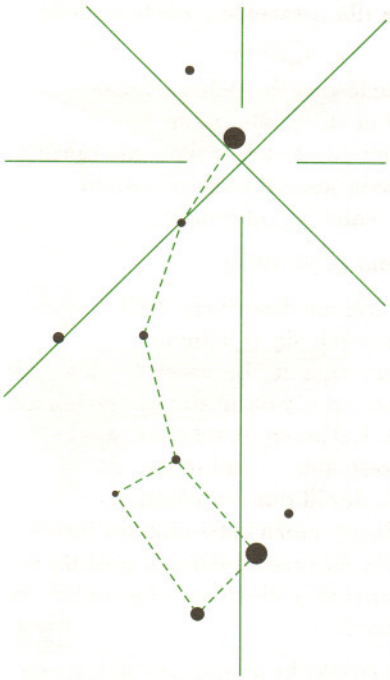
Astrograf

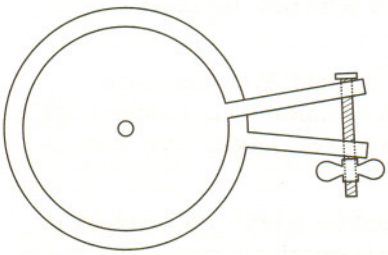
Jeżeli ustawić nieruchomo aparat fotograficzny pod gwiaździstym niebem, to w wyniku otwarcia migawki na kilka minut otrzymuje się na zdjęciu łuki, jakie zakreślają w tym czasie gwiazdy wskutek dziennego obrotu sfery niebieskiej. Łuki te są nawet kolorowe, bo gwiazdy mają rozmaite temperatury, a to właśnie tak przejawia się na zdjęciu.

Żeby zrobić „normalne" zdjęcie fragmentu nieba, trzeba aparat obracać wraz z niebem. Występują przy tym dwie trudności. Po pierwsze, oś obrotu musi być usytuowana równolegle do osi świata (tym samym do osi ziemskiej), i po drugie, obrót całego urządzenia z aparatem fotograficznym musi odbywać się jednostajnie w tempie jednego obrotu na dobę. Zbudowanie stosownego urządzenia jest zadaniem dość ambitnym, ale wykonalnym.



Rys. 1

Idea takiego „astrografu" może być np. taka. Dwa drewniane talerze trzeba osadzić na wspólnej osi. Talerz dolny ma zostać w miarę solidnie zamocowany tak, by oś skierowana była w północny biegun świata; uwaga: nie w Gwiazdę Polarną, tylko w biegun, który znajduje się o około 1° od niej i jego miejsce trzeba sobie znaleźć na podstawie np. załączonej mapki (rys. 1). Ustawienia maszynerii nie da się chyba zrobić inaczej, jak metodą prób i błędów, a ponieważ sposoby jej regulacji silnie zależą od możliwości obserwatora, zostawiam je jego wynalazczości. Górny talerz ma stanowić platformę dla aparatu, i sposób jego tam zamocowania majsterkowicz niech też sobie wymyśli osobiście z podobnych powodów. Ja wreszcie podsuwam pomysł, jak obracać górny talerz we właściwym tempie. Otóż jeżeli każdy talerz zaopatrzyć w wystające z niego ramię i przez otwory w końcach obu ramion przeprowadzić długą śrubę (rys. 2), to motylkową nakrętką można powodować ich zsuwanie lub rozsuwanie. Skok śruby podzielony przez jej odległość od osi talerzy jest (w bardzo dobrym przybliżeniu) łukową miarą pewnego kąta i można obliczyć, ile czasu potrzebuje niebo na obrócenie się o ten kąt. Podczas naświetlania zdjęcia należy więc co taki właśnie czas raz obrócić nakrętkę (a zapewne lepiej będzie obracać ją o pół obrotu dwa razy częściej). Nie jest to – jak widać – idealny sposób prowadzenia kamery za niebem, bo jej obrót będzie niejednostajny i ograniczony w czasie, ale przy krótkich ogniskowych zwykłych obiektywów skutki niejednostajności będą niezauważalne, a ekspozycja choćby tylko kilkuminutowa ukaże już to, czego gołym okiem nie widać.



Rys. 2

T.K.

Kątomierz niebieski

Jak zawodne jest ocenianie kątowych odległości lub rozmiarów ciał niebieskich, dowodzi powszechne złudzenie: Słońce lub Księżyc wydają się większe, gdy są blisko horyzontu. A kątowych odległości gwiazd na niebie chyba w ogóle na oko nie da się pomierzyć. Można jednak zrobić to całkiem rzetelnie (choć w przybliżeniu) za pomocą bardzo prostego przyrządu. Płaską listewkę osadźmy w połowie jej długości na końcu kija o długości takiej, jaką ma listewka. Listewka powinna dać się wygiąć w łuk tak, aby drugi koniec kija stał się środkiem krzywizny łuku – wtedy końce listewki związujemy cienkim sznurkiem i otrzymujemy coś przypominającego kuszę. Kusza oparta o policzek tuż pod okiem, wolnym końcem kija wyznacza nam wtedy na niebie swoim łukiem kąt jednego radiana, czyli około 57°. Jeżeli kij będzie mieć długość 57 cm, to podziałka centymetrowa naniesiona na listewce stanie się dla kątów podziałką stopniową, obejmującą tyle stopni, ile ma centymetrów, może więc nią być dowolna gotowa linijka.

W gruncie rzeczy długość ręki przeciętnego dorosłego człowieka wynosi w przybliżeniu właśnie tyle, że dowolna miarka centymetrowa trzymana w wyciągniętej ręce będzie na niebie miarką stopniową. W każdym razie nietrudno wtedy już przekonać się, że np. Słońce i Księżyc zarówno wysoko na niebie, jak i w pobliżu horyzontu mają zawsze pół stopnia średnicy.

T.K.

Rozwiązanie zadania M 973.
Rozważmy liczbę naturalną
$\binom{2n}{n} = \frac{(2n)(2n-1)(2n-2)\cdot\ldots\cdot(n+1)}{n!}$.
Każda liczba z przedziału $\langle n+1, 2n)$ występuje w liczniku, nie występuje zaś w mianowniku. Wynika z tego, że iloczyn liczb pierwszych z tego przedziału jest nie większy niż $\binom{2n}{n} \le 2^{2n} = 4^n$.
Nierówność wynika z równości $\sum_{k=0}^{2n} \binom{2n}{k} = (1+1)^{2n}$.