

## Prawo Hubble'a i zdrowy rozsądek

Prasa kłamie. Czy to hasło studentów z 1968 roku pozostało aktualne? Prasa jest różnorodna i niezależna od władzy, kłamie zaś mniej nachalnie i intensywnie niż wtedy, a zresztą od czego sądy, gdy ktoś poczuje się kłamstwami głęboko dotknięty. Przeto kłamstwa prasowe w polityce nie są aż tak ważne jak kiedyś. Inaczej jest, jeśli kłamstwo, lub mniej dobitnie – szerzenie nieprawdy – dotyczy faktu naukowego. Tu, bardziej niż w polityce, czytelnik spodziewa się przeczytać prawdę. A chociaż o nauce czyta mniej osób niż o polityce, to nieprawda opublikowana w wysokonakładowej gazecie rozprzestrzenia się w sposób znaczący, nawet jeśli dotyczy nauki. Przyczynia się to do oddalenia się elit naukowych od społeczeństwa, co pozostaje szkodliwe niezależnie od ustroju.

Kilka lat temu w *Magazynie Gazety Wyborczej* ze zdumieniem przeczytałem (w artykule podpisanym przez mojego znakomitego kolegę z Wydziału Fizyki UW), że sztandarowe dzieło obserwacyjnej astronomii XX wieku – prawo Hubble'a – wyróżnia naszą Galaktykę jako centrum Wszechświata, o ile nie zastosujemy do jego interpretacji – zamiast fizyki klasycznej – ogólnej teorii względności. Po wysłaniu przeze mnie protestu do *Magazynu* autor artykułu wyjaśnił mi, że oprotestowane stwierdzenie nie pochodzi od niego, lecz jest wynikiem zmian redakcyjnych, nad którymi nie miał kontroli, ponieważ przebywał chwilowo za granicą. Jednak *Magazyn* nie opublikował ani mojego listu w tej sprawie, ani sprostowania autora, więc pamiętliwi czytelnicy tego skądinąd ciekawego artykułu biorą zapewne fałsz za prawdę. Zresztą, myślę, że wiele osób poznających prawo Hubble'a na poziomie elementarnym, ma intuicyjne podejrzenie takie, jak redaktor *Gazety Wyborczej*, który wprowadził tę fatalną poprawkę w artykule. Warto więc chyba wyjaśnić, dlaczego prawo Hubble'a nie wyróżnia żadnego punktu we Wszechświecie.

Prawo Hubble'a stwierdza: galaktyki (przynajmniej te sąsiednie) oddalają się od nas z grubszą biorąc z prędkościami wprost proporcjonalnymi do ich odległości od nas. W języku klasycznych wyobrażeń kinematycznych, po umieszczeniu początku układu odniesienia w naszej Galaktyce, fakt ten zapisuje się jako

$$v = Hr,$$

przy czym, jeśli przez  $R$  oznaczmy funkcję przypisującą galaktyce znajdującej się w wybranej chwili  $t_0$  w punkcie  $r_0$  położenie  $r = R(r_0, t)$  w chwili  $t$ , to  $v = \partial R / \partial t$ . Wielkość  $H$ , niefortunnie nazwana *stałą Hubble'a*, na mocy prawa Hubble'a nie może zależeć od  $r$ , natomiast nic nie stoi na przeszkodzie, by zależała od  $t$ . I musi zależeć od  $t$ , bo przyciąganie grawitacyjne powinno zwalniać tempo oddalania się galaktyk,  $H = H(t)$ . To zaś, że w ogóle się oddalają, nie jest wynikiem działania grawitacji, lecz zapewne tajemniczego dla współczesnej nauki Wielkiego Wybuchu.

A jak wygląda prawo rządzące rozszerzaniem się Wszechświata nie z punktu widzenia naszej, lecz innej galaktyki? Niech galaktyka ta zajmuje w chwili  $t_0$  położenie  $r_{10}$  w naszym układzie odniesienia. Wtedy w chwili  $t$  będzie zajmować położenie  $r_1 = R(r_{10}, t)$ . Promień wodzący poprowadzony z tej wybranej do dowolnej galaktyki w chwili  $t$  będzie dany przez

$$r' = r - r_1 = R(r_0, t) - R(r_{10}, t).$$

Różniczkując względem czasu przy ustalonych  $r_0$  i  $r_{10}$ , otrzymamy prędkość dowolnej galaktyki w układzie odniesienia wybranej galaktyki, która po skorzystaniu z prawa Hubble'a dana jest formułą:

$$v' = Hr - Hr_1 = Hr'.$$

Prawo Hubble'a w układzie innej galaktyki wyraża się więc tym samym wzorem, co w przypadku układu naszej Galaktyki. Wynika z tego, że intuicje kinematyczne czasem zawodzą, a szerzenie nieprawdy chyba warto prostować.

świetnym astrometrystą. Jednak korzystając z tego, że klisze, na których dokonywał pomiarów, pozostały, pomiar po śmierci van Maanena powtórzono. Stwierdzono wtedy brak jakichkolwiek mierzalnych przesunięć. Okazało się więc – ku przestrodze potomnych – że nawet znakomici uczeni dokonując „obiektywnych” pomiarów podlegają czasami autosugestii, gdy z góry zakładają, jakie wyniki mają otrzymać.

Tak więc w roku 1922 astronomia pozagalaktyczna, po mniej więcej stuletniej przerwie, ożyła. Wyniki obu Herschlów zostały tymczasem zapomniane. Hubble'owi przyszło więc na nowo odkrywać gromady galaktyk, a Fritz Zwicky stwierdził po żmudnych pomiarach, że w gromadzeniu się biorą udział wszystkie galaktyki, nasza zaś Galaktyka należy do wielkiej gromady (dziś się utarło mówić: do supergromady) w Pannie, o czym wiedzieli już przecież Herschlowie. Vera Rubin i Gerard de Vaucouleurs ponownie odkryli pas supergalaktyczny. Nastąpiły i trwają do dziś dalsze odkrycia faktów nieznanych w czasach Herschlów.

Czy z tego płynie morał, że zasada brzytwy Ockhama jest błędna? – Raczej, że żadnej zasady metodologicznej nie można stosować automatycznie.

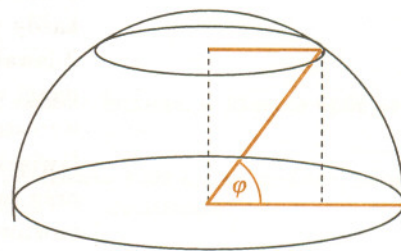


### Rozwiązanie zadania F 469.

Musi to być równoleżnik krótszy od 24 000 km, gdyż tylko taki porusza się podczas obrotu Ziemi z prędkością mniejszą niż 1000 km na godzinę. Ponieważ równik ma 40 000 km i ponieważ stosunek długości okręgów jest równy stosunkowi ich promieni, więc z rysunku wynika, że

$$\cos \varphi < \frac{24}{40} = 0,6,$$

co daje szerokość geograficzną  $\varphi > 53^\circ 08'$ .



Samolot musi więc latać albo na północ od Torunia, albo na południe od Cieśniny Magellana. To jednak nie wystarczy. Nie może też przekroczyć południka  $180^\circ$  – dlaczego?