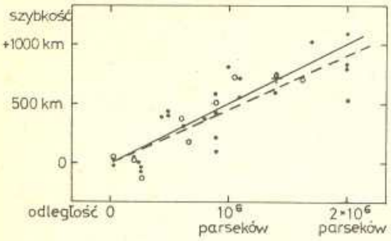


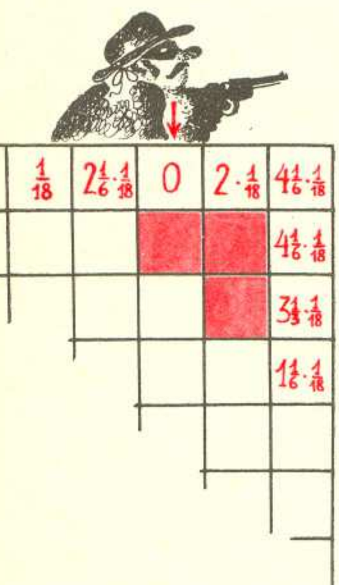
Zależność szybkości ucieczki galaktyki od jej odległości wg Hubble'a.

Gromada galaktyk w Warkoczu Bereniki.

Możliwości takiej nie rozważali wcześniej obserwatorzy. Wskazał jednak na nią już na parę lat przed odkryciem Hubble'a, na drodze czysto teoretycznej dedukcji z równań teorii Einsteina, rosyjski matematyk A. A. Friedmann. Prace jego tak wydawały się wtedy odległe od rozpowszechnionych wyobrażeń o budowie Wszechświata, że mało kto zwrócił na nie uwagę. Wydawały się jedynie matematyczną ciekawostką, a tymczasem one to tłumaczyły hubble'owską ucieczkę galaktyk od początku świata. Modele te były zbudowane w ramach ogólnej teorii względności, stworzonej przez Einsteina w latach pierwszej wojny światowej. A tymczasem sam Einstein wprowadził do swej teorii pewną dodatkową stałą (tzw. stałą kosmologiczną) po to tylko, by otrzymać model niezmiennego w czasie statycznego Wszechświata. Już fakt ten najbardziej świadczy, jak dalece wszyscy przywiązani byli do modelu statycznego Wszechświata, nie dostrzegając innych możliwości.

Odkrycie Hubble'a doprowadziło do racjonalnego wytłumaczenia paradoksu Olbersa, bez odwoływania się do hierarchicznego modelu Wszechświata, na rzecz którego i w czasach Charliera, i dziś jeszcze brak argumentów obserwacyjnych. Poczerwienienie galaktyk prowadzi do zmniejszania energii każdego pochodzącego z nich fotonu. Galaktyki te uciekają od nas (właściwie to nie tylko od nas, ile każda od każdej, bo z każdej obserwowalibyśmy ten sam obraz ucieczki), a więc każdy kolejny foton wysłany w kierunku Ziemi z odległej galaktyki ma do przebycia drogę dłuższą niż poprzedni. Fotony z tej galaktyki będą więc trafiać na Ziemię coraz rzadziej, a zarazem każdy z nich będzie niósł coraz mniej energii. Rozszerzanie się Wszechświata wraz z nieustannym zwiększaniem długości fali promieniowania stale osłabia docierające do nas promieniowanie odległych galaktyk, tym silniej im bardziej są one oddalone. Powróćmy do rysunku z poprzedniego artykułu. W myśl wywodu Olbersa kolejne warstwy kuliste dawały jednakowe ilości światła. Było tak we Wszechświecie statycznym. Ale we Wszechświecie rozszerzającym się wkłady kolejnych warstw będą coraz mniejsze, sumując je będziemy dodawali przyczynki malejące tak szybko, że ciąg sum częściowych będzie zbieżny do niewielkiej wartości skończonej. I oto dlaczego niebo pozostaje ciemne.

Przez długie lata odkrycie Hubble'a stanowiło zasadniczy fakt obserwacyjny tkwiący u podstaw modeli rozszerzającego się Wszechświata. Na następne odkrycie o równie podstawowym znaczeniu trzeba było czekać kilkadziesiąt lat — do 1965 roku. O odkryciu tym mowa będzie w dziesiątym numerze „Delty".



Jeśli pion znalazł się w obszarze zakreskowanym z jednakowym prawdopodobieństwem na każdym z trzech pól, to gra zakończy się w co najwyżej dwu ruchach. Prawdopodobieństwa zakończenia gry na poszczególnych polach brzegowych wpisane są w te pola. Jak w takiej sytuacji należałoby je obstawić? Pamiętamy, że I ma do wyboru ruch losowy lub ruch po przekątnej.

ROZSTRZYGNIĘCIE KONKURSU „JAK WYGRYWAĆ"

W świątecznym numerze „Delty" (grudzień 1975) ogłosiliśmy konkurs na zaproponowanie możliwie najlepszych strategii w opisanej tam grze dwuosobowej. (Ze względu na szczupłość miejsca nie przytaczamy tu opisu gry odsyłając zainteresowanych Czytelników do numeru 12/75.) Oto rozstrzygnięcie:

— namiot — otrzymuje L. Newelski z Wrocławia;
— dwie rakiety tenisowe — P. Biller również z Wrocławia;
— piłka siatkowa — St. Zoła z Woli Dąbrowieckiej.

Podanie pełnej analizy strategicznej tej gry jest zadaniem bardzo trudnym, tym bardziej, że występuje w niej element losowy (rzut kostką). Niewątpliwie najwięcej w tym kierunku osiągnął L. Newelski, który podał oryginalny ogólny schemat takiej analizy i szczegółowo zbadał niektóre ważne właściwości tej gry. Udało mu się przy tym połączyć dwa spojrzenia: strategiczne (w którym szacuje prawdopodobieństwa różnych przebiegów i wyników gry) i taktyczne (w którym analizuje pewne sekwencje ruchów). P. Biller nadesłał 6-stronicowe opracowanie (przy ocenie mogliśmy wziąć pod uwagę, zgodnie z warunkami konkursu, tylko 4 pierwsze strony), w którym podobnie jak i St. Zoła opisał poprawne ogólne zasady strategiczne dla gracza II, oraz przeprowadził analizy różnych możliwych partii. Zastanawiające, że nikt nie badał dokładniej strategii gracza I i nie przeprowadzał analizy „końcówek" tej gry. Analiza taka (sama w sobie interesująca, zob. np. sytuację opisaną obok) ułatwiła by również zbadanie możliwości strategicznych gracza I. Pierwsi dwaj laureaci zwrócili również uwagę na możliwość dowolnie długich partii (partia nieskończenie długa jest do wyobrażenia, ale jej prawdopodobieństwo jest równe zeru).

P. Biller zaproponował pewne modyfikacje tej gry (dokładniej: kostki), dzięki którym jego zdaniem — i naszym też — gra mogła by się stać bardziej zabawna przy praktycznym jej rozgrywaniu.