТЕ ФИЛМИ. Най-добрия филм за използване е Technical Pan 2415 на Kodak. С инструменти с диаметър 300 mm и повече, се постигат добри резултати с Microfilm Recordak, но експозициите не трябва да превишават повече от 1 s.

Начинаещите фотографи почти винаги искат да получат Червеното петно, прибавяйки един син филтър - но това става за сметка на останалите детайли от повърхността на планетата. Обратно, един червен или жълт филтър ще изяви многобройните светли екваториални петна, но ще намали контраста (и също е възможно Червеното петно да изчезне). Най-добре е, също както за Марс, да се направи последователна серия от снимки със син филтър и друга серия с червен или жълт филтър (същите, които са посочени за фотографирането на Марс, плюс жълт филтър UG 5 на Schott или Wratten 22).

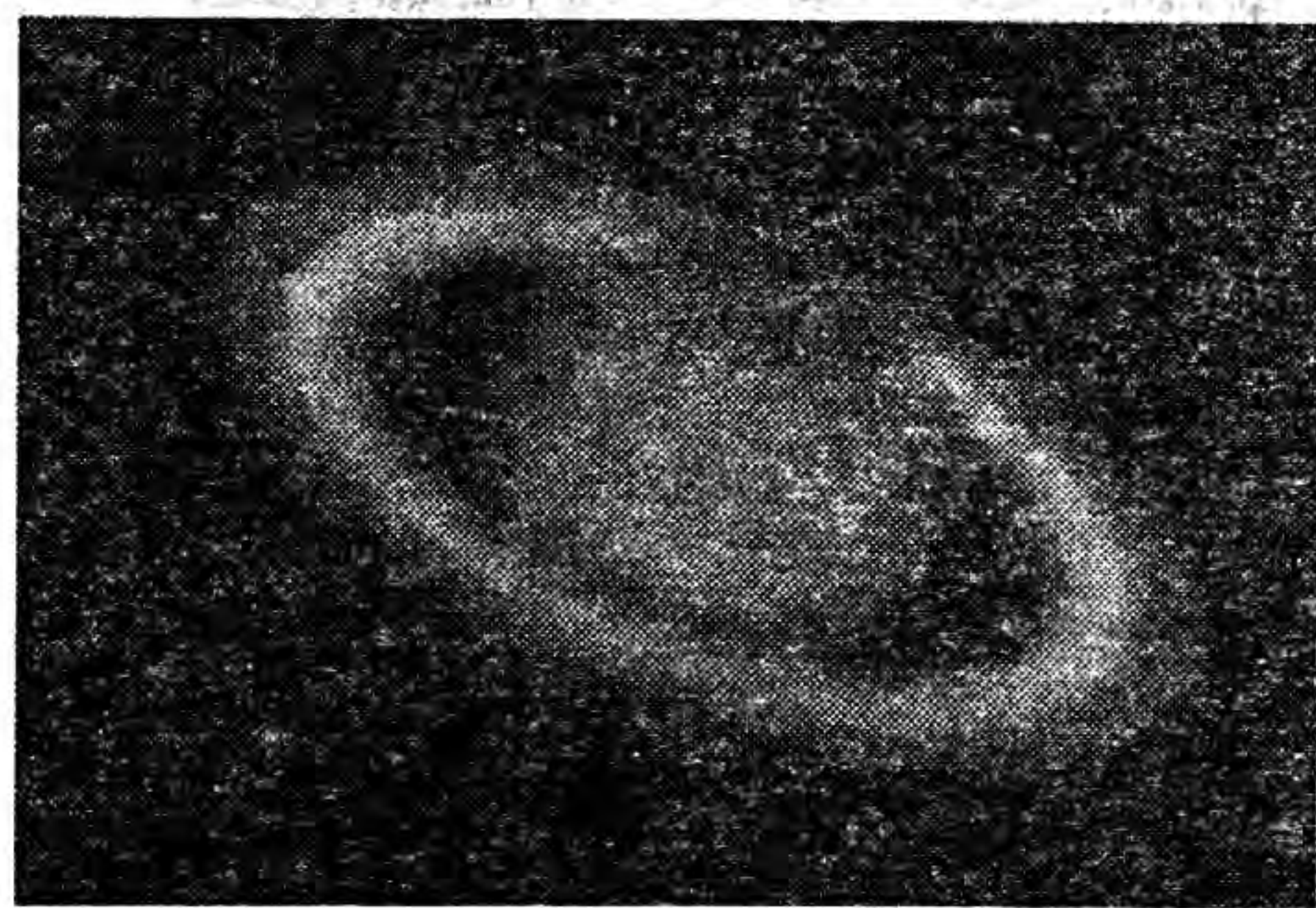
Принципната трудност при фотографирането на Юпитер се състои в изявяването на краищата на изображението, без много да се преекспонира централната му част. Но тогава, контрастните филми, необходими, за да се появят детайлите от повърхността, не биха регистрирали лесно контурите. Може отчасти да се помогне, като в момента на снимането контурите на изображението леко се преекспонират, а в момента на увеличеното копиране слабо се недоекспонират (с покриване). Невъзможността да се определи точно контура на увеличеното изображение представлява сериозно неудобство при изучаването на снимките. Фактически е невъзможно да се определи и измери положението на фините детайли (например, с помощта на решетка), ако не може да се разчита на контура.



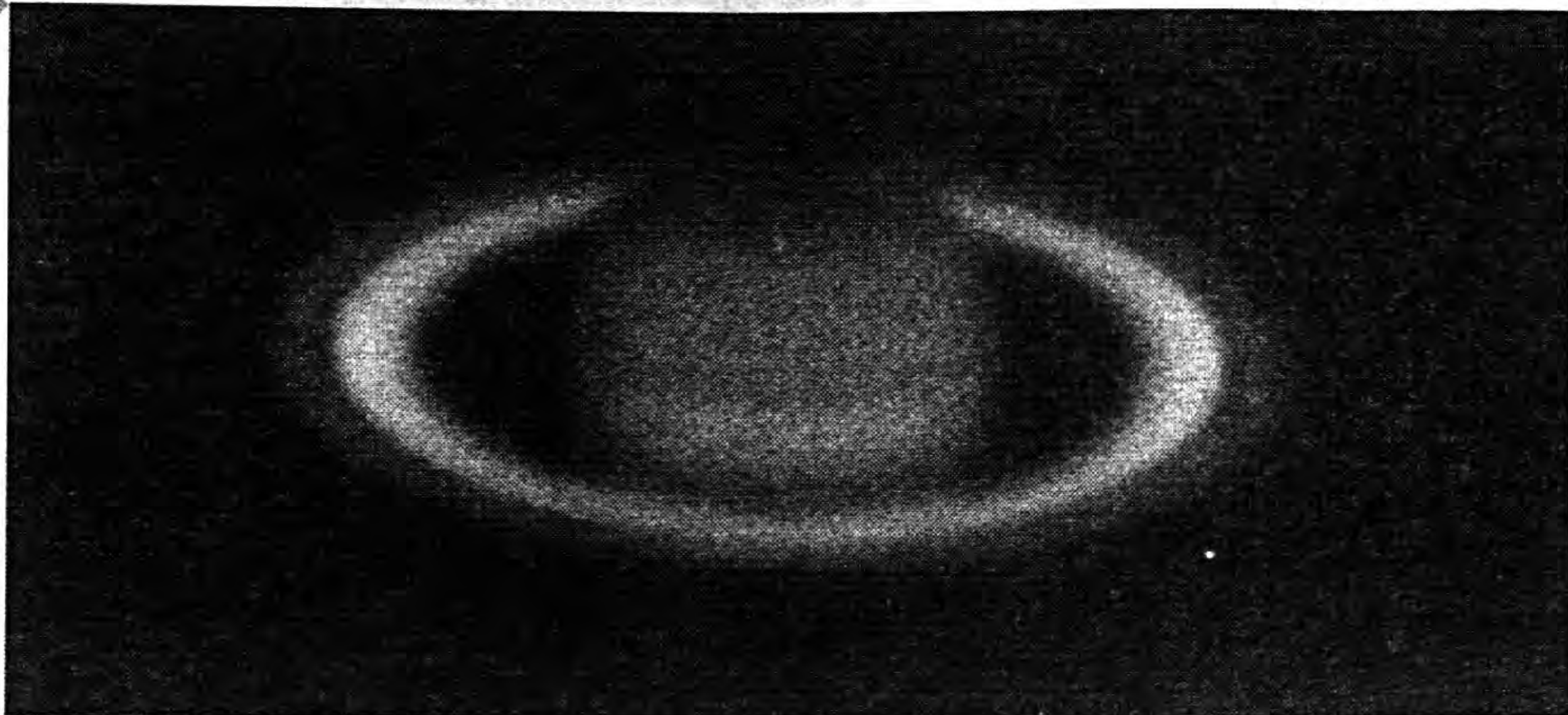
Сатурн, фотографиран с 520 mm телескоп, резултатен фокус 72 m. Експозиция 5 s върху филм Agfacolor. Снимка: Вускаргю.

ЗАСЕНЧВАНЕ НА СНИМКИТЕ ПРИ КОПИРАНЕ НА УВЕЛИЧИТЕЛЯ. Едно ново изявяване на контурите отчасти е възможно в момента на копирането на негатива върху хартия. С помощта на един картон с пробита в него дупка, чийто диаметър е половината от диаметъра на негативното изображение, маскирайте по време на експозицията краищата на изображението, така че лимбът на планетата да остане недоекспониран. Дръжте картон на половината разстояние между обектива на увеличителя и светлочувствителната хартия, като го движите въртливо, за да не се изяви само една зона. Само опитите ще ви покажат жестовите и операциите, които трябва да направите, за да получите най-добрите резултати. Може да се използва и ирисова диафрагма, която се поставя под обектива на разстояние, избрано в зависимост от получаваните след опитите резултати.

Обикновено, за увеличеното копиране на планетите Юпитер и Сатурн, астрофотографът прибегва до т.н. композиране на негативите. Защото увеличаването на негативите на планетите при копирането върху хартия е ограничено от появяването на зърното на филма. Основно правило е, че силно светлочувствителните филми могат да се увеличават до 3 пъти, средно светлочувствителните - от 4 до 6 пъти, а слабо светлочувствителните - от 8 до 10 пъти. Изображението може да се увеличи и повече, като появяването на зърното се ограничи чрез композирането на няколко негатива. Любителят, специализиран в планетната фотография, често е принуден да комбинира засенчването с композирането.



Забележителна снимка на Сатурн, с 260 mm телескоп. Снимка: Астрономически клуб на Лицея Поанкаре в Нанси.

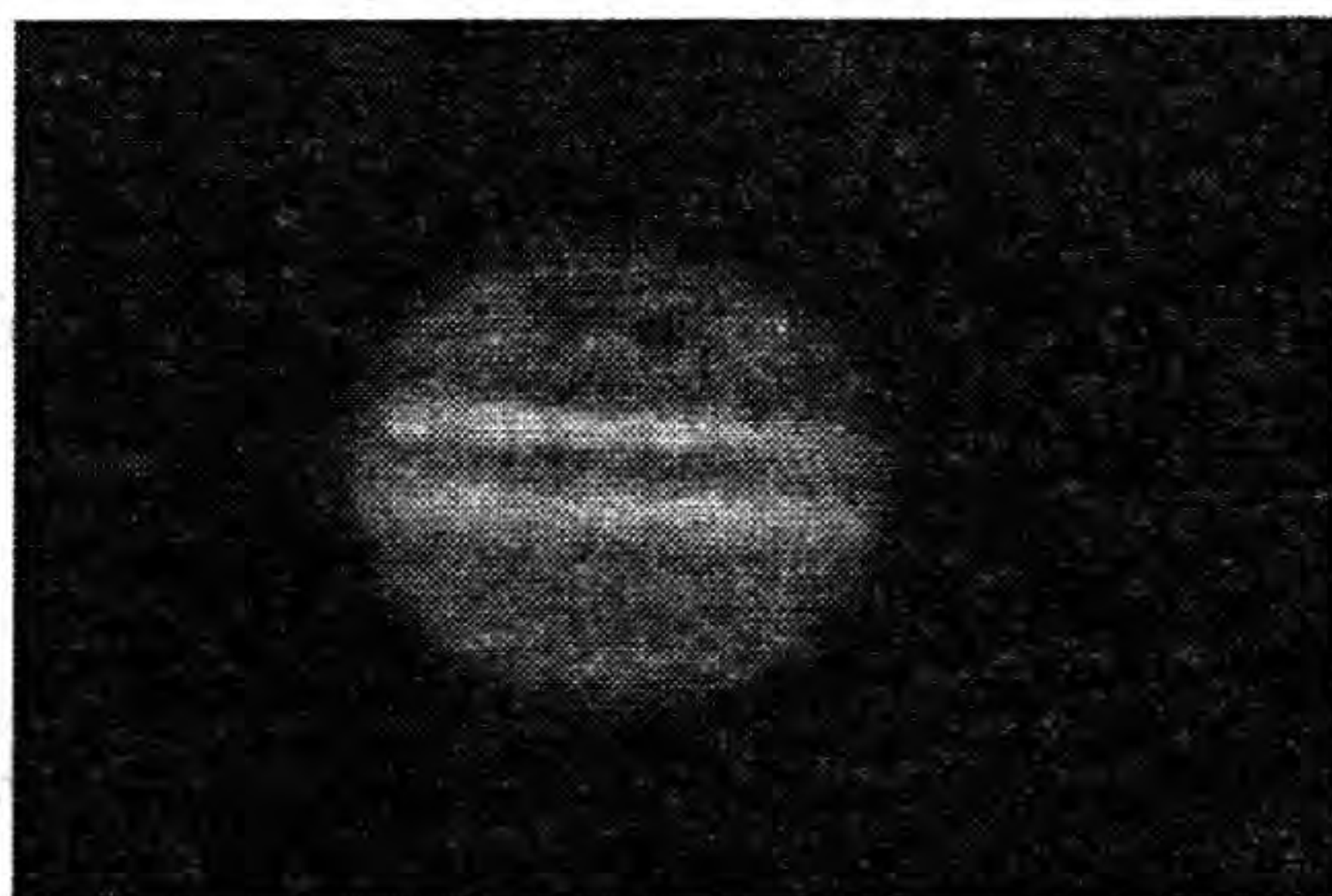


Сатурн, получен с 520 mm телескоп. Резултантен фокус 72 m. Експозиция 2 s върху филм Tri X Kodak. Снимка: Вискарги.

ФОТОГРАФИРАНЕ НА САТУРН

От естетична гледна точка, планетата Сатурн среща многобройни привърженици сред любителите астрофотографи. Но, „най-прекрасната“ в Слънчевата система планета е труден за фотографирание обект. Относително малкият ѝ диаметър и слабата ѝ отражателна способност (албедо), правят детайлите от повърхността ѝ слабо контрастни. Снимките, получени при най-добри условия с големите телескопи, като например 5 m, показват различните екваториални или тропически ивици и полярното потъмняване, без да разкриват други детайли, като тези, които се виждат в 300 mm телескоп. Най-добрите любителски снимки показват най-много процепа на Касини... (който се вижда в 60 mm далекоглед), сенките на пръстена върху сферата, сянката на кълбото върху пръстена и екваториалните ивици. Вижда се дори полярното потъмняване.

Сатурн си остава трудна планета дори за астрофотографите, разполагащи с инструменти с големи диаметри. Всъщност, фотографите на Сатурн имат по-малък научен интерес, освен в случаите, когато върху него се появи едно екваториално бяло петно - изключително рядко явление. Тогава трябва да се опита систематичното фотографирание, за да се проследи еволюцията му. Използвайте средно или силно светлочувствителен филм като Ilford FP4 (125 ASA) или XP 1 или Kodak Tri X. Експонирайте между 2 и 8 s. Композирането на няколко негатива позволява да се намали зърното на филма, като се запази добрия му контраст. Може да се използва също и TP 2415, но контрастът му е малко по-висок.



Сатурн и пръстените му, които се виждат като ивици, вижда се Титан и сянката му. Далекотглед 200 mm. Резултантен фокус 24 m. Експозиция 12 s върху филм 17 DIN. Снимка: Немец.



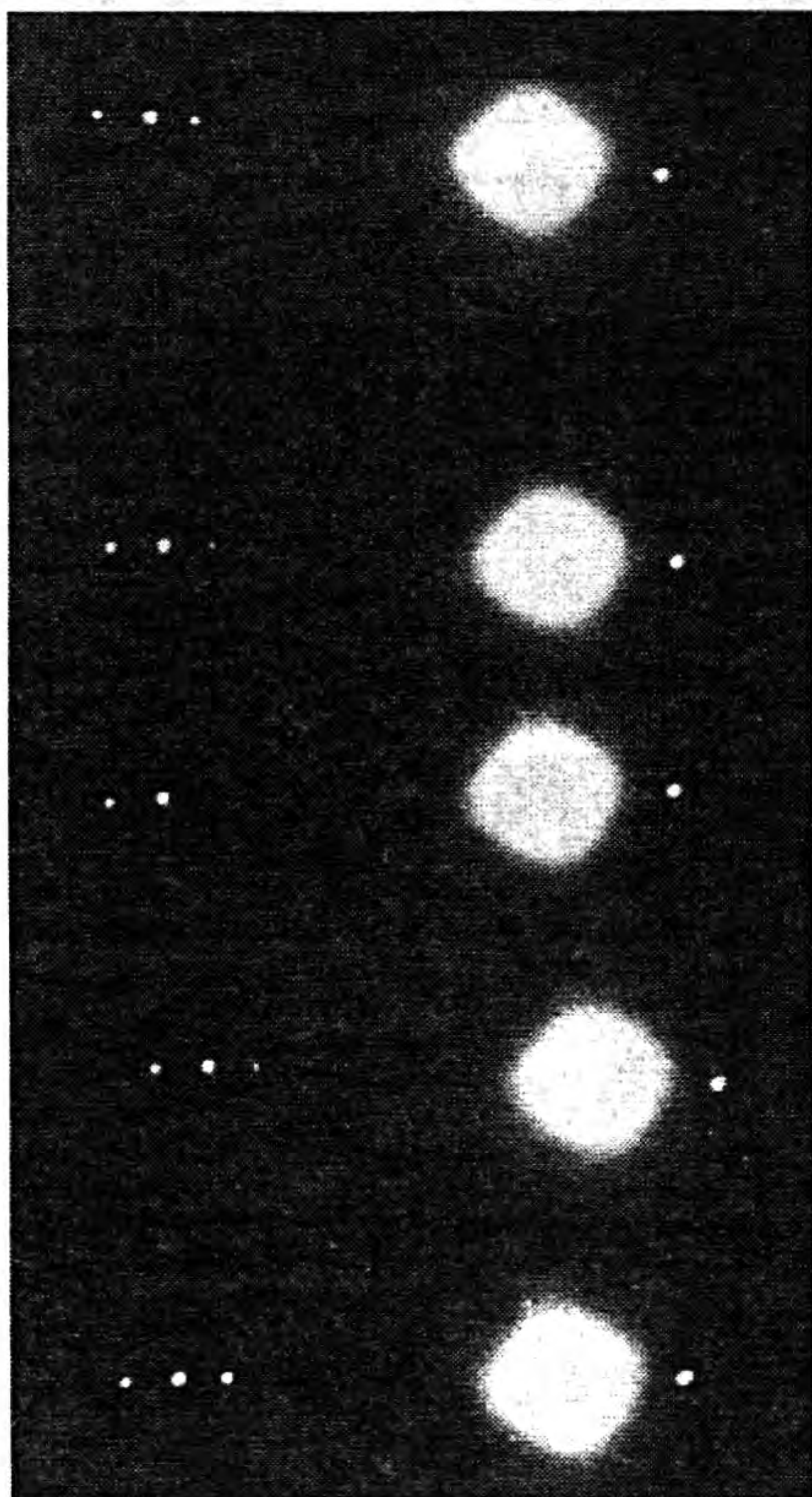
Юпитер и два от спътниците му. Снимка: Драгеско.

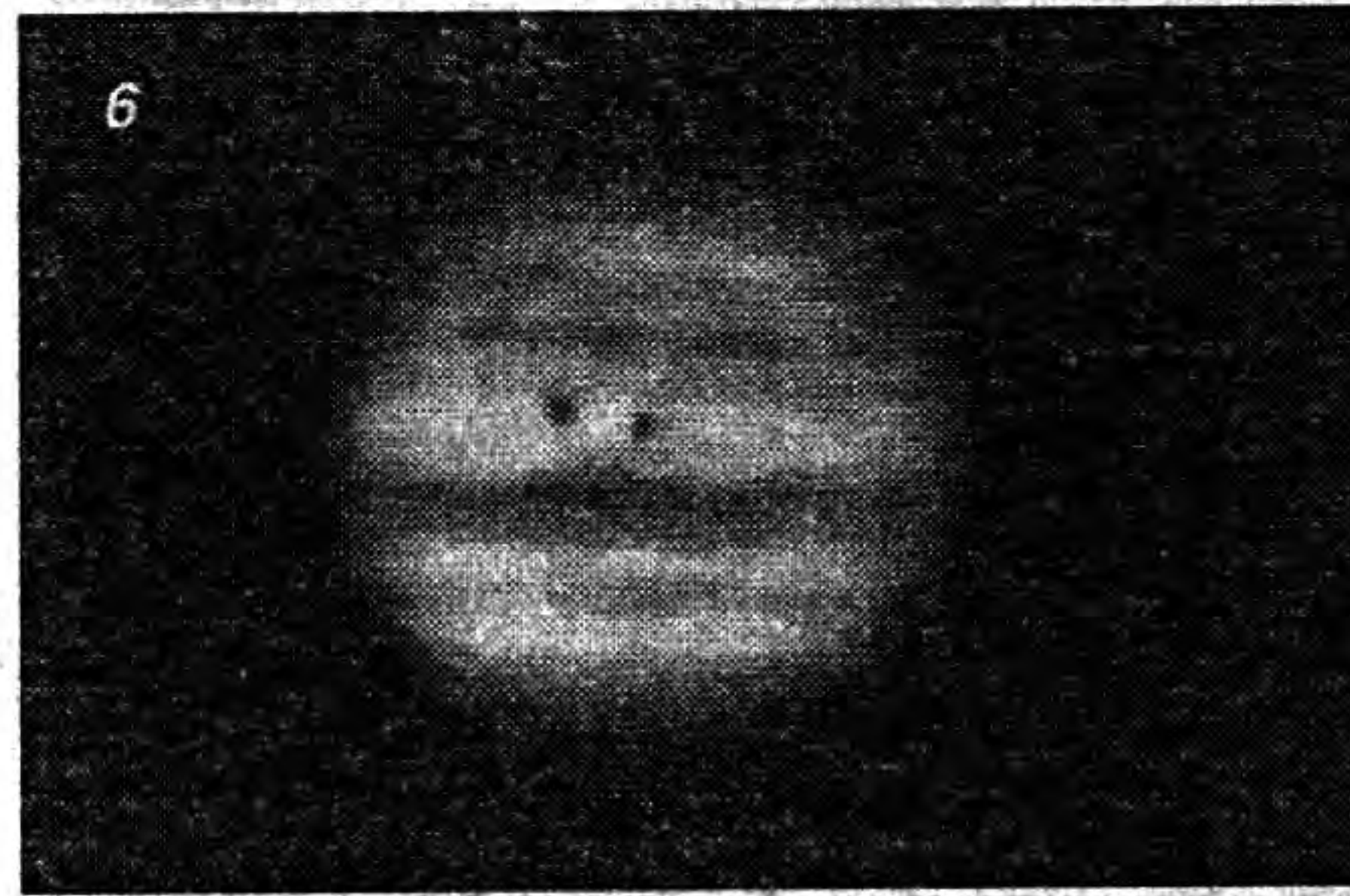
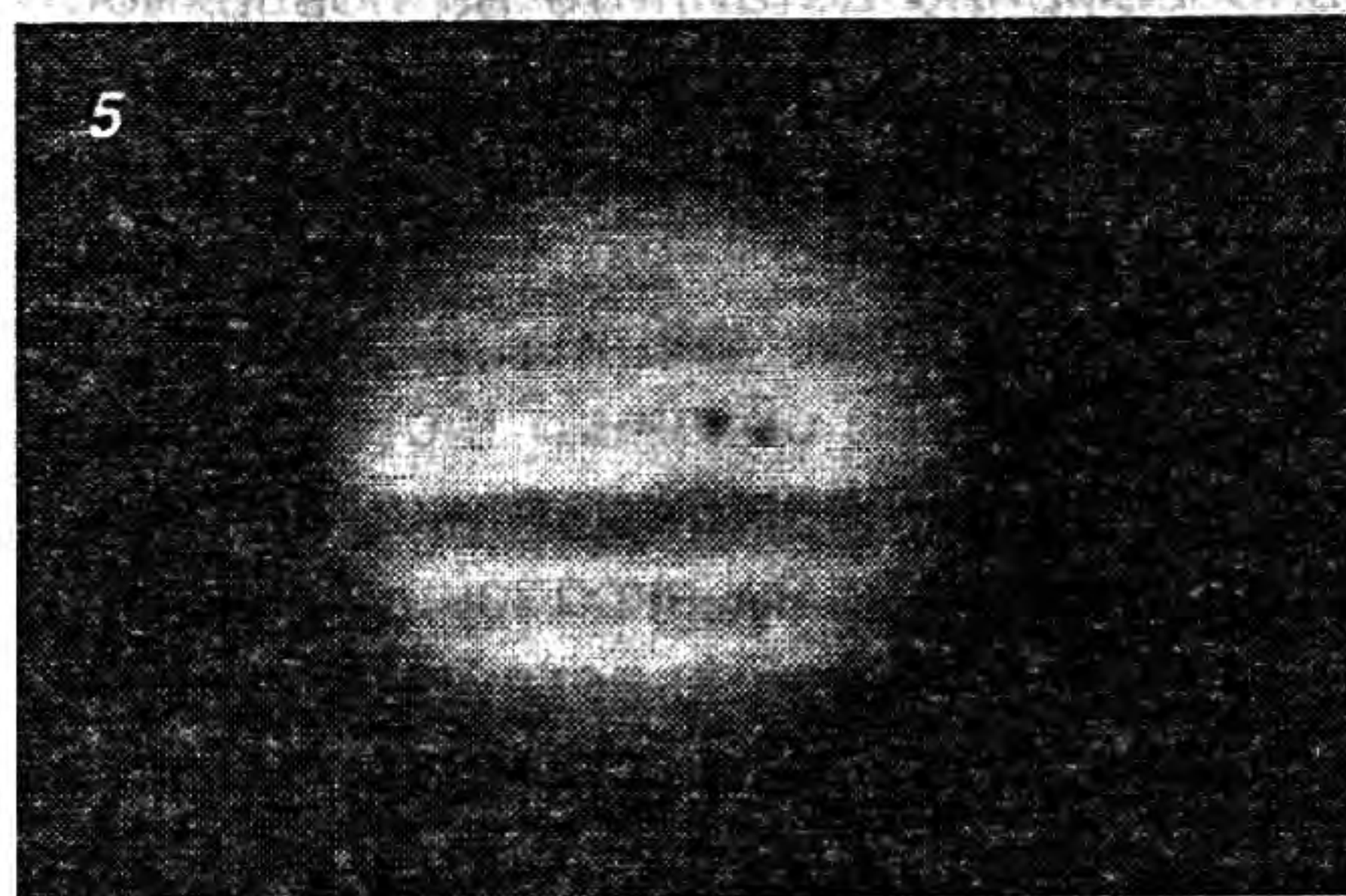
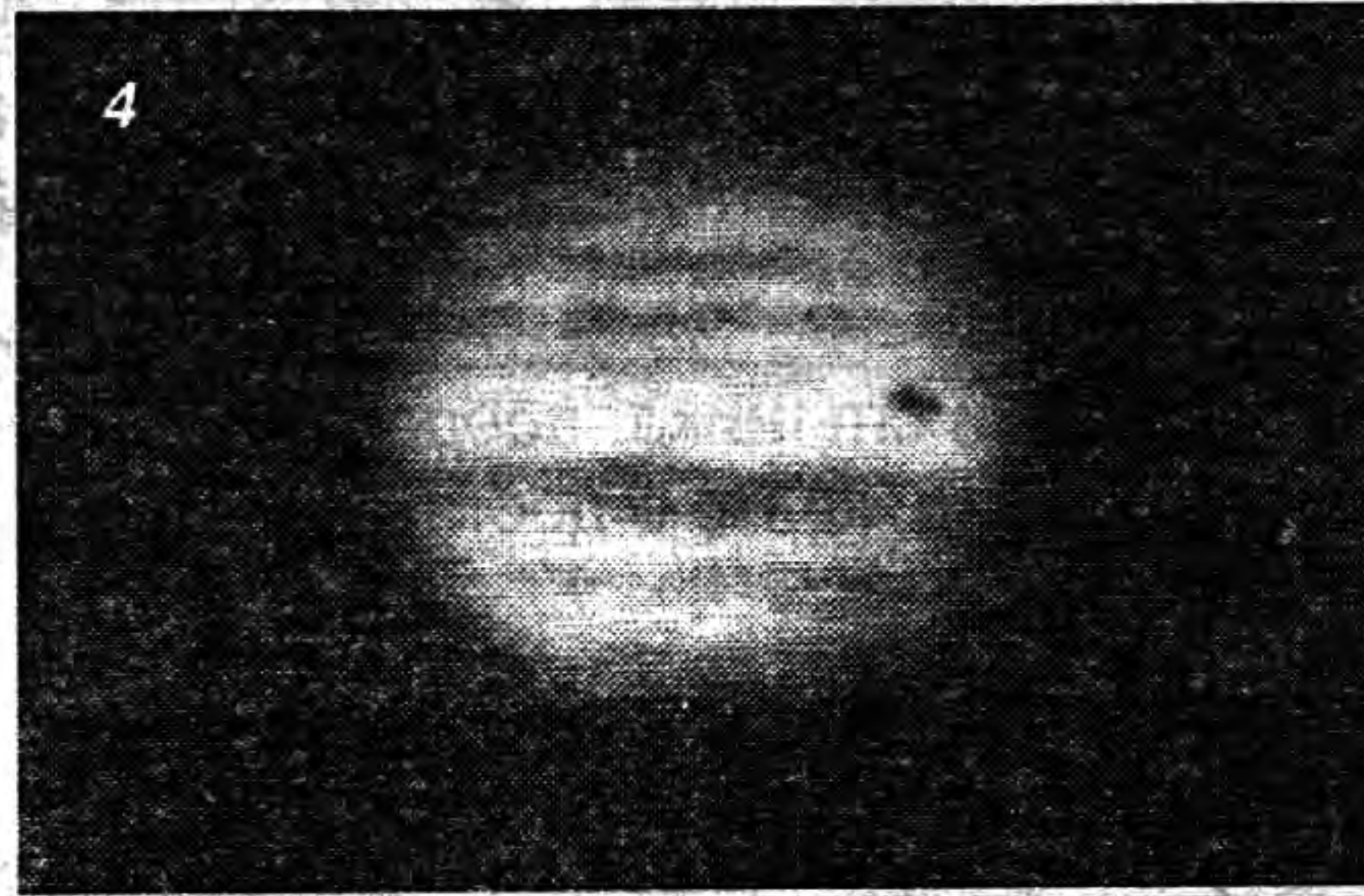
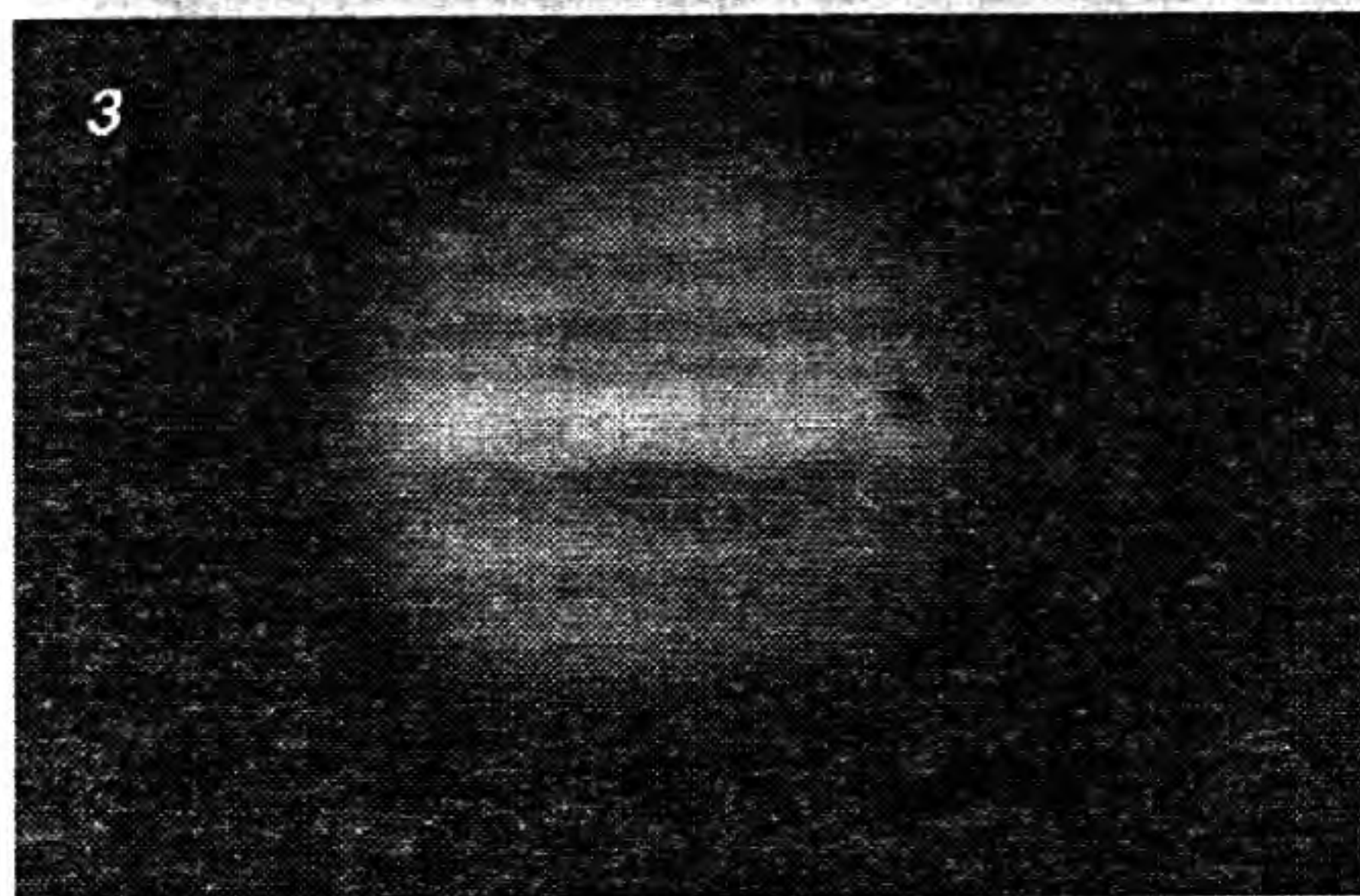
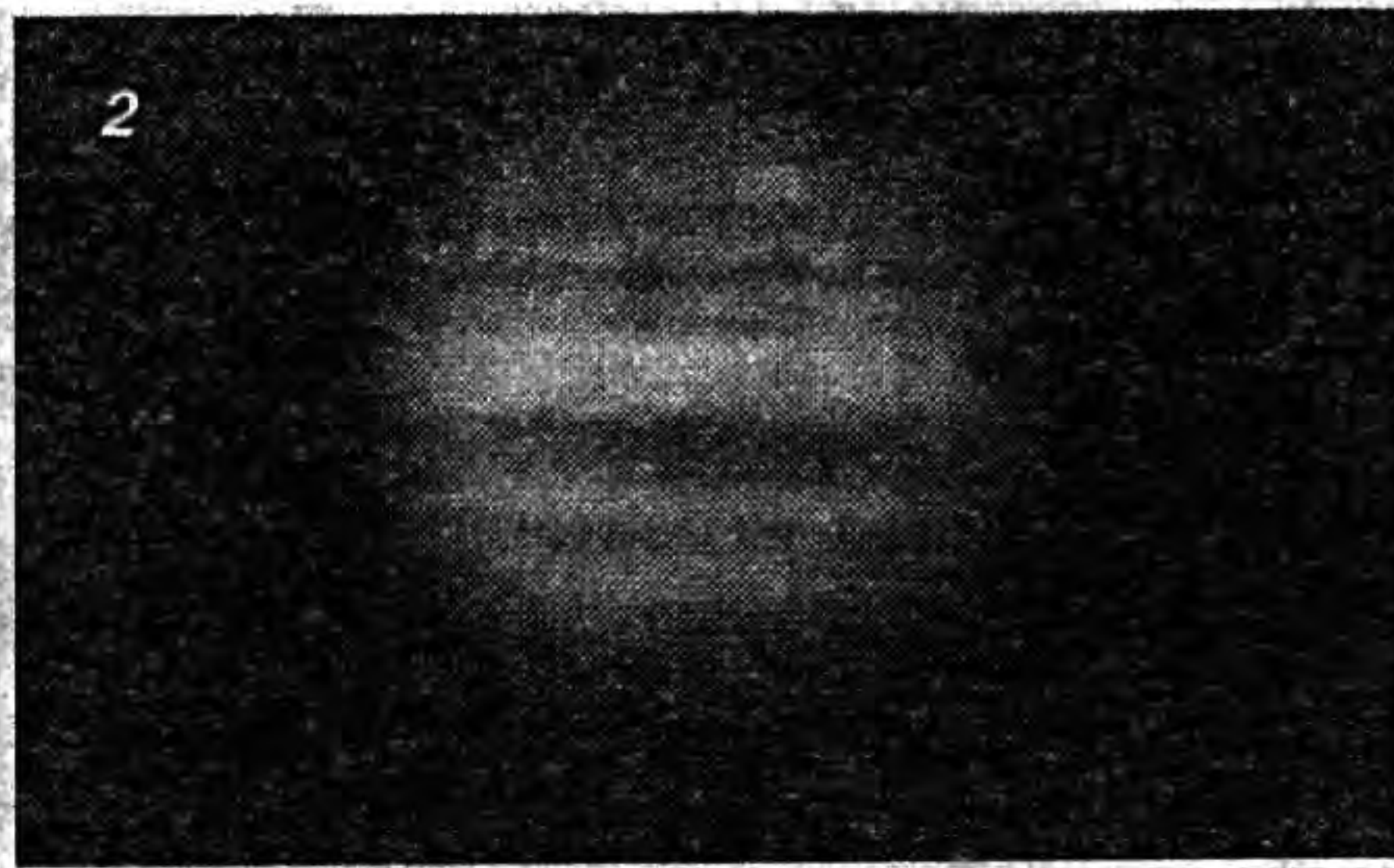
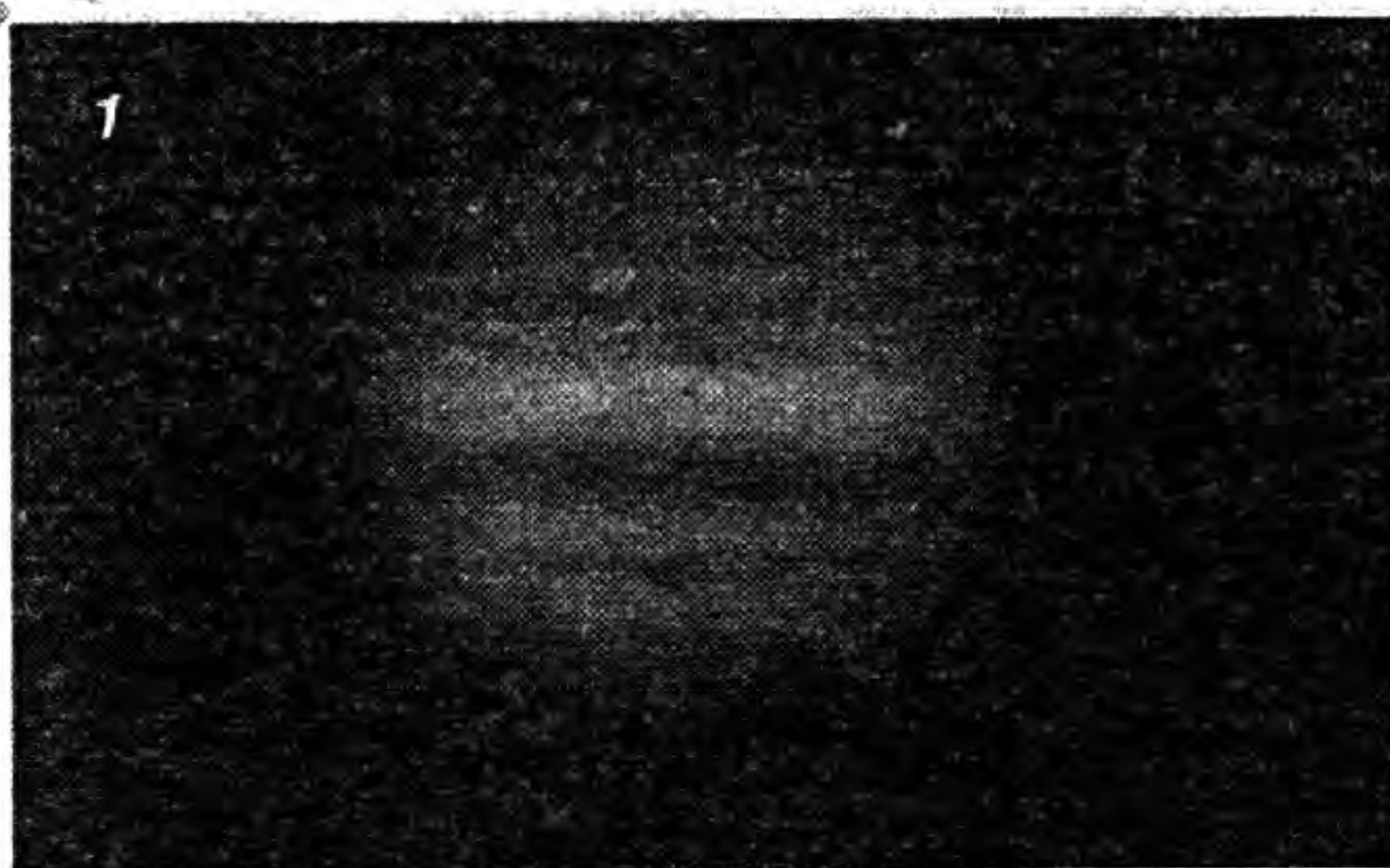
ФОТОГРАФИРАНЕ НА СПЪТНИЦИТЕ НА ПЛАНЕТИТЕ

СПЪТНИЦИТЕ НА ЮПИТЕР. Света на Юпитер, с кортежа си от четири лесно наблюдаеми спътника, представлява една миниатюрна система с непрестанно изменящ се вид, която е достатъчно лесна за фотографирание. Получаването на сним-

ките става директно в първичния фокус на астрономически дальноглед или телескоп, монтиран на екваториална установка. Практически е невъзможно да се изявят едновременно детайлите на повърхността на Юпитер и изображенията на четирите му спътника. Всъщност, за разкриването на детайлите върху планетата е необходимо такова увеличение, което не позволява да се обхванат в същото поле четирите Галилееви спътника. От друга страна, времето на експозиция, необходимо за изявяване на детайлите на Юпитер е недостатъчно за спътниците. Трябва да се експонира между 10 и 30 s за спътниците, което предизвиква преекспониране на диска на планетата - той се появява без детайли при копирането върху хартия. Цветен филм като Ektachrome 200 или 400 ASA дава едновременно най-добрите резултати, тъй като по-лесно се приспособява към светлинните разлики, отколкото чернобелия филм. Все пак, може да се получат добри изображения на Юпитер с ивиците и Червеното петно, едновременно

Тази серия снимки на Юпитер и четирите му главни спътника, получени между 6 и 10 min интервал, във фокуса на 258 mm телескоп, показва затъмнението на Европа от Ганимед. Снимка: Силвен.





Пасаж на Йо и сянката му пред Юпитер.
Далекоглед 200 mm, резултантен фокус
26 m. Експозиция 6 s на филм 14 DIN.
Снимки: Немец

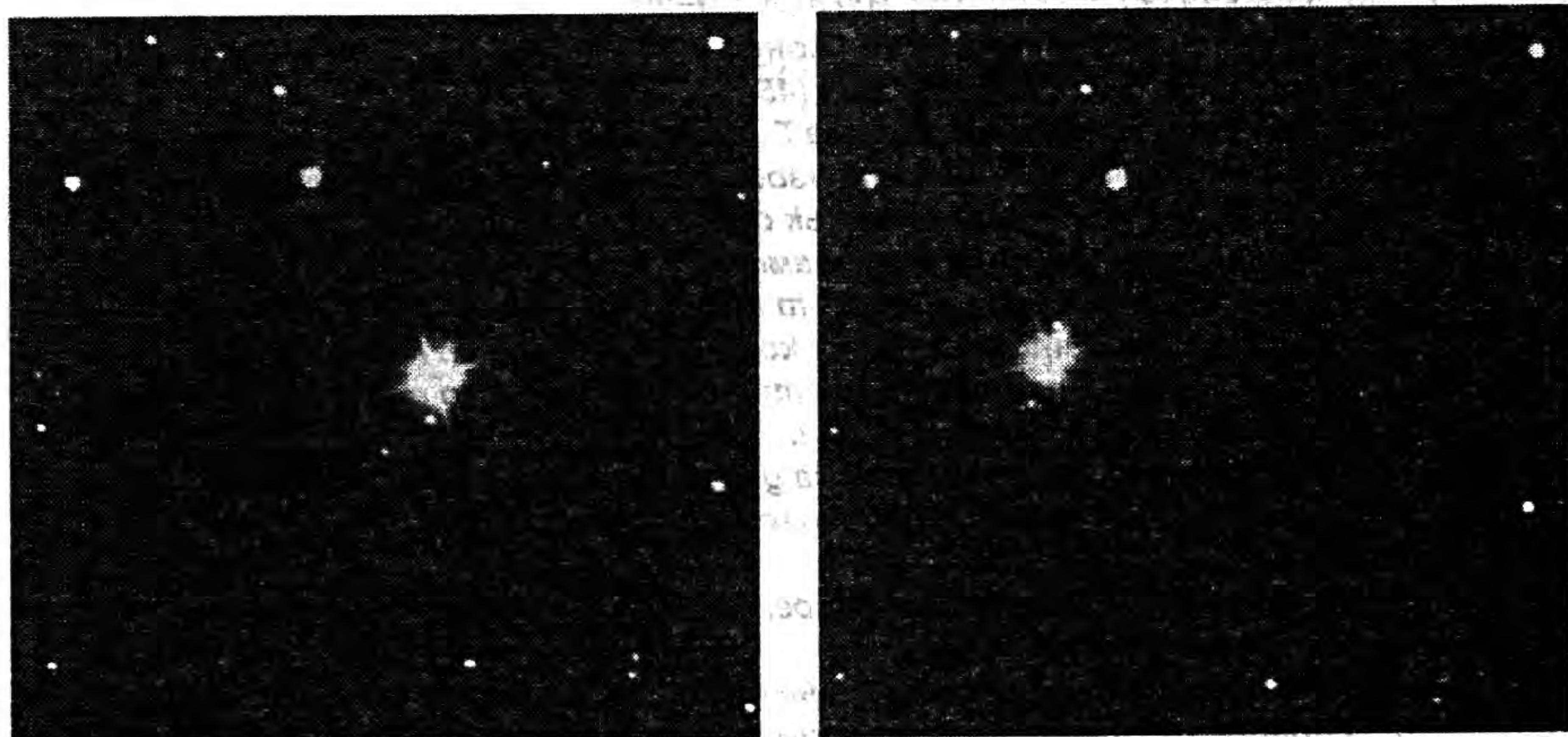
Сянка на един от Галилее-
вите спътници на Юпитер.
Снимка: Драгеско.

но с четирите му спътника (при условие, че те са близо до планетата) с помощта на една хитрина: поставете в окуляра ивичка от неутрален филтър на Wratten 96 с плътност 1 и диаметър, малко по-голям от изображението на Юпитер във фокуса. Това е твърде трудно с малък телескоп Нютон, но е лесно с Касегрен. Ако се работи във

фокуса, филтърът може да се постави и върху филма. За снимката е достатъчно да се постави Юпитер върху филтъра - така блясъкът на планетата е вече 10 пъти по-малък. Времето за експониране трябва да е достатъчно дълго, за да се регистрират спътниците. Снимката трябва да се планира предварително, така че Червеното петно да бъде на меридиана тази вечер и четирите спътника да са видими и не много раздалечени.

СПЪТНИЦИТЕ НА САТУРН. Тези по-отдалечени от Земята небесни тела, в сравнение с Юпитер, изискват увеличено експозиционно време, което може да достигне до 1 min. Трябва да се разполага с точна и прецизна екваториална установка.

СПЪТНИЦИТЕ НА МАРС. Тук навлизаме в областта на небесните обекти, трудни за фотографирание, поради което са подходящи само за добре оборудваните любители. Спътниците на Марс, които са с много малък диаметър, имат звездна величина 11.5 и 12^m. Те могат да бъдат фотографирани като се експонира няколко минути с телескопи от 200 mm и повече, в момента на марсианските опозиции.



Уран и два от спътниците му (в непосредствено съседство с планетата) - Оберон и Титан, фотографирани през 2 дни интервал.

Забележете преместването на планетата на двете снимки. Телескоп 330 mm. Експозиция 30 min върху филм Agfa I.R. Снимка: Мишел Валбом.

СПЪТНИЦИТЕ НА УРАН И НЕПТУН. Те могат лесно да бъдат фотографирани с 300 mm телескоп и експозиции от 20 до 30 min върху силно светлочувствителен филм. Звездната величина на тези спътници е от 14 до 15.

В този вид снимки, централната планета обикновено предизвиква дифузия върху светлочувствителната повърхност, създавайки размиване на планетното изображение. Към това се прибавят и ореолите, дължащи се на т.н. паякови нишки, носещи вторичното огледало. В резултат, често, слабите и много близките до планетата спътници се сливат с нейното изображение. Трябва да успеете да маскирате диска на планетата в продължение на част от експозицията, за да избегнете формирането на ореоли около преекспонираните изображения.

НЕБЕСНИ ОБЕКТИ И ЯВЛЕНИЯ, ТРУДНИ ЗА ФОТОГРАФИРАНЕ

ФОТОГРАФИРАНЕ НА СЛЪНЧЕВИ ПРОТУБЕРАНСИ

Фотографирането и наблюдаването на слънчевите протуберанси е невъзможно през нормален астрономически инструмент. Съществуват поне две решения:

1. Купете си интерференчен филтър, отделящ линията $H\alpha$ с ивица на пропускане само от няколко Ангстрьома. Поставете филтъра близо до окуляра, за да можете да наблюдавате и фотографирате едновременно хромосферата и протуберансите.

За съжаление, този филтър е твърде скъп, а продължителността му на функциониране е само няколко години.

2. Направете си коронограф на Лиот. Този инструмент, подобно на далекоглед, съдържа обектив с една единствена леща (или ахромат), чийто относителен отвор

А - Схема на коронограф.

О - Обектив, изпъкнала леща $\phi 80$ до 100 mm, $f/D=20$.

F - Фокус на обектива в затъмняващия конус.

В - Затъмняващ конус от полиран дурал ($45f$).

D - Диск, поставен зад конуса чрез лоста T. Диаметърът на диска D трябва да отговаря на диаметъра на слънчевото изображение, създадено от обектива. Конусът В трябва да е с 5-10 mm по-малък от диска. Необходими са три диска, за да се отчетат вариациите във видимия диаметър на Слънцето през годината.

C - Колиматорна изпъкнала леща. Фокусът ѝ, който е между 10 и 13 cm, определя дължината на лоста и разстоянието, на което трябва да се постави ирисовата диафрагма E. Тази леща е с пробита в центъра дупка, където трябва да се закрепят лоста T с две оловни колелца и една гайка.

E - Ирисова диафрагма с външен бутон за управление.

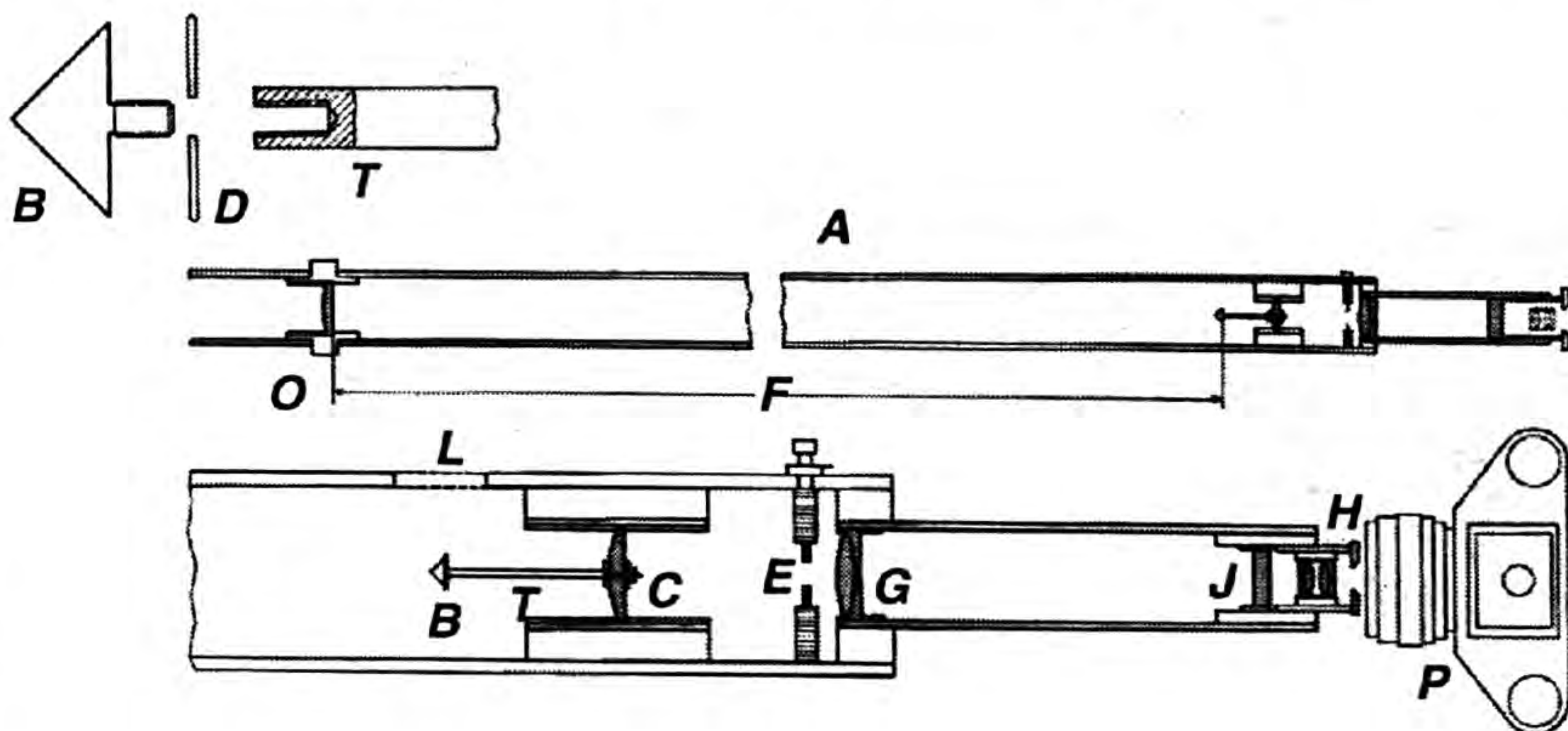
G - Ахроматичен обектив с фокус от около 15 до 30 cm.

H - Окуляр.

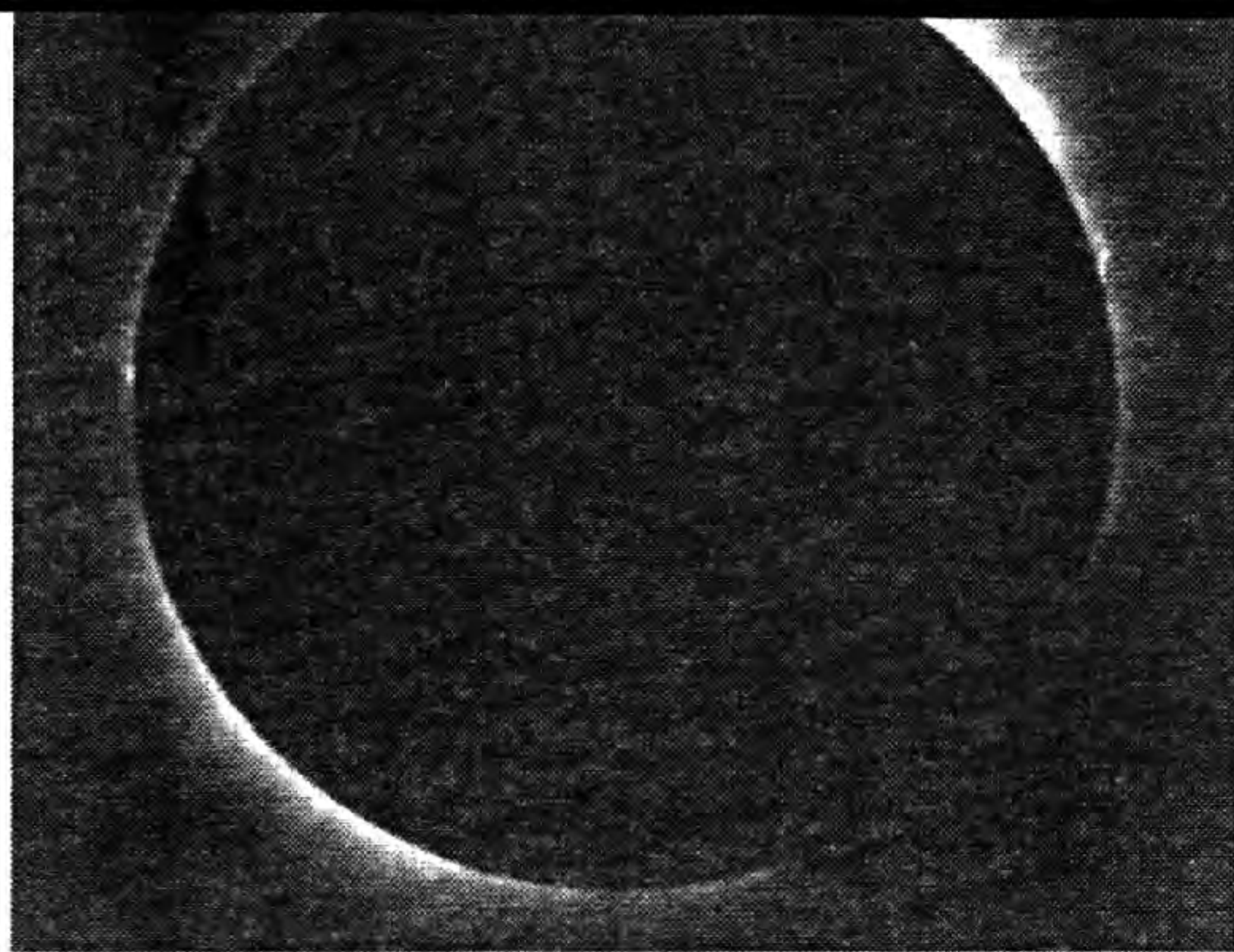
J - Филтър на Wratten N30 или още по-добре, филтър $H\alpha$ от 4 до 10 Å.

P - Фотоапарат (или камера).

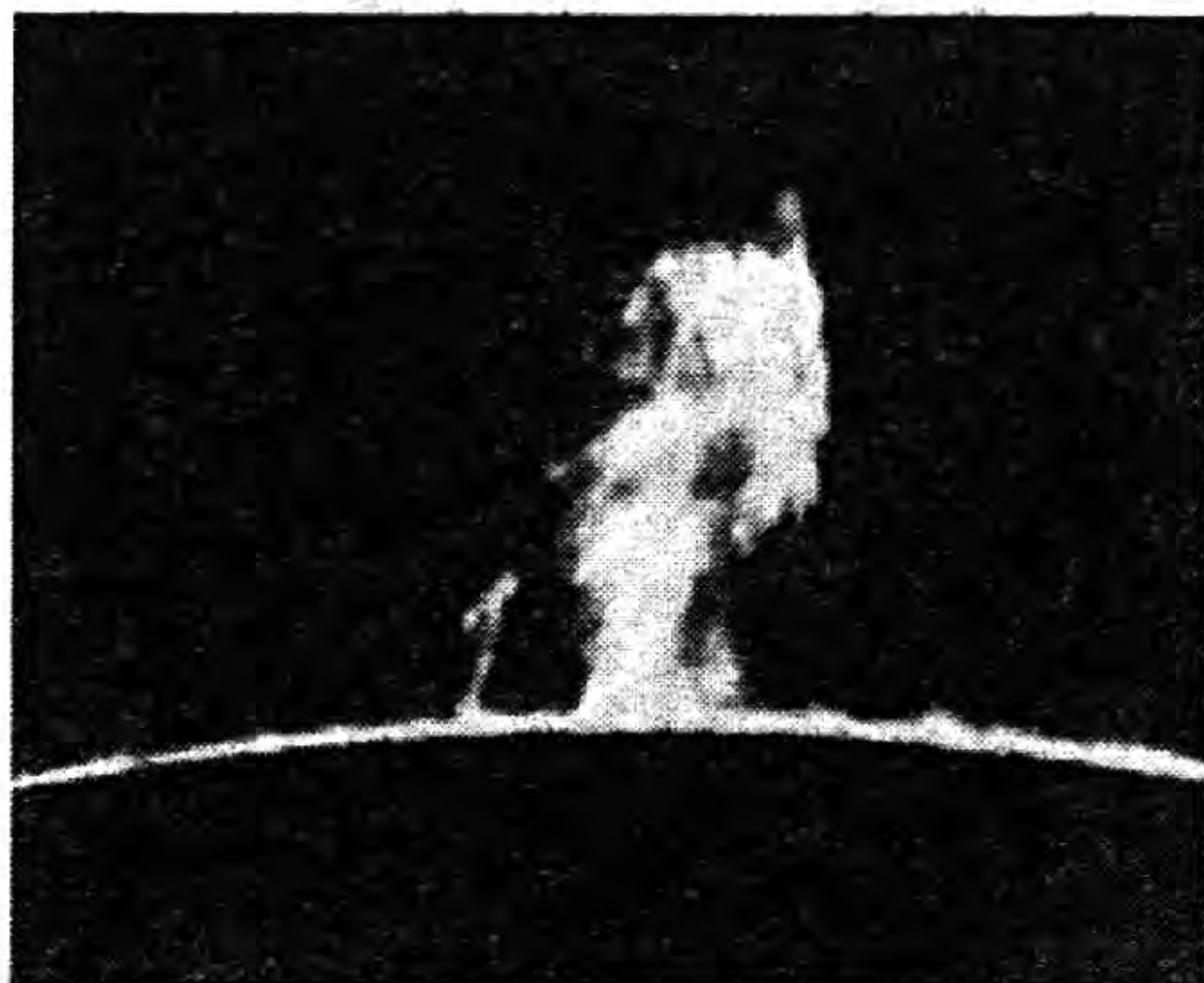
L - Прозорец, позволяващ да се провери, че диска D (прикрепен към конуса В) е във фокалната равнина на обектива О, когато се премества лещата C.



може да е от порядъка на 20. Както показва схемата, поставете един полиран метален конус (дурал) с достатъчен диаметър, така че да покрива слънчевото изображение във фокалната равнина. Този конус е поставен върху лост, завинтен в центъра на една предварително пробита изпъкнала леща. Разстоянието от конуса до лещата на полето се определя така, че да отговаря на фокусното разстояние на тази леща (8 до 10 cm). Поставете малка ирисова диафрагма на десетина сантиметра зад лещата на полето. Точното ѝ място е там, където се формира изображението от обектива, давано от лещата на полето. За да се определи това място, може



Пълно слънчево затъмнение. Къса експозиция от 1/250 s върху филм Kodak PAN X показва най-вече протуберансите и малко от основата на слънчевата корона. Снимка: Приго.



да се използва едно парче матов филм (издраскан с бръснач). Ирисовата диафрагма има за цел да елиминира дифрактиралата светлина от краищата на обектива. Непосредствено зад ириса монтирайте малък астрономически далекоглед. Поставете един интерференчен филтър (МТО) в близост до окуляра и един филтър на Wratten N30, или най-добре, ако имате достатъчно средства, един интерференчен филтър. Поставете фотоапарата по продължение на окулярния носач и фокусирайте. Използвайте черно-бели филми с ниска светлочувствителност, както за Слънцето, или не много силно светлочувствителни цветни филми.

ПЪЛНИ СЛЪНЧЕВИ ЗАТЪМНЕНИЯ

Ако ще фотографирате пълно слънчево затъмнение, трябва да се съобразите с различните средства и методи, които

Бърза еволюция на слънчев протуберанс. Между получаването на двете снимки е изтекъл 1 час. Долу, протуберансът е достигнал 200 000 km височина. Корonoграф с диаметър 100 mm. Филтър H α на 3.8 A, филм 45 с 62 Gevaert. Снимка: Рокес.

се прилагат, за:

- частичната фаза, преди и след пълната фаза - работи се както при фотографиране на Слънцето

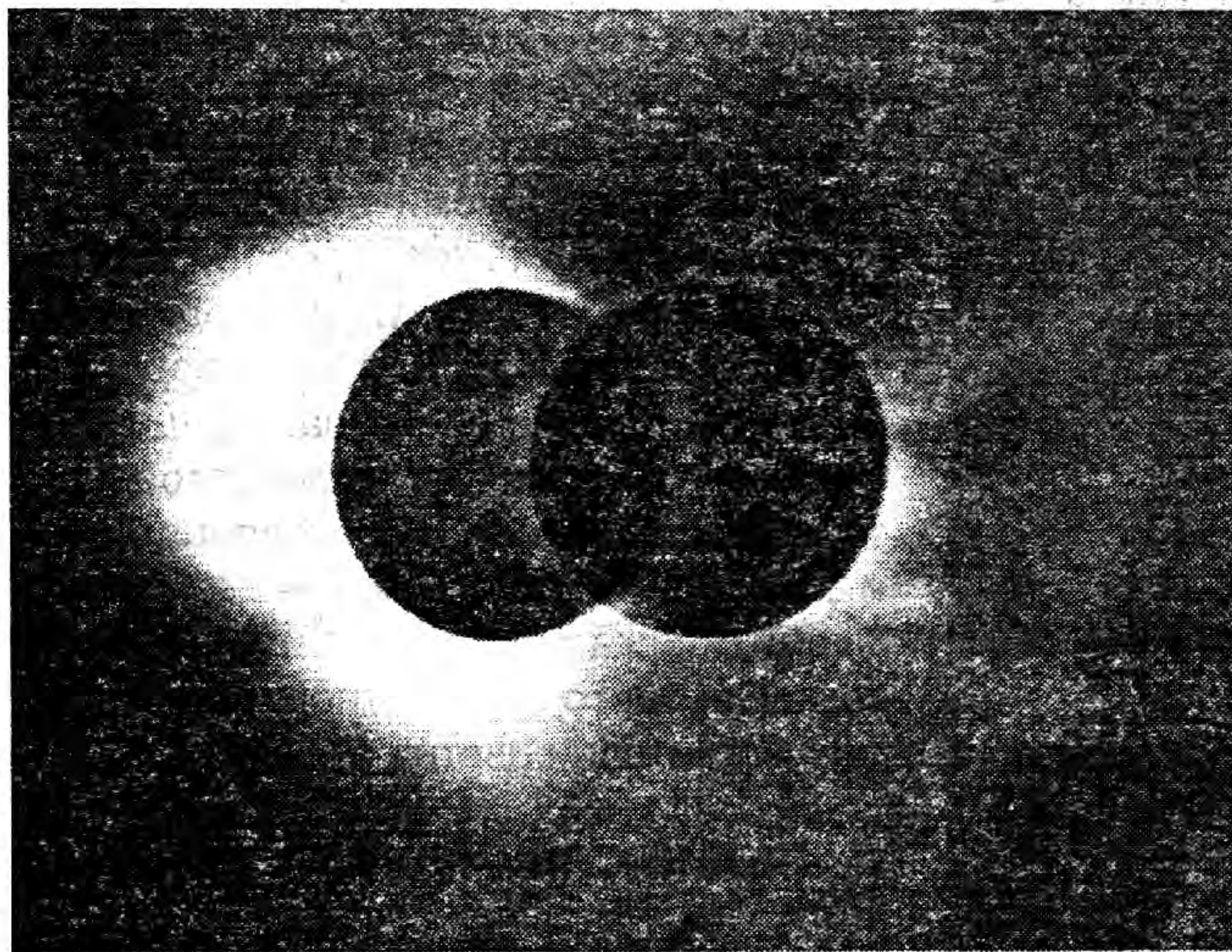
- фотографиране на короната

- фотографиране на хромосферата и протуберанси

- фотографиране на съпътстващи затъмнението явления

Фотографирането на слънчевата корона изисква удължено експозиционно време, несъвместимо с късото време

на експозиция, прилагано за хромосферата и протуберансите. Освен това, необходимо е и часово задвижване. Ако разполагате с обектив $f/D=15$, трябва да експонирате от 3 до 15 s на дребнозърнест филм със стандартна светлочувствителност. За цветни снимки използвайте филм със средна светлочувствителност (Kodachrome 64 или Ektachrome) - така

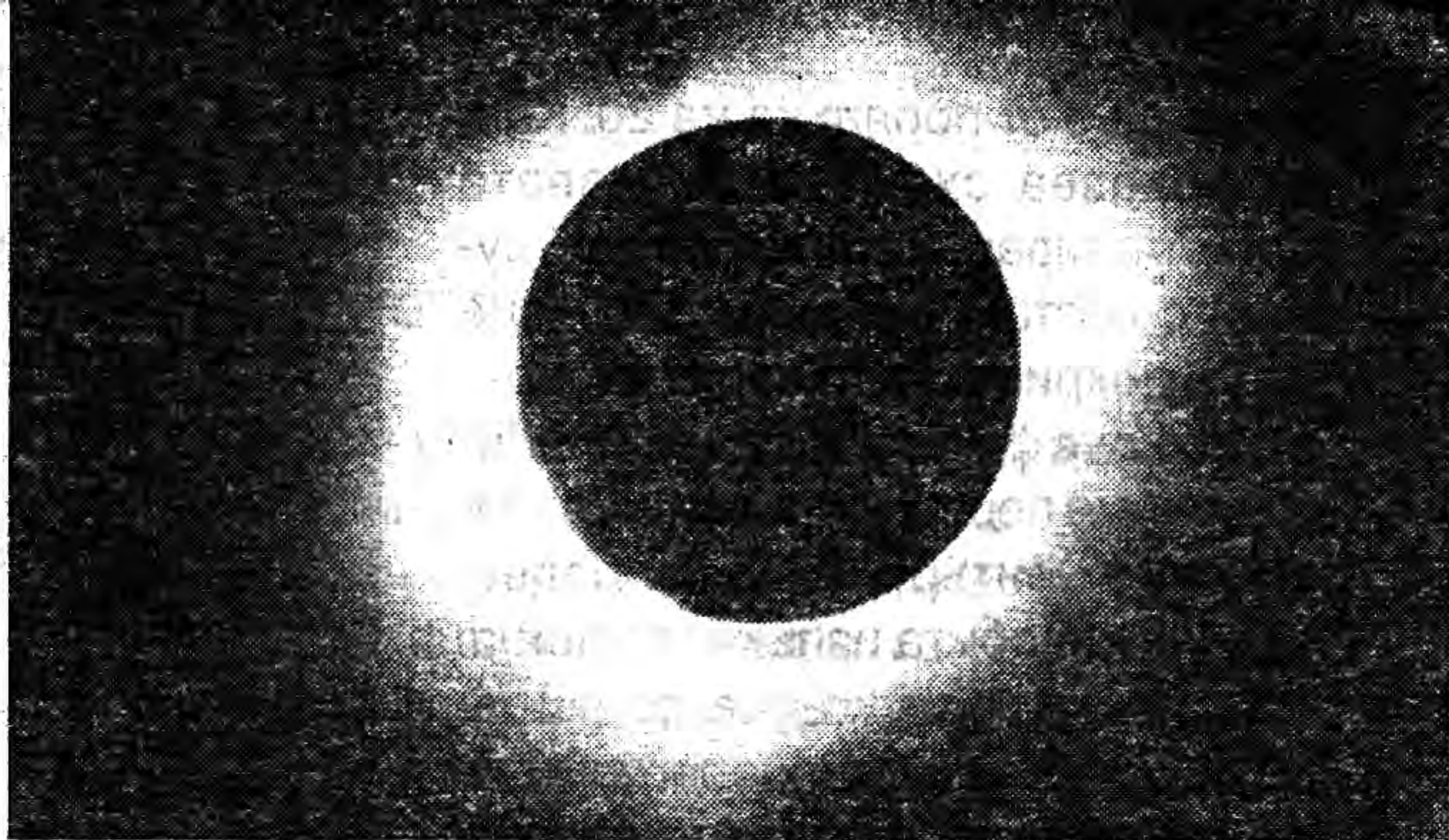


ще получите повече или по-малко изтеглена корона, според времето на експозиция.

Ако небето не е много чисто, имате интерес да скъсите времето на експозиция. Фотографирането на хромосферата и протуберансите не изисква екваториална установка, ако се работи във фокуса на поне 1.5 m обектив с $f/D=15$. Ще констатирате, че еквивалентната светимост на протуберансите има светимостта на пълната Луна.

Всъщност, това са експозиционните времена между 1/10 s и 1/125 s, които трябва да се използват със средно светлочувствителен черно-бял или цветен филм.

Грешка при транспорта на филма е предизвикала това разместване на получените 2 изображения по време на пълното слънчево затъмнение на 30 юни 1973 г. Вдясно, благодарение на филтъра, компенсиращ градиента на блясъка, се виждат изхвърляния в короната, достигащи до 2 милиона километра от ръба на Слънцето. Вляво, изображението е получено извън филтъра и затова детайлите изчезват в преекспонирано хало, дължащо се на излишъка на светлина от основата на короната. Обектив с $\phi 100$ mm, $F=1520$ mm. Експозиция 25 s, панхроматичен филм X. Снимка: Бурж.



Вид на слънчевата корона - струи - по време на пълното слънчево затъмнение на 2.10.1959 г.
Снимка: Пиер Бурж.

СЪПЪТСТВАЩИ ЯВЛЕНИЯ. Но не бива само Слънцето и Луната да привличат вниманието на фотографите по време на затъмнението - летящи сенки, ефекти от последните лъчи върху седемте цвята на спектъра, движението на конуса на сянката



Пръстенообразно затъмнение на Слънцето на 29 април 1976 г., фотографирано в Либия със 77 mm далекослед, снабден с 25 mm окуляр. Снимка: Ариоли.

по повърхността на Земята, наблюдавано от високо място (или от самолет), влиянието на затъмнението върху поведението на животните, осветената от светлината на затъмненото Слънце повърхност - това са все интересни сюжети, които могат и по-късно да бъдат изучавани по снимки.

ЛЕТЯЩИ СЕНКИ. Те се появяват основно около 1 min преди и след пълната фаза, под формата на набраздени сенки, които се движат. Фотографирайте бяла стена или бяло парче плат, поставено встрани от директната слънчева светлина. Ако работите сам, нагласете предварително фотоапарата на 1/100 s, използвайте 400 ASA филм и отворете диафрагмата на 2.8.

ФИЛТРИ. Става въпрос за филтри на Wratten N96, които съществуват в плътности от 0.10 до 4.00. За да получите плътност 6.00 се използват два филтъра 3.00, а за плътност 5.00 - филтрите 2.00 и 3.00, които се поставят пред цялата оптична система.



Върху тази равно бяла стена се различават почти вертикални и неправилни бразди. Това е явлението на летящите сенки, които понякога се виждат непосредствено преди или малко след пълно слънчево затъмнение. Снимка: Пиер Бурж.

ДИАФРАГМА. В случая на диафрагми с фиксирани стойности се използва даденото време, умножено по квадрата на отношението между диафрагмата от таблицата и използваната диафрагма.

Пример: Таблицата изисква диафрагма 3.5, а моят инструмент има диафрагма 8. Би трябвало да поставя $8/3.5=2.3$ и $2.3^2=5.3$ пъти по-дълго време.

Ако моето време на експозиция е от 1/15 s, или 0.07 s, би трябвало да сложа $0.07 \times 5.3 = 0.37$ s или около 1/3 s.

БРОЕНИЦА НА БЕЙЛИ. За снимка, при същата диафрагма и същите филтри,

каквито са дадени в таблицата за частичната фаза, използвайте време 1/15 s.

По време на пълно слънчево затъмнение е възможно да се регистрират изхвърляния от короната до разстояние, еквивалентно на няколко слънчеви диаметъра, както и многобройни детайли в основата на короната, без тя да бъде преекспонирана.

Фотографиране на слънчеви затъмнения.

светло-чувствителност ASA	частична фаза		пълна фаза (проту беранси)	пълна фаза (вътрешна корона)	пълна фаза (външна корона)
	фото кино		фото кино	фото кино	фото кино
25	f/5.6 1/125 ф5	f/11 ф5 1/135	f/3.5 1/125 бф	f/8 бф 1/35	f/3.5 1/15 бф 1/35
50	f/6.3 ф5 1/125	f/13 ф5 1/35	f/4.5 бф 1/125	f/9.5 бф 1/35	f/4.5 бф 1/15 1/35
64-80	f/8 ф5 1/125	f/16 ф5 1/35	f/5.6 бф 1/125	f/11 бф 1/35	f/5.6 бф 1/15 1/35
125-160	f/11 ф5 1/125	f/22 ф5 1/35	f/8 бф 1/125	f/16 бф 1/35	f/8 бф 1/15 1/35
200	f/16 ф5 1/125	f/9.5 ф5 1/35	f/11 бф 1/125	f/22 бф 1/35	f/11 бф 1/15 1/35
400-650	f/16 ф5 1/250	f/11 ф5 1/35	f/16 бф 1/125	f/11 бф 1/35	f/16 бф 1/15 1/35
1000-1250	f/16 ф5 1/500	f/16 ф5 1/35	f/16 бф 1/250	f/16 ф1 1/35	f/16 бф 1/30 1/35

За киното диафрагмите са изчислени за скорости от 16 до 18 кадъра за секунда. (Документация на Kodak).

на, използвайки филтър за компенсиране градиента на блясъка. Поставете този отслабващ филтър малко пред фокалната равнина (филма) на един обектив или едно огледало. За информация: експонирайте 30 s върху филм 125 ASA във фокуса на обектив с $f/D=15$. Тези филтри са изработени специално за даден фокус (МТО).

В киното, увеличете отвора с три диафрагмени деления.

Пример: ако таблицата за частичната фаза показва 16, използвайте 5.6.

Ще припомним, че броеницата на Бейли представлява отрязък от лунните пла-

нини и долини на ръба на Слънцето и се вижда само 1-2 s преди началото и след края на пълната фаза.

ФОТОГРАФИРАНЕ НА АНТИ-СЛЪНЧЕВА СВЕТЛИНА (ПРОТИВОСИЯНИЕ)

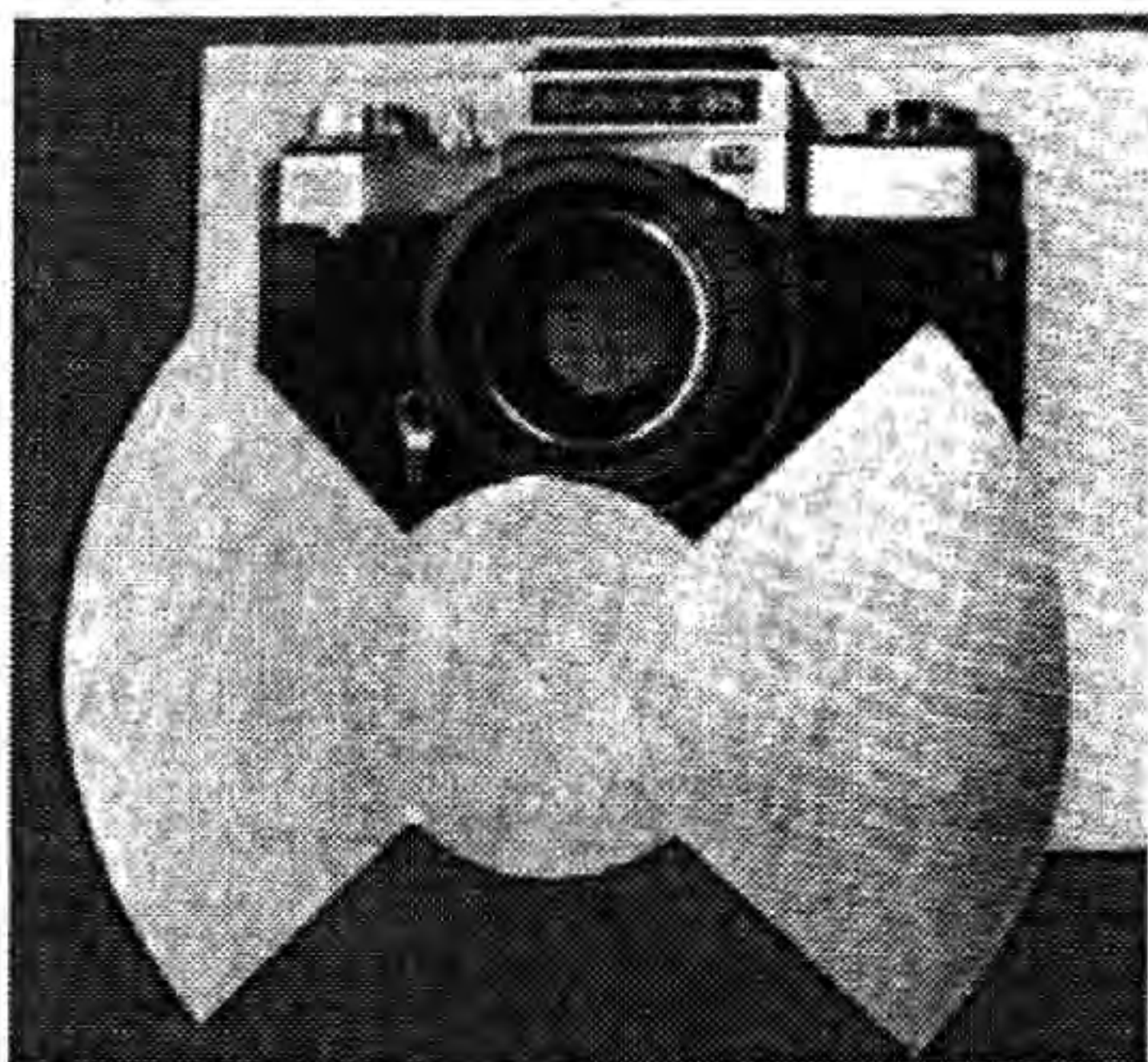
Тази светлина произхожда от действието на слънчевия вятър върху много високата земна атмосфера. Тя се отразява много надалеч в пространството и по продължение на конуса на земната сянка леките газове се откъсват от привличането на нашата планета. Тази извънредно тънка газова струя много прилича на опашката на комета. В резултат, се получава много слаба светлина, забележима най-вече в планината при съвсем чисто небе. Всяка нощ, тази светлина минава през меридиана в 0 UT. Тя е центрирана върху точка на еклиптиката, диаметрално противоположна на Слънцето. Простира се до около $15-20^\circ$. За нашите ширини, най-забележителният период е от септември до март, но трябва да се избягват периодите, когато анти-слънчевата светлина пресича Млечния път, с който тя се слива, така че периодът на наблюдение се ограничава най-вече през ноември, февруари и март.

За да я фотографирате, използвайте обективи с фокуси от 28 до 50 mm, отворени на 2 или по-добре на 1.4 или също на 1.2 и силно светлочувствителен филм като Recording. Работете при отсъствие на всякакви изкуствени светлини и без Луна. Експонирайте между 30 s и 5 min, ако е възможно с екваториално задвижване. Проявявайте в много енергетичен проявител, като D19, за 10 min при 20° , с продължително разклащане.

Трябва да отбележим, че тук става въпрос за истински фотографски подвиг, за постигането на който са необходими и забележителни атмосферни условия.

ФОТОГРАФИРАНЕ НА МЕТЕОРИ С ВЪРТЯЩ СЕ ДИСК

Вече споменахме за фотографирането на метеори с прости средства. Но е възможно да се отиде още по-далеч в тази привилегирована за любителите област. Става въпрос за поставянето на въртящ се, дълбоко изрязан сектор пред обектива



Дълбоко изрязан диск, затъмняващ обектив за фотографирание на метеори. (могат да бъдат инсталирани 2 фотоапарата, които сключват ъгъл от 25°).

на фотоапарата, използвайки синхронен мотор, чиято скорост е известна. В повечето случаи, той се върти с 500 оборота/min, което е прецизно добра скорост за извършване на измерванията.

Върху един диск от дурал с 5/10 mm дебелина и около 15 cm диаметър (за формат 24x36), отрежете 2 диаметрално противоположни дълбоко изрязани сектора. Всеки изрез ще има дължина $1/3$ повече от диаметъра на обектива. Ако искате да се уверите в точната скорост на диска, трябва да осъществите стробоскопичен контрол.

С тази система, пасажа на един метеор няма да се регистрира като непрекъсната следа, а като прекъснати линии. Дължината и отстоянието на следите ще позволят, ако са поне 5 на брой, да се изчисли скоростта на метеора, неговото ускоряване или забавяне. Ако имате десетина следи и

дата на максимум	име	часово число	радиант близо до	забележки
2-3 януари	Квадрантиди	7-40	β Boo	средни скорости
21 април	Лириди	8	104 Her	бързи и ярки, следи
6 май	Аквариди 1	6	η Aqr	много бързи с дълги следи
12 август (9-14.08)	Персеиди	70	η Per	много бързи
20 октомври	Ориониди	20	γ Ori	ярки и бързи следи
15 ноември (13-16.11)	Леониди	~20	ζ Leo	много бързи с период от 33г.
10-12 декември	Геминиди	16-50	α Gem	бели, средни скорости

някой друг, достатъчно отдалечен оператор регистрира цялостната траектория на метеора, би могло с изчисления да се определи орбитата му през Слънчевата система и може би дори да се привърже към орбитата на някоя известна комета.

ФОТОГРАФИРАНЕ НА КОМЕТИ С ОБЕКТИВИ ОТ 150 ДО 300 mm ФОКУС

Телеобективите от 150 до 200 mm и особено обективите, предназначени за аерофотографии, като Аеро-Ектар (този обектив е отворен на 2.5 и съществува в два модела - $\phi 72$ mm, $f=178$ mm и $\phi 120$ mm, $f=305$ mm) могат да дадат забележителни снимки на цялостна бляскава комета.

Внимание! По време на няколко минутната експозиция, ако фокусът е над 100 mm, необходимо е да имате екваториална установка и да гидирате по ядрото на кометата, ако искате да получите чисто изображение. Далекогледът-гид трябва да е колкото е възможно по-светлосилен - 80, 100 mm - или с по-голям диаметър и окуляр (мрежест), който да не е много силен.

Екваториалната установка трябва да разполага със система за коригиране не само по ректасцензия α , но и по деклинация δ , за да може да се проследи бавното преместване на кометата сред звездите.

Използвайте, ако е възможно, плаки или план-филми 103aO или 103aF. Тези емулсии изявяват



Кометата Секи-Лайн. Телескоп с $\phi 310$ mm и $f/D=6$. Филм Kodak Pancho Royal. Експозиция 2 min. Снимка: Вергене.



Кометата Вест на 11 март 1976 г. Снимката е получена с Шмидт-телескоп 410/330, $f=742$ mm, експозиция 10 min върху филм ORWO NP27. Снимка: Лартиго.

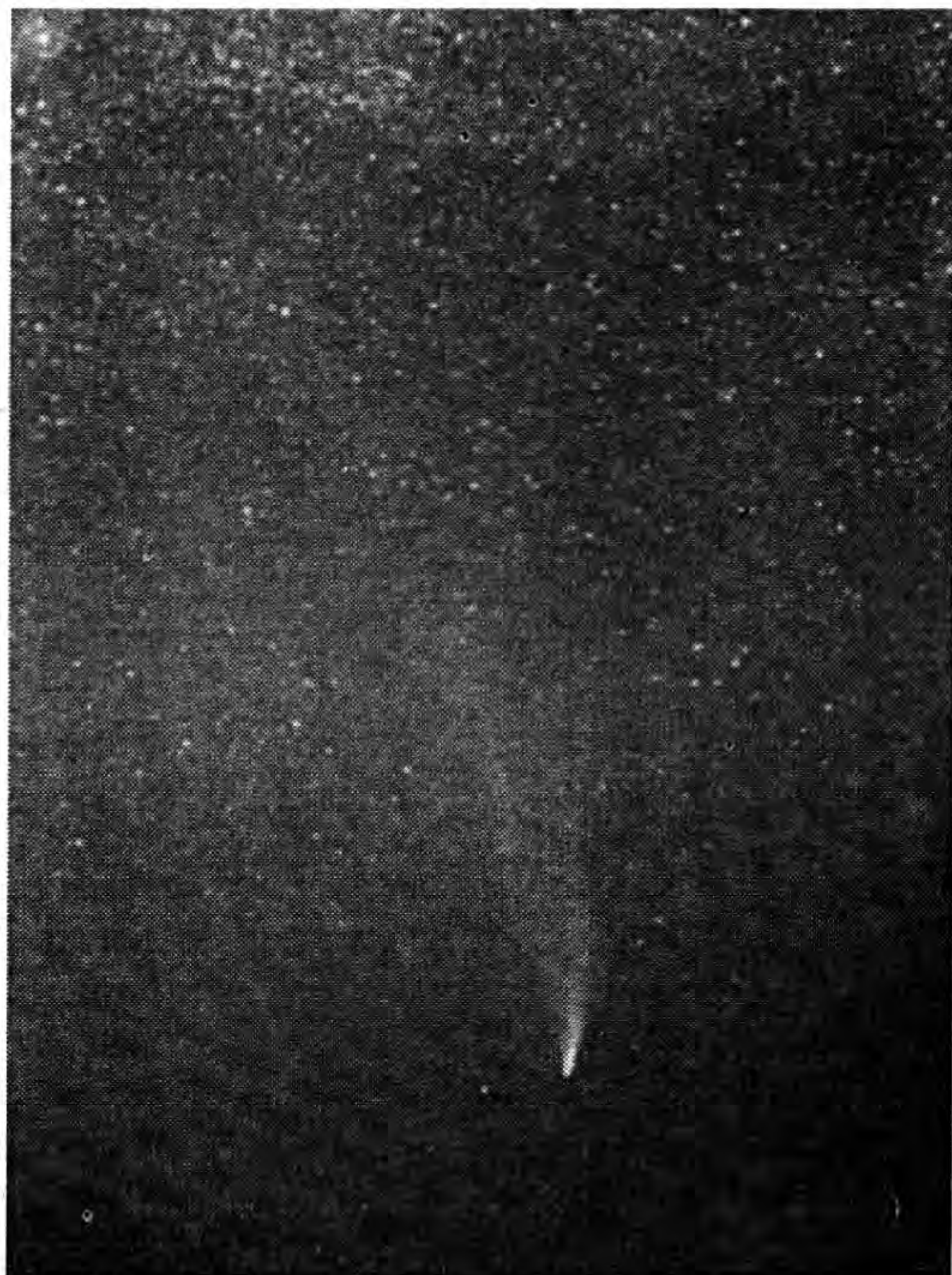
интересните детайли в опашката: газови изхвърляния, прахови струи, нагъвания, набраздявания и др. Но идеалният инструмент си остава камерата на Шмидт с диаметър от 200 до 400 mm или повече, чиято разделителна способност е много висока и предизвиква появата на голямо богатство от детайли в комата и опашката.

СНИМКИ НА КОМЕТИ ВЪВ ФОКУСА НА ТЕЛЕСКОП.

Фотографирането на главата и комата става лесно във фокуса на телескоп Нютон, особено ако той е снабден с коректор на полето. Експонирайте няколко минути, но не повече от 20 min, с цитираните по-горе филми. В тази област, много любители се сблъскват и препъват в проблема с гидирането. Мрежестите търсачи, с диаметър от 40 до 60 mm, са недостатъчни, за да се осигури коректно гидиране по време на експозицията. Не може да се гидира по звезда близо до кометата, тъй като тя се премества бавно на фона на небето. Затова е задължително да се гидира инструмента,

като се постави мрежата на гйда-далекоглед върху бляскавото ядро на кометата (когато то е само едно) и да се коригират често и регулярно двете движения на екваториалната установка, като се „проследява“ кометата при собственото ѝ движение. Операцията дава шансове за успех, ако за гидирането се използва здраво закрепен далекоглед, фиксиран паралелно на тубуса на телескопа. Този гид-далекоглед с отвор от 80 до 100 mm трябва да има фокус над 1 m. Най-важно е финото коригиране по ректасцензия и деклинация да става точно и плавно.

ФОТОГРАФИРАНЕ НА СЛАБИ КОМЕТИ, НЕВИДИМИ С ПРОСТО ОКО. Астрофотографите, снабдени с телескопи, инсталирани върху вилкови или други монтировки с голяма стабилност, могат да получат снимки на слаби комети, открити неотдавна, за да определят координатите им. Тази изследователска работа изисква фокус от минимум 1 m, за да се получи необходимата точност за разчитане върху снимките. Достатъчно е да поставите мрежата на окуляра на далекогледа-гид върху яркото ядро на кометата, като правите по екваториала необходимите корекции. Но повечето комети са много слаби и нямат ярко ядро. В такъв случай се налага просто да се внасят ръчните корекции според собственото преместване на кометата, определено



Кометата Вест, фотографирана малко преди изгрева през март 1976 г. с широкоъгълен обектив с фокус 21 mm, f/D=4. Експозиция от 12 min върху филм 103aF с екваториално задвижване. Снимка: Пиер Бурж.

въз основа на две последователни предшестващи наблюдения. Тези сведения са събрани в циркулярите на Международния астрономически съюз IAU. Ето, например, координатите на една комета, получени за интервал от 24h, които позволяват да се узнае средното ѝ преместване за тези 24h и в последствие да се направят съответните корекции.

Съответните ръчни корекции са следните:

на 6/7 в 0h	$\alpha=13.00h$	$\delta=+51^{\circ}58'$
на 7/8 в 0h	$\alpha=12.50h$	$\delta=+51^{\circ}10'$
преместване:		
за 24h	$\alpha=-0.10h$	$\delta=-0^{\circ}48'$
за 1h	$\alpha=-25s$	$\delta=-20'$
Ще бъде 1s на	Ще бъде $-2''/min$	
всеки 2min 24s		

- Преместете 1s по ректасцензия на всеки 2min и 24s.

- Преместете $2''$ по деклинация всяка минута.

На практика, това предполага, че всеки от винтовете за фина корекция по ректасцензия и деклинация е снабден с градуиран в секунди барабан с белег, увеличаваща лупа и слабо осветление, за да се четат. Необходим е също и хронометър. Предварително си пригответе таблица с корекциите в ректасцензията за времето на цялата експозиция, като началото на експозицията ще е с 0 min и 0 s. Успехът на операцията предполага екваториална установка, поставена на перфектен статив и прецизно денонощно задвижване.

Невъзможно е гидирането да се контролира визуално - това може да стане само чрез корекциите.

ЛОВ НА КОМЕТИ ИЛИ ФОТОГРАФСКО ТЪРСЕНЕ НА НОВИ КОМЕТИ. Вече почти всички нови комети (средно 6 на година) се откриват все по-рано и по-рано, още когато са от 8, 10 и дори 12 звездна величина.

Получавайте редовно снимки на един и същ район на небето с камери, използвани за аеро-фотография, с отвори от 70 до 120 mm и фокуси от 150 до 300 mm ($f/D=2.5$ или 3.5).

Използвайте плаки или план-филми Tri X. Експозиция от 20 до 30 min с екваториално задвижване. Фотографирайте редовно, всеки път когато небето е чисто, едни и същи райони на небето. Сравнението за



Кометата Кобаяши, получена с телескоп в 300 mm, $f/D=4.5$. Експозиция 40 min върху филм Kodak Tri X със светложълт филтър.
Снимка: Пол Моати.

търсене на нови комети се прави с първата снимка, върху апарат, наречен блинк-микроскоп. По-задълбоченото разглеждане на една снимка изисква около 20 min.

Ловът на комети е възможен само за технически добре екипираните любители.

МОЖЕ ЛИ ДА СЕ ФОТОГРАФИРАТ ДВОЙНИ ЗВЕЗДИ?

Такъв въпрос често ни се поставя. Това е възможно, но с екваториални телескопи, разполагащи с прецизно движение. Работете в първичния фокус, експонирайки няколко минути върху силночувствителен филм. Започнете най-напред с лесните звездни двойки (т.е. достатъчно раздалечени) като β Cyg, γ Del, α CVn, Мицар...

За по-близките двойки би трябвало да се използва увеличение и относителни отвори f/D достигащи до 80.

Със силночувствителни цветни филми резултатите са по-интересни. Освен това, те позволяват да се прецени и оптичното качество на инструмента (разделителната му способност) и точността на гидирането.

ФОТОГРАФИРАНЕ НА ПРОМЕНЛИВИ И НОВИ ЗВЕЗДИ

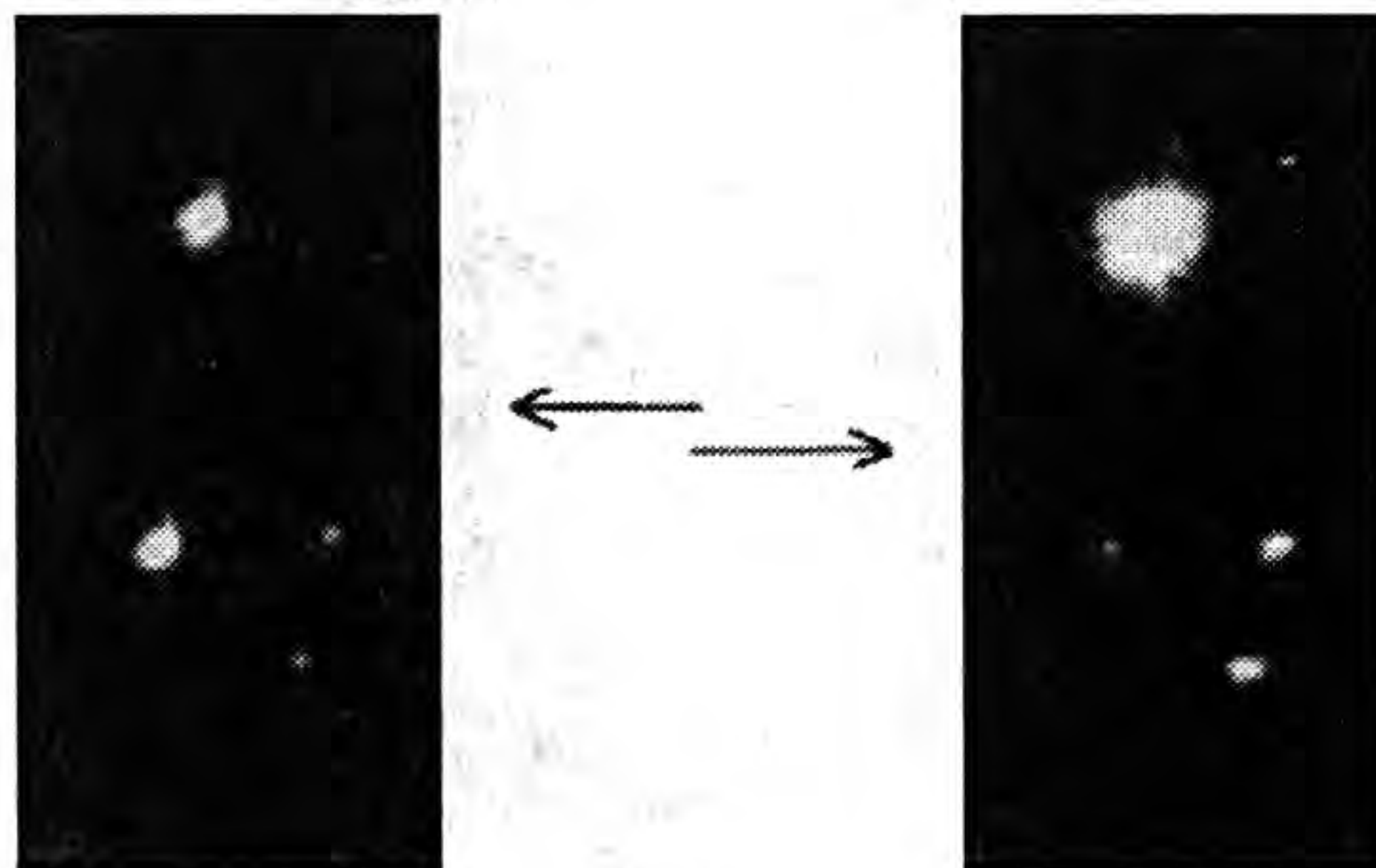
Фотографското изучаване на променливите представлява сигурно предимство пред визуалното наблюдение, тъй като събира върху една единствена плака сведения и информации за многобройни променливи едновременно. Фотографската плака е постоянен документ, безличен и неопровержим. Тя може да бъде изучавана винаги в свободното време, когато вечерите са с покрито от облаци небе. Консервирането на плаките изисква прецизен архив, който ще позволи да се открият неизвестни променливи, да се допринесе за уточняването на кривите на блясъка на променливите, открити отново, или да се възпроизведе предишния живот на една отделна звезда.

Звездната фотография изисква екваториална монтировка, перфектно регулирана и задвижвана.

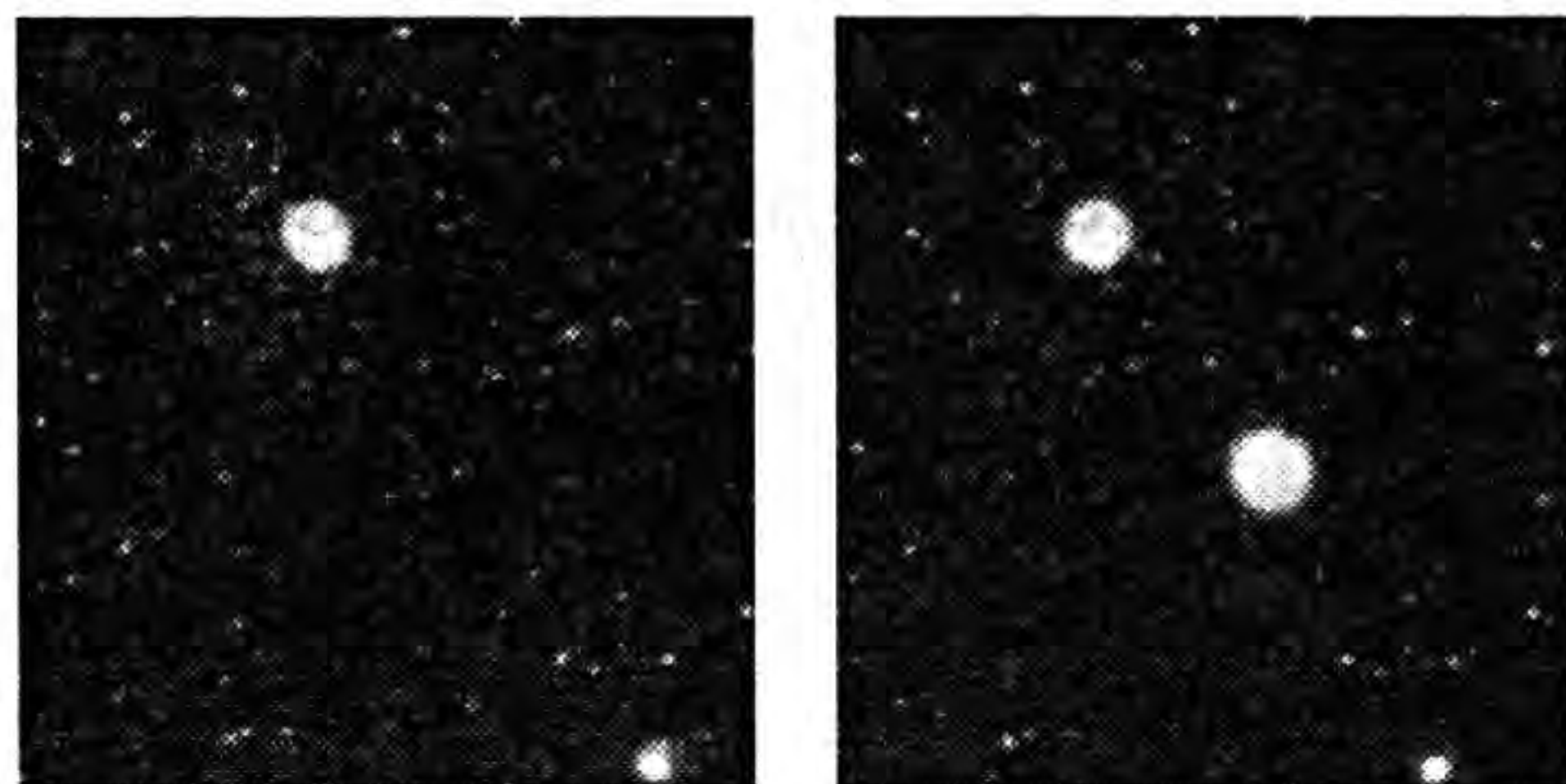
Използвайте фотографски обективи с голямо поле и за предпочитане фокус между 30 и 75 cm. Обективите с фокус под 20 cm имат много слаба разделителна способност. Тези с повече от 1 m изискват много сериозна установка и винаги имат много редуцирано поле.



Снимка на Мицар (двойката) и Алкор (в дясно). Телескоп $\phi 310$, $f/D_{\text{рез.}}$ 35. Алкор и Мицар се намират на $12'$, а разстоянието между компонентите на Мицар е $15''$. Снимка: Мосер.

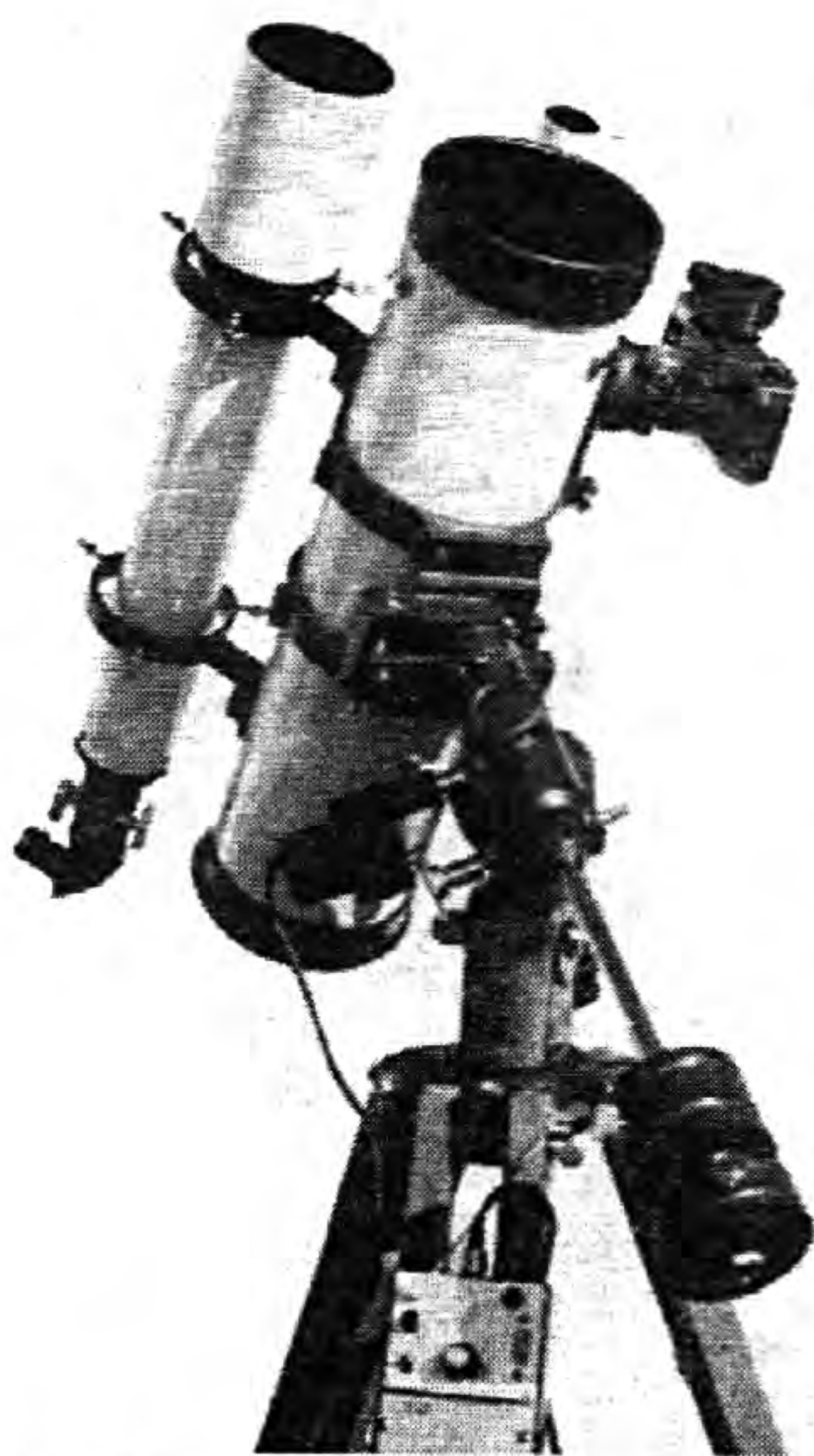


Избухване на Нова през февруари 1963 г. В съзвездието Херкулес. В ляво, полето преди избухването, в дясно - 12 дни след избухването. Снимка: Швейцер.



Променливата звезда R Leo: в ляво - към максимума ѝ на блясък, в дясно - към минимума ѝ. Снимка: Швейцер.

СВЕТЛОЧУВСТВИТЕЛНИ ПОВЪРХНОСТИ. Фотографите предпочитат стъклени плаки пред план-филмите, като повърхностите им трябва да отговарят на специални характеристики. Връзката между фотографските звездни величини и почернението за емулсии, чиято резултантна спектрална чувствител-



Фотографиране в първичния фокус. Телескоп с екваториална монтировка и 100 mm диаметър, използван за звездна фотография (дълги експозиции). Поставеният във фотографската камера филм получава директно фокалното изображение от огледалото. Един далекоглед, снабден с мрежест окуляр, позволяващ гугирането по звезда, е поставен паралелно на тубуса на телескопа. (Този монтаж е неудобен за фокусни разстояния, надвишаващи 1 m). Екваториалната установка се задвижва от електрически мотор, командван от честотен генератор (долу).

ност (собствената абсорбция на сребърния бромид), достига само до 4500Å, е установена още в края на миналия и началото на нашия век. Тези емулсии, наречени „сини“, са много чувствителни в тази област на спектъра. За всички фотографски изследвания сме принудени да използваме именно тях, тъй като техният официален интернационален

еталон не би могъл да бъде модифициран след появяването на ортохроматичните, а по-късно и на панхроматичните емулсии, защото това би означавало да се „преобърнат“ хилядите измервания на звезди, направени досега. Днес е възможно да се получат „фотовизуални“ звездни величини сравними с визуалните, чрез използването на панхроматични емулсии заедно с жълт филтър (Wratten N12).

Освен това се използват и емулсии, „коригирани за закона за реципрочността“, предназначени за слабите осветявания. Между тях ще споменем: Gevaert-Scientia, тип 56 A 50 (формат 9x24 cm), ORWO ZU2 (много дълги срокове на годност), Kodak 103a0. Почернелите области от променливата и звездите-стандарти се сравняват помежду си с помощта на лупа, като се работи с получената оценка. Дълготрайността на документа позволява измерванията да се направят наново, за да се получи



Фотография на пръстеновидната мъглявина в Лира (M57) с телескоп от 310 mm, $f/D=9.2$. Експозиция 25 min върху филм 103a0. Снимка: Мосер.

една средна стойност m , чиято точност е от порядъка на 0.1 - сравнима с визуалното наблюдение.

По-голяма точност може да бъде получена с използването на самоделен фотометър, снабден с фотоумножител. Описанието му можете да получите, като пишете на *M.E.Schweitzer, 1, rue Beethoven, 67 000 Strasbourg.*

Любителят, интересуващ се от фотографирание на променливи, трябва да се разрови из съществуващите в тази област публикации и да следи работите на различните асоциации на наблюдателите на променливи звезди.

ФОТОГРАФИРАНЕ НА КУПОВЕ И ГАЛАКТИКИ

Фотографирането на разсеяни звездни купове, като Плеядите, не представлява особена трудност с малка екваториална монтировка и телеобектив от 125 до 500 mm фокус. Времето на експозиция може да бъде между 5 и 20 min върху силно светлочувствителен филм като Agfa 400 и Tri X. Използването на червен филтър ще изяви мъглявините, заобикалящи най-ярките звезди от купа.

По-отдалечените разсеяни звездни купове като M11, M103 и др., също както и сферичните купове като M13 в Херкулес, разкриват богатството си, когато се фотографират във фокуса на телескоп с диаметър от 200 до 300 mm и повече. Централната част на сферичните купове, която е съставена от много звезди, се извява

Омега Центавър е най-яркият и впечатляващ звезден куп в небето, от 3.7^m. Експозиция 15 min върху филм 103aF. Телескоп Celestron 203 mm. Фокус 105 mm. Снимка: Бурж.



Галактиката в Андромеда. Експозиция 2 h 30 min върху Kodak Recording с фокус 500 mm, f/D=6.3. Снимка: Силвен.





Трифугите и Мъглявината Лагуна. Телеобектив „Vivitar“ с 500 mm фокус, $f/D=6.3$. Снимка: Силвен.

Най-добре е да се използва маска по време на снимането, за да се компенсират разликите в осветеността между централната и периферната зона. Отново ще се срещнем със същия проблем при фотографирането на галактиките и газовите мъглявини. Фотографирането на близки галактики, като М31 в Андромеда не представлява особена трудност, освен когато има преекспониране на централната зона, ако експозицията е била толкова дълга, че да се появят и крайните зони.

Всяка от добрите снимки, получени с времена на експозиция например 15 min, 30 min и 45 min, изявява детайли, които не фигурират

Ярката мъглявина в Плеядите (M45). Експозиция 30 min върху филм 103a0 с „Celestron“ от 200 mm, снабден с фокален редуктор. Снимка: Химер.



отведнъж. В резултат на което се получава преекспониране при копирането върху хартия и изображението не съответства на онава, което се наблюдава през телескопа. В случая на куп като М13 трябва да експонираме по-дълго, за да се появят периферните слаби звезди, разпръснати около основното ядро, което се преекспонира. По време на копирането върху хартия, при увеличаването, е трудно да се изявят отново периферните звезди и в същото време да се получат детайлите в централната част. Използвайте маска с пробита в центъра дупка, за да преекспонирате слабите звезди (правете въртливо движение с маската под увеличителя, за да не предизвикате появата само на една зона). Вместо увеличението, за предпочитане е да се направи контактно копие върху диапозитивен филм. Така репродукцията е по-вярна и практически не се губи никакъв детайл.

върху другите. Една къса експозиция от 1 s до 2 min ще регистрира само централното ядро на галактиката - детайл, който никога не може да се види върху обикновените, дълго експонирани снимки. Фотографирането на многобройни отдалечени галактики върху същата снимка (в Косите на Вероника, в Лъв или в Дева) изисква времена на експозиция от 1 h или 1 h 30 min с телескоп от 250 до 300 mm в диаметър, отворен на $f/D=5$ или 6.

ФОТОГРАФИРАНЕ НА ГАЗОВИ МЪГЛЯВИНИ

Фотографирането на газовите (в Орион, Северна Америка) или тъмните мъглявини (Конската глава) е достатъчно сложно, но все пак е във възможностите на телескопите от 200 до 300 mm и повече, или най-добре, на Шмидт-камерите.

За тези работи могат да се използват следните ултрачувствителни филми: Tri X, HP5 Ilford, Recording или Agfa 400, дълбоко проявени. Поставете червен филтър пред филма, ако искате да увеличите контраста и да изявите детайлите,

Мъглявината „Конската глава“ NGC2023 в Орион. Експозиция 30 min върху филм 103aF. Снимка: Химер.



„Дантелите“ в Лебед. Шмидт 210-310-496. Експозиция 35 min върху филм Tri X. Снимка: Мосер.



Галактиката в Ловджийски кучета (M51).
Екваториален телескоп 223 mm. Експози-
ция 1 h 30 min върху филм Kodak Tri X.
Снимка: Бланшет.

които иначе не биха се появили. Още по-добре, работете с филм 103a0, 103aF или 103aE, които са добре адаптирани към този вид снимки. Необходимо е да се използва червен филтър, за да се изяви изображението на мъглявините, излъчващи в тази област, като се намали небесния фон, който е синкав. Продължителността на експозицията намалява до около 1/3 с използването на филм 103aF спрямо ултрачувствителен филм като Tri X. За информация, може да се оцени времето на експозиция, което от 1 h с филм Tri X и телескоп с $f/D=6$ се редуцира на 40 min с филм 103aF и между 20 и 30 min със същия филм, използван с Шмидт-камера с $f/D=2.5$. Тези снимки се получават с много стабилна екваториална система и пълна липса на изкуствена или лунна светлина.

ГИДИРАНЕ. За да сме сигурни в гидирането по време на продължителни експозиции са приложими две решения. Първото, което е по-малко препоръчително, се състои в използването на голям търсач, фиксиран паралелно на телескопа.

Второто решение, което е по-ефективно, изисква да се направи една въртяща се и регулируема платформа, върху която може да се фиксира малка касета за план-филми и плаки, или камера 24x36 и окуляр, удържащ част от снопа, така че да се гидира по звезда, близка до фотографското поле.

Експозициите трябва да се прекъсват много пъти, така че наблюдателят да може да си почива, тъй като гидирането през окуля

Фотографиране на мъглявината
Дъмбел (M27) във фокуса на 210
mm телескоп с екваториално
завижване. Експозиция 1 h 30
min върху филм 103aF. Снимка:
Декониу.



В - тяло на фотоапарат
С - коректор на полето (2
лещи)
F - фокална равнина
(равнина на филма 24x36)
L - поле на пълно осветява-
не (за огледало от 410 с $f/$
 $D=4.2$)

О - окуляр с нишков кръст
 $f=12$ mm (f)

P - 2 призми с по 20 mm страна, залепени с канадски балсам

R - нишков кръст

a - крушка за осветяване на кръста

b - присъединителен пръстен за фотоапарат 24x36

c - цилиндрични сенници от черен картон или матов метал

d - външна пластина с диаметър 180 mm и дебелина 4 mm

e - долна пластина с диаметър 200 mm и дебелина 4 mm

f - фокус, отклонен от призмите, достигащ до кръста

g - фиксирана основа, 220x305 mm, дебелина 4 mm

h - пластина от дуралуминий

j - винт и гайка за блокиране на окулярния носач

k - винт и гайка от дуралуминий 4 mm

m - подвижна част, носеща кръста

n - залепване

r - пружина

t - дупка от 6 mm за фиксиране към основата
на телескопа

v - винт и гайка 6x60, 100 оборота

Характеристики на лещите на коректора за
телескоп с диаметър 257 mm, $f/D=5$, $f=1285$
mm. Стъкло от боросиликат 1664 В, плътно.
Необработени стъкла: 7 и 13 mm.

Област на кривина на лещите (в mm):

$r1 = 125.4$

$r2 = 51$

$r3 = 173$

$r4 = 173$

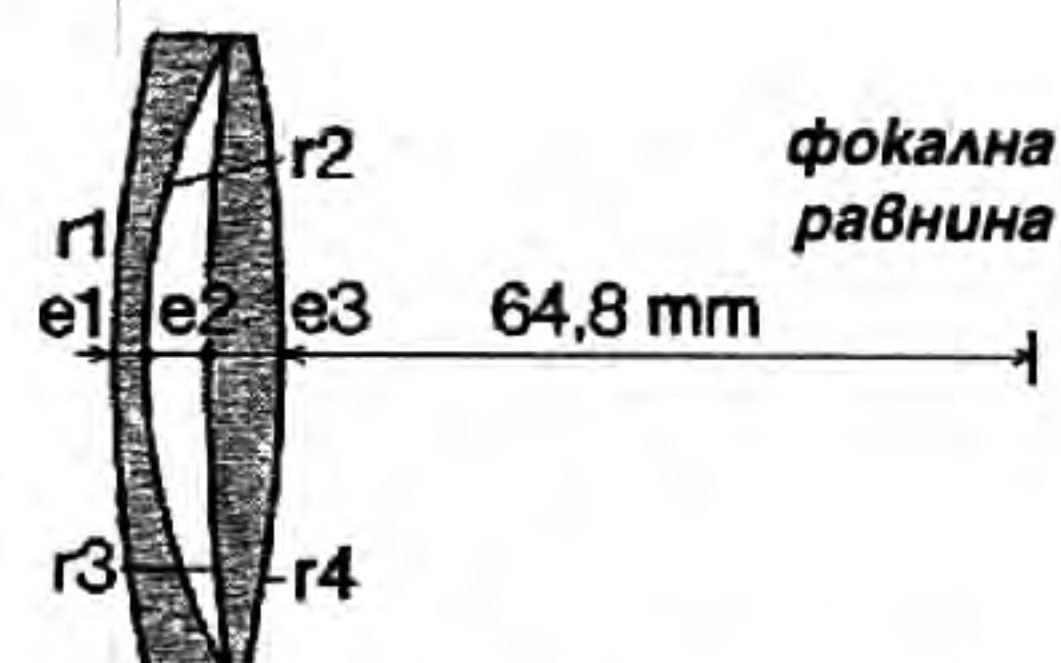
дебелина: $e1 = 2.8$

$e2$ (въздух) = 5.4

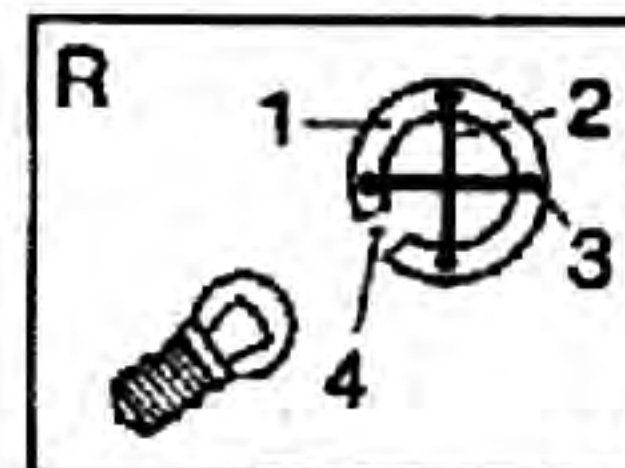
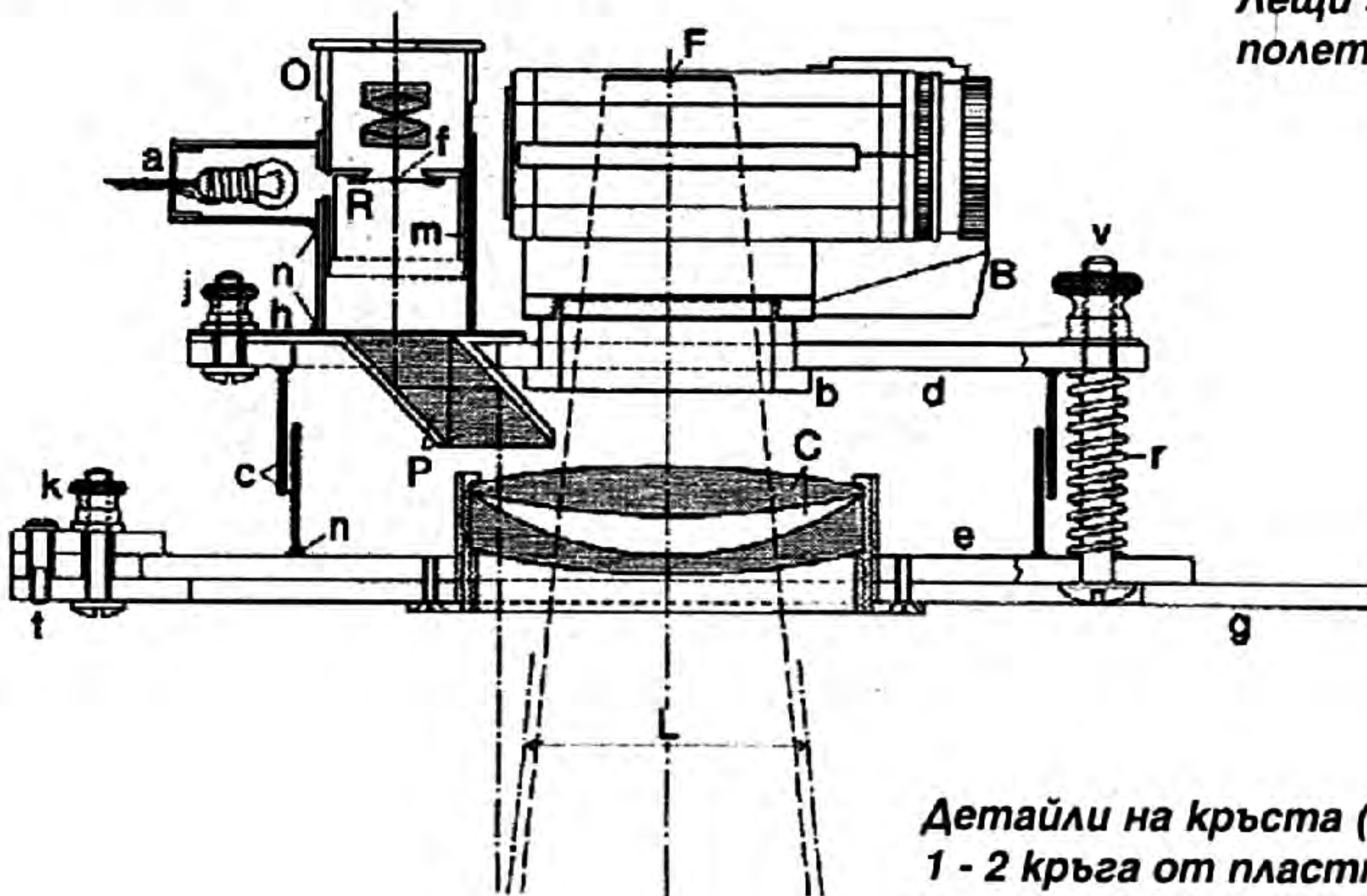
$e3 = 6.7$

Разстояние ($r4$) до фокалната равнина = 64.8.

Отдалечаване от фокуса с коректора = 4.8.



Лещи за коректора на
полето.



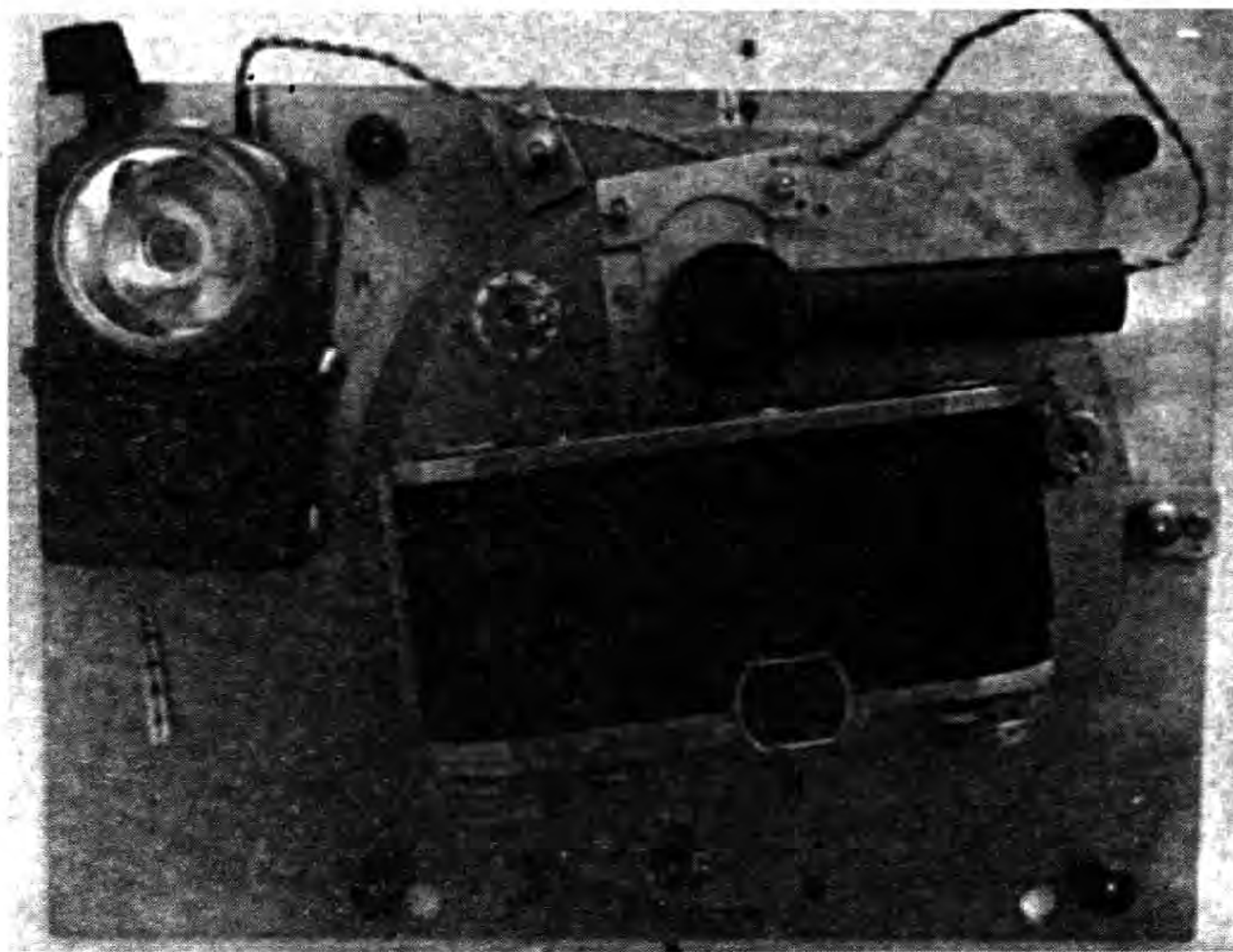
Детайли на кръста (R):

1 - 2 кръга от пластмаса

2 - 2 или 4 тънки нишки, пресечени

3 - точка на залепване на нишките

4 - процеп за осветяване на нишките



Фотографската пластина на телескопа с окуляра за гугиране.

може да се прекъсва експозицията по време на моментите за почивка, добре е да се предвиди един obturator, направен от малък капак, който да се управлява чрез дълго жило.

По време на всяка експозиция, операторът трябва да е в състояние да прави незабавно и непрекъснато много слаби корекции по α и δ , с помощта на гъвкави жила, командващи винтовете за коригиране или чрез редуктори, въздействащи на скоростта на мотора за задвижване. Още по-добре е да се прибави синхронен мотор, задвижван от генератор на променлива честота, включен към 12V акумулатор. Един удължителен винт с потенциометър или копчета, ще позволи правенето на леки и бързи корекции в скоростта на мотора. Нишковият мрежест кръст на окуляра-гид трябва да е слабо осветен от малка крушка, затворена в калъф, поставена върху окуляра. Чрез реостат може да се регулира светлинният интензитет, за да се избегне заслепяването. Зелен филтър ще подтисне още повече това слабо осветяване.

ФОКУСИРАНЕ. За слабите обекти то е практически невъзможно по изображението през визъора на огледално-рефлексния фотоапарат. Но това може да стане и с помощта на планета. Най-прецизният метод за фокусиране, когато турбуленцията е слаба или нула, е с помощта на ножа на Фуко.



Вид на звезда, далеч от оптичната ос.
Отляво, без корекция. Отдясно, с коректор.

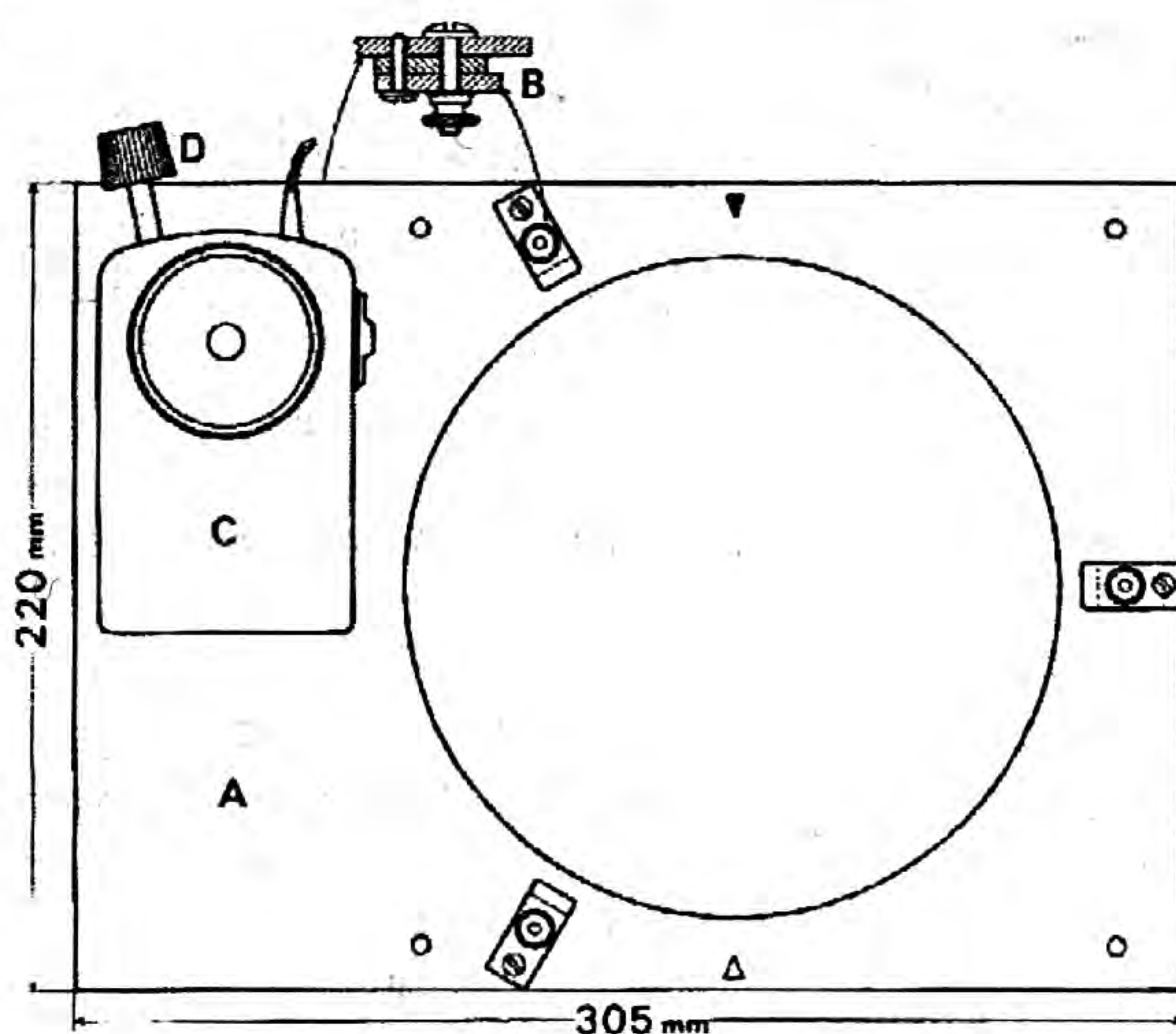
НАСОЧВАНЕ КЪМ СЛАБИ ОБЕКТИ. Някои газове или тъмни мъглявини са невидими при директно наблюдение. Когато се познава положението им по отношение на съседните звезди, те могат да се използват като ориентири.

ра причинява мъчителна нервна и визуална умора. Но във всички случаи е необходимо много внимателно гугиране. Фотографът, с око приковано към окуляра, трябва да поддържа точното центриране на звездата върху нишковия кръст на окуляра-гид, докато се снима. За да

ЧИСТО ПОЛЕ. Чистото поле във фокалната равнина на един телескоп Нютон е толкова по-ограничено, колкото огледалото му е по-отворено. За визуално наблюдение и планетно фотографиране се определя поле на чистотата от $1/2^\circ$ (видимият диаметър на пълната Луна), което е достатъчно. Но когато искате да фотографирате слаби обекти, като мъглявините, М31 или група галактики, въпросът стои по друг начин. Тогава се стремим да получим чисто поле върху цялата повърхност, покриваща формат 24x36 или 6x6. Най-фините звезди, които основно могат да се регистрират в центъра на полето, имат около 30 микрона диаметър, но само на 15 mm от центъра те са вече 3 пъти по-широки за 200 mm телескоп с $f/D=6$.

Още по-далеч от центъра, аберациите повреждат бързо изображението на звездата и тя приема вида на „лястовичка“. Така, коректното гидиране по слаба звезда, намираща се вън от оптичната ос, става много трудно. За да се справите с този проблем трябва да използвате оптична коригираща система.

Основата за фиксиране на телескопа:



A. - основа за фиксиране на телескопа

B. - детайл за фиксиране (трябва да се направи дървена междинна подложка)

C. - кутия от джобно фенерче с крушка 4.5 V, реостат (D) и бобина 3700 Ω

E. - долна пластина с диаметър 200 mm

F. - пръстен на коректора (върху цялата окръжност трябва да се направи градуировка от 0 до 360°)

G. - външна пластина с диаметър 180 mm

H. - тяло на фотоапарат

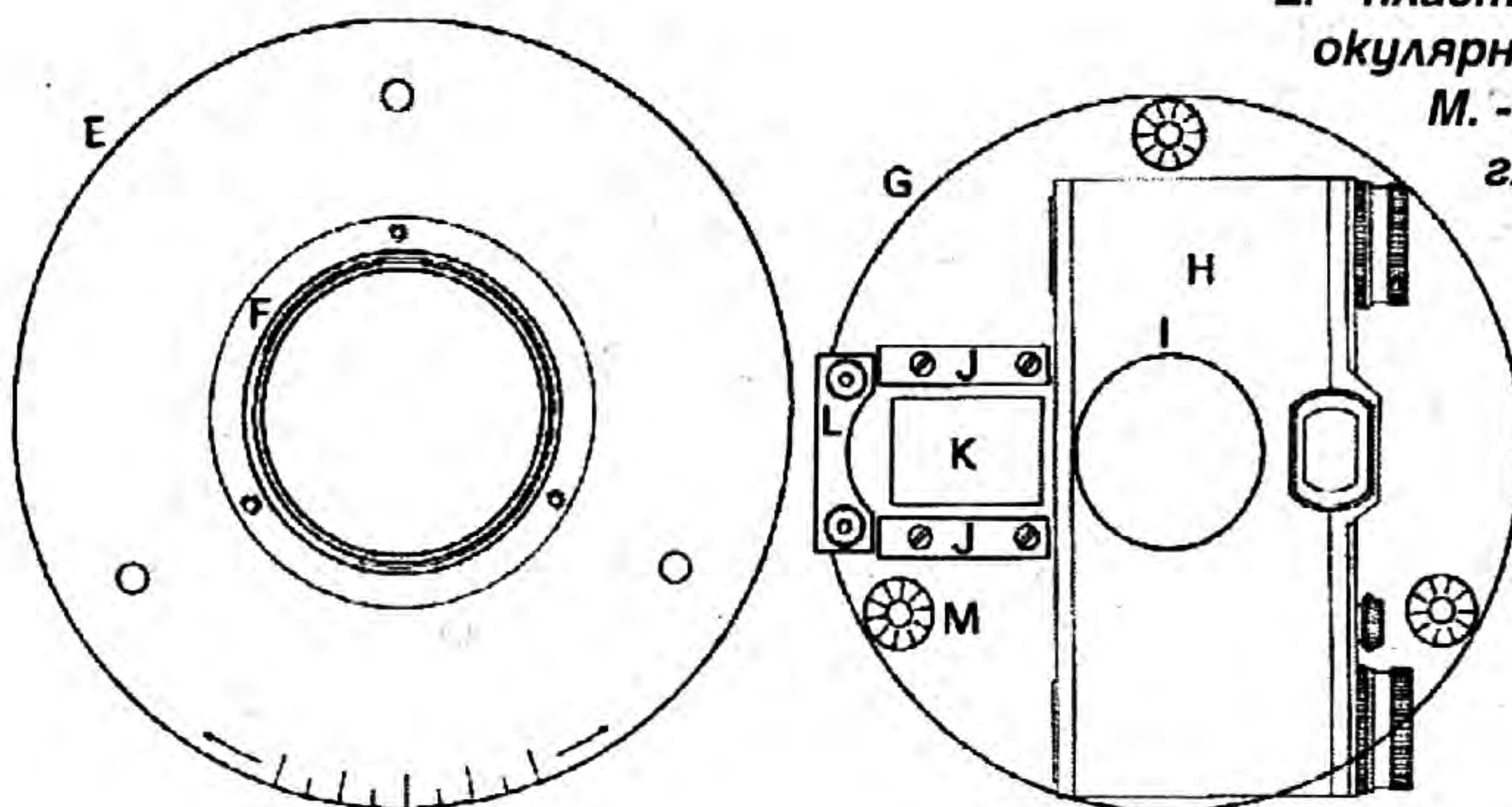
I. - присъединителен пръстен за фотоапарат 24x36

J. - плъзгач на носача на окулярната призмата

K. - отвор за призмите

L. - пластина за фиксиране на окулярния носач

M. - месингов винт с глава 20 mm, с резба 10 деления и дебелина 7 mm



КОРЕКТОР НА ПОЛЕТО ЗА ТЕЛЕСКОП НЮТОН. Ако част от снопа достига до окуляра-гид, след като е преминала през оптичен коректор, гидирането по слаба звезда става по-лесно, тъй като тя вече изглежда като малък диск. Всъщност, кръстът я разделя на четири части, при това, по-ярки, тъй като тя почти не е засегната от аберациите.

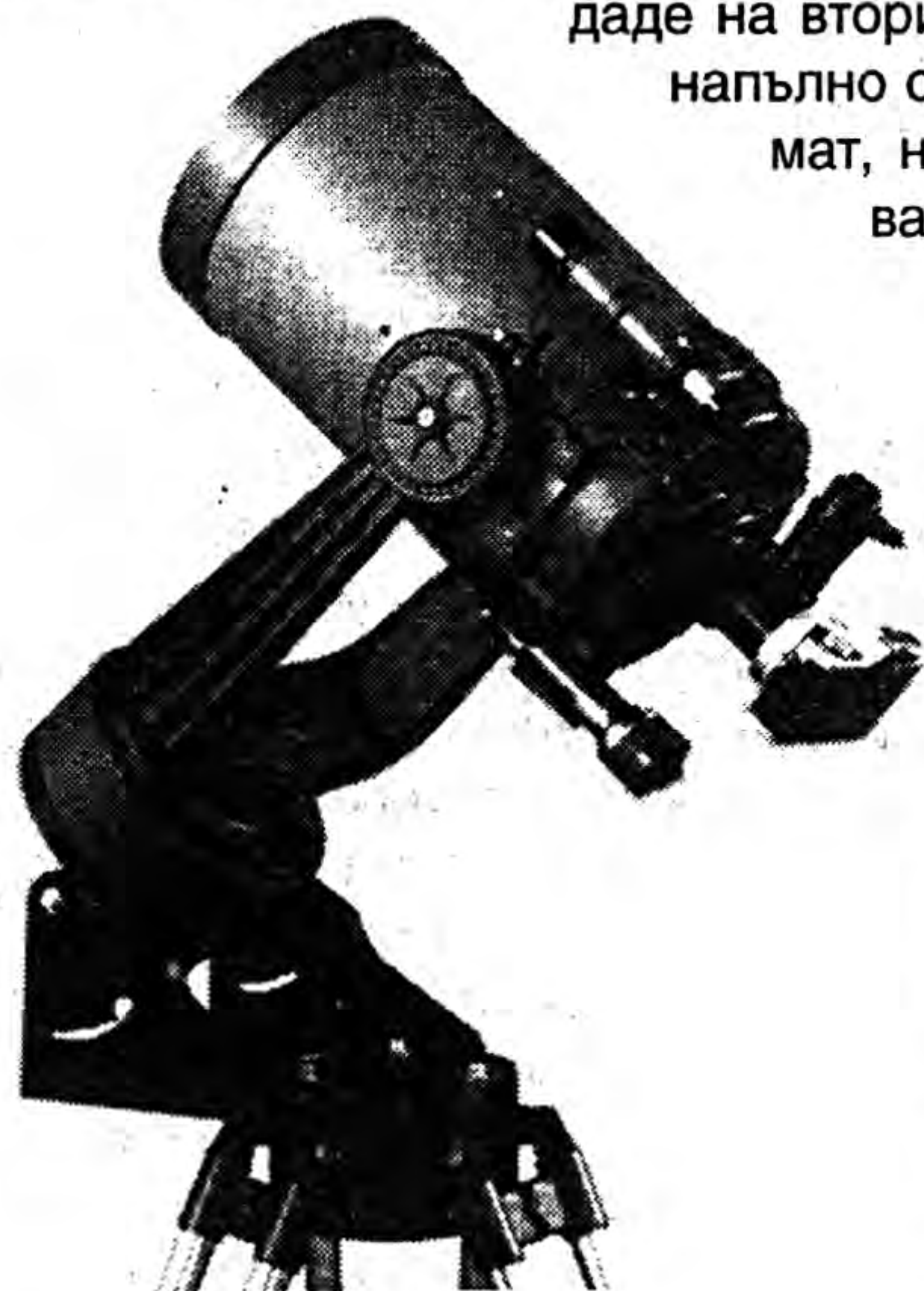
На практика може да установите, че 200 mm телескоп, имащ голям отвор и $f/D=6$, трябва да се снабди с коректор, ако искате да получите чисти изображения по цялото поле, покриващо 24x36.

Търсенето и поставянето в центъра на звезда за гидиране става, като се върти по-долната пластина около себе си и се премества окулярния носач с призми в плъзгача си, след като се разхлабят гайките С и I.

Монтажа на Лартиго показва как да се хване с помощта на две залепени призми част от снопа, пресичащ коректора за гидиране по звезда, близо до фотографското поле.

Любителите могат да си направят коректор от две необработени стъкла със същия индекс (BSC B 1664), на които трябва да се направят кривини близки до нарисуваните, за да се получи дублет с нулева мощност. Той премахва комата, изравнява полето и намалява астигматизма. Кривината на лещите, диаметра им, централната им дебелина и разстоянието, което трябва да се остави между тях, зависи от фокуса на огледалото. Чрез просто тройно правило можете да определите тези различни елементи за различен фокус.

НЕОБХОДИМОСТ ОТ ПЪЛНА ОСВЕТЕНОСТ НА ПОЛЕТО. Вторичното огледало, използвано за визуално наблюдение и планетно фотографиране, обикновено има недостатъчен диаметър за фотографиране с голямо поле. Най-добре е, когато искате да реализирате телескоп, предназначен за фотографиране на слаби обекти, да нарисувате едно чисто поле на инструмента със скала 1/4, например. Така вече става по-лесно да се определи какъв диаметър трябва да се даде на вторичното огледало, за да се достигне до едно напълно осветено поле, сравнимо с използвания формат, наложен от диаметъра на коректора. Много важно е, също така, централното препятствие, създадено от присъствието на вторичното



Екваториално монтиран 203 mm телескоп Шмидт-Касегрен „Celestron“ за получаване на звездни снимки. Фотокамерата е закрепена (T-адаптер) от външната страна на един тубус, във вътрешността на който има малка призма, отразяваща част от основния сноп към окуляра, поставен отстрани (виж. и другата фигура).

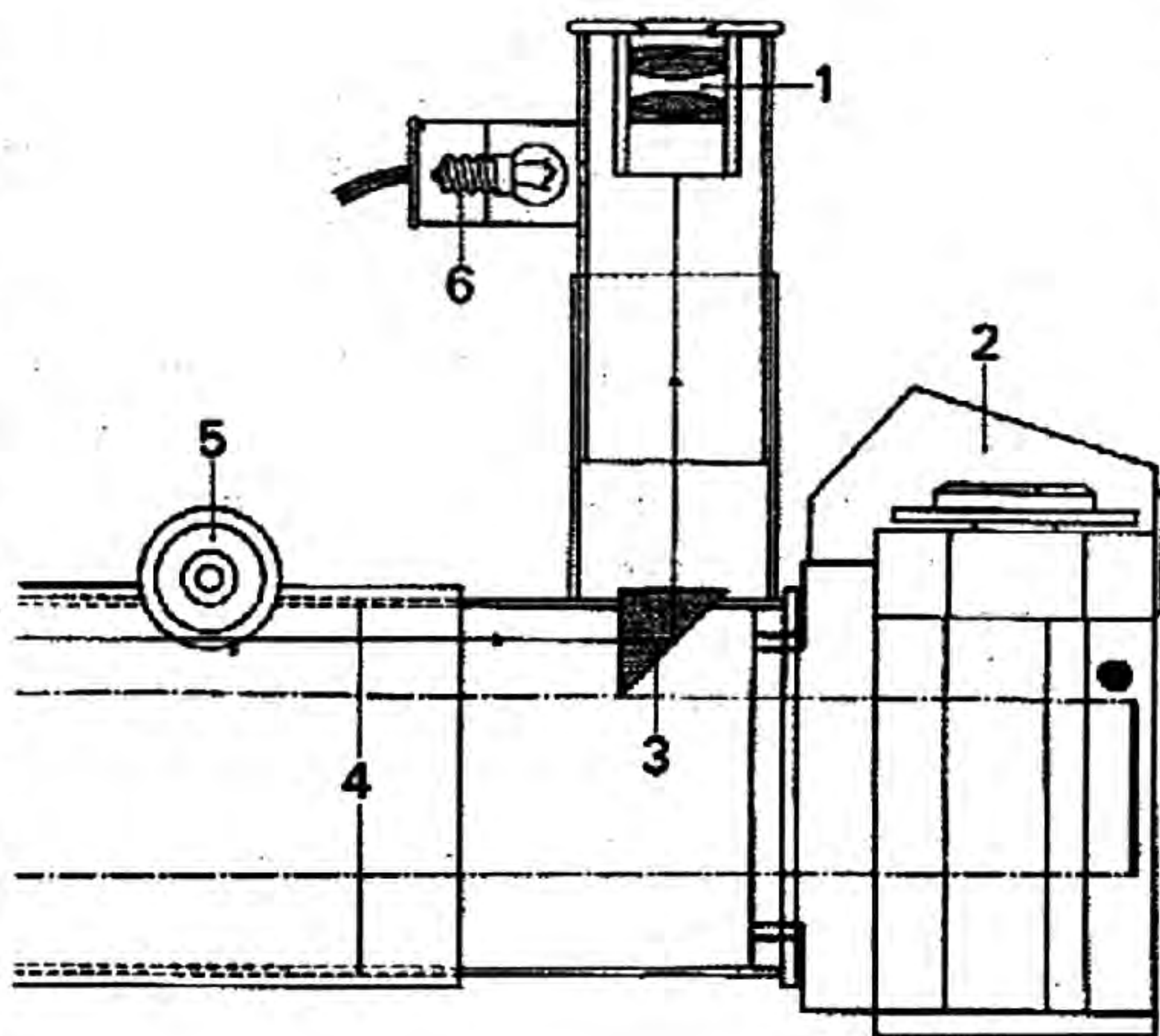
Над фотографската камера, забележете мястото на лампичката, чието предназначение е да осветява кръста на окуляра. Към T-образния тубус може лесно да се добави фокален редуктор или „телеконвертер“.

огледало, да е колкото е възможно по-малко. Всъщност, разделителната способност на инструмента става удовлетворителна, когато централното препятствие достига 0.3 от диаметъра на основното огледало. И така, изправени сме пред труден избор и трябва да направим сериозен компромис. Лесно се отчита необходимото удължаване във от тубуса на телескопа. Тялото на фотоапарата 24x36 има дълбочина на полето до около 45 mm, към които ще трябва да прибавим още 45 mm за пластината и поставянето на призмите за гидиране.

Аналогичен монтаж за телескоп Касегрен.

Фотографската камера 24x36 е закрепена към окулярния носач чрез зъбчатата релса 50 mm по диаметъра на телескопа. Призма от 15 mm изпраща към окуляра-гид част от снопа, извън правоъгълното поле от 24x36. Този монтаж става лесно върху Шмидт-Касегрен (Целестрон).

1. - окуляр за гидиране
2. - фотокамера
3. - призма с пълно отражение
4. - тубус на окулярния носач на телескопа
5. - бутон за фокусиране
6. - лампа за осветяване на кръста



СПЕЦИАЛНИ МЕТОДИ И ИНСТРУМЕНТИ

УСТРОЙСТВО ЗА ФОТОГРАФИРАНЕ С ВИСОКА РАЗДЕЛИТЕЛНА СПОСОБНОСТ

За онези, които се интересуват от фотографията с висока разделителна способност, идеалното решение е да се направи камера за фокусиране по изображението. Жан Тексеро от Франция популяризира този метод, който се доближава до системите за визиране с фотомикрограф. Принципът е прост - една „разделителна“ призма отпраща странично част от светлинния поток в окуляр с кръст. В огледално-рефлексния визьор, който е удължен, фотографът може да проследи точността на движението на телескопа и да снима в момента на минимална турбуленция. Лесно се избягва скока от подвижното огледало на обикновените огледално-рефлексни фотоапарати. Разделящата призма (стъклена пластина, направена от серията на МТО) трябва да има квадратна форма (50x50) и да отразява 15% от светлината, докато пропускането ще е 80% (втората страна на пластината е обработена антиотражателно, така че да се вижда едно-единствено изображение във визьорния окуляр). Цената на тази камера е малка.

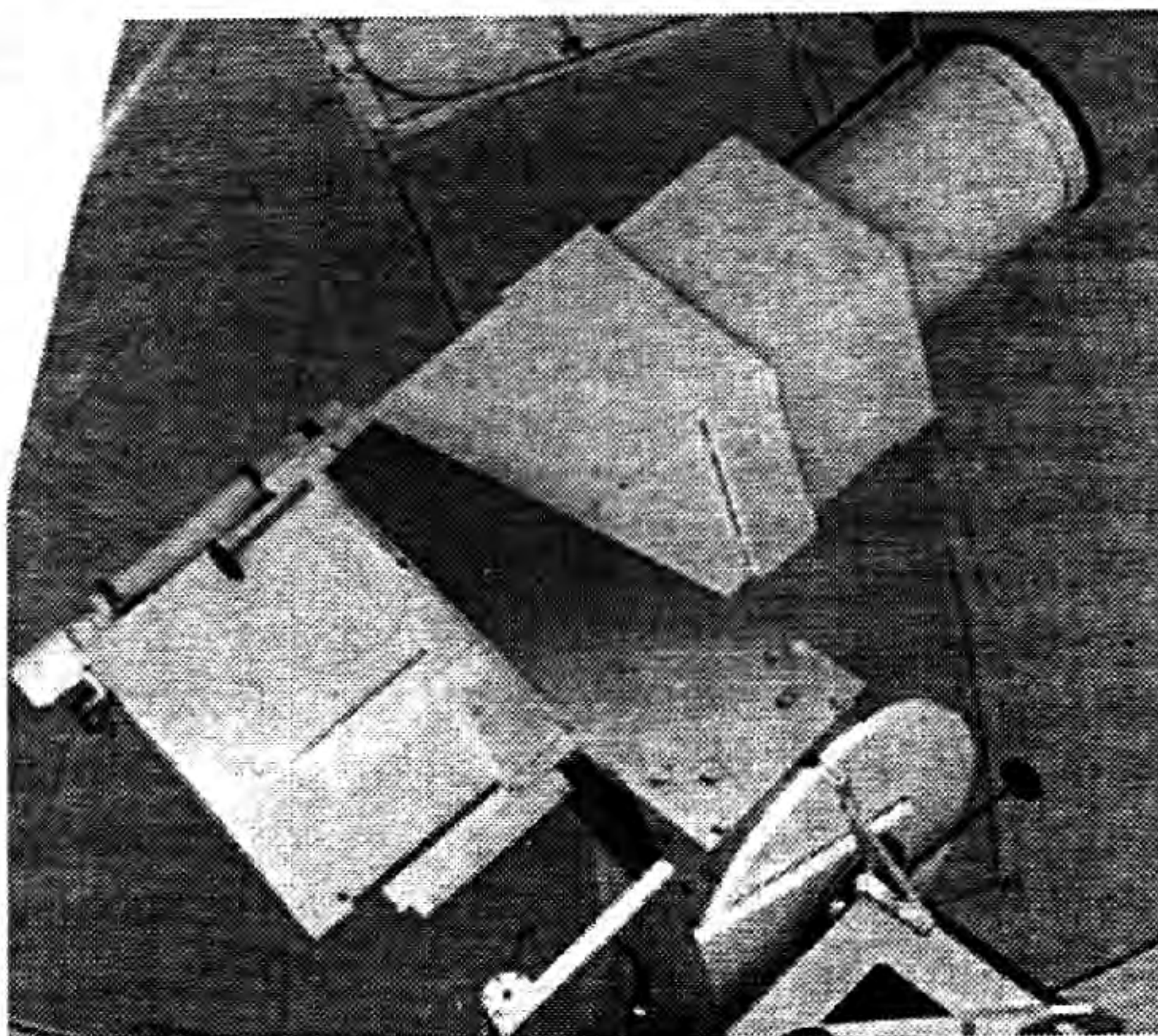
Ясно е, че разстоянията, разделящи отразяващата повърхност от равнината на филма и от матовото стъкло трябва да бъдат строго еднакви (до 1/10 mm). Трябва да се предвидят винтове за регулиране, за лесно променяне на наклона

на разделителната пластина (поставена на 45°), за да се прецизира съвпадането на визираното поле с полето на фотоапарата.

Използвайте фотоапарат, който не е огледално-рефлексен и на който може да се махне обектива, като се запази напълно затвора му. В някои фотоапарати, затворът е поставен веднага след обектива, което облекчава операцията. Драгеско е избрал една камера „Robot“ 24x24, напълно автоматична, с формат 24x24, който е изключително подходящ за планетите и слънчевите петна.

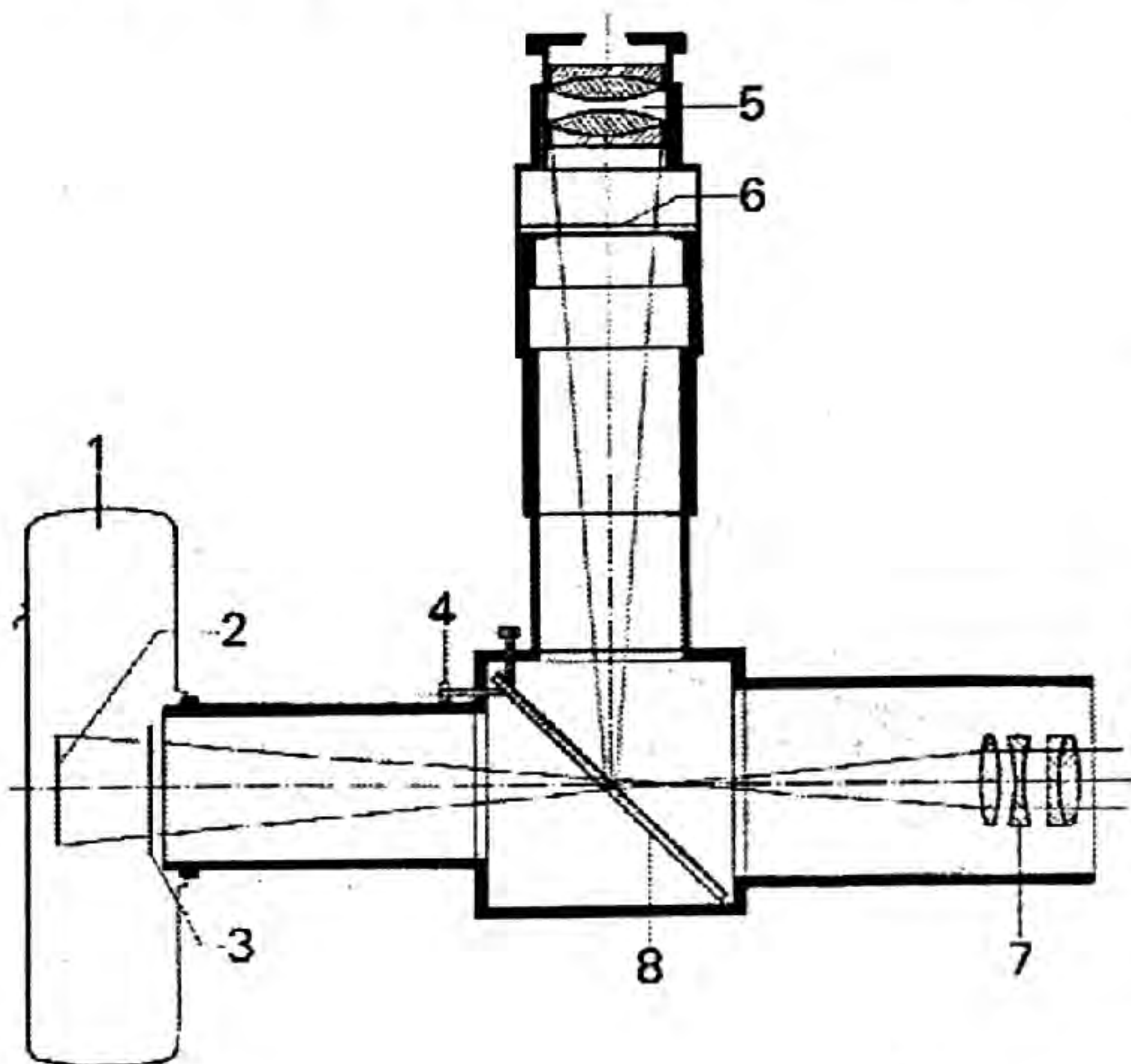
Матовото стъкло ще отрежете според размерите на използвания формат: кръг от 45 mm за 24x36 или 30 mm за 24x24. Ясно е, че матовото стъкло е съвсем неподходящо за прецизното фокусиране. Трябва да се направят много перпендикулярни драскотини и да се премахнат матовите зрънца, като се залепи една микроскопска пластина с канадски балсам.

Изборът на увеличението на лещата за визиране ще зависи от избраното отношение f/D . За Луната, Слънцето и отворите от 24 до 40, са интересни окулярите Kellner или Plossl 25 mm, но те не покриват изцяло наблюдаваното поле. За да се види изцяло формата 24x36, както и за относителните отвори от 60 до 100, не трябва да се използва леща за визиране, увеличаваща повече от 5x (при липса на добър окуляр от 45 до 50



Шмидт-телескоп на Рокес.

ф210 на ламелата, огледало 310, фокус 495 mm, оптика на Лартиго. Далекоглед-гиг ф150 mm, увеличение 300 пъти. Търсач ф80 mm. Увеличение 10 пъти. Задвижване с мотор с променлива честота.



Камера за фокусиране, предназначена за планетна фотография.

1. Черна камера 24x24 или 24x36 (за затвор Compur).
2. Филм.
3. Затвор тип Compur.
4. Винт за регулиране на разделящата пластина.
5. Окуляр за визиране (40-50 mm).
6. Матово стъкло с кръгъл микрорастер (прозрачно).
7. Проектор (обърнат фотообектив).
8. Полупропусклива пластина МТО ($T=80\%$, $R=15\%$).

mm, който е много скъп, може да се купи една лупа от огледално-рефлексните 24x36 камери).

Регулирането на оптичното увеличение става с помощта на достатъчно светлосилен обектив (дублет с $f/D=5$, например), докато се постигне съвпадение на разстоянията (разделящата-фотоапарата и разделящата-матова), което се осигурява с малките относителни отвори, използвани в астрофотографията с висока разделителна способност. Този тип огледално-рефлексна камера за планетно, лунно и слънчево фотографиране е много по-добър от огледално-рефлексния фотоапарат 24x36. Реализирането ѝ не е много трудно, а предимствата, които дава са огромни: никакви вибрации (край на скучните усложнения при експонирането чрез „закриване на тубуса на телескопа“), постоянно следене на турбуленцията и задвижването, перфектно фокусиране, икономия на лента (за 24x24) и още много др.

ШМИДТ-ТЕЛЕСКОП. Камерата на Шмидт е един инструмент, приложим изключително във фотографията, тъй като не може да ѝ се постави окуляр за наблюдение. Направена е от сферично огледало с относителен отвор от 1.5 до 2.5 (съществуват и Шмидт с външни отвори до 1) и една коригираща леща в предната част на тубуса. Тази специално направена стъклена пластина изглежда плоска на пръв поглед, но е реално деформирана по определена кривина. А носачът на филма, поставен в центъра на тубуса с 4 метални пластини, има същата кривина, като тази на главното огледало.

Филмът се срязва предварително, след това се слага върху изпъкналата повърхност на носача на филма и се поставя на мястото си с един сменяем метален пръстен. Отделните парчета трябва внимателно да се подреждат, а фокусирането трябва да става върху цялата повърхност на филма, до около 0.01 mm.

Някои от нашите колеги астрономи-любители правят Шмидт-камери с такава оптична точност и механика, че и най-фините изображения на слабите звезди имат само десетина микрона диаметър! Което е забележително...

Тези инструменти, със своята изключителна светлосила, обикновено са предназначени за фотографиране на мъглявини с тъмни области - обекти, които са ненаблюдаеми с обикновените оптични средства.

Предимството на Шмидт-камерата в сравнение с телескопа-Нютон напри-

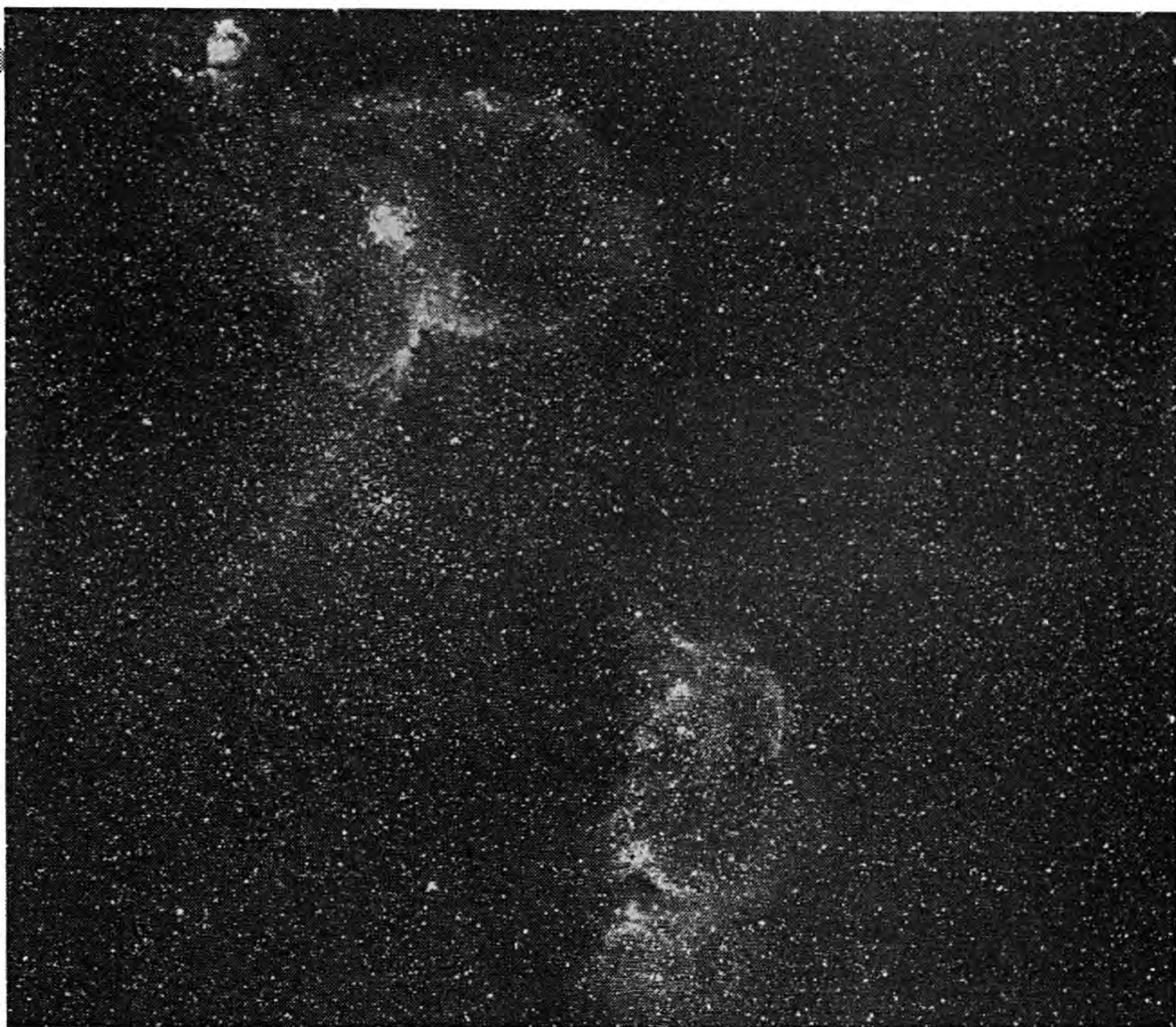
мер, е че успява да създаде чисто изображение за много голяма повърхност от небето. Полето, което е едва $1/2^\circ$ за телескоп-Нютон е от 7 до 8° за една Шмидт-камера, но може да достигне дори 20° при някои инструменти с много голям относителен отвор.



*Галактиката NGC 5907 (Дракон).
Телескоп-Нютон ф310, $f/D=9.6$.
Експозиция 2h върху филм
Kodak 103a0. Снимка: Мосер.*



Мъглявината Северна Америка в Лебед. Филм 103aF + филтър W29. Експозиция 40 min. Шмидт-телескоп 210/310/495 mm. Снимка: Рокес.



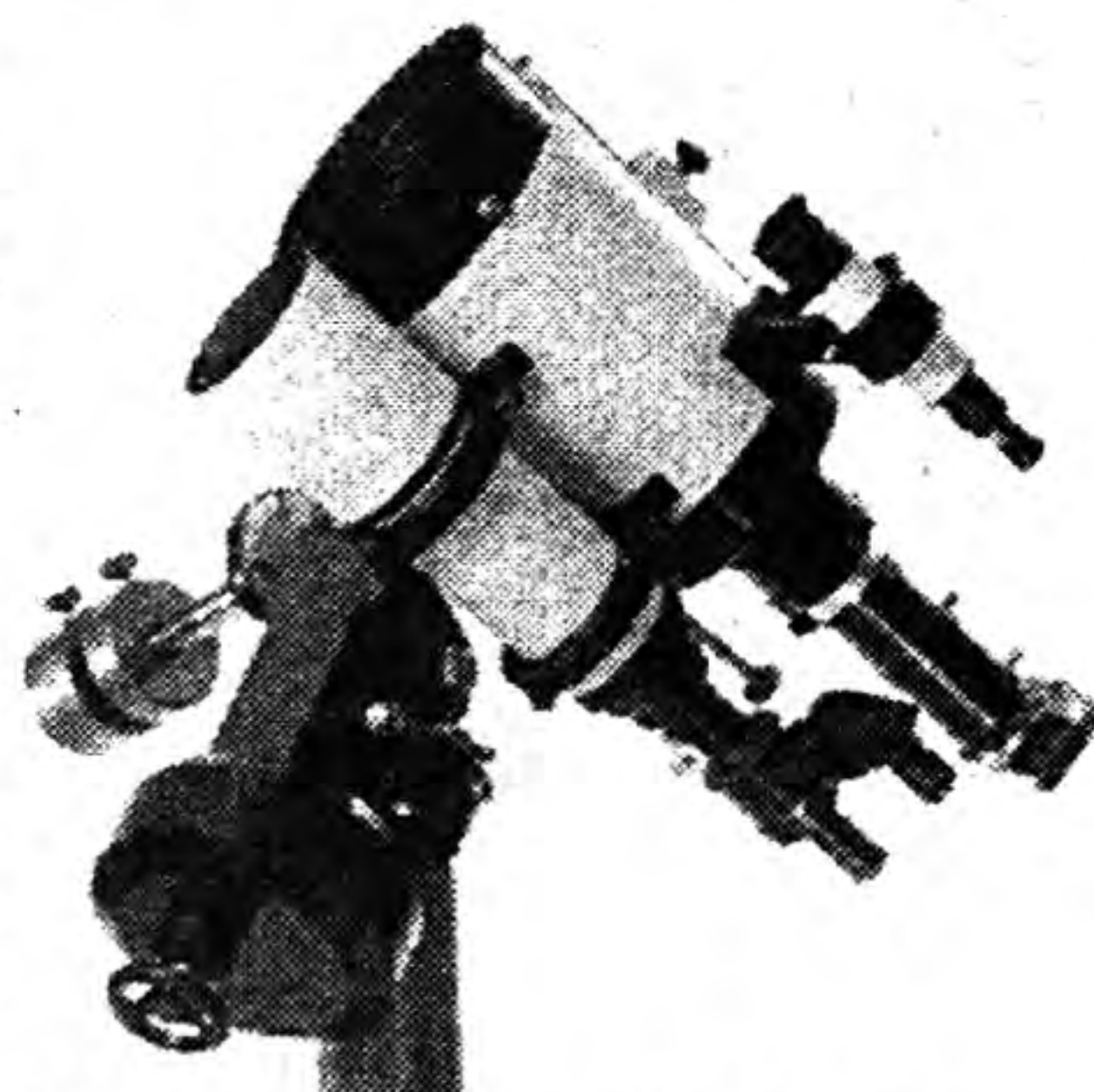
Мъглявината в Кассиопея - Шмидт 210/310/495. Филм 103aF Kodak + филтър W.29. Експозиция 1 час. Снимка: Рокес.

НОВИ ОПТИЧНИ КОМБИНАЦИИ ЗА АСТРОФОТОГРАФИЯ. Белгийската фирма Lichtencknecker Optics разработи една камера, вдъхновена от Шмидт-камерата, която обаче има плоско поле и затова може да се използва с нормалните огледално-рефлексни фотоапарати. Очевидно, това е много сериозно изобретение, още повече че създава изключително фини изображения.

За сега съществуват 4 типа Flat Field Camera:

1. $F=3.5-500$ mm фокус (ф на огледалото 150 mm)
2. $F=4.0-760$ mm фокус (ф на огледалото 200 mm)
3. $F=7.0-1350$ mm фокус (ф на огледалото 200 mm)
4. $F=3.2-940$ mm фокус (ф на огледалото 300 mm)

Оптичната система е съставена от вдлъбнато и много светлосилно огледало, от Шмидт-пластина и вторично огледало с голям диаметър (централно препятствие 0.45), което препраща изображението към фотоапарата през дупка, пробита в главното огледало. Фокусирането става чрез движение



Камера Шмидт-Касегрен 200 (или 300 mm), 90 mm търсач и екваториална монтировка (Lichtencknecker).



Голямата мъглявина в Орион. Експозиция 1h30 върху Kodak 103aF. Филтър RG1. Телескоп ф410 mm. Снимка: Болоне, Италия.

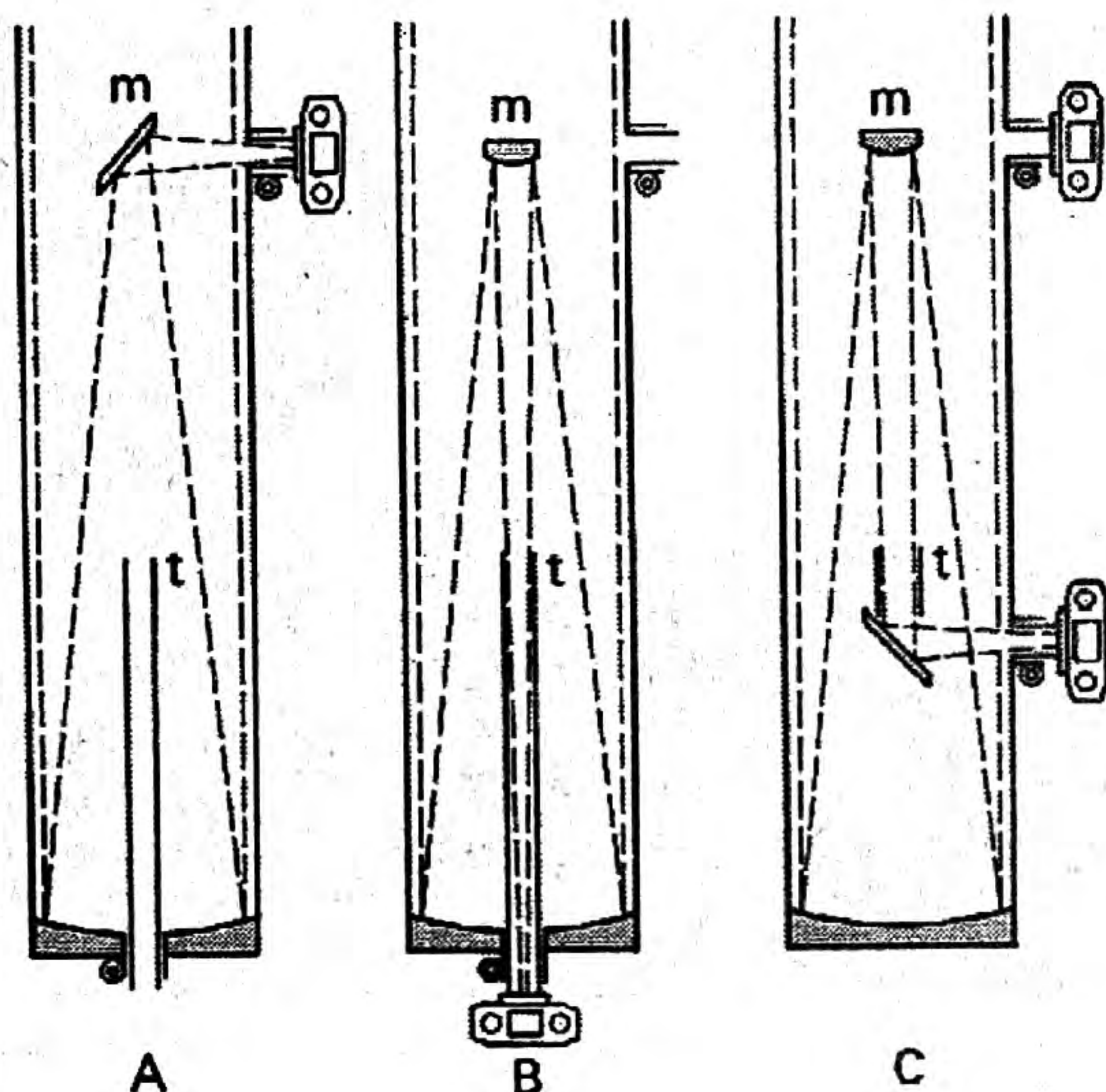
на вторичното огледало.

Кривината на огледалата и коригиращата пластина са изчислени така, че да се покрие формат 24x36 (или 6x6 за фокус 940 mm), при това, със забележителна разделителна способност, близка до тази на класическата Шмидт-камера. Тези нови камери представляват истинска революция в астрофотографията за любители.

ШМИДТ-КАСЕГРЕН. Конструктурите на фирмата Celestron се насочиха към разработването на инструменти, които са производни на Шмидт и Касегрен, откъдето идва името им - Шмидт-Касегрен. Те са съставени от едно сферично огледало с пробита в средата дупка и коригираща леща, затваряща входа на тубуса. В центъра ѝ се намира едно малко изпъкнало огледало, отправящо снопа точно до окуляра, поставен зад главното огледало. Резултантният фокус от комбинацията на две огледала е 2 m за телескоп с диаметър 200 mm ($f/D=10$).

Възможно е да се постави фотоапарат във фокалната равнина или да се получи увеличение с окуляра за фотографиране на планети. Фотографирането на слаби обекти е улеснено от прибавянето на редуктор на фокуса, довеждащ го до 115 cm ($f/D=4.7$).

Сега Celestron прави Шмидт-камери (фотографски камери на Шмидт) за любители (с отвори от 130, 200 и 350 mm).



Телескоп Нютон-Касегрен.
 А - монтаж на Нютон
 В - монтаж на Касегрен
 С - монтаж на Касегрен-Куде (първичното огледало не е необходимо да е пробито)
 т - вторичното огледало, плоско или хиперболично, взаимозаменяемо
 t - тубус, предпазващ от светлината (матово черен)



Галактиката М 100 и NGC 4312 (голу в ляво) в Косите на Вероника. Експозиция 26 min върху филм 103aF с „Celestron“ (Шмидт-Касегрен) от 200 mm. Снимка: Химер.

Те са много светлосилни ($f/D=1.5$ до 1.7) и с много проста употреба (благодарение на една монтировка от специална стомана, позволяваща регулиране още в завода). Поради относително високите им цени, Шмидт-камерите на Celestron са призвани да поемат голямата част от фотографирането на звездни полета, дифузни мъглявини или комети. Тяхното използване е много просто - изрязва се едно парче от филм 24×36 или 6×6 (за най-големия модел) и се поставя в специалния носач на филми. Имайки предвид голямата светлосила и изключителния финес на изображенията (звезди по-малки от 20 микрона), за предпочитане е да се използват филми със средна светлочувствителност - Kodak Plus X или SO-410 за експозиции, ненадвишаващи 10 min. За експозиции по-големи от 10 min (и при много черно небе) за предпочитане е да се използват научни филми 103aF или 103a0, които са по-малко фини, но доста по-чувствителни за дългите експозиции. Червен филтър (Wratten 25) от желатин може да се използва в специален носач на филми - той увеличава контраста на мъглявините, излъчващи в червеното.

Шмидт-камерите се поставят върху прецизна екваториална установка, а гидирането става с успореден телескоп, снабден с окуляр с кръст. За експозиции от порядъка на 5 min също е необходимо да се правят корекции в гидирането по α и δ , тъй като финесът на изображенията не търпи никакви размествания. Ще напомним още:

* „Questar“ с 90 mm диаметър, изработен в САЩ е от типа Максудов - той позволява въртене във всички посоки и фотографирането на звездни обекти.

* „Heliotar“ на д-р Уайдман, $D=175$, $f=500$ mm, изработен в Германия, е фотографски обектив (формат 6×6). Този много компактен инструмент съдържа отпред две коригиращи лещи, като централната част на едната от тях е отражателна. Огледалото има пробита централна дупка, във вътрешността на която има коректор на полето.



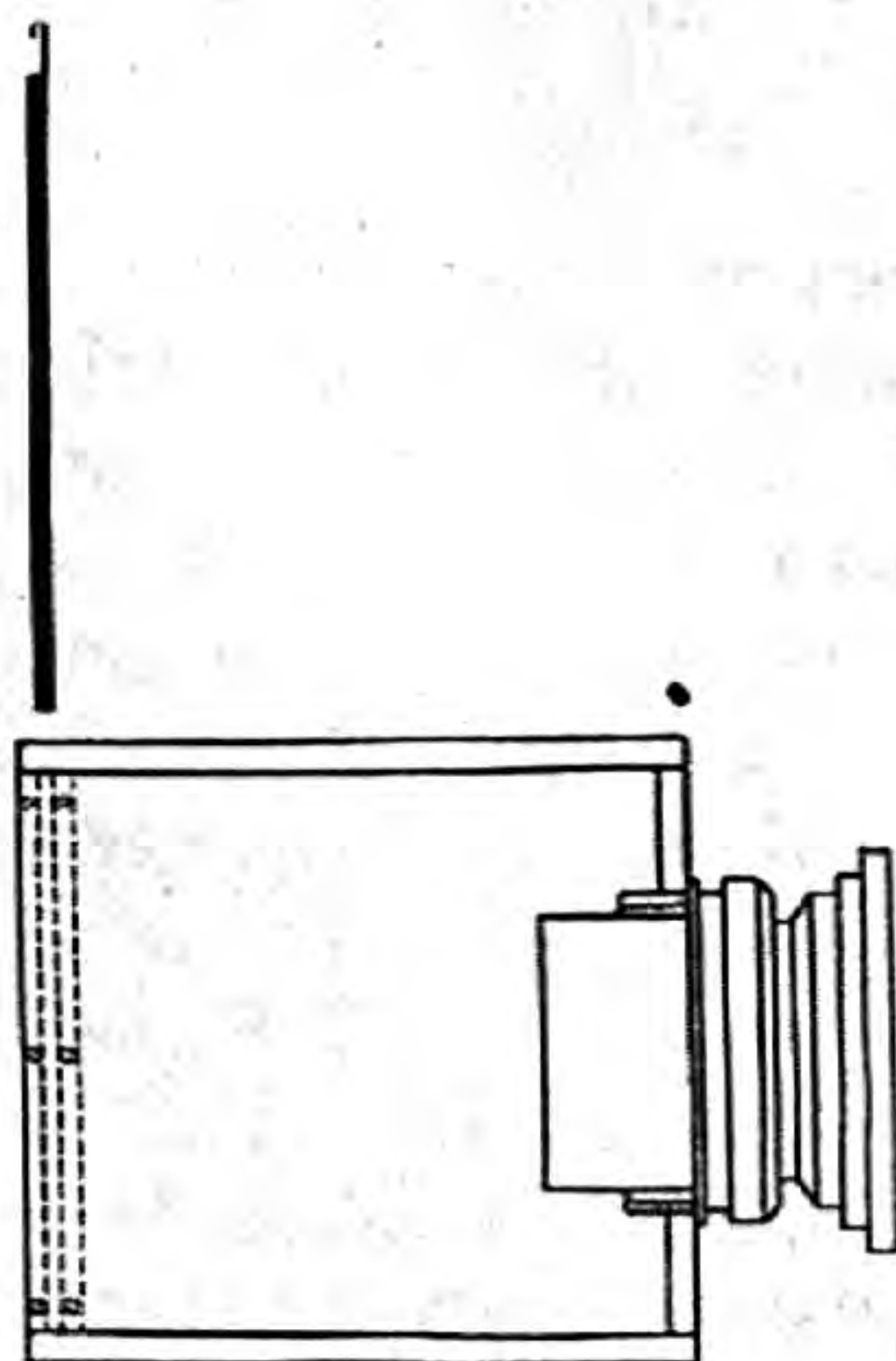
Екваториално монтирана 200 mm Шмидт-камера „Celestron“, прикачена към 127 mm Шмидт-Касегрен, използван за гидиране. Снимка: Деспале.

ПРЕДИМСТВА НА ТЕЛЕСКОПА НЮТОН-КАСЕГРЕН.

Ще ви представим един тип телескоп, който би могъл да бъде реализиран от по-напредналите в оптиката и механиката любители. Това е почти универсалният инструмент, който може да бъде използван ту като Нютон, ту като Касегрен, т.е. за реализиране на звездни (с къс фокус) или планетни фотографии (с дълъг фокус). За целта трябва да направите комбинация между предложените по-рано схеми. Огледалото на този телескоп трябва да има относителен отвор $f/D=5$ и пробита в центъра дупка с препоръчителен диаме

тър 260 mm. Трябва да направите две сменяеми вторични огледала - едното с елиптична форма и плоско, предназначено за монтажа Нютон, а другото с кръгла форма и леко хиперболична повърхност за монтажа Касегрен. Всяко от огледалата трябва да има метален държател отзад. Най-добре е да затворите отвора на телескопа със стъклена плоско паралелна пластина, което ще намали турбуленцията във вътрешността на инструмента. С помощта на един винт с крилчата гайка ще можете удобно да смените вторичното огледало според необходимия ви монтаж.

Трябва да направите и два окулярни държателя на вашия телескоп - единият близо до предната част на телескопа, отстрани, а другият отзад, зад носача на главното огледало. Така можете да закрепите огледално-рефлексен фотоапарат независимо и на двата окулярни държателя. За монтажа тип Касегрен фокуса е 5.5 m за 260 mm отвор, като с помощта на леща на Барлоу можете да го увеличите 2, 3, дори 4 пъти, или повече с окуляр. Това увеличение на фокуса понякога се налага при фотографиране на Луна и планети. Обратно, с монтажа тип Нютон е възможно да се направят фотографии на звезди, като се гидира по една периферна звезда от заснеманото поле, като се отдели малка част от светлинния сноп, попадащ в отвора на телескопа. Ще напомним, че екваториалната монтировка на този телескоп трябва да е перфектна, за да се получат качествени изображения. Моделите от типа на Celestron позволяват прилагането на многобройни комбинации, така че да се получат както добри планетни, така и добри звездни снимки.



Камера с плъзгач за шаси, носач на филми. Мрежата на обектива се използва за фокусиране.

ПОРТРЕТНИ ОБЕКТИВИ И ОБЕКТИВИ ЗА АЕРОФОТОГРАФИЯ

Понякога на пазара се намират портретни обективи с 200-300 mm фокус или повече, като „Tessar“ с отвор 4.5 или също обективи за аерофотография като Aero-Ektar, с отвор 2.5, с които могат да се получат забележителни снимки на звездни полета, на комети или на Млечния път.

Достатъчно е да се конструира една фотографска камера, за да се използват тези обективи със стъклени плаки или план-филми, като приложите едно от двете решения:

1. Обективът се завинтва с пръстен, който се закрепва към камерата, така че да може да се приближава или отдалечава от филма. В този случай, използвайте едно елементарно шаси 9x12 или 13x18, което ще послужи за плъзгач от външната страна на камерата, зад обектива.

2. Обективът (без кръста) се закрепва с винтове към камерата. Почти невъзможно е да използвате регулируем плъзгач, но трудността би могла да се избегне, като се поставят три регулируеми винта, които ще служат за закрепване, формирайки една триъгълна опора под стъклена плака, върху която се поставя план-филма. Едно мъхесто покритие притиска план-филма, който е хванат като

сандвич между стъклото и покритието. Фокалното изображение пресича стъклото (без да претърпи чувствителна промяна) преди да попадне върху филма. Изберете стъкло с дебелина от 2.5 до 3 mm без никакви драскотини и дефекти (те се разкриват при отразяване на светлината под прав ъгъл).

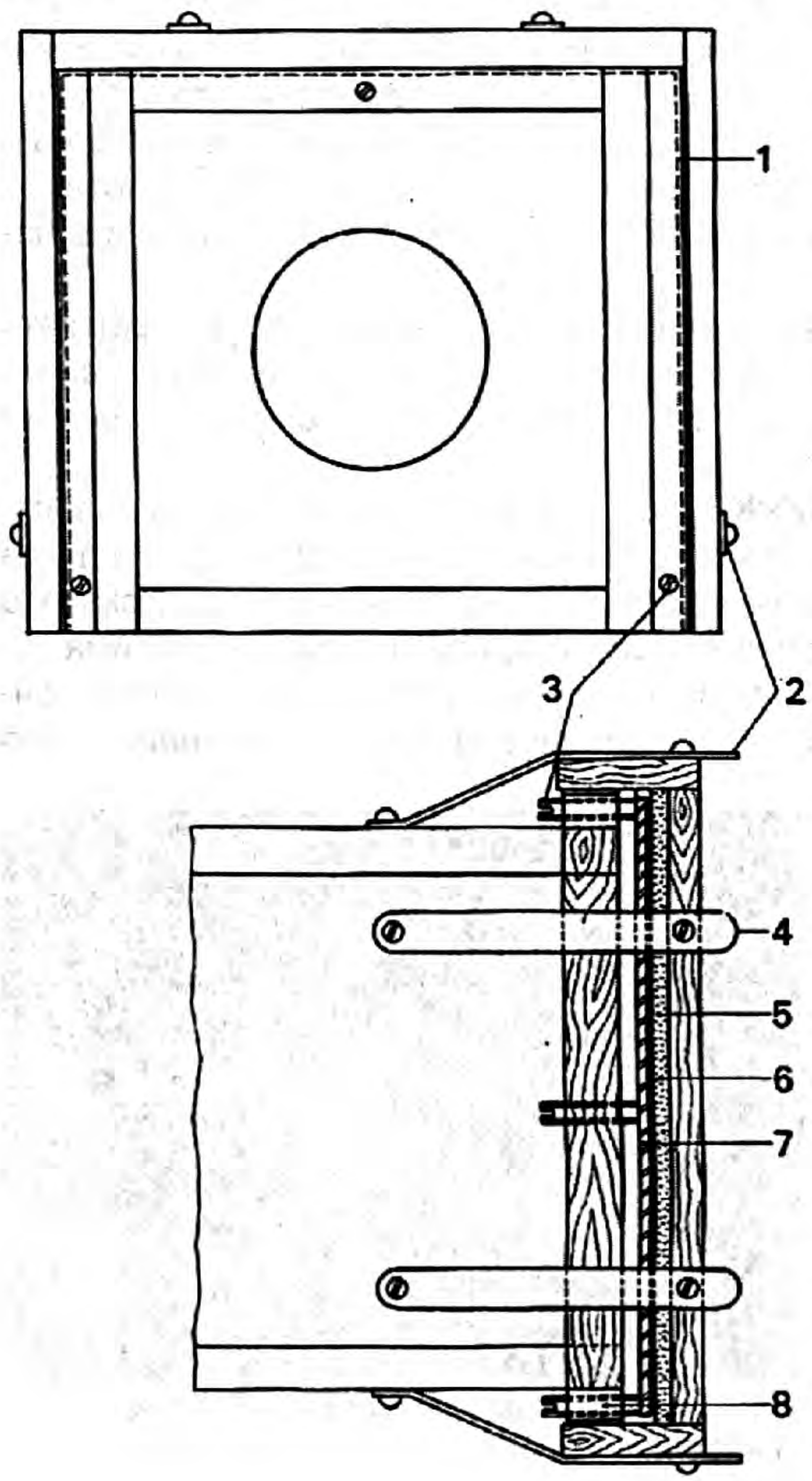
Друг начин е стъклената плака да се използва като носач на филма, а не за пропускане на светлината. Размажете върху плаката малко течно лепило като „Kodafat“. То съхне няколко минути и образува залепваща ципа, върху която се поставя план-филма (противоореолен слой). Работете в тъмнина. След експозицията план-филма се освобождава лесно от залепващата плака.

ПРИБЛИЗИТЕЛНО ФОКУСИРАНЕ ВЪРХУ МАТОВО СЪТЪКЛО. Вие сами можете да си направите матово стъкло, като отрежете едно правоъгълно парче стъкло от прозорец. Потърсете лист шкурка за автомобилна каросерия, като изберете градация 600 или 800. Трийте стъклото върху идеално равна повърхност като леко го натискате.

Контрол на фокусирането:

* *Първо решение:* Поставете матовото стъкло в носач на плаки, жертван за тази цел. Става въпрос за направата на едно обикновено шаси, на което е повдигнат гърба и е отрязан един прозорец, за да се гледа матовото стъкло през прозрачното.

* *Второ решение:* Поставете матовото стъкло в контакт със стъклото, поставено върху три закрити регулируеми винта. Във всеки от случаите, с помощта на часовникарска лупа, направете едно приблизително фокусиране, като гледате през прозрачното стъкло изображението на Луната или на някоя из-



- Конструкция на камера.**
Горе: Камерата, гледана отзад.
Долу: Камерата, гледана отгоре.
- 1. Стъклен квадрат.
 - 2. Ластик.
 - 3. Винт.
 - 4. Ластик.
 - 5. Мъх.
 - 6. Филм.
 - 7. Стъклен квадрат.
 - 8. Винт.

планета, проектиращо се върху матовото стъкло. При първото решение, завийте или развийте обектива. При второто, завийте или развийте трите винта. Внимавайте изображенията да изглеждат чисти в центъра си, а и върху матовите ръбове, при условие, че полето, което искате да фотографирате е сравнимо с реалните възможности на обектива.

ФОТОГРАФСКО ФОКУСИРАНЕ. При фотографиране на звездите е необходимо е да се уточни фокусирането. Преди това, развийте обектива с един оборот, после маркирайте едновременно положението му с репер върху тубуса на обектива и върху фиксирания пръстен на камерата, така че да са позиционирани. Поставете филм в шасито. Когато нощта е настъпила напълно, ориентирайте камерата вертикално. Махнете капака на шасито, повдигнете предпазителя на обектива за 2 min и после отново го поставете за същото време. По време на прекъсването на експозицията завийте обектива с 1/4 оборот. Последната експозиция е 3 min, за да указва края на позите. След проявяването, на негатива ще има серия от следи, всяка от които отговаря на една и съща звезда с различна фокусировка. Най-чистата следа от всяка серия показва позицията, на която трябва да се фиксира обектива. Ако става въпрос за регулиране с помощта на 3 винта (при фиксиран обектив), завъртайте ги с 1/2 оборот между всяка поза.

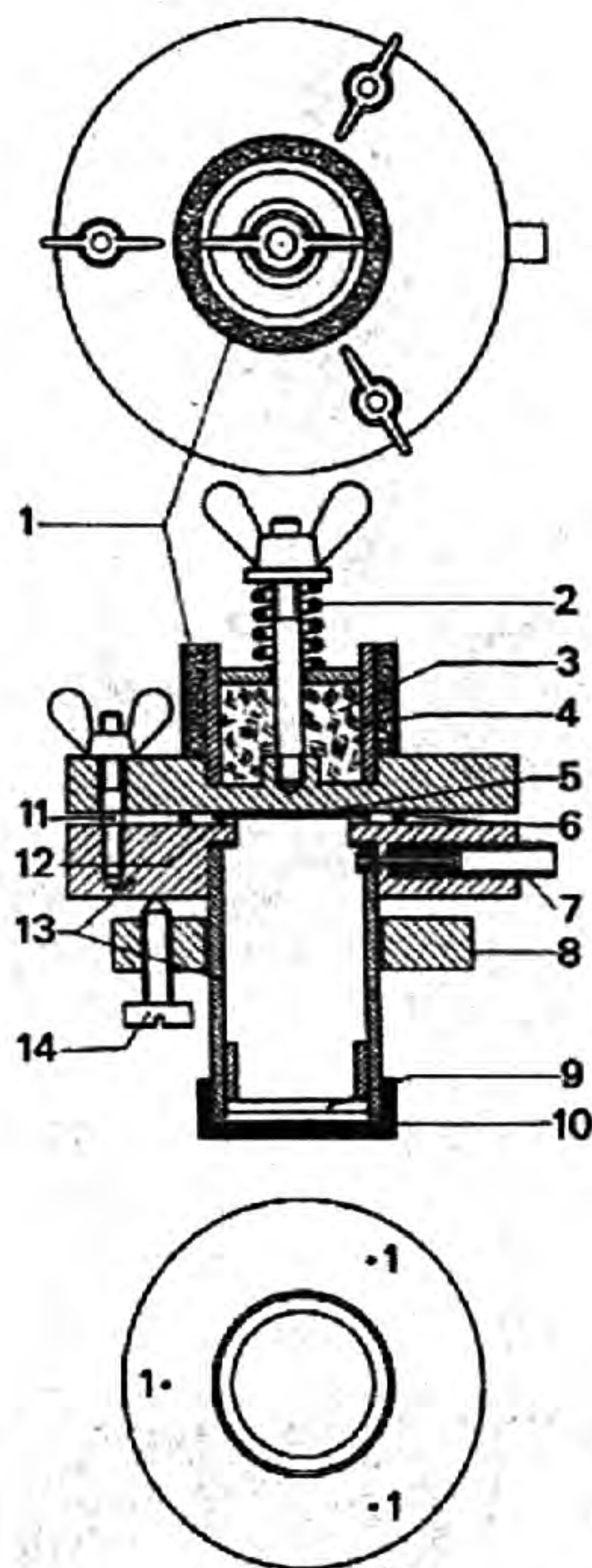
При нужда, повторете операцията, но с 1/10 от оборота, за да получите точна фокусировка.

Обективът на вашия фотоапарат 24x36 също може да бъде контролиран като се приложи този метод. Понякога с изненада ще констатираме, че фокусирането става, когато пръстена за разстоянията сочи например 10 m, а не безкрайност!

ВЗЕМАНЕ НА ПРЕДПАЗНИ МЕРКИ. Направата на камера изисква използването на ъгломер, за да се начертаят точно различните части, преди да се пристъпи към отрязването и залепването им. За сметка на това, пропускането на светлината на една камера, предназначена за удължени експозиции има само относителна важност, тъй като във всички случаи трябва да се работи в почти пълна тъмнина. Казваме „почти“, тъй като във вътрешността на един купол (или заслон), където влиза само светлина от звездите, е напълно възможно да се погледне план-филма за много кратко време и да се разпознае чувствителната му повърхност от противоореолния слой, при това без забележимо воалиране след проявяването. Така Пиер Бурж контролира поставянето на план-филмите, които използва. Ще припомним, че производителите са предвидили прорез на ръба на план-филма, което също улеснява поставянето му откъм правилната страна.



Опит за фокусиране на обектив. Следата, маркирана със стрелка, показва доброто фокусиране.



1. Изолиращ маншон.
2. Система за пресоване на леда.
3. Лед на въглероден двуокис.
4. Алуминий.
5. Филм.
6. Каучуково съединение.
7. Вентил, поставен обратно.
8. Пластина за фокусиране (свързана с телескопа).
9. Залепена стъклена ламела (непропускаща).
10. Непрозрачно покритие.
11. Винт за затягане.
12. Притискач на филма.
13. Пластмаса.
14. Винт за фокусиране.

Пластина за фокусиране

1. Една от трите точки на контакт.

та на реципрочността е силно намален).

При цветното снимане, изстуденият филм има цветен баланс, уравновесен за много по-дълги времена на експозиции, отколкото при нормална температура, докато нарушаването на чувствителността при слабите осветености остава както при черно-бялото снимане. Тези резултати са особено интересни със силно светлочувствителен филм (Ektachrome 200 или 400, например). Фактически, изстудяването играе роля върху отклонението от закона за реципрочността и има слабо действие върху коригираните филми, като научните Kodak (103a0, 103aF, 11a0...).

Принципът е прост. Гърбът на филма се поставя в контакт с метален приемник, съдържащ замръзнал CO_2 , който може да се намери при всеки продавач на сладолед. Трудността е във факта, че желатина на филма се покрива с водни пари поради температурната разлика. Съществуват две решения. Изсушете полученото издуване върху филма или частично го отстранете. В схемата, която ви предлагаме, са възможни две решения:

* с вакуум: използвайте една велосипедна помпа, на която сте обърнали вентила, така че да работи с всмукване. С малко опит ще разберете колко движения на помпата трябва да се направят, за да се получи необходимия вакуум.

* със сух въздух: камерата се зарежда в непрозрачен маншон, в който за

От това следва, че затворът при камерите, предназначени за дълги експозиции, е излишен. Повечето от любителите се задоволяват да поставят предпазителя върху обектива. Все пак, за камерите, снабдени с дългофокусни обективи е необходимо да се направи един въртящ се или люлеещ се капак, командван от застопоряващо се жило.

ФОТОГРАФИРАНЕ ПРИ НИСКА ТЕМПЕРАТУРА.

Този процес съществува сравнително отскоро за любителите и представлява снимане върху изстуден с въглероден лед филм. Изстудяването на филма намалява леко номиналната му светлочувствителност, като прагът на минималната осветеност отскача до много ниски стойности. Така може да се работи с Tri X от 300 ASA, който запазва чувствителността си за повече от половин час експозиция (дефек-

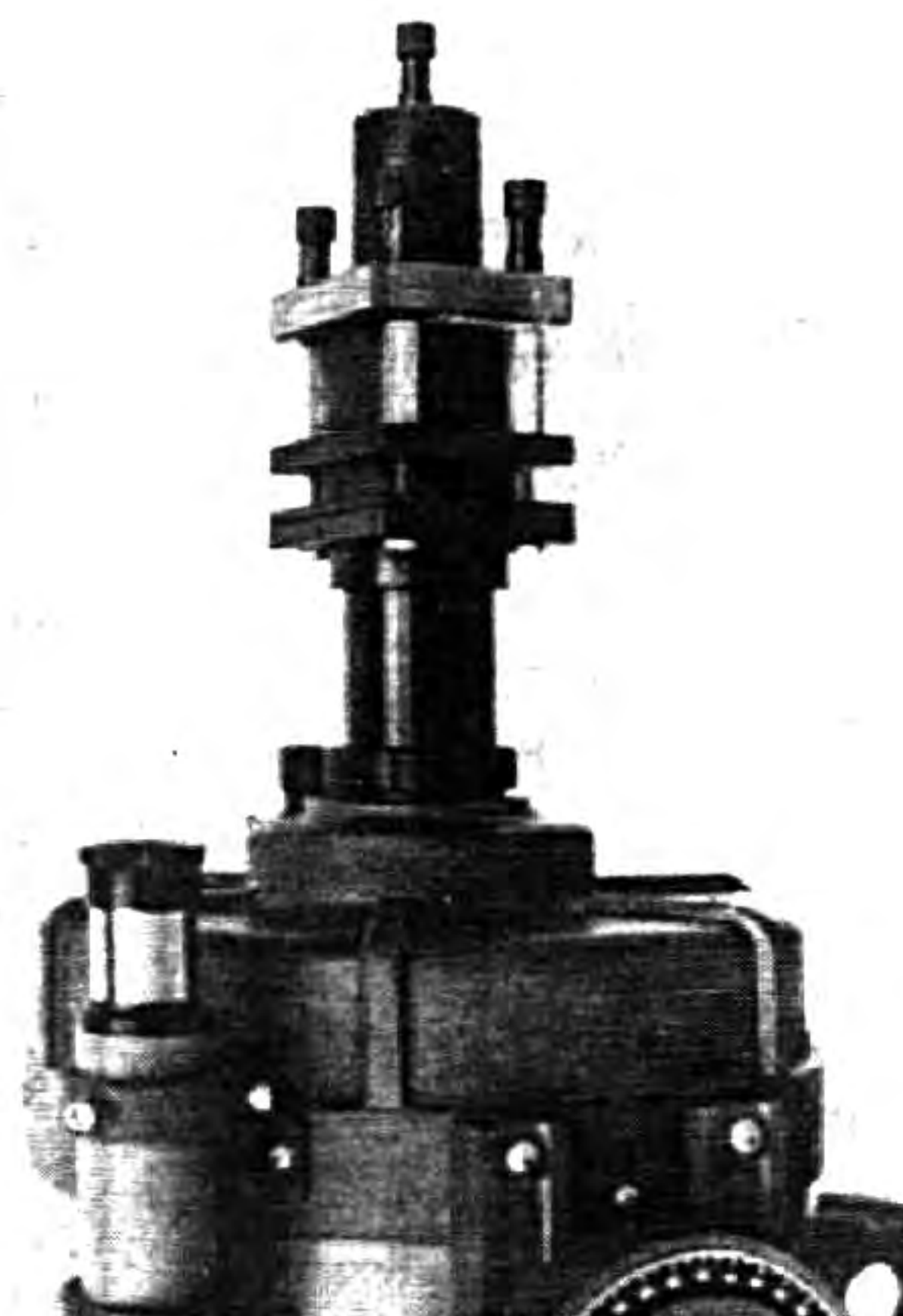
вестно време се оставя да работи сешоар за коса. Камерата заедно с филма се затваря и издуването изсъхва.

Друго решение изисква да се потърсят два концентрични цилиндъра, като по-малкият е с пробита дупка, а пространството между двата е претъпкано с пакетчета силикатна сол, която се възстановява с изсушаване върху радиатора.

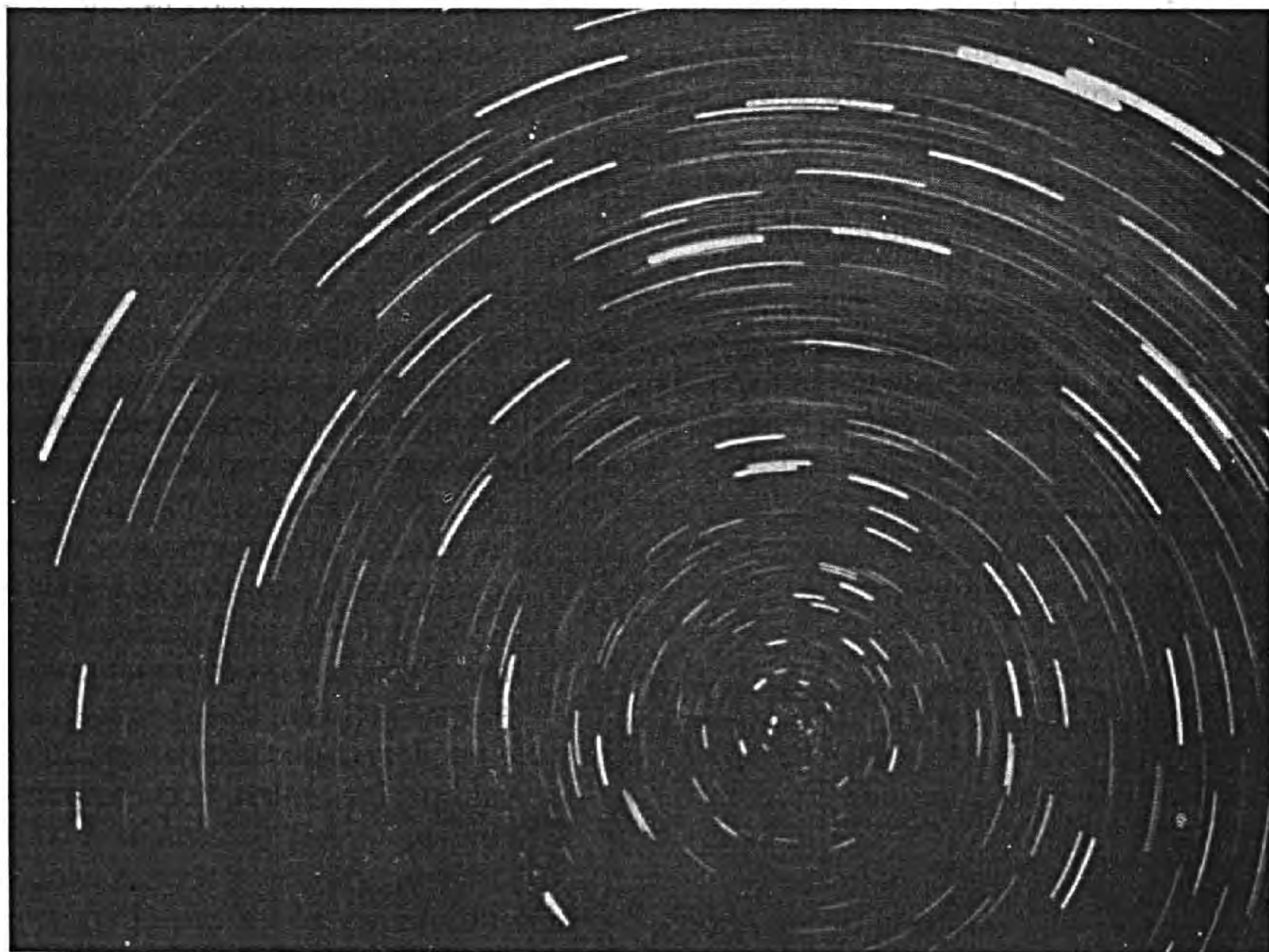
ФОКУСИРАНЕ: прави се по метода на Фуко с преместване на ножа по ръба на тубуса. Крайното фокусирането става с три винта, поставени върху свързана с телескопа пластина.

МАНИПУЛАЦИИ:

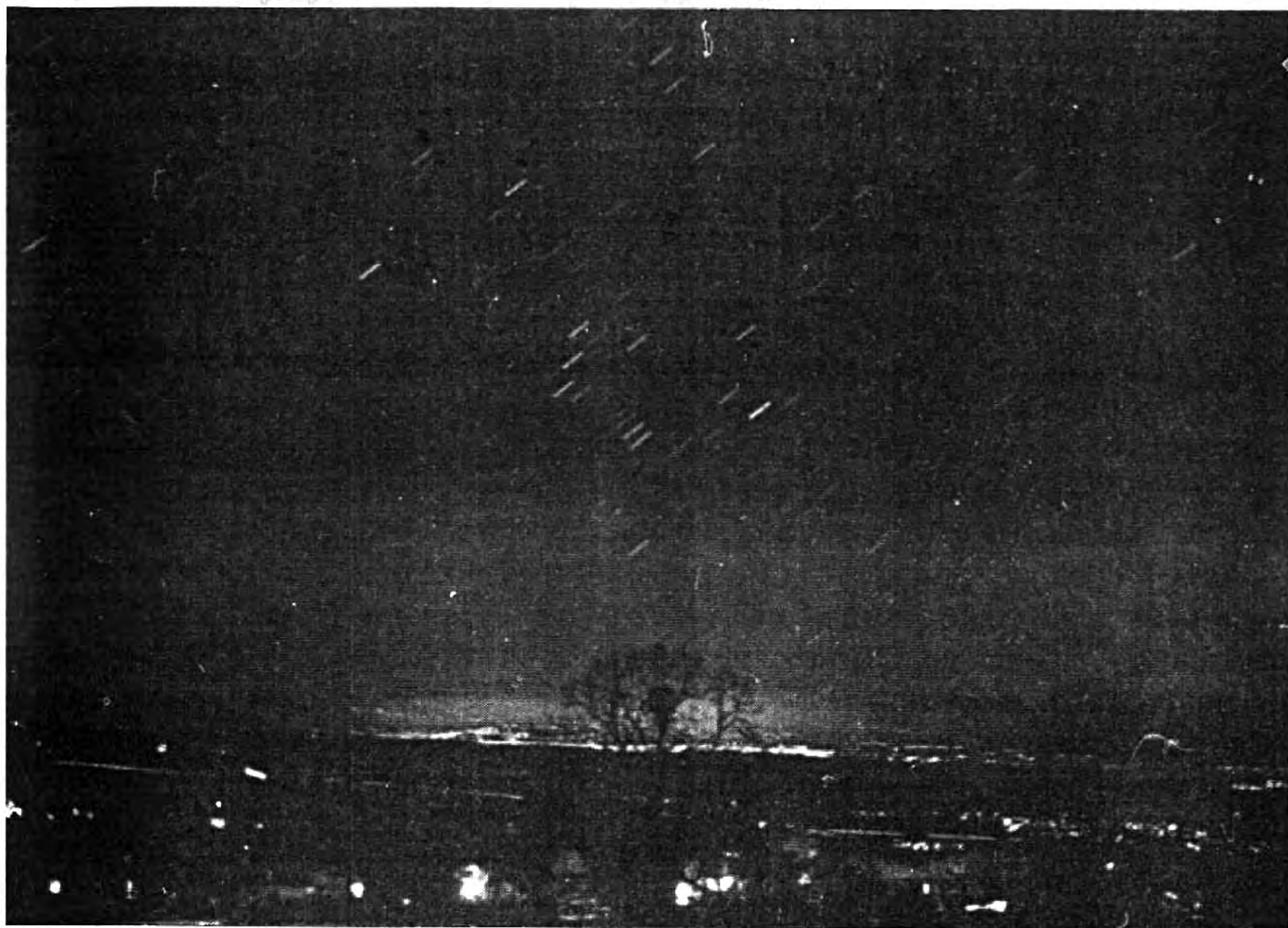
- от заредения с филм фотоапарат, в случай на вакуумирана система, се изпомпва въздух.
- в последния момент се поставя леда от въглероден двуокис, който се пази в портативен термос.
- пластината се поставя върху телескопа.
- около 1 min след зареждането на леда експонирането може да започне.



Охладителна камера на Celestron.



Видимото движение на звездите около Южния полюс. Неподвижен фотоапарат, експозиция 1 h на филм Ektachrome 160. Обектив от 28 mm и $f/D=2.8$. Горے в дясно, Южният Кръст и Алфа и Бета от Центавър. Снимка: Жан Фулкраг.



Съзвездие Орион - експозиция 10 min върху филм Ektachrome 160. Неподвижен фотоапарат с 28 mm обектив ($f/D=2.8$). На преден план е швейцарският град Арзиен, после Нион. Тъмната ивица е езерото Леман. На другия бряг се вижда концентрацията от светлини над град Тонон. По-долу се открива Мон Блан.

Групиране на планети около Луната. Отгясно на Луната е Венера, под нея вдясно - Меркурий, горе вляво - Сатурн. Експозиция 2 s върху филм Kodakchrome, 50 mm обектив ($f/D=2.8$). Снимка: Бурж.



Групиране на Луна и планети. Отдолу нагоре: лунният сърп (само 29 h след новолуние), Венера, Меркурий (на ръба на облака) и Марс. Експозиция 2 s върху филм Fujichrome 100, обектив 50/2.8. Снимка: Мишел Винян.

ЦВЕТНА АСТРОФОТОГРАФИЯ И ТРИХРОМЕН ПРОЦЕС

по материали на Ханс Вехренберг

Цветното фотографиране във фокуса на телескопа на небесни обекти със слаба светимост, като мъглявините, не винаги е задоволително. Дебелината на светлочувствителния слой на цветните емулсии представлява препятствие за проникването на светлинната енергия от по-слабо излъчващите източници. Може би вече смятате, че получените върху цветните филми снимки са по-лоши от черно-белите. Прилагането на процесите, свързани с фотографиране при ниска температура върху цветните филми показва забележимо подобрене на резултатите, но съществува и друг лесен метод на работа - т.н. трихромен процес, който се прилага в техниката, използвана при фотогравюрата.

Във фокуса на един астрономически инструмент направете внимателно три снимки на един и същ звезден обект като гидирате по една и съща звезда. Всяка снимка трябва да бъде получена през червен, зелен и син филтър, като за всяка от тях се използва отделен филм, чувствителен в един от тези цветове. Така, първата снимка ще бъде на филм 103aE през филтър на Wratten 25 (червен), втората - на филм 103aG през филтър на Wratten 58 (зелен) и третата - на филм 103a0 през филтър на Wratten 47 B (син). Поставянето на филтър при снимането на небето увеличава времената на експозиция, които трябва да се определят експериментално според светимостта на фотографирувания обект. Например, фотографирането на слаби осветености, като Дантелите в Лебед, може да изисква повече от 1 h експозиция за всяка снимка. Ще отбележим, че времето за експозиция в червения филтър трябва да бъде увеличено с 20% по отношение на другите два цвята.

За да се получи един позитивен цветен кадър върху хартия или филм, трябва правилно да се поставят един над друг всички негативи в увеличителя и да се проектират точно. По време на копирането на всеки негатив се поставя филтър между обектива и светлочувствителната повърхност. По принцип, би трябвало успешно да се приложат същите три филтъра, които са използвани при получаването на снимките. Но химическият състав на цветните хартии за копиране е такъв, че най-добрите резултати се получават като се използват филтри на Wratten 25 с негатив 103aE, филтър W 98, после 99 с негатив 103aG, филтър W 98 с негатив 103a0. Копирането на негатива 103aG с филтър W 99 изисква 4 пъти по-дълго време на експозиция, отколкото с филтър W 98. При копирането би могло да се опита заместване на тези два филтъра от W61+W16.

Трябва да знаете, че тази техника е достатъчно трудоемка, но получените резултати са ефектни от естетична гледна точка и заслужават грижите, които им се посвещават. Освен това, би трябвало да се разполага с отличен екваториален инструмент и гидирането да е безупречно.



Марс фотографиран с телескоп с диаметър 520 mm и фокус 72 m. Експозиция 5 s върху филм Agfacolor. Снимка: Вискарги.

ОБЕКТ: фотографирайте спектъра на ярки звезди и си направете малка спектрална класификация, която би могла да представлява педагогически интерес.

НЕОБХОДИМ МАТЕРИАЛ.

Осигурете си:

телеобектив 135 mm (f/D=2.8 до 4)

решетка (35x50 mm) с 360 линии/mm

малка екваториална установка

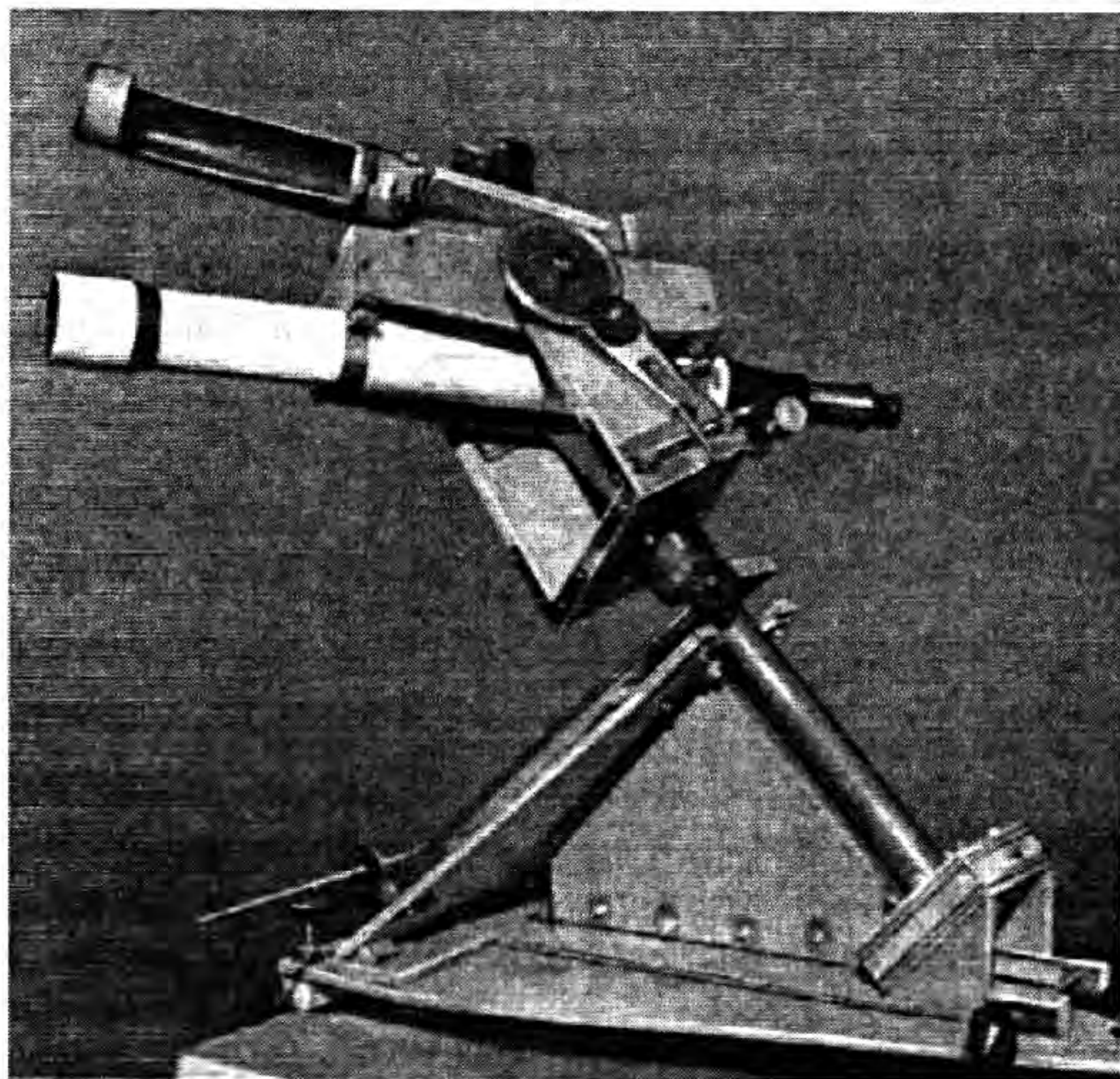
търсач или далекоглед-гид с $1/2^\circ$ поле



Детайл от конструкцията на спектрограф.

ФИЛМИ. ORWO NP27 и подобни. Ако използвате филм 103aF, времето за експозиция се намалява.

РЕАЛИЗАЦИЯ. Поставете решетката пред обектива, перпендикулярно на оптичната ос, а върху обектива наденете тубус от метал или от почернен картон, чийто отвор е затворен. Отстрани на тубуса направете широк отвор. Всъщност, необходимо е да се попречи на директното попадане на светлинните лъчи от звездите (порядък 0), така че тяхното изображение да не се насложи върху спектъра. Използваемите лъчи трябва да достигат решетката под ъгъл 15° (порядък 1), за да оформят спектъра. За тази цел е необходимо далекоглед-гид да съдържа ъгъл 15° с фотоапарата.



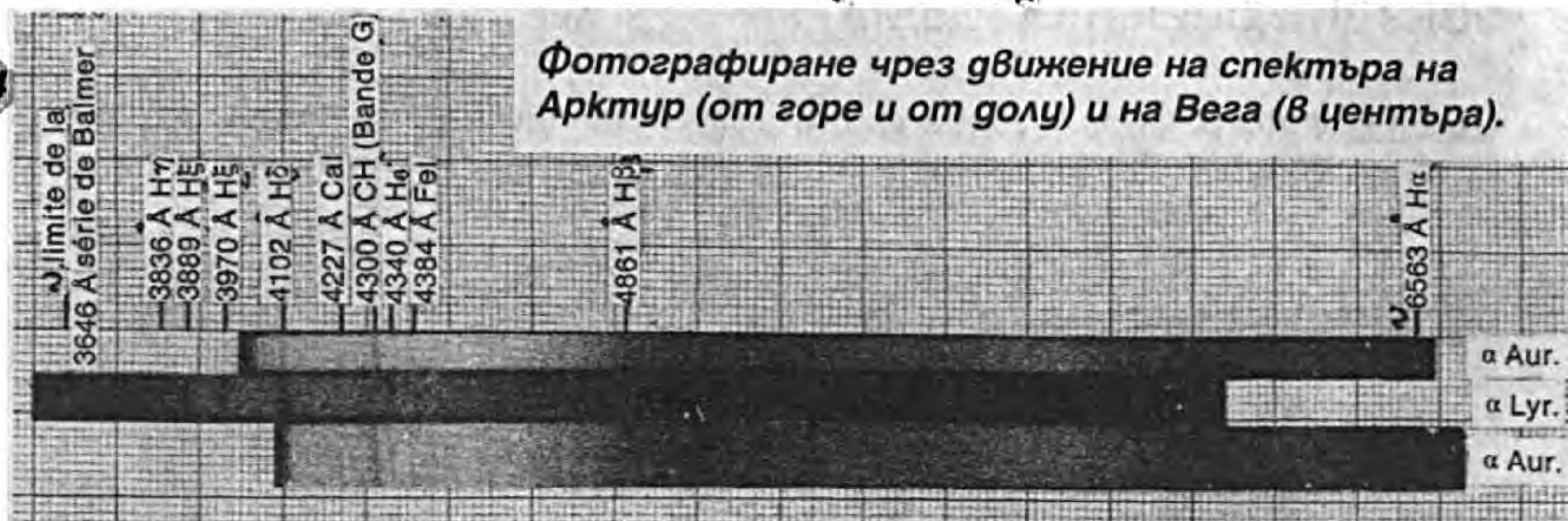
Далекоглед, поставен на екваториална установка, със закрепен на него фотоапарат, снабден с устройство с решетка за звездна спектрография.

ПОЛУЧАВАНЕ НА СНИМКАТА.

С телеобектив с фокус 135 mm и решетка с 630 линии/mm, спектрите имат дължина от 25 до 26 mm (между 3800 и 6800 Å, а линейната дисперсия достига до около 120 Å/mm).

Но за предпочитане е спектрите да се удължат. За тази цел, най-напред ориентирайте линиите на решетката така, че да са паралелни на деклинацията, след което правите леко движение по α .

1. Ориентирайте кръста така, че преместването на звездите да съвпадне с една от нишките (из-



Експозиция 14 min за Вега и 6 до 14 min за Арктур. Филм ORWO NP27, проявен като 600 ASA. Снимка: Ламо и Рокес.

ток-запад).

2. Доведете изображението на звездата до десния край на полето, върху хоризонталната нишка.

3. Оставете звездата „да плува“ в полето, докато „се пререже“, като застане зад кръста.

4. Повторете отново операцията 15 до 30 пъти, за да получите експозиции от 15 до 30 min.

Амплитудата на преместване по α трябва да е 15' (0.6 mm за 135 mm фокус). Експонирайте 25 до 30 min върху филм 400 ASA. След това увеличете около 6 пъти негативното изображение.

Спектрите достигат 15-16 cm дължина на 3-4 mm ширина, което е достатъчно за идентифициране на основните линии и тези от серията на Балмер. Ако използвате решетка с 1200 линии/mm, ъгълът ще бъде практически удвоен и дисперсията ще е 2-3 пъти по-голяма.

СЛЪНЧЕВА СПЕКТРОГРАФИЯ

Вие бихте могли да фотографирате слънчевия спектър и този на по-ярките звезди - занимание, с което навлизаме в областта на спектралния анализ. Ще ви запознаем с емисионните и абсорбционните линии, характеризиращи различните състояния на материята. За тази цел трябва да си конструирате малък спектроскоп, върху който да поставите фотоапарата.

НЕОБХОДИМ МАТЕРИАЛ. Осигурете си:

Направа на спектроскоп.

A - носач от 20 mm шперплат

F - процеп

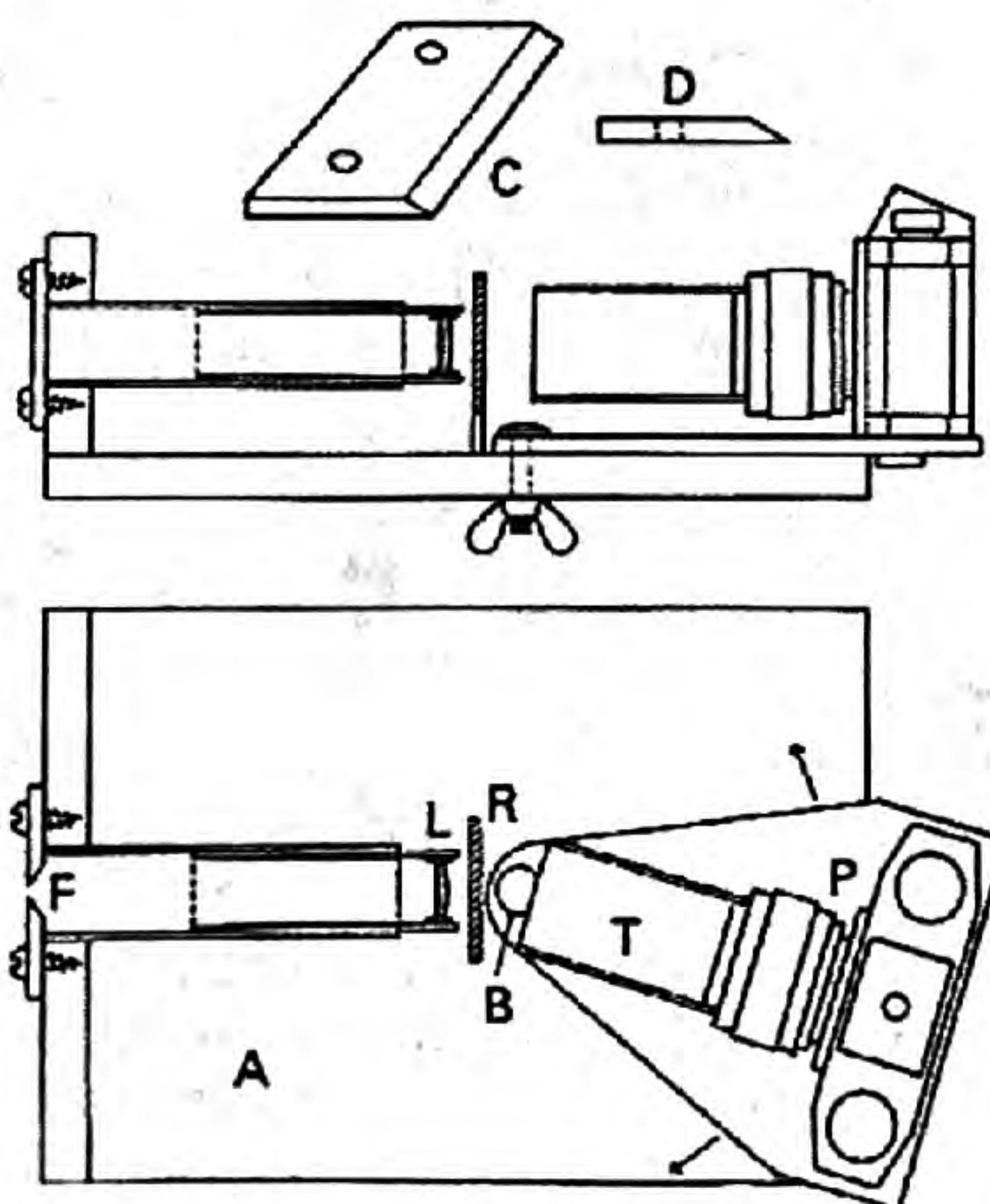
C - една от ламелите на процепа, гледана в перспектива

D - колиматорна леща

R - решетка (или призма)

B - болт за затягане на дъсчицата, носеща фотоапарата P

T - тубус-сенник





Слънчев спектър, получен с 1/2000 s върху филм PAN F Ilford с решетка с 1200 щриха/mm (2-ри порядък). Обектив Summicron Zeiss F/2-50 mm. Снимка: Рокес.

- решетка
- леща с около 40 mm диаметър и 200-300 mm фокус (ахроматична или не)
- две ламели от месинг или дурал с 3 mm дебелина
- шперплат, 10 mm
- два тубуса от картон, дурал или пластмаса

КОНСТРУКЦИЯ. Направете една шперплатова кутия, която от едната страна има кръгъл прозорец, а отвътре е боядисана в матово черно.

РЕГУЛИРУЕМ ПРОЦЕП. Това е деликатен процес, който изисква много прецизност.

Отрежете две пластини от месинг 20x40 mm. Изпилете ръба на всяка под 45° с мека плоска пила и довършете работата, търкайки полученото острие върху равно матово стъкло. После заоблете външната страна на острия ъгъл, получен от пилата, като държите пластините перпендикулярно към матовото стъкло, движейки ги напред-назад.

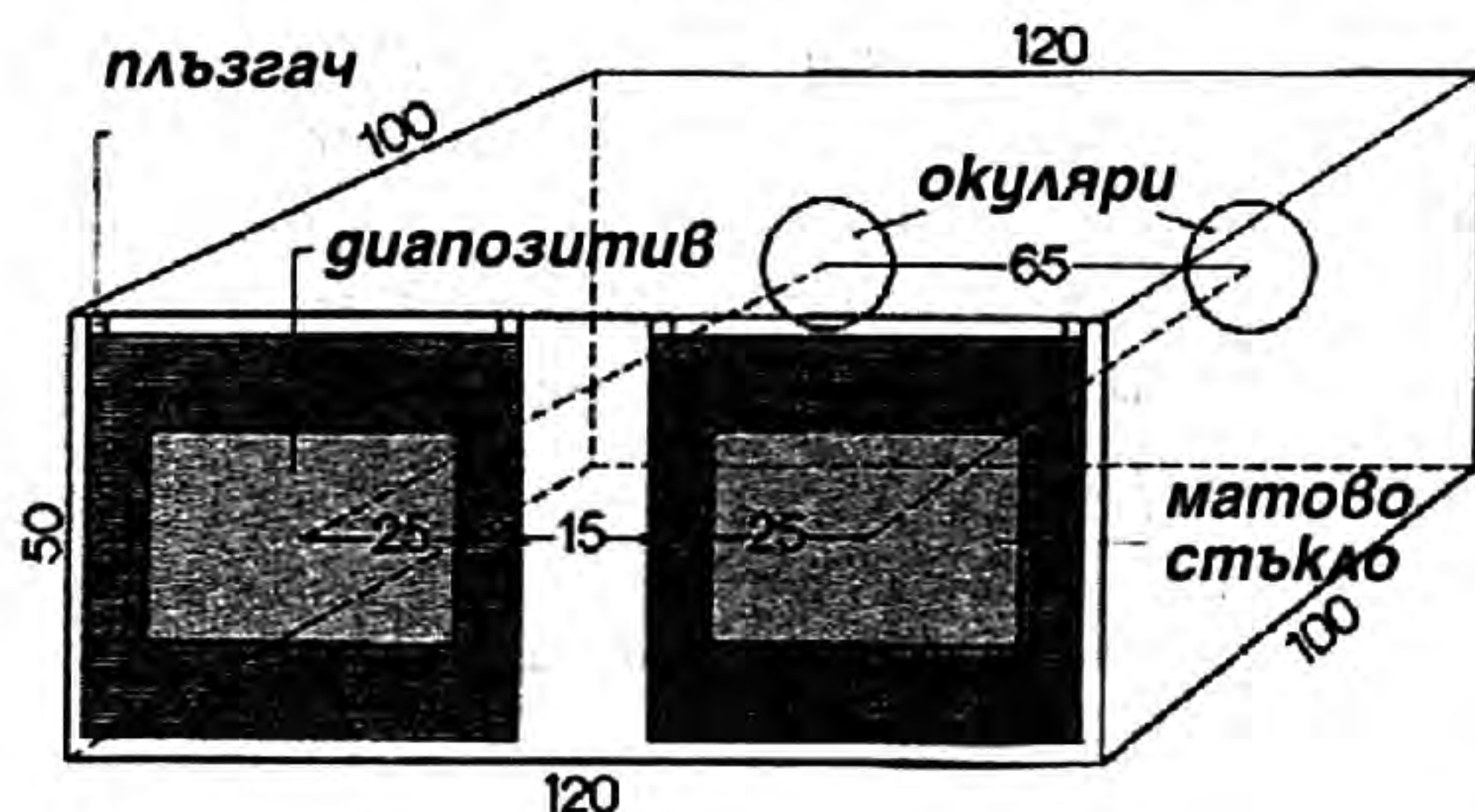
Пробийте дупки във всяка, като за едната, дупките трябва да са овални, за да се улесни регулировката. Завийте в основата първата ламела, така че да затворите половината от отвора. След това поставете втората ламела, но преди да затегнете винтовете вмъкнете в цепнатината най-тънката дървена пластинка от някоя детска игра, например, или лист дебела хартия.

Процепът трябва да е колкото е възможно по-фин и ръбовете му да са правилно паралелни. Там не трябва да попада никакъв прах (почиствайте го с четка за рисуване).

КОЛИМАТОРНА ЛЕЩА. Поставете леща с 40 mm диаметър в тубус, дълъг около 20 cm. Той трябва да се плъзга в друг тубус със същата дължина, на който една от външните страни е залепена от вътрешната страна на кръглия прозорец. Фокусирайте върху процепа. За това е необходимо:

- да удължите максимално процепа
- да поставите върху процепа прозрачна хартия, придържана от две парчета лейкопласт

Детайли в конструкцията на стереоскоп.





Стереоскопични снимки на пасажа на Меркурий пред Слънцето на 10 май 1970 г. Снимка: Лартиго.

- да насочите фотоапарата и колиматорната леща към Слънцето, така че изображението му да попадне върху прозрачната хартия
- да премествате плъзгачия се тубус до получаване на чисто изображение - така процепът попада добре във фокуса на лещата
- да блокирате плъзгачия се тубус с помощта на лейкопласт

РЕШЕТКАТА се поставя в непосредствена близост с колиматорната леща, перпендикулярно на оптичната ос.

Дъсчица от шперплат с дебелина 10 mm се върти около един болт В. Върху тази дъсчица поставете фотоапарата, който може да извършва движение около болта В (отвесно на обектива), така че да получим най-добрия ъгъл.

ПОЛУЧАВАНЕ НА СНИМКАТА. За фотографиране на спектъра използвайте 50 mm обектив или телеобектив. Регулирайте го на безкрайност. Отворете максимално диафрагмата. Ако имате вътрешнокадрово измерване, използвайте го, за да подберете скоростта. Необходимо е винаги да получавате по три снимки: една недоекспонирана, една нормално експонирана и една - преекспонирана, тъй като филмите нямат еднаква светлочувствителност за различните части на спектъра.

Поставете негатива в увеличителя, за да го откопирате върху хартия. Отрежете ивица милиметрова хартия с 1 cm ширина и я залепете на масичката. Лъчите Н и К на калция се откриват лесно до границата на виолета и ултравиолета. Лесно се намират и ивиците $H\alpha$ и $Ca+$, както триплета на магнезия, дублета на содата и т.н. Използвайте милиметровата хартия, за да определите мястото на спектралните ивици. Началото 0 се избира по ваша преценка (ивичите Н на Са, например). Обозначете ивиците, като ги определяте чрез сравнение.

Получавайки снимка, съдържаща пасаж на Слънцето през меридиана и друга, на която Слънцето е близо до хоризонта, би могло да се открие (по втората снимка) наличието на телурични ивици, дължащи се на присъствието на водна влага в земната атмосфера.

Ще припомним, че стереоскопът представлява гледане през два окуляра, което дава чувството за дълбочина при наблюдение на две съвсем малко различаващи се плоски изображения.

Много вълнуващо е да се гледат през стереоскоп небесните обекти, които изглеждат като в перспектива. Така е възможно да се различи сферичната форма на Луната или Слънцето, да се „почувства“ пасажа на Меркурий пред Слънцето или на някой от четирите главни спътника на Юпитер, преминаващи по-близо или по-далеч от планетата. Понякога илюзията е чувствителна...

Стереоскопичната техника е напълно във възможностите на любителите. Направете две снимки, цветна и черно-бяла, на един и същ звезден обект през няколко минути или през няколко десетки минути интервал, а може и през няколко часа, при същите условия на експозиция и центриране в използвания инстру

Областта α Carinae. Телескоп Шмидт-Касегрен (Целестрон) $\phi 203$ mm с фокален редуктор ($f=115$ cm, $f/D=4.7$). Експозиция 35 min върху филм 103aF. Снимка: Пиер Бурж.



мент (далекоглед или телескоп).

Направете пробни диапозитиви на тези снимки и ги поставете в рамки 5x5 cm. След това, конструирайте една стереоскопична камера, за да гледате двете снимки едновременно. За тази цел, направете картонена или шперплатова кутия с размери около 5x18x10 cm. Върху страната 5x18 направете две плъзгачи се прозорчета, всяко от които е предназначено да поема по един диапозитив 5x5 cm.

Разстоянието между центровете на двата плъзгачи се прозореца трябва да е 65 mm. Потърсете след това две еднакви лещи, за предпочитане ахроматични, с фокус 80 до 100 mm. В страната 5x18, която е срещуположна на прозорците, пробийте два кръгли отвора със същия диаметър като на лещите и ги закрепете. Разстоянието между центровете на двете лещи трябва да е точно 65 mm (средното отстояние между човешките очи).

Поставете два съответстващи диапозитива в плъзгачите и ги гледайте като насочвате апарата към силно осветена бяла повърхност.

Вие можете да подобрите апарата, като поставите едно матово стъкло от 5x18 cm пред плъзгачите, за да получите еднакво осветен фон, когато гледате към светлинен източник.

Една пластина, перпендикулярна на равнината на диапозитивите, може да раздели кутията на две равни части и така, да разделите двата диапозитива и двата окуляра. В по-добрите стереоскопи лещите могат да се отдалечават или приближават към диапозитивите, с помощта на зъбчат винт, позволяващ да се уточни фокусирането.

Когато гледате едновременно през двете лещи, изображенията ви изглеждат насложени и така създават впечатлението за една единствена релефна снимка...

Когато двете снимки са направени добре и когато апаратът е коректно центриран и регулиран, вие ще получите истинското впечатление от стереоскопа.

ФОТОГРАФСКО ИЗСЛЕДВАНЕ НА НЕБЕТО С ПОМОЩТА НА БЛИНК-КОМПАРАТОР

Системното фотографско изследване на небето е във възможностите на всички любители, разполагащи с малка екваториална система и фотоапарат с обектив от 20 до 30 cm фокус. Обектив с диаметър 75 mm позволява да се достигне звездна величина от 14 за 30 min, т.е. възможно е да се фотографират върху един и същ план-филм 13x18 между 100000 и 200000 звезди в Млечния път! Ако това се прави всяка вечер, когато небето е чисто, резултатите стават толкова многобройни, че принципната трудност вече не е в получаването на снимките, а в изявяването и особено, в търсенето на новите обекти върху снимките - комети, променливи звезди, нови и малки планети.

Разглеждането на една снимка, с помощта на лупа и добър атлас е скучно и рисковано. Необходимо е да имате стереокомпаратор или по-добре, блинк-компаратора. Ако става въпрос само за инцидентно разглеждане на снимки 6x6 или 24x36, може да направите един прост стереокомпаратор с помощта на стерео-камерата, описана по-горе. Поставете два окуляра, разделени на 65 mm върху дървен носач с около 15 cm височина (подобно на микроскоп) за улесня

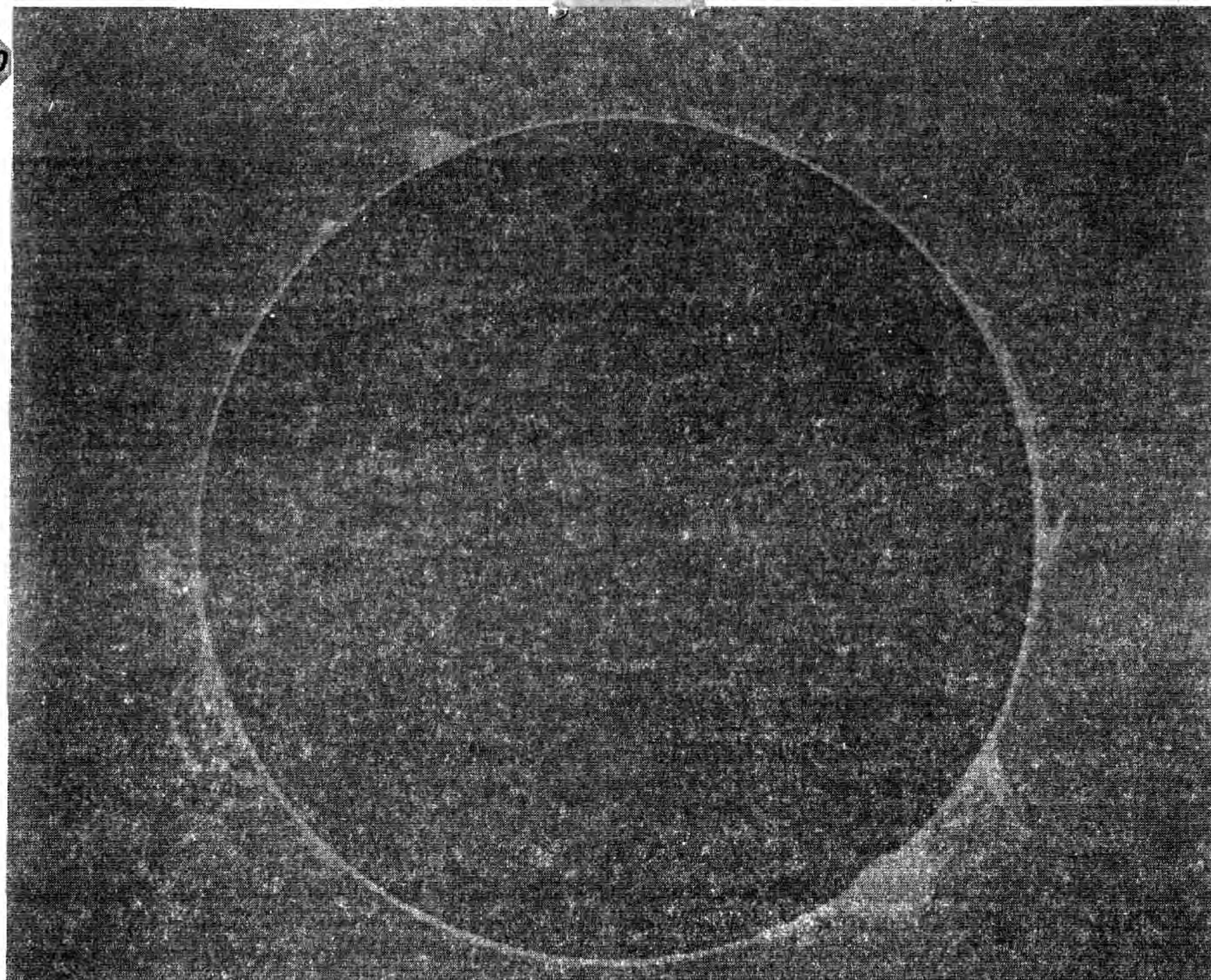
ване на наблюдението.

Направете една правоъгълна рамка 80x145 mm, разделена на две части от дървена пръчица с 5 mm дебелина. Отрежете четири стъклени плаки със 70 mm страна и около 2 mm дебелина. Залепете ги две по две, като ги обхванете от едната страна с лейкопласт, така че да могат да се отварят като книга. Поставете тези двойни стъклени плаки с лице към всеки от двата прозореца на рамката, като прикрепите с лейкопласт стъклото, което е в контакт с рамката. Сложете между стъклените плаки филмите за наблюдение, които така са хванати като сандвич. Поставете от едната страна филма, който служи за образец, а от другата - втория, за сравнение, идентичен на първия. Основната трудност се състои в ориентирането на единия от филмите, така че да се насложат напълно с другия при гледане през бинокуляра.

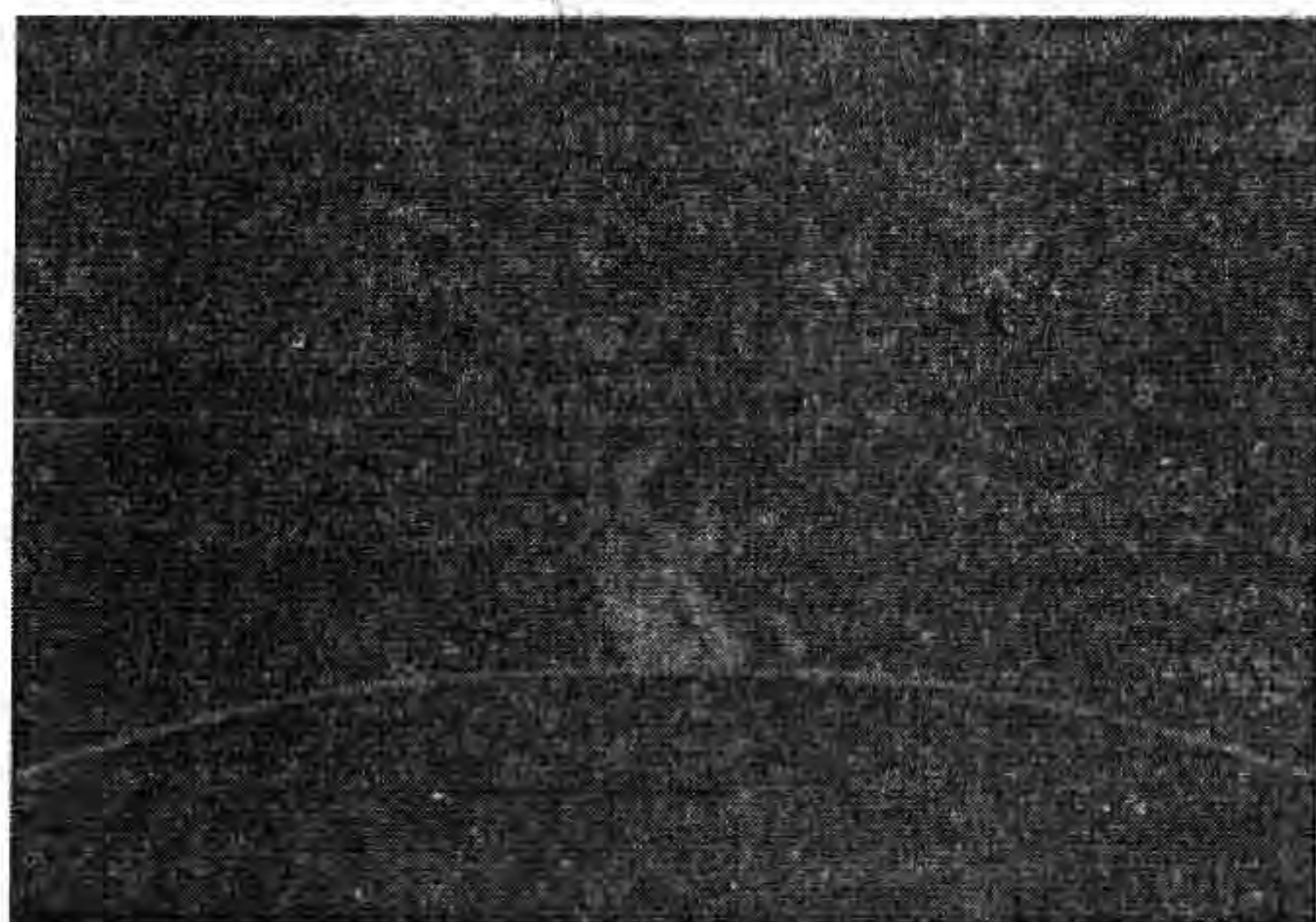
Комплектовайте апарата, като направите бял, осветен от две лампи фон. Запалването и загасването се командват ръчно, с едно обръщане за секунда. За начало изберете областта от небето, която искате да изследвате. Направете една снимка, която ще служи като образец (снимка за сравнение). Един или няколко дни по-късно получите втора снимка на същата област от небето. Поставете двата негатива между стъклените плаки, по оста на всеки окуляр. Нагласете снимките така, че да са перфектно насложени, като и двете лампи са запалени. Когато това е направено, движете обръщача, запалващ ту дясната, ту лявата лампа и т.н.

Кометата West. Забележете различните нюанси на газовата опашка (праволинейна) и праховата опашка (закривена). Снимка: Лартиган.





Слънчеви протуберанси, фотографирани с коронограф. Времената на експозиция са между 5 и 10 s върху филм от типа Recordak. Снимки: Жан-Мари Рокес.



Можете да направите следните констатации:

- Обект, нефигуриращ върху една от снимките, който се вижда само при единия от двата пъти на мигането. Внимание! Не взимайте праха и дефектите на филма за нови звезди!
- Обект, който не заема точно същото място върху двете снимки, отдалечавайки се повече или по-малко, т.е. показващ движение във времето.
- Звездите, които изменят светимостта си (променливите) показват различен диаметър върху двата негатива, което в апарата се вижда като пулсиране.

Ще засегнем само някои основни положения, при това, много накратко, като ще се ограничим с дефинициите на термините, използвани в настоящата книга.

Разбира се, това не е достатъчно за вникването в химичните и фотографските процеси, нито за овладяването на необходимите фотографски елементи в практиката на астрофотографията.

За тази цел ще трябва да потърсите онези по-важни издания, дадени по-долу, които ще са ви абсолютно необходими:

Prioleaud. Проявяване на черно-бели негативи.

Prioleaud и Frache. Проявяване на цветни негативи и обратими филми.

Prioleaud. Техника и практика на копирането.

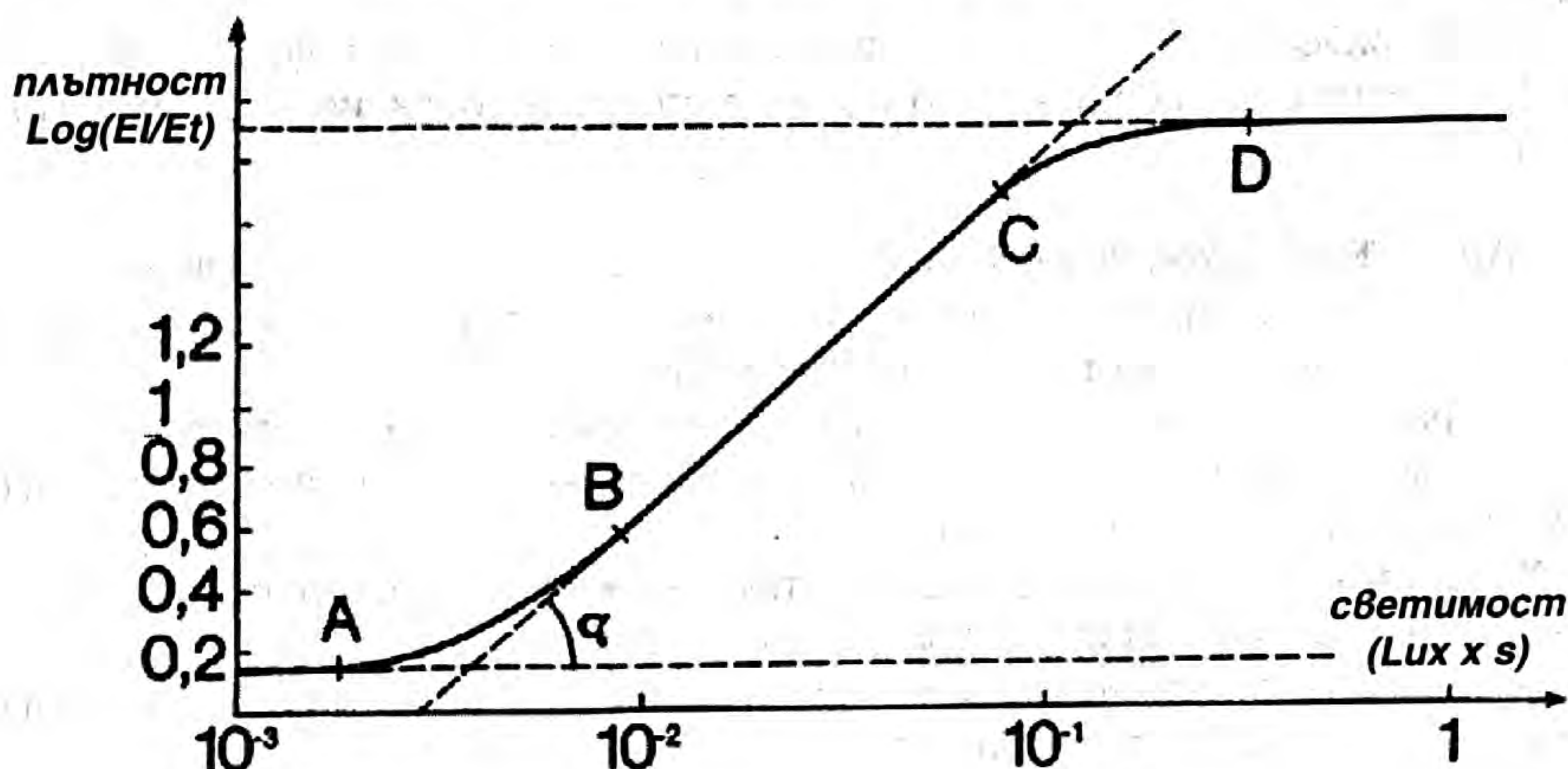
Glafkides. Проявяване на хартии.

Glafkides. Фотографска химия и физика.

Тези книги са издадени от Publications Photo Cinema Paul Montel.

ЛАТЕНТНО ИЗОБРАЖЕНИЕ. Съединението сребърен бромид, което представлява активната част на светлочувствителната повърхност, променя структурата си, когато се изложи на светлина. Един фотон, попадащ върху молекула сребърен бромид, предава своята енергия, трансформирайки йона Br в свободен бромов атом. Желатинът служи само за закрепване на брома и ограничава обратимостта на реакцията. Така освободените електрони се фиксират в светлочувствителните центрове, свързани със „замърсяването“ от сяра в кристалите - грижливо дозирани дефекти, които са съществени за реакцията.

Акумулирането на електрони създава отрицателни полета, които улавят йоните Ag^+ . Те се трансформират в атоми метализирано сребро, групирайки се около такива привилегировани точки, каквито са светлочувствителните центрове. Латентното изображение представлява просто молекулярно подреждане, което обаче е невидимо с просто око. За да стане видимо и използваемо,

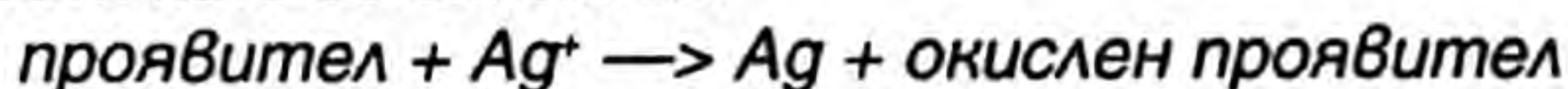


Характеристична крива на фотографска емулсия.

то трябва да бъде проявено.

Колкото повече са кристалните дефекти, толкова по-чувствителна е емулсията, толкова по-бързо и лесно подвижни са йоните Ag^+ . Молекулите, които формират латентното изображение при докосването им от светлината, се наричат „зародиши за проявяването“.

ОБЕКТ ЗА ПРОЯВЯВАНЕ. За да се прояви ефекта, създаден от светлината, електроните трябва да напуснат Ag йони, принадлежащи на кристалите от сребърен бромид (носители на зародиши), за да се забележат толкова черни точки, колкото кристали за проявяване има. Кристалите, върху които не са попаднали фотони, трябва да останат бели - именно това е ролята на проявителя, който работи като се окислява:



Тази реакция е практически невъзможна, освен за молекулите, принадлежащи на кристал, съдържащ зародиши. Всички останали имат много силно електрическо екраниране.

СЕНСИТОМЕТРИЯ. Преди да навлезем в астрономическите проблеми, трябва да познаваме термините, които използваме.

НЕПРОЗРАЧНОСТ. Това е отношението между количеството светлина, което преминава през среда, приета за идеално прозрачна и това, което се пропуска от определена част на негатива. Например, една зона на непрозрачност 100 пропуска 100 пъти по-малко светлина, отколкото една идеално прозрачна област.

ПЛЪТНОСТ. Това е най-използваният термин във фотографията. Той е директно свързан с предишния, тъй като стойността му е равна на десетичния логаритъм на непрозрачността.

ОСВЕТЯВАНЕ. Това е светлинният интензитет, който попада върху единица повърхност. Зависи от източника, от разстоянието до него и от препятствията, които променят интензитета му (например, филтри). Измерва се в Lux и се отбелязва с I.

СВЕТИМОСТ. Това е количеството светлинна енергия, попаднало върху филма. То е свързано с осветяването и с времето на експозиция - светимостта е $E=Ixt$.

ХАРАКТЕРИСТИЧНА КРИВА. Тя се отнася за даден филм и показва стойността на плътността, получена след различни осветявания и определено проявяване (продължителност и тип на проявителя).

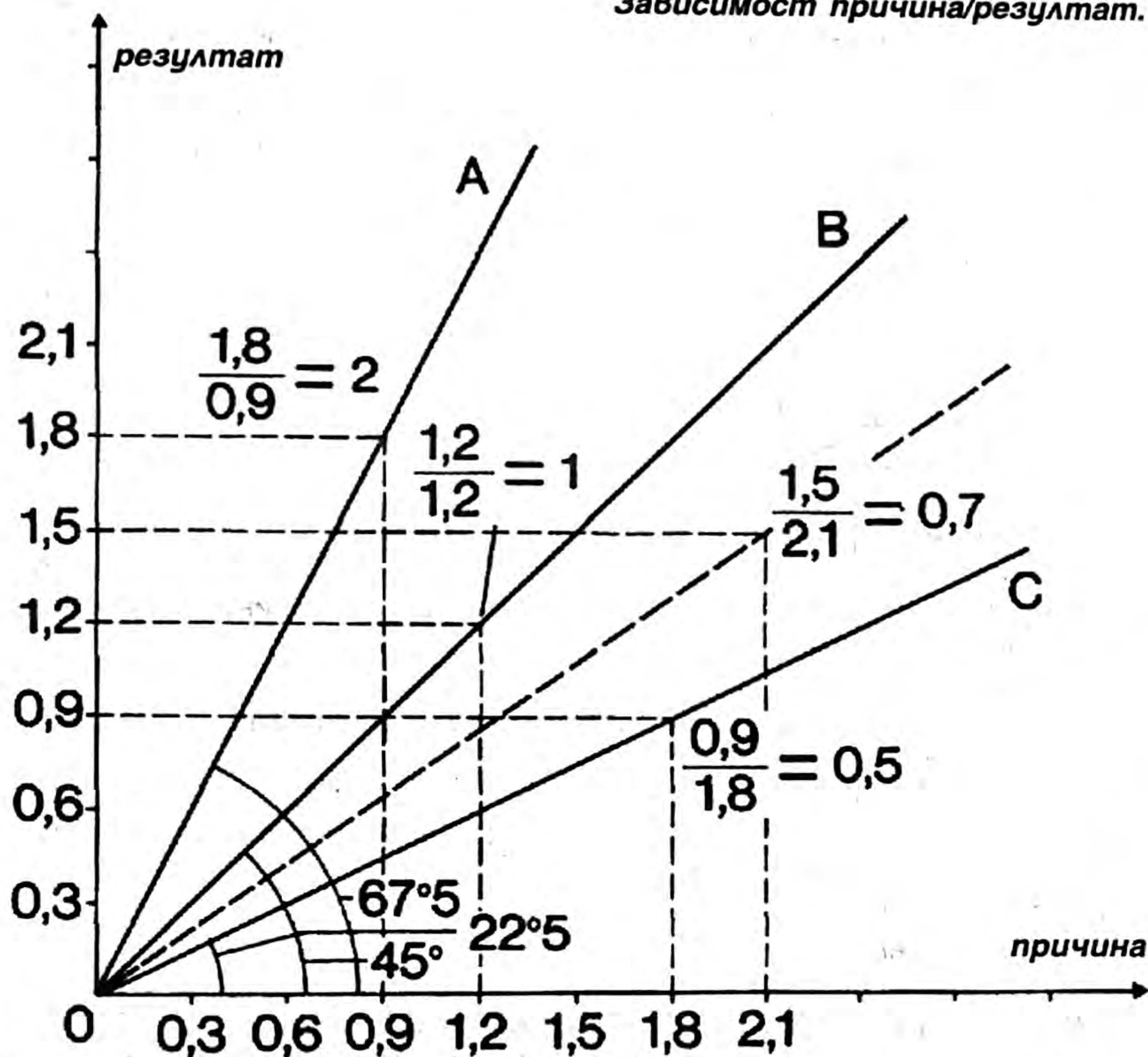
На практика, филмът се експонира като се маскира с гама от еталонно сиво и се осветява с известен интензитет. След проявяване при стандартни условия се правят измервания с денситометър.

Характеристичната крива съдържа три характерни области: основа, праволинейна част и рамо. Тя има четири особени точки:

A е границата, под която няма плътност, надвишаваща основния воал на емулсията. Това е плътността на емулсията.

B е началото на праволинейния участък.

C е края на праволинейния участък.



Връзка между гама и контраста.

Кривата B (гама равно на 1) съответства на едно средно почернение, т.е. на контраст, водещ по принцип до нормалното възстановяване на яркостта на фотографския сюжет.

Кривата A (гама равно на 2) показва, че за определена причина ефектът ще се удвои спрямо предишната крива. Тя отговаря на почернение, акцентиращо предимно на контраста.

Кривата C (гама равно на 0.5) има стойност наполовина спрямо кривата B. Тя се изразява в по-слабо почернение и мек контраст.

D е горната граница, над която увеличаването на осветяването не предизвиква нови зародиши на плътността.

AB е основата.

BC е праволинейният участък.

CD е рамото.

ГАМА. Нейната стойност е тангенсът на ъгъла α , сключен между хоризонталната ос и продължението на праволинейната част на кривата. Гама се изменя в зависимост от времето на проявяване и затова производителите на филми дават

продължителност на проявяване, съответстваща на точно определена гама. Тя нараства с времето за проявяване, според крива, представена от самите производители. Друга система за измерване е използваната от Ilford, която отчитайки рамото и основата определя средната й стойност, или G. Средната гама на една черно-бяла емулсия е между 0.6 и 0.8, т.е. между кривите B и C на фигурата.

Гама равна на безкрайност: това е величина, давана от производителя. Става въпрос за стойността на гама, при която всички кристали на сребърния бромид, реагирали с фотони, са се проявили. При проявяване до гама равно на безкрайност се достига воала.

АСТРОНОМИЧЕСКИ ПРОБЛЕМИ: РЕЦИПРОЧНОСТТА

Според закона за реципрочността, би трябвало да се получава еднаква експозиция при увеличаване на времето за експониране и намаляване на светлинния интензитет или обратно, при увеличаване на светлинния интензитет и намаляване на времето на експониране, т.е.

интензитет $\times$ време = константа.

Но астрономът Шварцшилд забелязал, че този закон не важи при дългите експозиционни времена. Към закона:

$I \times T = \text{Константа}$

той добавя експозицията P, която зависи от филма, от използваната спектрална област и от интензитета на източника.

Така, законът добива вида:

$I \times T^p = \text{Константа}$.

ПРИЧИНА ЗА ОТКЛОНЕНИЕТО ОТ ЗАКОНА ЗА РЕЦИПРОЧНОСТТА

Вече отбелязахме, че в резултат на енергията от фотона, сребърният бромид се превръща в атом метализирано сребро, което играе ролята на „врата“ в електрическата бариера, през която проявителят въздейства върху кристала като цяло.

Но един-единствен неутрален атом сребро (резултат от един-единствен фотон) представлява много слаба преграда в кристалната решетка. Необходими са минимум 4 сребърни атома, за да се получи реакция при проявяването. И така:

1 Ag = нестабилен под-зародиш

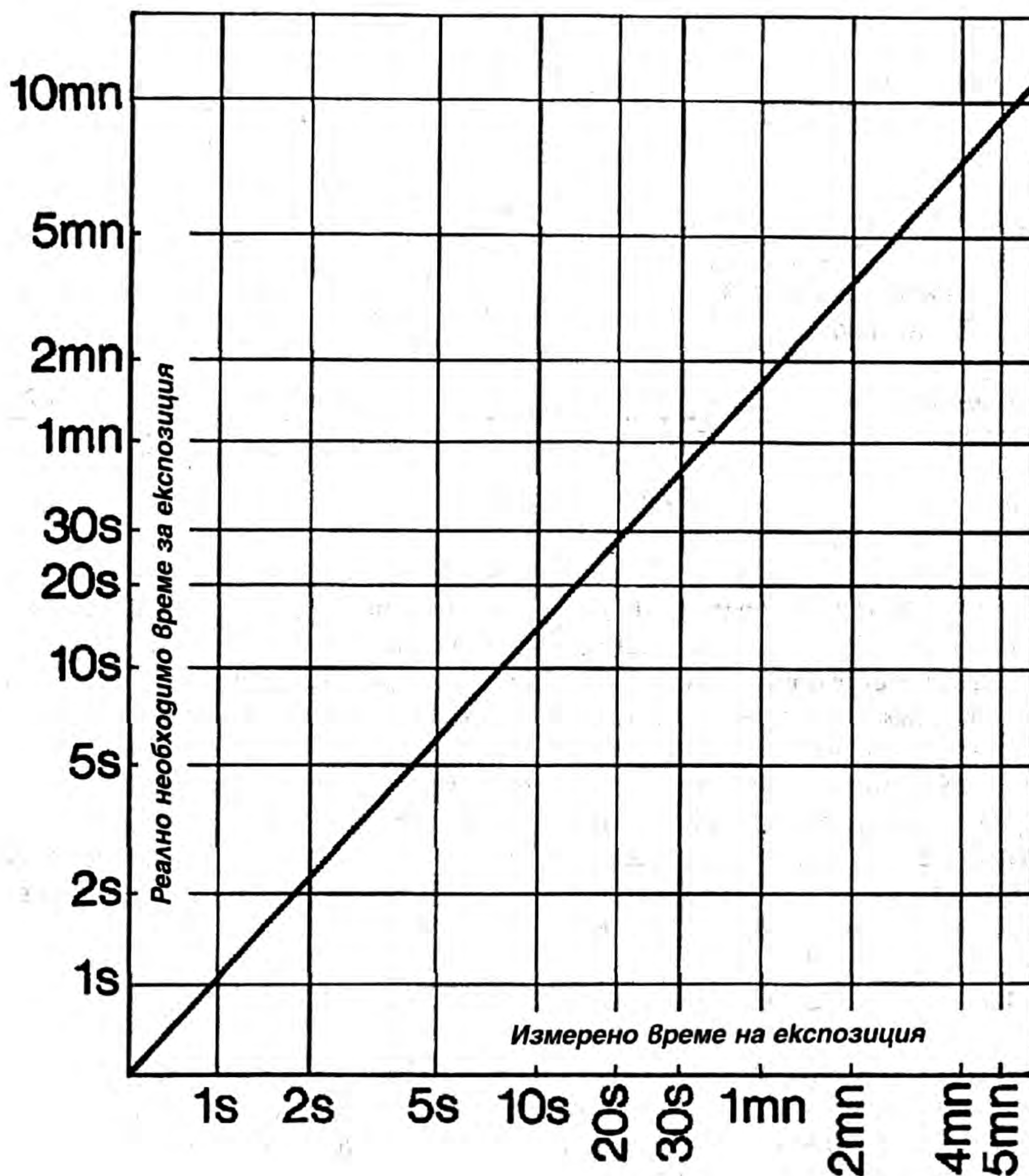
2 или 3 Ag = стабилен под-зародиш без действие върху проявителя в нормални условия

4 Ag = стабилен зародиш, реагиращ на проявителя

Един-единствен Ag е нестабилен, т.е. той не може да се усили от друг Ag (резултат от друг фотон) за време от порядъка на 10^4 до 10^3 s. Затова, той се връща в първоначалното си състояние. Когато потокът от фотони в даден кристал е под определена стойност, сребърният атом получава фотон, след като вече се е освободил от предишния фотон и отново се е превърнал в Ag^+ - така, той не може да акумулира светлината.

Всъщност, константите са твърде много, за да разгледаме всичките. Все пак, за един тип емулсия, която често се използва, е интересно да се еталонира собствения ѝ коефициент, за да се правят корекции. Оказва се, че характеристиките на чувствителността не са валидни за обикновените филми, освен в точно определен диапазон от времена, практически от 1 до 1/1000 s. При т.н. научни филми положението е различно - кривите, дадени за филм 103aF некоригиран и коригиран срещу дефекта на реципрочността показват, че ефектът се проявява около 1 min от експозицията за първия и чак около 1 h за втория.

Нарушение на закона за реципрочността или дефект на реципрочността има, когато с нарастването на експозиционното време фотографските ефекти от светлината вече не нарастват пропорционално.



КРИВА НА РЕЦИПРОЧНОСТТА ЗА ЕДИН ФИЛМ. Да вземем за пример Agfachrome 50 Professional.

За експозиционно време (по абсцисата), което спазва закона за реципрочността, намираме (по ординатата) коригираното реално необходимо време. Отбелязваме, че нарушението става все по-голямо, когато времето на експозиция нараства.

По абсцисата е нанесен Log на осветяването.

По ордината е нанесен Log на светимостта.

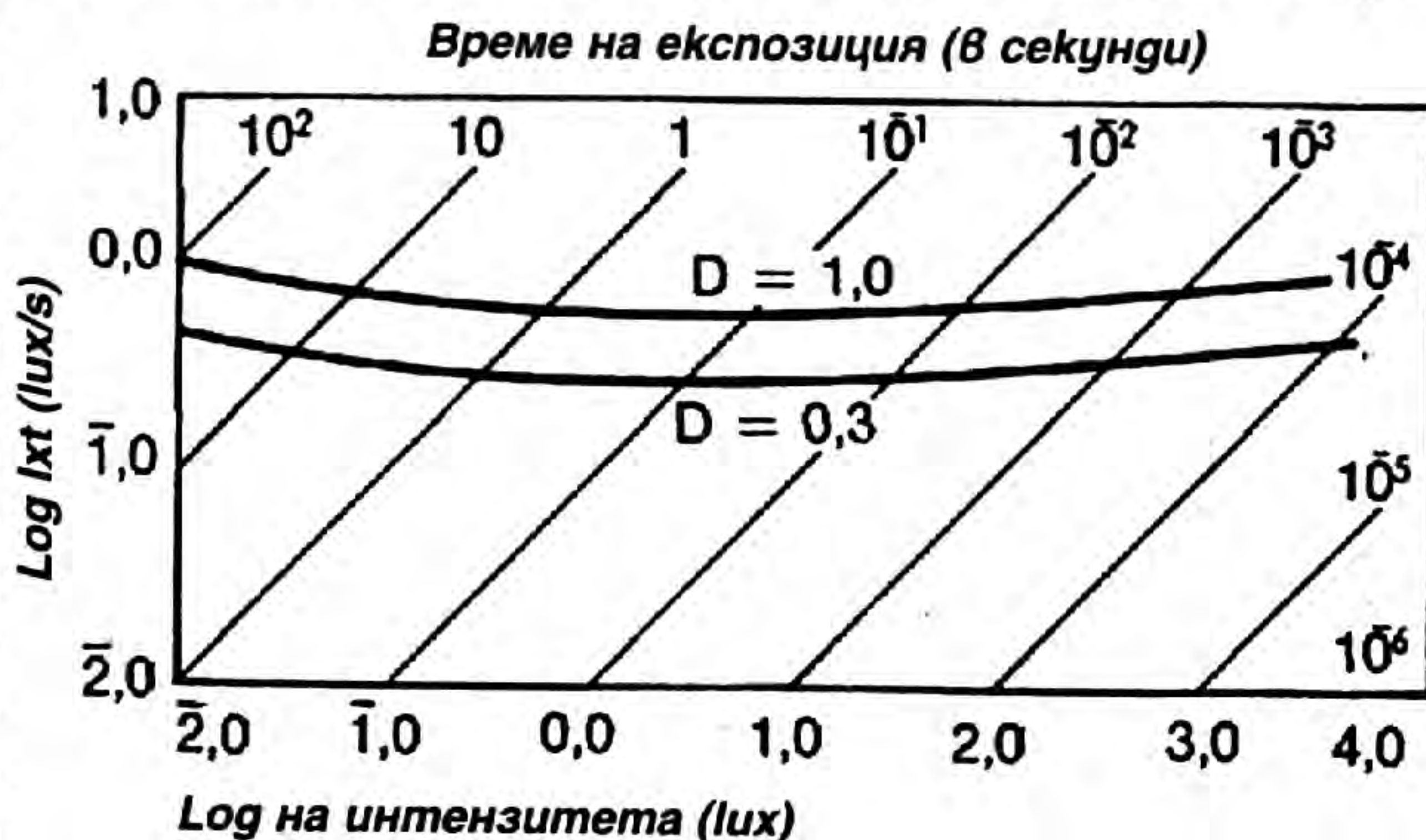
Правите под ъгъл 45° съответстват на константното време.

Всъщност, когато I расте, Ixt нараства пропорционално.

Ако намаше нарушение на закона за реципрочността, показаната крива на филма би била хоризонтална права, тъй като за дадена плътност, едно увеличаване на осветяването би отговаряло на намаляване на експозиционното време, поради постоянството на Ixt . Ще отбележим, че кривата се огъва в двете си крайни части - за ниските

стойности на осветяването трябва да увеличим светимостта или експозиционното време.

За определен филм тези константни криви на времето позволяват да се определи след кой момент увеличаването на експозиционното време става безсмислено.



ЗАКЛЮЧЕНИЕ. С изключение на научните филми - те са по-добре адаптирани към нарушението на закона за реципрочността, което зависи от чувствителността на емулсията - за предпочитане е да се използва филм със средна светлочувствителност за дългите експозиции (звездни), отколкото много светлочувствителен филм.

Силночувствителните цветни филми са съставени от много слоеве и всеки от тях реагира в различна степен, което предизвиква промяна в *цветния баланс* на филма. В резултат се забелязва изменение в интензитета на различните цветове, в полза на един, доминиращ. Този ефект се намалява, когато се фотографира при ниска температура или, още по-добре, с трихромен процес.

ИЗСЛЕДВАНЕ НА СВЕТЛОЧУВСТВИТЕЛНОСТТА

Този стар фотографски проблем днес вече е актуален само в астрофотографията. Става въпрос да се намери компромисът между проблемите с чувствителността, реципрочността, зърното и контраста, за да нараства броя на фотографите ви без да губите много време в снимане...

Съвременните филми постепенно достигнаха чувствителност, която преди години изглеждаше невъзможна. Използваните в началото на века процеси за увеличаването ѝ вече почти не се прилагат. Но има и няколко интересни процеса, които могат да бъдат класифицирани в две групи, според това, дали се прилагат върху филма преди или след снимането - хиперсенсibiliзацията и подсилването на латентното изображение.

ХИПЕРСЕНСИБИЛИЗАЦИЯТА. Разграничаваме два метода.

*** ФИЗИЧЕСКА.** За да се избегне нарушението на реципрочността трябва да се създадат стабилни и еднакви под-зародиши, разпръснати върху цялата повърхност на филма. За целта се използва т.н. **метод на засветяването**!, при който филмът се излага на светлина с голям интензитет за изключително кратко време. Днес, прилагането на електронните светкавици дава интересни, но все още недостатъчни резултати. За всеки тип филм и за всяка светкавица трябва да се открие оптималното количество светлина, съвместимо с приемливия воал.

*** ХИМИЧЕСКА.** Целта е чрез сложни химични реакции да се създаде такава концентрация на Ag^+ йони, която повдига чувствителността с 2-3 дифрагми, но заедно с това увеличава и воала. Нестабилността на така обработените емулсии води до заличаването на тази хиперсенсibiliзация за 2-4 дни. Затова тя трябва да се прилага непосредствено преди снимането. Например, амоняк с алкохол ускорява сушенето и ограничава воала. Комбинацията:

60 ml вода + 35 ml алкохол + 4 ml амоняк

дава добри резултати, като времето за потопяване е от порядъка на минута. Живачните пари предизвикват добро нарастване на чувствителността, но процесът е по-деликатен за реализиране.

ПОДСИЛВАНЕ НА ЛАТЕНТНОТО ИЗОБРАЖЕНИЕ (ЛАТЕНЗИФИКАЦИЯ).

Прилага се върху латентното изображение, непосредствено след експонирането на филма.

*** ПОСТЛУМИНАЦИЯ.** Дълго използвана от професионалното кино техника, която се състои в дълго експониране на филма пред много слаб светлинен източник. Препоръчва се експониране на филма от 2.40 m с 10 W лампа, покрита с филтър на Wratten 96 с плътност 3 заедно с 1-2 листа бяла хартия. Времето на тази експозиция се търси експериментално, според резултата.

*** ОКИСЛЯВАНЕ.** То има за цел да активизира сребърните йони близо до стабилните зародиши. Най-често се използват 1-2 единици кислородна вода (медицинска - 10 единици разреждени 5-10 пъти). Филмът се потапя в тази баня за 1-5 min непосредствено преди нормалното проявяване.

Важно е да се отбележи, че подсилващите и хиперсенсibiliзиращите техники често са измамни, поради нерегулярността на резултатите. Все пак, многобройните опити често водят до реално овладяване на техниката, когато тя се превърне в ефикасна и репродуктивна.

ТЕХНИЧЕСКИ НОВОСТИ В ХИПЕРСЕНСИБИЛИЗАЦИЯТА. През последните години в тази област бе постигнат значителен прогрес. Но сред многоброй

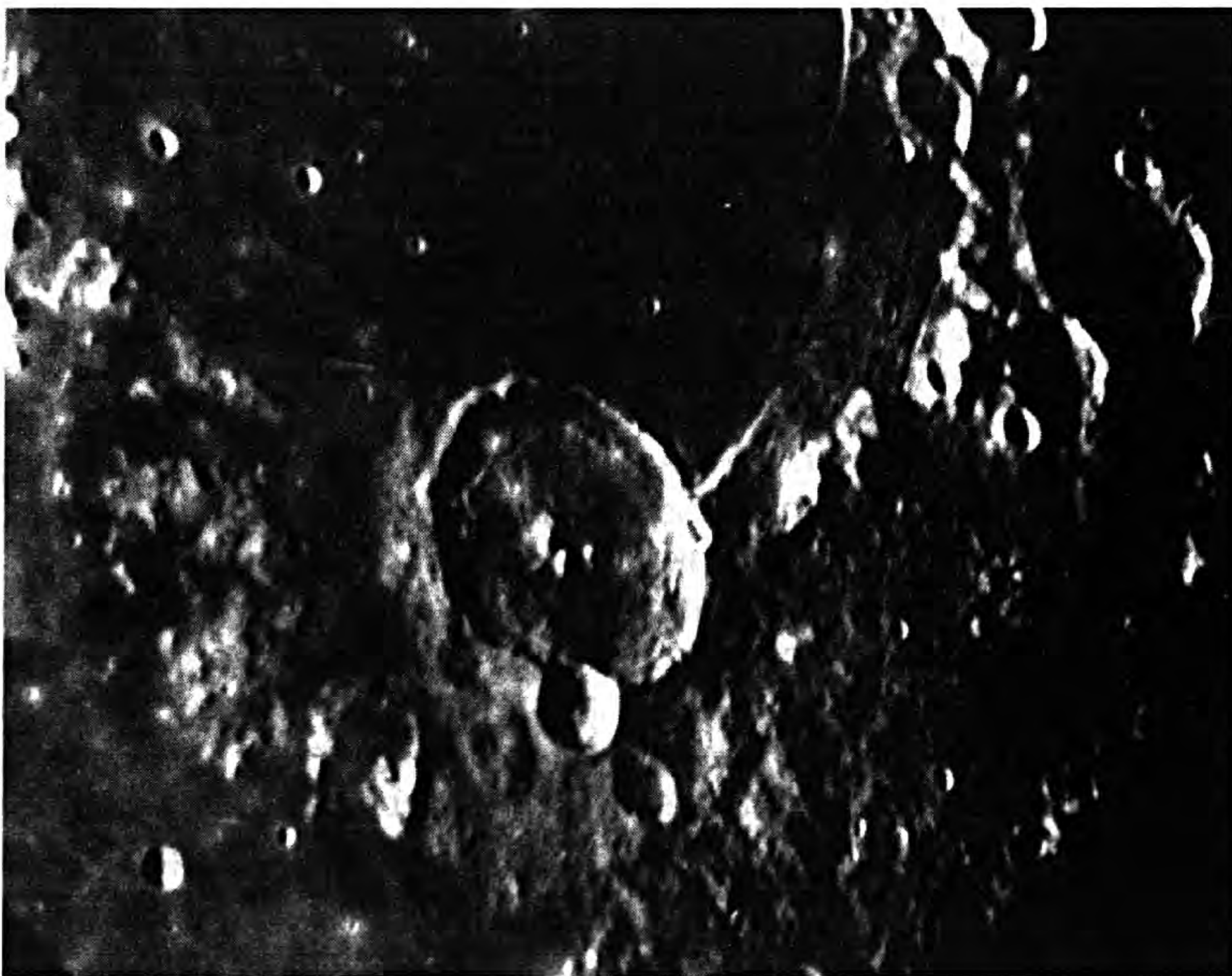
ните техники, използвани в обсерваториите, една-единствена изглежда достъпна за любителите с ниската си цена и простотата си. Разработена от д-р Марлинг, тя се състои в използването на топъл (50°C) „форминг-газ“, който представлява смес от 92% азот и 8% водород. Филмът се поставя във вакуумна камера, в която налягането трябва да е не повече от 0.00003 атмосфери, за да се освободи емулсията от кислорода и водните пари. След това се „залива“ със сместа от азот и водород, която се загрева до 50°C и престоява така различно време, в зависимост от филма, между 5-18 h. Газът се освобождава, като се заменя с въздух, а филмът се съхранява в хладилник. Ефектът при различните емулсии е различен, но при късите експозиции е съвсем слаб, така че трябва да се прилага за дълги експозиционни времена.

Високо светлочувствителните филми увеличават своята чувствителност 2-8 пъти, а слабите - 10-50 пъти! Най-забележителни резултати са получени с емулсията 2415. Интересни резултати могат да се постигнат и с цветните филми.

СПЕКТРАЛНА ЧУВСТВИТЕЛНОСТ НА ФИЛМИТЕ. За много задачи е необходимо да се увеличи чувствителността на филма в една определена област на спектъра. За тази цел имаме три възможности:

ИЗБОР НА ФИЛМ. Освен съществуващите на пазара филми се намират и т.н. научни филми, които имат специални спектрални характеристики и следва да се подбират прецизно.

ИЗПОЛЗВАНЕ НА ФИЛТРИ. В случаите, когато се търси регистрирането на дадена дължина на вълната или област на излъчване, се поставят един или няколко филтъра.



Лунният циркус Gassendi. Телескоп Касегрен 520 mm, фокус 24 m. Филм Kodak Pan 2415, експозиция 1 s. Диаметърът на Луната в тази скала е 1.56 m. Снимка: Вискарги.

СТРУКТУРА НА ФИЛМА

Филмът е съставен от три слоя - емулсията, която е активният слой на филма, подложката и противоореолния слой.

ЕМУЛСИЯТА. Нейната роля е да създаде изображение, чиито плътности ще са обърнати спрямо реалността, като тъмните зони ще съответстват на светлите. Това е валидно само в случаите на негативна (черно-бяла) емулсия, която е най-често срещаната в астрофотографията. В случая на позитивна емулсия (обратима), ролята на филма е да създава директно снимка, отговаряща на действителността, най-често за прожекционно разглеждане.

ПОДЛОЖКАТА. Това е „механичната“ част на филма. Отделно се класифицират светлочувствителните плаки, чиято подложка е стъклена, но те се използват все по-рядко.

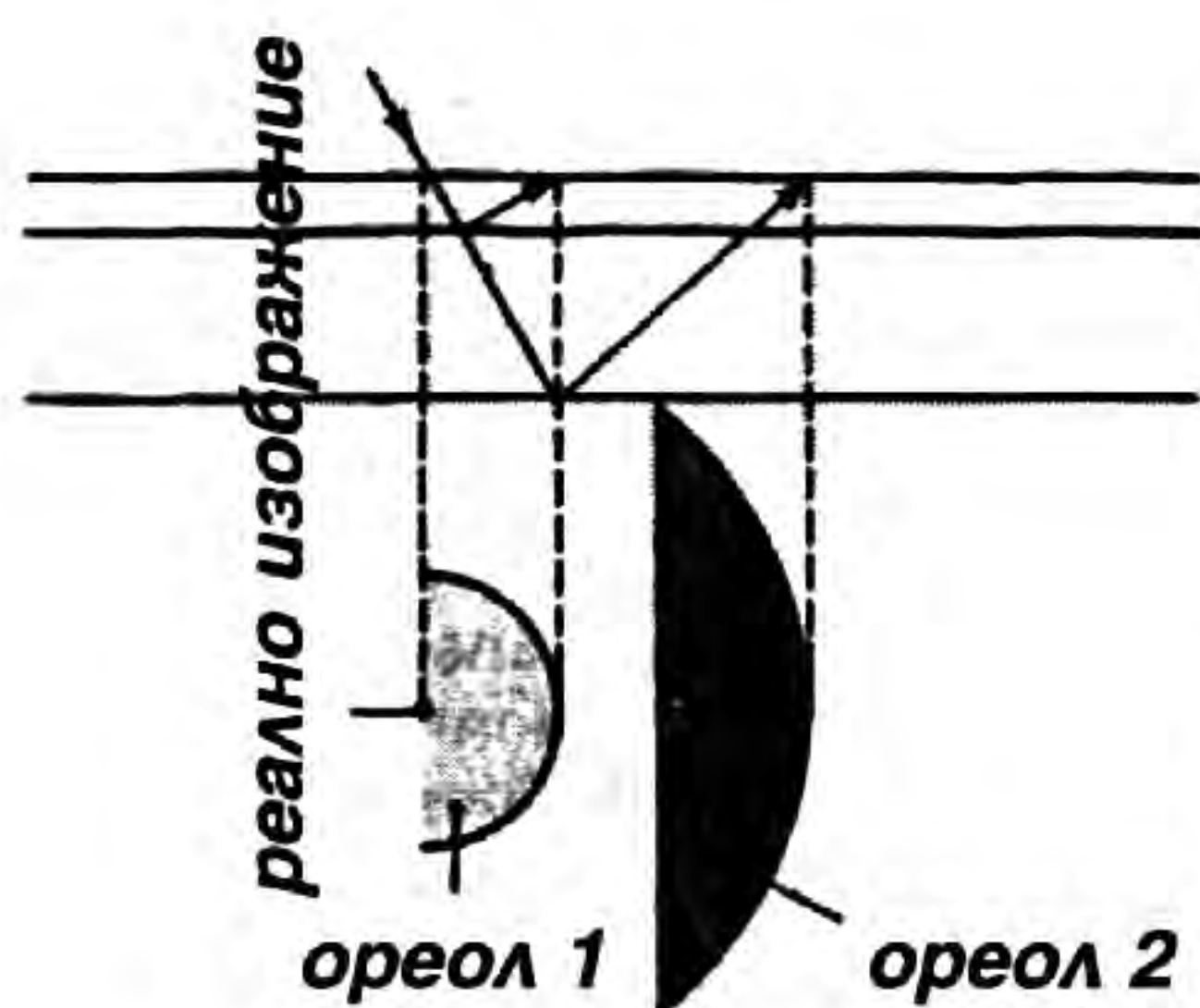
Подложката е съставена от целулозен триацетат. Този материал, използван в реализацията на първите филми, все още се ползва и в наши дни за повечето търговски филми. Той има добри механични свойства - не се разтяга и не се разкъсва рязко, когато се подложи на много силно обтягане.

В професионалните филми все повече се използва подложката на Estar, която представлява пластмасова материя с изключителна механична устойчивост. В астрофотографията се прилагат филми Recording на Kodak, също с подложка на Estar. Неговата устойчивост е толкова голяма, че понякога той е труден за рязане.

ПРОТИВООРЕОЛНИЯТ СЛОЙ. Той има за цел да спре отразяването на светлинните лъчи, пресекли подложката, така че да не попадат върху емулсията. Почти винаги поставен на гърба на филма, този слой понякога се нарича „гръбначен“.

Напълно разтворим в процеса на проявяване, той изобщо не се вижда върху вече фиксирания филм. Все пак, някои филми имат труден за сваляне „гръбначен“ слой и ако при проявяването останат следи от него, използвайте алкална баня (разтворен амоняк).

Ролята на противоореолния слой, свързан с дебелината на подложката.



Качествените филми се предпазват срещу ореолите освен чрез „гръбначния“ слой и чрез намаляване дебелината на емулсията.

ЦВЕТНА ЧУВСТВИТЕЛНОСТ.

Филмите за снимане могат да се класифицират в 3 големи категории:

- a) **Нехроматични**
- b) **Ортохроматични**
- c) **Панхроматични**

Към тях могат да се прибавят и специалните емулсии за инфрачервени, ултравиолетови, рентгенови и други дължини на вълната.

СВЕТЛОЧУВСТВИТЕЛНОСТ НА ФИЛМА.

Това е способността на филма да почернява след минимално експозиционно време на светлината - един слабо светлочувствителен филм изисква повече светлина от един силно светлочувствителен филм, за да се достигне до същия резултат. В говоримия език понякога се използва и само думата „силен“ вместо „светлочувствителен“.

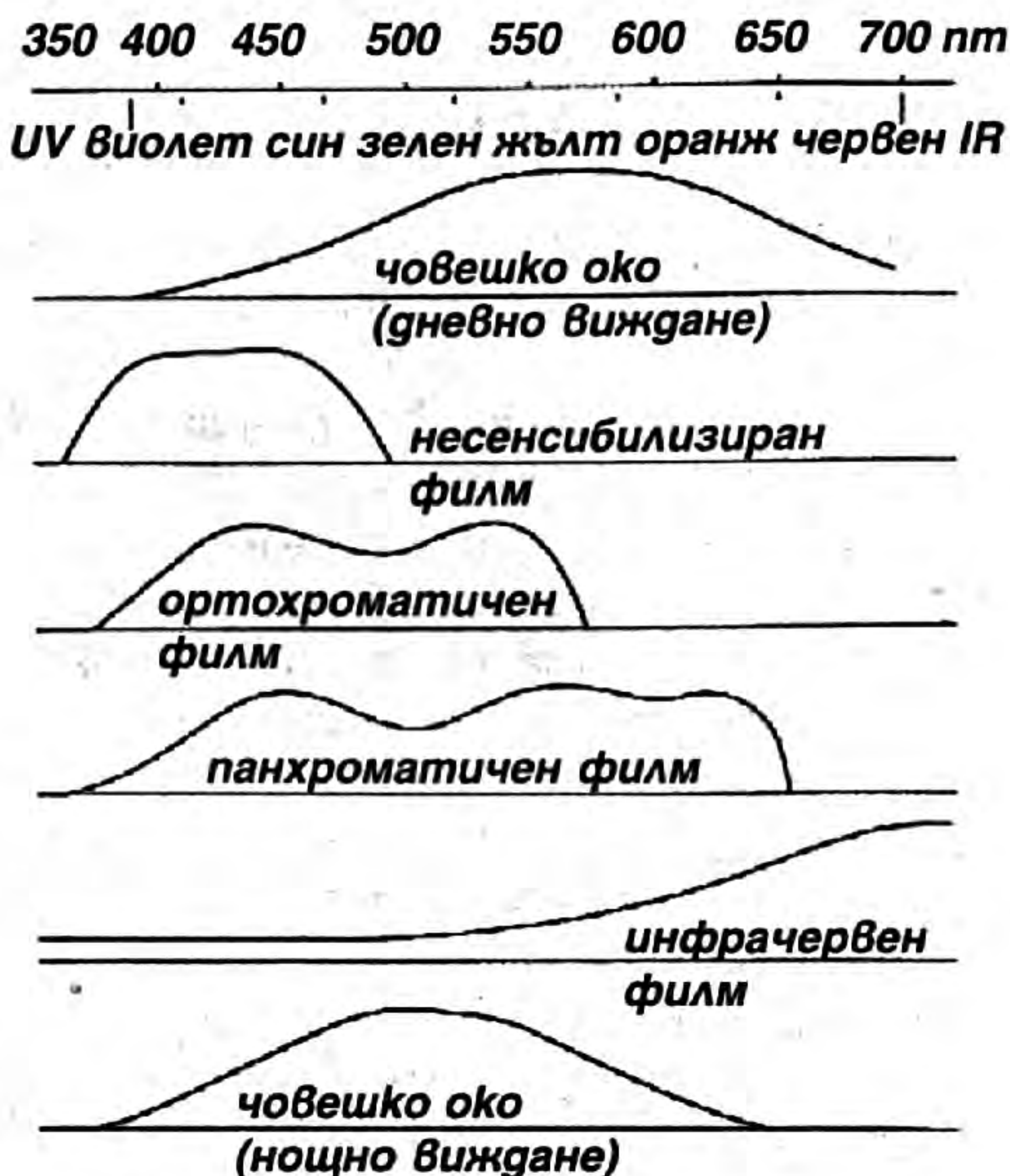
След като измервателните системи Weston и Scheiner бяха изоставени, практически останаха само две системи за измерване - DIN (Deutsche Industrie Normen) и ASA (American Standard Association).

СЪОТВЕТСТВИЕ. Полезно е да се знае, че съвпадението в скалите на системите става при стойност 12, т.е. чувствителността на филм 12 ASA е идентична с тази на филм 12 DIN.

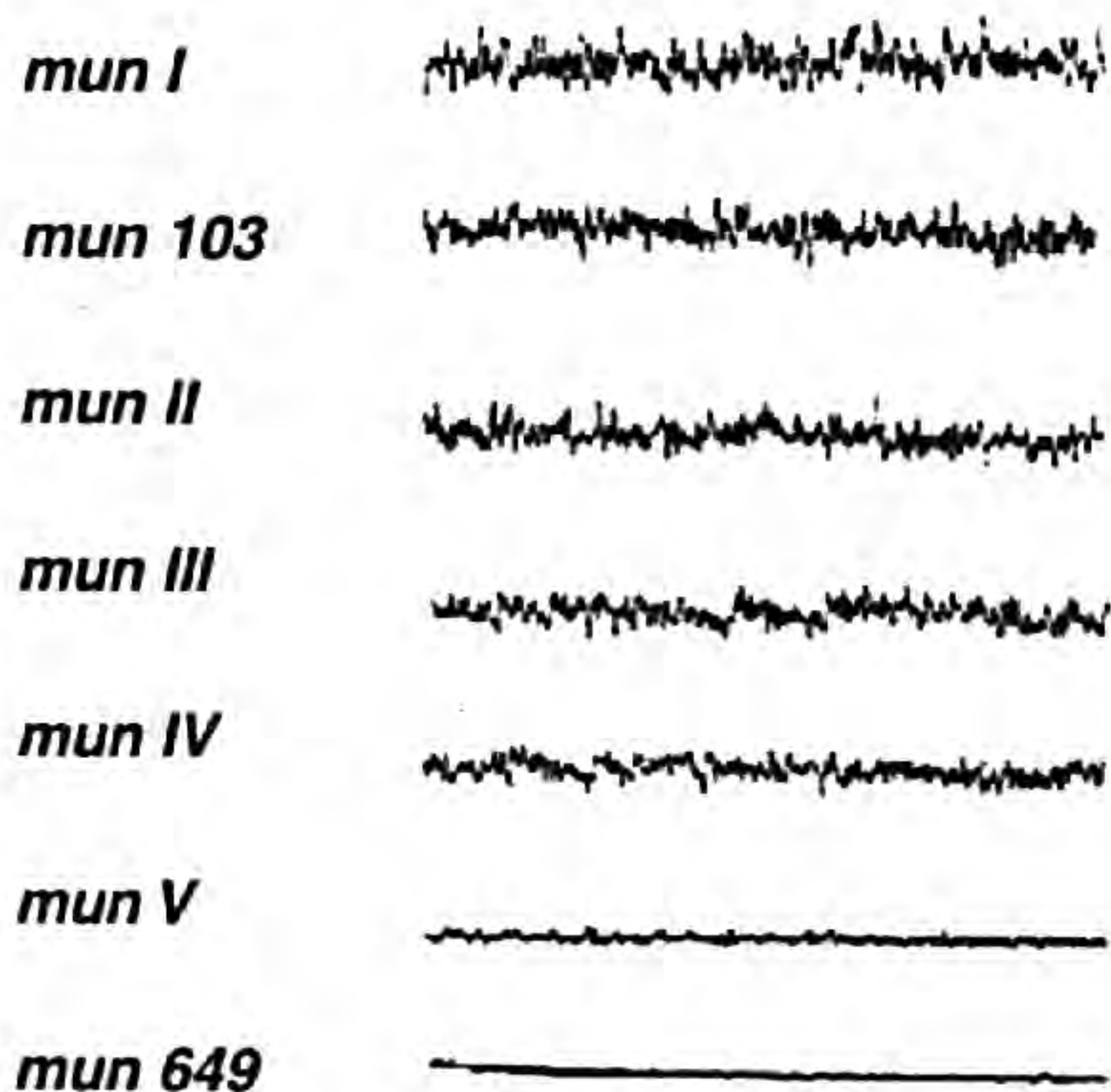
ХАРАКТЕРИСТИКИ НА ИЗОБРАЖЕНИЕТО. След проявяване, изображението се характеризира с определен брой данни, които са свързани или с вътрешната структура на филма или със самото получаване на снимката.

РАЗДЕЛИТЕЛНА СПОСОБНОСТ. Това е възможността на филма да раздели два близки детайла. Тази стойност се измерва, като се фотографира определена мишена в стандартни условия. Разделителната способност на филма се дава в линии за милиметър - между 300 и 700 линии за филмите с много висока разделителна способност и 40 до 60 линии за филмите с ниска разделителна способност.

РЯЗКОСТ. Явление свързано с ореолите и разсейването на светлината във филма. Това е визуалната интерпретация за границата между две различни степени на плътност, където при липса на размиване би трябвало да има прецизно



Спектрална чувствителност на фотографските емулсии. Кривите се променят за различните емулсии, дори от една марка. Тези схеми представляват само едно опростяване на реалността. Дължините на вълните са изразени в нанометри (nm), т.е. 1 милиардна от метъра.



Криви от денситометър за основните типове професионални филми Kodak. Вижда се как намаляването на зърнистостта (най-долу) следва намаляването на чувствителността.

разделяне.

ЗЪРНИСТОСТ. Това е зърнистостта на проявения филм в зависимост от самия филм, но също и от типа на проявителя и условията на проявяване. Условията за проявяване на всеки филм са дефинирани, а специални апарати (микроденситометри) позволяват уеднаквяването на измерванията. Степента на зърнистост се изразява в RMS (Root Mean Square).

Всички тези данни позволяват да се характеризира филмът преди експонирането му. Но ще видим, че различните обработки могат да променят в известна степен тези данни.

Ето един списък на черно-белите и цветните филми, препоръчвани за астрофотографията.

ФОТОГРАФСКИ ЕМУЛСИИ: ИЗПОЛЗВАНЕТО ИМ В АСТРОФОТОГРАФИЯТА

ЧЕРНО-БЕЛИ ФИЛМИ

ФИЛМИ СЪС СРЕДНА СВЕТОЧУВСТВИТЕЛНОСТ. За фотографирането на Луната и планетите може да се използват средни емулсии, които комбинират добра чувствителност с достатъчно голям финес и приемлив контраст. Без съмнение, най-добрият филм е Kodak SO-410 (за слънчева фотография, предназначен за фотомикрографията). Това е фин филм, светлочувствителен и контрастен (с повишена чувствителност в червеното и използван винаги с филтри, оцветени в този цвят). Много любители ползват и Pan F Ilford, който също е достатъчно контрастен. Други предпочитат Agfa Pan 25 Profesionnel, който е много фин, но малко „мек“, Orwo NP 15 (50 ASA) или Agfa Pan 100, Ilford FP4 или Panatomic X.

ФИЛМИ С ГОЛЯМА СВЕТОЧУВСТВИТЕЛНОСТ. Запазвайки добра разделителна способност въпреки голямата светлочувствителност, Tri X и Tri X за аерофотография на Kodak са широко използвани за планетите и особено за Марс, в комбинация с големи относителни отвори ($f/D=90$ до 120).

СЛАБО СВЕТОЧУВСТВИТЕЛНИ ФИЛМИ С МНОГО ВИСОК КОНТРАСТ. Някои любители все още предпочитат слабите филми (вместо да намаляват относителния отвор, например от 24 до 40). Най-фините от всички са Recordak Ahu и Recordak 5786, които проявени в D11, позволяват да се получат изображения

почти лишени от зърно. Но повечето от астрофотографите са склонни да се откажат от тези филми, тъй като винаги е за предпочитане да се работи с по-голям относителен отвор (и с по-големи изображения).

1. МНОГО ВИСОКА РАЗДЕЛИТЕЛНА СПОСОБНОСТ, СИЛЕН КОНТРАСТ (Слънце, Луна във фокуса):

Kodak: Recordak ANU 5459, Recordak 5786, Kodalith MP 2557, Kodak TP 2415

Agfa-Gevaert: Agfa ortho Professional 25, Copex Pan, Rapidoline, Scientia 23 D 56

Ciba-Ilford: Ilforep IT4, Formalith SP4

2. МНОГО ГОЛЯМ ФИНЕС, СЛАБА СВЕТЛОЧУВСТВИТЕЛНОСТ (Луна, планети):

Kodak: Panatomic X, Negative ortho 4782

Agfa-Gevaert: Agfapan Prof 25, Scientia 39 с 56

Ciba-Ilford: Pan F

Fuji: Neopan 32

3. СТАНДАРТНИ ЕМУЛСИИ (Луна, планети):

Kodak: Plus X, Plus X Prof, Ektapan, Verichrome Pan

Agfa-Gevaert: Agfapan Prof 100, Agfapan Prof 200, Agfaortho 125

Ciba-Ilford: FP4, Commercial ortho 80

Fuji: Neopan SS и Neopan SSS

4. СВЕТЛОЧУВСТВИТЕЛНИ ЕМУЛСИИ (звездни снимки, комети, метеори):

Kodak: Tri X, Tri X Pan Prof, Tri X aero

Agfa-Gevaert: Agfapan Prof 400

Ciba-Ilford: HP5

5. ИЗКЛЮЧИТЕЛНА СВЕТЛОЧУВСТВИТЕЛНОСТ (обекти с малък блясък, къси експозиции):

Kodak: Recording 2775, Panchro Royal (1200 ASA-12)

Ciba-Ilford: HPS

6. СВЕТЛОЧУВСТВИТЕЛНИ ФИЛМИ СЪС СЛАБО ОТКЛОНЕНИЕ ОТ РЕЦИПРОЧНОСТТА (дълги експозиции):

Kodak: type 103 a, type II a

7. СПЕЦИАЛНИ ИНФРАЧЕРВЕНИ ФИЛМИ:

Kodak Infra Red 2481, SO 115 (фино зърно, добра чувствителност и голям контраст).

8. КОМПЕНСИРАЩИ ФИЛМИ (125 до 1600 ASA):

XP1 Ilford, Agfa Vario XL

Те не са много интересни за Луната (която не показва съвсем чисти цветове), но могат да дадат достатъчно атрактивни резултати с Юпитер и Марс. За съжаление, разделителната им способност е ниска, поради трите насложени един върху друг слоя и доста ниския контраст. Най-добри резултати се получават с Kodachrome 64, Ektachrome 64 и 160, както и еквивалентните им филми Agfa и Fuji (Ektachrome 400 ASA трябва да се използва с относителен отвор поне 100). По-интересен изглежда новият Kodak Photomicrography-Color-Film, чиято Гама е 2.5 за разделителна способност около 200 линии на милиметър (и чувствителност 16 ASA).

1. ВИСОКА РАЗДЕЛИТЕЛНА СПОСОБНОСТ, ПОВИШЕН КОНТРАСТ, СЛАБА СВЕТЛОЧУВСТВИТЕЛНОСТ (Луна, планети, Слънце):

Kodak: Photomicrography color film 2483 (Ekta)

Agfa-Gevaert: Scientia Color

2. ФИЛМИ С ВИСОКА РАЗДЕЛИТЕЛНА СПОСОБНОСТ (Луна, планети):

Agfa-Gevaert: Agfachrome 50L, Agfacolor CN 17

3. ФИЛМИ СЪС СРЕДНА СВЕТЛОЧУВСТВИТЕЛНОСТ (Луна, планети, звезди с Шмугт-камера):

Kodak: Kodachrome 64, Ektachrome 64, Kodakolor VR400, Ektachrome US Aero

Agfa-Gevaert: Agfacolor XR 100, 200 и 400

4. СИЛНО СВЕТЛОЧУВСТВИТЕЛНИ ФИЛМИ: (планети, затъмнения на Луната, звезди):

Kodak: Ektachrome 400, Vericolor VR 1000

Fuji: Fujichrome 400, Fujicolor NR 400

3 M: Color Slide 1000

ФИЛМИ ЗА МОМЕНТАЛНИ СНИМКИ. Процесът на моменталното проявяване позволява за по-малко от една минута да се получи позитивна черно-бяла или цветна снимка. Обратно, светлочувствителността на филма, която е много висока заради използваните големи скорости, се намалява до тази на останалите по-чувствителни филми, когато са необходими удължени времена за експозиция. Всъщност, както вече отбелязахме и за останалите филми, отклонението от закона за реципрочността се проявява и при „моментните“ филми, щом като се увеличава времето за експозиция. Фотографирането на "звездни следи", съзвездия или съединения не представлява проблем с тези филми. За да може да снима с телескоп, любителят трябва да си направи специален носач, чрез който да прикрепи фотоапарата по продължение на окулярния носач, но с необходимия наклон, според формата на апарата. С 300 mm телескоп може да се надяват да получат изображения на Юпитер с 4 или 6 mm диаметър, ако турбуленцията е много слаба и движението на екваториалната установка е безупречно.

Ръкавите на Млечния път, прекъснати от тъмни облаци в Южна корона, Скорпион и Вълк. Експозиция 45 min върху филм Fujichrome 100.

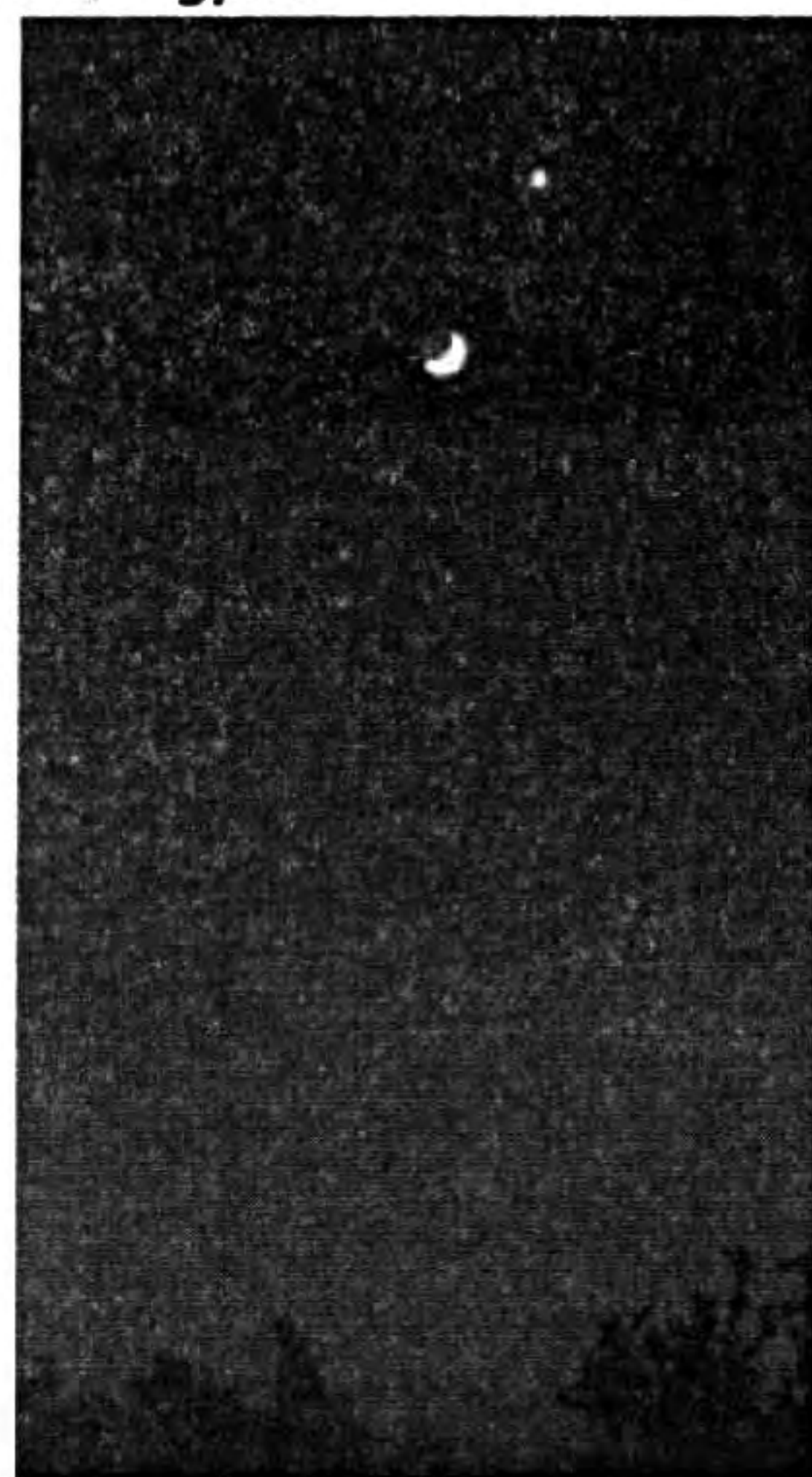
Снимката е копирана с увеличение 5 пъти върху хартия Ektachrome 14 RC. Обектив 28 mm, $f/D=2.8$. Снимка: Рокес.

Големият Магеланов облак, фотографиран с Шмидт-камера с $\phi 350$ mm, чрез трихромен процес. Снимка: Ханс Вахренберг.



Луната, частично затъмнена малко след изгрева си. Експозиция 1/30 с върху филм Ektachrome 160. Телеобектив 135 mm, $f/D=2.8$. Снимка: Бурж.

Съединение на Луната с Юпитер (вляво) и приближаване с Венера (отдолу) в полумрака. Експозиция 2 с върху филм Ektachrome 160. Обектив 50 mm, $f/D=2.8$. Снимка: Бурж.



Съединение на Луната с Венера и докосваща се окултация с Марс (близо до точката юг на лунния сърп). Експозиция 2-3 s, филм Ektachrome 160. Обектив 50mm, $f/D=2.8$. Снимка: Бурж.

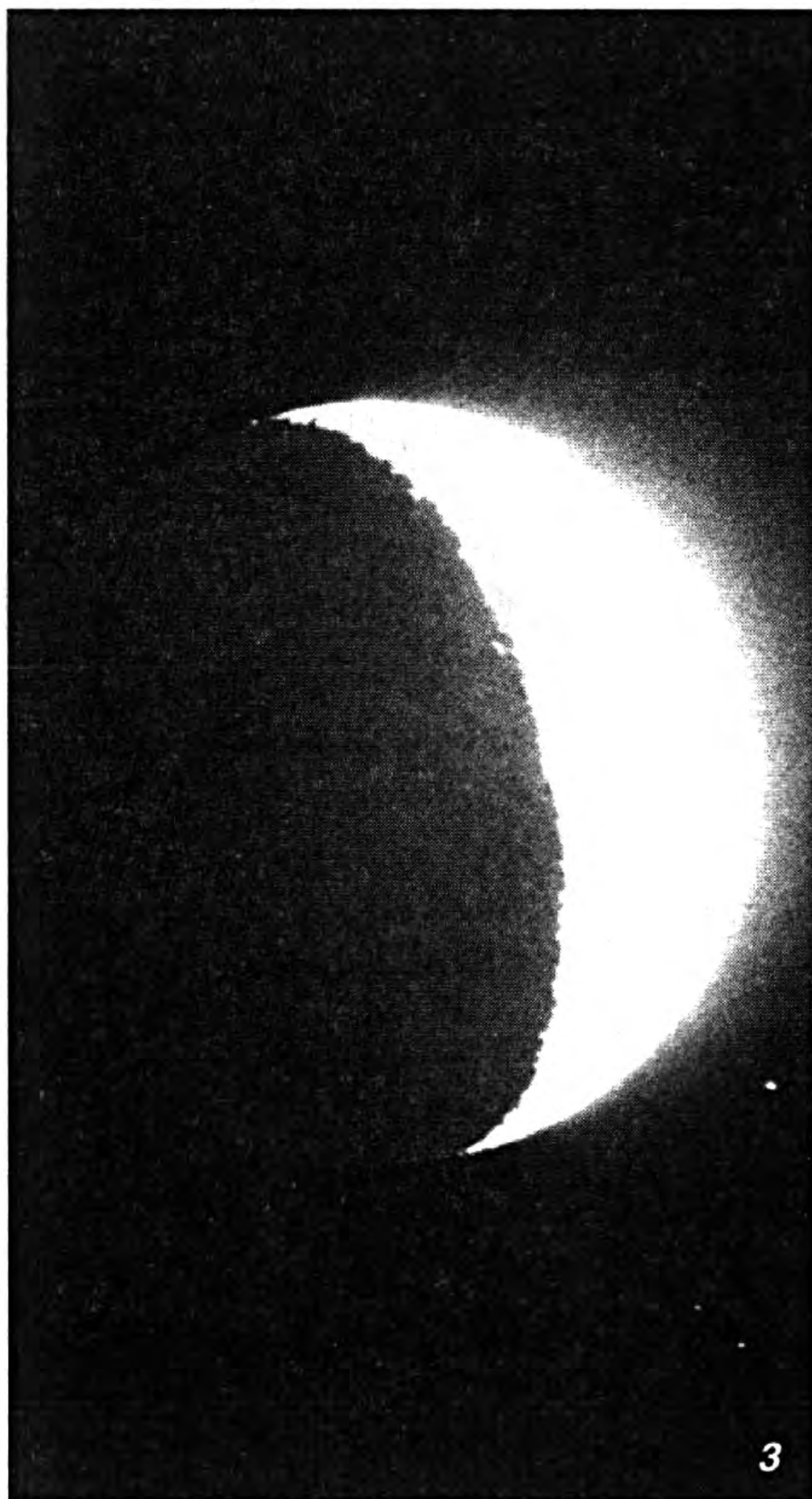


(1) Вид на Луната по време на частично затъмнение. Забележете сивкавата ивица на границата на земната сянка. Частта, намираща се в сянката, се оцветява обикновено в червено-кафеникаво. Снимка: Рокес.

(2) Сърп и пепелява светлина на Луната, фотографирана във фокуса на 256 mm телескоп с екваториално задвижване ($f/D=5$). Експозиция 30 s, с въвеждане на корекция, отчитаща собственото движение на Луната. Снимка: Бурж.

(3) Луната, покриваща купа Плеяди. Експозиция 1 s върху филм Anscochrome във фокуса на 256 mm телескоп с екваториално задвижване ($f/D=5$). Снимка: Бурж.

Снимка на Юпитер, получена с 200 mm Celestron и увеличение с 12.5 mm орто-окуляр, експозиция 2 s върху филм Ektachrome 200 ASA. Снимка: Арсиги.



НОВИ ЧЕРНО-БЕЛИ ФИЛМИ

1. Kodak Technical Pan Film N 2415 (бившият SO-410).

Тази емулсия е създадена за слънчева фотография с висока разделителна способност. Много пъти видоизменяна, тя се е превърнала в една от най-добрите, подходяща както за слънчева, така и за планетна и звездна фотография. Емулсията TP 2415 е нанесена върху подложка с високо качество и стабилност. Нейната разделителна способност е много висока - тя варира между 400 и 280 линии на милиметър, в зависимост от проявяването. Контрастът е висок, γ достига до 3, но е възможно да се получават и изображения с по-нисък контраст. Зърното почти отсъства, особено когато не се търси твърде висок контраст и силна светлочувствителност. Всъщност, 2415 е един сравнително чувствителен филм. Той достига до 250 ASA (когато се обработва за 5-6 min с KD 19b или HC 110, разреден в съотношение 1+5), до 100-150 ASA при използването на обичайните проявители (HC 110, разреден в съотношение 1+30) и дори до 25 ASA, когато се проявява с цел достигане до нисък контраст (около 0.6-0.7). Когато се използват по-бавни проявители, разделителната му способност нараства още повече.

2415 е филм, предназначен преди всичко за фотографирание с висока разделителна способност. Той е отличен за Слънцето, особено с по-бавни проявители, като HC 110. Създава хармонични изображения, а бързината му позволява да се използва при много къси експозиции. Това е идеалният филм за Марс и Юпитер. При относителни отвори между 40 и 80 времето за експозиция варира от 1/2 до 2 s за проявяване от 5 min при 20°C в D 19b или от 4 min при 20°C в HC 110 (1+15). С него могат да се получат добри изображения на Сатурн, но контрастът му е прекалено силен. Докато при проявяване с по-слаб контраст (HC 110 - 1+30 или 1+40) чувствителността му става недостатъчна (особено за по-скромен инструмент). Kodak препоръчва Pan 2415 за обща фотография (с контраст 0.6-1) при условие, че филмът се експонира като 25 до 125 ASA и се проявява в Technidol L.E. Разделителната способност е 400 линии на милиметър, т.е. от порядъка на Microfile ANU Kodak. Интересно е да се използва 2415 проявен с Technidol за фотографии на Луната във фокуса на телескоп с $F/D=6$ или 10, за да се получи разделителна способност, близка до теоретичната. Ние сме получили много от нашите най-добри снимки с 2415, проявен с Microphen за достигане до гранични контрасти (при $F/D=25$). 2415 бе използван много успешно от Вискарди за фотографирание на Луната с много висока разделителна способност. Тези снимки са ненадминати и при копирането им върху хартия се превръщат в забележителни изображения (благодарение на добрия контраст, създаван от проявителя D 19d). Но най-добре е начинаещият астрофотограф да проявява лунните снимки направени върху 2415 с Microphen, така че да получи контраст, който да не надвишава 1.6.

Съвсем неочаквано се оказа, че 2415 е забележителен филм и за фотографирание на „дълбокото“ небе. Разбира се, отклонението от Закона за реципрочността е голямо и затова той дава добри резултати само с помощта на Шмидт-

камери с относителни отвори 1.4-2 и експозиции, които не надвишават 5 min. Но чудото идва главно от факта, че този филм изключително добре се поддава на хиперсенсibiliзация с „форминг-газ“. 2415 може да увеличи 10-20 (дори 50) пъти светлочувствителността си, достигайки почти до възможностите на бързите филми, предназначени за фотографирание с дълги експозиции (103a). Но при това, 2415 запазва своята разделителна способност и финеса на зърното си. Хиперсенсibiliзацията с „форминг-газ“ не се реализира трудно (фирмата Lumicon предлага всичко необходимо). Някои предлагат дори готов, хиперсенсibiliзиран филм 2415, но както е известно, тези емулсии могат да се запазят така само няколко дни и то в хладилник. Хиперсенсibiliзацията увеличава поне 2x чувствителността на 2415 при късите експозиции.

2. Филм Ilford XP1 125 go 1600 ISO/ASA.

Поради непрекъснатото нарастване на цената на среброто и намаляването на световните резерви от този метал, фотографската индустрия се зае да създаде филми, при които среброто да може да бъде напълно „улавяно“ при проявяването.

Ilford XP1 е черно-бял филм, произведен именно по тази нова технология. Но ние се спираме на него не по тази причина, а поради забележителните му свойства. XP1 е филм с двоен слой (един бърз и един бавен), в който има сребърни кристали, но крайното негативно изображение се съставя от оцветители. За астрофотографията XP1 има две предимства - той може да се използва до 400 ASA (стойност, която препоръчваме), но и за всички останали стойности, за които е предвиден. Освен това, финеса на зърното му е близък до този на един добър филм 25-40 ASA, а и контрастът му е достатъчно висок. Всъщност, XP1 е интересен в гамата чувствителности от 200 до 600 ASA, където показва достатъчна разделителна способност, фина грануляция и контраст. Всичко това се съгласува твърде добре с нуждите на астрофотографията: за лунна фотография при F/D=40-60, за фотографирание на Сатурн (F/D=80/100) и във всички случаи, където се използва Tri X на Kodak и HP 5 на Ilford.

XP1 трябва да бъде проявяван в специални бани (C.41) и температура 38°C (проявяването продължава точно 14 min, заедно с измиването). Друг филм от същия тип, Agfa Vario XL, също е много интересен, но неговият контраст е по-нисък, което го прави малко по-неизползваем в астрофотографията.

НОВИ ЦВЕТНИ ФИЛМИ

През последните години, повечето големи производители се специализираха в производството на цветни филми (Kodak, Fuji, 3M, Agfa и др.), благодарение на многото нови и важни подобрения в технологията.

На първо място, кристалите на сребърния сулфид, наречени „зърна Т“, са съвсем плоски и доста широки, напълно еднакви, така че „използват“ фотоните много по-добре и са по-чувствителни към синьото (откъдето идва и липсата на слой жълт филтър, както и намаляване дебелината на светлочувствителния слой). Тези зърна позволяват да се увеличи 2.5 пъти чувствителността на емулсията, като се запази добрата разделителна способност и съвсем равномерната грануляция.

Всички тези подобрения позволиха реализирането на ново поколение цветни филми - много чувствителни, с висока разделителна способност и бистри цветове.

- Серията Fuji, която включва **Fujicolor HR 100, 200 и 400**. Например, Fujicolor HR 400 показва по-висока разделителна способност и по-фина грануляция със забележително цвето предаване.

- **Kodak** продължава да ни изненадва с производството на **Vericolor VR 1000** с чувствителност 1 000 ASA, чиято разделителна способност и зърно са от порядъка на стария Kodacolor 400, а цветовете са великолепни. В астрономическите приложения новият филм дава забележителни резултати с обективи с $F=1.2-4$ и сравнително къси времена на експозиция (10 s - 10 min). Освен това, той също може да бъде обработен с „форминг-газ“.

- **3M** представи своята нова обратима емулсия **1 000 ASA** (която може да достигне и 4 000 ASA). Фотографирането на слънчев спектър с този нов филм показва, че 3M 1000 дава нормални резултати, когато се експонира с къси времена, докато при дългите експозиции се констатира разбалансирано изображение, с подсилени червени и жълти цветове, дори изчезнало синьо. Филмът показва зърно малко по-голямо от останалите съществуващи филми с 4 000 ASA. Негов основен недостатък е пресъздаването на небесния фон в зеленикаво - особено от обективите с големи относителни отвори. Този проблем може лесно да се реши, като изображението се прехвърли на диапозитив върху филм Ektachrome 64, с използването на филтър Магента (Kodak CC 30M или 40M). (Тук не става въпрос да се използва филтър за получаване на снимката, тъй като това ще намали чувствителността на 400 ASA!) С увеличена до 3 800 ASA чувствителност, 3M 1 000 ASA е изключително интересен за регистриране на дифузни мъглявини.

Филмът 3M 1000 е особено ефикасен при фотографиране с големи относителни отвори и сравнително къси времена на експозиция. Той остава чувствителен до времена от порядъка на 10 min. Но може да бъде хиперсенситивизиран и с „форминг-газ“ и така да достигне времена до 1 час, при това - без голяма загуба на светлочувствителност и без видимо изкривяване на цветовете. За да обобщим - 3M 1000 изглежда идеалният филм за астрофотография на северни сияния, метеори и съединения, особено при използването на голям относителен отвор и къси експозиционни времена.

Скоро, всички цветни филми ще бъдат заместени от новите емулсии, които показват по-висока чувствителност, по-fino зърно и по-добро цвето предаване.

Сега, Kodak предлага новият Ektachrome 800-1 600 ASA, който може да достигне и 3 200 ASA.

Kodak вече продава серията Kodacolor VR 100, 200, 400 и 1000 ISO.

За онези, които търсят преди всичко максимална разделителна способност препоръчваме Kodachrome 200.

Fuji вече почти напълно замести своите цветни емулсии с новата технология - Fujicolor HR 100, 200, 400.

Agfa също предложи нови серии цветни негативни филми - Agfacolor XR 100, 200 и 400 ASA.

РОЛЯТА НА СЪСТАВКИТЕ

Както видяхме, проявяването на филма след експонирането му става с помощта на два продукта: проявител - агента, който разкрива действието на светлината и фиксаж, който спира и прави невъзможно всяко по-нататъшно въздействие на фотоните.

СЪСТАВКИ НА ПРОЯВИТЕЛЯ:

Редукторът или проявяващото вещество е основният активен елемент на проявителя. Всички останали елементи са необходими само за да улеснят, регулират или допълнят неговото действие.

Основата или ускорителят на реакцията има за цел да увеличи рН (единица за измерване киселинността на разтвор, който при рН7 е неутрален, от 7 до 0 - все по-киселинен, от 7 до 14 - все по-основен), т.е. да доведе до висока алкалност, която е условие за голям потенциал на кислородната редукция.

Консерваторът действа като предпазител срещу окисляването на проявителя и фиксира вече окисления проявител. Освен това, той регулира реакцията.

Противоореолното вещество има за цел да усилва електрическата бариера около кристалите, които не са били докоснати от светлината, като внася йони на Br. Така постепенно се забавя формирането на първичното изображение (периода на индукция).

В течение на проявяването, проявителят увеличава броя на йоните на Br-, което отслабва антивоаляращото вещество след няколко проявявания. Но присъствието му, което поддържа концентрацията на Br-, забавя все повече периода на индукция и обяснява частично „остаряването“ на проявителя.

В някои случаи се прибавят и вторични елементи:

- Сол от сребърен бромид в случаите на проявител за получаване на фино зърно

- Анти-варовик, който твърде рядко съществува в готовите проявители. Добре е при приготвянето на продуктите той да се добавя към водата за повечето региони.

- Течна съставка, която намалява повърхностното напрежение и позволява при случаите на работа с висока температура или нерегулярно разклащане да се получава по-равномерно действие върху цялата повърхност (Mirasol от Tetenal, Photo Flo на Kodak...)

- Съставка, която се бори срещу физичните въздействия върху желатина,

Стойности на рН:



Числото на рН показва степента на киселинност или основност на банята. Разтвор с рН между 1 и 7 е киселинен, като киселинността му е по-висока при стойност 2, отколкото при 4. Баня с рН между 7 и 14 е основна, като е по-основна при стойност 13 отколкото при 10.

КАЧЕСТВА И НЕДОСТАТЪЦИ НА ВОДАТА, ИЗПОЛЗВАНА ЗА ПРОЯВИТЕЛИТЕ. Идеалната вода е дестилираната, докато водата от чешмата съдържа химични елементи, които могат да затруднят или променят действието на проявителя. Тези основни елементи са:

- Варовикът. Утаяването на солите на калция може да размъти проявителя и да остави следи при съхненето, които понякога са необратими.
- Кислороден разтвор. Той предизвиква преждевременно окисляване на проявителя.

Най-добре е да се използва дестилирана вода, но за съжаление не винаги е лесно да си набавите голямо количество, тъй като по този начин се увеличава и цената на проявителя. В някои региони водата е подходяща, но само опитът ще ви покаже дали водата от вашата чешма е добра за направата на качествен проявител. Някои от минералните води са почти лишени от разтворени минерали и са съвсем подходящи за лабораторна работа.

ФОРМУЛА НА ПРОЯВИТЕЛЯ. По-голямата част от проявителите съдържат в променлива пропорция цитираните по-горе елементи и в частност: генол, хидрохинон, натриев сулфит, натриев карбонат и бромов поташ.

Основните им характеристики са:

- **Генол:** дава слаби контрасти, работи бавно, подтиска зоните със слаби експозиции, не разкрива докрай зоните с голяма експозиция.
- **Хидрохинон:** силни контрасти, намалява слабо зоните с малка експозиция, изисква рН по-голямо от 9.
- **Фенидон:** работи бързо, редуцира добре полусенките, може да работи в относително кисела среда, дава фино зърно.
- **Основата:** нормалната пропорция на натриевия карбонат е около 20 g/lit, но по-високата пропорция ще доведе до по-бързодействащ и по-контрастен проявител.
- **Сулфитът:** нормалната пропорция е около 80 g/lit, но по-силната концентрация ще доведе до проявител, който добре се консервира и създава фино зърно, ако банята не е много основна.

Забележка: Варирането на ефектите от генола и хидрохинона зависи от тяхната концентрация, а не от съотношението помежду им - нормалното им отношение е около 2.5 до 4.

Формулите на проявителите най-често се представят в табличен вид, установен по емпиричен път, тъй като везните с много висока точност обикновено са лукс. Но гамата от предлаганите проявители е достатъчно широка, за да удовлетвори по-голямата част от потребителите.

ПРОЯВИТЕЛИ, ИЗПОЛЗВАНИ В АСТРОНОМИЯТА. Ето няколко от най-често използваните:

*** Компенсиращи проявители:** те намаляват действието си в зоните с голяма експозиция и го увеличават в зоните със слаба експозиция.

Според характеристиките на редуциращите агенти, се вижда че става въпрос за проявители с доминиращ генол.

Най-простата формула тук е: (D 23 Kodak)

Генол.....7g

Натриев сулфит безводен.....100g

Вода1000ml

Проявяване 20min при 20°C.

Процесът на хармонизиране може лесно да се използва, като двете възможности се изявят върху обект с много висок контраст (зоната на лунния терминатор).

*** Високоенергетични проявители: използват се в случаите на сигурно недоекспониране, например, ако турбуленцията не е позволила достатъчното време за експозиция.**

Може да се използва формулата **Kodak D 82:**

Вода при 50°C.....750ml

Метилов алкохол.....48ml

Генол.....14g

Натриев сулфит безводен.....52.5g

Хидрохинон.....14g

Сода каустик.....8.8g

Бромов поташ.....8.8g

Комплектовайте с вода, за да получите 1000ml.

Използвайте този проявител без разреждане 4 до 5min при 18°C, който се запазва само няколко дни.

В тази формула се вижда, че проблемът с консервацията се дължи на слабата концентрация на сулфита, докато енергичността е следствие от високото съдържание на генола.

ЗНАЧЕНИЕ И ИЗБОР НА ПРОЯВИТЕЛ. Разликите в астрономическите снимки са толкова големи, че те не могат да бъдат проявявани с един и същ проявител. Според типа на снимката и условията за получаването ѝ, трябва да се подбират продукти за проявяване, като предварително сме определили поставената цел. Всъщност, когато изберем бърз проявител, това води до загуба в детайлите на изображението.

И така, идеален проявител не съществува, има само компромисни варианти.

В астрофотографията все повече се използват разреждени разтвори (основно 1+1), които дават най-добрите резултати при увеличено време на проявяване.

ЗЪРНОТО. Проблемът със зърното често е по-малък. Но той е сериозен за някои снимки, където е необходимо максималното му елиминиране и избягване на причините за появяването му.

Големината на зърното нараства от следните параметри:

- Чувствителността на филма (номиналната, но и според нарастването на времето на проявяване).
- Енергичността на проявителя.
- Температурата на разтвора.

- Преекспонирането.

В случаите, когато зърното е голямо, трябва да се използва адаптиран проявител, т.е. проявител за дребно или свърх-дребно зърно, като ясно съзнаваме, че той няма да елиминира зърното, дължащо се на определени фактори и главно - ще намали резултантната чувствителност на филма.

Изборът на проявителя се определя като функция от следните приоритети:

- Търсене на силни контрасти.
- Търсене на полусенки и детайли в слабите плътности.
- Максимално елиминиране на зърното.
- Търсене на максимална чувствителност.

КОРИГИРАЩИ ОПЕРАЦИИ. За да оптимизира своята снимка, фотографът може да използва техники, наречени „корективни“, имащи за цел да я подсилят или отслабят.

ИЗПОЛЗВАНЕ НА УСИЛИТЕЛИ. Неизбежният резултат от тази техника е сериозното нарастване на зърното. Трябва да се отбележи, че подсилващото вещество не може да изяви нови детайли - неговото действие се ограничава в лекото подсилване на детайлите на изображението.

ИЗПОЛЗВАНЕ НА ОТСЛАБИТЕЛИ. Те служат за намаляване плътността на снимките (например, преекспонирани лунни снимки).

Формула за отслабване на Фармер.

Разтвор А.

Вода.....1000ml

Фероцианид на поташа.....50g

Разтвор В.

Вода.....1000ml

Хипосулфит на содаса.....250g

Смесете 1 единица от А и 1 единица от В с 10 единици вода и потопете негатива при пълна светлина и спрете действието малко преди искания резултат. След това го измийте 30 до 40min.

Тези коректори са много полезни за позитиви, също и за големи формати, при които една корекция е за предпочитане пред новото копиране. Важно е предварително да се разрежи банята, за да се предотврати много силното й действие.

КЛАСИРАНЕ НА ТЪРГОВСКИТЕ ПРОЯВИТЕЛИ

Ето няколко проявители, които са съвсем готови или са за правене.

УНИВЕРСАЛНИ ПРОЯВИТЕЛИ. Те са за проявяването на негативи и позитиви, оптимизират компромиса чувствителност-зърно-контраст.

Ciba-Ilford: PQ Universal, RL 50 Universal

*Tetenal: Paranol**

КОМПЕНСИРАЩИ ПРОЯВИТЕЛИ. Те са уравновесени за работа с големи отклонения в плътността. Държат се добре при проявяването на снимка, която се счита за хармонична.

Ciba-Ilford: Autophen, Microphen, ID 11

Kodak: D 76, D 76d, DK 50, HC 110* (разреден)

Agfa: Rodinal*, Refinal

Tetenal: Leicanol

May Et Baker: FX 14, Compens

ПРОЯВИТЕЛИ ЗА ФИНО ЗЪРНО И ВИСОКА РАЗДЕЛИТЕЛНА СПОСОБНОСТ. Трябва да се знае, че те намаляват чувствителността на филма. Филмът, който смятате да проявите в някой от тези проявители, трябва да бъде леко преекспониран.

Ciba-Ilford: Perceptol

Kodak: Microdol X

Agfa: Atomal

Tetenal: Ultrafin*

Photo-Chimie: MR*, ML*.

ПРОЯВИТЕЛИ ЗА ГОЛЯМ КОНТРАСТ. Много често се употребяват в астрономията, те са много силни и работят бързо.

Ciba-Ilford: Contrast FF*, Formalith spec.

Kodak: D 19, D 19d, D11, PL 12*, Kodalith

Agfa: Gevalith*

Tetenal: Dokumol*.

ПРОЯВИТЕЛИТЕ ЗА СИЛНО НЕДОЕКСПОНИРАНИ СНИМКИ. Те са много енергетични и се използват предпазливо, когато се е наложило недоекспонирането на една снимка.

Kodak: D 82 (много енергетичен), D 8

Patrson: Acuspeed*

Baumann: Diafine.

Някои проявители са под формата на концентрирани течности - те са изключително практични, тъй като лесно се разреждат, отбелязани са със (*) в горните списъци.

ФИКСАЖИ. Течните концентрирани фиксажи са много практични, те са и по-бързи.

Най-употребяваните са: Hiram от Ciba-Ilford, Бърз фиксаж на Kodak, FR 4 на Photo-Chimie, Acufix на Patrson...

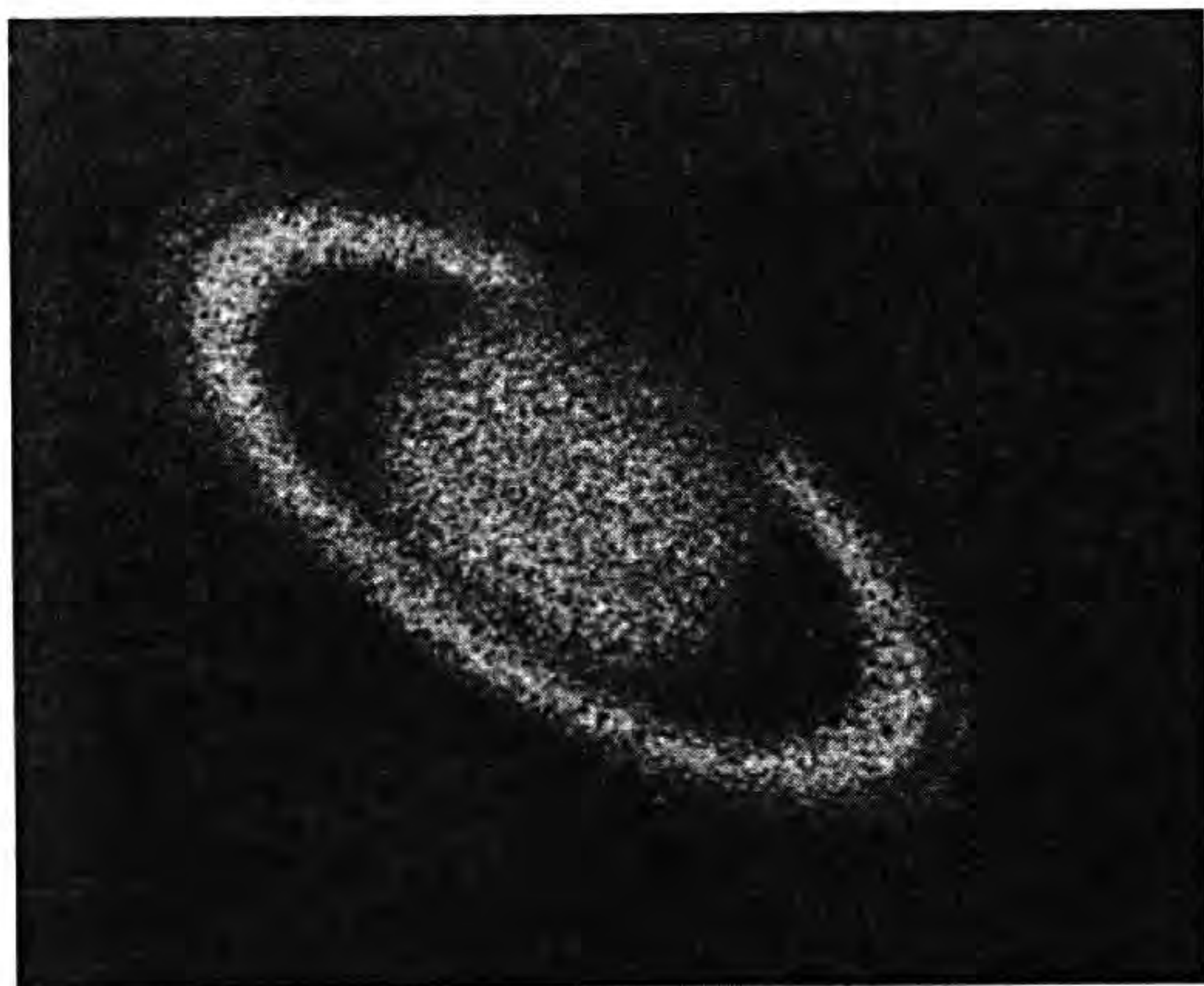
СТОП-БАНИ. Използването на някои енергични проявители в астрофотографията прави стоп-банята между проявителя и фиксажа задължителна. Тя може да бъде просто 28% оцетна киселина с концентрация 70ml/lit.

Но понякога е по-благоразумно да се използват готовите стоп-бани, като Durocet на Tetenal.

СПЕЦИАЛНИ ТЕХНИКИ ЗА КОПИРАНЕ НА АСТРОНОМИЧЕСКИ СНИМКИ (ХАРМОНИЗИРАНЕ НА КОПИРАНЕТО)

145

МАСКИРАНЕ. Този процес изисква по време на експонирането под увеличителя да се маскират недоекспонираните части на негатива, за да не изчезнат детайлите, които се намират там. Трябва да се използва маска с формата на основния сюжет, която да се държи над чувствителната повърхност на хартията, така че сянката, която създава да е неясна. За целта, маската леко се движи по време на експозицията, така че да се изявят зоните с различна плътност. Съществува също и позитивно маскиране, което се състои в преекспонирането на една вече преекспонирана при снимането зона, която е много тъмна върху негатива. Тогава се отрязва подобна форма от картон и се преекспонира съответната зона преди да се експонира изцяло кадъра за предвиденото време. Може да използвате и двете си ръце, регулирайки пространството между палците, които служат за „дупка“ на светлината.



МЪГЛИВА МАСКА. Макар и подобна на предишната, тази техника е много по-сложна. Тя се състои в получаването на снимка с помощта на плътно позитивно копие със слаби контрасти, винаги леко мъгливи. След това се копират и двете, насложени. Мъгливата маска се използва в многобройни случаи, когато контрастът на негатива е несъвместим с нормално копиране и дори с нормално маскиране. Техниката на мъгливата маска е деликатна и трябва да се усвои чрез системно експериментиране, поради което няма да навлизаме в детайли.

КОНТРАТИПАЖ. Става въпрос да се получи позитив върху филм с голям контраст, след това е по-

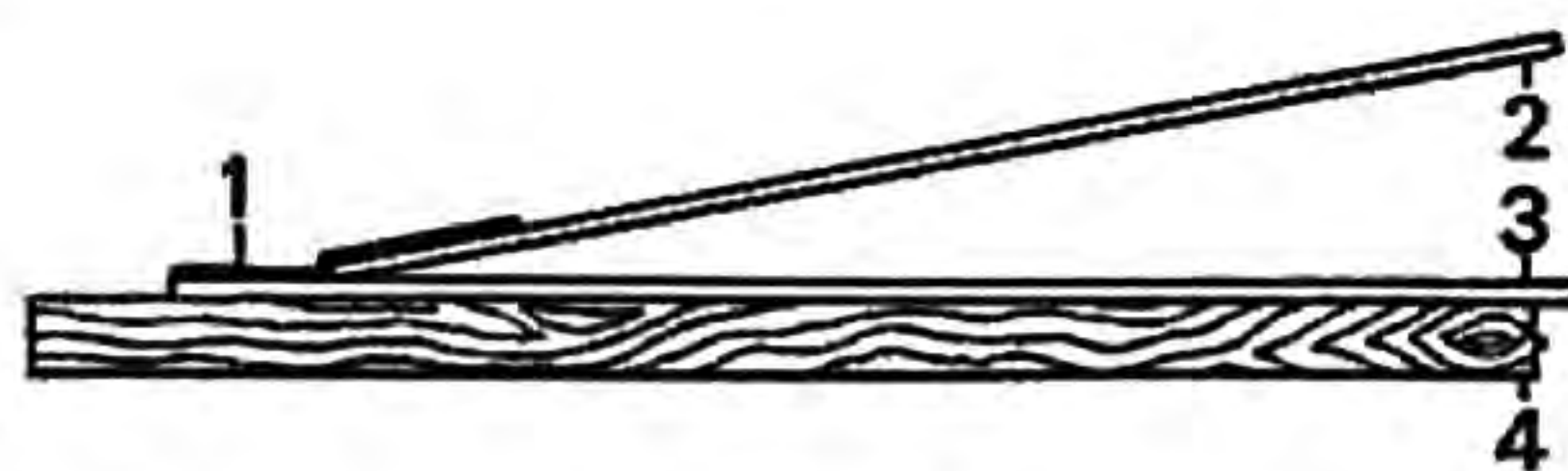
Ефект от композирането на планетата Сатурн.

Горе: Необработена снимка.

Долу: След композирането на 7 кадъра.

Експозиция 2s върху филм FP4 Ilford. Телескоп 200mm ф Шмидт-Касегрен. Резултатен фокус: 10m. Снимки - Пиер Кампиш.

отново негатив, така че да нарастне резултантният контраст. Често, директно върху хартия се копира с помощта на получения позитив от първия контрастираж, при което се получава черно-бяло изображение, удобно за използване при номерирането на звездите или при системните търсения (малки планети или комети). На практика, може да работите контактно или с увеличителя с 1.5 до 3 пъти увеличение, според детайлите, които искате да излязат. Работете с контрастен филм като Eastman Positive (много слаб), Recordak или Sorax и според търсения контраст променяйте типа на проявителя или времето за проявяване.



Конструкция на едно "плато" за композиране.

1. Скоч.
2. Негатив.
3. Чувствителна хартия.
4. Шперплат 5 mm.

КОМПОЗИРАНЕТО

Понякога астрофотографите използват и техниката на композиране, за да подобрят качеството на снимките, особено на планетните.

Целта е върху една и съща фотохартия да се получат изображенията на много негативи, за да се компенсират истинските дефекти на всеки от тях. Ефектът от това е намаляване на зърното, увеличаване на видимия контраст и изявяване на скритите преди това детайли.

ПОЛУЧАВАНЕ НА СНИМКАТА. Ако смятате да композирате, трябва предварително да адаптирате получаването на снимката към този тип обработка. За тази цел, трябва да сте получили от предварителни проби определено време за експозиция. Крайният резултат ще е съставен от 10 до 30 снимки на едно и също светило, получени с едно и също време на експозиция в най-краткия възможен интервал от време, без да се сменя ориентацията на филма по отношение на инструмента, така че планетата да има винаги еднакъв наклон спрямо филма.

ИЗПОЛЗВАНЕ. След проявяването и сушенето, определете с помощта на лупа 5 до 10 снимки измежду най-добрите. Върху другите, близо до планетата, направете плътен белег, за да се отличават. След това поставете филма в увеличителя.

ПОДГОТОВКА НА "ПЛАТОТО" ЗА КОМПОЗИРАНЕ. Най-напред направете едно копие.

След като е определено точното място върху хартия с дебелината на фотографския картон, който ще се използва след това, се експонира един от кадрите с идеалното време на експозиция, определено от сполучлив опит или от таймер. Проявява се до максимален контраст (1.5 min до 2 min в проявителя). Пробата се фиксира и се суши.

СЪСТАВ НА "ПЛАТОТО". Отдолу нагоре: един лист от 5 mm шперплат, един лист от фотографска хартия, покрита от негатив, който е поставен на мястото си

Продукт	Средно количество за литър	Ефект от концентрацията	Ефект от разреждането
Генол	2 до 3 g	По-слаб контраст Бързо действие Доминиращо действие в недоекспонираните зони	По-голям контраст Бавно действие Слабо действие в преекспонираните зони
Хидрохинон	5 до 10 g	По-голям контраст Бавно действие Доминиращо действие в преекспонираните зони	По-слаб контраст Бързо действие Слабо действие в недоекспонираните зони
Натриев сулфит безводен	30 до 80 g	Бавно действие По-фина зърнистост Добро консервиране на разтвора	Бързо остаряване на разтвора "Щавене" на желатина върху зоните с висока плътност
Натриев карбонат безводен	20 до 50 g	Бързо действие	По-бавно действие По-фина зърнистост
Бромов поташ	1 до 5 g	Бавно действие Много бърз растеж за времето на проявяването	Възможност за химически воал Трудност при обработването на пресрочените светлочувствителни повърхности
Вода		Разреждане на активните елементи Бавно проявяване Повече детайли в недоекспонираните зони По-слаб контраст Фина зърнистост Най-добра рязкост	Концентриране на активните елементи Бързо проявяване По-малко детайли в недоекспонираните зони По-голям контраст Голяма зърнистост Средна рязкост

Таблица за включването на текущите елементи.

от едната страна с лейкопласт, който служи за шарнир.

ФОКУСИРАНЕ НА СНИМКАТА. Платото се оставя настрана, а под увеличителя се поставя една малка проба от 5 mm шперплат, покрит от малък лист бяла хартия със същата дебелина, като чувствителната хартия. Фокусирането става внимателно без да се променя отношението на увеличението. Така имате едно малко по-малко изображение от това на негатива.

ОПРЕДЕЛЯНЕ ВРЕМЕТО НА ЕКСПОЗИЦИЯ ЗА ВСЯКА СНИМКА. Определете броя на кадрите, които ще композирате, разделете времето на експозиция на негатива на броя на снимките, за да получите времето за експозиция, което е строго определено за всяка от тях.

ПОСТАВЯНЕ НА ПЪРВИЯ КАДЪР. Поставете платото под увеличителя и центрирайте кадъра върху негатива. *Един светъл слаб ръб, който трябва да има постоянна ширина, ще заобиколи планетата, поради леката разлика в отношението на увеличението.*

Внимание! Това центриране не трябва да е много продължително, тъй като рискувате да осветите чувствителната хартия през негатива. Може би е по-добре да се залепи черна хартия под негатива.

- **1 Експониране.** След като сте затъмнили увеличителя отстранете негатива като го завъртите около шарнира от скоч (Внимавайте да не мръднете цялото плато). След това се експонира частта от определеното време.

- **Развиване.** Минавате на втория кадър, правите центриране върху поставения на мястото му негатив, затъмнявате увеличителя, експонирате и т.н.

- **Проявяване.** Отлепва се негатива, отлепва се експонираната чувствителна хартия и се проявява при максимална γ , т.е. като я оставяте достатъчно в проявителя.

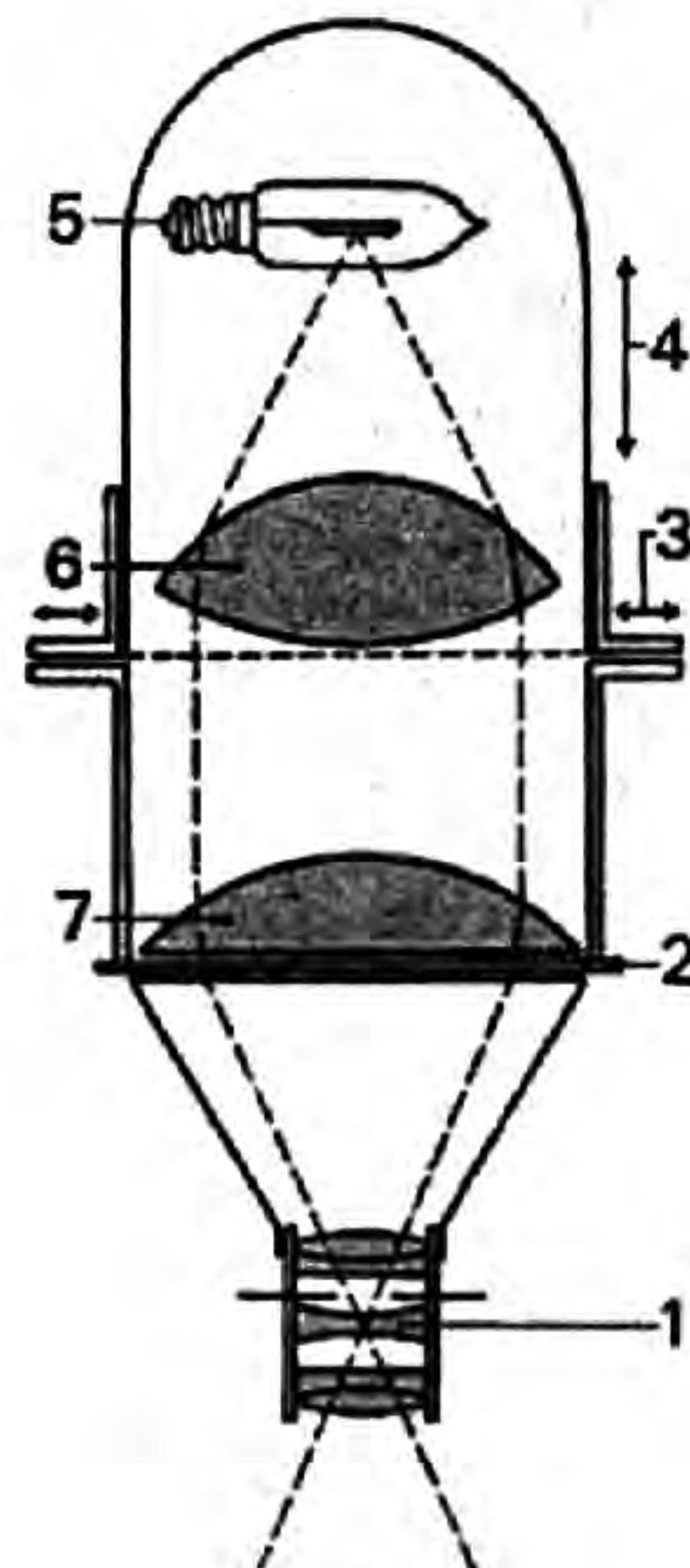
ПРИНЦИПНИ ПРИЧИНИ ЗА НЕУСПЕХ. Ето някои от тях:

- **Преекспониране.** Частта от време, съответстваща на всеки кадър, трябва да се спазва строго - трябва да е малко по-къса, тъй като хартията е по-близо до обектива на увеличителя, отколкото до негатива.

Схема на увеличител с точково осветление за получаване висока разделителна способност (планетно увеличение).

Използвайте не много силна лампа, тъй като този тип увеличител е толкова мощен, че при копирането е необходимо да имате под ръка жълт или сив филтър, за да можете да увеличите времето на експозиция. Необходимо е надлъжно регулиране на кутията, в която е затворена лампата и кондензора на проектора, за да се получи еднaкво осветен фон. Странично регулиране позволява тя да се центрира изцяло.

1. Обектив.
2. Филм.
3. Странично регулиране.
4. Регулируемо разстояние.
5. Халогенна лампа 40 до 100 W (24 V).
6. Кондензор на проектора.
7. Нормален кондензор.



- *Много размити ръбове.* Платото за композиране трябва да е строго неподвижно по отношение на увеличителя.

- *По-тъмна зона на ръба на планетата.* Центрирането е било твърде дълго, светлината е преминала през негатива. Предпазвайте долната част на негатива с черна хартия.

КОНСЕРВИРАНЕ НА НЕГАТИВИТЕ

Необходимо е фотографските документи, които сте получили, да се пазят в най-добрите възможни условия. Неприятелите на вашите кадри са праха, който дори когато не се вижда се държи като абразивни частици, които бързо надраскват желатина. Освен това, лошо съхраняваните негативи са трудни за намиране, ако не са коректно обозначени.

Най-доброто разрешение е да се използва класьор за негативи, който предпазва ефикасно лентите с кадрите, позволявайки при това да се разглеждат през хартията. В случай на изцапани кадри от частици, които прилепват плътно (мазнини, захари) е възможно да се опитате да изчистите кадъра, като го потопите в баня от вода и лек разтворител (Teepol, Mir), но много разреден и да разтъркате леко с мокър памук. Най-добре, опитайте първо върху някой повреден кадър.

В магазините съществуват продукти, които понякога заглаждат много ефикасно ивиците в желатина (Repolisan на Tetenal, например).

Освен това, най-добрите документи се запазват като позитиви, копирани за предпочитане върху бяла гланцова хартия, която по-добре запазва контрастите. Задължително е да се отбелязват (за негативите - в бележник) и върху гърба на позитива всички забележки при получаването на снимката (използвания фотоапарат, филма, времето за експозиция, филтри, ден, час, проявяване) и при копирането (увеличение, хартия, продължителност на експонирането, диафрагма, маскиране).

Наистина е много жалко, ако някой кадър се повреди поради липса на грижа след проявяването. Направете максималното, за да осигурите консервацията на вашите документи.

ФОТОГРАФСКИЯТ АПАРАТ В АСТРОНОМИЯТА

Сега вече никой не се съмнява, че най-подходящият фотоапарат за астрономическа фотография, освен фотографската камера, е огледално-рефлексният 24x36 или подобните, с формат 4.5x6.6x6 и 6x7 cm. Неговата еволюция през последните няколко години го потвърждава.

Тук ние ще изучим различните части на този тип камера и тяхното отношение към астрономията. Принципната схема на един малък формат огледално-рефлексен фотоапарат показва хода на светлинните лъчи. Единственият отвор за светлината е обективът. На изхода му подвижното огледало отпраща светлината или към обекта, или към светлочувствителната повърхност. Системата за визиране се състои от стъкло и призма, която може да е неподвижна или не. По продължение на светлинните лъчи - в системата за визиране след оптически

разделител, или върху огледалото, или зад него - е разположена система за измерване на светлината.

ХАРАКТЕРИСТИКИ НА ОГЛЕДАЛНО-РЕФЛЕКСЕН ФОТОАПАРАТ 24x36

ТЕГЛОТО. Може би ви се струва, че един тежък фотоапарат е за предпочитане, но това е спорно. Теглото на фотоапарата не е задължително доказателство за неговата стабилност, тъй като конструкциите на камерите се променят заедно с теглото им. Всъщност, теглото на апарата влияе слабо върху голям телескоп, но когато той е поставен зад далекоглед този критерий може да изиграе съществена роля при вашия избор на фотоапарат, тъй като тогава висящата зад инструмента маса не може да бъде увеличавана много.

ЗАТВОРЪТ. В астрофотографията наличието на В и Т експозиция е необходимост, която притежават всички огледално-рефлексни фотоапарати, така че това не може да бъде критерий при избора. Обратно, наличието на дълги скорости (1 s, 1/2, 1/4, 1/8) може да е съществено.

За сметка на това, типовете затвори са много различни. Централният затвор (макар да е лишен от вибрации) се използва по-малко при огледално-рефлексните фотоапарати, тъй като той ограничава гамата на използваемите обективи и астрономическото им приложение.

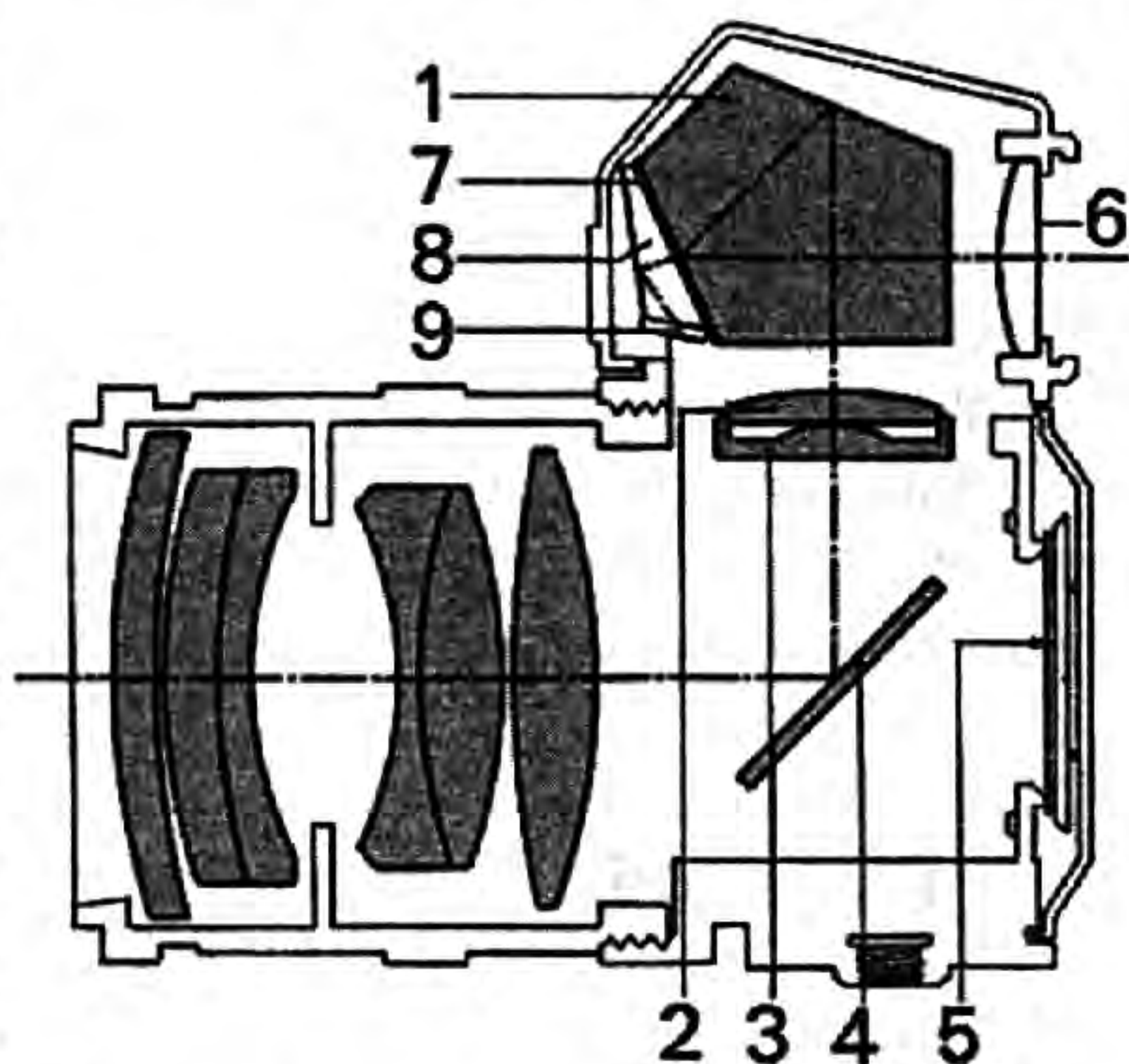
Затворът във фокалната равнина е почти основен за типа фотоапарати, които ни интересува. Според материалите, които го съставят и вида на командите, има няколко типа затвори.

- *Затвор с пердета* - от платно или синтетична материя, с хоризонтално преместване. Тъй като пердето е леко, изпъкналите му части са минимални.

- *Затвор с метални ламели (Coral Square).* Те имат вертикално преместване по време на снимането. Подвижната маса е по-голяма от тази при предишния модел, но истински прогрес е новата обработка на материалите, позволила да се доведат изпъкналостите им до ниски стойности. Здравината на единия и другия тип е сравнима.

Какъвто и да е, с ламели или с пердета, затворът трябва да се командва и това определя две други класификации:

- *Механично командване* - система от зъбни колела, която осигурява закъснението за дългите скорости. Този тип командване е доказал преимуществата си. Изключвайки моделите с ниски цени, той е



Съставните части на огледално-рефлексен фотоапарат 24x36.

1. Пентапризма
2. Леща за полето
3. Матово стъкло
4. Огледало
5. Филм
6. Окуляр
7. Оптически разделител
8. Кондензор на светлината
9. Фотоклетка

много сигурен.

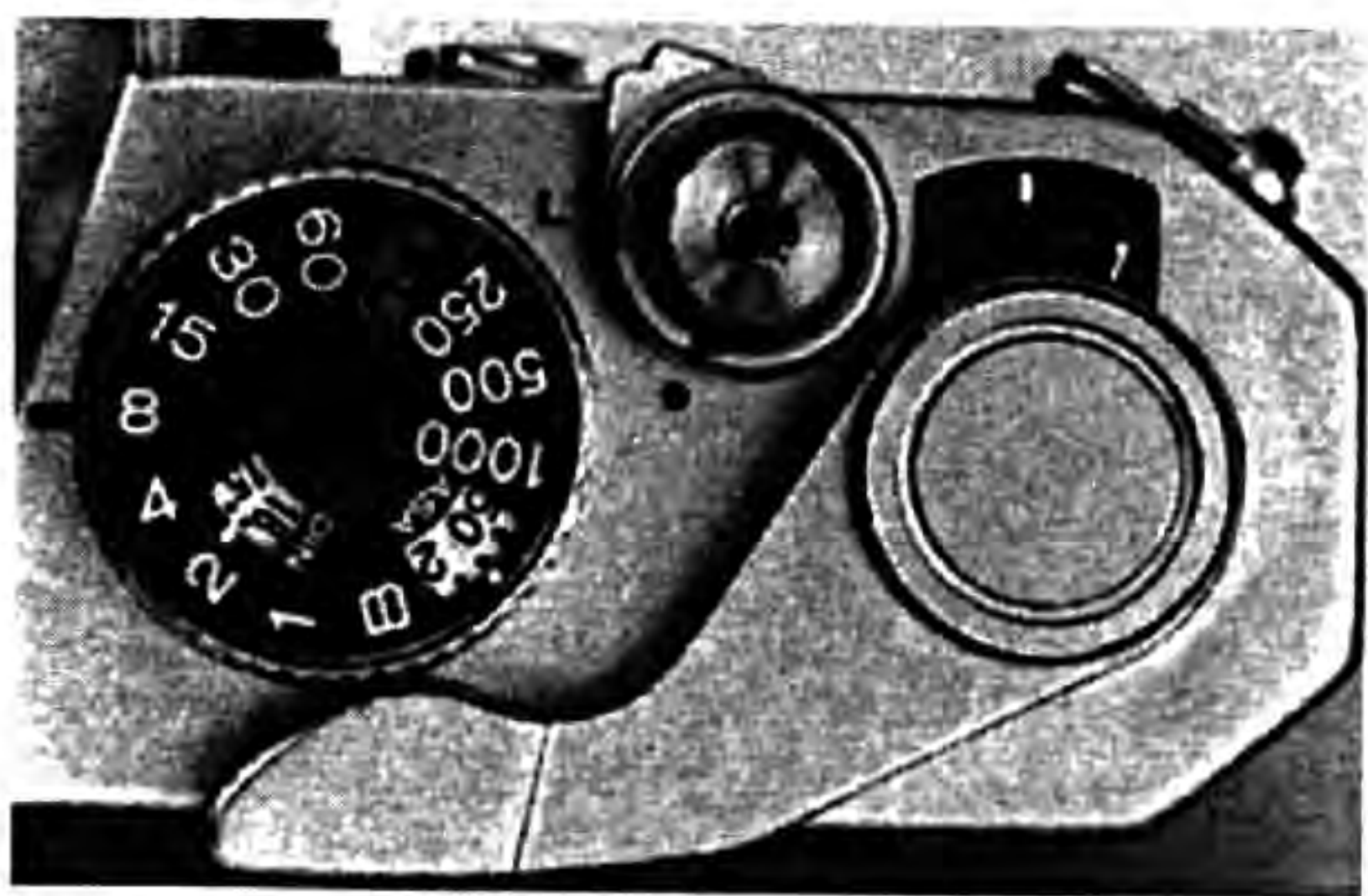
- **Електронно командване.** Това е времето за зареждане на кондензатора, който определя времето на затвора при абсолютно отсъствие на вибрации по време на отварянето му. Много сигурно, днес това командване има предимството да позволява автоматизация, понякога интересна в астрономията. Което обаче е проблем при дългите експозиции, тъй като това бавно разрежда батерията, която поддържа затвора отворен. Трябва да споменем, че някои автоматични фотоапарати не позволяват дълги експозиции и ръчно командване. Бъдещето изглежда принадлежи на електронните затвори, които са много сигурни, що се отнася до скоростите, а и цената им ще стане по-малка (с електронен модулатор).

СИСТЕМАТА ЗА ВИЗИРАНЕ. След изоставянето на системата „Pellix“ от Canon, всички фотоапарати са снабдени с визьор с плъзгащо се огледало. Така изчезва сътресението, предизвикано от него, което създава повечето вибрации при снимането. Някои фотоапарати имат и система за ръчно плъзгане на огледалото, но понякога това командване е много лошо. Трябва да се отбележи, че върху някои фотоапарати, където закъснителът се командва от нормален прекъсвач (Cosina, Chinon, Canon), след като той се натисне се повдигна най-напред огледалото, а затворът се отваря чак в края на закъснението - така се елиминират вибрациите на огледалото. Регулирайки закъснението на 4 или 5 s (едно нормално време за стабилизиране) може максимално да се използват „дупките“ в турбуленцията. Ще отбележим, че някои фотоапарати от висока класа са снабдени дори с амортизатор за огледалото.

ВИЗЬОРНИТЕ СЪСКЛА. Върху много фотоапарати те са фиксирани с микропризматична зона за фокусиране в центъра и концентрична матова зона. Взаимозаменяемостта на съсклата за визиране е сериозен аргумент, който не трябва да се пренебрегва в астрофотографията, особено при планетната, където обикновеното матово съскло е практично, но оперирането с него понякога е толкова сложно, че това предимство е трудно използваемо. Обратно, взаимозаменяемата система за визиране предлага повече предимства, позволява да се сменя лесно съсклото за визиране, както и системата (призма, лупа). По отношение на

осветеността фиксираната призма е голямо удобство - съсклата стават твърде осветени. Но е неудобна за акробатичните пози, които се прилагат при много от снимките във фокуса на телескопа.

ЕКСПОНОМЕТЪРЪТ. Ползата от него е спорна в астрофотографията, макар той да е интересен за някои фази на Луната, където електронният автоматизъм става съблазнителен до няколко секунди експозиция, особено ако се командва от силициева фотоклетка, която е по-сигурна и по-обективна. Явно, експонometърът



Бутон за селектиране скоростите на затвора, свързан с датчика за показване на чувствителността на филма в DIN и в ASA.

полезен в области извън астрономията. Повечето любители мечтаят да се сдобият с възможно най-съвършения фотоапарат, за да могат максимално да използват неговите възможности заедно с телескоп. Но тогава, фотоклетката става почти ненужна.

Батериите са 4 типа:

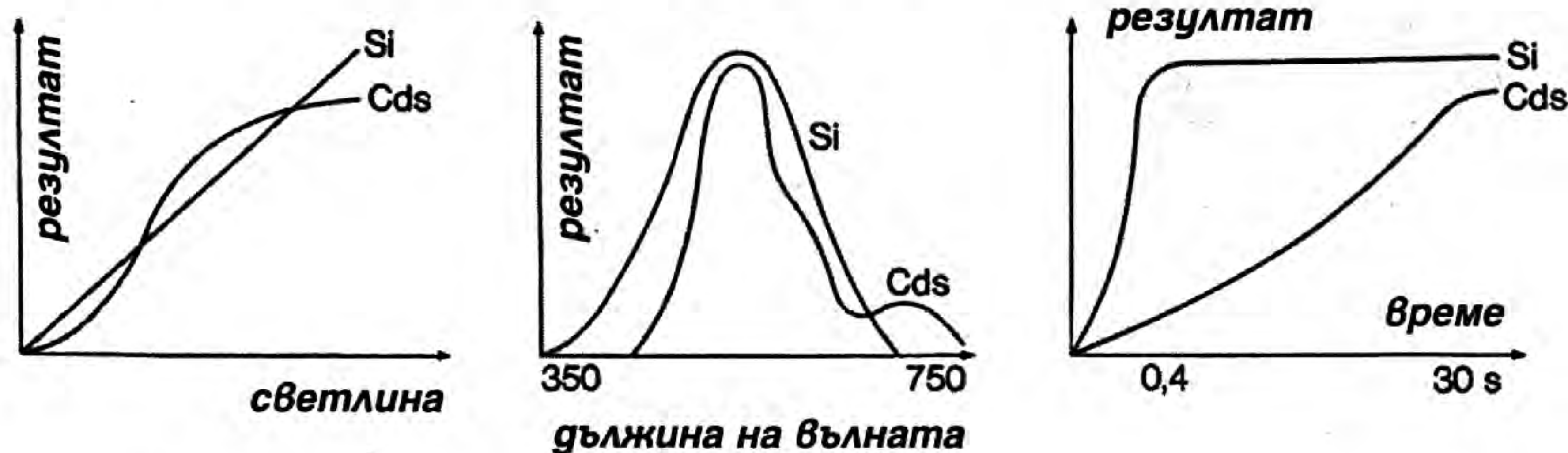
СЕЛЕНОВА: най-старата фото-електрична система, където един фото-излъчващ датчик движи стрелката на галванометър. Тук експониметърът е поставен от страната на обектива и данните му не са много сигурни. Тя не отчита нито оптичното качество, нито използваните филтри. Този експониметър трябва да се счита за чисто информационен.

КАДМИЕВ СУЛФИТ (CdS): Много широко разпространени на пазара на огледално-рефлексните фотоапарати, те се използват все по-широко от силициевите батерии. Става въпрос за фоторезистор, поставен на пътя на светлинните лъчи, излизащи от обектива или върху огледалото, или зад него, или най-често, в системата за визиране. Измерването е или точно (в петно), или общо (в околност), или най-често, общо уравновесено. Поради разположението си, фотоклетката отчита основната оптична система и евентуалните ѝ придатъци (например, филтри). Но батерията CdS е по-слабо чувствителна към слабите светлини и разполага със светлинна „памет“ при някои модели (когато след насочване към силна светлина, за известно време фотоапаратът не може да измери слаба светлина). Освен това, тази батерия показва леки вариации, дължащи се на разлики в температурата.

СИЛИЦИЙ (Silicon Blue Cells): Това са последните модели в тази област - светлочувствителни датчици с многобройни предимства. Те се използват на принципа на T.T.L. (Through the lens). Много стабилни спрямо температурата (-55°C до $+125^{\circ}\text{C}$) те са 10 пъти по-чувствителни от CdS при слабите осветявания, тяхното време на реагиране е 1000 пъти по-бързо при ниски осветявания, кривата им на реагиране е линейна, а спектралната им чувствителност е много задоволителна.

И така, силициевите батерии правят възможни някои автоматични снимки, което не е за пренебрегване при сериите планетни снимки.

GaAsP. Този тип фотоклетка се появи наскоро. Съставена е от фосфор, арсеник и галий. Нейното време на реакция е близо до това на силициевата батерия, но с още по-добро поведение при слабите осветявания. Тя остава напълно нечувствителна към инфрачервената светлина.



Сравняване на батериите със CdS и със Si.

АВТОМАТИЗЪМ. Все повече фотоапаратите стават автоматични. Ако автоматизмът все още се използва малко в астрономията (по технически причини), това не е така в класическата фотография, където той е много интересен главно с бързината на изпълнението, която позволява. Изхождайки от принципа, че любителският фотоапарат трябва да може да служи и в други условия, освен зад телескопа, автоматизмът му винаги е полезен (върху огледално-рефлексните 24x36). Някои автоматични фотоапарати имат много намалена гама от ръчни скорости, особено при дългите експозиции, което пречи в астрофотографията. Има два типа автоматизъм: на диафрагмите и на скоростите. Полемиката за преимуществата на единия или другия все още не е приключила. В астрофотографията, например, единствената причина да бъде използван е автоматизмът при бавните скорости. От друга страна, автоматизмът на диафрагмите изисква връзка между камерата и обектива и поради това, предлага избор в гамата, предложена от производителя. Каквато и да е автоматичната система, в „нормалната“ фотография е необходимо избраните от автоматизма стойности да бъдат индикирани на фотографа във визьора, което не винаги е така.

МОНТИРОВКИ. Те са два типа - с резба и с байонет. Сега, почти всички фотоапарати са със стандартна резба 42 mm, докато байонетите са толкова, колкото и фотоапаратите. Макар байонетът да позволява по-бърза смяна на обективите, съществува голяма несъвместимост между отделните марки.

Обратно, с резбата се манипулира малко по-дълго, но тя дава възможност за взаимозаменяемост между много обективи - Chinon, Cosinon, Edixa, Exakta, Fuji, Mamiya, Praktica, Petri, Ricoh, Yashica, Zenith и др. В астрофотографията тя дава възможност за присъединяването на различни допълнителни механични части.

УСТАНОВКИ. Характеристики, които определят избора на фотоапарат.

- Сменяем гръб: той позволява да се замени стандартната касета с гръб от 500 пози, което може да е интересно за някои планетни приближавания или затъмнения.

- Електрически мотор: Прикачен към магазин с 500 пози, той опростява получаването на снимката.

- Визиране над призмата: Един-единствен апарат позволява това предимство - Ricoh TLS 401. Фактически, всички огледално-рефлексни фотоапарати разполагат в гамата си от принадлежности с обръщач на 90°, който изпълнява същата функция.

- Данни във визьора: Трябва да се изписват максимум данни и особено тези, свързани с диафрагмата и скоростта, за да се адаптира получаването на снимката при тези стойности. Внимание при работата с диоди, които заслепяват при астрофотографията.

- Светкавица: За астрофотографията не представлява никакъв интерес.

- „Системите“: така наричат гамата от принадлежности и обективи, които позволяват да се екипира една камера. Не се доверявайте на този твърде скъп принцип, а подбирайте фотоапарат с по-разумна цена.

- Датник: Става въпрос за принадлежност, която е много практична и позволява директно върху филма да се впечатва датата, часа и годината, с помощта на кварцов часовник. Има ги при повечето производители - Nikon, Olympus и др.

ПРИНАДЛЕЖНОСТИ ЗА НАБЛЮДЕНИЕ

ИЗПОЛЗВАНЕ НА ЕКВАТОРИАЛНА УСТАНОВКА

Вече видяхме, че ако небето се експонира 1 min или повече с фиксиран фотоапарат, ще се получат не точки, а следи, чиято дължина зависи от продължителността на експозицията.

Земята е едно въртящо се около себе си небесно тяло, в резултат на което всеки фотоапарат, поставен на повърхността ѝ и отворен на експозиция В, регистрира видимото движение на небето.

За да се уловят голямо количество звезди или слаби обекти (звездни полета, мъглявини и т.н.) върху една светлочувствителна повърхност, трябва да са изпълнени две съществени условия:

1. Да се удължи достатъчно експозицията, така че светлината да се акумулира, за да формира изображение, което може да се прояви с помощта на енергичен проявител.

2. Фотоапаратът и телескопът да се монтират заедно с помощта на устройство, въртящо се около ос, паралелна на направлението на небесните полюси, чието движение компенсира точно въртенето на Земята по време на цялата експозиция. Това устройство се нарича екваториална установка.

Ако сме на полюсите, оста на екваториалната установка ще е вертикална. Ако сме на екватора - хоризонтална.

Всъщност, оста заема наклон, отговарящ на географската ширина на мястото, където се използва.

Например, в София, оста на екваториалната установка трябва да е наклонена на $42^{\circ}41'$ спрямо хоризонтала.

Малка фотографска екваториална установка, направена от шперплат 10 mm, която почива върху земята на три регулируеми по височина винта.

А - полярна ос (края на дръжката на метла, наклонена на 45°)

В - лост за часово задвижване, който затяга полярната ос

Р - двигател на финото движение

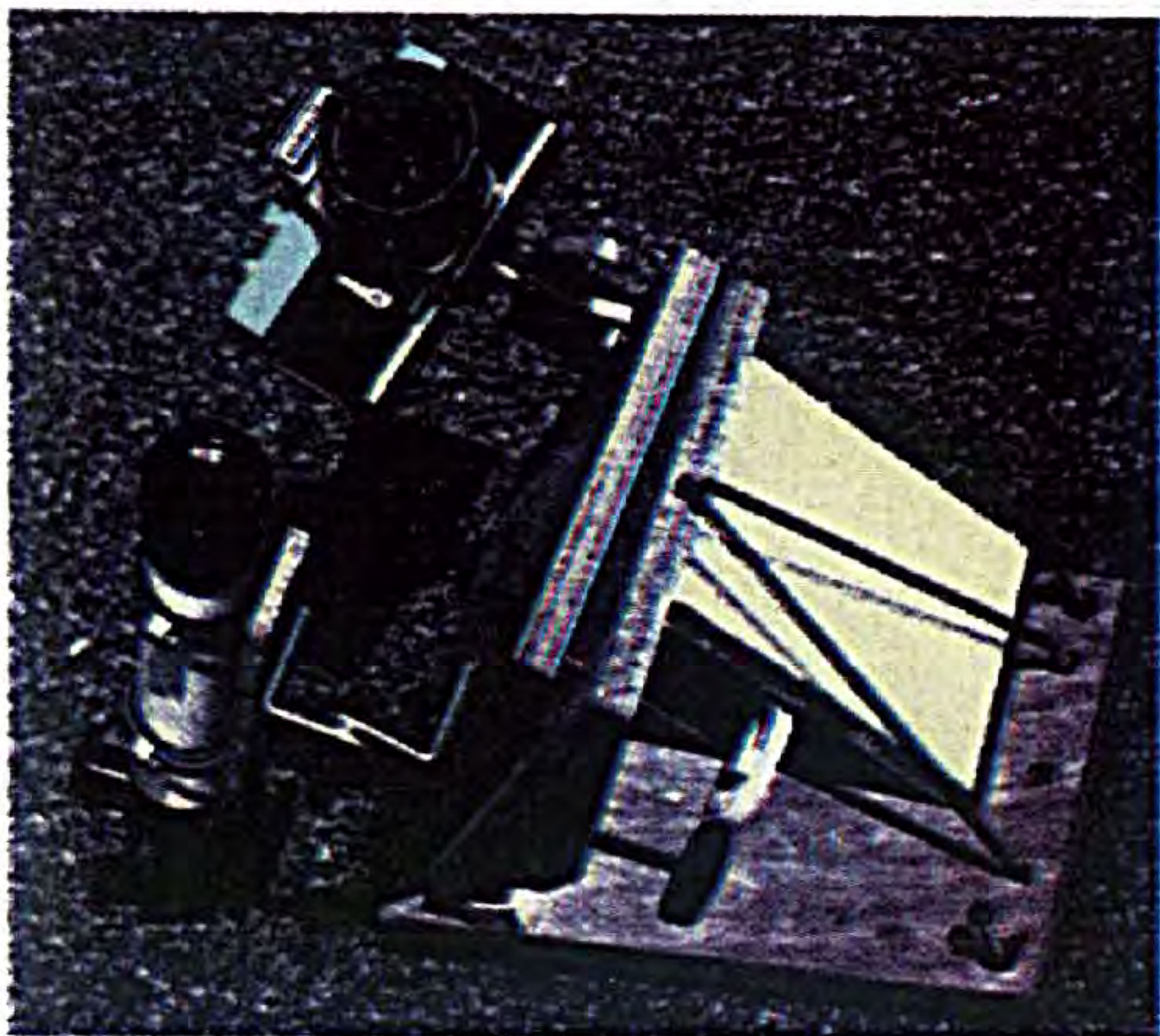
Т - лост 6x100

Е - гайка за задвижване на лоста (около 1.5 оборота/min)

В - винт за регулиране, позволяващ на екваториалната установка да се постави хоризонтално в направление изток-запад и да се доведе полярната ос до географската ширина на мястото.

Носачът на фотоапарата позволява ориентирането му в посока, различна от тази на далекогледа-гиг.





Фотоапарат и търсач, поставени върху сгъваема екваториална установка. Екваториалното движение се извършва с въртене на винта.

ОПРОСТЕНА И ПЕРФЕКТНА ЕКВАТОРИАЛНА УСТАНОВКА. Екваториална установка е задължителна при астрономическата фотография, изискваща дълги експозиции. Тя може да бъде много проста или повече или по-малко прецизна, според типа обект, който искате да фотографирате и фокусното разстояние на използвания инструмент. Но една малка портативна екваториална установка, предназначена да носи един или два фотоапарата с фокус 50-150 mm няма същата концепция, както установка, предназначена да води телескоп с диаметър 300 mm и 2 m фокус. Но принципът е един и същ - ос, въртяща се паралелно на направлението на небесните полюси. Съществуват много типове екваториални установки. Тяхното ориентиране, стабилността и регулярността на въртелигото им движение са съществени условия за доброто им функциониране.

Оста може да бъде задвижвана ръчно по време на експозицията или с електрически мотор, снабден със зъбчат редуктор. За препоръчване е да използвате синхронен мотор (с постоянна скорост). Освен това, трябва да имате и още едно устройство, позволяващо да се коригира скоростта, ако тя е малко по-бавна или бърза. Без съмнение, монтирането на генератор на променлива честота е най-доброто разрешение, но едновременно и най-обременителното, особено за малък инструмент. Съществуват и малки мотори, захранващи се с батерии, снабдени с електронно устройство за регулиране на скоростта с потенциометър. Някои мотори от магнитофон, въртящи се с 1200 оборота/min могат да свършат работа. Не забравяйте, че оста на екваториалната установка прави един оборот за 23 h 56 min (1436 min), което отговаря на денонощното въртене на Земята. Синхронните мотори на 220 V от типа AMY 8 могат да се използват веднага, тъй като са снабдени с редуктор за 1 оборот/min.

Ето няколко модела екваториални установки, които можете да конструирате с малко усилия, използвайки шперплат и метални парчета.

МАЛКА ЕКВАТОРИАЛНА УСТАНОВКА - СГЪВАЕМА. Този пример е интересен поради малките си габаритни размери и способността си да се поставя бързо на място, визирайки Полярната звезда.

Страни:

Равнини (2) и (4): 20x20

см

Равнина (1): 20x30 см

Равнина (3): 20x(x), като x е функцията на наблюдателното място

Парче (12): дървена подложка за компенсиране дебелината на (3) с летва 2x2 см и 20 см дължина.

Подпиращ винт (8), дъска (9), гайки (10) от месинг.

Пантите (5, 6 и 7) са от типа „панти за пиано“. За една дъска 20x20 см, отворът за виждане с цел поставяне на точното място, ще има диаметър 1 см.

Носачът (3) е поставен заедно с равнината (2) в работно положение с два държача, проникващи в две дупки, пробити в равнината (2).

Полярният визьор (11) трябва да е перфектно паралелен на пантите, свързващи парчетата 2 и 4.

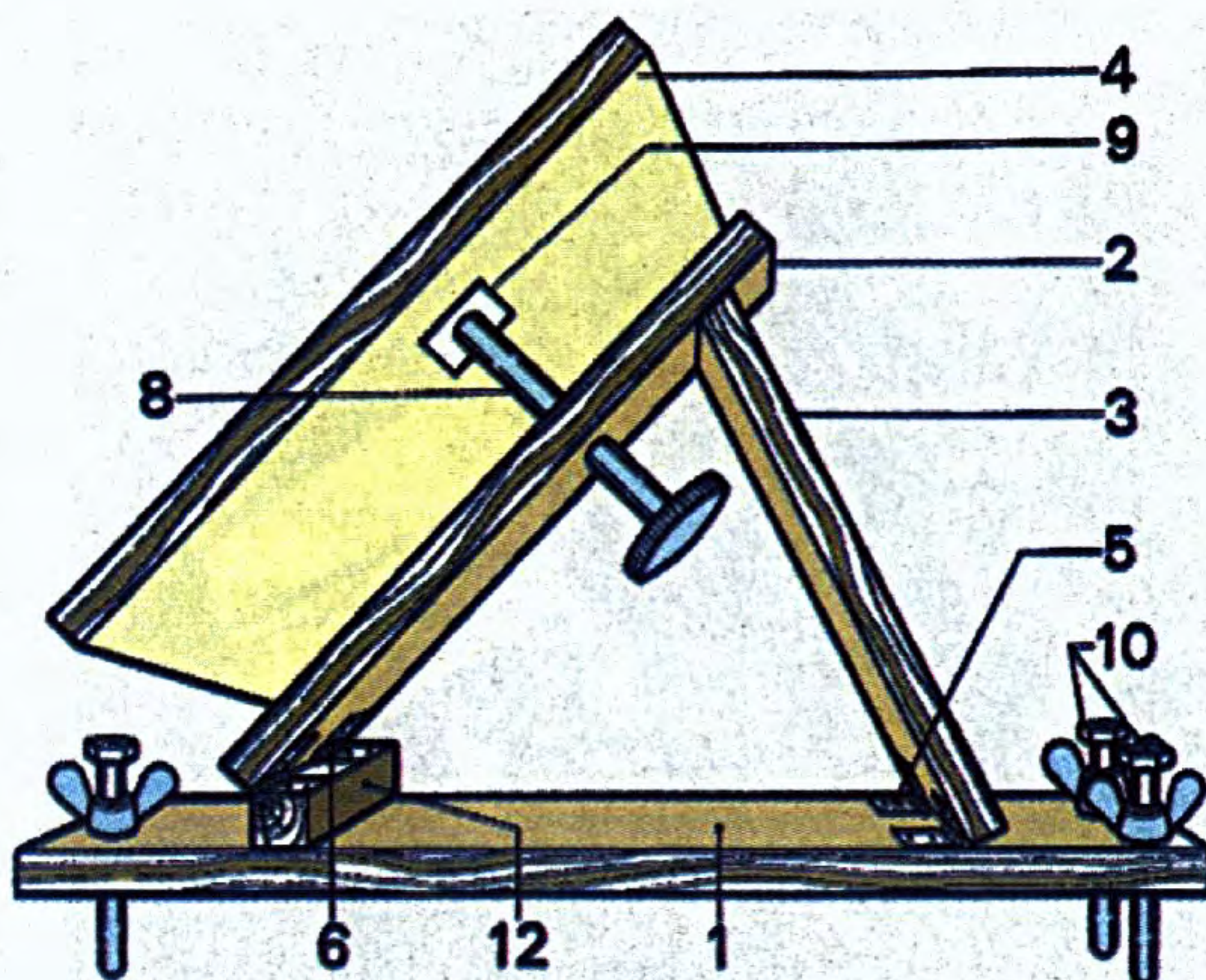
В случай на съществена промяна на географската ширина:

- **към север:** заместете носача (3) с по-дълъг и компенсирате неравновесието с голям ластик, общ за (1) и (2)

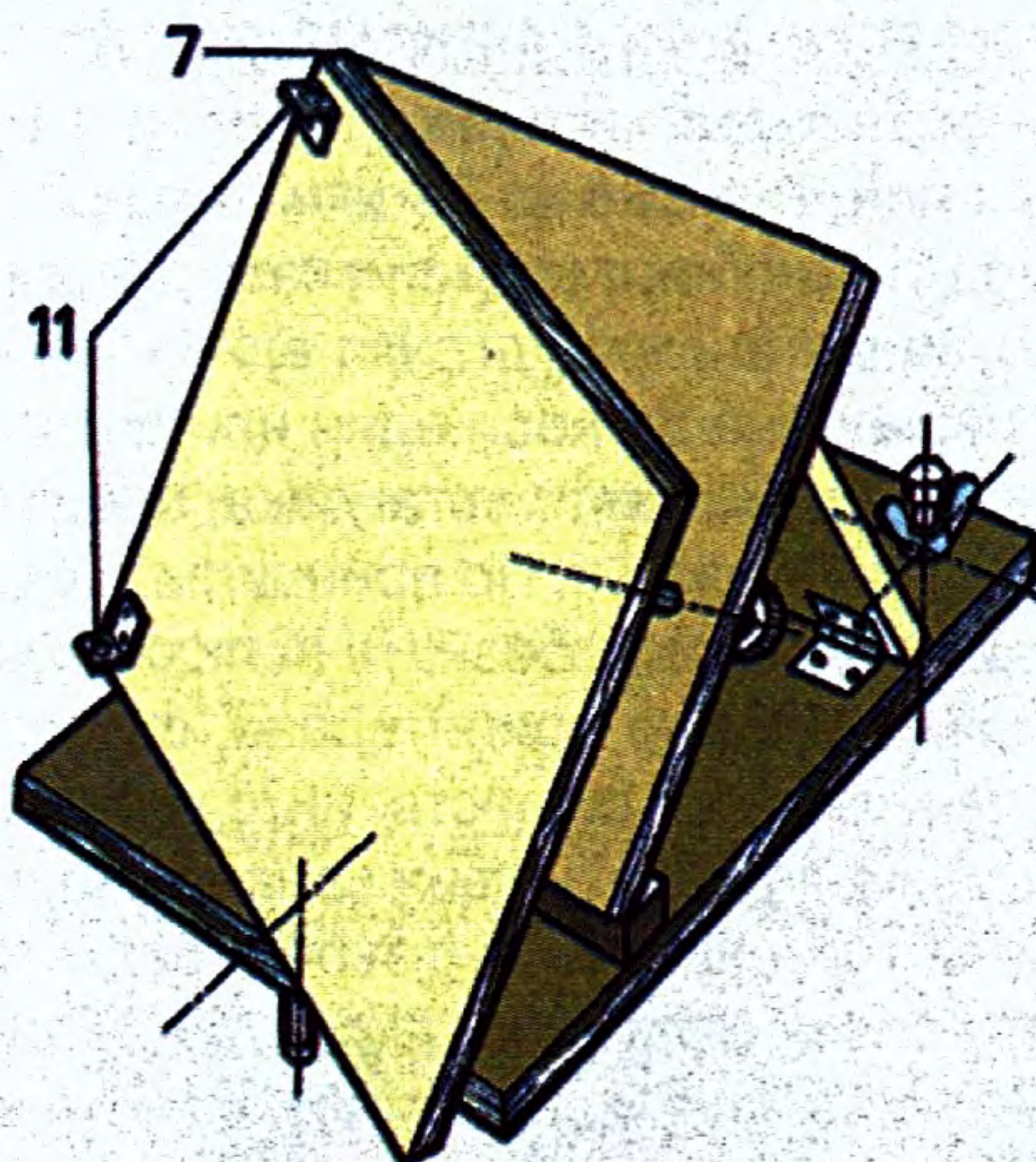
- **към юг:** заместете носача (3) с по-малък

Стабилността на фотоапарата нараства с товара, който носи. Когато тежестта е много малка за препоръчване е да се натовари хоризонталната равнина (1) с тежести от чугун или олово.

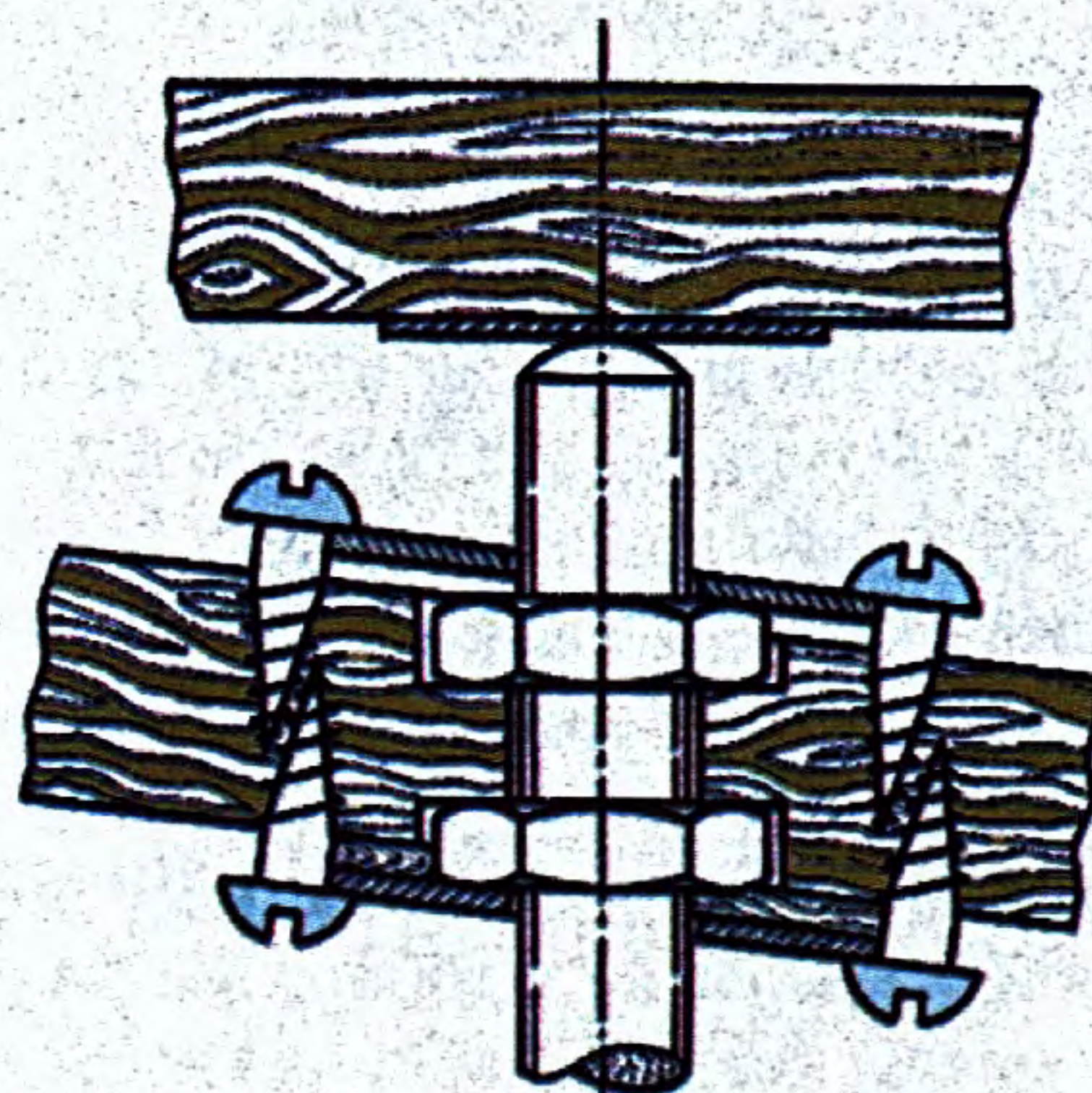
Заоблеността на винта (8) трябва да е точно центрирана, за да се избегнат нерегулярности в задвижването.



Малка съгъваема екваториална установка.



От дясната страна, полярния визьор.



Конструктивни детайли на подпиращия винт.

Проблемите с неясни формули и тревогите ви относно точната ориентация на вашата екваториална установка са безполезни. Просто погледнете към Полярната звезда или използвайте метода на Бигурдан, с който насочването на вашия инструмент ще стане за една вечер.

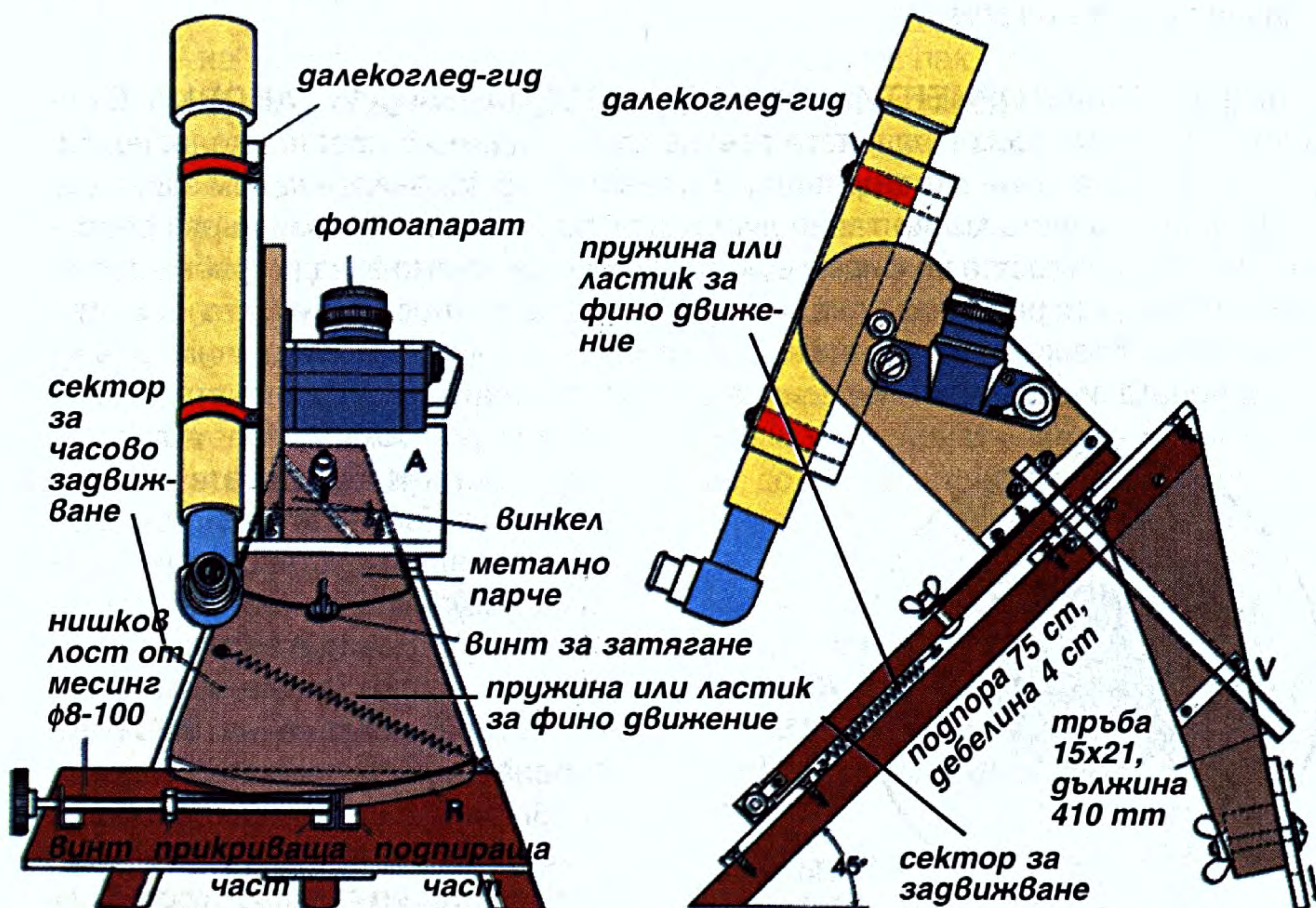
ОС НА ЕКВАТОРИАЛНАТА УСТАНОВКА С ПОЛЯРЕН ВИЗЬОР. Потърсете 41 см тръба за централно отопление с диаметър 15x21 mm, за да направите лесно часовата ос и визьора на вашата фотографска екваториална установка (V).

Полярната звезда, намираща се сега на $51'$ от Северния небесен полюс, описва един кръг от $1^{\circ}42'$ за 24h , т.е. кръг с диаметър 12 mm , гледан през 410 mm тръба. Насочете тръбата по оста на екваториална установка с визьор, като поставите на външната му част кръг с диаметър 12 mm , разделен на 24 равни части. С помощта на компас очертайте върху бял лист първо един кръг с диаметър 150 mm , след което втори с 60 mm (или поне, 2 много близки кръга) и разделете последния на 24 равни части, според схемата. Фотографирайте рисунката, като я намалите 10 пъти. Използвайте много контрастен филм като Recordak или Corex.

Описание на система с часово задвижване.

Металното парче има дебелина 2 mm и е фиксирано от 4 винта под парчето А, като А е носача на фотоапарата, а В - метална лайсна.

Апаратът, гледан от страни.

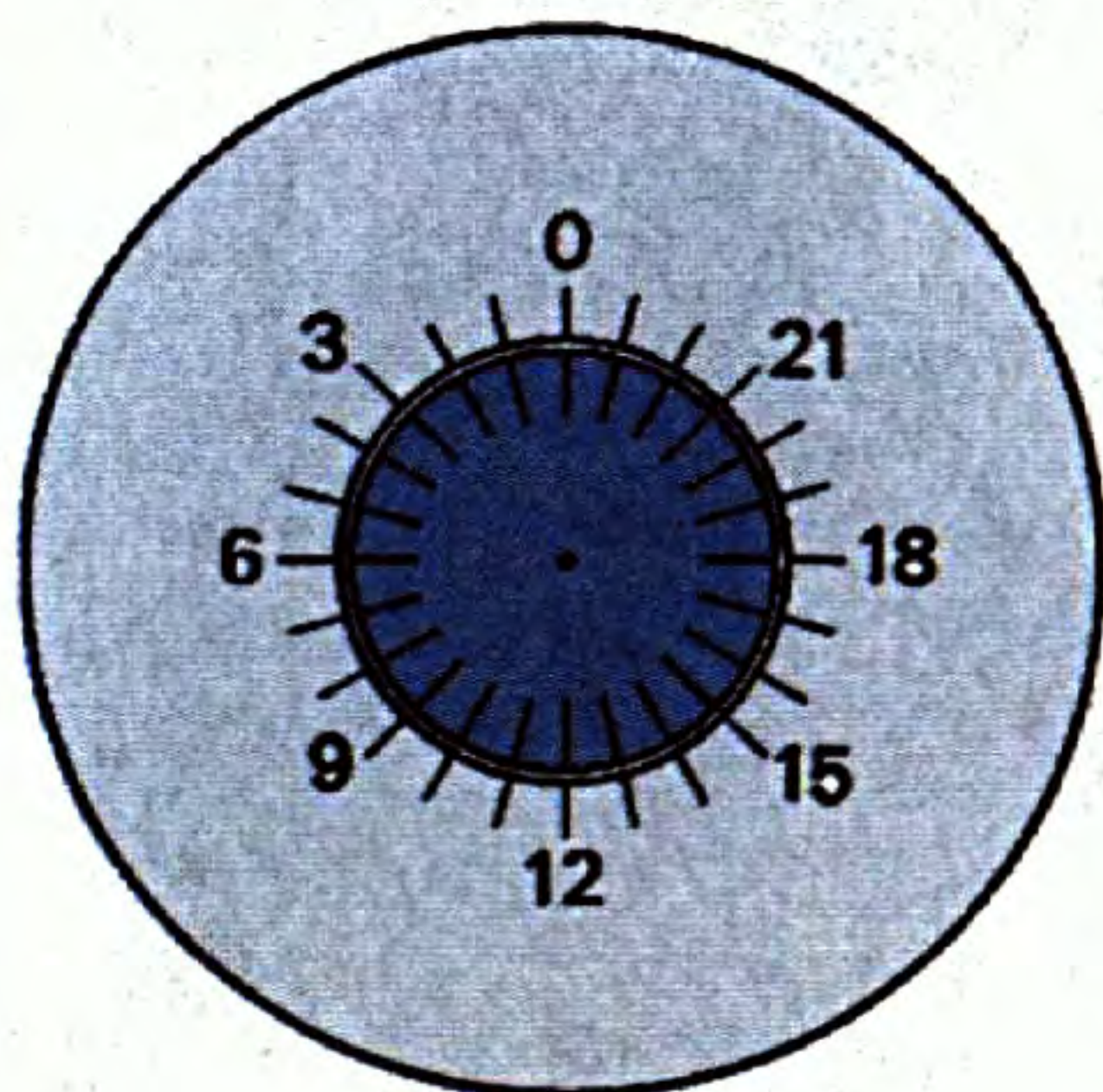


Уверете се, че по-малкият кръг е с диаметър 12 mm. От получения негатив откопирайте контактно един позитив върху същия тип филм. Рисунката трябва да се появи върху много чист и прозрачен фон (при нужда, осветете фона на филма, потапяйки го за момент в отслабваща баня).

Отрежете внимателно филма точно по кръга с диаметър 15 mm. Направете два малки цилиндъра от пластичен картон или метал с дължина 1 cm и външен диаметър 15 mm, вкарайте и залепете първият цилиндър на 1 cm във вътрешността на тръбата, поставете кръглия филм, а след това и втория цилиндър, който ще се появи на повърхността на тръбата.

Направете нещо като предпазител от пластмаса или метал с 15 mm диаметър, центрирайте го грижливо и пробийте една дупка с диаметър 3-4 mm в оста на предпазителя. Така получената дупчица ще се вижда отчасти от другия край на тръбата. Часовата ос с полярния визьор е готова.

МОМЕНТАЛНО ОРИЕНТИРАНЕ НА ЕКВАТОРИАЛНАТА УСТАНОВКА. С падането на нощта, щом Полярната звезда стане видима с просто око, ориентирайте полярната ос на екваториалната установка по направление към звездата. При нужда, извадете моментално дупчицата, за да улесните тази първа операция. Ако прозрачността на филма е достатъчна, Полярната звезда трябва достатъчно добре да се различава във визьора. Поставете отново дупчицата на място, а след това проверете в Астрономическия календар кога е моментът на пасажа на Полярната звезда през меридиана. Ако на дадената дата Полярната минава



Кръг, разделен на 24 часа за насочване към Полярната звезда.

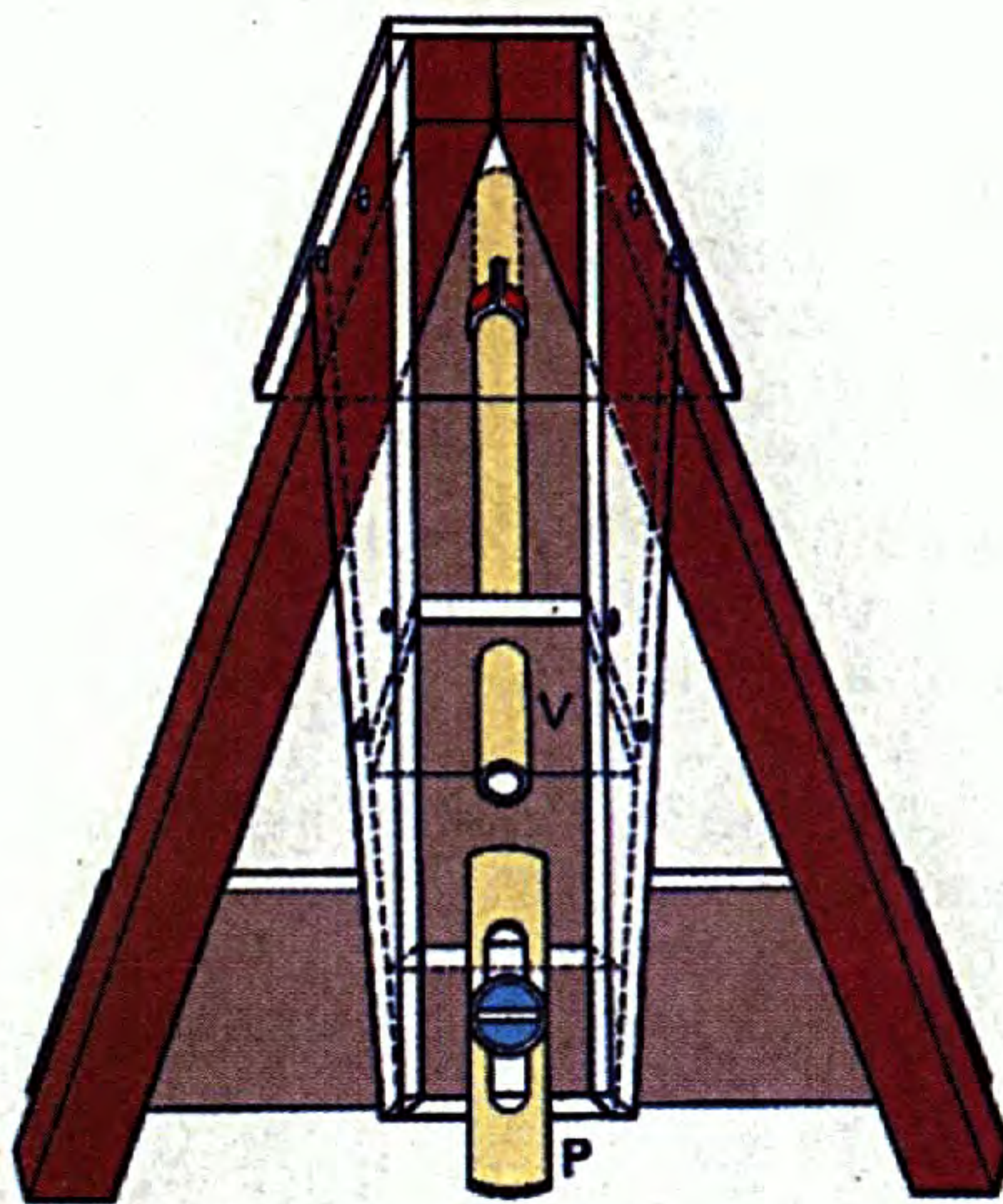


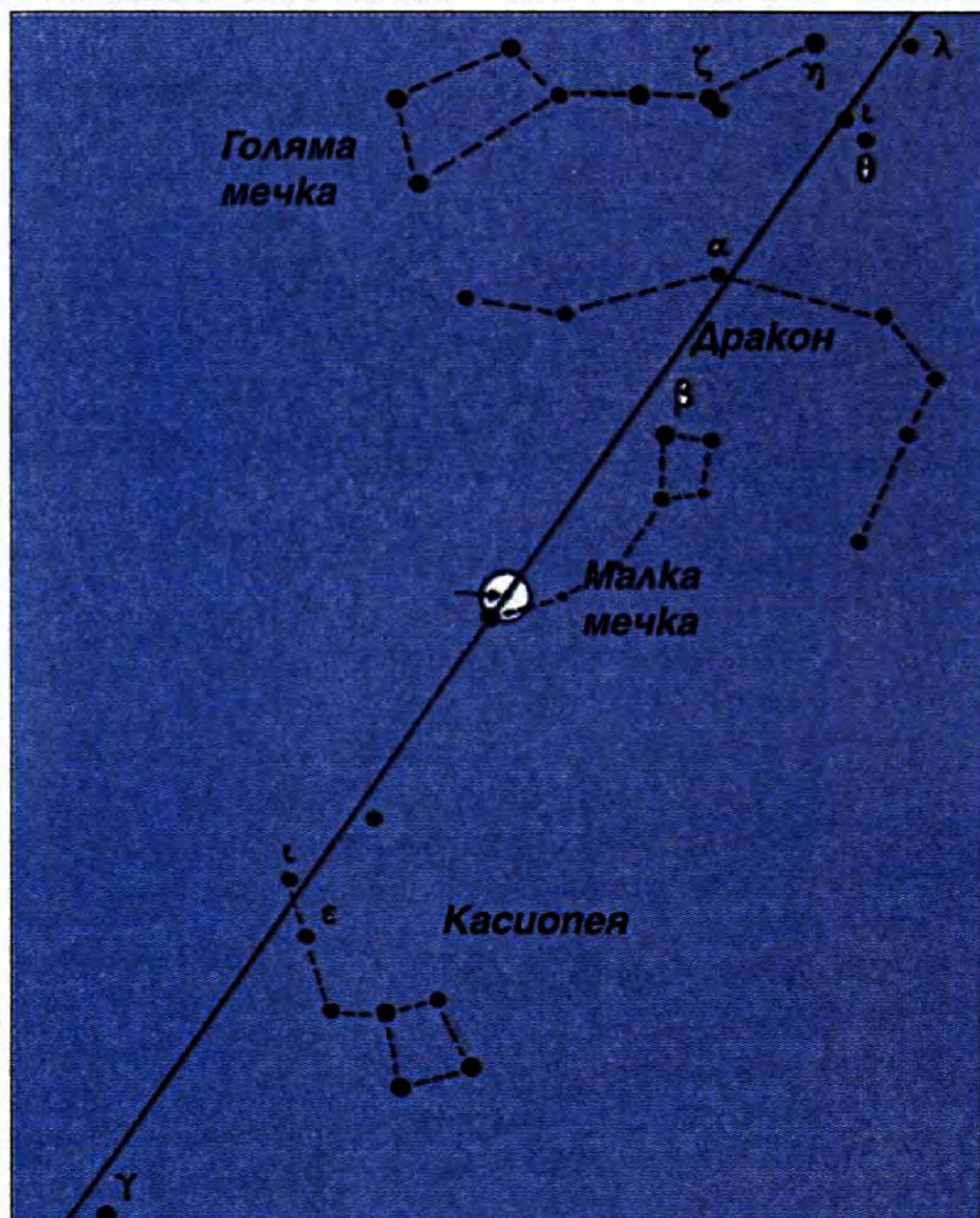
Фото екваториална установка с полярен визьор.

Конструкция на носача.

V - полярен визьор

P - елемент за регулиране по височина

през меридиана в 15 h, а вие сте излезли да наблюдавате в 21UT, трябва да преместите много слабо екваториалната установка и с винта за регулировка на географската ширина да доведете звездата до мястото, в което тя ще съвпадне с десния край на кръга (на „9h“ по циферблата на часовника). Всъщност, от 15h до 21h са изтекли 6h, като 6 деления са 1h, тръгвайки отгоре наляво, когато се гледа полюса. Бър-



По настоящем, линията Полюс-Полярна звезда е насочена към α Дракон.

пасажа на Полярната звезда през меридиана, вие пак можете да определите кръга за визиране на оста и да получите доста приближена ориентация на вашата екваториална установка. Репродуцирайте рисунката на съзвездията върху квадрат от бял картон. Малкият кръг, който описва движението на Полярната звезда, е идентичен с преместването на небесния полюс.

Открийте на небето Голямата мечка, Касиопея и Полярната звезда. Ориентирайте картоната, като го съвпаднете възможно най-добре с този район на небето. С помощта на слабо осветяване определете върху картоната направлението на Полярната звезда спрямо полюса, като циферблата на часовник.

Пример: Ако линията, свързваща Полюса и Полярната звезда се намира на 8h, Полярната трябва леко да се доведе до 8h във визъора на оста, за да се получи достатъчно добра ориентация на екваториалната установка.

МЕТОД НА БИГУРДАН. Нека допуснем, че екваториалният инструмент вече е инсталиран върху стабилна подпора - стълб, плоча и т.н.

Поставете върху екваториалната монтировка астрономически далекоглед, снабден с достатъчно силен мрежест окуляр с фокус 6-10 mm. В първо приближение, оста на екваториалната установка вече е ориентирана по направление на Полярната ос.

*** ПЪРВО РЕГУЛИРАНЕ на екваториалната установка в равнината на меридиана.** Насочете далекогледа към достатъчно ярка звезда

зото насочване на екваториалната установка, визирайки Полярната звезда може лесно да стане и през нощта, но в този случай трябва слабо да се освети външната част на визъора, за да се определи малкият кръг с деленията. Използвайте джобно фенерче с намалена светлина.

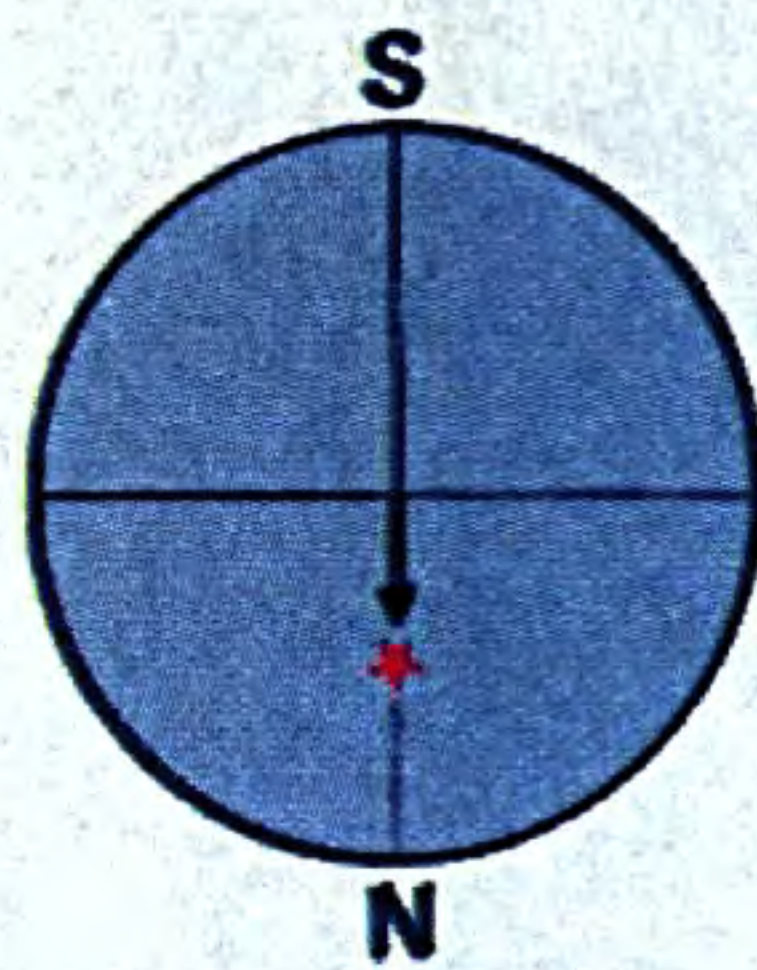
Този процес на бързо насочване се реализира с достатъчно приближение, когато се правят експозиции от 5 до 10 min, с фокуси от 50 до 150 mm.

За по-дългите фокуси може да се наложи по-точно насочване, с метода на Бигурдан.

НАСОЧВАНЕ НА ЕКВАТОРИАЛНАТА УСТАНОВКА ЧРЕЗ НАРЕЖДАНЕ НА ЕДНА ЛИНИЯ НА ПОЛЮС-ПОЛЯРНА. Ако не знаете часа на

близо до меридиана и до небесния екватор (Алтаир, Дзета Орион...). Доведете звездата точно върху кръста на мрежата и проследете движението ѝ за няколко минути. Ако оста не е в равнината на меридиана, звездата ще напусне кръста, като ще се отклони *нагоре* или *надолу*.

Регулиране на екваториална установка, чрез визиране на звезда (обърнато изображение и окуляр с кръст).



Регулиране в равнината на меридиана, чрез звезда на меридиана, близо до екватора.

Звездата се отклонява нагоре: преместете външната част на часовата ос на запад.

Звездата се отклонява надолу: преместете външната част на часовата ос на изток.

В първия случай, много леко преместете екваториалната установка, така че външната част на оста да се отклони от изток на запад.

Във втория случай е обратното.

*** ВТОРО РЕГУЛИРАНЕ. Наклоняване на оста в съответствие с географската ширина на мястото.** Насочете към звезда на $6h$ от пасажа ѝ през меридиана и на половината път между изтока и Полярната звезда (напримар: Капела). Следете я - ако тя се отклонява *нагоре* (към запад), оста трябва леко да се повдигне. А ако се отклонява *надолу* (към изток) - да се наведе. Операцията е улеснена от един или три цилиндрични винта. Понякога е необходимо отново да се върнете към първата операция, след това към втората, преди да достигнете до едно много прецизно регулиране, необходимо особено, ако става въпрос за инструмент с фокус над 1 m.

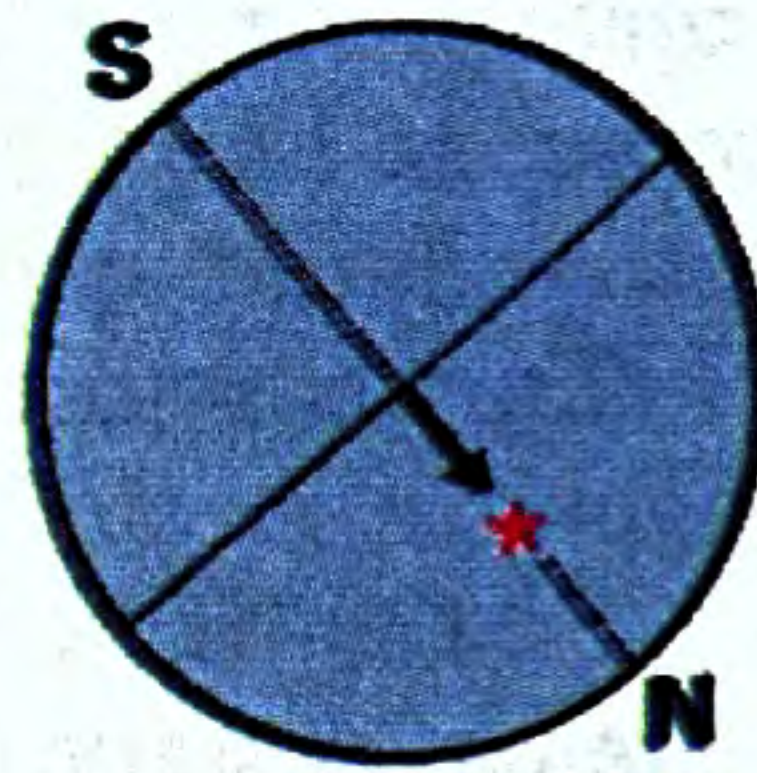
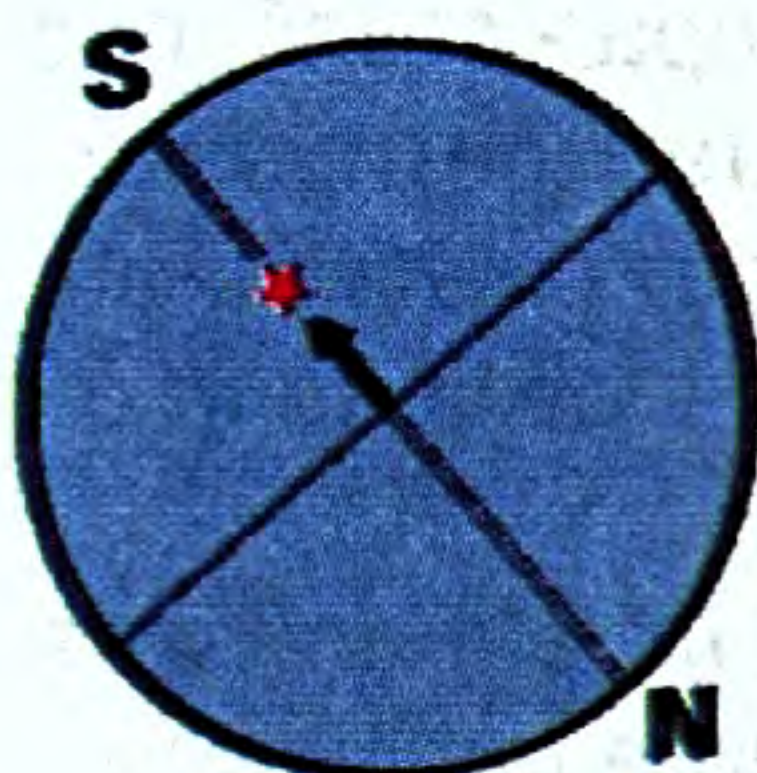
Ако искате да ориентирате екваториалната установка на който и да е тип телескоп и независимо от положението на окуляра върху тубуса, трябва най-напред да определите при наблюдение в окуляра посоката *север-юг*, за да не се допускат грешки по отношение на преместването на звездата.

Посоченият метод се отнася за телескопично (обърнато) изображение, каквото се наблюдава в астрономически далекоглед и телескоп.

Регулиране по географска дължина, като се визираща звезда на $6h$ от меридиана (напримар Капела).

Звездата се отклонява нагоре: повдигнете външната част на часовата ос.

Звездата се отклонява надолу: наведете външната част на часовата ос.



РЕАЛИЗИРАНЕ НА ЕЛЕМЕНТАРЕН ДАЛЕКОГЛЕД-ГИД

За получаването на снимки с помощта на къси фокусни разстояния, от порядъка на 50 mm или по-малки, може да свърши работа дори и най-простият далекоглед, както и дългофокусен обектив, трансформиран в астрономически далекоглед, или търсач от телескоп.

Проблемът е, че не е много лесно да си направите сами далекоглед-гид с кръст. Тъй като тук не е най-важно оптичното качество, за обектив може да използвате обикновена леща с диаметър 30-40 mm или повече и фокус 200-500 mm. За да си направите окуляр, вземете леща с фокус 20-30 mm (изпъкналата ѝ страна да е към окото) или две лещи с фокус 10-25 mm, които трябва да монтирате в тубус, като ги разделите с цилиндър, чиято дължина трябва да е по-малка с около 2 mm от фокуса на лещите.

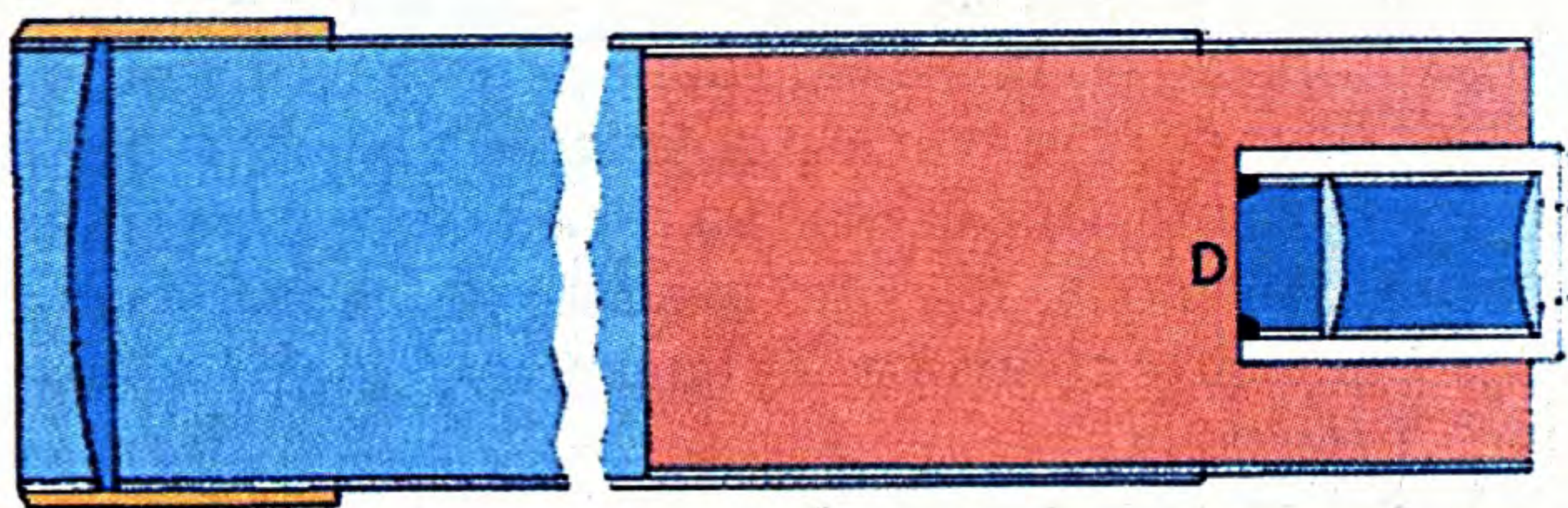


Схема на търсач с диаметър 40 mm и фокус 235 mm. Окуляр от типа Рамсген има две лещи, които увеличават около 10 пъти. Приплъзващите се тубуси са от бакелизирана хартия. D = диафрагма и местоположение на кръста.

Схемата показва как да се поставят лещите (обектив и окуляр) във вътрешността на два тубуса (от картон, пластмаса или метал), които да се приплъзват един в друг при фокусирането.

Дължината на далекогледа отговаря на фокуса на обектива плюс този на окуляра. Преди окуляра трябва да поставите кръста - там, където се формира най-чистото изображение, когато се гледа през лещите.

ПРЕЦИЗНО ГИДИРАНЕ С АСТРОНОМИЧЕСКИ ДАЛЕКОГЛЕД

Таблицата показва минималните фокуси за далекогледа-гид, необходим за телескоп с даден фокус, предназначен за фотографиране. Гидирането е сравнително лесно за реализиране при фокус по-голям от 1 m. Но когато се използват телескопи с фокусно разстояние 1-3 m и повече, прецизността на гидирането става особено важна.

Най-добре е да се снима, като се „следи“ една определена звезда, намираща се в непосредствена близост с фотографираното поле. Всъщност, повечето любители се задоволяват да поставят фотоапарата си върху окулярния носач на телескопа, т.е. в главния му фокус, за да фотографират слаби обекти, като мъглявини и галактики.

Обикновено, фотографите се срещат с две трудности:

1. Фокалното изображение се формира твърде близо до изхода на

тубуса на телескопа и не достига до равнината на филма, когато фотоапаратът е закрепен на мястото на окуляра.

Решение: Приближете малко вторичното към първичното огледало. Поставете един съвсем къс окулярен държател, което ще ви позволи да „доведе“ равнината на филма до фокалната равнина.

Използвайте леща на Барлоу, която отдалечава фокуса, но също така увеличава изображението, като намалява осветеността, което може да доведе до други затруднения.

2. Втората трудност е при гидирането. Фокусът на далекогледа-гид трябва да е поне равен или по-голям от фокуса на използвания за фотографиране телескоп.

Но най-големият проблем е закрепването на гида към телескопа. Под действие на голямото тегло на двата инструмента и от разликата в ориентацията им по време на експозицията, скобите могат леко да се разхлабят и да създадат почти незабележими на пръв поглед огъвания, които обаче ясно се появяват върху филма. Точността на гидирането, както и на часовото задвижване на екваториалната установка е само от няколко микрона, тъй като диаметърът на най-слабите регистрирани звезди върху снимката не надвишава (дори при най-добри условия) 0.1 микрона.

Системата за закрепване на далекогледа-гид върху тялото на телескопа трябва да бъде изучена отделно и грижливо - трябва да се направят няколко скоби, обхващащи изцяло двата инструмента.

Някои любители закрепват успоредно два телескопа - единият за гидиране, а другият за снимане. Този монтаж обикновено не задоволява, тъй като телескопът, предназначен за гидиране е здраво свързан с използвания за фотографиране телескоп.

Таблицата показва минималната дължина на фокуса (или полезността на далекогледа-гид), както и сумарното увеличение, като функция от използвания обектив (или огледало) за фотографиране на комети или продължителни звездни експозиции.

Основно правило - минималното сумарно увеличение на далекогледа-гид трябва да е равно на фокусното разстояние на фотокамерата.

Фокус на фотокамера (обектив или огледало)	Минимален фокус на далекогледа-гид	Минимално увеличение или приложима полезност на далекогледа-гид
5 до 10 cm	40 cm	10x
10 до 20 cm	60 cm	20x
20 до 50 cm	100 cm	50x
50 до 100 cm	150 cm	150x
100 до 200 cm	200 cm	200x

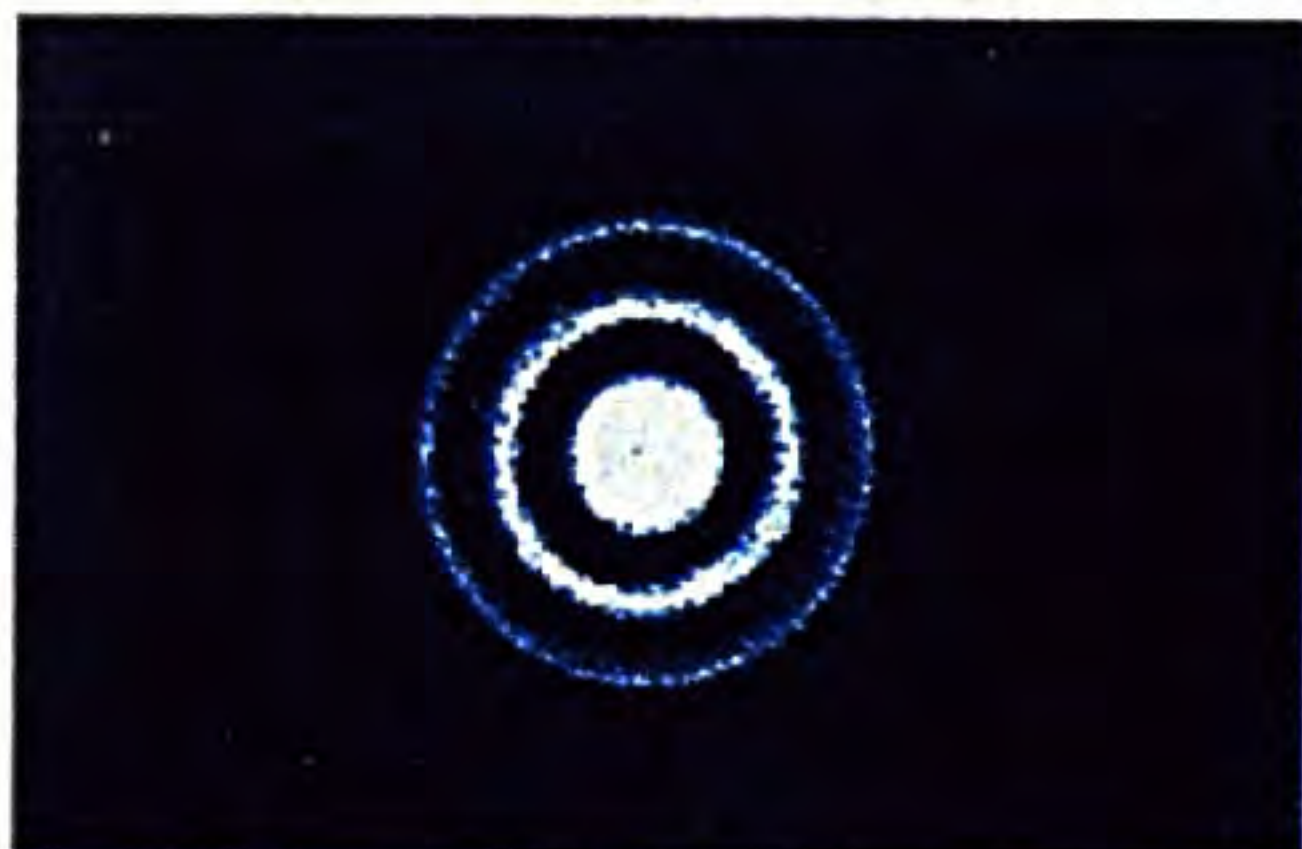
Без да навлизаме в подробности ще отбележим, че светлината проявява както вълнови, така и корпускулярни свойства. Тя е електромагнитна вълна, която се премества под формата на трептения (изключително малки синусоидални вълни), наброяващи около 2000 за минута.

Физическата природа на светлината не е съвсем добре изучена, но се смята, че светлинната енергия е съставена от фотони („пилотирани“ от вълната). И именно фотоните („частиците“ светлинна енергия) въздействат върху светлочувствителната повърхност.

Теоретично, обективът (събирателна леща или вдлъбнато огледало) би трябвало да възстанови изображението на един точков източник, намиращ се на безкрайност (например, звезда) в точката на фокуса без забележими размери.

В действителност, явлението протича по-различно. Във всеки момент, светлинната енергия, излъчена от източника в един предишен момент, се отправя към нас, „разположена“ върху сфера, наречена повърхнина на вълната. Разстоянието до звездата е толкова голямо, че малката сферична топка, която пресича обектива, може да се счита за равнина.

Но върху вдлъбнатата или изпъкнала повърхност на обектива, някои точки от повърхнината на вълната са в закъснение по отношение на други, така че лъчите не се пресичат напълно в точката на фокуса, а формират малко светлинно петно, наречено петно на дифракцията.



Вид на звезда, наблюдавана през оптичен инструмент.

Всъщност, това изключително малко петно (няколко микрона) щеше да е по-широко, ако едновременно не протичаше и явлението интерференция, което „разрушава“ вълните с противоположни фази.

И така, интерференцията става заедно с дифракцията, около централната точка (изображение-точка), образувайки многобройни концентрични пръстени, които са все по-слабо осветени навън, разделени от тъмни пръстени със същата ширина.

На фигурата е представен видът на наблюдаваната с оптичен инструмент звезда, в резултат на тези две различни явления. Петното на дифракцията, формирано от светлината на звездата, в действителност е един „фалшив звезден диск“, тъй като е резултат от фокализирането на светлината (на звездата), получена от цялата повърхност на обектива или огледалото. За телескоп с диаметър 200 mm и относителен отвор $f/D=6$, петното на дифракцията има диаметър само 4 микрона!

$$\rho_0 = 1.22 \times 0.56 \times 6 = 4.1 \text{ микрона.}$$

И тъй като 0.56 е средната дължина на вълната на видимата светлина, формулата добива вида:

$$\rho_{0 \text{ линейно}} = 1.22 \lambda f/D.$$

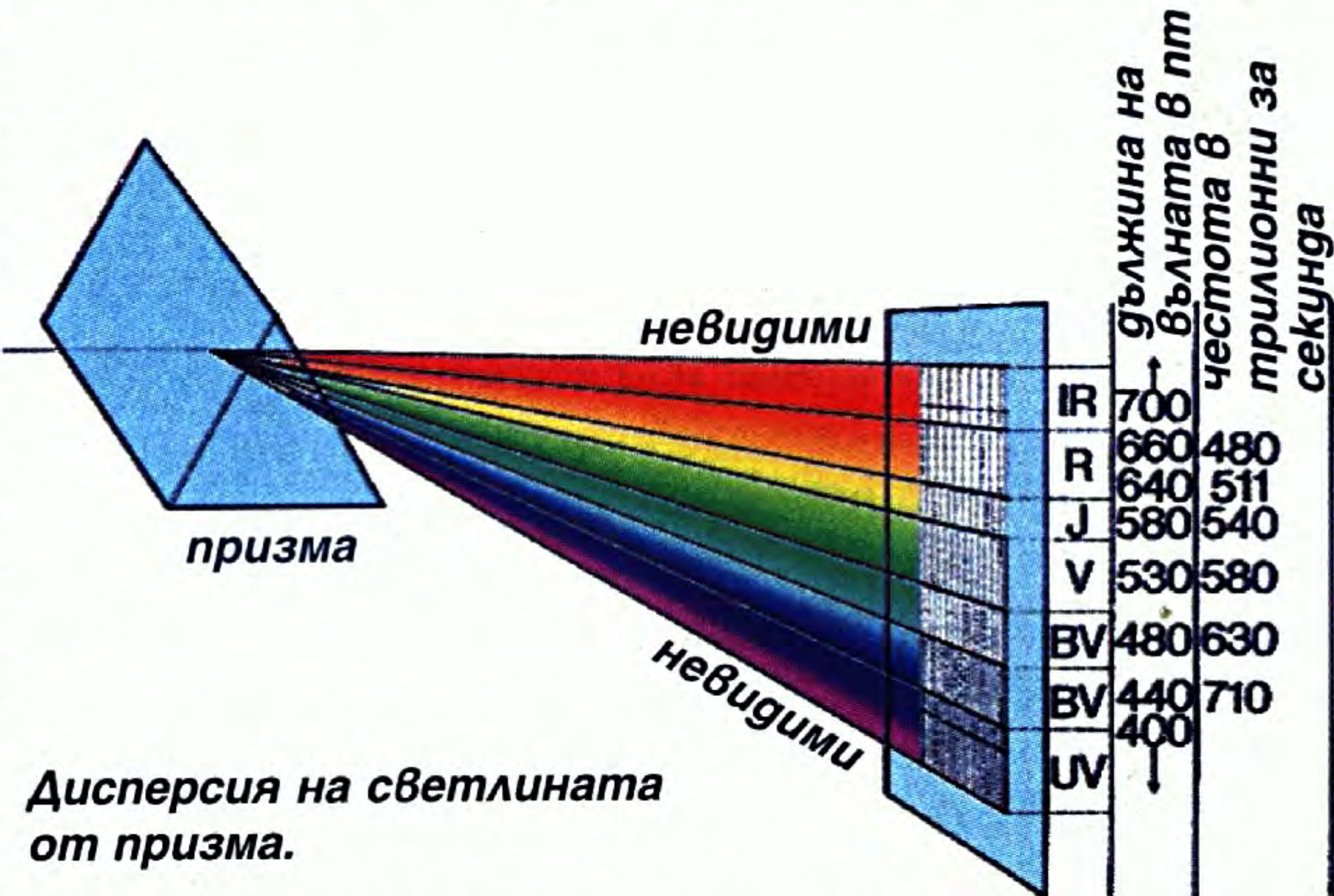
ДИАМЕТЪР НА ПЕТНОТО НА ДИФРАКЦИЯ, КАТО ФУНКЦИЯ ОТ ОТНОСИТЕЛНИЯ ОТВОР

Таблицата показва, че диаметърът на дифракционното петно варира с фокуса и с отношението f/D . Всеки оптик трябва да се стреми да създаде обективи (или да направи огледала), така че всички лъчи, които преминават през тях да се пресичат в един малък кръг с размер по-малък или равен на дадените стойности, изразени в микрони!... А това е доста сложна задача, почти на границата на човешките възможности. Наистина, трудностите, които е трябвало да се преодолеят в модерните обективи, за да се подтиснат „причинителите за влошаването на изображението“, са огромни.

Светлината се разпространява с голяма скорост във вакуум, около 300 000 km/s (близо 200 000 km/s в стъклото). Това разпространение става под формата на периодични вълнови движения. Броят на вълните за секунда е около 540 трилиона за жълтото. Това се нарича честота. Всъщност, един бял светлинен лъч е съставен от голям брой вълни с различни дължини. Но премествайки се всички заедно с една и съща скорост, виолетовите вълни (интегрирани в бялата светилна) са по-къси от червените - т.е. имат по-висока честота. Като цяло, дължината на вълната е много малка, близка до 0.6 микрона за жълтото - почти 2000 вълни за 1 mm!

Цветовете, които виждаме през деня, са само визуални впечатления, зависещи единствено от дължините на вълните, които възбуждат нашето око. Бялата светлина съдържа всички дължини на вълната, формиращи всички цветове, които ние познаваме.

Можем да направим един елементарен опит с различните дължини на вълната, т.е. с цветовете, съставлящи бялата светлина. Със свойството си да диспергира, т.е. да разделя елементите, които съставят светлината, една призма ще отклони преимуществено всяка дължина на вълната според това, колко по-висока е честотата ѝ. В резултат се получава светлинна ивица, формираща „ветрило“ от червеното до виолетовото. Това е т.нар. спектрална ивица.



Дисперсия на светлината от призма.

Светлината се разпространява с голяма скорост във вакуум, около 300 000 km/s (близо 200 000 km/s в стъклото). Това разпространение става под формата на периодични вълнови движения. Броят на вълните за секунда е около 540 трилиона за жълтото. Това се нарича честота. Всъщност, един бял светлинен лъч е съставен от голям брой вълни с различни дължини. Но премествайки се всички заедно с една и съща скорост, виолетовите вълни (интегрирани в бялата светилна) са по-къси от червените - т.е. имат по-висока честота. Като цяло, дължината на вълната е много малка, близка до 0.6 микрона за жълтото - почти 2000 вълни за 1 mm!

Цветовете, които виждаме през деня, са само визуални впечатления, зависещи единствено от дължините на вълните, които възбуждат нашето око. Бялата светлина съдържа всички дължини на вълната, формиращи всички цветове, които ние познаваме.

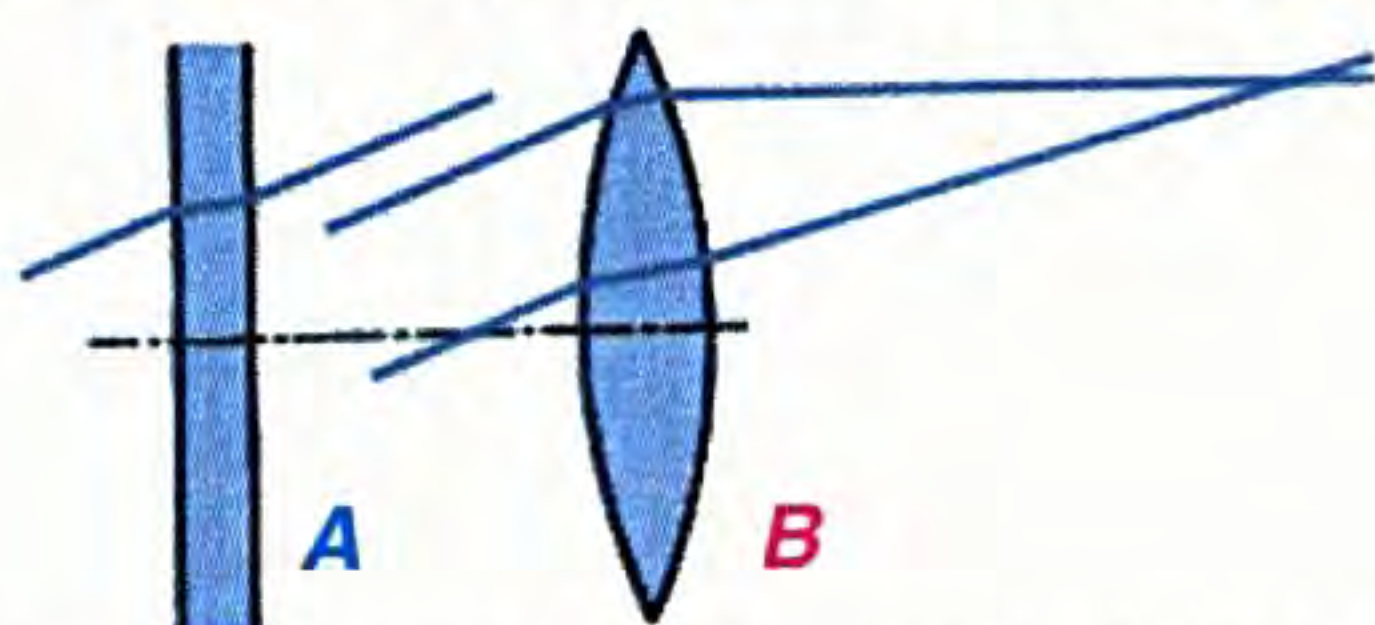
Можем да направим един елементарен опит с различните дължини на вълната, т.е. с цветовете, съставлящи бялата светлина. Със свойството си да диспергира, т.е. да разделя елементите, които съставят светлината, една призма ще отклони преимуществено всяка дължина на вълната според това, колко по-висока е честотата ѝ. В резултат се получава светлинна ивица, формираща „ветрило“ от червеното до виолетовото. Това е т.нар. спектрална ивица.

Диаметър на дифракционното петно като функция на относителния отвор.

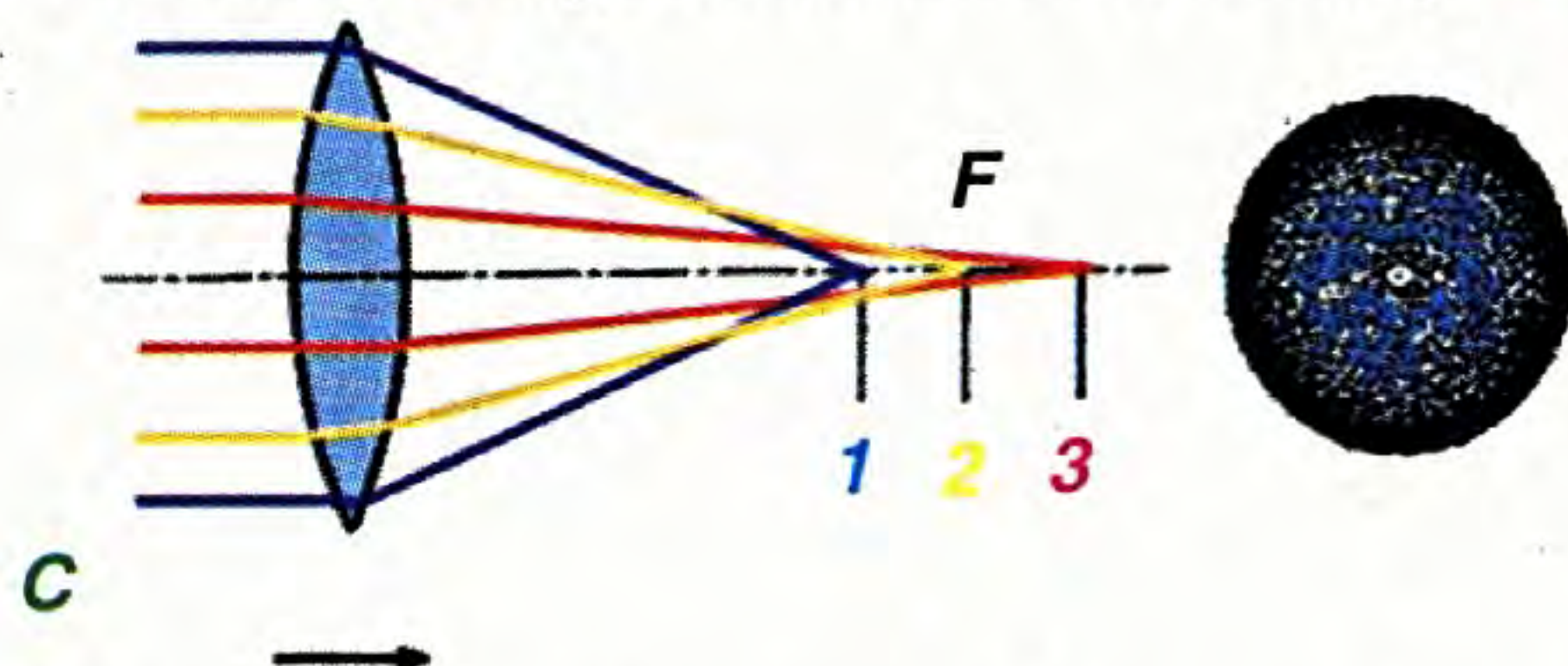
относителен отвор												
3	4	5	6	7	8	9	10	20	40	60	100	
φ на дифракционното петно (в микрони)												
2	2.7	3.4	4.1	4.8	5.4	6	6.8	13.6	27.2	41	69	

АБЕРАЦИИТЕ. Светлинните лъчи, преминаващи през двойно-изпъкнала леща, се *пресичат* и срещат в една точка, наречена *фокус*. Разстоянието, което разделя тази точка от центъра на лещата се нарича *фокусно разстояние*, **B**. Но всъщност, белият светлинен лъч, минаващ по този път, е подложен на различни явления, наречени *аберации*.

Един лъч бяла светлина е съставен от всички дължини на вълната, които участват в цветовете на дъгата и заедно съставят *спектъра*. Когато лъч бя-



*Пречупване на светлинните лъчи при преминаването им през плоско-паралелно стъкло **A** и двойно-изпъкнала леща **B**.*



Аберации. Централните светлинни лъчи се фокусират в **3**, а периферните - в **1**. Именно те превръщат изображението на звездата в светлинно петно.

фотографира, формираното от виолетовите лъчи изображение е по-малко, отколкото изображението, създадено от червените лъчи. Това е т.нар. *аберация по големина*, която е свързана с хроматичната аберация. В известна степен хроматичната аберация може да бъде подтисната, като се добавят 2 лещи с различни кривини - тази комбинация се нарича *обектив*, **E**. Така, двойно-изпъкнала леща заедно с плоско-изпъкнала леща се превръщат в *ахроматичен обектив*, който е почти задоволителен за наблюдение, но недостатъчен за астрономическа фотография. Когато искате да получите снимка през обектива на астрономически далекослед е необходимо да коригирате хроматичната аберация (наречена вторичен спектър), като използвате жълт филтър. Достатъчната хроматична корекция изисква комбинация от 3, дори 4 лещи. Всички събирателни лещи или система от лещи (обектив) формират *обърнато* изображение на обекта. Големината на фотографираното изображение е пропорционална на фокусното разстояние.

Не всички лъчи, идващи от много отдалечен светлинен източник, които пресичат една проста леща, се пресичат върху фокалната равнина. Върху рисунка **D**, която е много преувеличена, лъчите **A** се пресичат в **a**, централните лъчи **C** се пресичат в **c**, докато средните лъчи **B** се пресичат в **b**, обравав-

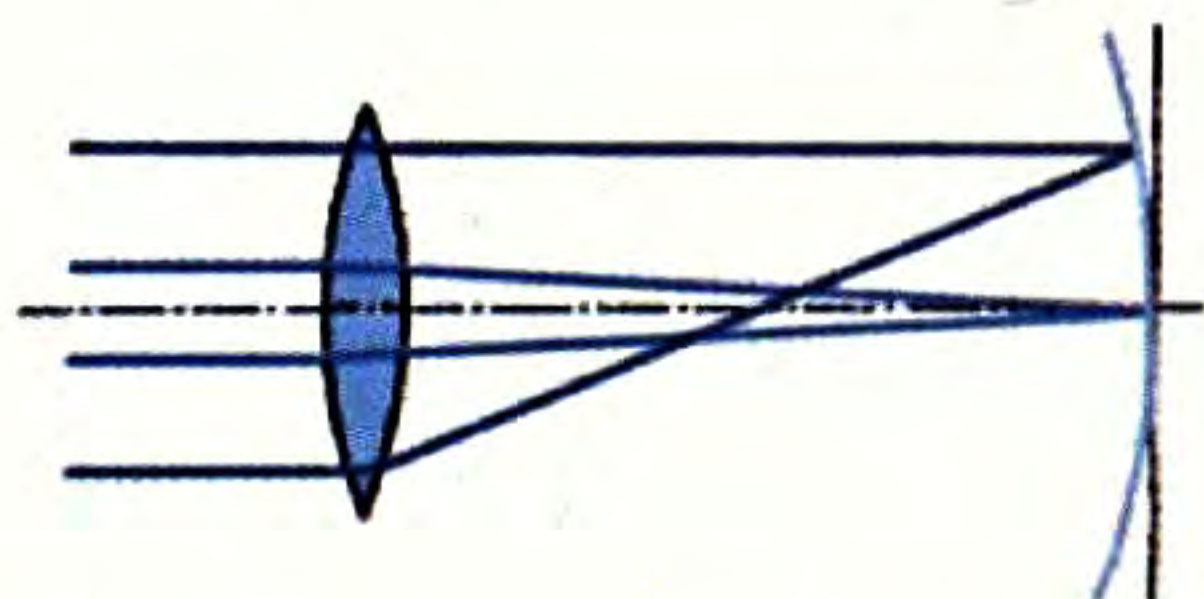
ла светлина пресича конвергентна леща (или призма), той е подложен на отклонения, в резултат на които се формира сноп от лъчи, чийто цвят (дължини на вълната) са различни. Това е *дисперсия* на бялата светлина, която води до формирането на *спектрална ивица*, от червеното до виолетовото. Ако разгледаме фокусното разстояние (**2**), формирано от жълтите лъчи, ще констатираме, че виолетовите лъчи (**1**) се отклоняват повече и така създават *по-късо* фокусно разстояние. Обратно, червените лъчи (**3**) имат *по-дълъг* фокус. Това явление се нарича *хроматична аберация*, **C**. В резултат, когато се разглежда или

зувайки т.нар. средна фокална равнина. В резултат, звезда, фотографирана с проста леща се превръща в малко централно петно, заобиколено от халотова е сферичната аберация.

ДИСТОРСИ-

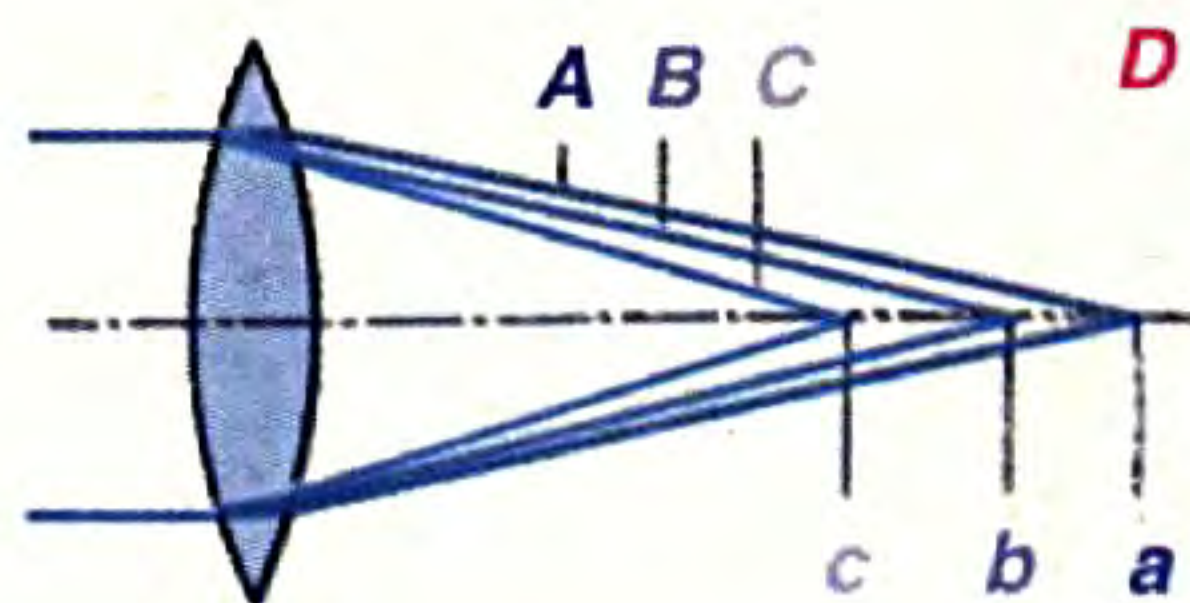
ЯТА. Фактът, че периферните лъчи формират изображение на сравнително по-малко разстояние спрямо централните лъчи, определя различно увеличение върху снимката - в краищата и в центъра ѝ. Това явление, наречено дисторсия, частично се коригира от прибавянето на две системи от лещи. Всъщност, за ежедневната фотография слабата дисторсия няма голямо значение. Но за астрономическата фотография тя е съществен проблем. Например, съвпадението става невъзможно при плътно прилепване на няколко негатива на един и същи район на небето - съзвездие, Млечен път и т.н. Дисторсията се появява главно в краищата на снимките, получени с обективи с големи зрителни полета, особено ако са с много големи относителни отвори. Дисторсията бива наричана „възглавничка“ или „буренце“, според положението на диафрагмата в системата от лещи, съставлящи обектива.

Лъчите, които пресичат една проста леща, формират фокус, наречен „радиален“, тъй като произхождат от сагиталната равнина и фокус, наречен „тангенциален“, тъй като произхождат от равнината на меридиана. Тези лъчи се проектират върху изкривена повърхност, а не върху равнината на централните лъчи (оптичната ос). Тази повърхност, чиято кривина е ориентирана към лещата, се нарича *кривина на полето*.

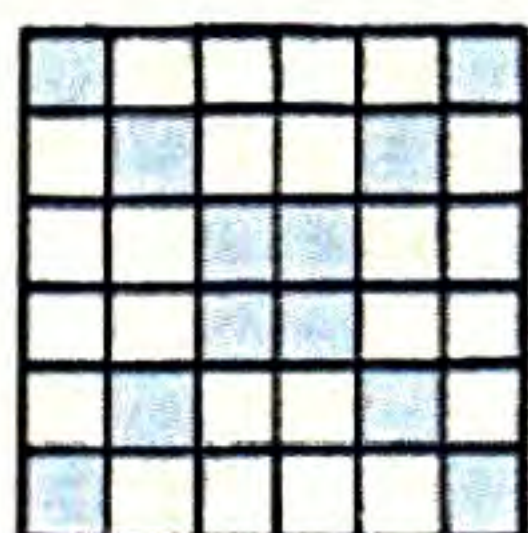
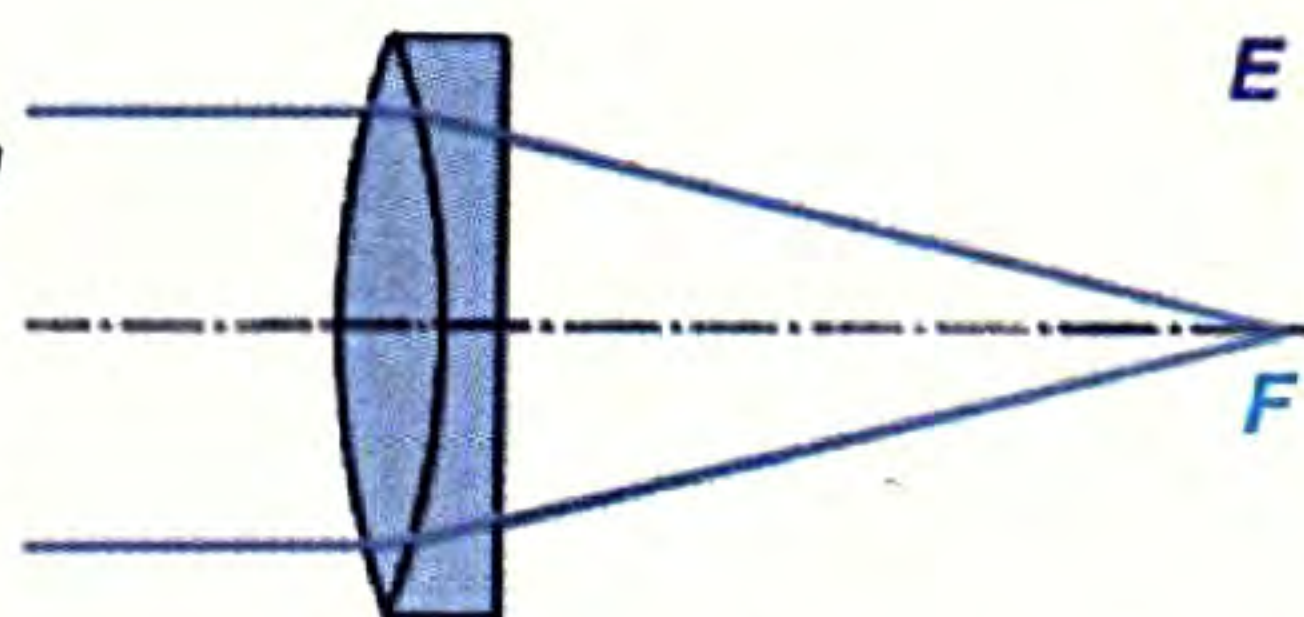


Кривина на полето. Периферните и централните лъчи не се пресичат в една равнина. Снимка с тази леща има чисто изображение само в центъра.

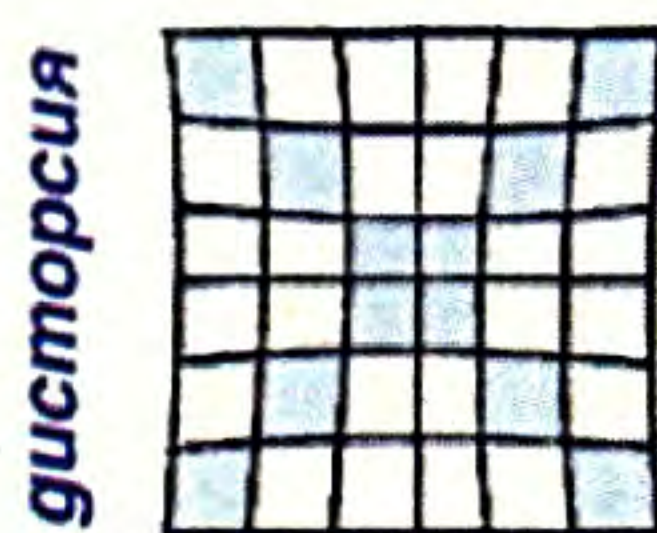
Хроматична аберация и аберация по големина. Лъчите *A*, *B* и *C* се пресичат в *a*, *b* и *c*. В резултат, изображението *a* е по-голямо от *c* (*B* е изображението от средния фокус).



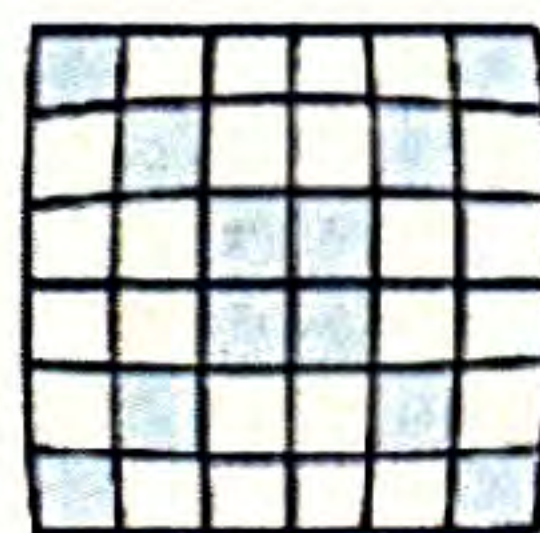
Две лещи образуват обектив, който отчасти коригира хроматичната аберация и аберацията по големина (*F*: фокално изображение).



прицел



„възглавничка“



„буренце“

АСТИГМАТИЗМЪТ. Когато светлинният сноп пресича полегато обектива в хоризонталната равнина (наречена сагитална), той се фокусира по-близо до лещата, отколкото лъчите, идващи от равнината на меридиана. Но сноп, който се пресича преди или след фокалната равнина, се превръща в светлинна следа вместо в точково изображение. Тъй както двете фокални равнини (хоризонтална-



Центърът на снимката се намира в **С**.
Надясно от **С** изображенията на звездите
са все по-деформирани от астигматизма.

та и вертикалната) не съвпадат, резултатът е, че при изменение на фокусирането, върху матовото стъкло се получава издължаване на хоризонталните следи, когато вертикалният сноп изглежда точков или издължаване на вертикалните следи, когато хоризонталният сноп е точков. Невъзможно е да се получи никакво друго фокусиране на изображението, освен с формата на кръст. Явлението е толкова по-явно, колкото повече се отдалеча-

ват от оптичната ос. Освен това, най-отдалечените от оптичната ос краища на кръста се издължават като опашка на комета и изображението напоява на копие - това е ефекта *кома*, свързан със сферичната аберация.

Ясно е, че обективът трябва да създава колкото е възможно по-чисто изображение. В същото време, при голям относителен отвор, трябва да са елиминирани различните аберации - чрез добър избор на типовете стъкла, точността на кривините и интервалите, степента на полиране, центрирането и прецизността на монтировките.

РАЗСЕЙВАНЕТО. Става въпрос за явление, дължащо се на дефекти при полирането на оптичната повърхност (черти), на прах и всички мръсотии и петна, които могат да се получат върху повърхността на лещите. Когато разсейването стане твърде голямо, резултатът е намаляване на контраста и „набъбване“ на изображенията.

ОТРАЖЕНИЯТА. Когато светлинен лъч срещне полирана повърхност като стъкло, по-голямата част от светлината я пресича, но 4-5% от нея се *отразява*. В един фотографски обектив, съставен от много лещи, се създават многобройни отражения върху всяка от повърхностите на стъклото, което поражда паразитни *светлини*. Те предизвикват неправилно осветяване на тъмните зони, намиращи се в съседство с ярко осветените области. Този ефект частично се премахва с т.нар. противоореолна обработка на повърхността на лещите. При огледало на телескоп, чиято стъклена повърхност е покрита с алуминиев слой, светлината се отразява почти напълно.

ПРЕЧУПВАНЕТО. Когато светлинен лъч попадне *полегато* към повърхността, разделяща две среди (въздух-стъкло), траекторията му се разделя - той се *пречупва*. Именно това свойство, дължащо се на прозрачността на стъклото, позволява да се получи *пресичане* на лъчите, преминаващи през една изпъкнала леща или система от лещи, за да достигнат до *фокалната точка*. Без това свойство на стъклото не би била възможна фотографията.

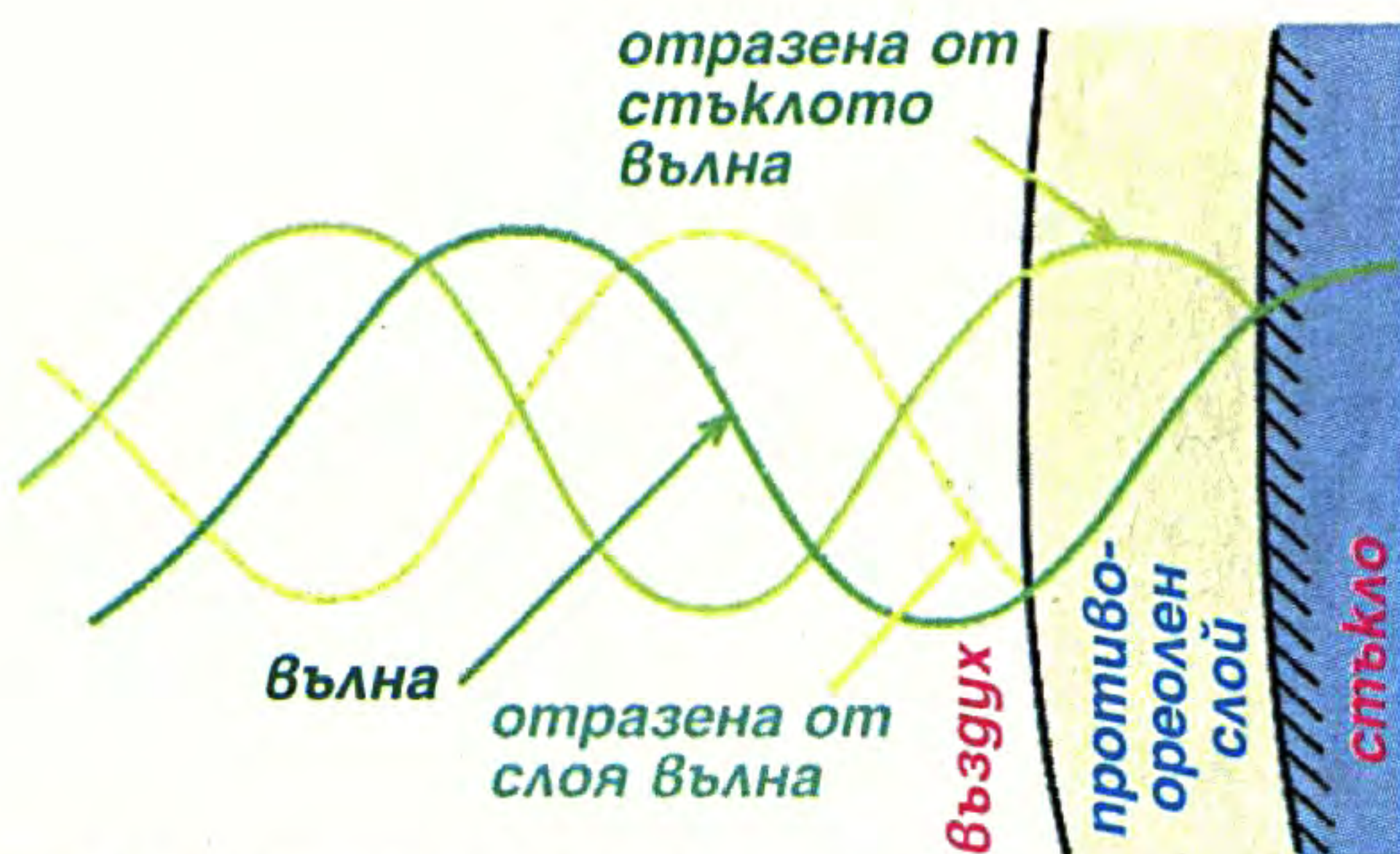
ВИНЕТИРАНЕТО. То е свързано с оптичния монтаж на телескопите и главно с диаметъра на вторичното огледало и дистанцията му до фокалната

нина, но зависи също от това, дали се използват допълнителни аксесоари, като леща на Барлоу и др. Може да се направят изчисления за определянето на винетирането във всеки отделен случай. Но е възможно и директно да бъде измерено полето на пълното осветяване, като се монтира фотоапарат във фокуса на инструмента.

Отворете капака на фотоапарата, а скоростта нагласете на В. Застанете зад него, по продължение на оптичната ос. Дори с обикновена линейка, разположена на мястото на филма, можете да измерите диаметъра на полето на пълната осветеност, което се проектира в центъра на прозорчето 24x36. Всъщност, полето на пълната осветеност е изображението на първичното огледало, напълно отразено от вторичното. Винетиране има, когато първичното е малко закрито от краищата на вторичното.

ПРОТИВООРЕОЛНА ОБРАБОТКА НА ФОТОГРАФСКИТЕ И АСТРОНОМИЧЕСКИТЕ ОБЕКТИВИ. Операцията се състои в поставянето на вещество (флорур от литий, калций или магнезий) върху лещите на обектива. Дебелината на този слой (от порядъка на 1/10 от микрона) трябва да е равна на 1/4 от дължината на вълната на светлината. Когато това условие е спазено, вълните се отразяват от противореолния слой и интерферират върху стъклото с еднаква амплитуда, след което се разрушават.

ПРЕДИМСТВА НА ОБРАБОТЕНИТЕ ОБЕКТИВИ. Противореолната обработка на лещите на обектива намалява ефектите от паразитната светлина и увеличава светимостта му, особено когато е съставен от много лещи. Така, качеството на изображението подобрява чистотата си, чрез подтискане на паразитните светлини. Например, при фотографиране на Луната в непосредствена близост с Плеядите с необработен обектив, паразитните светлини ще предизвикат осветяване на тъмните части на снимката и ще попречат да се различат звездите. Но с обработен обектив, тъмната част ще получи твърде малко отразена светлина и така ще се появят слабите звезди в съседство с Луната. За астрономически обектив с 2 лещи отраженията са твърде несъществени. Те се намират винаги на нивото на границата въздух-стъкло. На практика, по-добре е да разполагате с добър необработен астрономически обектив, отколкото с лошо обработен.



Ефект от противореолен слой върху леща.



В центъра на кадъра комата е пренебрежима.

С ИЗКУСТВЕНА ЗВЕЗДА. Контролът на оптичното качество на нов или взет на старо обектив може да стане по следния начин.

С помощта на игла рязко пробийте в обвивката на туба от паста за зъби малка, съвсем кръгла дупка с диаметър $1/4$ mm. След това обвийте с тази тънка метална пластинка една матова електрическа крушка. Така, интензивно осветената дупка ще изглежда като изкуствена звезда, която наблюдавана от достатъчно голямо разстояние ще създава изображение като от истинска звезда - бляскава точка заобиколена от два ярки, разделени от два тъмни пръстена със същата ширина. Дифракционната картина или т.нар. *фалшив диск*, трябва да изглежда колкото е възможно по-добре, когато се наблюдава през астрономически инструмент. Фотографски обектив снабден със силен окуляр (използван като далекоглед) трябва да покаже добро изображение на този фалшив диск (дифракционно петно) без оцветявания. За проба, поставете обектива на 4 m от осветената дупка за фокус от 50 mm, до 8 m за фокус от 100 mm.

Някои обективи с много големи относителни отвори - 2 или 1.2 - при най-отворено положение обикновено показват дифузно хало с повече или по-малко деформиране пръстени и силни оцветявания (които свидетелстват за ахроматичен дефект). Принципната трудност се състои в оценяването на степента на дефектите при различните отвори (варирайте с диафрагмата). Възможно е, един и същи обектив да дава много влошени изображения при максимален отвор, приемливи при 4.5 и добри при 6.3. Тези опити са лесно приложими за далекоглед или телескоп.

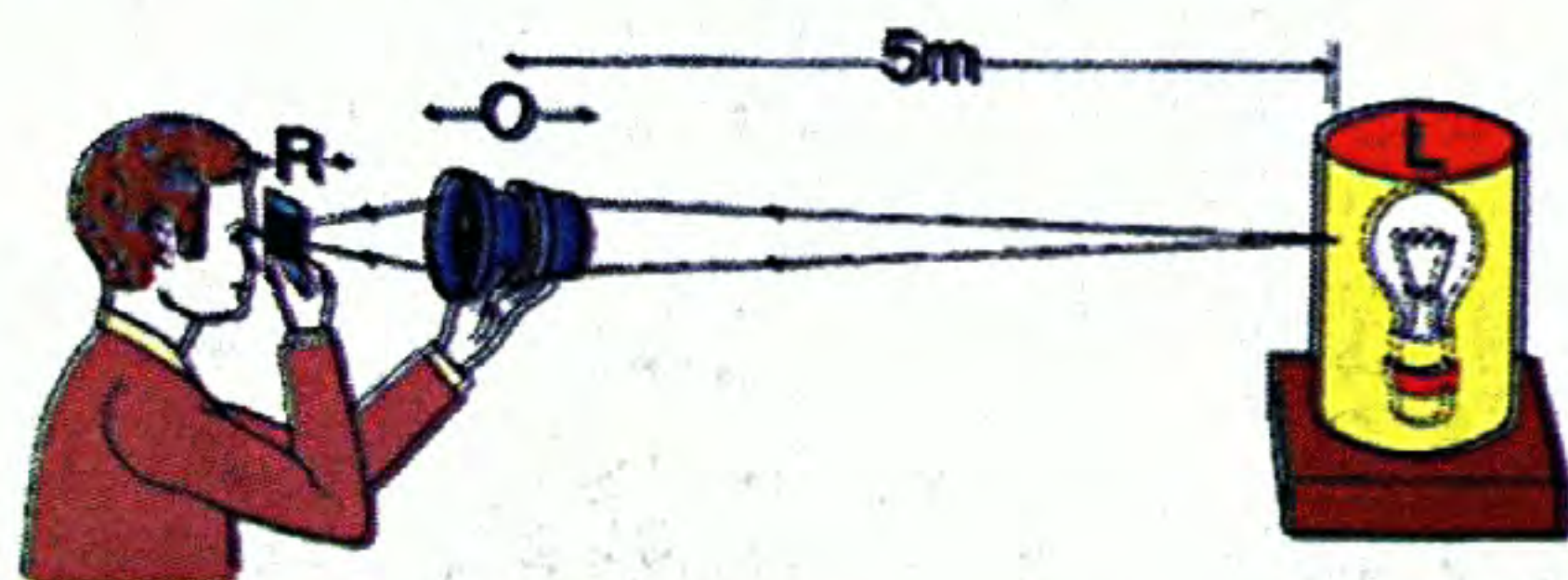
С РЕШЕТКА (тест на Ронки). Лесно можете да проверите оптичното качество на портретен или авиационен обектив, още при закупуването му.

Метод за контрол на обектив с помощта на решетка на Ронки.

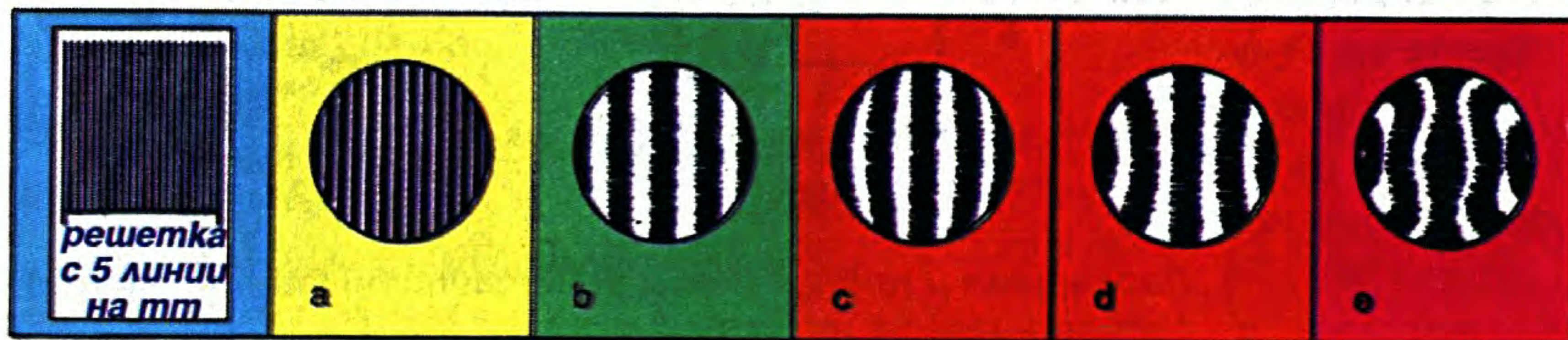
R - решетка с 5 линии на mm;

O - обектив за контрол;

L - лампа, заобиколена от цилиндър, в който на височината на нишката е пробита дупка с диаметър 2 mm.



- a** - твърде отдалечна решетка
- b** - добра дистанция, изключителен обектив
- c** - свръхкоригиран обектив
- d** - недовкоригиран обектив
- e** - централна недовкоригирана и странична свръхкоригирана зона



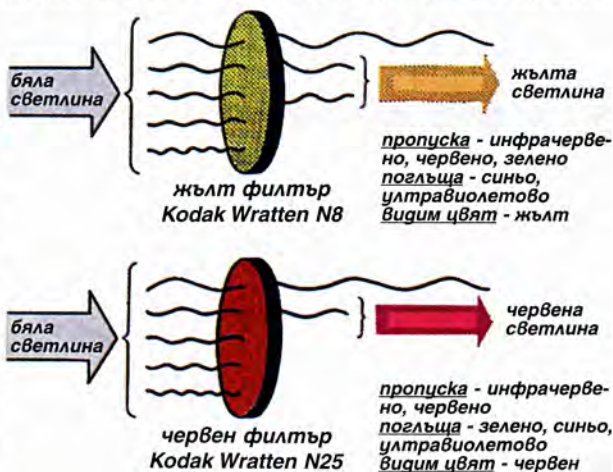
Този метод се състои в използването на решетка с много гъсти паралелни линии и почти точков светлинен източник.

ИЗРАБОТВАНЕ НА РЕШЕТКАТА. Върху голям черен картон залепете 15-20 бели ивици, отделени от интервали със същата ширина. Фотографирайте картоната от няколко метра разстояние, така че при намаляването да получите около 4-5 линии на милиметър. Използвайте филм с голям контраст - Сorex, Recordak. Поставете една крушка в метална цилиндрична кутия и пробийте в нея дупка с диаметър 2 mm на височината на нишката на лампата. Работете в тъмна стая, достатъчно голяма, за да можете да се отдалечите на 5-6 m (за обектив с 10 cm фокус). Дръжте с едната ръка обектива, за да проверите дали е на една линия с окото и добре осветената дупка. След това определете на какво *разстояние* трябва да го държите от адаптираното към максимално отворената диафрагма око, така че осветената дупка да се появи върху цялата повърхност на лещите. Вмъкнете края на филма, представяващ решетката, между обектива и окото, съвсем близо до окото. Тъмните вертикални ивици трябва да се виждат върху цялата осветена повърхност. Открийте на какво *разстояние* от обектива трябва да се държи решетката, за да се виждат 4-5 линии едновременно. Последователността от тъмни и светли линии или ивици показва присъствието или отсъствието на аберации в разглеждания обектив.

Рисунките представят различни аберации, повече или по-малко смущаващи, с изключение на фигура **b**, която показва изключително добър обектив. Тук ивиците са вертикални и лишени от оцветявания. В практиката се приема, че един обектив е със задоволително качество, когато средната кривина на ивиците не надвишава 1 до 2/10 междуивичното разстояние. Както светлите, така и тъмните ивици трябва да са без всякакво оцветяване - присъствието му е доказателство за недостатъчна хроматична корекция.

Фигура **c** показва свръхкоригиран, а фигура **d** - недокоригиран обектив. Фигура **e** е сложна - тя показва наличието на сферична аберация, която се проявява с централна недокоригирана и странична свръхкоригирана зона.

Тестът на Ронки позволява лесно и бързо да се провери обектива на далекоглед или огледалото на те-



Поглъщане и пропускане на светлината от филтрите. (Документация на Kodak).

лескоп. Инструментът просто трябва да се насочи към много отдалечен светлинен източник (звезда или планета). Тестът може да се приложи и върху огледало, към което е монтирано и вторично огледало, леща на Барлоу или окуляр - това позволява да се открият и оценят дефектите на тези оптични елементи.

ФИЛТРИТЕ

СЪЩНОСТ И ИЗПОЛЗВАНЕ. Филтрите представляват стъклени пластини или леко обагрени желатинови листа. Филтрите Kodak-Wratten, например, са от желатин.

Както показва схемата, филтрите селективно поглъщат светлината на някои дължини на вълната, т.е. открояват или потискат някои цветове, като пропускат други. Възниква въпросът - червеният филтър, например, поглъща синьото и зеленото или просто пропуска червеното.



Характеристични криви на филтрите MTO Specivex.

поглъщат част от светлината, към която фотографският слой е чувствителен. Следователно, използването на филтър изисква увеличаване на времето за експозиция, пропорционално на *коефициента* на филтъра, така че крайната плътност на снимката да е подобна на тази, която би се получила без филтър. Но тя няма да е същата за всички цветове, тъй като филтърът ще „спре“ някои от тях.

Основната цел при използването на филтри в астрофотографията е да се елиминира „синьото“ на небето, когато се фотографират някои светила през деня (Слънцето, протуберансите, Луната, планетите, кометите или ярките звезди). Филтрите лесно изявяват някои интересни планетни детайли и елиминират светлината от нощния небесен фон, за да се повиши контраста на слабите емисионни мъглявини.

В някои случаи може да се наложи астрофотографът да насложи 2 филтъра за по-добро разграничаване на спектралната ивица, която иска да фотграфира - всеки от филтрите елиминира част от светлината, която може да попречи на преследваната цел.

ФИЛТРИ СЪС СПЕКТРАЛНА СЕЛЕКЦИЯ. На пазара се срещат три основни групи - Kodak с филтрите Wratten и MTO със Specivex и Schott.

КЛАСИФИКАЦИЯ НА ФИЛТРИТЕ SPECIVEX MTO. Първата главна буква показва основната форма на кривата: филтър A има крива на селекция с

формата на буквата А, филтър V - с формата на V и т.н. Следващото число показва дължината на вълната, върху която е центриран филтърът. Последната малка буква дава дебелината на филтъра, според нарастването: $a=1.5\text{ mm}$, $a'=2\text{ mm}$, $b=3\text{ mm}$, $b'=3.5\text{ mm}$, $c=4.5\text{ mm}$, $c'=5\text{ mm}$... Например: H 2 200 b има крива с плато около 2 200 nm и дебелина 3 mm.

Филтрите, които представляват композиция от няколко тънки слоя, основно изменят първоначалните характеристики на отделните елементи. Те се отбелязват с буквата D. Например: Филтър DH 543c' изолира спектрална ивица, центрирана върху 543 nm. Той се състои от система тънки слоеве с обща дебелина 5 mm.

КЛАСИФИКАЦИЯ НА ФИЛТРИТЕ WRATTEN.

Направени главно от желатин, чиито цени са много достъпни, тези филтри се номерират от 0 до 100. Ниските числа са центрирани в ултравиолета, а високите - върху инфрачервената светлина. Характеристичното число е последвано от три букви, от А до D, които показват стабилността на характеристиките на филтъра в стандартни условия (първата буква показва стабилността към естествената светлина - например, филтър AAA е с голяма стабилност).

ДЕТАЙЛНА ДОКУМЕНТАЦИЯ.

Kodak Wratten: „Фотографските филтри Kodak“ съдържат кривите и характеристиките на всички филтри. **MTO Specivex:** три ивици (ултравиолет, видим, инфрачервен) определят характеристичните криви на всеки филтър.

НЕУТРАЛНИ ФИЛТРИ. Това са сиви или черни филтри, които пропускат всички части на спектъра, но в строго определена пропорция. Наричат се също *отслабващи*.

Wratten Kodak: произвеждат се от желатин, стъкло или кварц. При използване във видимия диапазон, желатиновите филтри от серията Wratten 96, чиито цени са достъпни, дават добри резултати. Тяхната плътност варира от 0.1 до 4. Те могат да се комбинират по два, което позволява да се достигне до плътност 8 ($N\ 4 + N\ 4$).

ФИЛТРИ С НАРАСТАВАЩА ПЛЪТНОСТ. Плътността на филтрите Wratten 96 нараства равномерно от 0.05 до 6.0. Те са с правоъгълна форма (желатини - 100x15 mm, 150x20 mm, 200x30 mm) или кръгли (от желатин, поставени между две стъклени плаки, с диаметър 65, 75, 150, 254 mm и централна дупка, с диаметър съответно: 25, 6, 19 и 101 mm). Поръчват се от САЩ.

плътност	редукция на светлината	
	диафрагмата	
0.1	1.25	1/3
0.2	1.5	2/3
0.3	2	1
0.4	2.5	1 1/3
0.5	3	1 2/3
0.6	4	2
0.7	5	2 1/3
0.8	6	2 2/3
0.9	8	3
1.0	10	3 1/3
2.0	100	6 2/3
3.0	1 000	10
4.0	10 000	13 1/3

Таблица за редукциите на диафрагмата и светлината от филтрите Wratten 96.

Тези филтри са в следните формати: 50.8x50.8 mm, 76.2x76.2 mm, 101.6x101.6 mm.

За интерпретиране на кривите се отнесете към глави „Фотографският филм“ и „Теория и астрономическа фотография“.

КЛАСИФИКАЦИЯ НА ПРОФЕСИОНАЛНИТЕ ФИЛМИ Kodak

Според спецификата на своята работа астрофотографите рекламират съвсем различни емулсии. Представяме ви системата за кодиране на професионалните филми, но техният внос не е голям и ако искате да ги ползвате, трябва да ги търсите от САЩ. Освен това, те непременно трябва да се консервират в хладилник.

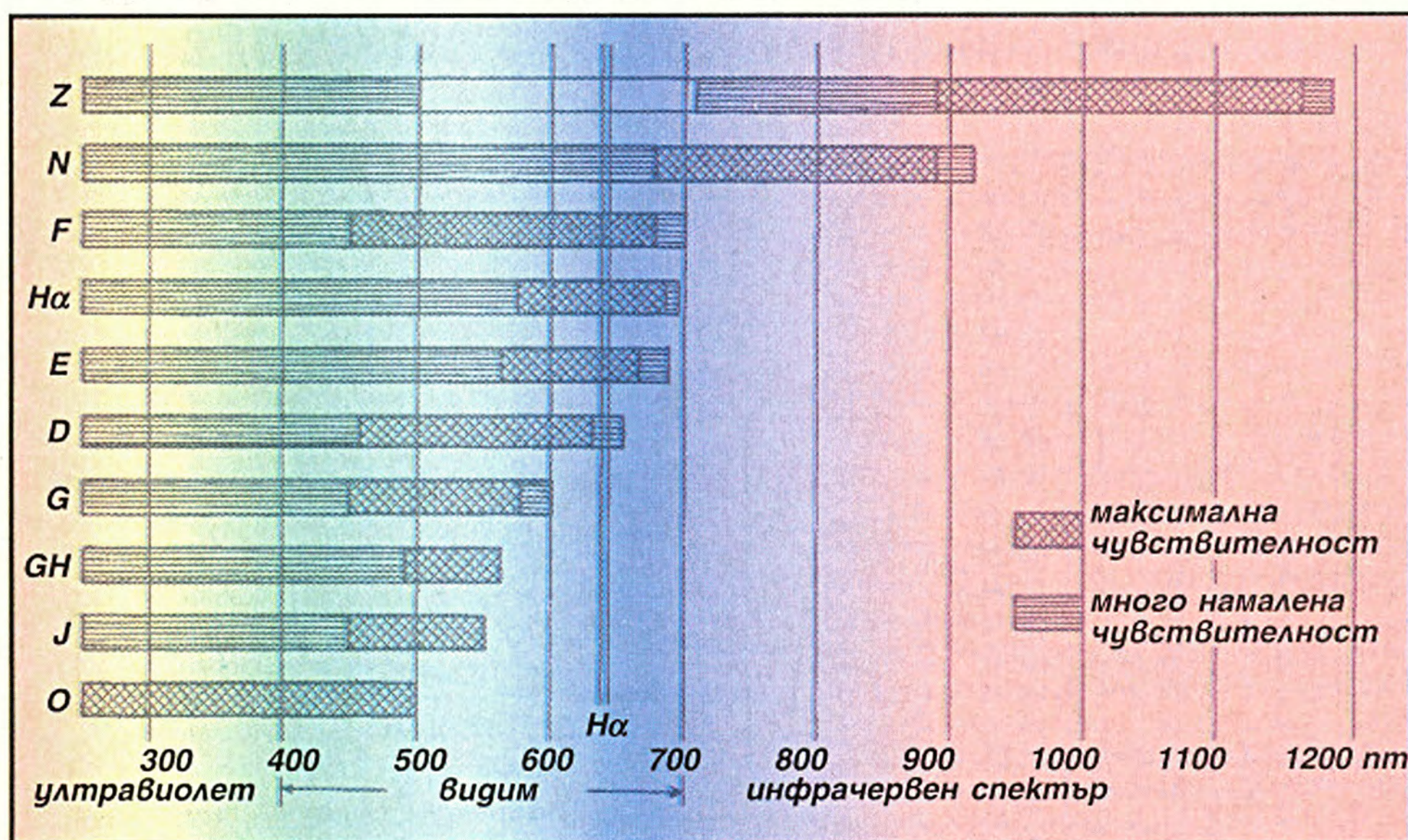
ЧУВСТВИТЕЛНОСТТА. Тя е изразена в ASA, тъй като имаме работа с филми, работещи в специални условия. Нарастването върви от по-чувствителните (тип I) към по-малко чувствителните (тип 649), по следния начин: I, II, 103, III, IV, V.

РАДИКАЛ а. Присъствието му показва наличие на корекция срещу дефекта на реципрочността. Следователно, за дългите експозиции трябва да се избират филми, които имат тази стойност.

Чувствителността 103 специално се препоръчва за астрономията - тук тя дава най-добрия компромис между достатъчния контраст, повишената чувствителност и не много голямото си зърно.

Например: филмът I a0 има максимална чувствителност, коригирана срещу дефекта на реципрочността и освен това е чувствителен във видимия спектър до 500 nm (nm - нанометър или микрон = 1 хилядна от mm).

Друг пример: 103 aF има средна чувствителност, съвместима с астроно



Характеристични криви на професионалните филми Kodak. Код и спектрална класификация.

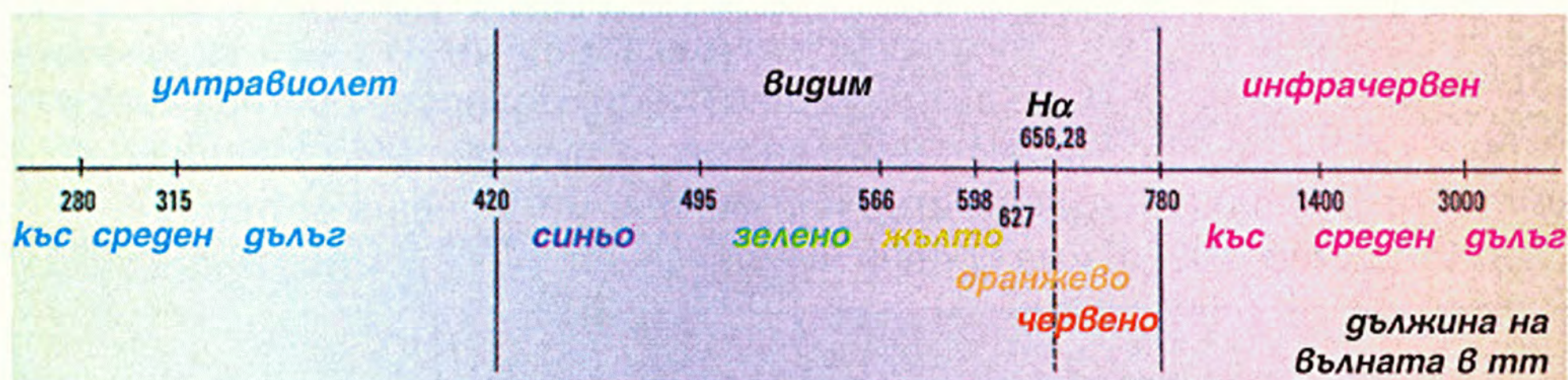
мическите снимки, коригиран е срещу дефекта на реципрочността и има спектрална чувствителност с максимум в жълто-оранжевото.

ХАРАКТЕРИСТИЧНИ КРИВИ НА НЯКОЛКО ФИЛМА, ИЗПОЛЗВАНИ В АСТРОНОМИЯТА

Тук ще намерите всички технически сведения за продаваните филми, както и за някои, специално препоръчвани в астрономията.

Кривата на спектралната чувствителност позволява да се направи избор на филм според типа на емисия на фотографирувания обект. Например, за фотографирането на галактика или звезден куп трябва да изберем филм, чиято чувствителност да е максимална в синьото (професионален филм Kodak от тип 0, например). Обратно, ако искаме да снимаме газова мъглявина ще използваме филм с максимална чувствителност в червеното (професионален филм от тип F, например). Известно е, че първите обекти са съставени от звезди, които излъчват повече в синьото, а вторите - предимно от възбуден водород, затова излъчват предимно в червеното. За всеки от препоръчаните филми представяме една характеристична крива - интерпретацията ще намерите в главата, посветена на теорията на фотографията.

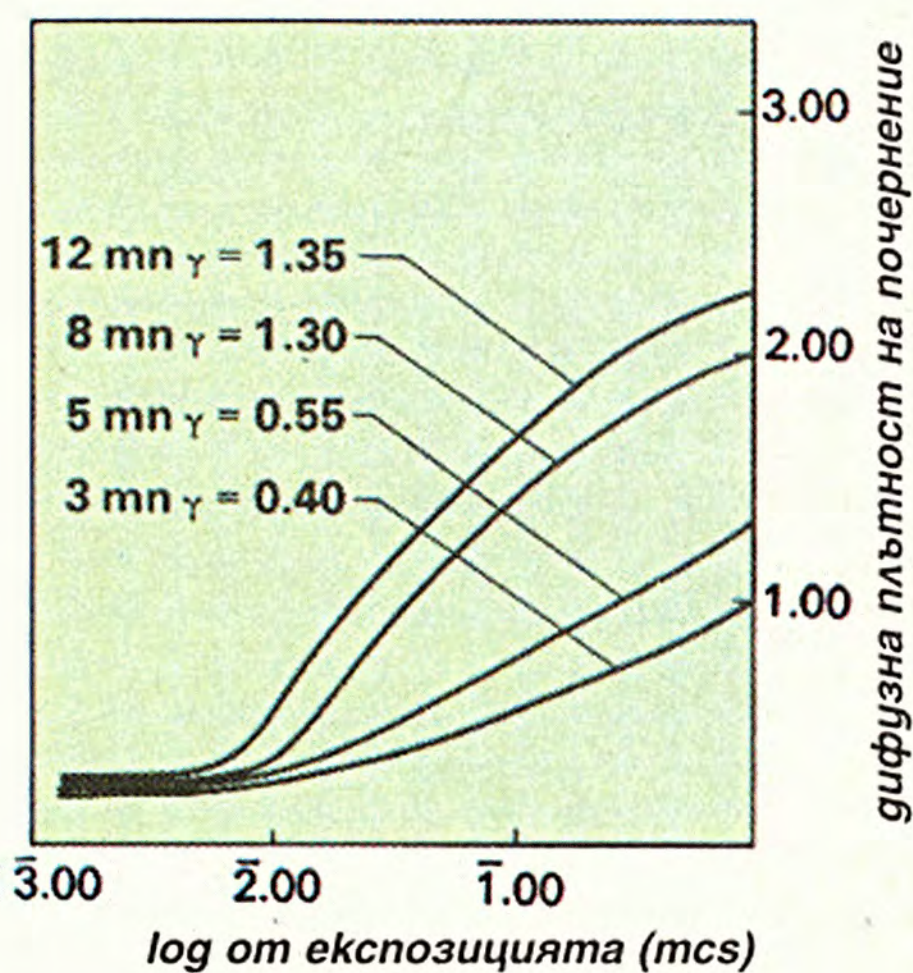
Схематично представяне на спектъра.



Recording Kodak 2475



спектрална
чувствителност



характеристична
крива

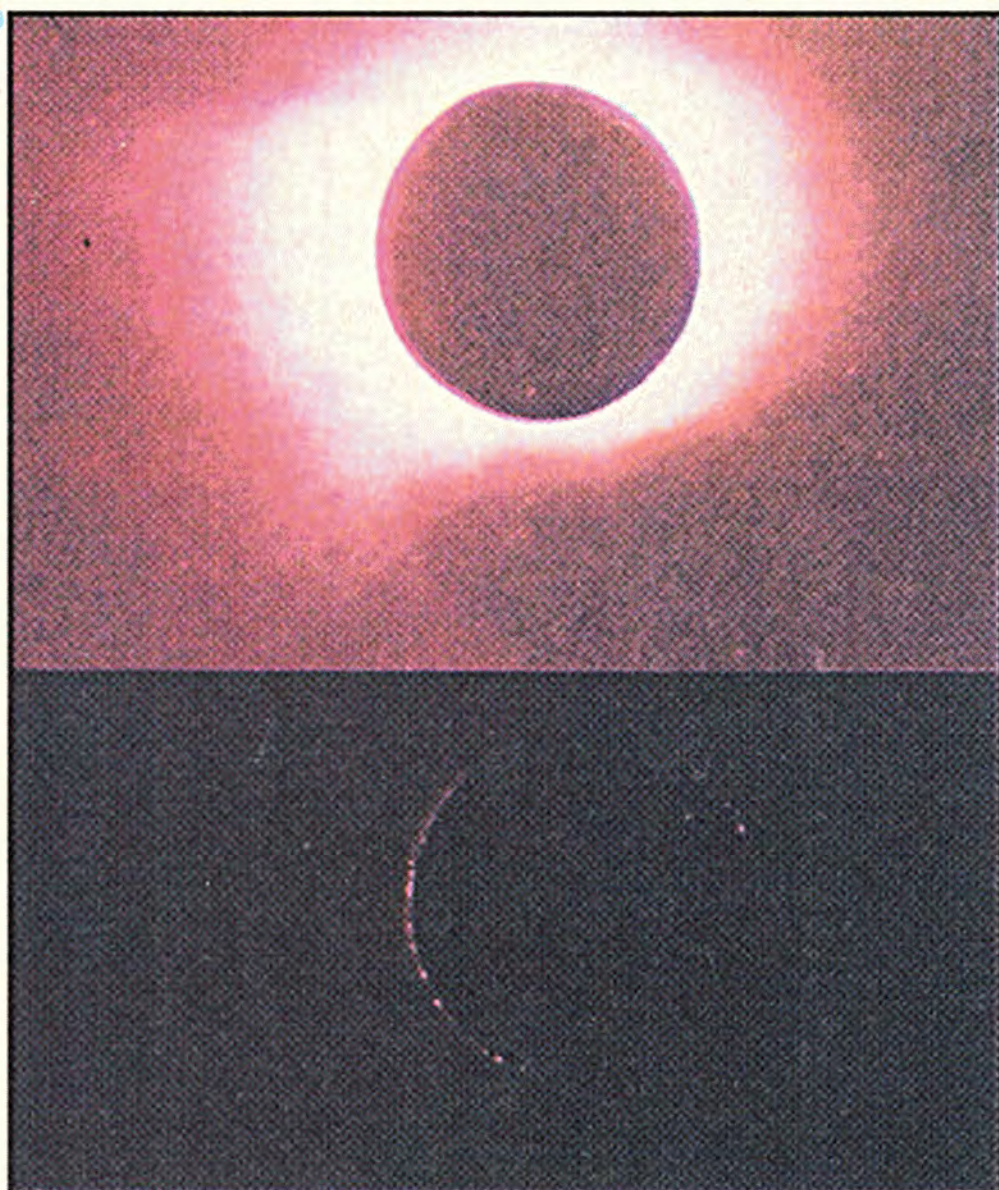
Плаки и филми Kodak, използвани в астрономията.

Означаване на продуктите Kodak	Цветна чувствител.	Контраст	Разделит. способност 1/мм 1000:1	Зърнистост R M S	Пасивно осветяване	Проявяване време при 20°C в min	Проявяване тел
Специална плака тип 124 -01 (с дорсал) ⁽¹⁾							
Специални плаки типове 098-01 098-02 098-04	панхро разширени в червеното 640 до 680 nm	среден	63	44 едро	пълна тъмнина	4	D-19b
Специален филм тип 098-03 ⁽²⁾							
Спектроскопични плаки или филм 35 mm типове							
Ia-0		среден	63	42 едро	филтър N2	4	D-19b
103a-F		висок	80	30 малко едро	пълна тъмнина	4	D-19b
IIa-0		среден	100	19 фин	филтър N2	15	D-76
IIIa-J		висок	200	16 фин	филтър N2	4	D-19b
IIa-F						15	D-76
103a-F, 103a-G, I N						4	D-19b
Специални плаки панхро тип 127-04 (с дорсал) тип 127-05 (без дорсал) ⁽³⁾							
	панхро		200	13 много фин	пълна тъмнина	5	D-19b

⁽¹⁾ Означение: тип 103 а-J.

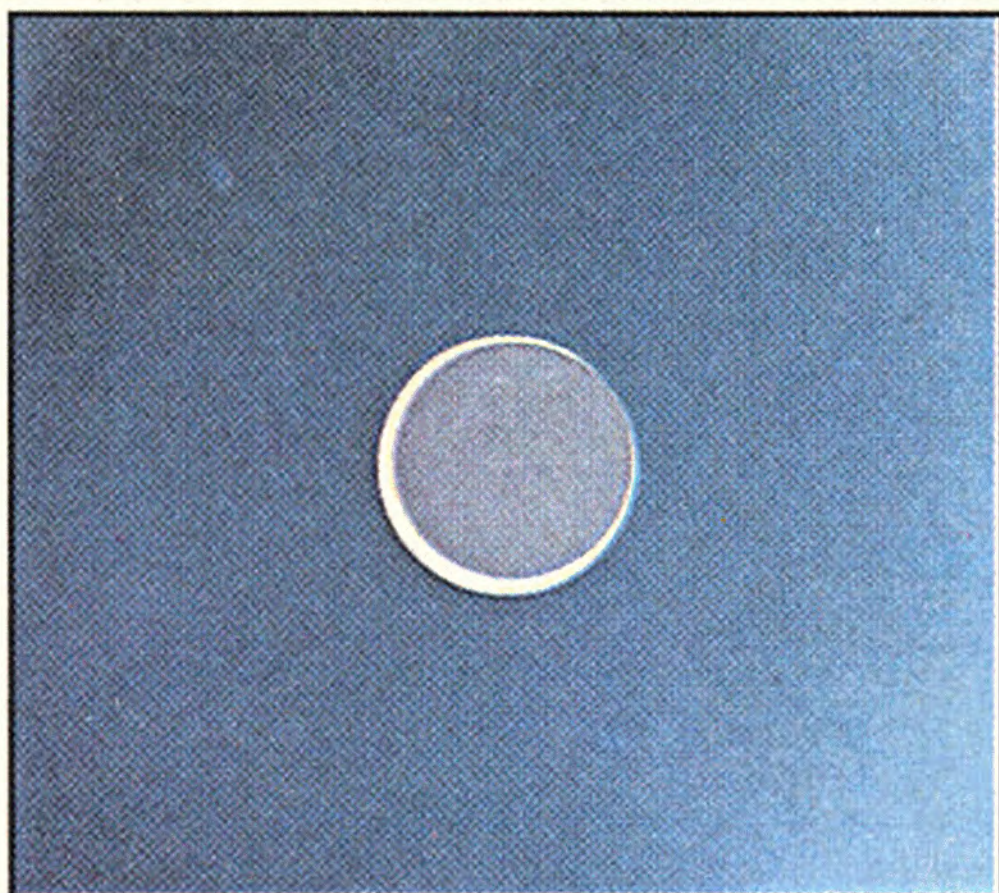
⁽²⁾ Спектроскопската емулсия 103 а-F е идентична с чувствителност, която се е „провалила“ в червеното. Частично се препоръчва за астрономите, които наблюдават емисионните линии на лития на 670.7 nm и с известни затруднения на 671.7 и 673.1 nm, както и на хелия на 667.8 nm.

⁽³⁾ Препоръки за използването в астрономията, където участва целият видим спектър.



Двата кадъра показват по различен начин едно пълно слънчево затъмнение. Горе: Слънчевата корона с експозиция 2 s. Долу: Протуберанси с експозиция 1/50 s. Обектив 120 mm и $f/D=6.3$.

Снимка: Пиер Бурж.



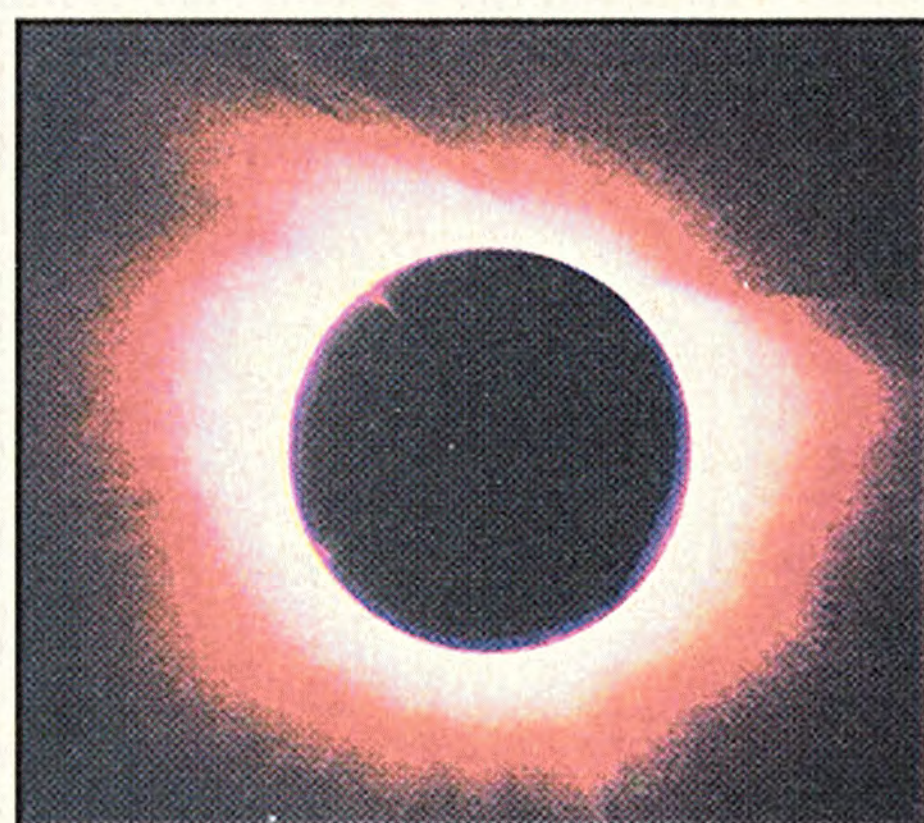
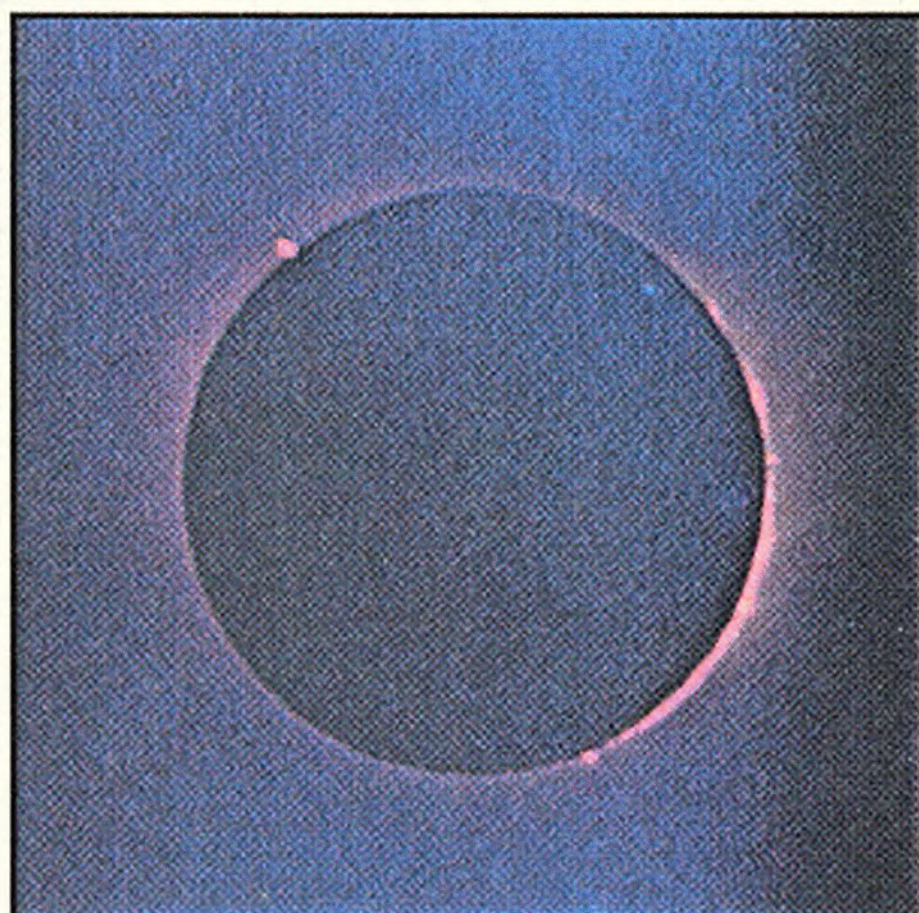
Фотография на пръстенообразно слънчево затъмнение, получена във фокуса на 50 mm далекослед ($f=500$ mm) върху филм Kodachrome 25, с добавяне на сив неутрален филтър на Wratten N4 от серията 96.

Снимка: Пиер Бурж.

Слънчеви протуберанси, фотографирани по време на пълно слънчево затъмнение.

Хромосферата се вижда като шлифован розов ръб върху дясната четвърт на диска.

Снимка: Пиер Бурж, във фокуса на 256 mm телескоп и $f/D=5$.



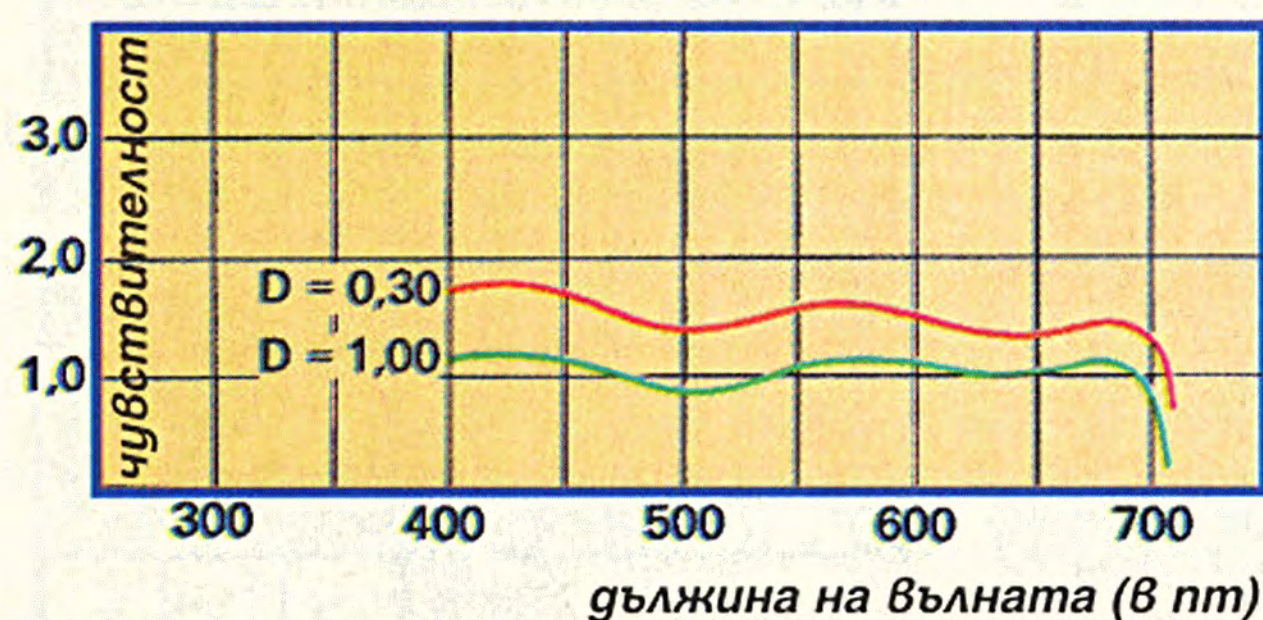
Слънчевата корона, фотографирана по време на пълно слънчево затъмнение. Експозиция 2 s върху филм Ektachrome 25 ASA. Обектив 120 mm $f/D=6.3$.

Снимка: Аркади-Бурж.

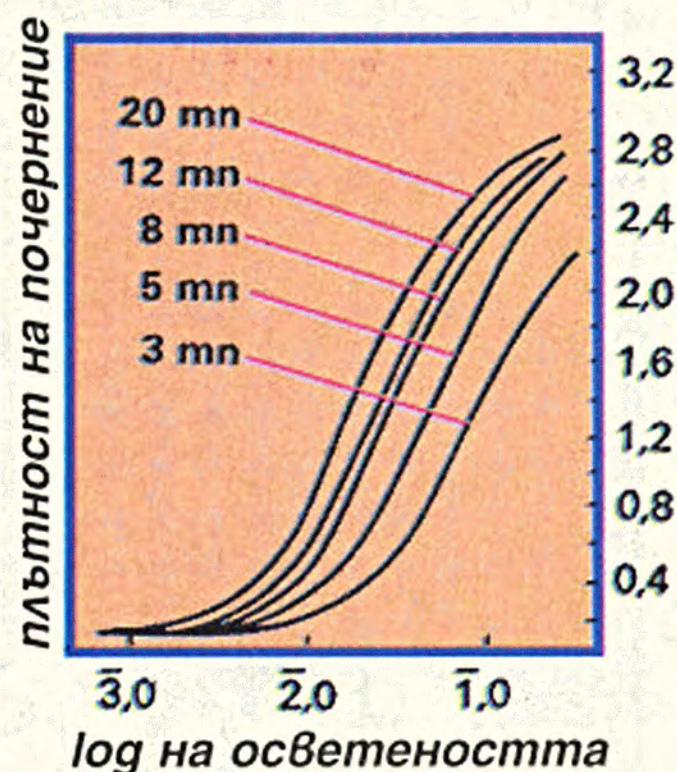
Plus X Aero Kodak 2402

Дневно осветление. Проявяване: D 19 при 20°C.

спектрална чувствителност

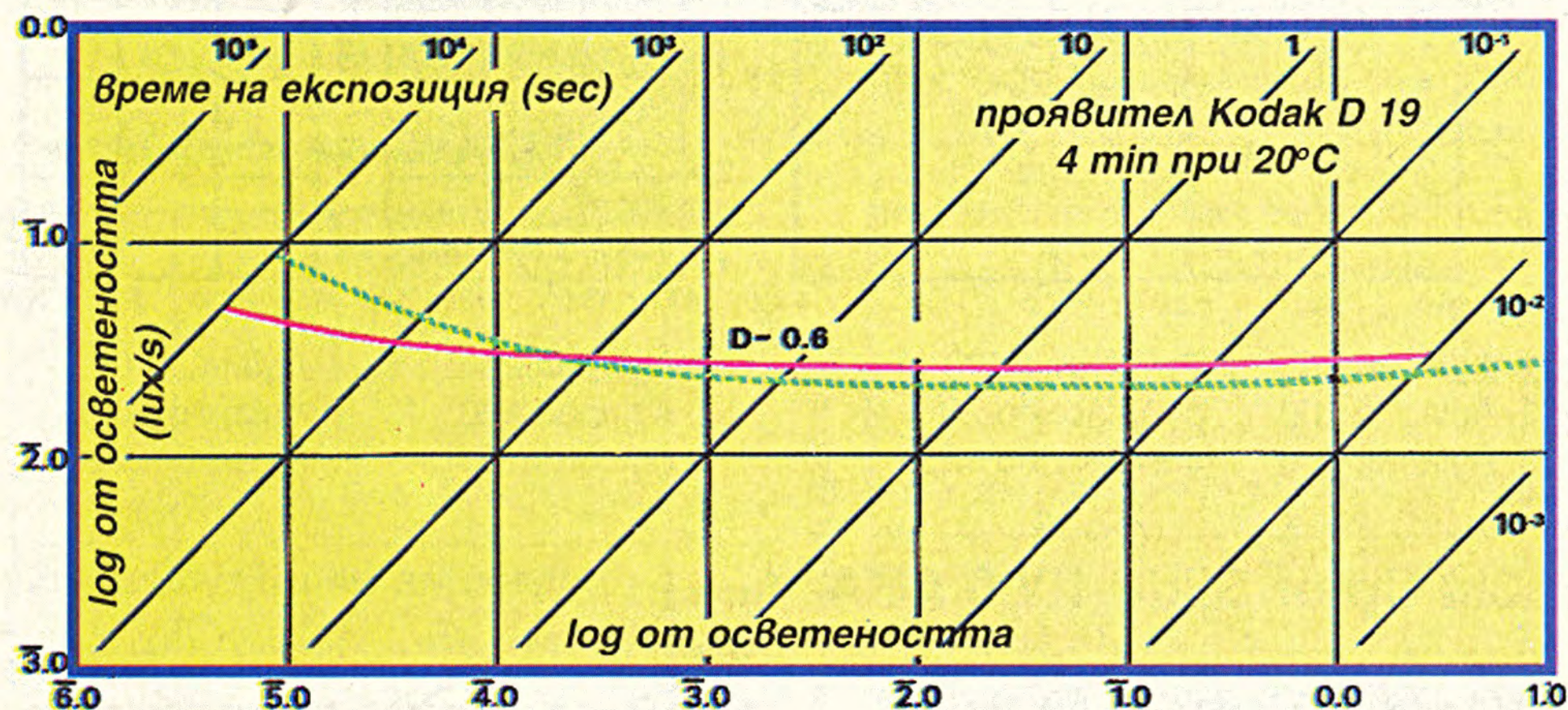


характеристична крива



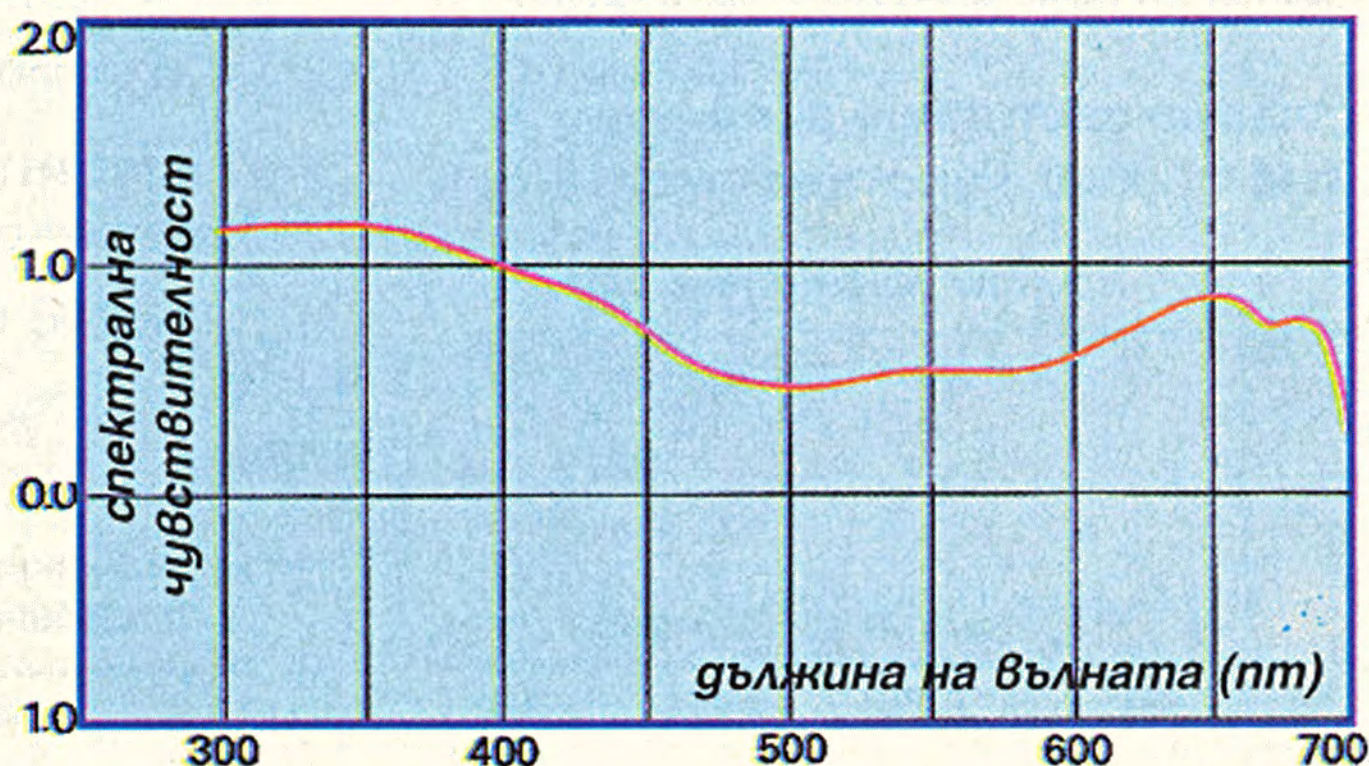
Kodak 103 F 130 aF

Кривите сравняват отклонението от закона за реципрочността между спектроскопски филм 103 F (с пунктира) и спектроскопски филм 103 aF (с плътната линия).



Kodak Technical Pan 2415

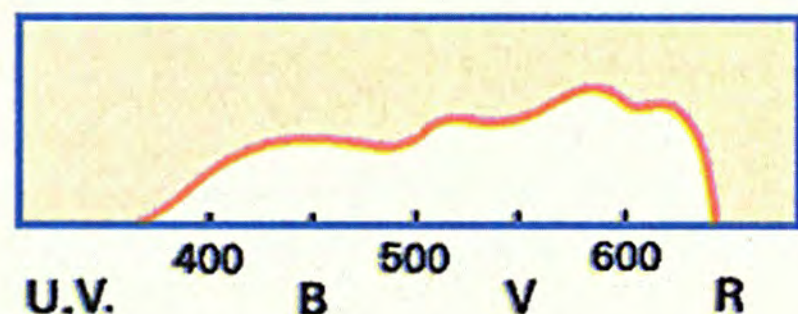
спектрална чувствителност



Спектралната чувствителност на Pan 2415 е достатъчно висока, за да позволи използването му от ултравиолета до далечния инфрачервен край на спектъра.

HP 4 Ilford

крива гама-време

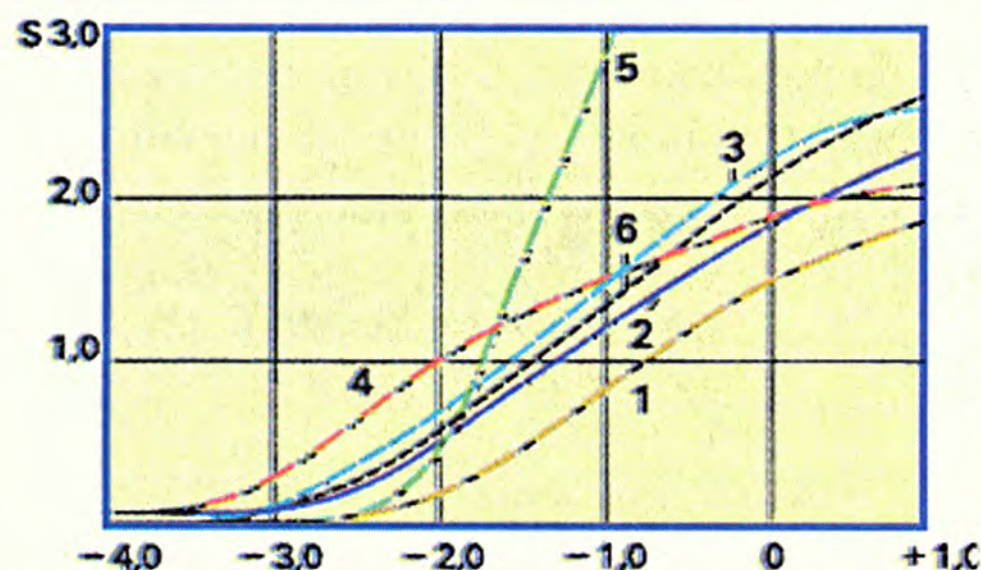


спектрална чувствителност



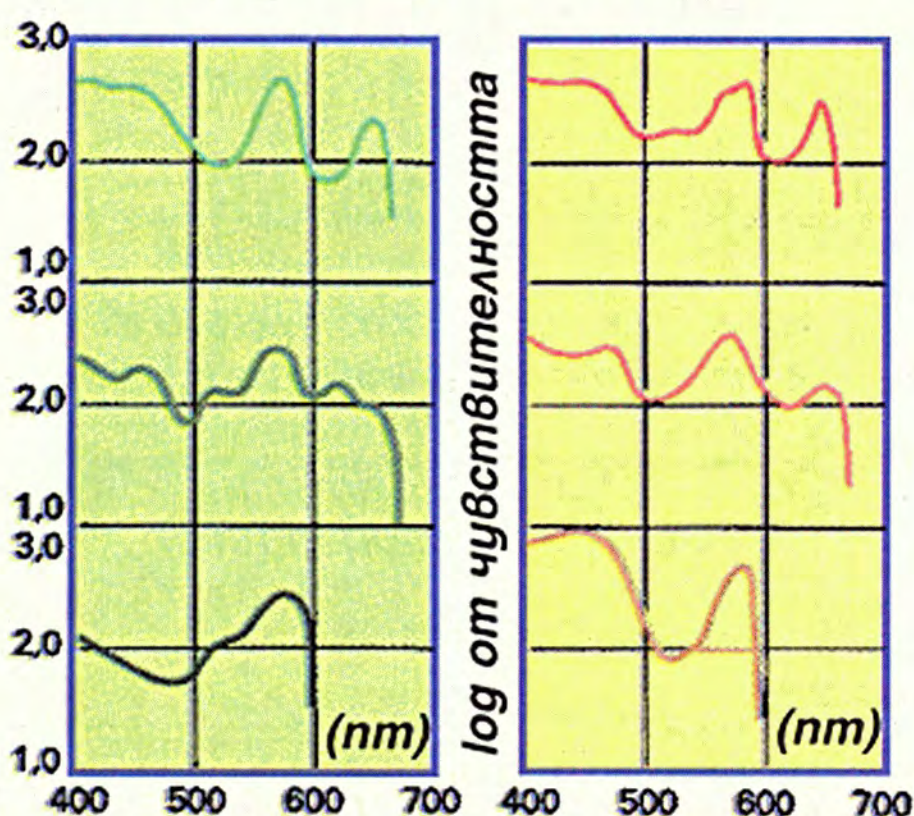
Agfa

характеристични криви



- | | |
|----------------|------------------|
| 1. Agfapan 25 | 4. Agfapan 400 |
| 2. Agfapan 100 | 5. Agfaortho 25 |
| 3. Agfapan 200 | 6. Agfaortho 125 |

спектрална чувствителност



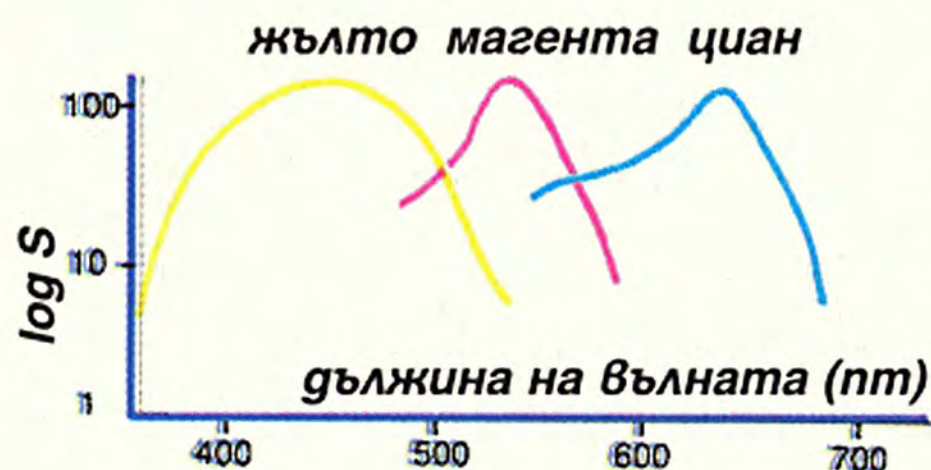
- Agfapan 25
Agfapan 200
Agfaortho 25

- Agfapan 100
Agfapan 400
Agfaortho 125

3M Color Slide 1000 ASA

тест с прицел : контраст на обекта
1000:1
разделителна способност
линии на mm 67

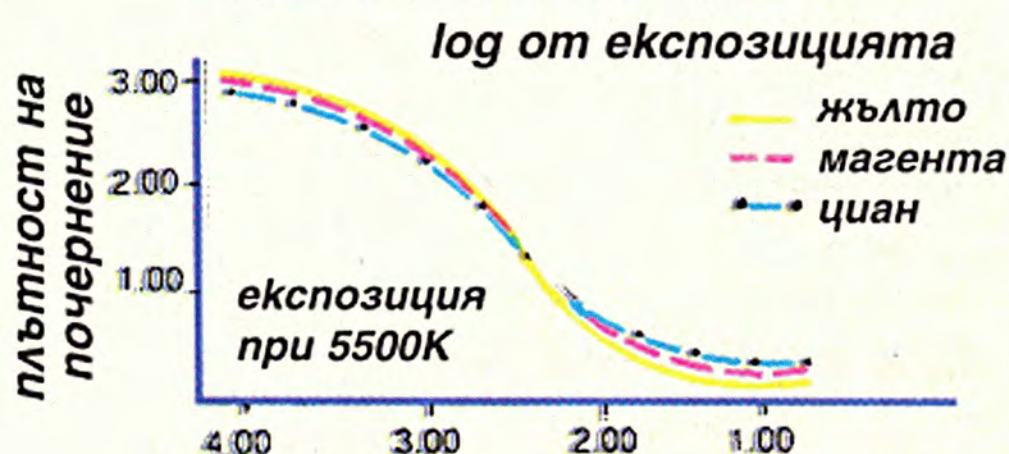
дневна светлина - криви на
спектрална чувствителност



функция на модулацията



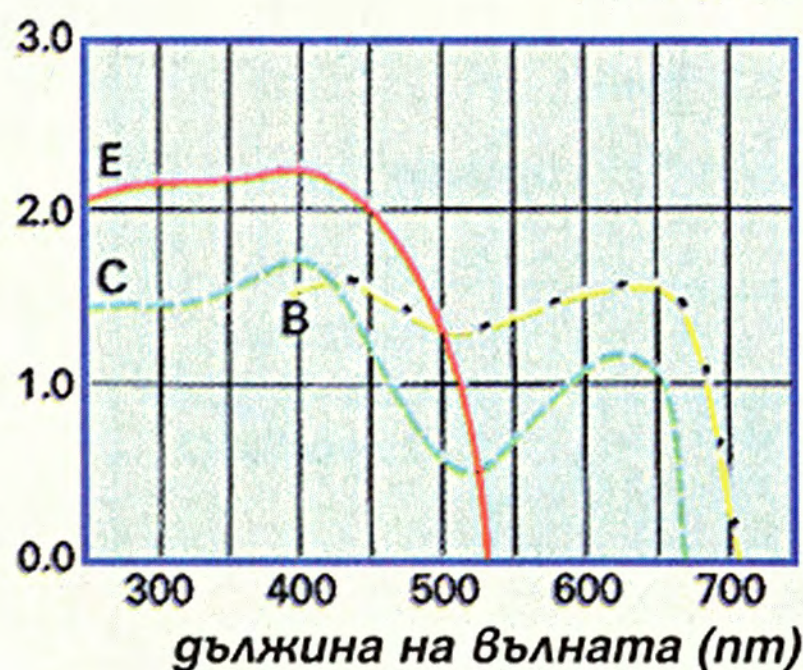
сенситометрични
характеристични криви



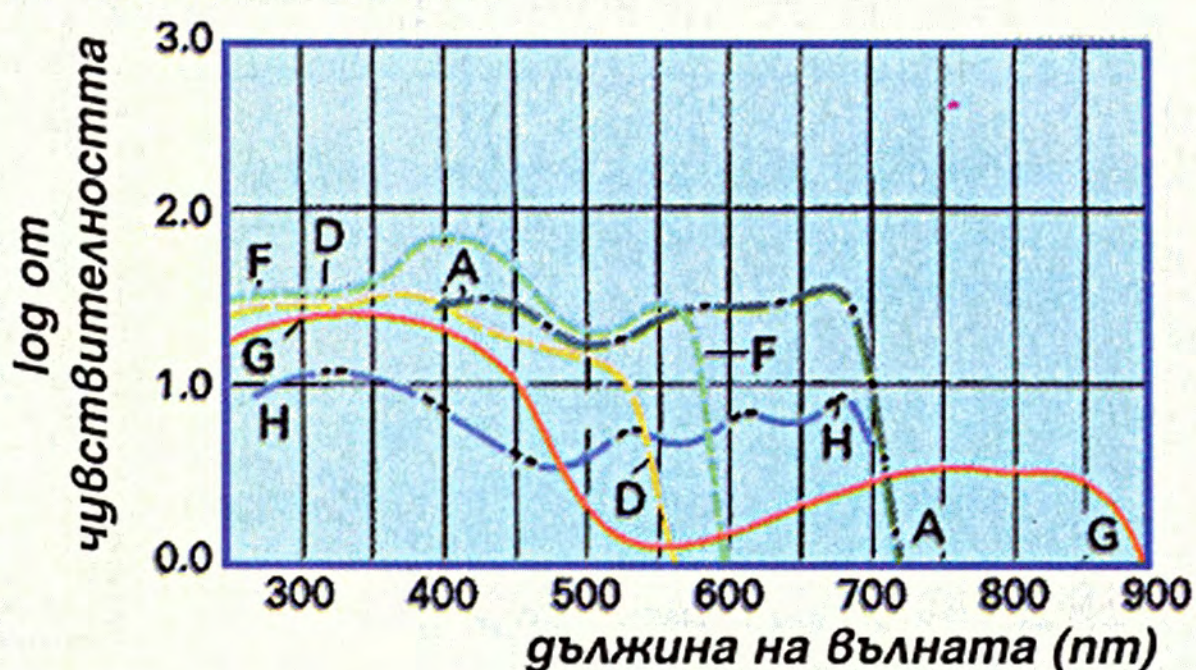
Kodak

Спектрална чувствителност: дефинира се като реципрочна на експозицията, изразена в ergs/cm^2 ; тя е необходима, за да се получи дадена плътност D над воала, когато емулсията е обработена в препоръчаните по-горе условия.

спектрална чувствителност

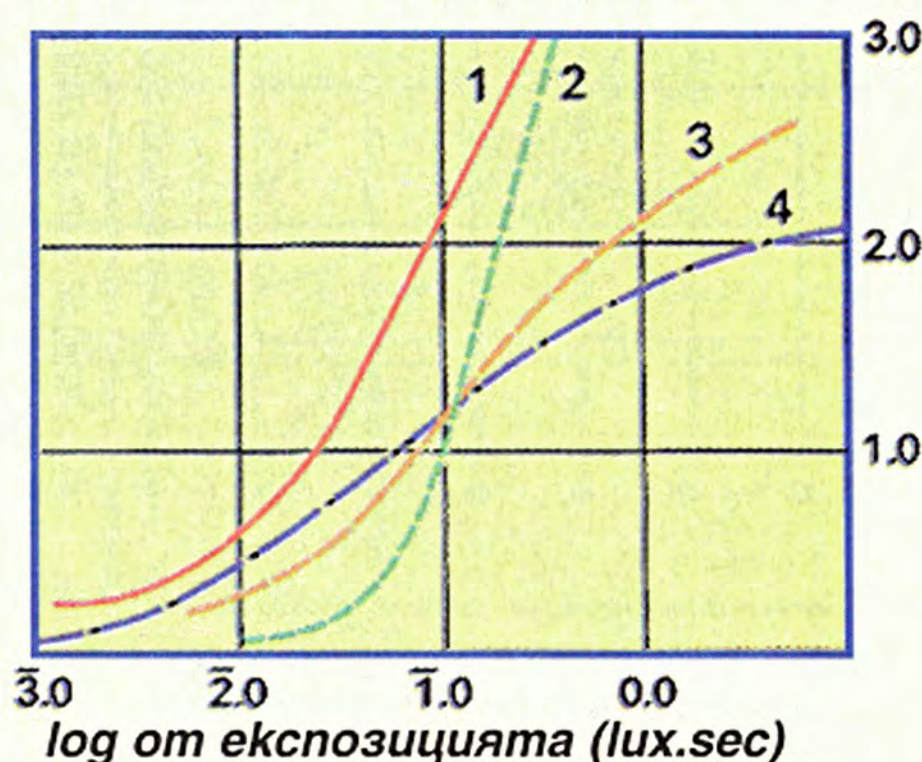


- B: Спектроскопска емулсия тип 103a-F
C: Спектроскопска емулсия тип 103a-E
E: Спектроскопска емулсия тип 1a-0

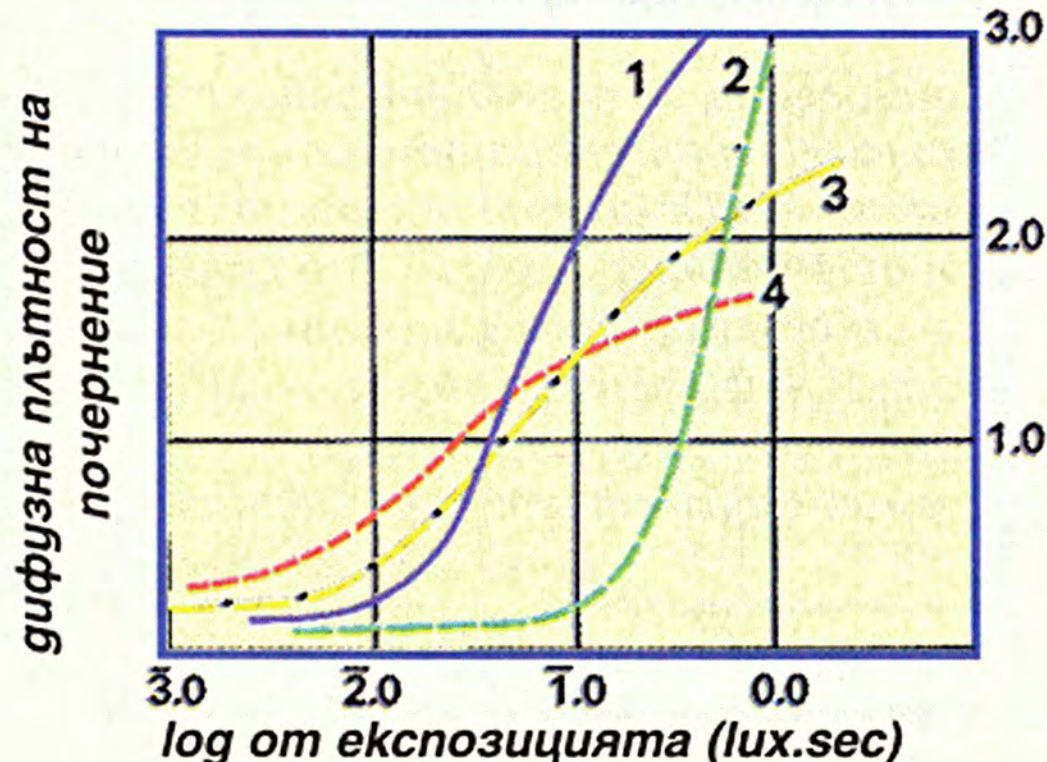


- A: Специална емулсия тип 098-01
D: Спектроскопска емулсия тип 111a-J
F: Спектроскопска емулсия тип 103a-G
G: Спектроскопска емулсия тип I-N
H: Спектроскопска емулсия тип 127-04 и 127-05

характеристични криви



1. Емулсия а-1
2. Емулсия 127-04 и 127-05
3. Емулсия 11a-0
4. Емулсия 061-04



1. Емулсия 098-01
2. Емулсия 111a-J
3. Емулсия 11a-F
4. Емулсия 1a-0

Microfilm Recordak 5786

Спектрограмата е получена чрез осветяване с лампа Tungstene (с цветна температура 3200K).

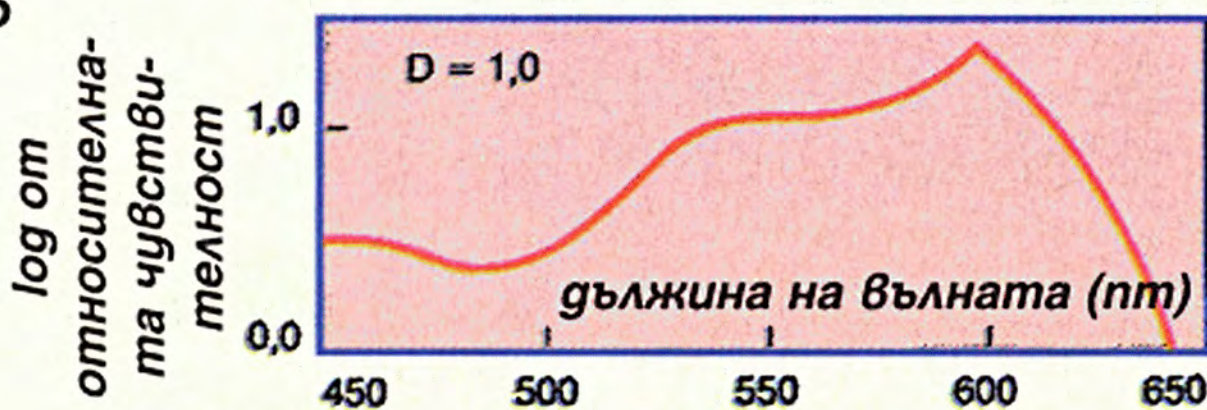
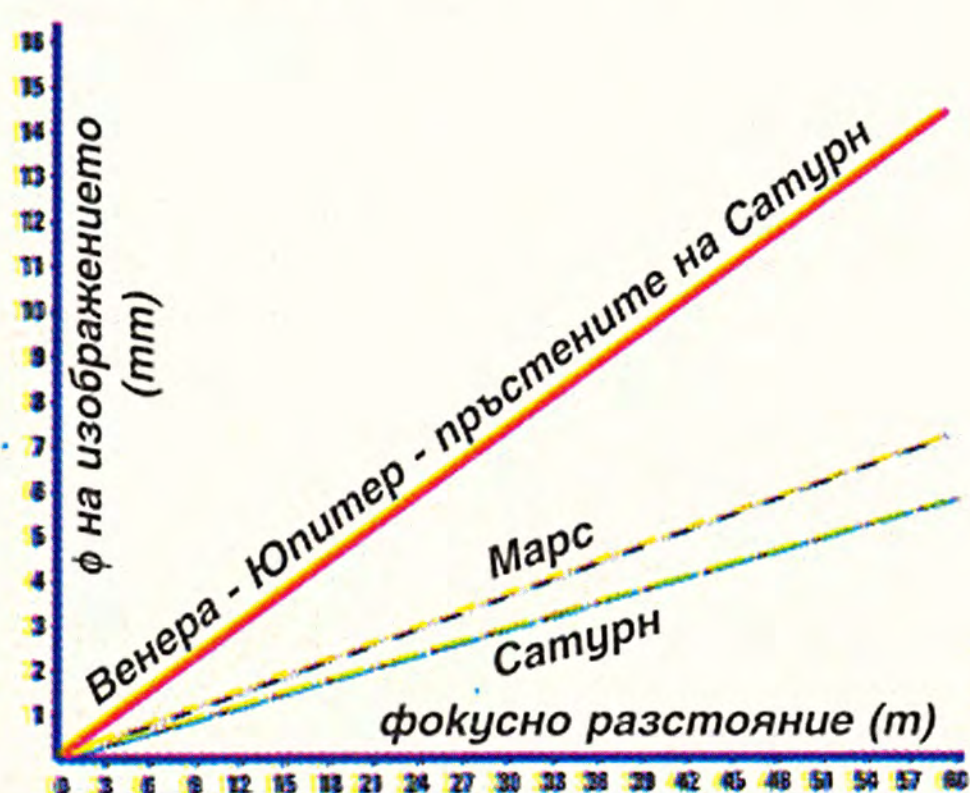


Таблица за превръщане на частите от секундата в десетични стойности от секундата.

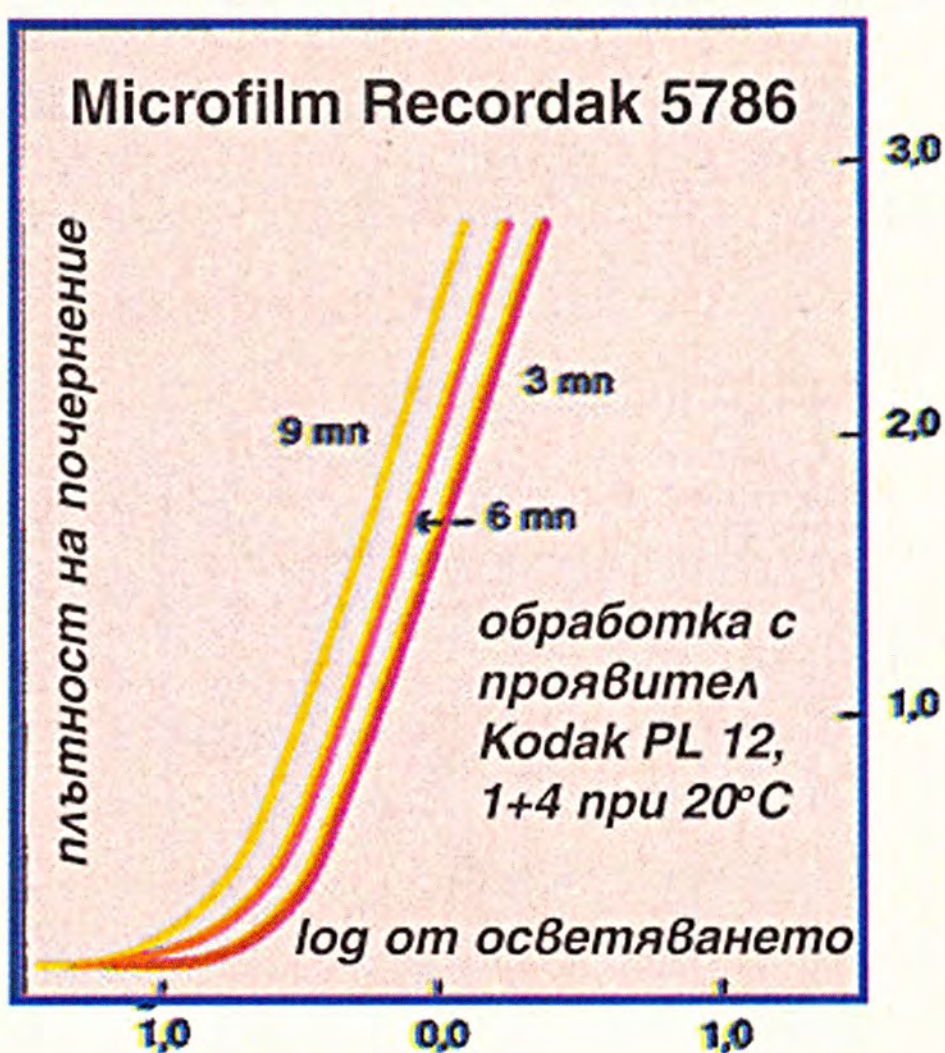
1/2 = 0.500	1/20 = 0.050	1/100 = 0.010
1/4 = 0.250	1/25 = 0.040	1/200 = 0.005
1/5 = 0.200	1/30 = 0.033	1/250 = 0.004
1/8 = 0.125	1/40 = 0.025	1/500 = 0.002
1/10 = 0.100	1/50 = 0.020	1/1000 = 0.001
1/15 = 0.066	1/60 = 0.016	1/2000 = 0.0005

Диаметър на планетните изображения като функция от фокусното разстояние.

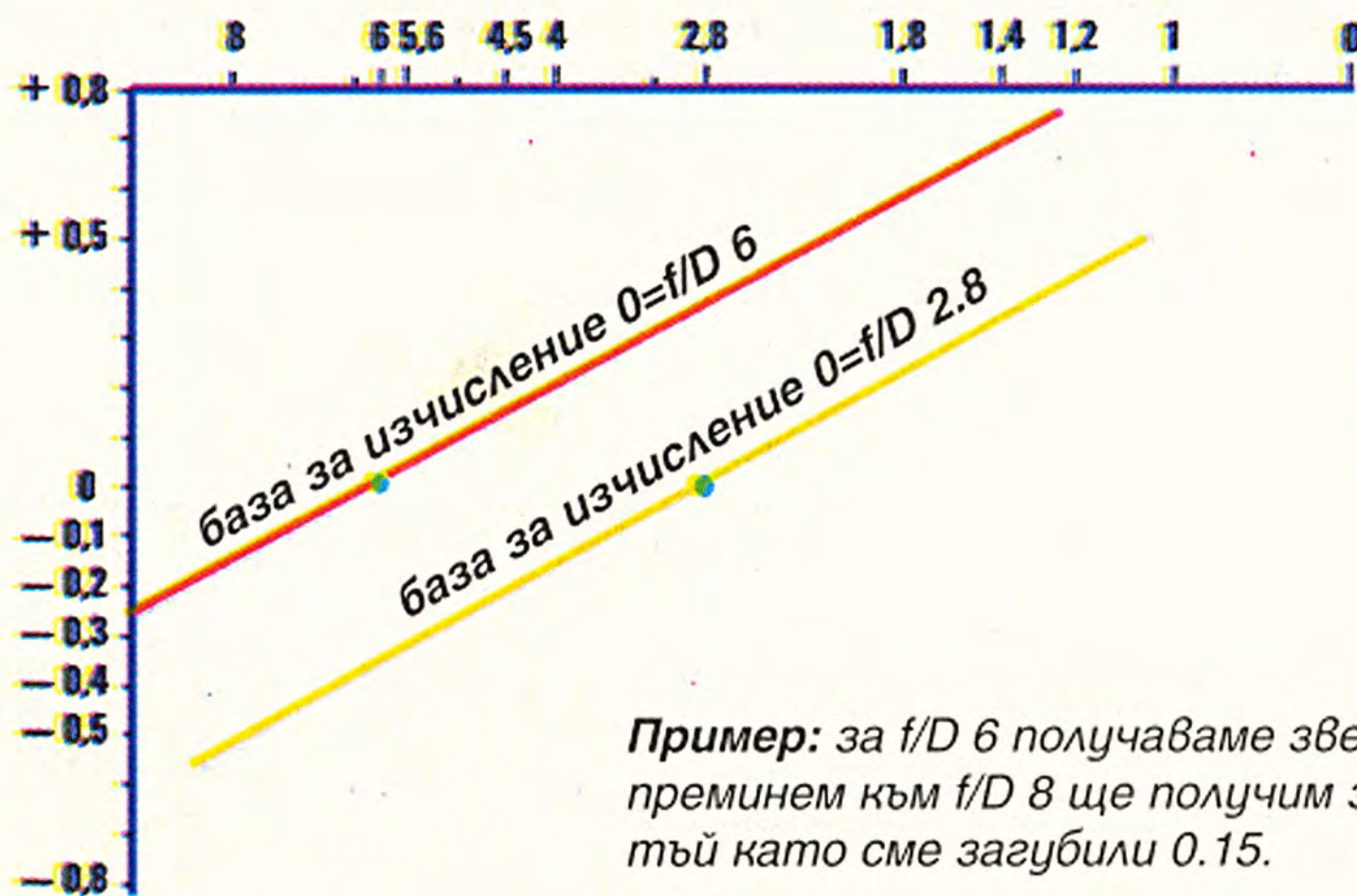
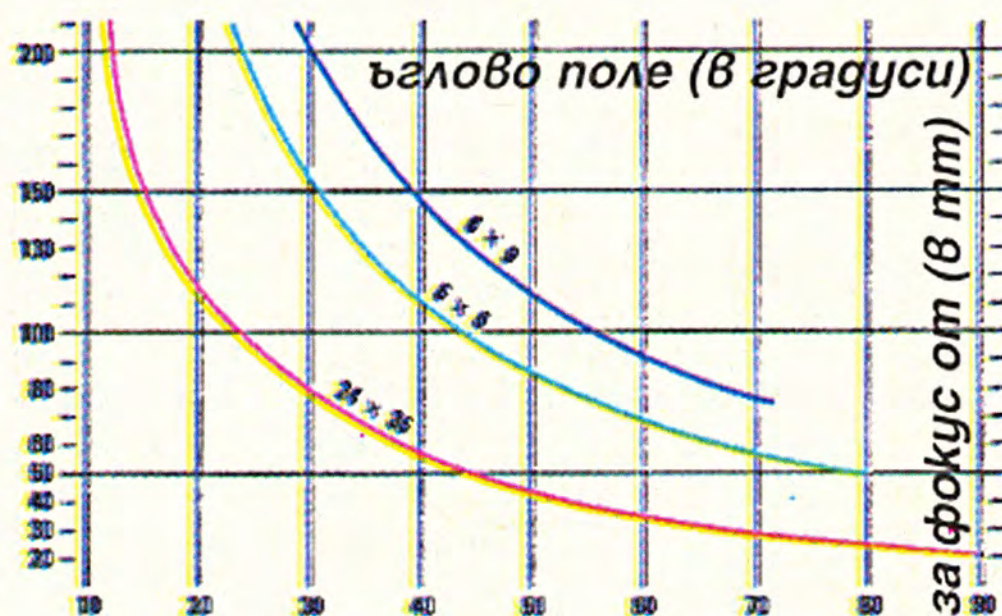


Кривите са за планетен диаметър около 50" (за Венера при най-силния блясък, за Юпитер в опозиция, за пръстените на Сатурн - по голямата им ос). Кривата с пунктир е за Марс в най-голяма опозиция (25"). Кривата в зелено е за видимия диаметър на сферата на Сатурн.

характеристични криви



Ъгловите полета, съответстващи на формат 24x36, 6x6 и 6x9 за съответните фокуси.



Печалби и загуби в звездната величина като функция от изменението на отношението F/D за известна оптична система.

Пример: за f/D 6 получаваме звезди от 5^m, но ако преминем към f/D 8 ще получим звезди от около 4.8^m, тъй като сме загубили 0.15.