



## Kosmolog<sup>1</sup>

(dramat w jednym akcie z życia arystokracji naukowej)

*Krzysztof Maślanka*  
*Instytut Historii Nauki PAN*  
*Warszawa–Kraków*

Występują:

Hrabina – egzaltowana dama w słusznym wieku

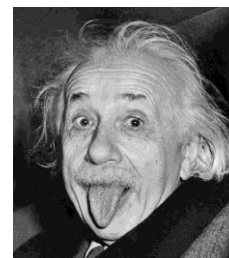
Adalbert – jej zblazowany bratanek, skądinąd genialny teoretyk odnoszący też wielkie sukcesy na polu eksperymentów

Chłop pańszczyźniany – poddany Hrabiny, niesprawiedliwie przez nią uciskany, spragniony wiedzy analfabeta

Model kosmologiczny – próżnia kwantowa, czyli nicłość w proszku zrobiona w balona

oraz

Portret Einsteina (gościnnie)



Huk potężnej eksplozji. Po podniesieniu kurtyny czuć swąd przypalonej zupy kwarkowo-gluonowej i widać rozwiewające się gęste opary, z których wylania się staroświecki salon. Pośrodku wielki stół pełen zabazgranych wzorami szpargałów, zawalony aparaturą naukową: kłębowiska rur, kable, oscyloskopy, komputery i inne rupiecie. W licznych retortach bulgoczą jakieś podejrzane ciecze. Po kątach walają się porozbijane butelki lejdejskie tudzież flaszki Kleina. Na ścianie wielki Portret Einsteina z wywalonym jęzorem, w złożonych ramach.

W oddali, na tle idyllicznego krajobrazu wiejskiego i zachodzącego Słońca, majestatycznie unosi się i ekspanduje imponujących rozmiarów balon.

Hrabina (płaczliwie): – Adalbercie, zlituj się! To już szósty Wielki Wybuch w tym tygodniu. Do czego to wszystko doprowadzi?

Chwiejnym krokiem wchodzi Adalbert. Osmalony na twarzy, odzież w strzępach, włosy w nieładzie, wzrok błędny

Adalbert (bełkocze w uniesieniu):  $R_{\mu\nu} - \frac{1}{2}Rg_{\mu\nu} = \frac{8\pi G}{c^4}T_{\mu\nu}$ . Poezja... czysta poezja...

Hrabina (oburzona do głębi): Ile razy ci mówiłam, żebyś się nie wyrażał tak brzydko? Proszę natychmiast przeprosić swoją ciocię!

Adalbert (nie zwracając na nią uwagi, cały w ekstazie):

$$ds^2 = c^2 dt^2 - R(t)^2 \left[ dr^2 / (1 - kr^2) + r^2 (d\theta^2 + \sin^2 \theta d\phi^2) \right].$$

<sup>1</sup> Miłośnicy literatury pięknej bez trudu rozpoznają w tym tekście wpływy teatryku *Zielona Gęś* Gałczyńskiego. Z kolei zwolenników powagi w literaturze naukowej uspokajam, że ma to być tylko delikatna zachęta do głębszych studiów nad kosmologią. Jak dotąd dramat ten nie był wystawiony na scenie; podejrzewam, że z powodu trudności ze znalezieniem odpowiedniego odtwórcy kluczowej roli Modelu Kosmologicznego.

Ach, jakie to cudowne. (Kłęką z szacunkiem przed portretem Einsteina) Albercie, jesteś wielki!

Portret Einsteina (zadowolony chowa jęzor i deklamuje patetycznie basem): *Raffiniert ist der Herr Gott...*

Hrabina (patrząc ze zdumieniem na Portret Einsteina): Co on plecie?! (do Adalberta, trzymając się za głowę): Twój biedny świętej pamięci ojciec... Pamiętasz jak go strułeś blinami Zeldowicza?

Adalbert: Ile jeszcze razy będzie mi ciocia to wypominać? Czy to moja wina, że te bliny tak mu smakowały? Zakradał się w nocy do mojej pracowni i masowo je wyjadał! A potem jeszcze upijał się do nieprzytomności cieżką doskonąłą...

Hrabina: Mniejsza z tym. No więc twój biedny ojciec tak bardzo chciał, żebyś wyszedł na ludzi i wreszcie zdobył uczciwy zawód. Radcy prawnego, hydraulika, ambasadora. Albo chociaż pianisty-wirtuoza. A ty co? Kosmolog! Ha ha ha! Toż to wstyd i hańba na honorze całej naszej zacnej rodziny!

Adalbert: (flegmatycznie) Ależ ciociu! Teraz jest równouprawnienie. Żaden zawód nie hańbi. Kosmolog w końcu też człowiek.

W oddali słychać jakiś osobliwy, narastający syk. Obydwoje nasłuchują z niepokojem

Hrabina (zgroźliwie): Coś mi się zdaje, drogi Adalbercie, że twój nowy kosmos właśnie zaczął się kurczyć. Erę Plancka tudzież inflację zaliczył dość gładko. Bariogenezę jeszcze jakoś zmęczył. Ale nukleosyntezy pierwotnej już nie doczekał. Że o uczciwej rekombinacji atomów nie wspomnę. A gdzie galaktyki? Planety, radioźródła i czarne dziury? Gdzie życie i człowiek?!

Portret Einsteina: Właśnie. (do Adalberta) Po coś tam jeszcze złośliwie wepchał stałą kosmologiczną?! Nie wiedziałeś, że zakazałem jej używania? *Lambda ist verboten!*

Hrabina (do Portretu Einsteina): Zamknij się. To wszystko przez ciebie!

Adalbert (do Hrabiny, z oburzeniem) Trochę szacunku! On ma rację. Przesadziłem z tą stałą...

Portret Einsteina (obrażony wywala z powrotem jęzor w stronę Hrabiny)

Adalbert (do Portretu Einsteina): Wybacz mój drogi. To nie miała być stała kosmologiczna, tylko ciemna energia. Pomyliłem strony w twoich równaniach.

Za sceny dobiega coraz głośniejszy tupot bosych nóg

Chłop pańszczyźniany (wpada zziębnięty, z zaferowaniem): Jaśnie panie, pański *Big Bang* spadł za plebanią pod lasem, skolapsował i zniknął. Ale wcześniej przestraszył krowy naszego sąsiada na pastwisku. Pewnie przestaną dawać mleko. Możemy mieć nieliczne kłopoty.

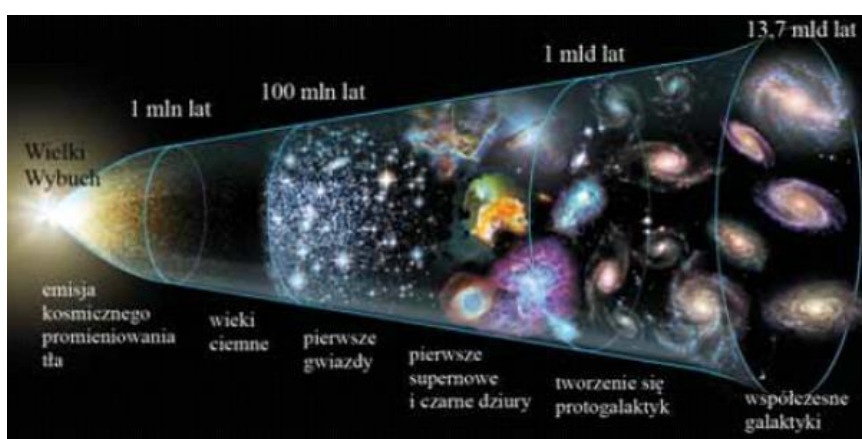
Adalbert (zażenowany milczy posępnie)

Hrabina (załamując ręce): A nie mówiłam! (płacze rozdzierając)

Koniec (świata)

*Wszystkie osoby występujące w dramacie są fikcyjne, a wszelkie podobieństwo do znanych postaci jest czysto przypadkowe. Natomiast nieprzypadkowe – i jak najbardziej poważne – są użyte terminy. Oto kilka niezbędnych wyjaśnień:*

**Big Bang** (Wielki Wybuch) – gwałtowny początek ekspansji, czyli rozszerzania się Wszechświata od stanu skrajnie gęstego i gorącego. Nazwa w zamierzeniu (podobno) ironiczna, użyta przez Freda Hoyla w audycji radiowej BBC w roku 1949. Trzeba podkreślić, że jest ona myląca: nie był to bowiem wybuch podobny do ziemskich eksplozji w *przestrzeni*, ale ekspansja samej przestrzeni, w tym sensie, że wszystkie kosmiczne obiekty oddalają się nawzajem od siebie. Obecnie, po upływie 13,7 miliarda lat, Wszechświat nadal się rozszerza – jest wielki, zimny, niemal ciemny i praktycznie pusty: gdyby całą znaną materię rozmasować równomiernie w przestrzeni, to na  $1 \text{ m}^3$  przypadłby raptem jeden atom. O takiej „próżni” w laboratorium technicy nie mogą nawet marzyć.



Etapy ewolucji Wszechświata. Czas na osi poziomej (źródło: Internet)

**Równania Einsteina** – równania pola grawitacyjnego (1915), które wiążą geometryczne własności czasoprzestrzeni (jej krzywiznę) z rozkładem i ruchem materii. Dopuszczają wiele różnych rozwiązań, w tym modeli kosmologicznych, z pomocą których można opisać ewolucję całego Wszechświata. Większość z tych modeli albo żyje stosunkowo krótko i zapada się, albo rozszerza się bardzo szybko. W żadnej z tych sytuacji nie powstaną pierwiastki czy gwiazdy. Natomiast realny Wszechświat jest dość wyjątkowy i nieprzypadkowy – z jakichś powodów tempo jego rozszerzania jest „subtelnie dostrojone”, a dzięki temu on sam jest przyjazny dla powstania pierwiastków chemicznych oraz życia. Fakt ten inspirował filozofów przyrody, ale jego wyjaśnienia należy się spodziewać ze strony fizyków.

**Stała kosmologiczna  $\Lambda$**  – stała lambda, dodatkowy, logicznie dopuszczalny człon w równaniach Einsteina, modyfikacja jego równań pola w celu uzyskania rozwiązania opisującego model statyczny, czyli niezmienny w czasie (1917). Po odkryciu ekspansji Wszechświata (1929 r.) stała ta okazała się niepotrzebna i sam Einstein odciął się zdecydowanie od swego pomysłu. Ostatnio jednak, po odkryciu (1998) *przyspieszonej* ekspansji Wszechświata, stała kosmologiczna odżyła w kosmologii, gdzie, jako tzw. ciemna energia, ma interpretację uniwersalnej siły odpychającej. Jednak wszelkie próby teoretycznego obliczenia wartości tej stałej na gruncie fundamentalnych praw fizyki prowadzą, jak dotąd, do rekordowych i frustrujących niezgodności z obserwacjami.

**Zupa kwarkowo-gluonowa** – plazma kwarków (składników protonów i neutronów) i gluonów (nośników sił jądrowych, analogicznych do fotonów) – stan materii jądrowej występujący w warunkach odpowiednio wysokich temperatur i dużych gęstości.

**Ciecz doskonała** – bardzo uproszczony rodzaj materii wypełniającej model kosmologiczny; mało realistyczny (nie posiada lepkości, tylko gęstość oraz izotropowe ciśnienie), ale z pomocą równań Einsteina pozwala ściśle policzyć np. tempo rozszerzania się modelu kosmologicznego.

**Era Plancka** – najwcześniejszy etap ewolucji Wszechświata (miał on wtedy zaledwie  $10^{-44}$  sekundy życia), gdzie jeszcze można sensownie, choć tylko jakościowo, stosować znaną fizykę; w tym czasie gęstość materii była skrajnie wielka:  $10^{93}$  g/cm<sup>3</sup>. O tym, co było jeszcze wcześniej nie można obecnie nic powiedzieć.

**Bariogeneza** – hipotetyczny proces, który musiał zajść na bardzo wczesnych etapach kosmicznej ewolucji, ponieważ inaczej nie byłoby teraz we Wszechświecie materii (oraz inteligentnych obserwatorów); wypełniałoby go wyłącznie tzw. promieniowanie reliktowe. Proces ten polegał na pojawieniu się niewielkiej asymetrii pomiędzy ilością barionów (głównych składników materii) i antybarionów (antymaterii). Nadwyżka barionów, która nie uległa anihilacji z antybarionami tworzy obecnie znaną nam materię.

**Nukleosynteza pierwotna** – powstanie kilku lekkich pierwiastków, głównie deuteru, helu, litu i berylu, które nastąpiło w ciągu ok. trzech pierwszych minut życia Wszechświata. Zgodność przewidywań teorii z obserwacjami obfitości tych pierwiastków stanowi przekonujące potwierdzenie modelu gorącego wczesnego Wszechświata.

**Rekombinacja atomów** – połączenie się w pierwotnej plazmie swobodnych elektronów z jądrami w neutralne atomy. Rekombinacja nastąpiła wówczas, gdy Wszechświat miał ok. 380 tysięcy lat i był już na tyle chłodny, że mogły powstać stabilne atomy (wcześniej ulegały one częstej jonizacji tworząc plazmę). Wtedy też Wszechświat stał się przezroczysty – dostępny dla obserwacji optycznych. Pozostałością po tej chwili jest tzw. promieniowanie reliktowe tła o temperaturze wynoszącej teraz ok. 3 K. Od ponad dwudziestu lat intensywnie badane są drobne fluktuacje w rozkładzie temperatury tego promieniowania. Są to, jak się przypuszcza, ślady załączków późniejszych wielkoskalowych struktur – galaktyk.

**Bliny Zeldowicza** (ang. *pancakes*) – nieformalna nazwa pewnych płaskich struktur kosmicznych uformowanych z pierwotnej materii pod wpływem grawitacji (1970).

**Kolaps Wszechświata** – hipotetyczny gwałtowny koniec jego ewolucji poprzedzony etapem kurczenia się, „Wielkie Zgniecenie” (ang. *Big Crunch*).

**Raffiniert ist der Herr Gott, aber boshaft ist Er nicht** („Bóg jest wyrafinowany, ale nie jest złośliwy (perfidny)”) – głęboka maksyma Einsteina, podkreślająca to, że rzeczywistość fizyczna może być skutecznie i ze zrozumieniem opisana matematycznie, mimo że jest to proces mozolny oraz rozpisany na wiele pokoleń badaczy. Ale w zasadzie mogłoby tak nie być. Powstałyby wówczas tylko nauki jakościowe, czysto opisowe, takie jak np. botanika czy geografia; jednak nie byłaby możliwa fizyka teoretyczna. Słowem: moglibyśmy tylko klasyfikować zjawiska i odpowiadać na proste pytanie „jak?”, ale nie na docieklive pytanie „dlaczego?”. Niemożliwe byłyby też skuteczne (a niekiedy bardzo zaskakujące) ilościowe przewidywania nowych zjawisk. Większość podatników nie zauważyłaby tego wcale, bo nie miałyby to zapewne większego wpływu na rozwój techniki, ale dla stosunkowo nielicznych fizyków-teoretyków świat byłby niedostępny – po prostu nudny.